

## مقایسه شاخص‌های رشد پیش‌مولدین فیل ماهی به‌منظور تولید گوشت، پرورش یافته در دو محیط استخرهای بتنی و استخرهای خاکی

محمدعلی یزدانی ساداتی\*<sup>۱</sup>، میر حامد سید حسنی<sup>۱</sup>، محمود شکوریان<sup>۱</sup>، رضوان‌الله کاظمی<sup>۱</sup>، علی حسین پور زلتی<sup>۱</sup>

۱- موسسه تحقیقات بین‌المللی تاس ماهیان دریای خزر، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران، صندوق پستی ۴۱۶۳۵-۳۴۶۴

تاریخ دریافت: ۶ خرداد ۱۳۹۶ تاریخ پذیرش: ۱۲ مهر ۱۳۹۶

### چکیده

کارایی دو محیط پرورشی (استخر بتنی و خاکی) در پرورش و تأثیر آن بر شاخص‌های رشد فیل ماهی (*Huso huso*) مورد بررسی قرار گرفت. بر این اساس فیل ماهیان ۳ ساله در دو محیط پرورشی به ترتیب با متوسط وزن ( $9/93 \pm 0/305$  و  $10 \pm 0/5$  کیلوگرم) با تراکم‌های ۰/۵ و ۲۵ کیلوگرم در مترمربع، هر کدام در سه تکرار، با غذای کنسانتره حاوی ۴۳ درصد پروتئین و ۲۲ مگاژول انرژی در هر کیلوگرم جیره به مدت یک سال از تاریخ ۱۳۹۳/۳/۲۹ لغایت ۱۳۹۴/۴/۱ تغذیه و پرورش یافتند. بر اساس نتایج به‌دست آمده، وزن نهایی، بیومس نهایی، رشد روزانه و درصد افزایش وزن بدن ماهیان پرورش‌یافته در حوضچه‌های بتنی ( $20/1 \pm 0/6$  کیلوگرم،  $20/16/66 \pm 5/77$  کیلوگرم،  $0/112 \pm 0/00239$  کیلوگرم در روز و  $102/35 \pm 1/1$  درصد) به‌طور معنی‌داری بیشتر از شاخص‌های فوق‌الذکر مربوط به ماهیان پرورش‌یافته در استخرهای خاکی ( $17/4 \pm 0/4$  کیلوگرم،  $1746 \pm 7/2$  کیلوگرم،  $0/082 \pm 0/118$  کیلوگرم در روز و  $74/15 \pm 4/71$  درصد) بود ( $P < 0/05$ ). ضریب تبدیل غذای فیل ماهیان پرورش‌یافته در حوضچه‌های بتنی و استخرهای خاکی فاقد اختلاف معنی‌دار آماری بود ( $P > 0/05$ ). نتایج به‌دست آمده از این پژوهش بر این نکته اذعان دارد که صرف‌نظر از هزینه‌های اولیه ساخت استخرهای بتنی، پیش‌مولدسازی فیل ماهی در حوضچه‌های بتنی در مقایسه با استخرهای خاکی به دلایل افزایش رشد، صرفه‌جویی در فضای پرورش و مدیریت کاراتر، مقرون به‌صرفه‌تر است.

**کلمات کلیدی:** فیل ماهی، پیش‌مولدسازی، محیط پرورش، حوضچه‌های بتنی، استخرهای خاکی.

## مقدمه

کاهش شدید جمعیت‌های طبیعی تاس ماهیان شوک بزرگی را بر جوامع علمی به‌ویژه محققین شیلاتی و مقامات اجرایی کشورهای تولیدکننده ماهیان خاویاری وارد نمود (Pourkazemi, 2006) و محققان را بر آن داشت که با شتاب بیشتری به آبرزی پروری و تشکیل گله‌های مولد تاسماهیان پردازند (Traffic, 2000). پرورش تمام دوره‌ای تاسماهیان یکی از راه‌حل‌هایی است که توسط دانشمندان جهت حفاظت نسل این ماهیان توصیه شده که طی آن تمامی امور مولدسازی، تکثیر و پرورش و تولید گوشت و خاویار در مزارع پرورش ماهی قابل اجرا باشد (Williot et al., 2007). پس از آن طی سه دهه (۱۹۸۲ تا ۲۰۱۲) توسعه آبرزی پروری در دنیا از رشد ۱۲ درصدی با میانگین رشد سالیانه ۸/۶ درصد برخوردار بود (پور علی فشتمی و همکاران، ۱۳۹۶)؛ اما در ایران پرورش تاسماهیان از سال ۱۳۶۹ به همت شادروان دکتر یوسف‌پور در مرکز شهید دکتر بهشتی آغاز شد (محسنی و همکاران، ۱۳۸۴). در ادامه موسسه تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر اقدام به اجرای پروژه‌های متعددی در زمینه پرورش تاسماهیان نمود که از آن جمله می‌توان به پرورش گله‌های مولد، تعیین احتیاجات غذایی فیل ماهی، پرورش فیل ماهی با استفاده از آب لب‌شور، پرورش گوشتی فیل ماهی در استخرهای خاکی و مخازن فایبرگلاس و پرورش فیل ماهی در حوضچه‌های بتنی اشاره نمود (پور کاظمی و همکاران، ۱۳۸۶)، اما نقطه عطف جهت تثبیت پرورش فیل ماهی در کشور، دستیابی به بیوتکنیک پرورش فیل ماهی در تراکم بالا در حوضچه‌های بتنی (یزدانی و همکاران، ۱۳۹۰) بود، چون در میان ۵ گونه ماهی

خاویاری موجود در منطقه خزر جنوبی، فیل ماهی به دلیل رشد نسبتاً سریع، امکان تولیدمثل در شرایط اسارت، تأمین لارو و بچه ماهی با هزینه کمتر در مقایسه با سایر گونه‌های ماهیان خاویاری کاندید مناسبی برای پرورش گوشتی به شمار می‌رود (سلحشوری و همکاران، ۱۳۹۶). نتایج پروژه فوق نیز نشان داد که سرعت رشد فیل ماهی در صورت دسترسی به غذای کافی قابل توجه بوده و در سال اول پرورش به دو کیلوگرم، در سال دوم بسته به شرایط نگهداری و سایر عوامل مؤثر به ۵ کیلوگرم و در سال سوم پرورش به ۸ تا ۹ کیلوگرم خواهد رسید، علاوه بر آن که تحمل شرایط نامساعد محیطی و سهولت پرورش در محیط‌های مختلف از ویژگی‌های بارز این گونه به شمار می‌رود. در حال حاضر تعداد ۴۵ مزرعه پرورش ماهیان خاویاری در کشور مشغول به کار بوده و قادر به تولید ۳۴۷۸ تن گوشت و بیش از ۱۵ تن خاویار می‌باشند که فیل ماهی و تاسماهی سبیری به دلیل سرعت رشد بالا و تحمل شرایط نامساعد محیطی دو گونه موردنظر جهت پرورش بشمار می‌آیند (یزدانی ساداتی و همکاران، ۱۳۹۰)، لازم به ذکر است که در برنامه افق ۱۴۰۴ شیلات ایران تولید ۱۰۰۰۰۰ تن گوشت و ۱۰۰ تن خاویار از ماهیان خاویاری مورد انتظار است (برگرفته از گزارشات اداره کل شیلات، ۱۳۹۲). جهت تحقق این امر در شروع برنامه نیاز به حداقل ۱۰۰ هزار بچه ماهی با وزن متوسط ۵ گرم است که این میزان بچه ماهی موردنیاز در افق برنامه ۱۴۰۴ به دو میلیون عدد افزایش خواهد یافت، در صورتی که در حال حاضر تأمین مولد موردنیاز حتی برای امر بازسازی ذخایر به معضلی جدی تبدیل شده و جهت تأمین لارو و بچه ماهی موردنیاز کارگاه‌های پرورش به صید مولدین طبیعی نمی‌توان

