

"مقاله پژوهشی"

پرورش فیل ماهی (*Huso huso*) در قفس با کپورماهیان در استخر خاکی

محمدعلی یزدانی ساداتی^{۱*}، علیرضا علیپور جورشری^۱، فروزان باقرزاده لاکانی^۱، جواد صیادفر^۱، علی حسین پور زلتی^۱، هوشنگ یگانه^۱، میرحامد سیدحسینی^۱، محبعلی پورغلام^۱، حامد یوسف پور^۱

۱. انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۵/۳۰

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۲/۹

چکیده

در این مطالعه پرورش فیلماهی (*Huso huso*) در قفس همراه با کشت توام کپورماهیان مورد بررسی قرار گرفت. مراحل اجرایی این پروژه ۵ ماه (از ۵ خرداد الی ۱ آبان ۱۳۹۵) بوده و در استخر دو هکتاری مرکز تکثیر و بازسازی ذخایر ژنتیکی ماهیان خاویاری شهید دکتر بهشتی واقع در استان گیلان انجام شد. به این منظور ۴ دستگاه قفس شناور در ابعاد ۵ در ۵ متر و به ارتفاع ۲ متر آماده شد. سپس ۳۵۰ فیل ماهی در قالب دو تیمار و دو تکرار در چهار قفس توزیع شدند. تیمارها شامل تیمار ۱ (تعداد: ۱۰۰، تراکم: ۴/۴ کیلوگرم در مترمربع، میانگین وزن: ۱۰۹۳/۱±۱۲۲/۷ گرم، میانگین طولی ۶۹/۷±۰/۴ سانتی متر) و تیمار ۲ (تعداد: ۷۵، تراکم: ۵/۴ کیلوگرم در مترمربع، میانگین وزن: ۱۸۰۸/۳±۱۷۳/۵ گرم، میانگین طول: ۷۵/۴±۴/۴ سانتی متر) بود. در استخر خاکی به همراه کپور معمولی *Cyprinus carpio*، کپور علفخوار *Ctenopharyngodon idella*، کپور نقره‌ای *Hypophthalmichthys molitrix* و کپور سرگنده *Hypophthalmichthys nobilis* با بیومس اولیه ۵۰، ۴۰، ۴۰ و ۲۰ کیلوگرم در متر مربع پرورش یافتند. در پایان دوره پرورش، میانگین وزن فیل ماهیان تیمار ۱ از ۱۰۹۳/۱±۱۲۲/۷ گرم به ۳۳۸۲±۱۱۱/۲ گرم و در تیمار ۲، میانگین وزن ماهیان از ۱۸۰۸/۳±۱۷۳/۵ گرم به ۵۱۹۳/۱±۳۲۱/۶ گرم رسید. براساس نتایج به دست آمده با افزایش تراکم در واحد سطح میزان افزایش بیومس، شاخص‌های افزایش وزن، درصد افزایش وزن و ضریب رشد ویژه افزایش و ضریب تبدیل غذا کاهش یافت. در انتهای دوره پرورش میانگین وزن ماهی کپور معمولی، کپور علفخوار، کپور نقره‌ای و کپور سرگنده به ترتیب به ۱۵۹۰/۵±۲۶۲/۷، ۲۱۳۰±۳۱۱/۴، ۱۶۷۰±۲۶۳/۶ و ۳۲۵۰±۲۶۴/۶ گرم رسید. بیوماس نهایی چهار گونه نیز به ترتیب در انتهای دوره پرورش ۳۵۷۸/۷، ۷۶۶/۸، ۱۲۰۲/۴ و ۱۱۷۰ کیلوگرم بود. بیشترین افزایش بیومس در گونه کپور علفخوار مشاهده شد. نتایج این مطالعه نشان داد که امکان پرورش توام و تجاری فیل ماهی با کپور ماهیان چینی در استخرهای خاکی وجود دارد و توصیه می‌شود که جهت سرمایه‌گذاری در این زمینه اقدام گردد.

کلمات کلیدی: فیل ماهی، کپورماهیان چینی، استخرهای خاکی، شاخص‌های رشد.

