Journal of Aquaculture Sciences 13(25): 36-49 (2025)
Print ISSN: 2322-5351
www.aquaculturesciences.ir

نشریه علوم آبزی‌پروری
دوره ۱۳، شماره ۲۵: ۳۶-۴۹ (۱۴۰۴)

کشت ماهی شیربت (*Arabibarbus grypus*) با کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) و کپور علفخوار (*Ctenopharyngodon idella*) و بررسی کارایی غذایی با جیره اختصاصی پیشنهادی

محدثه مجیدی، محمدعلی نعمت‌اللهی*، غلامرضا رفیعی

گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۲/۲۸ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۷/۲۳**

چکیده

در بررسی کارایی تغذیه ماهی شیربت (*Arabibarbus grypus*) با استفاده از جیره رایج کپورمعمولی و جیره اختصاصی پیشنهادی و همچنین بررسی کشت تک‌گونه‌ای و توأم در عملکردهای همزیستی آن در کنار گونه‌های پرورشی اصلی دیگر (کپور معمولی و کپور علفخوار)، بخش اول بررسی کشت توأم و نحوه همزیستی و رقابت این ماهی در رشد و کارایی خوراک یکسان با دو گونه اصلی تغذیه کننده در استخرهای پرورشی بود؛ که شامل ۱ گروه شاهد، ۲ گروه شاهد مثبت، ۱ گروه شاهد منفی و ۳ تیمار با تغذیه جیره رایج کپور معمولی در ایران بوده است. بخش دوم جیره پیشنهادی که به‌طور اختصاصی برای کشت تک‌گونه ماهی شیربت طراحی شده بود (پروتئین ۳۰ درصد، چربی ۸/۵ درصد و...)، با ۱ گروه شاهد و ۱ تیمار بررسی شد. ماهی‌ها به‌مدت ۶ هفته مورد تغذیه و بررسی قرار گرفتند. در پرورش توأم با جیره ماهی کپور معمولی، ماهی‌های شیربت در تمام گروه‌ها نرخ رشد بهتری داشتند. بهترین ضریب تبدیل غذایی در گروه شاهد ۱ (کپور معمولی) (۱/۱۹±۰/۰۵) مشاهده شد. بررسی جیره پیشنهادی اختصاصی ماهی شیربت نسبت به تغذیه با جیره کپور معمولی، از ضریب تبدیل بهتری برخوردار بود و میانگین نرخ رشد روزانه ماهی‌ها ۱/۹۷±۰/۰۸ گرم در روز، ضریب تبدیل غذایی (FCR) ۱/۲۱±۰/۱۰ و وزن نهایی ۱۴۰/۰۰±۳/۴۶ گرم بود. بررسی نتایج رابطه طول–وزن ماهی شیربت نشان داد که جیره پیشنهادی اختصاصی عملکرد بهتر نسبت به گروه شاهد داشتند و رشد از آلومتریک منفی به سمت ایزومتریک مثبت حرکت کرده است. نتایج نشان دادند که ماهی شیربت از نظر کارایی‌های خوراک در سیستم پرورش عملکرد مناسبی داشت.

کلید واژگان: شیربت، کارایی غذایی، جیره، پرورش توأم، تک‌گونه

*نویسنده مسئول malahi@ut.ac.ir

مقدمه

گونه ماهی شیربت (*Arabibarbus grypus*) یکی از گونه-های مهم با ارزش اقتصادی بالا می‌باشد. این گونه از گونه-های بومی ساکن در منطقه غرب و جنوب غرب ایران است. شرایط محیط‌زیست نامطلوب در زیستگاه و صید بی‌رویه منجر به کاهش جمعیت این گونه شده است. بنابراین، برای بازیابی ذخایر طبیعی این گونه، شناسایی چرخه تولیدمثل و پرورش آن با توجه به زیستگاه آن اهمیت زیادی دارد (حسینی و صفاری، ۱۳۹۸). این گونه احتمالاً در اکثر منابع آبی ایران انتشار داشته اما به‌طور قطع در منابع آبی غرب و جنوب غرب کشور به‌ویژه آب‌های خوزستان دارای پراکنش گسترده‌ای است (نجف پور و همکاران، ۱۳۷۵). رنگ سطح پشتی بدن قهوه‌ای زیتونی تیره و سطح شکمی روشن با بازتاب نقره‌ای رنگ است. دارای چهار سبیلک، شعاع استخوانی باله پشتی بدون دندانه می‌باشد. دارای دندان حلقی سه ردیفی با فرمول ۲،۳،۵–۵،۳،۲ است. این گونه زیستگاه‌های دارای جریان آرام آب با بستری لجنی را ترجیح می‌دهد. تخم‌ریزی روی بستری از شن نرم که با لایه‌ای از ماسه‌های سخت پوشیده شده است، انجام می‌شود، که تخم‌ها در حفره‌های باریک و عمیق درون شن گذاشته می‌شوند. ارتفاع آب در بالای بستری که تخم‌ریزی انجام می‌شود از ۱۵ تا ۳۰ سانتی‌متر متغیر می‌باشد. تخم‌ها اندازه‌ای بزرگی دارند (قطری در حدود ۱/۵ میلی متر). اندازه گونه‌های بالغ تا ۱۲۰۰ میلی‌متر و وزن ۲۰ کیلوگرم نیز می‌رسد، سن بلوغ ۴ سالگی و فصل زادآوری اردیبهشت تا اواخر خرداد می‌باشد و تا ۱۷ سالگی زیست می‌کند. نتایج مطالعات حاکی از آن است که شیربت‌های ماده در سن ۴–۳ سالگی و نرها در سن ۲ تا ۳ سالگی به بلوغ جنسی می‌رسند. علاوه بر این، اعضای این گونه از زمان آغاز آوریل تا اواخر ماه ژوئیه شروع به تخم‌ریزی می‌کنند (Banaee and Naderi, 2014). در صنعت آبزی‌پروری و کشت چندگونه‌ای کپورماهیان، پرورش‌دهنده‌ها در سال‌های گذشته با چالش‌های زیادی روبه‌رو شدند؛ از جمله بسته شدن مرزهای تجاری برای صادرات ماهی، مشکل نقل و انتقال مالی، بی‌ثباتی و پایین بودن قیمت تمام شده گونه غالب پرورشی (کپور معمولی) و... . بنابراین نوآوری در سیستم پرورشی و به‌کارگیری از پتانسیل ماه‌های بومی هم خانواده این گونه به یک هدف تبدیل شده است. برای رفع این مسئله چندین سال است فعالیت‌های عملی در استان خوزستان، شهرستان دزفول صورت گرفته است؛ از جمله تکثیر و پرورش گونه‌های بومی نظیر شیربت و بنی. نتایج به‌دست آمده امیدوارکننده بوده و در عین حال با مشکلاتی از جمله تراکم پایین این ماهی‌ها در کنار چهارگونه اصلی پرورشی، عدم مولدسازی کافی جهت داشتن ذخیره مناسب بچه ماهی و نبودن امکانات پرورش تک‌گونه از جمله تغذیه اختصاصی روبه‌رو بوده است. در مزارعی که این ماهی به‌عنوان گونه فرعی در کنار گونه‌های اصلی قرار گرفته است، مشاهده شده است که میزان انگل لرنهآ نیز بر روی سطح پوست سایر ماهیان پرورشی به‌صورت چشمگیری کاهش پیدا کرده و یا مشاهده نشده است. از این جهت، ماهی شیربت گونه بسیار ارزشمندی هم از نظر پالایش کننده محیط پرورشی و هم از نظر طعم گوشت و ترکیب لاشه می‌باشد. از نظر مقرون به صرفه بودن پرورش این ماهی می‌توان گفت که قیمت فروش آن وابسته به قیمت کپور معمولی، ۶۰ تا ۱۰۰٪ بیشتر از قیمت فروش آن است. (گزارش‌های سالانه شرکت تکثیر و پرورش ماهیان گرمابی آبزی دزفول، ۱۳۹۹ تا ۱۴۰۱). به تازگی، تلاش‌های بسیاری بر روی تولیدمثل و پرورش گونه-های بومی به‌خصوص در مورد باربوس در استان خوزستان و دیگر مناطق ایران انجام شده است. با این حال، تحقیقات بیشتر می‌تواند در غلبه بر مشکلات و دستیابی به تکنیک-های تولیدمثل و پرورش آن مفید باشد. در واقع مطالعه چرخه زندگی این ماهی‌ها در طبیعت و با توجه به شرایط آب‌وهوایی هر منطقه ممکن است کلید این مشکل باشد (Banaee and Naderi , 2014). ماهی شیربت با وجود داشتن اهمیت زیاد اقتصادی و تجاری، فاقد جایگاه ژنی اختصاصی می‌باشد. نتایج بررسی‌های انجام گرفته بیانگر آن است که تنوع ژنتیکی این گونه در رودخانه‌های کارون و دز مقدار قابل قبولی را نشان می‌دهد، اما ممکن است که تشابه ژنتیکی و تمایز پایین، مشکل کاهش تنوع را در آینده برای این گونه به‌وجود آورد. برای جلوگیری از کاهش تنوع ژنتیکی به‌دلیل تکثیر مصنوعی و وقوع مشکلات درون‌آمیزی و برون‌آمیزی ناشی از آن، که باعث کاهش بقاء در طبیعت و همچنین کم شدن تمایز ژنتیکی می‌شود، باید تدابیری برای حفظ و تقویت تنوع ژنتیکی این گونه اندیشید. برای این منظور، بهتر است که محل‌های تخم‌ریزی طبیعی احیا گردد و همچنین در تکثیر مصنوعی از حداکثر تعداد مولدین برای اجتناب از