جدار داخلی حوضچه لیسهای و فاقد برجستگی بود که احتمال برخورد و زخمی شدن ماهیان را به حداقل رسانده و در محل خروجی کف حوضچه دو لوله جهت خروج آب تعبیه شد که امکان تنظیم سطح آب با نصب لوله مناسب در ارتفاع مورد نظر را برای هر حوضچه میسر می‌ساخت. کلیه حوضچه‌های بتونی مجهز به سیستم هوادهی بودند که هوای مورد نیاز به وسیله یک دستگاه اثرجت RBS-65 از طریق شبکه انتقال هوا که در فاصله ۳۰ سانتی‌متری از کف حوضچه‌ها تعبیه شده بود تأمین می‌گردید.

### تهیه ماهی، تراکم، شرایط پرورش و

#### بیومتری

۶۰۰ قطعه فیل ماهی با میانگین وزن اولیه  $10 \pm 0.25$  کیلوگرم و میانگین سنی  $(3 \pm 0.2)$  سال انتخاب شدند. مساحت یا سطح زیر کشت ماهیان به ترتیب در استخرهای خاکی و بتونی برابر با ۱۸۰۰ و ۵۰ مترمربع و تراکم پرورش ۰/۵ و ۲۵ کیلوگرم در مترمربع بود. فیلمایان از حوضچه‌های ذخیره ۴ تنی جمع‌آوری و به منظور سازگاری و انجام مراقبت‌های بهداشتی با حمام آب نمک ۲ درصد در شرایط اکسیژنی مطلوب (۶-۵ میلی‌گرم در لیتر) به مدت نیم ساعت ضد عفونی و در ادامه با برقراری جریان آب تازه به حوضچه‌ها و استخرهای خاکی معرفی و با استفاده از جیره Efico sigma 840 (شرکت Biomar حاوی ۴۳ درصد پروتئین، (Chebanov et al., 2011)، ۱۸ درصد چربی و ۱۸/۷ درصد کربوهیدرات به قطر ۹ میلی‌متر به میزان ۰/۵ درصد وزن بدن در روز به‌طور دستی سه بار در روز تغذیه شدند. بیومتری ماهیان در فواصل سه‌ماهه (فصلی) انجام پذیرفت. جهت زیست‌سنجی، آب محیط‌های پرورشی (حوضچه‌های بتنی و خاکی) به

امید بست (بهمنی و همکاران، ۱۳۹۳)، تنها راه نجات از این معضل، تأمین بچه ماهی مورد نیاز به‌منظور پرورش تجاری و تولید گله‌های مولد تاسماهیان، رسیدگی جنسی و تکثیر مصنوعی آن‌ها به‌منظور تولید لارو، بچه ماهی و خاویاراست (بهمنی و همکاران، ۱۳۸۶). نتایج پروژه‌های پیشین در خصوص پرورش تراکم فیل ماهی در حوضچه‌های بتنی بر این نکته اذعان داشت که این گونه از توانایی مناسبی جهت پرورش تراکم (۲۵ کیلوگرم در مترمربع) در حوضچه‌های بتونی و رسیدن به اوزان بالا برخوردار است (یزدانی و همکاران، ۱۳۹۰). بنابراین پروژه‌های به‌منظور مقایسه سرعت رشد فیلمای در اوزان بالای ۱۰ کیلوگرم در دو محیط استخرهای بتنی و خاکی به مرحله اجرا درآمد و کارایی آن‌ها در امر تولید مورد بررسی و سنجش قرار گرفت.

### مواد و روش‌ها

#### محیط پرورش

فیل ماهیان در دو محیط استخر و حوضچه‌های خاکی به ترتیب در قالب دو تیمار و سه تکرار برای هر گروه، پرورش یافتند. بدین منظور سه استخر خاکی با مساحت ۱۸۰۰ متر (۱۸ × ۱۰ متر) با عمق مفید آب‌گیری ۱/۸ متر جهت پرورش در نظر گرفته و در هر یک از محیط‌های پرورشی ۱۰۰ عدد فیل ماهی ذخیره گردید. آب مورد نیاز استخرهای خاکی از رودخانه سفیدرود و یک حلقه چاه نیمه عمیق تأمین گردید. سه حوضچه بتنی گرد با قطر ۸ متر با مساحت ۵۰ مترمربع و عمق آب‌گیری مفید ۱/۸ متر نیز طراحی شد. طراحی این حوضچه‌ها به گونه‌ای بود که دارای شیب ۱ درصد در کف بوده و امکان تعویض آب و دفع فضولات ناشی از غذا و مدفوع را به راحتی امکان‌پذیر می‌ساخت.

میانگین بیوماس اولیه (گرم)  $W_0 =$   
 $GR = (W_0 - W_F) / T$  (Martinez- Liornes *et al.*, 2007)  
 رشد روزانه (۲)  
 $T =$  میانگین بیوماس نهایی (گرم)  $W_F =$  مدت زمان پرورش  
 $W_0 =$  میانگین بیوماس اولیه (گرم)  
 $G.R = (\ln W_t - \ln W_0) / t \times 100$  ضریب رشد ویژه (۳)  
 (Hung *et al.*, 1989)  
 $BW_F =$  متوسط وزن نهایی (کیلوگرم) متوسط وزن اولیه  
 $BW_I =$  (کیلوگرم)  
 $BWI = 100 \times (BW_f - BW_i) / BW_i$  درصد افزایش وزن بدن (۴)  
 (Hung *et al.*, 1989)  
 $T =$  دوره زمانی (روز) میانگین بیوماس نهایی (کیلوگرم)  $W_F =$   
 $W_0 =$  میانگین بیوماس اولیه (کیلوگرم)

داده‌های اولیه در نرم‌افزار Excel به‌عنوان بانک اطلاعاتی ذخیره و در هنگام بیومتری، اطلاعات جدید هر یک از حوضچه‌ها در آن ثبت گردید. به‌منظور مقایسه آماری داده‌های حاصل از شاخص‌های رشد بین دو گروه از آزمون T-Test استفاده شد. کلیه آنالیزهای آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ صورت گرفت.