مقدمه

در قرن بیست و یکم فقدان آب و غذای کافی عوامل اصلی به خطر افتادن حیات در کره زمین به شمار می آیند. اگر چه بیشترین آب مصرفی در جهان صرف کشاورزی و تولید غذا می شود، اما سیستم های پرورش ماهی نظیر سیستم آب برگشتی (RAS, Recirculation Aquacultural Systems) و پرورش ماهی در قفس نقش مهمی در تامین پروتئین مورد نیاز بشر و صرفه جویی در تولید دارند (Zsuga et al. 2015). پرورش ماهی در قفس به دلیل سهولت عادت پذیری ماهی با شرایط فیزیکی و شیمیایی آب، نسبت به سیستم های پرورش دیگر برتری دارد (FAO, 2018). در این روش به علت عدم نیاز به زمین یا مصرف آب، میزان سرمایه گذاری اولیه پایین است. به ویژه در کشورهایی که محدودیت آب دارند، استفاده از قفس نتایج موفقیت آمیزی را به همراه داشته است. کشور ما نیز در زمره کشورهایی است که با مشکل کمبود آب برای فعالیت های آبرزی پروری مواجه است. محدودیت منابع آب ایجاب می کند که در زمینه مصرف آب به ویژه جهت مصارف آبرزی پروری با حساسیت ویژه عمل شود (شکوریان، ۱۳۹۲). پرورش ماهی در قفس در سال های گذشته در کشورهای آسیای جنوب شرقی و اروپا و آمریکا توسعه چشمگیری داشته و تجارب به دست آمده می تواند به صورت الگویی مناسب و مطابق با منابع آبی کشور ما مورد استفاده علاقمندان قرار گیرد. استفاده از این سیستم پرورشی از مزایای بسیاری برخوردار است. از جمله میزان تولید بالا نسبت به سایر سیستم های پرورشی، مقرون به صرفه و پایین بودن هزینه های ثابت نسبت به سایر روش های متداول در پرورش آبزیان، اعمال مدیریت آسان تر بر سایت در مقایسه با سایر

روش ها، پرورش در محیط طبیعی و نزدیک بودن طعم و مزه آبزیان تولید شده به ماهیان صید شده از دریا و تنوع گونه ای و امکان استفاده از گونه های مختلف پرورشی در قفس از جمله این مزیت ها است (شیرازی و آذری، ۱۳۷۹). از آن جا که صید و بهره برداری از ماهیان خاویاری به دلایل گوناگون از جمله تخریب بستر رودخانه های محل زیست و تخم ریزی طبیعی آن ها، سدسازی روی رودخانه ها، صید بی رویه و نظارت نامناسب بر آن، افزایش بار آلاینده ها به دریا در جهان با کاهش شدیدی مواجه گردیده است، رویکرد جدید توسعه پرورش این ماهیان به عنوان گزینه ای مناسب حتی در کشورهایی که از داشتن این ماهیان به طور طبیعی بهره مند نیستند، مورد توجه بسیار قرار گرفته است (برادران نویری، ۱۳۸۸).

سیستم های پرورش ماهیان خاویاری در مناطق مختلف جهان متفاوت می باشد. اکثر کشورهای پیشرفته جهان با سیستم مدار بسته و با استفاده از غذای کنسانتره فرموله شده مبادرت به پرورش تاسماهیان می نمایند در حالی که سیستم های دیگر از قبیل پرورش در حوضچه های بتنی گرد، چندضلعی و مستطیلی نیز مورد استفاده قرار می گیرد. علاوه بر روش های فوق، پرورش ماهیان خاویاری در استخرهای خاکی و به ویژه در قفس در پشت سدها و آب بندان های بزرگ (چین و بلغارستان) و کانال های آب رسانی (روسیه) انجام می شود (شکوریان، ۱۳۹۰). کشور ما از ظرفیت های مناسبی برای آبرزی پروری برخوردار است و بخش عمده ای از تولیدات آبزیان آن در سال های گذشته از محیط های آب شیرین بوده است و پرورش در محیط های محصور و قفس سهم ناچیزی را داشته است. این در حالی است که علی رغم وجود منابع آبی بزرگ در شمال و جنوب کشور،

استفاده از ظرفیت محیط‌های دریایی همچنان دست نخورده باقی مانده است و با برنامه‌ریزی مناسب و سرمایه‌گذاری در این بخش می‌توان زمینه بهره‌برداری از این ظرفیت بالقوه را فراهم نمود (ایزدی و بشارت، ۱۳۸۵).

کپورماهیان پرورشی از مهم‌ترین گونه‌های در حال پرورش دنیا محسوب می‌شوند که به علت صرفه اقتصادی و طعم مناسب در اغلب کشورها از اهمیت پرورشی ویژه‌ای برخوردارند و بیش از ۲۵ درصد از تولیدات آبی‌پروری را به‌خود اختصاص داده‌اند (FAO, 2018). بخش عمده‌ای از استخرهای کپورماهیان به دلیل دارا بودن عمق و مساحت کافی دارای شرایط لازم برای نصب قفس می‌باشند که با برنامه‌ریزی مناسب و تامین امکانات لازم در این گونه استخرهای خاکی هم‌زمان با پرورش کپورماهیان می‌توان اقدام به پرورش به ماهیان خاویاری در قفس نمود. از جمله مزایای این روش می‌توان به رفع مشکل اراضی و آب به‌منظور تولید و پرورش ماهیان خاویاری، کوتاه‌تر کردن زمان احداث مزارع پرورش ماهیان خاویاری، کاهش میزان سرمایه‌گذاری اولیه به ازاء هر واحد تولید ماهیان خاویاری، استفاده بهینه از منابع آبی، حذف کوددهی استخرها و کاهش بار مواد آلی و معدنی وارده به اکوسیستم‌های آبی و ارتقای راندمان تولید و میزان درآمد پرورش‌دهندگان اشاره نمود.