کاهش اندازه مؤثر جمعیت استفاده گردد (کرمی نسب و همکاران، ۱۳۹۳). ماهی شیربت اهمیت زیادی برای مردم محلی دارد به‌طوری که به‌دلیل توجه ماهیگیران محلی به این گونه و صید بیش از اندازه، همچنین آلودگی رودخانه و از دست دادن زیستگاه‌ها، ناشی از خشکسالی در سال‌های اخیر، جمعیت این ماهی به‌طور چشمگیری کاهش یافته است و این گونه با خطر انقراض مواجه شده است. بنابراین، به‌دست آوردن اطلاعات در مورد فیزیولوژی و زیست‌شناسی تولیدمثل و پرورش این ماهی ممکن است به بازگرداندن ذخایر ماهی، تولیدمثل و پرورش آنها در حوضچه‌های پرورشی کمک کند (Parmaksiz and Seker, 2018). نتایج به‌دست آمده از مطالعه منابع آبی استان خوزستان نشان می‌دهد که ماهی شیربت (*A. grypus*) در تمامی آب‌های داخلی این استان حضوری وسیع دارد. این ماهی در دامنه وسیعی از شوری و دما بدون هیچگونه مشکلی در این منابع زیست می‌کند. ویژگی‌های رژیم غذایی آن بیشتر با همه چیزخواری مطابقت دارد. شواهد موجود نشان می‌دهد که حضور این ماهی در منابع آبی اصلی جلگه استان به‌منظور تغذیه صورت می‌گیرد و فعالیت‌های تولیدمثلی آن در مناطق شمالی‌تر انجام می‌شود. به‌نظر می‌رسد که شرایط مناسب برای تخم‌ریزی این گونه، بستری شنی ماسه‌ای، سرعت نسبتاً بالای آب همراه با اکسیژن بالا و دمای پایین باشد که این شرایط در جلگه خوزستان فراهم نمی‌باشد (مرمضی، ۱۳۷۹). با توجه به اهمیت اقتصادی و حفظ ذخایر آبزیان محلی در آب‌های جنوبی کشور، ماهی شیربت به‌عنوان گونه هدف مد نظر قرار گرفته است. در رابطه با اهلی‌سازی و جیره اختصاصی این ماهی مطالعات اندکی انجام شده است. به‌دلیل سرعت رشد بالا، گونه *A. grypus* می‌تواند یک انتخاب مناسب برای آبزی‌پروری در مناطق جنوبی ایران باشد. درک فواید پرورش شیربت می‌تواند به مدیریت و حفاظت آنها در طبیعت و همچنین پرورش مصنوعی در شرایط محل تخم‌ریزی ماهی کمک کند. گونه ماهی‌های بومی از لحاظ زیست‌محیطی مهم هستند و به‌عنوان ژن‌های یک اکوسیستم در نظر گرفته می‌شوند (Khodadadi *et al., 2016*). از گونه‌های پرورشی تجاری و خوراکی مشابه با شیربت می‌توان *Barbonymus gonionotus* (Silver Java Barb /) و *Puntius sophore* (Pool Barb / Olive Barb) را نام برد. ماهی *Barbonymus gonionotus* گونه‌ای مهم در آبزی‌پروری جنوب‌شرقی آسیا، مانند تایلند، بنگلادش و کامبوج با رشد سریع و دوره کوتاه پرورشی، مناسب برای تولید با تکنولوژی‌های ساده است (FAO, 2022). در سیستم‌های کشت توأم پرورش *B. gonionotus* با سایر کپورماهیان (مثل روهو، کاتلا و کپور آینه‌ای) در مدت ۵ ماه به برداشت حدود ۵۲۷۲ کیلوگرم در هکتار رسیده‌اند (Abdul Halim *et al*., 2018). ماهی *P. sophore* گونه بومی جنوب آسیا (هند، بنگلادش، نپال و...) با ارزش تغذیه‌ای بالا استفاده رایج به‌عنوان ماهی خوراکی دارد (Ahmed *et al*., 2012). این ماهی به‌عنوان یک ماهی حساس در برنامه آبزی‌پروری هند و ناحیه جنوب آسیا قرار گرفته است (Talwar *et al*., 1991). برخی گونه ها مثل باربوس به‌صورت مکمل یا بومی در مزارع پرورشی کشت توأم استفاده می‌شود. در ایران نیز، استفاده از این گونه به‌صورت محدود آغاز شده است. در بسیاری از کشورها خصوصاً آسیای جنوب شرقی تکثیر و پرورش گونه‌های مهم بومی که ارزش غذایی بالایی دارند، بسیار حائز اهمیت است. برای ماهی شیربت در یک تحقیق محدود، بهترین عملکرد رشد و کارایی خوراک در جیره‌ای با میزان ۳۰۰ گرم بر کیلوگرم پروتئین و انرژی ۱۰/۴۶ میکروژول بر کیلوگرم مشاهده شده است (Maremmazi and Kahkesh, 2010). به‌دلیل شباهت تغذیه‌ای ماهی شیربت با کپور معمولی (همه‌چیزخواری انتخابی) و گرایش آن به گوشتخواری بیشتر، پروتئین جیره اختصاصی پیشنهادی، بین کپور معمولی (۲۸٪ جیره) (NRC, 2011) و قزل‌آلا (۳۵ ٪ جیره) انتخاب و مورد بررسی قرار گرفت (مجیدی و همکاران، ۱۴۰۳). هدف از این تحقیق، بررسی ساز و کار پرورشی و مقدمه‌ای برای ارزیابی جیره اختصاصی این گونه مهم آبزی می‌باشد. همچنین امکان‌سنجی پرورش تک‌گونه و تعاملات بین گونه‌ای این ماهی با سایر ماهیان، مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در شرکت تکثیر و پرورش ماهیان گرمابی آبزی دزفول با همکاری شرکت دریاشیلان‌دز انجام شد. طول دوره تحقیق ۶ هفته در نظر گرفته شده است. دو هفته قبل از شروع تحقیق ماهی‌ها با جیره پایه کپور معمولی جهت عادت‌دهی تغذیه شدند. در این پژوهش هدف مشاهده

جدول ۱ – پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب مورد استفاده در تحقیق

دما	اکسیژن محلول	اشباعیت اکسیژن (درصد)	سختی	EC	pH
۲۴,۲	۷/۴ – ۹/۴	۱۰۰–۸۰	۲۳۰	۴۸۰	۷/۴–۷/۶