### نتایج

همان‌طور که ذکر گردید بیومتری در فواصل سه‌ماهه صورت گرفت که میانگین‌های شاخص‌های رشد ماهیان در ۴ بیومتری انجام‌شده به ترتیب در جداول ۱، ۲، ۳ و ۴ و نتایج حاصل از شاخص‌های رشد و ضریب تبدیل غذای ماهیان در طول یک سال در جدول ۵ ارائه شده است:

**بیومتری اول: (فصل تابستان: ۱۳۹۳/۳/۲۹ لغایت ۱۳۹۳/۶/۲۹)**

اختلاف معنی‌داری در شاخص‌های رشد (وزن نهایی، درصد افزایش وزن بدن و ضریب رشد ویژه

نصف کاهش و از هر محیط پرورش ۵۰ درصد جمعیت ماهیان به‌طور تصادفی انتخاب و با رعایت ملاحظات بهداشتی و بدون وارد نمودن صدمه توسط ترازوی قیان‌دار با دقت ۱۰ گرم وزن و طول آن‌ها توسط یک متر نواری اندازه‌گیری شد. سپس ماهیان به وان فایبرگلاس انتقال و پس از تزریق اکسیژن به آن، با رعایت ملاحظات ایمنی و آدپتاسیون به محیط‌های پرورش انتقال یافتند.

### اندازه‌گیری فاکتورهای فیزیکوشیمیایی

#### آب

به‌منظور حفظ شرایط مناسب فیزیکوشیمیایی آب، پارامترهای کیفی آب در طول دوره اندازه‌گیری و ثبت گردید. اندازه‌گیری بعضی از پارامترها از جمله درجه حرارت، اکسیژن و pH آب به‌صورت روزانه انجام گرفت و پارامترهای دیگر از قبیل آمونیاک، نیتريت، نترات، آهن و غیره به‌صورت هفتگی اندازه‌گیری شد. اکسیژن با استفاده از دستگاه اکسی‌متر (OXI3230B/SET)، pH با استفاده از دستگاه meter pH (PH330i/SET) و نیتريت، آمونیم و آهن با دستگاه اسپکترو فتومتر (CeCII-CE101) اندازه‌گیری شد.

#### محاسبه شاخص‌های رشد

با انجام بیومتری‌های یک‌ماهه از ۵۰ درصد ماهیان و با توجه به اطلاعات به‌دست‌آمده از طول و وزن و بر اساس میزان غذای داده‌شده، ضریب تبدیل غذا، رشد روزانه، ضریب رشد ویژه و درصد افزایش وزن بدن ماهیان بر اساس فرمول‌های زیر محاسبه گردید:

$F.C.R = F / (W_F - W_0)$  (Ronyai *et al.*, 1990) (Abdelghany and Ahmad, 2002)  
 $W_F =$  میانگین بیوماس نهایی (گرم)  
 $F =$  مقدار غذای مصرف‌شده توسط ماهی

ماهیان) پرورش یافته در حوضچه های بتنی و استخر مشاهده نگردید ( $P > 0/05$ )؛ اما میزان وزن نهایی، رشد روزانه و درصد افزایش وزن بدن ماهیان پرورش یافته در حوضچه های بتنی ( $11/9 \pm 0/36$  کیلوگرم،  $0/215 \pm 0/0064$  کیلوگرم در روز،  $19/79 \pm 0/196$  درصد) به مراتب از شاخص های رشد مربوط به ماهیان پرورش یافته در استخرهای خاکی به ترتیب برابر با

ماهیان) پرورش یافته در حوضچه های بتنی و استخر مشاهده نگردید ( $P > 0/05$ )؛ اما میزان وزن نهایی، رشد روزانه و درصد افزایش وزن بدن ماهیان پرورش یافته در حوضچه های بتنی ( $11/9 \pm 0/36$  کیلوگرم،  $0/215 \pm 0/0064$  کیلوگرم در روز،  $19/79 \pm 0/196$  درصد) به مراتب از شاخص های رشد مربوط به ماهیان پرورش یافته در استخرهای خاکی به ترتیب برابر با

جدول ۱: مقایسه میانگین شاخص های رشد و ضریب تبدیل غذای فیل ماهی در دو محیط پرورش در بیومتری اول (حوضچه های بتنی و استخرهای خاکی)

محیط پرورش		شاخص ها
استخرهای خاکی	حوضچه های بتنی	
$10/0 \pm 0/5^a$	$9/93 \pm 0/305^a$	وزن اولیه ( $W_1$ ) (کیلوگرم)
$10/9 \pm 0/6^a$	$11/9 \pm 0/36^a$	وزن نهایی ( $W_2$ ) (کیلوگرم)
$1000/0 \pm 50^a$	$993/0 \pm 33^a$	بیوماس اولیه (کیلوگرم)
$1090/0 \pm 60/0^a$	$1200/0 \pm 14/1^a$	بیوماس ثانویه (کیلوگرم)
$2/5 \pm 0/28^a$	$1/37 \pm 0/04^a$	ضریب تبدیل غذا (FCR)
$0/01 \pm 0/0011^a$	$0/215 \pm 0/0064^a$	رشد روزانه (کیلوگرم در روز)
$0/095 \pm 0/0056^a$	$0/2007 \pm 0/0018^a$	ضریب رشد ویژه (SGR) (درصد در روز)
$8/96 \pm 0/55^a$	$19/79 \pm 0/196^a$	درصد افزایش وزن بدن

اعداد با حروف مشابه دارای اختلاف معنی دار آماری نیستند ( $P > 0/05$ ).

به ماهیان پرورش یافته در استخرهای خاکی به ترتیب برابر با  $13/4 \pm 0/04$  کیلوگرم،  $0/027 \pm 0/0022$  کیلوگرم در روز و  $23/04 \pm 3/1$  درصد) بود. ضریب تبدیل غذای ماهیان در دو محیط پرورش نزدیک به هم و فاقد اختلاف معنی دار آماری بود ( $P > 0/05$ ).

## بیومتری دوم: (فصل پائیز: ۱۳۹۳/۶/۳ لغایت ۱۳۹۳/۹/۲۹)

در بیومتری دوم نیز اختلاف معنی داری در شاخص های رشد (وزن نهایی، درصد افزایش وزن بدن و ضریب رشد ویژه ماهیان) پرورش یافته در حوضچه های بتنی و استخر مشاهده نگردید ( $P > 0/05$ ). میزان وزن نهایی، رشد روزانه و درصد افزایش وزن بدن ماهیان پرورش یافته در حوضچه های بتنی برابر با  $15/1 \pm 0/5$  کیلوگرم،  $0/035 \pm 0/001$  کیلوگرم در روز،  $26/88 \pm 1/01$  درصد) و شاخص های رشد مربوط

جدول ۲: مقایسه میانگین شاخص‌های رشد و ضریب تبدیل غذای فیلماهی در دو محیط پرورش در بیومتری دوم (حوضچه‌های بتنی و استخرهای خاکی)