فیل ماهی مشهورترین ماهی خاویاری جهان است که خاویار آن ممتاز و درشت بوده و گرانترین خاویار به‌شمار می‌رود. رشد سریع، ضریب تبدیل غذایی مناسب، تکثیر آسان در شرایط اسارت و سازگاری نسبت به شرایط نامساعد محیطی سبب انتخاب این گونه برای پرورش تجاری در سیستم‌های پرورشی گردیده

است (محمدیان، ۱۳۷۸). در حال حاضر این ماهی با استفاده از سیستم‌های مختلفی نظیر مخازن گرد، استخرهای بزرگ، قفس و کانال‌های دراز جریان-دار (Race way) در بسیاری از کشورها پرورش داده می‌شود (Popova et al., 2004). در همین راستا تحقیق حاضر با اهداف افزایش تولید در واحد سطح، تنوع-بخشی به محصولات مزارع کپورماهیان و افزایش درآمد، استفاده از حداکثر ظرفیت تولید در استخرهای خاکی، استفاده از دانش فنی در زمینه پرورش ماهیان خاویاری و استخوانی موجود در کشور، بهره‌برداری بهینه از منابع آب‌های داخلی و افزایش ظرفیت تولید بدون نیاز به افزایش سطح زیر کشت به اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها

مراحل اجرایی این پروژه از ۵ خرداد الی ۱ آبان ۱۳۹۵ در استخر دو هکتاری مرکز تکثیر و بازسازی ذخایر ژنتیکی ماهیان خاویاری شهید دکتر بهشتی واقع در استان گیلان انجام گرفت. میانگین عمق استخر ۲/۲ متر و منبع تامین آب استخر، رودخانه سفیدرود بود. در انتخاب محل استقرار قفس‌ها، عواملی مانند عمق استخر، شرایط ورودی و خروجی آب به استخر، دسترسی راحت به محل اجرای طرح و غیره در نظر گرفته شد. در این پروژه شکل چهارچوب قفس به صورت مربع در ابعاد ۵×۵ متر در نظر گرفته شد. مساحت کف هر قفس ۲۵ متر مربع و حجم آن با توجه به مقدار تور که در خارج آب قرار داشت، ۳۷/۵ متر مکعب (۵×۵×۱/۵) در نظر گرفته شد. فیل ماهیان در قالب دو تیمار، با تراکم اولیه ۴/۴ و ۵/۴ کیلوگرم در مترمربع به قفس‌ها منتقل شدند. در تراکم ۴/۴ کیلوگرم در متر مربع، ۱۰۰ ماهی با میانگین وزنی

۱۰۹۳/۱±۱۲۲/۷ گرم و میانگین طول $69/7 \pm 0/4$ سانتی متر و در تراکم ۵/۴ کیلوگرم در مترمربع، ۷۵ عدد فیل ماهی با میانگین وزنی $1808/3 \pm 173/5/5$ گرم و میانگین طول $75/4 \pm 4/4$ سانتی متر هر کدام در دو تکرار به قفس ها انتقال یافتند. همچنین ۲۵۰۰ بچه ماهی کپور معمولی با میانگین وزن اولیه ۲۰ گرم، ۴۰۰ بچه- ماهی کپور علفخوار با میانگین وزن اولیه ۱۰۰ گرم، ۸۰۰ بچه ماهی کپور نقره‌ای با میانگین وزن اولیه ۵۰ گرم و ۴۰۰ بچه ماهی کپور سرگنده با میانگین وزن اولیه ۵۰ گرم در ابتدای دوره پرورش به استخر خاکی منتقل شدند. فیل ماهیان پس از معرفی به قفس‌ها، به مدت یک هفته با محیط جدید سازگار شدند. کل دوره پرورش

ماهیان ۱۵۰ روز بود. فیل ماهیان با استفاده از جیره رشد، دو بار در روز، به میزان ۲-۳ درصد وزن بدن و با استفاده از سینی غذا از جنس آلومینیوم تغذیه شدند. در ابتدا اندازه پلت ۴ میلی متر بوده و در طول دوره با افزایش رشد ماهی به ۶ میلی متر افزایش یافت. آنالیز تقریبی جیره فیل ماهی در جدول ۱ ذکر شده است. ماهی کپور نیز با جیره کپور ماهیان (فراوانه- ایران) به میزان ۲-۳ درصد وزن بدن و در دو نوبت غذادهی شدند. در طول دوره با افزایش وزن ماهیان، از جیره- هایی با سایزهای مختلف استفاده شد. آنالیز تقریبی جیره ماهی کپور در جدول ۲ ذکر شده است.