رفتارهای تغذیه‌ای (رقابتی و همزیستی) برای سنجش کارایی خوراک با گونه‌های کپور معمولی و علفخوار بوده است (دمای آب ۲۵ درجه سانتی‌گراد، pH آب ۸/۵–۷/۸ و سطح اکسیژن ۸ میلی‌گرم بر لیتر (جدول ۱) در طول تحقیق با تعویض آب مستمر ثابت نگه داشته شد). ماهی‌ها در تانک‌های ۳۰۰ لیتری، در حجم آب ۲۰۰ لیتر به تعداد ۲۰ قطعه با میانگین وزن اولیه ۵۰/۵۱±۰/۶۵ گرم نگهداری شدند. لازم به ذکر است تانک‌ها پیش از شروع تحقیق، شستشو و ضدعفونی و ۲ روز قبل از ماهی‌دار شدن، برای به ثبات رساندن پارامترهای آب، آبگیری شدند. فاکتورهای فیزیکی آب در طول دوره اندازه‌گیری شدند (به‌دلیل تعویض آب مداوم فاکتورهای شیمیایی بررسی نشدند). تمام تیمارها در بخش اول با جیره کپور معمولی و در بخش دوم تیمار تک گونه ماهی شیربت با جیره اختصاصی پیشنهادی تغذیه شد. وزن‌گیری‌های منظم به‌صورت ۲ هفته یکبار انجام شد. تحقیق در مرحله ۱؛ دارای ۱ گروه شـــاهد، ۲ گروه شـــاهد مثبت، ۱ گروه شـاهد منفی با ۳ تیمار در ۳ تکرار بود؛ گروه شـاهد (C): ۲۰ قطعه ماهی شـیربت، گروه شـاهد مثبت ۱ (Cp1): ۲۰ قطعه ماهی معمولی، گروه شـــاهد مثبت ۲ (Cp2): ۲۰ قطعه ماهی کپور غلفخوار، گروه شـاهد منفی (Cn): ۱۰ قطعه کپور معمولی، ۱۰ قطعه کپورعلفخوار، تیمار ۱ (T1): ۱۰ قطعه ماهی کپور معمولی، ۱۰ قطعه ماهی شـیربت، تیمار ۲ (T2): ۱۰ قطعه ماهی کپورعلفخوار ، ۱۰ قطعه ماهی شـــیر بت، تیمار ۳ (T3): ۷ قطعه ماهی کپورعلفخوار ، ۷ قطعه ماهی کپور معمولی، ۷ قطعه ماهی شیربت

مرحله ۲؛ شامل یک گروه شاهد و ۱ تیمار بود: گروه شاهد (CSh) ۲۰ قطعه ماهی شـیربت تغذیه شـده با جیره کپور معمولی، تیمار جیره پیشنهادی اختصاصی (TSh)*

*نکته مهم: خوراک ماهی شیربت؛ به‌دلیل اهمیت پرورش تک‌گونه‌ای ماهی شیربت، در این تحقیق سعی شده است با استفاده از اطلاعات موجود از این گونه، جیره‌ای تنظیم و مورد بررسی قرار گیرد.

میزان غذادهی و سایز خوراک: غذادهی در طول دوره و با توجه به زیست‌سنجی و بعد از دوره سازگاری به‌میزان ۳ درصد وزن بدن و با اندازه خوراک ۴ میلی‌متر (همانند کپورمعمولی) انجام شد (Abdulrahman, 2013). جهت تغذیه ماهی‌ها، جیره‌های مورد نیاز در شرکت دریا شیلان (جدول‌های ۲، ۳ و ۴) دز تهیه و تولید شد. غذادهی در سه نوبت در ساعات ۹، ۱۲ و ۱۵ انجام شد. در طول دوره، میزان غذادهی ثابت و غذای باقیمانده در پایان روز از کف و یا سطح آب تانک سیفون شد.

زیست‌سنجی و شاخص‌های رشد: با استناد به تحقیقات جهت زیست‌سنجی، قبل از زیست‌سنجی، غذادهی به‌مدت ۲۴ ساعت جهت خالی شدن معده قطع شد. در طول دوره هر دو هفته یکبار جهت برآورد و محاسبه فاکتورهای رشد، زیست‌سنجی انجام شد. تعداد تلفات نیز در طول دوره در هر تیمار ثبت خواهد شد (De Silva and Anderson, 1995).

افزایش وزن بدن/مقدار غذای خورده شده =ضریب کارایی غذایی (FCR)

تعداد روز خوراک دهی شده/(وزن اولیه–وزن نهایی) =میانگین رشد روزانه (AGR)

روزانه ویژه رشد نرخ (SGR)

$$= \frac{\text{in}(\text{وزن نهایی}) - \text{in}(\text{وزن اولیه})}{\text{n}} \times 100$$

۱۰۰ × تعداد ماهیان زنده مانده/تعداد ماهیان اولیه =درصد میزان بقاء

تعداد نفرات/مجموع افزایش وزن‌ها =میانگین افزایش وزن

تعداد نفرات/مجموع افزایش طول‌ها =میانگین افزایش طول

رشد ایزومتریک یا آلومتریک= $W = \alpha L^b$

که در رشد ایزومتریک یا آلومتریک مقادیر W: وزن بر حسب گرم، L: طول کل بر حسب سانتی‌متر و b و a: ضرایب رشد است.

تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌ها: پس از اتمام آزمایش داده‌ها با استفاده از آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه (One-way

جدول ۲- فرمول‌بندی جیره پیشنهادی تولیدی در شرکت دریا شیلان دز

ردیف	مواد اولیه	در جیره رایج کپور معمولی (٪)	در جیره پیشنهادی شیربت (٪)
۱	پودرماهی ساردین	۰	۴
۲	پودر ضایعات کسرو سازی	۸	۴
۳	پودر ضایعات کالباس‌سازی	۸	۸
۴	گندم شکسته	۲۰	۱۰
۵	کنجاله سویا	۱۵	۳۰
۶	سبوس برنج درجه ۱	۵٫۵	۵٫۵
۷	گلوتن ذرت	۰	۵
۸	افزودنی‌های مجاز ویژه شرکت (ویتامینه، معدنی و ریزمغذی‌ها)	۳٫۵	۳٫۵
۹	ذرت	۱۵	۱۰
۱۰	جو	۱۵	۱۰
۱۱	مونوکلسیم فسفات	۱٫۵	۱٫۵
۱۲	سین‌بیوتیک مایع	۱	۱
۱۳	کربنات کلسیم	۲٫۵	۲٫۵
	جمع	٪۵+۹۵ رطوبت	٪۵+۹۵ رطوبت

جدول ۳- آنالیز شیمیایی ارائه شده جیره‌ها توسط شرکت دریا شیلان دز

نام آزمایش	جیره کپورمعمولی (٪)	جیره شیربت (٪)
پروتئین کل	۲۸/۱۵	۳۰/۳۰
پروتئین قابل هضم	۲۳/۳۳	۲۷/۲۷
چربی کل	۴/۵۰	۸/۵۰
کلسیم	۲/۸۷	۳/۰۰
فسفر	۱/۴۳	۱/۸۰
خاکستر کل	۱۲/۱۸	۱۰/۲۲

جدول ٤ - جواب تأییدیه آنالیز شیمیایی جیره پیشنهادی ماهی شیربت تولید شده در شرکت دریاشیلان‌دز از آزمایشگاه مرجع

نام آزمایش	نتیجه آزمون جیره کپورمعمولی (٪)	نتیجه آزمون جیره شیربت (٪)	روش آزمایش مرجع
پروتئین کل	۲۷/۹۰	۳۲/۵۰	ISIRI 10703-1
پروتئین قابل هضم	۲۲/۴۳	۲۹/۲۵	ISIRI 3963
چربی کل	۲/۳۰	۶/۱۰	ISIRI 10700
کلسیم	۳/۰۰	۳/۲۲	ISIRI 10701-1
فسفر	۱/۲۰	۱/۵۰	ISIRI 513
خاکستر کل	۱۳/۶۰	۱۲/۳۳	ISIRI 332

ANOVA) در سطح اطمینان ۹۵ درصد در نرم افزار SPSS22 و نرم‌افزار اکسل ۲۰۰۷ مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفتند.

نتایج

براساس نتایج جدول ۵، میانگین وزن نهایی ماهی‌های شیربت در تیمار ۲ نسبت به سایر ماهی‌ها بیشتر بود. پس از آن، ماهی‌های کپور معمولی در گروه شاهد ۱ بیشترین میانگین وزن نهایی را داشتند. در میانگین وزن نهایی گروه-ها، ماهی‌های شیربت در تیمار ۲ با سایر گروه‌ها اختلاف معنی‌داری مشاهده شد ($P<۰/۰۵$). پس از ماهی‌های شیربت تیمار ۲، ماهی‌های شیربت در تیمار ۱ میانگین وزن نهایی بیشتری داشتند. میانگین وزن نهایی ماهی‌های شیربت در گروه شاهد ۳ و تیمار ۳، تقریباً یکسان بوده و اختلاف معنی‌داری بین آنها مشاهده نشد ($P>۰/۰۵$). میانگین وزن نهایی ماهی‌های کپور معمولی به‌ترتیب در گروه شاهد ۱، تیمار ۱، گروه شاهد ۴ و تیمار ۳ بیشترین

جدول ۵- نتایج مرحله ۱ آزمایش تغذیه با جیره کپور معمولی (۴۵ روز)

