مولدسازی فیل‌ماهی (*Huso huso*) پرورشی با استفاده از آب لب‌شور دریای خزر در حوضچه‌های بتونی

نعمت پیکران مانا*[۱]، ایوب یوسفی جوردهی[۱]، محمود بهمنی[۱]، جلیل جلیل‌پور[۱]، شهرام عبدالملکی[۱]، ذبیح‌الله پژند[۱]، مهدی علیزاده رودپشتی[۱]، تورج سهرابی[۱]، محمود فلاح شجاعی[۱]، اسماعیل حسین‌نیا[۱]، علیرضا عاشوری[۱]، فاطمه رضاخواه[۱]، امید رضا اصغری[۲] و حسین ترکمانی[۲]

[۱]مؤسسه تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (AREEO)، رشت، ایران، ص – پ: ۳۴۶۴-۴۱۶۳۵

[۲]شرکت مادر تخصصی کاسپین کیان پاد، تهران، ایران، کد پستی: ۱۴۷۳۸۹۵۸۸۶

چکیده

در راستای توسعه صنعت پرورش ماهیان خاویاری در داخل کشور و به منظور تأمین مولدین جهت تولید گوشت، خاویار و بچه‌ماهی، تعداد ۳۲۵ قطعه فیل‌ماهی ماده ۵ ساله با میانگین وزنی ۱۸/۳ کیلوگرم بعد از پلاک‌گذاری در ۸ حوضچه بتونی گرد با قطر ۶ متر و عمق ۱۷۰ سانتی‌متری با سرعت جریان آب ورودی ۲/۵ تا ۳ لیتر در ثانیه با شوری ۱۲/۵ گرم در لیتر با میانگین تعداد ۴۰ قطعه ماهی، رهاسازی و طی دو سال پرورش متوسط وزن آنها از ۱۸/۳ کیلوگرم به ۲۳/۱ کیلوگرم در سال اول و ۲۷/۶کیلوگرم در سال دوم رسید. در این تحقیق پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب (درجه حرارت آب و هوا روزانه سه بار، میزان شوری، pH و اکسیژن آب هفته‌ای سه بار وضعیت آرام یا متلاطم بودن آب دریا به طور روزانه) اندازه‌گیری شد. غذادهی با غذای کنسانتره فرموله شده بر پایه آگاهی از وضعیت ورودی آب دریاچه به حوضچه‌ها و بیوماس ماهیان و درجه حرارت آب، در هر روز به میزان ۰/۵ تا یک درصد وزن بدن در دو وعده صبح و عصر انجام شد. مجموع غذای مصرفی (کنسانتره) در طی دو سال پرورش ۵۶۲۴ کیلوگرم (سال اول ۳۳۳۶ کیلوگرم و در سال دوم ۲۲۸۸ کیلوگرم) تولید داخل کشور و حاوی ۴۰ درصد پروتئین، ۱۲ درصد چربی و ۱۷ درصد کربوهیدرات بود. نتایج پرورش فیل‌ماهیان در ۸ حوضچه بتونی در سال اول نشان داد که میانگین میزان ضریب تبدیل غذا (FCR)، برابر ۲/۲۵، میانگین شاخص افزایش وزن ماهیان (WG) برابر ۲۶/۱۸، میانگین شاخص رشد ویژه ماهیان (SGR) برابر ۰/۰۶۴ و رشد روزانه ماهیان برابر ۰/۰۵۰ بدست آمد. در سال دوم پرورش نیز میانگین میزان ضریب تبدیل غذا (FCR)، برابر ۲/۱۳، میانگین شاخص افزایش وزن ماهیان (WG) برابر ۲۰/۴۸ کیلوگرم، میانگین شاخص رشد ویژه ماهیان (SGR) برابر ۰/۰۵۱ درصد در روز و رشد روزانه ماهیان برابر ۰/۰۳۹ گرم در روز بود. در پایان دوره پرورش، مراحل رسیدگی جنسی ماهیان با دستگاه لاپاراسکوپی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از تعیین جنسیت فیل‌ماهیان نشان داد، ۸۱/۵% از ماهیان در مرحله II، ۷ % در مرحله II-III، ۱/۳% در مرحله III و ۱۰/۲% در مرحله III-IV رسیدگی جنسی قرار داشتند.

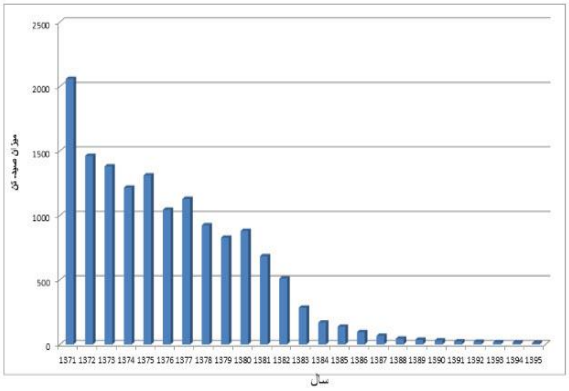
واژه‌های کلیدی: فیل‌ماهی، پرورش پیش‌مولد، آب لب‌شور دریای خزر، حوضچه بتون

مقدمه

دریای خزر یکی از بزرگترین آب‌های بسته جهان است که ارتباطی مستقیمی با دریای آزاد ندارد. سطح آن ۲۷ متر پایین‌تر از سطح آب‌های آزاد دنیا است. بخش شمالی خزر حدود یک سوم مساحت دریای خزر را دربر گرفته و عمق متوسط آن حدود ۵ متر، متوسط عمق بخش مرکزی آن به ۱۷۶ متر تخمین زده می‌شود. اما بخش جنوبی آن نسبت به سایر نواحی عمیق‌تر بوده و متوسط عمق آن به ۳۲۵ متر می‌رسد. منابع آب دریای خزر از دو طریق، نزولات جوی و رودخانه‌های ولگا، اورال، اترک، سفیدرود، شیرود، تنکابن، تجن، گرگانرود و ... تامین می‌گردد (بهمنی و همکاران.، ۱۳۹۰).