جدول ۱: آنالیز تقریبی جیره مصرفی فیل ماهی طی دوره پرورش در قفس

نوع غذا	Classic LF
اندازه غذا (میلی متر)	۶
پروتئین (درصد)	۴۱
چربی (درصد)	۱۲
سلولز (درصد)	۳
خاکستر (درصد)	۸/۵
سدیم (درصد)	۰/۲
فسفات (درصد)	۱
ویتامین A (IU/ Kg)	۴۰۰۰
ویتامین D ₃ (IU/ Kg)	۷۵۰
کل میکروالمنتهای قابل ردیابی (میلی گرم بر کیلوگرم)	۴۶/۲
سولفات منویدرات (میلی گرم بر کیلوگرم)	۱۲۱/۶
سولفات روی دو ظرفیتی (میلی گرم بر کیلوگرم)	۲۴۶/۶
سولفات مس (میلی گرم بر کیلوگرم)	۱۹/۷
یدید پتاسیم (میلی گرم بر کیلوگرم)	۲/۶
BHT (mg/kg)	۱۶/۵
اسید سیتریک (mg/kg)	۱۲

جدول ۲: آنالیز تقریبی جیره مصرفی کپور طی دوره پرورش در استخر خاکی

نوع غذا	FFC1	FFC2	GFC1	GFC2	GFC3	GFC4
اندازه ماهی (گرم)	۲۵-۱۰	۲۵-۵۰	۵۰-۱۰۰	۱۰۰-۴۰۰	۴۰۰-۸۰۰	بیشتر از ۸۰۰
اندازه غذا (میلی متر)	۳	۴	۵	۶	۸	۸
پروتئین خام (حداقل)	۳۶	۳۶	۳۲	۲۸	۲۸	۲۲
چربی خام (حداقل)	۶	۶	۸	۸	۸	۸
فیبر خام (حداقل)	۵	۵	۶	۶	۶	۶
خاکستر (حداکثر)	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
رطوبت (حداکثر)	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
فسفر (حداقل)	۱/۱	۱/۱	۱	۱	۱	۱

در این مطالعه کوددهی شیمیایی قطع شده و کوددهی حیوانی طبق روش معمول پرورش، انجام شده است. با تراکم پایین ماهی فیتوفاگ تولیدات طبیعی استخر جهت تغذیه این ماهی کافی بوده است. در ابتدای دوره پرورش غذای ماهی علفخوار از غذای طبیعی حاشیه استخر تامین شد، اما در انتهای دوره علوفه

تر نیز جهت تغذیه این گونه مورد استفاده قرار گرفت. اندازه گیری دما و اکسیژن به صورت روزانه در دو نوبت صبح و عصر و با استفاده از دستگاه اکسی متر (OXi323-B/SET) انجام شد. تغییرات دمای آب و اکسیژن محلول در جداول ۳ و ۴ نشان داده شده است.

جدول ۳: تغییرات دمای آب طی دوره پرورش

دمای آب (درجه سانتی گراد)	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر
صبح	۲۷/۱±۰/۸	۲۸/۸±۱/۵	۳۰/۵±۱/۷	۲۸/۶±۲/۳	۲۲/۱±۱/۹
عصر	۲۸/۵±۱	۳۱/۴±۱/۸	۳۳/۲±۲/۱	۳۲/۷±۲/۳	۲۳/۳±۲/۱

جدول ۴: تغییرات اکسیژن محلول طی دوره پرورش

اکسیژن آب (میلی گرم در لیتر)	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر
صبح	۷/۷±۰/۸	۵/۷±۰/۵	۴±۱/۶	۴±۰/۱	۴±۱/۹
عصر	۷/۴±۱	۸/۵±۰/۵	۳/۱±۱/۶	۵/۷±۰/۸	۶/۷±۰/۹

عملیات زیست سنجی ماهیان هر سی روز یکبار انجام شد. وزن و طول کل ماهیان ثبت شد. به منظور کاهش استرس ناشی از زیست سنجی ماهیان، تغذیه از ۲۴ ساعت قبل قطع گردید. شاخص های رشد مورد محاسبه شامل افزایش وزن نهایی (WG)، درصد

افزایش وزن بدن (BWI)، ضریب رشد ویژه (SGR)، ضریب تبدیل غذایی (FCR) و نسبت بازده پروتئین (PER) بود. شاخص های رشد بر اساس فرمول های زیر محاسبه گردید:

$$WG (g) = Wt - W_0 \quad (\text{Ronyai et al, 1990})$$

(WG = Weight Gain, Wt = وزن نهایی، W₀ = وزن اولیه)

$$SGR = (\ln W_t - \ln W_0) / t \times 100 \quad (\text{Hung et al., 1989}) \quad (\text{Qinghui et al., 2004})$$