تیمارها	ضریب اطمینان برای میانگین‌ها ۹۵٪ می‌باشد.		میانگین رشد روزانه	نرخ ویژه رشد	بازماندگی	ضریب تبدیل
	میانگین وزن اولیه (g)	میانگین وزن نهایی (g)	AGR (g)	٪ (SGR) در روز	%	FCR غذایی
گروه شاهد ۱ Cp1	کپور معمولی ^{a} ۰/۳۶ ± ۵۰/۹۰	۰/۸۷ ± ۱۴۷/۷۸ ^{h}	۰/۱۹ ± ۲/۱۷ ^{d}	۲/۳۷ ^{c}	۱۰۰	۰/۰۵ ± ۱/۱۹ ^{a}
گروه شاهد ۲ Cp2	کپور علفخوار ^{a} ۰/۵۸ ± ۵۱/۶۷	۳/۳۳ ± ۸۳/۱۷ ^{c}	۰/۱۹ ± ۰/۷۰ ^{a}	۰/۹۷ ^{a}	۱۰۰	۰/۳۷ ± ۳/۰۰ ^{d}
گروه شاهد ۳ C	شیربت ^{a} ۰/۷۸ ± ۵۰/۱۷	۲/۴۷ ± ۱۰۱/۰۲ ^{d}	۰/۰۴ ± ۱/۱۳ ^{b}	۱/۵۵ ^{b}	۷۰	۰/۳۷ ± ۲/۰۱ ^{d}
گروه شاهد ۴ Cn	کپور علفخوار ^{a} ۰/۲۸ ± ۵۰/۶۳	۵/۵۱ ± ۷۵/۳۸ ^{b}	۰/۱۳ ± ۰/۵۵ ^{a}	۰/۹۰ ^{a}	۱۰۰	۰/۱۷ ± ۱/۹۶ ^{c}
	کپور معمولی ^{a} ۰/۸۸ ± ۵۰/۳۳	۴/۵۷ ± ۹۴/۳۱ ^{d}	۰/۱۲ ± ۱/۰۲ ^{b}	۱/۴۱ ^{b}	۱۰۰	
تیمار ۱ T1	کپور معمولی ^{a} ۰/۲۵ ± ۵۰/۰۰	۰/۱۹ ± ۱۰۶/۲۵ ^{e}	۰/۱۳ ± ۱/۲۵ ^{b}	۱/۱۱ ^{a}	۹۰	۰/۰۹ ± ۱/۶۷ ^{b}
	شیربت ^{a} ۱/۰۱ ± ۵۱/۴۳	۲/۰۸ ± ۱۱۷/۳۳ ^{f}	۰/۱۲ ± ۱/۴۵ ^{c}	۱/۷۱ ^{c}	۹۰	
تیمار ۲ T2	کپور علفخوار ^{a} ۰/۲۹ ± ۵۰/۱۷	۳/۲۱ ± ۷۸/۶۷ ^{b}	۰/۰۸ ± ۰/۶۳ ^{a}	۱/۰۷ ^{b}	۱۰۰	۰/۰۲ ± ۱/۶۹ ^{b}
	شیربت ^{a} ۰/۵۷ ± ۵۰/۳۳	۵/۰۳ ± ۱۳۸/۶۷ ^{g}	۰/۱۰ ± ۱/۹۶ ^{d}	۲/۰۲ ^{c}	۱۰۰	
تیمار ۳ T3	کپور معمولی ^{a} ۱/۱۵ ± ۴۹/۳۳	۴/۰۴ ± ۸۴/۳۳ ^{c}	۰/۰۹ ± ۰/۷۸ ^{a}	۱/۲۹ ^{a}	۱۰۰	۰/۰۲ ± ۲/۸۷ ^{d}
	کپور علفخوار ^{a} ۲/۰۸ ± ۴۹/۶۷	۴۵/۳۶ ± ۶۸/۰۰ ^{a}	۰/۰۷ ± ۰/۴۱ ^{a}	۰/۸۷ ^{a}	۸۵	
	شیربت ^{a} ۱/۵۳ ± ۵۰/۳۳	۲/۳۱ ± ۱۰۰/۶۷ ^{d}	۰/۰۶ ± ۱/۱۲ ^{b}	۱/۵۵ ^{b}	۱۰۰	

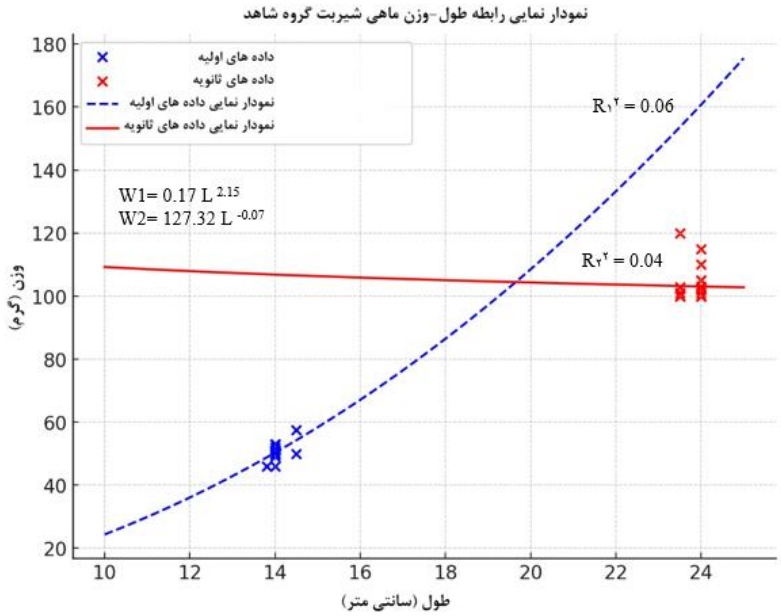
جدول ٦- نتایج مرحله ۲ آزمایش تغذیه با جیره اختصاصی پیشنهادی (۴۵ روز)

تیمارها	ضریب اطمینان برای میانگین ها ۹۵٪ می باشد.		میانگین رشد روزانه	ضریب کارایی	بازماندگی	ضریب تبدیل
	میانگین وزن اولیه (g)	میانگین وزن نهایی(g)	AGR (g)	پروتئین PER (g)	%	FCR غذایی
گروه شاهد CSh	۰/۷۸ ± ۵۰/۱۷ ^{a}	۲/۴۷ ± ۱۰۱/۰۲ ^{a}	۰/۰۴ ± ۱/۱۳ ^{a}	۱/۵۶ ^{a}	۷۰	۰/۳۷ ± ۳/۰۰ ^{b}
تیمار TSh	۰/۸۱ ± ۵۰/۱۳ ^{a}	۳/۴۶ ± ۱۴۰/۰۰ ^{b}	۰/۰۸ ± ۱/۹۷ ^{b}	۲/۰۲ ^{a}	۱۰۰	۰/۱۰ ± ۱/۲۱ ^{a}

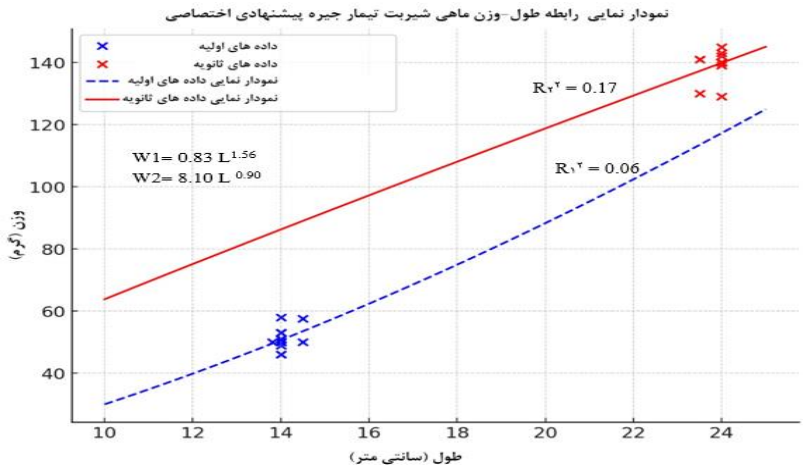
مقدار را داشتند. بیشترین میانگین وزن نهایی در ماهی‌های کپور علفخوار در گروه شاهد ۲ مشاهده شد. در ماهی‌های کپور علفخوار، میانگین وزن نهایی بین گروه شاهد ۴ و تیمار ۲ اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($P>0/05$). کمترین میانگین وزن نهایی ماهی‌های کپور علفخوار نیز در تیمار ۳ مشاهده شد. کمترین میانگین نرخ رشد روزانه (SGR) در همه گروه‌ها در ماهی‌های کپور علفخوار مشاهده شد. کمترین میانگین رشد روزانه در ماهی‌های کپور معمولی به‌ترتیب در تیمار ۳، گروه شاهد ۴ و تیمار ۱ مشاهده شد. در همه گروه‌ها (به‌جز گروه شاهد ۱ و ۳) میانگین نرخ رشد روزانه در ماهی‌های شیربت بیشتر از سایر ماهی‌ها به‌دست آمده است.