محیط پرورش		شاخص‌ها
استخرهای خاکی	حوضچه‌های بتنی	
۱۰/۹±۰/۶ <sup>a</sup>	۱۱/۹±۰/۳ <sup>a</sup>	وزن اولیه (W <sub>1</sub> ) (کیلوگرم)
۱۳/۴±۰/۴ <sup>a</sup>	۱۵/۱±۰/۵ <sup>a</sup>	وزن نهایی (W <sub>2</sub> ) (کیلوگرم)
۱۰۹۰/۰±۶۰/۰ <sup>a</sup>	۱۱۹۰/۰±۰/۳ <sup>a</sup>	بیوماس اولیه (کیلوگرم)
۱۳۴۰/۰±۴۰/۰ <sup>a</sup>	۱۵۱۰/۰±۵۰/۰ <sup>a</sup>	بیوماس ثانویه (کیلوگرم)
۱/۶۶±۰/۲۲ <sup>a</sup>	۱/۶۷±۰/۰۶ <sup>a</sup>	ضریب تبدیل غذا (FCR)
۰/۰۲۷±۰/۰۰۲۲ <sup>a</sup>	۰/۰۳۵±۰/۰۰۱ <sup>a</sup>	رشد روزانه (کیلوگرم در روز)
۰/۲۳±۰/۰۰۲۸ <sup>a</sup>	۰/۲۶۴±۰/۰۰۸۳ <sup>a</sup>	ضریب رشد ویژه (SGR) (درصد در روز)
۲۳/۰۴±۳/۱ <sup>a</sup>	۲۶/۸۸±۱/۰ <sup>a</sup>	درصد افزایش وزن بدن

اعداد با حروف مشابه دارای اختلاف معنی‌دار آماری نیستند (P>۰/۰۵).

کیلوگرم، ۰/۰۰۶۷±۰/۰۰۱۱، ۰/۰۰۱۱±۰/۰۰۱۱ کیلوگرم در روز، ۳/۹۶±۰/۵۱۳ درصد) و شاخص‌های رشد مربوط به ماهیان پرورش یافته در استخرهای خاکی به ترتیب برابر با ۱۴/۳±۰/۳) کیلوگرم، ۰/۰۱±۰/۰۰۱۱ کیلوگرم در روز و ۶/۷±۰/۹۴ درصد) بود. ضریب تبدیل غذای ماهیان در حوضچه‌های بتنی و استخر به ترتیب ۴/۸۲±۰/۶۵ و ۲/۴۳±۰/۳۴ گزارش شد (P>۰/۰۵).

### بیومتری سوم: (فصل زمستان: ۱۳۹۳/۹/۳۰ لغایت ۱۳۹۳/۱۲/۲۹)

در بیومتری سوم که در انتهای فصل زمستان صورت گرفت، اختلاف معنی‌داری در شاخص‌های رشد (وزن نهایی، درصد افزایش وزن بدن و ضریب رشد ویژه ماهیان) پرورش یافته در حوضچه‌های بتنی و استخر مشاهده نگردید (P>۰/۰۵). میزان وزن نهایی، رشد روزانه و درصد افزایش وزن بدن ماهیان پرورش یافته در حوضچه‌های بتنی برابر با ۱۵/۱±۰/۵)

جدول ۳: مقایسه میانگین شاخص‌های رشد و ضریب تبدیل غذای فیلماهی در دو محیط پرورش در بیومتری سوم (حوضچه‌های بتنی و استخرهای خاکی)

محیط پرورش		شاخص‌ها
استخرهای خاکی	حوضچه‌های بتنی	
۱۳/۴±۰/۴ <sup>a</sup>	۱۵/۱±۰/۵ <sup>a</sup>	وزن اولیه (W <sub>1</sub> ) (کیلوگرم)
۱۴/۳±۰/۳ <sup>a</sup>	۱۵/۷±۰/۶ <sup>a</sup>	وزن نهایی (W <sub>2</sub> ) (کیلوگرم)
۱۳۴۰/۰±۴۰/۰ <sup>a</sup>	۱۵۱۰/۰±۵۰/۰ <sup>a</sup>	بیوماس اولیه (کیلوگرم)
۱۳۶۰/۰±۷/۰ <sup>a</sup>	۱۵۷۰/۰±۶/۰ <sup>a</sup>	بیوماس ثانویه (کیلوگرم)
۲/۴۳±۰/۳۴ <sup>a</sup>	۴/۸۲±۰/۶۵ <sup>a</sup>	ضریب تبدیل غذا (FCR)
۰/۰۱±۰/۰۰۱۱ <sup>a</sup>	۰/۰۰۶۷±۰/۰۰۱۱ <sup>a</sup>	رشد روزانه (کیلوگرم در روز)
۰/۰۷۲۴±۰/۰۰۹۶ <sup>a</sup>	۰/۰۴۲۳±۰/۰۰۵۸ <sup>a</sup>	ضریب رشد ویژه (SGR) (درصد در روز)
۶/۷±۰/۹۴ <sup>a</sup>	۳/۹۶±۰/۵۱۳ <sup>a</sup>	درصد افزایش وزن بدن

اعداد با حروف مشابه دارای اختلاف معنی‌دار آماری نیستند (P>۰/۰۵).

پرورش یافته در استخرهای خاکی به ترتیب برابر با ( $17/4 \pm 0/4$  و  $1740/00 \pm 40/07$  کیلوگرم) بود ( $P < 0/05$ ). ضریب تبدیل غذای ماهیان در استخرهای بتنی و خاکی به ترتیب برابر  $1/33 \pm 0/05$  و  $1/74 \pm 0/19$  گزارش شد ( $P > 0/05$ ).

### بیومتری چهارم: (فصل بهار: ۱۳۹۴/۱/۲ لغایت ۱۳۹۴/۴/۱)

در بیومتری چهارم که در انتهای فصل بهار صورت گرفت، اختلاف معنی‌داری در وزن و بیوماس نهایی ماهیان پرورش یافته در حوضچه‌های بتنی برابر با ( $20/15 \pm 0/07$  کیلوگرم و  $2010/00 \pm 60/07$ ) مشاهده شد که بیش از وزن و بیوماس نهایی مربوط به ماهیان

جدول ۴: مقایسه میانگین شاخص‌های رشد و ضریب تبدیل غذای فیل ماهی در دو محیط پرورش در بیومتری چهارم (حوضچه‌های بتنی و استخرهای خاکی)

محیط پرورش		شاخص‌ها
استخرهای خاکی	حوضچه‌های بتنی	
$14/3 \pm 0/3^a$	$15/7 \pm 0/6^a$	وزن اولیه ( $W_1$ ) (کیلوگرم)
$17/4 \pm 0/4^b$	$20/15 \pm 0/07^a$	وزن نهایی ( $W_2$ ) (کیلوگرم)
$1360/00 \pm 7/0^a$	$1570/00 \pm 6/00^a$	بیوماس اولیه (کیلوگرم)
$1740/00 \pm 40/07^b$	$2010/00 \pm 60/07^a$	بیوماس ثانویه (کیلوگرم)
$1/74 \pm 0/19^a$	$1/33 \pm 0/05^a$	ضریب تبدیل غذا (FCR)
$0/134 \pm 0/011^a$	$0/136 \pm 0/012^a$	رشد روزانه (کیلوگرم در روز)
$0/21 \pm 0/023^a$	$0/27 \pm 0/0093^a$	ضریب رشد ویژه (SGR) (درصد در روز)
$21/67 \pm 0/24^a$	$28/05 \pm 1/07^a$	درصد افزایش وزن بدن

اعداد با حروف مشابه دارای اختلاف معنی‌دار آماری نیستند ( $P > 0/05$ ).