(زمان تحقیق بصورت روز = t، لگاریتم نپین وزن اولیه = Ln W₀، لگاریتم نپین وزن نهایی = Ln W_t)

$$\text{Body Weight Increase (BWI)} = 100 \times (BW_f - BW_i) / BW_i \quad (\text{Hung et al., 1989})$$

$$FCR = \text{weight of feed consumed} / \text{increase in biomass} \quad (\text{Thorarensen et al., 2010})$$

$$PER = \text{wet WG (g)} / \text{protein intake (g)} \quad (\text{Ricker, 1979})$$

Protein intake = مقدار پروتئین دریافتی، Wet WG = افزایش وزن تر

تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از نرم افزار SPSS, 25 صورت گرفت. ابتدا نرمال بودن داده ها با استفاده از آزمون Kolmogorov-Smirnov انجام شد. برای مقایسه دو تیمار از آزمون تی استیودنت استفاده شد.

نتایج

نتایج حاصل از پرورش فیل ماهی در قفس در جدول ۵ نشان داده شده است. در تیمار ۱ میانگین وزن ماهیان از ۱۰۹۳/۱ ± ۱۱۲/۲ گرم رسید. در تیمار ۲، میانگین وزن ماهیان از ۱۸۰۸ ± ۱۷۳/۵ گرم به ۵۱۹۳/۱ ± ۳۲۱/۶ گرم رسید. براساس نتایج به دست آمده با افزایش تراکم در واحد سطح میزان افزایش بیومس، افزایش وزن، درصد افزایش وزن بدن و

ضریب رشد ویژه افزایش یافت و میزان ضریب تبدیل غذا کاهش یافت. بیومس اولیه در تیمار ۱، ۱۰۹/۳ کیلوگرم و در تیمار ۲، ۱۳۳/۰ کیلوگرم بود. در پایان دوره پرورش، افزایش بیومس ماهیان در تیمار ۱، ۲۵۵/۵ کیلوگرم و در تیمار ۲، ۳۴۴/۷ کیلوگرم بود. در تیمار ۱، افزایش وزن نهایی برابر با ۲/۴ کیلوگرم بود و در تیمار ۲ برابر با ۴/۱ کیلوگرم گزارش شد. میزان درصد افزایش وزن بدن در تیمار ۲، ۲۲۷ و بیشتر از تیمار ۱ (۲۰۹/۴) ثبت گردید. در پایان دوره پرورش میزان ضریب رشد ویژه نیز در تیمار ۲ بیشتر از تیمار ۱ بود. میزان FCR در تیمار ۲، ۱/۷ بوده و پایین تر از تیمار ۱ (۲/۴) بود اما میزان PER تیمار ۱، بالاتر از تیمار ۲ بود. با توجه به آزمون تی استیودنت در تمامی موارد تفاوتها معنی دار بود (P < ۰/۰۵).

جدول ۵: شاخص های رشد فیل ماهیان پرورشی در قفس در انتهای دوره پرورش

شاخص های رشد (کیلو گرم)	تیمار ۱	تیمار ۲
میانگین وزن (کیلو گرم)	$3/4 \pm 0/2$	$5/9 \pm 0/3^*$
میانگین بیوماس (کیلو گرم)	$338/2 \pm 20/4$	$495/3 \pm 110/4^*$
میانگین غذای مصرفی (کیلو گرم)	$538 \pm 95/6$	$586/3 \pm 158/7^*$
افزایش بیوماس (کیلو گرم)	$255/5 \pm 37/5$	$344/7 \pm 84/9^*$
افزایش وزن نهایی (کیلو گرم) (WG)	$2/4 \pm 0/7$	$4/1 \pm 0/8^*$
درصد افزایش وزن بدن (BWI)	$209/4 \pm 12/5$	$227 \pm 16/9^*$
ضریب رشد ویژه (SGR)	$0/7 \pm 0/1$	$0/9 \pm 0/1^*$
ضریب تبدیل غذایی (FCR)	$2/4 \pm 0/2$	$1/7 \pm 0/2^*$
نسبت بازده پروتئین (PER)	$0/9 \pm 0/1$	$0/7 \pm 0/1^*$

نتایج حاصل از پرورش کپور ماهیان در استخر خاکی در جداول ۶ و ۷ نشان داده شده است. مجموع بیوماس تولیدی کپور ماهیان $6717/9$ کیلوگرم بوده است. میانگین وزن بچه ماهی کپور معمولی از وزن اولیه 20 گرم به $1590/5 \pm 262/7$ گرم رسید. بیومس اولیه ماهی کپور، 50 کیلوگرم بوده و در انتهای دوره پرورش به $3578/7$ کیلوگرم رسید. پس از پایان دوره پرورش میزان افزایش بیومس $3528/7$ کیلوگرم بود. میزان افزایش وزن، ضریب رشد ویژه، ضریب تبدیل غذا و نسبت بازده پروتئین برای گونه کپور معمولی به ترتیب برابر با $1/6$ کیلوگرم، $7852/6$ ، $2/7$ ، $1/4$ و $0/4$ ثبت گردید.