بازماندگی در گروه‌ها مختلف، متفاوت بودند؛ بازماندگی ماهی‌های کپور علفخوار در همه گروه‌ها (به‌غیر از گروه شاهد ۲)، کمترین درصد را داشتند. ضریب تبدیل غذایی در گروه‌ها مختلف اختلاف معنی‌داری را باهم نشان دادند ($P<0/05$) (به‌جز از تیمار ۱ و ۲). کمترین ضریب تبدیل غذایی در گروه شاهد ۱ (کپور معمولی تک گونه) و بیشترین آن در گروه شاهد ۲ (کپور علفخوار تک‌گونه) مشاهده شد. میانگین وزن نهایی ماهی‌ها در گروه شاهد تفاوت معنی‌داری را با تیمار ۱ نشان دادند ($P<0/05$). نرخ رشد روزانه در تیمار جیره پیشنهادی (جدول۶) بیشتر از گروه شاهد به‌دست آمد. ضریب تبدیل غذایی نیز در تیمار جیره پیشنهادی کمتر از گروه شاهد (تغذیه با غذای کپورمعمولی) بود. درصد بازماندگی نیز در ماهی‌های گروه شاهد کمتر از تیمار جیره‌ی مشاهده شد.

در دو نمودار شکل‌های ۱ و ۲، رابطه طول–وزن ماهی شیربت (*Arabibarbus grypus*) در دو گروه آزمایشی مختلف بررسی شده است: گروه شاهد (نمودار بالا) و گروه تغذیه‌شده با جیره اختصاصی پیشنهادی (نمودار پایین). تحلیل این نمودارها از نظر رشد، ضریب تعیین (R^2) و ضرایب معادلات طول–وزن می‌تواند بینشی درباره اثر تغذیه



شکل ۱– رابطه طول-وزن ماهی‌های شیربت در گروه شاهد



شکل ۲– رابطه طول-وزن ماهی‌های شیربت در تغذیه با جیره اختصاصی پیشنهادی

بر رشد ماهی ارائه دهد. در نمودار گروه شاهد (شکل ۱)، رابطه‌ی طول (L) و وزن (W) در دو زمان نمونه‌برداری اولیه و نهایی نشان داده شده است. نتایج نشان داد که تغییرات وزن به‌طور ضعیفی توسط طول قابل توضیح است. این موضوع بیانگر آن است که در گروه شاهد، رشد طولی و وزنی ماهی‌ها همبستگی قوی نداشته و احتمالاً تغذیه پایه نتوانسته رشد هماهنگی بین طول و وزن ایجاد کند. همچنین کاهش ضریب توان از ۲/۱۵ به مقدار منفی (۰/۰۷-) نشان‌دهنده کندی رشد وزنی در برابر طول در انتهای دوره است. این الگو اغلب در شرایطی رخ می‌دهد که تراکم، کیفیت خوراک، یا شرایط زیست‌محیطی موجب توقف رشد بدنی و تجمع وزن در محدوده خاصی شود (Jobling, 1994). در نمودار تیمار تغذیه پیشنهادی تخصصی (شکل ۲) نیز همان‌گونه که مشخص است، نسبت به گروه شاهد، مقدار R^2 در پایان آزمایش بالاتر است و نشان می‌دهد که ارتباط بین طول و وزن بهبود یافته است. همچنین افزایش نمای وزن (از ۰/۹۰ در برابر ۰/۰۷- گروه شاهد) بیانگر رشد وزنی متناسب‌تر با طول در این گروه است. در واقع، تغذیه با جیره اختصاصی منجر به رشد ایزومتریک یا نزدیک به ایزومتریک شده است، در حالی‌که گروه شاهد رشد آلومتریک منفی نشان داده است (Tesch, 1971). ضریب تعیین (R^2) در گروه جیره اختصاصی بالاتر از گروه شاهد است که بیانگر بهبود

همبستگی طول و وزن. نمای رابطه طول–وزن (b) در گروه شاهد منفی و در گروه آزمایشی مثبت است که باعث رشد وزنی مؤثرتر در نتیجه تغذیه بهتر است. شکل منحنی‌ها در گروه آزمایشی صعودی‌تر بوده که رشد وزنی را با افزایش طول تأیید می‌کند.

بحث

ماهی شیربت در بسیاری از مزارع پرورشی استان خوزستان به‌عنوان گونه پنجم با حدود ۵ درصد از کل تراکم ماهی‌ها، در حال تولید و پرورش می‌باشد (گزارش سالانه شرکت تکثیر و پرورش ماهیان گرمابی آبزی دزفول، ۱۳۹۷). در این تحقیق، برخلاف گزارش‌های میدانی، ماهی شیربت با نسبت‌های مختلف رهاسازی (۳۰٪، ۵۰٪ و ۱۰۰٪) در پرورش متراکم، عملکرد رشد و کارایی خوراک مطلوب و قابل قبولی از نظر اقتصادی داشت. ماهی شیربت از نظر تغذیه‌ای به‌طور طبیعی همه‌چیزخوار است (مرمضی، ۱۳۷۹) و در این تحقیق مشاهده شد که در شرایط اسارت و پرورشی تمایل زیادی به تغذیه در سطح آب نداشته (به‌جز از تیماری که با جیره قزل‌آلا تغذیه می‌شدند) و بیشتر در بستر محل نگهداری مشغول تغذیه و زیست است. در مطالعات مختلف روی ماهی‌های شیربت، محققان معمولاً با اندازه‌گیری ابعاد مختلف بدن ماهی‌ها در مراحل مختلف رشد و سپس تحلیل داده‌ها با استفاده از معادلات آلومتریک، نشان می‌دهند که رشد اعضای بدن به‌صورت نامتقارن و با نرخ‌های متفاوت اتفاق می‌افتد. مطالعاتی که در این زمینه انجام شده‌اند، به‌طور کلی نشان می‌دهند که ماهی‌های *Arabibarbus* و سایر ماهیان مشابه در مراحل مختلف رشد به‌صورت آلومتریک رشد می‌کنند. این موضوع به اثبات رسیده است که رشد اعضای مختلف بدن در این گونه‌ها در نرخ‌های متفاوتی انجام می‌شود (Ali & Rauf, 1997). همانند نتایج به‌دست آمده از تحقیق نیک‌پی (۱۳۸۶)، ماهی شیربت در کشت توأم و پرورش چندگونه‌ای با سایر ماهی‌های پرورشی منطقه جغرافیایی زیستگاه خود (که رقیب غذایی این ماهی نیز محسوب می‌شوند) سازگار بوده و عملکرد رشد خوبی دارد. این ماهی نسبت به سایر ماهی‌های همزیست خود در نرخ رشد روزانه (SGR) عملکرد بهتری را نشان داد. همسو با نتایج تحقیق نیک‌پی (۱۳۸۶)، ماهی شیربت در تغذیه با جیره پایه کپور معمولی، عمکردهای تغذیه‌ای بهتری در پرورش توأم دارد. با توجه به هدف جایگزینی ماهی شیربت با ماهی کپور معمولی در استخرهای پرورشی خاکی و پیش ساخته، روش پرورش تک‌گونه‌ای با جیره پیشنهادی، امکان‌پذیر بوده و از نظر کارایی خوراک، ضریب تبدیل غذایی و بازماندگی عملکرد بهتری نسبت به ماهی کپور معمولی از خود نشان داده است. در نتیجه ماهی شیربت می‌تواند از نظر اقتصادی مقرون به صرفه‌تر از ماهی کپور معمولی باشد.