جدول ۵: مقایسه میانگین درجه حرارت، pH و اکسیژن در دو محیط پرورش (استخرهای بتنی و خاکی)

دوره‌های پرورش	فصل تابستان:	فصل پاییز:	فصل زمستان:	فصل بهار:	فصل تابستان:	فصل پاییز:	فصل زمستان:	فصل بهار:
۱۳۹۳/۳/۲۹	۱۳۹۳/۶/۳	۱۳۹۳/۹/۳۰	۱۳۹۴/۱/۲	۱۳۹۳/۳/۲۹	۱۳۹۳/۶/۳	۱۳۹۳/۹/۳۰	۱۳۹۴/۱/۲	۱۳۹۳/۳/۲۹
لغایت	لغایت	لغایت	لغایت	لغایت	لغایت	لغایت	لغایت	لغایت
۱۳۹۳/۶/۲۹	۱۳۹۳/۹/۲۹	۱۳۹۳/۱۲/۲۹	۱۳۹۴/۴/۱	۱۳۹۳/۶/۲۹	۱۳۹۳/۹/۲۹	۱۳۹۳/۱۲/۲۹	۱۳۹۴/۴/۱	۱۳۹۳/۶/۲۹
استخرهای بتنی				استخرهای خاکی				
اکسیژن	$6/5 \pm 0/5$	$6/8 \pm 0/4$	$7/1 \pm 0/35$	$6/8 \pm 0/28$	$5/2 \pm 0/5$	$5/1 \pm 0/4$	$5/8 \pm 0/3$	$6/1 \pm 0/4$
درجه حرارت	$27/3 \pm 0/8$	$17/1 \pm 0/5$	$12/4 \pm 0/1$	$22/2 \pm 0/5$	$30/2 \pm 0/8$	$16/5 \pm 0/5$	$10/5 \pm 0/6$	$23/5 \pm 0/6$
pH	$6/7 \pm 0/4$	$7/1 \pm 0/6$	$7/0 \pm 0/2$	$6/9 \pm 0/5$	$6/8 \pm 0/5$	$7/1 \pm 0/5$	$7/2 \pm 0/5$	$6/8 \pm 0/5$

روزانه و درصد افزایش وزن بدن ماهیان پرورش یافته در حوضچه‌های بتنی ( $20/15 \pm 0/07$  کیلوگرم،  $5/77 \pm 20/16/66$  کیلوگرم،  $0/112 \pm 0/0239$  کیلوگرم در روز،  $1/1 \pm 10/2/35$  درصد و درصد افزایش وزن بدن  $1/17 \pm 10/2/35$  درصد) به طور معنی‌داری بیشتر از شاخص‌های رشد مربوط به ماهیان پرورش یافته در

### نتایج به دست آمده از بیومتری یک ساله

نتایج شاخص‌های رشد و ضریب تبدیل غذای فیل ماهیان محاسبه شده بر اساس وزن و بیوماس اولیه ماهیان ره‌اشده و وزن و بیوماس نهایی به دست آمده در پایان یک سال پرورش در جدول ۵ ارائه شده است. بر اساس نتایج، میزان وزن نهایی، بیوماس نهایی، رشد

استخرهای خاکی ( $17/4 \pm 0/4$  کیلوگرم،  $1746 \pm 7/2$  کیلوگرم، خاکی  $0/82 \pm 0/118$  کیلوگرم در روز و  $4/71 \pm 74/15$  درصد) بود ( $P < 0/05$ ). ضریب تبدیل غذای ماهیان در حوضچه‌های بتنی و استخرهای خاکی به ترتیب برابر با  $1/66 \pm 0/053$  و  $1/59 \pm 0/08$  گزارش شد ( $P > 0/05$ ).

جدول ۶: مقایسه میانگین شاخص‌های رشد و ضریب تبدیل غذای فیلماهی در دو محیط در کل دوره پرورش (حوضچه‌های بتنی و استخرهای خاکی)

محیط پرورش		شاخص‌ها
استخرهای خاکی	حوضچه‌های بتنی	وزن اولیه ( $W_1$ ) (کیلوگرم)
$10/00 \pm 0/5^a$	$9/93 \pm 0/27^a$	وزن نهایی ( $W_2$ ) (کیلوگرم)
$17/4 \pm 0/4^b$	$20/1 \pm 0/6^a$	بیوماس اولیه (کیلوگرم)
$1011/6 \pm 31/75^a$	$993/0 \pm 30^a$	بیوماس ثانویه (کیلوگرم)
$1746/0 \pm 7/2^b$	$2016/66 \pm 5/77^a$	ضریب تبدیل غذا (FCR)
$1/59 \pm 0/78^a$	$1/66 \pm 0/053^a$	رشد روزانه (کیلوگرم در روز)
$0/082 \pm 0/118^b$	$0/112 \pm 0/00239^a$	ضریب رشد ویژه (SGR) (درصد در روز)
$0/607 \pm 0/031^a$	$0/772 \pm 0/022^a$	درصد افزایش وزن بدن
$74/15 \pm 4/71^b$	$102/35 \pm 1/17^a$	

اعداد با حروف مشابه دارای اختلاف معنی‌دار آماری نیستند ( $P > 0/05$ ).

## بحث

روز یک‌بار قابلیت تعویض آب را داشته باشد (Kosolov *et al.*, 1993)، علاوه بر این، کنترل عوامل فیزیکی‌وشیمیایی آب به‌راحتی در استخر امکان‌پذیر نیست، این عوامل ممکن است عواملی چون تراکم کشت، مقدار جیره، رژیم گازی در ورودی و خروجی آب، عمق یا حجم آب در محیط‌های پرورش ماهی، درجه حرارت، اکسیژن محلول، کیفیت غذا و رعایت رژیم غذایی باشد (Ercan, 2011). در صورتی که در حال حاضر یکی از مشکلات عمده در خصوص توسعه پرورش گوشتی تاسماهیان، بهینه نبودن میزان تولید در واحد سطح و به‌تبع آن افزایش هزینه‌ها است (Rosenthal, 2007). بنابراین چنین سیستمی کارا نبوده و باید به‌منظور استفاده بهینه از منابع آب‌وخاک، کاهش هزینه‌های تولید و افزایش تولید در واحد سطح از سیستم پرورش متراکم همراه با سیستم آب برگشتی

سه روش اصلی برای پرورش گوشتی تاس ماهیان متداول است که عبارت‌اند از پرورش در حوضچه و قفس، پرورش در استخرهای خاکی به شکل تک‌گونه‌ای و چندگونه‌ای و پرورش چراگاهی (واسیلیوا، ۲۰۰۰). در سیستم پرورش در استخر آب وارد شده به مزرعه پس از یک‌بار از چرخه خارج می‌گردد. این موضوع با توجه به بروز بحران کم‌آبی (خشک‌سالی) در کشور در آینده نزدیک، ضرورت تغییر رویکرد نسبت به بهره‌برداری از منابع آب و تغییر در سیستم پرورش را گوشزد می‌نماید (بهمنی و همکاران، ۱۳۹۳). در روش پرورش در استخرهای خاکی نیاز به حجم بالایی از آب است. استخر پرورش تاس ماهیان باید حداقل دارای ۲ متر عمق بوده، هر سال به‌طور کامل خشک‌شده و بعد از آن حداقل هر ۴ تا ۵