در انتهای دوره پرورش میانگین وزن ماهی کپور علفخوار، کپور نقره ای و کپور سرگنده به ترتیب به $2130 \pm 311/4$ ، $1670 \pm 263/6$ و $3250 \pm 264/6$ گرم رسید. بیومس اولیه ماهی کپور علفخوار و ماهی کپور نقره ای 40 کیلوگرم بود. در پایان دوره پرورش،

ماهی کپور نقره ای $1162/4$ کیلوگرم افزایش بیومس داشت و در انتهای دوره به $1202/4$ کیلوگرم رسید که این میزان بیشتر از کپور علفخوار بود. بیومس اولیه ماهی کپور علفخوار 40 کیلوگرم بود و با $726/8$ کیلوگرم افزایش، در انتهای دوره به $766/8$ کیلوگرم رسید. بیومس اولیه ماهی کپور سرگنده 20 کیلوگرم بود و در پایان دوره پرورش با 1150 کیلوگرم افزایش بیومس به 1170 کیلوگرم رسید. بیشترین افزایش بیومس در گونه کپور علفخوار مشاهده شد. میزان افزایش وزن در گونه های کپور علفخوار، کپور نقره ای و کپور سرگنده به ترتیب $1/8$ ، $1/5$ و $1/5$ کیلوگرم بود. بیشترین درصد افزایش وزن بدن در گونه کپور سرگنده مشاهده شد. درصد افزایش وزن بدن در گونه های کپور علفخوار، کپور نقره ای و کپور سرگنده به ترتیب $779/7$ ، $1140/2$ و 1151 گرم ثبت گردید. در کپور سرگنده میزان ضریب رشد ویژه $2/7$ گزارش شد که بیشتر از کپور علفخوار و کپور نقره ای بود.

جدول ۶: شاخص های رشد ماهی کپور معمولی

شاخص	مقدار
میانگین وزن (کیلوگرم)	۱/۶
بیوماس اولیه (کیلوگرم)	۵۰
بیوماس نهایی (کیلوگرم)	۳۵۷۸/۷
افزایش بیوماس (کیلوگرم)	۳۵۲۸/۷
غذا (کیلوگرم)	۴۲۸۶
دوره پرورش (روز)	۱۵۰
افزایش وزن نهایی (WG)	۱/۶
درصد افزایش وزن بدن (BWI)	۷۸۵۲/۶
ضریب رشد ویژه (SGR)	۲/۷
ضریب تبدیل غذا (FCR)	۱/۴
نسبت بازده پروتئین (PER)	۰/۴

جدول ۷: شاخص های رشد کپور سرگنده، کپور نقره ای و کپور علفخوار

گونه	کپور علفخوار	کپور نقره ای	کپور سرگنده
میانگین وزن (کیلوگرم)	۲/۱	۱/۶	۳/۲
بیوماس اولیه (کیلوگرم)	۴۰	۴۰	۲۰
بیوماس نهایی (کیلوگرم)	۷۶۶/۸	۱۲۰۲/۴	۱۱۷۰
افزایش بیوماس (کیلوگرم)	۷۲۶/۸	۱۱۶۲/۴	۱۱۵۰
دوره پرورش (روز)	۱۵۰	۱۵۰	۱۵۰
افزایش وزن نهایی (WG)	۱/۸	۱/۵	۱/۵
درصد افزایش وزن بدن (BWI)	۷۷۹/۷	۱۱۴۰/۲	۱۱۵۱/۵
ضریب رشد ویژه (SGR)	۲	۲/۳	۲/۷

بحث

در ایران انواع روش های پرورش ماهی نظیر پرورش در استخرهای خاکی و حوضچه های بتنی و فایبرگلاس مورد استفاده قرار می گیرد، که عمدتاً بر پایه روش های سنتی استوار است. معینا روش های نوین آبی پروری نظیر پرورش در قفس در آب های داخلی مورد استفاده قرار نمی گیرد و یا از توسعه بسیار اندک برخوردار

است. در زمینه پرورش ماهیان خاویاری در قفس در داخل کشور می توان به مطالعه شکوریان و همکاران (۱۳۹۰) اشاره نمود که امکان پرورش فیل ماهی در قفس و مقایسه رشد آن را در تراکم های ۴، ۵ و ۶ کیلوگرم را در یک واحد استخر چهارمکتاری در مرکز تکثیر و بازسازی ذخایر ماهیان خاویاری شادروان دکتر یوسف پور در سیاهکل مورد بررسی قرار دادند. در

این طرح ۶۰۰ عدد فیله ماهی با میانگین وزن ۱۲۵۴ گرم در سه تیمار و هر کدام در دو تکرار به قفس های شناور معرفی شدند. پس از ۹۰ روز پرورش نتایج به دست آمده نشان داد که فیل ماهیان کشت شده با بیومس ۴ کیلوگرم در متر مربع بیشترین رشد را داشتند و با افزایش بیوماس رشد کاهش یافت، ولی در بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی دار مشاهده نشد.