در این تحقیق ماهی شیربت با خوراک پلت اکسترود-شده فرورونده کپور معمولی و شناور قزل‌آلا سازگاری نشان داده و رشد نموده است. در تحقیق مشابهی، کرامت امیرکلایی و همکاران (۱۳۸۸)، ماهی آمور را با دو نوع خوراک (خوراک گیاهی و خوراک پلت شده) غذادهی کردند. نتایج نشان داد که ماهی آمور با غذای پلت‌شده بسیار سازگار بوده و رشد آن تحت تأثیر قرار گرفته است. نرخ رشد روزانه ماهی آمور در این تحقیق در وزن ۱/۹۵±۰/۳۳ گرم، در تغذیه با خوراک پلت‌شده ۱/۴۲±۰/۱۴ گرم در روز و با خوراک گیاهی ۴۶/۰۵۷±۰/۰ گرم در روز گزارش شده است. بازماندگی نیز در خوراک گیاهی نسبت به خوراک پلت‌شده بسیار پایین بوده و بیش از نیمی از ماهی‌ها در حین آزمایش تلف شدند. نتایج مشابهی در تحقیق منصوری عطایی و همکاران (۱۳۷۹)، که پرورش تک گونه و توأم ماهی آمور و کپور معمولی را بررسی کردند به‌دست آمد. نتایج حاصل نشان داد که در پرورش تک گونه‌ای رشد بهتر بوده است اما این تفاوت نسبت به پرورش چند گونه‌ای چشمگیر نبوده است. مشابه با تحقیق انجام شده، در پرورش تک‌گونه‌ای رشد ماهی کپور معمولی بسیار بهتر از سایر ماهی‌ها بوده و اختلاف معنی‌داری را نشان داده است. در تحقیق منصوری عطایی و همکاران (۱۳۷۹) نرخ رشد روزانه در پرورش توأم ماهی کپور معمولی در سایز انگشت‌قد، ۱/۰۶ گرم در روز و برای ماهی آمور انگشت قد ۰/۳۱ گرم در روز و در پرورش تک گونه، نرخ رشد روزانه ماهی کپور معمولی ۱/۳۱ گرم در روز و ماهی آمور ۰/۶۵ گرم در روز گزارش شده است. برخلاف آزمایش انجام شده، درصد بقا ماهی‌ها بسیار پایین گزارش شده و حدود نیمی از ماهی‌ها تلف شدند. با توجه به آزمایش صورت گرفته و نتایج تصور می‌شود تغذیه ماهی‌ها در تحقیق پیشین از نظر مقادیر ویتامین، مینرال و مواد پرو و پری‌بیوتیک قابل قبول نبوده است و یا ماهی‌ها از نظر سنجش سلامتی مورد بررسی دقیق قرار نگرفته‌اند.

ضریب تبدیل غذایی در این تحقیق برای ماهی کپور معمولی در پرورش تک‌گونه‌ای به‌طور میانگین ۱/۱۹ (جدول ۵) بود در حالی‌که ضریب تبدیل غذایی ماهی کپورعلفخوار ۳/۰۰ به‌دست آمد. در تحقیق مشابه، رمضانی و همکاران (۱۳۸۹)، ضریب تبدیل غذایی ماهی کپور معمولی در پرورش متراکم در استخرهای فایبرگلاس در وزن ۷۰-۶۰ گرم را ۸/۷۵-۵/۲۸ گزارش کرده است. نرخ رشد ویژه نیز برخلاف آزمایش انجام شده، بسیار پایین (۰/۵۴-۰/۳۴ گرم در روز) گزارش شده است. با توجه به اینکه میزان غذادهی در منابع مختلف در این وزن، در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد حدود ۳٪ وزن بدن گزارش شده است، اما در این تحقیق ۴٪ وزن بدن غذادهی در نظر گرفته شده بود. تصور می‌شود بالا رفتن ضریب تبدیل غذایی، عدم توجه به استانداردهای مقدار غذای مورد نیاز ماهی باشد. تبرک و همکاران (۱۳۹۸)، شاخص‌های رشد ماهی کپورمعمولی را نیز در این دو سیستم پرورشی مورد بررسی قرار دادند. در سیستم بایوفلاک ماهی کپور معمولی به‌میزان ۹۰٪ نیاز غذایی و در سیستم مداربسته ۱۰۰٪ نیاز غذایی تغذیه شده است. نرخ رشد روزانه و همچنین ضریب تبدیل غذایی ماهی کپور معمولی در دو نوع سیستم تقریباً یکسان بوده و اختلاف معنی‌داری مشاهده نشده است. نرخ رشد ویژه ماهی کپور معمولی ۱/۲ گرم در روز بوده است. درحالی‌که در این تحقیق، در پرورش تک‌گونه‌ای نرخ رشد روزانه ۱/۹۷ گرم در روز به‌دست آمد. نرخ رشد روزانه و FCR ماهی کپور معمولی در پرورش توام با ماهی شیربت همانند مطالعه تبرک و همکاران (۱۳۹۷) (رشد روزانه ۱/۲۵ گرم در روز) به‌دست آمده است.

ماهی شیربت در تغذیه با جیره پیشنهادی عملکرد خوبی را نشان داده است. در این مرحله بیشترین نرخ رشد، بازمادگی، ضریب تبدیل غذایی و وزن نهایی در تیمار جیره پیشنهادی مشاهده شده است. نتایج گروه شاهد نیز با نتایج به‌دست آمده از مرحله قبل تطابق داشتند (نرخ رشد، ضریب تبدیل غذایی و وزن نهایی) اما بازماندگی در گروه شاهد پایین آمده است. در این مرحله نیز جهت اطمینان از نتایج نیاز به اجرا و بررسی مجدد جیره پیشنهادی در سطح گسترده‌تر را دارد. ماهی شیربت از نظر تغذیه‌ای به‌طور طبیعی همه‌چیزخوار است و در این تحقیق مشاهده شد که در شرایط اسارت و پرورشی تمایل زیادی به تغذیه در سطح آب نداشته (به‌جز تیماری که با جیره قزل‌آلا تغذیه می‌شدند) و بیشتر در بستر محل نگهداری مشغول تغذیه و زیست می‌باشد (مرمضی، ۱۳۷۹). همانند نتایج به‌دست آمده از تحقیق نیک‌پی (۱۳۸۶)، ماهی شیربت در تعامل و پرورش چندگونه‌ای با سایر ماهی‌های پرورشی منطقه جغرافیایی زیستگاه خود (که رقیب غذایی این ماهی نیز محسوب می‌شوند) سازگار بوده و عملکرد رشد خوبی دارد. این ماهی نسبت به سایر ماهی‌های همزیست خود در نرخ رشد روزانه (SGR) عملکرد بهتری را نشان داد. همسو با نتایج تحقیقی دیگر ماهی شیربت در تغذیه با جیره پایه کپور معمولی، عمکردهای تغذیه‌ای بهتری در پرورش توأم دارد (نیک‌پی، ۱۳۸۶). با توجه به هدف جایگزینی ماهی شیربت با ماهی کپور معمولی در استخرهای پرورشی خاکی و پیش ساخته، روش پرورش تک‌گونه‌ای با جیره پیشنهادی، امکان‌پذیر بوده و از نظر کارایی خوراک، ضریب تبدیل غذایی و بازماندگی عملکرد بهتری نسبت به ماهی کپور معمولی از خود نشان داده است. در نتیجه ماهی شیربت می‌تواند از نظر اقتصادی مقرون به صرفه‌تر از ماهی کپور معمولی باشد. در تحقیق Maremmazi و Kahkesh (۲۰۱۰)، بهترین عملکرد رشد و کارایی خوراک برای ماهی شیربت در جیره ۳۰۰ گرم در روز پروتئین و انرژی ۱۰/۴۶ میکروژول بر کیلوگرم گزارش شد. بر این اساس، در این آزمایش پروتئین ۳۰ ٪ برای جیره پیشنهادی تنظیم شده ماهی شیربت در مرحله آخر مورد استفاده قرار گرفت. ماهیان تغذیه شده با این جیره بیشترین افزایش وزن، FCR، بازماندگی و ترکیبات لاشه مطلوب‌تری نسبت به جیره پایه مصرفی در استخرهای پرورشی (جیره ماهی کپور معمولی) را داشت. پروتئین تنظیم شده در جیره پیشنهادی ماهی شیربت ۳۰٪ انتخاب شده است. این سطح پروتئین با توجه به تحقیق صورت گرفته انتخاب شده است. همچنین در تحقیق مشابه Samaii و همکاران (۲۰۲۰) پرورش متراکم ماهی کپور معمولی را در ۵ سطح پروتئینی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که بهترین نرخ رشد روزانه با تیمار پروتئین ۲۸/۳۲٪ به‌دست آمد (نرخ رشد روزانه ۲/۹۶ گرم در روز). ضریب تبدیل غذایی نیز در دو سطح پروتئینی ۲۶/۱۵٪ و ۲۸/۳۲٪ پایین‌تر از ۳ تیمار دیگر گزارش شده است اما ضریب‌های تبدیل غذایی برخلاف تحقیق صورت گرفته (۲/۵۸ و ۲/۶۵) در پرورش مونو و پلی‌کالچر همراه با ماهی شیربت، بسیار پایین‌تر به‌دست آمده است (۱/۶۷ تا ۲/۸۷). همچنین به‌دلیل شباهت

تغذیه‌ای ماهی شیربت با کپور معمولی و گرایش آن به گوشتخواری بیشتر، پروتئین جیره پیشنهادی ماهی شیربت، مابین کپور معمولی (۲۵٪ جیره) و قزل‌آلا (۳۵ ٪ جیره) انتخاب و مورد بررسی قرار گرفت.