تنفسی، کمبود اکسیژن بافتی و در نهایت مرگ می‌گردد (Mohler, 2003)، اما با توجه به سیستم طراحی شده در حوضچه‌های بتنی مقدار نوسانات اکسیژن در این سیستم کم بود. رنج اکسیژن بین ۶-۷، آمونیاک بین ۰/۵ تا ۱ میلی‌گرم در لیتر و مقدار نیترات در طول دوره پرورش کمتر از ۱ میلی‌گرم در لیتر بود. در پایان دوره پرورش وزن نهایی، بیوماس نهایی، رشد روزانه و درصد افزایش وزن بدن ماهیان پرورش یافته در حوضچه‌های بتنی به طور معنی‌داری بر شاخص‌های فوق‌الذکر ماهیان پرورش یافته در استخرهای خاکی برتری داشت ( $P < 0.05$ ). این در حالی بود که فیل ماهیان در حوضچه‌های بتنی با تراکم ۲۵ کیلوگرم در مترمربع و در استخرهای خاکی با تراکم ۰/۵ کیلوگرم در مترمربع با جیره غذایی یکسان تغذیه شده بودند. نتایج محسنی و همکاران (۱۳۸۰) نیز در خصوص پرورش فیل ماهی در وان‌های فایبرگلاس بر این نکته اذعان داشت که با رشد و افزایش اندازه فیل ماهی (بالای ۵۰۰ گرم)، فضای وان‌های فایبرگلاس (قطر ۱ متر) مناسب پرورش نیست، اما ماهیان ۳ کیلوگرمی با تراکم بالای ۵ تا ۶ کیلوگرم در هر مترمربع (در وان‌هایی به قطر ۱ متر) از رشد بیشتری نسبت به ماهیان نگهداری شده در وانهای ۵۰۰ لیتری برخوردار بودند. بنابراین وزن ماهی، شکل و مساحت محیط پرورش در توانایی ماهی جهت استفاده از ترکیبات مختلف غذایی عاملی مهم به شمار می‌آید، به طوری که اگر محیط گسترده‌ای با تراکم کم جهت پرورش ماهیان خاویاری در نظر گرفته شود، موجب کاهش شانس دریافت و بلع غذا توسط ماهیان گردیده و در نهایت منجر به افزایش نوسانات یا تفاوت‌های اندازه بدن ماهیان و تغییر تناسب گروه‌های وزنی می‌گردد (Ponomarev et al., 2002).

استفاده نمود که در این روش از فضای کمتری برای تولید همسان نسبت به سایر روش‌ها استفاده می‌شود. (Williot et al., 2001) در این آزمایش شاخص‌های رشد فیل ماهیان پرورش یافته در حوضچه‌های بتنی به طور معنی‌داری بر شاخص‌های رشد ماهیان پرورش یافته در استخرهای خاکی برتری داشت ( $P < 0.05$ ). نتایج مطالعه حاضر بر این نکته اذعان داشت که از دیدگاه اقتصادی برای ارائه یک طرح جامع در خصوص تشکیل گله‌های پیش مولد تاسماهیان، پس از آن سازگاری کامل ماهیان به غذای کنسانتره، پرورش آن‌ها در حوضچه‌های بتنی در نظر گرفته شود، زیرا در این روش می‌توان کنترل و مدیریت مناسبی روی پارامترهای محدودکننده محیطی، رژیم غذایی، وضعیت فیزیولوژیک و بیوشیمیایی ماهیان اعمال نمود (Ponomarev et al., 2002).

سیستم پرورش ماهیان خاویاری در حوضچه‌های بتنی یکی از قدیمی‌ترین و درعین حال سیستمی کارا است که در حال حاضر در سطح وسیعی در روسیه، چین و ایالات متحده آمریکا مورد استفاده قرار می‌گیرد که در این سیستم کنترل آمونیاک و اکسیژن از اهمیت خاصی برخوردار است (Hochleithner, 1993). در سیستم‌های پرورش متراکم کنترل نمودن آمونیاک آب در درجه اول به طراحی و نوع سیستم پرورش و در مرحله بعد به چگونگی چرخش جریان آب در سیستم بستگی دارد. اگر میزان آمونیاک به ۰/۲ میلی‌گرم برسد موجب کاهش رشد و در صورت رسیدن به ۶/۵ میلی‌گرم در لیتر می‌تواند موجب بروز سمیت در ماهی گردد (Hellawell, 1986). فراهم آوردن اکسیژن محلول برای ماهی در پرورش متراکم امری الزامی است، زیرا غلظت‌های پایین اکسیژن موجب بی‌اشتهایی، استرس

این در حالی است که به دلیل وسعت و گستره استخر امکان پخش غذا به طور همگن در استخر امکان پذیر نبوده و قسمتی از غذا در دسترس ماهیان قرار نمی گیرد. تاسماهیان معمولاً غذا را در کف با کمک سیلک های خود جستجو می کنند (Mohler, 2003)، بنابراین جستجوی غذا و یافتن آن در سطح استخر انرژی زیادی را از ماهی تلف می نماید و از سوی دیگر میزان زیادی از غذا نیز به صورت مصرف نشده در استخر باقی می ماند، اما در حوضچه های بتنی حالت چرخش جریان آب در طول یک دیواره مرکزی است. آب از یک سو وارد و از همان طرف به جهت مخالف یا از لوله تعبیه شده در وسط حوضچه خارج می گردد و به دلیل چرخش آب در حوضچه های گرد، فضای حیاتی برای ماهیان به طور مناسب تری نسبت به استخرهای خاکی با مساحت ۰/۲ هکتار توزیع می گردد که خود منجر به بهبود فرآیند رشد ماهیان (به دلیل دسترسی سریع ماهی به غذا و صرف کمتر مقدار انرژی) می گردد.

کارایی تغذیه و رشد در ماهیان از جمله مهم ترین فاکتورهای اقتصادی است که قابلیت تولید تجاری آن ها را تعیین می کند. جهت توجیه اقتصادی تغذیه، تعیین درصد غذادهی و ضریب تبدیل غذای مناسب ضروری است (Wang *et al.*, 1996) بر اساس تحقیقات انجام شده مناسب ترین درصد غذادهی در فصل بهار که ماهیان دارای سرعت رشد مناسب بودند، ۵-۳ درصد و در فصل پاییز که سرعت رشد به حداکثر می رسد ۴-۲ درصد و در فصول تابستان و زمستان که ماهی از رشد چندانی برخوردار نیست ۲-۱/۵ درصد وزن بدن در ماهیان اوزان ۰/۵ تا ۲ کیلوگرم در شرایط آب و هوایی شمال کشور در نظر گرفته شده بود (پورعلی و همکاران، ۱۳۸۱. محسنی و