در مطالعه دیگری شکوریان و همکاران (۱۳۹۱) پرورش فیل ماهی در قفس در سد ارسباران را مورد بررسی قرار دادند. در این طرح تعداد ۱۰۰۰ عدد بچه فیل ماهی با میانگین وزن ۱۳۰ گرم در یک دستگاه قفس شناور از جنس پلی اتیلن به قطر ۱۰ متر و ارتفاع تور ۶ متر به مدت ۱۵ ماه پرورش داده شدند. رشد روزانه از ۱/۲۹ تا ۲۴/۲۳ گرم در روز و میزان درصد افزایش وزن بدن از ۹/۵۶ در اسفندماه تا ۱۹۴/۵۷ درصد در مهرماه متفاوت بود.

در خارج از کشور نیز مطالعاتی در مورد پرورش ماهیان خاویاری در قفس وجود دارد که از آن جمله می توان به مطالعه Ellipiak و همکاران (۱۹۹۹) اشاره نمود که لارو استرلیاد (*Acipenser rutinus*) و هیبرید چالباش و تاسماهی سیری ($\times$ *Acipenser baerii* *Acipenser gueldenstedtii*) را در قفس های مستقر شده در آب خنک کننده نیروگاه را مورد بررسی و مطالعه قرار دادند (برادران نویری، ۱۳۸۸). در مطالعه دیگری Vaccaro و همکاران (۲۰۰۴) اثرات پرورش دو نوع هیبرید ماهی خاویاری را در قفس های واقع در دریای مدیترانه مورد بررسی قرار دادند.

از ویژگی های بارز پروژه حاضر، امکان بهره برداری مطلوب از منابع آبی بدون مصرف آب و انرژی و بدون ایجاد اثرات زیست محیطی است. در حال حاضر در

مزارع گرمابی چهار گونه از خانواده کپورماهیان شامل ماهی کپور، ماهی علفخوار، کپور نقره ای و ماهی سرگنده در زمره گونه های اصلی پرورشی به شمار می روند. برای پرورش گونه های مزبور از کودهای شیمیایی و حیوانی و خوراک دستی استفاده می گردد. طی سال های اخیر مصرف کودهای شیمیایی و آلی در مزارع گرمابی و اثرات آن در افزایش بار مواد آلوده وارده به اکوسیستم به موضوعی مهم در بحث آبی- پروری ماهیان گرمابی بدل شده است. در این پروژه با کاهش گونه کپورنقره ای در چرخه تولید در استخرخاکی و جایگزین کردن ماهیان خاویاری در قفس های مستقر شده، کوددهی در استخر قطع شد. با کاهش کوددهی بار مواد وارده به منابع آبی کاهش یافت. در حقیقت در اثر اجرای این طرح کیفیت تولید در مزارع افزایش یافته و از این طریق در مصرف مواد غذایی برای پرورش کپورماهیان نیز صرفه جویی صورت می گیرد. زیرا غذای مازاد داده شده و همچنین فضولات تولید شده می تواند صرف تغذیه ماهی کپور یا افزایش بار مواد آلی برای افزایش جمعیت زئوپلانکتون ها به منظور تغذیه ماهی سرگنده گردد.

در پروژه حاضر، بخشی از خوراک داده شده به قفس ها و فضولات تولید شده بوسیله سایر ماهیان موجود در استخر مورد استفاده قرار گرفته و به مقدار قابل توجه از میزان بار آلودگی وارده به استخرها کاسته شد. همچنین با ورود مواد غذایی به استخر و استفاده ماهی کپور از باقیمانده غذای فیل ماهیان، میزان FCR ماهی کپور ۱/۴ به دست آمد که قابل قبول می باشد.

طبق برآوردهای انجام شده میانگین تولید کپورماهیان در کشور، ۳/۲ تن در هکتار (عقیلی و همکاران، ۱۳۹۵) و در این پروژه میزان تولید ۳/۴ تن در

هکتار بود. از سوی دیگر بر اساس سالنامه آماری شیلات ایران (۱۳۹۳) میزان تولید فیل ماهی در هر متر مربع قفس در کشور ۱۲ کیلوگرم می باشد و در پروژه حاضر ۱۸/۲ کیلوگرم در هر متر مربع قفس ماهی تولید شد. بنابراین، در پروژه حاضر با پرورش توام کپور ماهیان با فیل ماهی، میزان تولید در هر دو محیط افزایش یافت. دلیل احتمالی این امر می تواند استفاده ماهی کپور معمولی از غذای مازاد داده شده و همچنین نقش فضولات تولید شده جهت تغذیه ماهی کپور یا افزایش بار مواد آلی برای افزایش جمعیت زئوپلانکتون-ها بمنظور تغذیه ماهی سرگنده باشد. بنابراین با ایجاد تاسیسات پرورش ماهی خاویاری در قفس در استخرهای کپور ماهیان ضمن افزایش میزان بهره وری بر ظرفیت و پتانسیل های تولید در مزارع اضافه شده و با افزایش تولید، درآمد پرورش دهندگان نیز افزایش می یابد.