ماهی شیربت تغذیه شده با جیره پیشنهادی (جدول ۶) در مدت زمان ۶ هفته، از میانگین وزن ۰/۸۱±۵۰/۱۳ گرم به وزن ۸/۵۰±۱۴۸/۳۳ گرم رسید. به این معنا که نرخ رشد روزانه آن به‌طور متوسط ۲/۱۷ گرم در روز گزارش شد که در این مرحله از زیست ماهی، رشد مطلوبی می‌باشد. با توجه به اینکه نرخ رشد روزانه ماهی کپور معمولی در شرایط مشابه و جیره مخصوص ۱/۹۷ گرم در روز گزارش شده اما به‌دلیل ۲ برابر بودن قیمت فروش ماهی شیربت نسبت به کپور معمولی و قیمت تمام شده کمتر این ماهی، پرورش ماهی شیربت به‌صرفه‌تر از ماهی کپور معمولی می‌باشد و جایگزین مناسبی برای این ماهی است. بررسی کشت توأم ماهی شیربت با سایر گونه‌های پرورشی، نشان داد؛ ماهی شیربت، رشد بهتری نسبت به دو گونه دیگر (کپور معمولی و علفخوار) در کشت توام دارد. اما این نتیجه نیاز به بررسی دقیق‌تر دارد. به‌دلیل رشد بهتر ماهی شیربت، احتمالاً این ماهی مانع غذاگیری ماهی کپورعلفخوار و در نتیجه کاهش رشد آن شده‌است. بین تمام گروه‌ها، گروه شاهد کپورمعمولی رشد و کارایی غذایی بهتری را از خود نسبت به سایر گونه‌ها (جدول ۵) نشان داد. این نتیجه قابل پیش‌بینی بود، زیرا جیره‌مصرفی در مرحله ۱ (جدول ۲، ۳ و ۴)، شامل تمام احتیاجات غذایی ماهی کپورمعمولی بود. ماهی شیربت در رقابت با سایر ماهی‌های هم خانواده خود عملکرد بهتری در رشد در کشت‌های توام از خود نشان داد (به غیر از گروه شاهد کپورمعمولی).

مطالعات بیان داشته‌اند که پارامترهای رابطه طول–وزن نقش اساسی در جنبه‌های مختلف زیستی از جمله تخمین زی‌توده، ارزیابی ذخایر آبزیان، مطالعات رشد و مقایسه الگوهای رشد و شاخص وضعیت دارد (Eagderi *et al*., 2020; Seçer *et al*., 2022; Mouludi-Saleh *et al*., 2023). در رابطه طولی–وزنی، افزایش طول بدن با افزایش وزن همراه بوده اما این افزایش بسیار کمتر از حد مورد انتظار برای رشد ایزومتریک است. این امر می‌تواند بیانگر آن باشد که اغلب نمونه‌های مورد بررسی در دامنه طولی محدود و وزن‌های نسبتاً مشابه قرار داشته‌اند و احتمالاً همگی از یک گروه سنی یا مرحله رشد مشابه بوده‌اند. همچنین، پایین بودن مقدار R^2 می‌تواند ناشی از تغییرات کم وزن نسبت به طول، همگنی زیاد بین نمونه‌ها، یا خطای نمونه‌گیری محدود باشد. در حالت ایده‌آل، برای اکثر گونه‌های ماهیان، مقدار b معمولاً بین ۲/۵ تا ۳/۵ قرار دارد (Froese, 2006). بنابراین مقدار پایین‌تر مشاهده‌شده در این مطالعه ممکن است نشان‌دهنده: ۱. شرایط تغذیه‌ای نسبتاً یکنواخت یا محدود، ۲. مرحله رشد ثابت (مثلاً قبل از بلوغ کامل) و ۳. یا پراکنش کم طولی بین نمونه‌ها باشد. همانطور که در نمودارهای شکل ۱ مشاهده شد، این روند معمولاً در مراحل ابتدایی پرورش مشاهده می‌شود، وقتی که ماهی‌ها از دوره‌ی بچه‌ماهی یا نوجوان وارد مرحله رشد بدنی می‌شوند. افزایش b و R^2 پس از دوره تغذیه نشان‌دهنده تأثیر مثبت رژیم غذایی یا شرایط محیطی مناسب بر رشد وزنی است. این نتایج نشان می‌دهد که جیره اختصاصی پیشنهادی باعث بهبود عملکرد رشد ماهی شیربت شده و سبب افزایش هماهنگی بین رشد طولی و وزنی گردیده است. مقدار توان (b) در رابطه طول–وزن در گروه تغذیه‌شده نزدیک‌تر به مقدار ۳ نیست، اما روند مثبت‌تر نسبت به گروه شاهد داشته که بیانگر تأثیر مثبت تغذیه بر متابولیسم و تبدیل مواد مغذی به بافت بدن است (Weatherley and Gill, 1987). از نظر تفسیر زیستی جیره غنی از پروتئین و مواد مغذی ضروری احتمالاً منجر به کارایی بالاتر در تبدیل خوراک به بافت ماهی و رشد یکنواخت‌تر شده است.

می‌توان با تحقیقات بیشتر، پرورش تک‌گونه و توام این گونه در تراکم‌های بالاتر از رایج در سیستم‌های پرورشی مختلف را، مورد بررسی بیشتر قرار داد. برای اطمینان بیشتر به نتایج به‌دست آمده، این آزمایش در استخرهای خاکی و پیش‌ساخته قابل تکرار و انجام می‌باشد. همچنین پرورش متراکم این ماهی به‌صورت تک‌گونه‌ای و توأم همراه با ماهی کپور معمولی در استخرهای پیش‌ساخته قابل آزمایش می‌باشد. پیشنهاد می‌شود جیره پیشنهادی در این آزمایش در شرایط پرورشی تک‌گونه‌ای در استخرهای خاکی و پیش‌ساخته و عملکرد آنزیم‌های گوارشی با جیره‌های مختلف در ماهی شیربت مورد بررسی قرار گیرد. مطالعات کاربردی بسیار محدودی از نحوه پرورش، تغذیه و تکثیر این ماهی انجام شده‌است که به‌دلیل اهمیت و ارزش غذایی این گونه، می‌بایست بیشتر مورد بررسی و تحقیق قرار گیرند.

تشکر و قدردانی

از شرکت محترم تکثیر و پرورش ماهیان گرمابی آبزی دزفول، شرکت محترم دریاشیلان‌دز، آقای دکتر محمدیان (استادیار دانشکده دامپزشکی دانشگاه شهید چمران)، آقای مهندس قدرت‌اله مجیدی، آقای مهندس حسین اسلامی‌زاده و آقای مهندس علی غفاری برای راهنمایی‌های ارزشمند و فراهم‌سازی شرایط اجرای این آزمایش تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

اسلامی زاده، ح. ۱۳۹۸. بررسی اثرات پروبیوتیک پروسل بر روی شاخص های رشد، فعالیت آنزیم های روده و جمعیت فلور باکتریایی ماهی کپورمعمولی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی اهواز.

تبرک م.، سیف‌آبادی ج.، صالحی جوزانی غ.، یونسی ح. ۱۳۹۸. مقایسه سیستم مداربسته و بایوفلاک بر تغییرات شاخص‌های رشد، ایمنی غیراختصاصی و ترکیبات بیوشیمی لاشه کپورمعمولی. *مجله علمی شیلات ایران*، ۵(۳)، ۶۸-۵۹.

حسینی ن.، صفری ا. ۱۳۹۸. مروری بر اهمیت زیستی-اقتصادی ماهی شیربت در اکوسیستم های آبی، دومین همایش ملی منابع طبیعی و توسعه پایدار در زاگرس، دانشگاه فردوسی مشهد.

رمضانی خ.، فارابی م.و.، حافظیه م. ۱۳۹۸. امکان پرورش متراکم ماهی کپورمعمولی با غذای پلت شده در حوضچه های فایبرگلاس، *مجله شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد آزادشهر*، ۶(۱)، ۱۶۵-۱۷۲.

عبدلی ا. ۱۳۹۵. کتاب راهنمای میدانی ماهیان آب های داخلی ایران، انتشارات ایرانشناسی ، ص ۲.