همکاران. ۱۳۸۰)؛ اما با توجه اوزان ماهیان (۱۰ کیلوگرم) و ضریب تبدیل غذای بالای ماهیان در این وزن و به منظور جلوگیری از اتلاف غذا به ماهیان در طول دوره پرورش با توجه به درجه حرارت آب به ترتیب در فصول تابستان، پاییز، زمستان و بهار (۰/۳، ۰/۵، ۰/۳ و ۰/۵ درصد غذادهی در روز) در نظر گرفته شد. نتایج پروژه بر این نکته دلالت داشت که ضریب تبدیل غذا و وزن نهایی از درجه حرارت آب و محیط تأثیر می پذیرد. ضریب تبدیل غذا در فصول تابستان و پاییز به ترتیب در حوضچه های بتنی (۰/۴±۰/۳۷ و ۰/۶±۰/۶۷) و در استخرهای خاکی (۰/۲۸±۰/۲۵ و ۰/۲۲±۰/۶۶) درجه سانتی گراد بود، ولی با سرد شدن هوا و شروع فصل زمستان ضریب تبدیل غذای ماهیان در حوضچه های بتنی و استخرهای خاکی به ترتیب به ۰/۶۵±۰/۸۲ و ۰/۳۴±۰/۴۳ درجه سانتی گراد رسید. در تایید این مسئله Chebanov و Billard (۲۰۰۱) گزارش نمودند که رشد ماهیان خاویاری در آب های گرم سریع تر از آب محیط طبیعی و یا آب سرد است. Maxime و همکاران (۱۹۹۵) نیز معتقدند که حرارت عامل تنظیم رشد سریع ماهی است. میانگین اکسیژن محلول در استخرهای بتنی در طول دوره پرورش ۶ تا ۷ میلی گرم در لیتر برآورد گردید که حد قابل قبول و مطلوبی جهت پرورش ماهیان خاویاری در حوضچه های بتنی به شمار می آید (Hochleithner, 1993)، در صورتی که امکان چنین کنترلی بر فاکتورهای فیزیکی شیمیایی در استخر خاکی در دست نبود. همانطور که ذکر شد میانگین اکسیژن محلول در استخرها در پاره ای از موارد به دلیل قطع آب ورودی و خرابی الکتروپمپها به ۲ میلی گرم در لیتر می رسید و به دلیل وجود گیاهان آبی در دیواره استخر میزان اکسیژن

ویژه به دست آمده ( $0.778 \pm 0.039$ ) در پروژه حاضر مطلوب تر است و مهم ترین عامل تأثیرگذار در این اختلاف، تراکم و اختلاف درجه حرارت آب و نوع غذای به کاررفته بود.

نتایج به دست آمده از این آزمایش بر این نکته اذعان دارد که اگرچه حوضچه های بتونی در مقایسه با استخرهای خاکی جهت احداث به سرمایه اولیه بیش تری نیاز دارند، اما پرورش ماهیان در استخرهای بتنی به دلایل امکان پرورش ماهی در تراکم بالا، کنترل بیشتر شرایط محیطی، هدر رفتن کمتر و استفاده بهینه غذا توسط ماهیان و با توجه به بحران خشک سالی و کمبود آب بر پرورش چراگاهی و استخرهای خاکی در درازمدت برتری خواهد داشت. در پژوهش حاضر مشخص شد که عامل تراکم در استخرهای بتنی (۲۵ کیلوگرم در مترمربع) در مقایسه با استخرهای خاکی (۰/۵ کیلوگرم در مترمربع) تأثیر منفی بر راندمان تولید نداشته و میانگین وزن بالاتر و ضریب تبدیل غذای کمتری در مقایسه با استخرهای خاکی از فیل ماهیان به دست آمده است.

### سپاسگزاری

نویسندگان بدین وسیله از همکاری صمیمانه کارشناسان و مستخدمین بخش آبرزی پروری موسسه آقایان مهندس نعمت پیکران مانا، هوشنگ یگانه، علی هوشیار، محبعلی پورغلام و مهدی درگاهی تشکر می نمایند.

### منابع

۱. بهمنی، م.، کاظمی، ر.، حلاجیان، ع.، محسنی، م.، پوردهقانی، م.، یوسفی، آ.، دژندیان، س.، ۱۳۸۶.

در هنگام غروب بسیار افزایش و در شب به طور ناگهانی کاهش می یافت. علاوه بر این به دلیل حجم گسترده استخر، امکان غذادهی دقیق و گسترش یکنواخت غذا در تمامی نواحی استخر وجود نداشت. بر اساس فرضیه Pauly (۱۹۸۱) زمانی که موجودی اکسیژن برای نیازهای اکسیژنی کافی نباشد ماهی خوردن غذا را متوقف می کند و در کمبود اکسیژن یا هیپوکسی، کاهش مصرف غذا می تواند راهی برای کاهش مصرف انرژی و کاهش نیاز به اکسیژن باشد (Van Dam and Pauly, 1995)، در نهایت با کاهش تغذیه سلامت ماهی تحت تأثیر قرار می گیرد (Wu, 2002) و در درازمدت موجب مرگ می گردد که این شرایط در فیل ماهیان استخرهای خاکی به وضوح مشاهده و منجر به کاهش متوسط وزن نهایی فیل ماهیان پرورش یافته در استخر در مقایسه با حوضچه های بتنی گردید، گزارش هایی نیز در دست است که پرورش طولانی مدت ماهیان خاویاری با شرایط کمبود اکسیژن موجب کاهش رشد، تغییر وضعیت فیزیولوژیک و در پاره ای موارد موجب مرگ آن ها می گردد (Maxime et al., 1995). محسنی و همکاران (۱۳۸۵) جهت محاسبه روند رشد فیل ماهی در وان فایبرگلاس با سطوح مختلف پروتئین این گونه را از وزن ۹۰ تا ۵۵۰ گرم در دمای ۲۱ درجه سانتی گراد در تراکم ۴/۵ کیلوگرم در مترمربع به مدت ۱۲۹ روز با جیره ای حاوی ۴۵ و ۵۰ درصد پروتئین پرورش دادند و ضریب رشد ویژه ای معادل ۱/۷۸ و ۱/۸۵ درصد در روز را به دست آمده آوردند که از ضریب رشد ویژه به دست آمده در این آزمایش مطلوب تر است، اما با توجه به تراکم بالای ماهیان در حوضچه های بتنی (۲۵ کیلوگرم در مترمربع) و عامل دما که موجب کاهش رشد و در نهایت ضریب رشد ویژه می گردید، ضریب رشد

کارگاههای تکثیر و پرورش ماهی، فاز اول: بیوتکنیک پرورش گوشتی فیلماهی در آب شیرین. موسسه تحقیقات و آموزش شیلات ایران. ۱۳۶ صفحه.

۸. واسیلیوا، ل.م.، ۲۰۰۰. مسائل و مشکلات پرورش گوشتی تاسماهیان در شرایط کنونی. مجموعه مقالات اولین کنفرانس علمی، عملی آستاراخان (بیوس). صفحات ۱۱-۷.

۹. یزدانی ساداتی، م.ر.، پورکاظمی، م.، شکوریان، م.، پورعلی، ح.م.، پیکران مانا، ن.، سیدحسینی، م.ح.، یگانه، ه.، پورصفر، م.، ۱۳۹۰. ترویج و پرورش فیلماهی به منظور تولید گوشت و خویار. موسسه تحقیقات شیلات ایران، ۵۹ صفحه.