سپاسگزاری

نویسندگان بدین وسیله از همکاری صمیمانه کارشناسان و همکاران بخش آبی پروری موسسه تحقیقات بین المللی تاسماهیان دریای خزر، آقایان مهندس نعمت پیکران مانا، علی هوشیار، آرش شهبازی و غلام نجفی تشکر می نمایند.

منابع

- و.، چکمه دوز، ف.، ۱۳۸۸. تولید ماهی بستر (فیل ماهی ماده + استرلیاد نر) و مقایسه رشد آن ها با رشد فیل ماهی شاهد در شرایط ایران. موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۴۷ صفحه.
۳. شیرازی، ج.، آذری، ع.، ۱۳۷۹. پرورش ماهی در قفس. معاونت تکثیر و پرورش آبزیان- اداره کل آموزش و ترویج. ۶۷ صفحه.
۴. شکوریان، م. ۱۳۹۲. بررسی امکان پرورش فیل ماهی در قفس در سد ارسباران. گزارش نهایی پروژه. ۶۵ صفحه.
۵. محمدیان، ح.، ۱۳۷۸. ماهیان آب شیرین ایران، مرکز نشر سپهر، ۱۷۸ صفحه.
۶. عقلی، س.م.، صفری، ر.، صالحی، ح.، ایمانپور، م.ح.، رضوانی گیل کلایی، س.، ۱۳۹۵. ارزیابی اقتصادی تولید ماهیان گرمابی در استان گلستان. مجله بهره برداری و پرورش آبزیان، ۵ (۲)، ۴۵-۳۱.
7. FAO, 2018. Principles of Cage Culture and Applications in Central Asia. FAO Regional Training on the Aquaculture Production Systems Including Cage Culture. Izmir, Turkey, on 02-05 October 2012.
8. Hung, S.S.O., Aikins, K.F., Lutes, P.B., Xu, R., 1989. The ability of juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) to utilize different carbohydrate source. Journal Nutrition, 119, 272-733.
9. Popova, A.A., Piskunova, L.V., Shevchenko, V.D., 2004. Biological and technological rules for building and management of Russian and beluga broodstocks under hatchery conditions in the Volga Delta. Fisheries studies in the Caspian Sea. Results of R&D year 2003. Astrakhan, Izdatel'stvo KaspNIIRKh. pp. 496-502. (In Russian).
10. Qinghui A., Kangsen M., Chunxiao Z., Qingyuan D., Beiping T., Zhiguo L., 2004. Effect of dietary vitamin C on growth immune response of Japanese

۱. ایزدی، ع.، بشارت، ک.، ۱۳۸۵. پرورش ماهیان دریایی در قفس. سازمان شیلات ایران. معاونت اداری و برنامه ریزی، دفتر طرح و توسعه معرفی زمینه های سرمایه گذاری در زیر بخش شیلات. ۸۱ صفحه.
۲. برادران نویری، ش.، بهمنی، م.، حسینی، م. ر.، عبدلهی، ح.، حلاجیان، ع.، درویشی، ص.، فارابی، م.

seabass (*Lateolabrax japonicas*).
Aquaculture, 242, 489-500.

11. Ricker W.E., 1979. Growth rates and models. Fish Physiology, 8, 677-743.
12. Ronyai, A., Peteri, A., Radics, F., 1990. Cross breeding of sterlet and Lena River's sturgeon. Aquaculture Hungrica, 6, 13-18.
13. Thorarensen, H., Gústavsson, A., Mallya, Y., Gunnarsson, S., Árnason, J., Arnarson, I., Imsland, A. K., 2010. The effect of oxygen saturation on the growth and feed conversion of Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.). Aquaculture, 309, 96- 102.
14. Vaccaro, A.M., Buffa, G., Mirto, S., Sarà, G., Mazzola, A., 2004. Comparison of growth performance and biometric relationships in two reciprocal sturgeon hybrids reared in net cages (Sicily, Mediterranean). Aquaculture Research, 35, 552-558.
15. Zsuga, K., Mamadiyarov, B., Kozhamkulov, D., Pekli, J., 2015. Actual changes in water strategy and water usage in the world. In Conference: "The new strategy of research and educational priorities in the context of the agricultural-industrial complex". November 27-29, 2015. KazNAU, Almaty, Kazakhstan.