کرامت امیرکلایی ع.، لشکربلوکی م.، میرزایی عبدلی س. ۱۳۸۸. تأثیر غذای پلت و گیاهی بر شاخص رشد، برخی خصوصیات ریختی دستگاه گوارش ماهی انگشت قد آمور، *نشریه شیلات، مجله منابع طبیعی ایران*، ۶۳(۳)، ۲۱۷-۲۰۹.

کرمی نسب م.، شعبانی ع.، کلنگی میاندره ح.، شربتی س. ۱۳۹۳. بررسی تنوع ژنتیکی ماهی شیربت در رودخانه کارون و دز استان خوزستان با استفاده از نشانگر میکروستلایت. *نشریه پژوهش های ماهی شناسی کاربردی*، ۲(۱)، ۷۴-۶۳.

گزارش سالانه شرکت تکثیر و پرورش آبزی دزفول.، سال ۱۳۹۷.

گزارش سالانه شرکت تکثیر و پرورش آبزی دزفول.، سال ۱۳۹۸.

گزارش سالانه شرکت تکثیر و پرورش آبزی دزفول.، سال ۱۳۹۹.

گزارش سالانه شرکت تکثیر و پرورش آبزی دزفول.، سال ۱۴۰۰.

مجیدی م.، نعمت اللهی م.ع.، رفیعی غ.ر. ۱۴۰۳. سازگاری، رشد و کارایی غذایی با جیره‌ها و شوری‌های مختلف در ماهی شیربت (*Barbus grypus*)، *مجله علوم آبزی‌پروری*، ۱۲(۲)، ۲۰-۱۳.

مرادخان ی،آ ، عبدی ر.، سالاری علی آبادی م.ع.، نبوی ب. ۱۳۹۹. هیستومرفولوژی و مقایسه آنزیم‌های گوارشی روده اصلی ماهی شیربت در دو فصل گرم و سرد، دانشگاه علون و فنون دریای خرمشهر و دانشگاه شهید چمران اهواز. *مجله علمی شیلات ایران*، ۳۰، ۱۱۸-۱۰۷.

غفله مرمضی ج. ۱۳۷۹. وضعیت تغذیه و تکامل جنسی ماهی شیربت، ۱۳۷۹، *Barbus grypus*, Heckle منابع آبی خوزستان. *مجله علمی شیلات ایران*، ۹(۳)، ۸۰-۶۷.

منصوری عطایی ح.، عظیمی راد م.، حقیقی ا.، ابراهیمی م.، قصاب شیران ز.، محبوبی صوفیانی ح. ۱۳۹٤. بررسی میزان رشد و تولید ماهی آمور و کپور در سیستم های پرورشی مونو کالچر و پلی کالچر. *مجله پژوهش های جانوری (زیست شناسی ایران)*، ۲۹(۴)، ۵۰۲-۴۹۳.

نجف‌پور ن.، المختار م.، اسکندری غ.، نیک‌پی م. ۱۳۷۵. گزارش نهایی پروژه شناسایی برخی از ماهیان آب شیرین خوزستان، موسسه تحقیقات شیلات ایران، ص ۹۶.

نیک‌پی م. ۱۳۸٦. بررسی رشد و رفتار تغذیه‌ای ماهی شیربت در روش تک گونه‌ای و چند گونه‌ای، وزارت جهاد کشاورزی، مرکز تحقیقات آبزی پروری جنوب کشور.

Abdulrahman N. 2013. Evaluation of Spirulina spp. as food supplement and its effect on growth performance of common carp fingerlings. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies* 2(2), 89-92.

Ali M., Rauf A. 1997. Allometric growth of some freshwater fish species from Pakistan. *Journal of Fish Biology* 51(6), 1376-1389.

Banaee M., Naderi M. 2014. The Reproductive Biology of Shirbot (*Barbus grypus Heckel, 1843*) in the Maroon River, Iran. *International Journal of Aquatic Biology* 2(1), 43–52.

Coad B.W. 2006. Endemicity in freshwater fishes of Iran. *Iranian Journal of Animal Biosystematics* 1(1), 1-13.

Committee on Nutrient of Fish & Shrimp 2011. Nutrient requirements of fish and shrimp (NRC), The National Academies Press Washington D.C 392 p.

Eagderi S., Mouludi-Saleh A., Cicek E. 2020. Length-weight relationship of ten species of Leuciscinae sub-family (Cyprinidae) from Iranian inland waters. *International Aquatic Research* 12(2), 133.

Froese R. 2006. Cube law, condition factor and weight–length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology*, 22(4), 241–253.

Jobling M. 1994. Fish Bioenergetics. London: *Chapman & Hall*. pp. 89–120.

Khodadadi M., Arab A., Jafarian A. 2016. A Preliminary Study on Sperm Morphology, Motility and of Seminal Plasma of shirbout, *Barbus grypus*. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Science* 16, 947-951.

Maremmazi J.G., Kahkesh F. 2011. Effects of dietary protein and energy levels on growth performance, feed utilization and body composition of juvenile shirbot *Barbus grypus* (Heckle, 1843). *Iranian Journal of Fisheries Sciences* 10(3) 461-474.

Mouludi-Saleh A., Eagderi S., ÇİÇEK E., Ghaderi E. 2023. Condition factor and length-weight relationships evaluation of 15 *Oxynoemacheilus* species (Cypriniformes: Nemacheilidae) from Iran. *Turkish Journal of Zoology* 47(2), 130-134.

Parmaksiz A., Seker O. 2018. Genetic diversity of endemic species Shabbuot (*Arabibarbus grypus* (Heckel, 1843)) based on partial Cytochorome B sequences of Mitochondrial DNA. *Aquatic Research* 1(3), 103-109.

Samaii M., Tizkar B., Maleki M., Besharati N. 2020. Effects of different protein levels on growth indices of common carp (*Cyprinus carpio*) fingerling in the intensive culture system. *Aquatic Animals Nutrition* 6(4), 1-10.

Seçer B., Mouludi-Saleh A., Eagderi S., Çiçek E., Sungur S. 2022. Length-length, length-weight relationships and condition factors of some anatolian *Oxynoemacheilus seyhanensis* (Bănărescu, 1968) populations. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi* 25(2), 423-429.

Tesch F.W. 1971. Age and growth. In: Ricker, W. E. (Ed.), Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Waters. Oxford: Blackwell Scientific Publications. pp. 98-130.

Weatherley A.H., Gill H.S. 1987. The Biology of Fish Growth. London: Academic Press. pp. 45-87.

Journal of Aquaculture Sciences Vol. 13, No 25, 36-49
Print ISSN: 2322-5351
www.aquaculturesciences.ir

Cultivation of Shirbout (*Arabibarbus grypus*) with common carp (*Cyprinus carpio*) and grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) and evaluating feed efficiency with a recommended diet

Mohadese Majidi, Mohammad Ali Nematollahi*, Gholamreza Rafiei

Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.

*Corresponding author: malahi@ut.ac.ir

Received: 18.May.2025 **Accepted: 15.Oct.2025**

Abstract

The Shirbout fish (*Arabibarbus grypus*) is a highly valuable species in terms of flesh quality, carcass composition, and marketability. In an evaluation of its feeding efficiency using both the common carp (*Cyprinus carpio*) commercial diet and a proposed Shirbout-specific diet, as well as in the assessment of monoculture and polyculture systems alongside other major cultured species (common carp and grass carp), two main experimental approaches were conducted. The first part focused on polyculture, examining the coexistence and competition of Shirbout in terms of growth and feed efficiency under the same feeding regime as the two main cultured species in earthen ponds. This experiment included one control group, two positive controls, one negative control, and three treatments, all fed with the standard common carp diet used in Iran. The second part involved testing the proposed Shirbout-specific diet, formulated exclusively for monoculture of the species (30% crude protein, 8.5% crude lipid, etc.), which included one control group and one treatment. Fish were reared and monitored for a period of six weeks. In the polyculture trial with the common carp diet, Shirbout exhibited higher growth rates across all groups. The best feed conversion ratio (FCR) was observed in Control 1 (common carp), with a value of 1.19±0.05. In the second experiment, the Shirbout-specific diet showed improved feed efficiency compared to the common carp diet, with an average daily growth rate of 1.97±0.08 g/day, FCR of 1.21±0.10, and a final mean body weight of 140.00±3.46 g. The analysis of the length–weight relationship of *Arabibarbus grypus* indicated that the proposed specific diet resulted in better performance compared to the control group, and the growth pattern shifted from negative allometric toward positive isometric. Overall, the results demonstrated that Shirbout performs well in aquaculture systems in terms of feed utilization efficiency.

Keywords: Shirbout, Recommended diet, Polyculture, Monoculture