10. Abdelghany, A.I., Ahmad, M.H., 2002. Effects of feeding rates on growth and production of Nile tilapia, common carp and silver carp polycultured in fertilized ponds. *Aquaculture Research*, 23, 415-423.

11. Chebanov, M., Billard, R., 2001. The culture of sturgeons in Russia: production of juveniles for stocking and meat for human consumption. *Aquaculture Living Resources*, 14, 375-381.

12. Chebanov, M., Rosenthal, H., Gessner, J., Van Anrooy, R., Doukakakis, P., Pourkazemi, M., Williot, P., 2011. Sturgeon hatchery practices and hatchery management or release. Ankara: FAO Fisheries Aquaculture Technical Paper. 119 pp.

13. Ercan, E., 2011. A Glance on sturgeon farming potential of turkey. *International Aquatic Research*, 3, 117-124.

14. Hellawell, J.M., 1986. Biological Indicator of Freshwater Pollution and Environmental Management. London, Elsevier Applied Science Publishers. 509 pp.

15. Hochleithner, M., 1993. Growth of various sturgeon species (Acipenseridae) under aquaculture conditions. In: Carrillo, M., Dahle, L., Morales, J., Sorgeloos, P., Svennevig, N and Wyban, J. (comp): From Discovery to Commercialization

گزارش نهایی پروژه بررسی امکان تکثیر مصنوعی ماهی ازون برون پرورشی (مولدسازی، تکثیر مصنوعی و تولید بچه ماهی از مولدین تاس ماهیان پرورشی). انتشارات موسسه تحقیقات شیلات ایران، ۱۳۲ صفحه.

۲. بهمنی، م.، عبدالملکی، ش.، یزدانی، م.ح.، ۱۳۹۳. برنامه عملیاتی مؤسسه تاسماهیان دریای خزر در سال ۱۳۹۳ و افق چشم انداز، ۲۱۹ صفحه.

۳. پورعلی فشمی، ح. ر.، محسنی، م.، صادقی، م.، ارشد، ع.، علیزاده، م.، ۱۳۸۱. مقایسه رشد گونه فیلماهی در دو محیط پرورشی آب لب شور و آب شیرین. خلاصه مقالات دومین همایش ملی - منطقه ای ماهیان خاویاری. صفحات ۴۳-۴۵.

۴. پورعلی فشمی، ح. ر.، یزدانی ساداتی، م.ع.، عبدالملکی، ش.، محسنی، م.، پورغلام، م.، سیدحسینی، م.ح.، ۱۳۹۶. مقایسه اقتصادی مزارع ساحلی پرورش ماهیان خاویاری. نشریه توسعه آبی پروری، ۱۱ (۲)، ۱۱۱-۱۱۵.

۵. سلحشوری، آ.، فلاحتکار، ب.، عفت پناه، آ.، ۱۳۹۶. تاثیر سطوح پروتئین جیره بر عملکرد رشد و شاخص های خونی بچه فیلماهی (*Huso huso*). نشریه توسعه آبی پروری، ۵ (۲)، ۶۲-۵۱.

۶. محسنی، م.، پورکاظمی، م.، بهمنی، م.، صالح پور، م.، پورعلی، پ. ر.، حدادی مقدم، ک.، ۱۳۸۰. مقایسه پرورش گوشتی فیلماهی در وان فایبرگلاس و استخرخاکی. مجله علمی شیلات ایران، ۱۴ (۱)، ۱۳۲-۱۱۹.

۷. محسنی، م.، پورکاظمی، م.، بهمنی، م.، پورعلی، ح.، کاظمی، ر.، آق تومان، و.، ۱۳۸۴. تشکیل و پرورش گله های مولد از مولدین پرورش یافته در

24. Ronyai, A., Peteri, A., Radics, F., 1990. Cross breeding of sterlet and Lena River's sturgeon. *Aquaculture Hungrica*, 6, 13-18.
25. Rosenthal, H., Bronzi, P., Gessner, J., Moreau, D., Rochard, E., Lasen, C., 2007. Draft action plan for the conservation and restoration of the European sturgeon (*Acipenser sturio*). Council of Europe, Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats, Strasbourg, 47pp.
26. Traffic. 2000. Review of 10 species of Acipenseriformes. Prepared for the Sixteenth Meeting of the CITES Animals Committee. 21pp.
27. Van Dam, A.A., Pauly, D., 1995. Simulation of the effect of oxygen on food consumption and growth of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture Research*, 26, 427-440.
28. Wang, N., Hayward, R.S., Noltie, D.B., 1998. Effect of feeding frequency on food consumption, growth, size variation, and feeding pattern of age-0 hybrid sunfish. *Aquaculture*, 165, 261-26.
29. Williot, P., Bronzi, P., Benoit, P., Bonpunt, E., Chebanov, M., Domezain, A., Gessner, J., Gulyas, Williot, V.E., Sabiau, L., Gessner, J., Arlati, G., Bronzi, P., Gulya, T., Brnri, P., 2001. Sturgeon Farming In Western Europe. *Aquaculture Living Resource Purification*, 14, 367-37.
30. Williot, P., Rouault, T., Pelard, M., Mercel, D., Mercier, D., Lepage, M., Davail-Cuisset, B., Kirschbaum, F., Ludwig, A., 2007. Building a broodstock of the critically endangered sturgeon *Acipenser sturio* L.: problems and observations associated with the adaptation of wild-caught fish to hatchery conditions. *Cybiuim*, 31, 3-11.
31. Wu, R. S.S., 2002. Hypoxia from molecular responses to ecosystem response. *Marine Pollution Bulletin*, 45, 35-4.
- (Abstracts "World Aquaculture 93", Torremolin o) EAS Special Publication., 19: 233-255.
16. 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.
17. Kozolov, V.I., 1993. Sturgeon farming, Moscow, VINERO. 64pp.
18. Martinez Liorens, S., Vidal, A.T., Onino, A.V., Torres, M.P., Cerda, M.J., 2007. Effects of dietary soybean oil concentration on growth, nutrient utilization and muscle fatty acid composition of gilthead sea bream (*Sparus aurata*). *Aquaculture*, 38, 76-81.
19. Maxime, V., Nonnotte, G., Peyraud, C., Williot, P., Truchot, J.P., 1995. Circulatory and respiratory effects of an hypoxic stress in the Siberian sturgeon. *Respiratory Physiology*, 100, 203-212.
20. Mohler, J.W., 2003. Culture manual for the Atlantic sturgeon. *Acipenser oxyrinchus oxyrinchus*. Hadley, MA, United States Fish and Wildlife Service Publication. 68 pp.
21. Pauly, D., 1981. The relationship between gill surface area and growth performance in fish: a generalization of von Bertalan theory of growth. *Berichte der Deutschen Wissenschaftlichen Kommission für Meeresforschung*, 28, 251- 282.
22. Ponomarev, S.V., Gamygin, E.A., Nikonorov, S.I., Ponomarev, E.N., Grozesku, Yu. N., Bakhareva, A.A., 2002. Technology of rearing and feeding of aquaculture objects in the south of Russia. Astrakhan, Nova plus. 263 pp.
23. Pourkazemi, M., 2006. Caspian Sea sturgeon conservation and fisheries: past present and future. *Journal of Applied Ichthyology*, 22, 12-16.