در حال حاضر، بیش از ۲۷ گونه از انواع تاسماهیان و پاروپوزه در نیمکره شمالی زمین پراکنش دارند. شش گونه از تاس‌ماهیان به اسامی فیل ماهی (*Huso huso*)، تاسماهی ایرانی (*Acipenser percicus*)، تاسماهی روسی (*Acipenser gueldenstaedti*)، شیپ (*Acipenser nudiventris*) و ازون‌برون (*Acipenser stellatus*) در دریای خزر و استرلیاد (*Acipenser ruthenus*) در حوزه آبریز شمال زیست می‌کنند (عبدالحی و کرمی‌راد، ۱۳۹۷). در گذشته ۹۰ درصد خاویار طبیعی جهان از تاسماهیان دریای خزر تأمین می‌گردید. این ماهیان از ذخایر منحصر بفرد ژنتیکی دریای خزر هستند که نه تنها از لحاظ علمی از جایگاه ویژه‌ای برخوردارند، بلکه در تولید گوشت و خاویار و کسب درآمدهای ارزی، ایجاد اشتغال و توسعه صنعت توریسم نیز سهم به سزایی را ایفاء می‌نمایند (Pourkazemi, 2006).

میزان صید ماهیان خاویاری در دریای خزر از مقدار ۲۸۵۰۰ تن در سال ۱۳۶۵ به کمتر از ۵۱۵ تن در سال ۱۳۸۶ رسید (پورکاظمی، ۱۳۸۷)، که متاسفانه با کاهش چشمگیر ۹۹ درصدی در سال ۱۳۹۲ به حدود ۲۰/۳ تن (توکلی و همکاران.، ۱۳۹۴) و براساس گزارش سالنامه آماری شیلات ایران، به حدود ۱۰/۳۷ تن در سال ۱۳۹۵ رسید (نمودار ۱).



نمودار ۱: میزان صید ماهیان خاویاری در حوضه جنوبی دریای خزر طی سال‌های ۱۳۹۵-۱۳۷۱ (سالنامه آماری شیلات ایران، ۱۳۹۶)

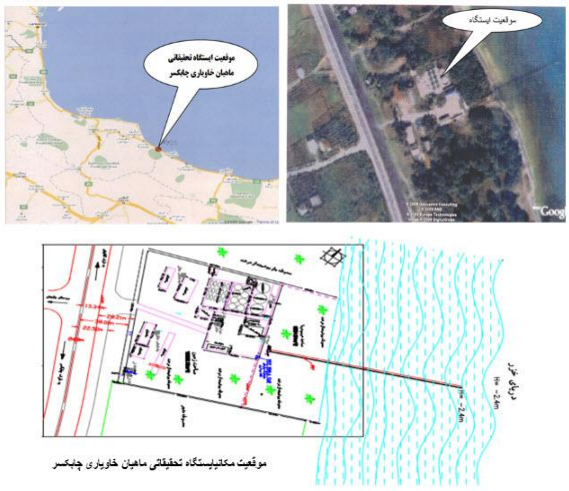
براساس آمار ارائه شده توسط فائو، میزان پرورش ماهیان خاویاری روند افزایشی را نشان می‌دهد و از ۲۵۸۸۳ تن در سال ۲۰۰۷ به ۱۰۵۲۶۸ تن در سال ۲۰۱۶ رسید (FAO, 2016).

مصرف آب در سال‌های اخیر رشد فزاینده‌ای داشته و آثار هشدار دهنده آن با توجه به کاهش سطح آب زیرزمینی، کاهش سطح دریاچه‌ها و خشکی مرداب‌ها آشکارتر شده است. در آینده اهمیت منابع آب شیرین بارزتر خواهد شد، زیرا امروزه یکی از مصرف‌کننده‌های عمده آب شیرین در صنعت، فعالیت‌های آبزی‌پروری است. بنابراین، با توجه به محدودیت استفاده از آب شیرین، پایداری و توسعه صنعت آبزی‌پروری نیز با چالش جدی روبروست. به دلیل نیاز کارگاه‌های پرورشی در حال توسعه ماهیان خاویاری به بچه فیل‌ماهی، محدودیت تامین مولدین فیل‌ماهی به عنوان بهترین‌گونه مقاوم از لحاظ پرورشی، بازارپسندی و کاهش شدید این ماهیان ارزشمند در دریای خزر، ضرورت مولدسازی فیل‌ماهی پرورشی با استفاده از آب لب‌شور دریای خزر امری بدیهی است. بهره‌مندی از نتایج و یافته-های تحقیقات انجام شده در این زمینه می‌تواند در ارتقای بهره‌وری مزارع پرورشی بسیار سودمند باشد. در حال حاضر، بیش از ۱۲۷ مزرعه فعال و دارای مجوز در کشور احداث شده که مجموعاً ظرفیت تولید ۶۳۳۲ تن گوشت

ماهیان خاویاری و ۹۵ تن خاویار را دارنـد و در سـال ۱۳۹۶ مجموعاً ۲۵۱۴ تن گوشت و ۳۵۰۸ کیلوگرم خاویار در مزارع پرورشی بخـش خصوصـی تولیـد (آمارنامـه شـیلات ایـران، ۱۳۹۶) و به بـازار داخلـی و خـارج کشـور بـه فـروش رفـت (عبدالحی و کرمی‌راد، ۱۳۹۷). بنابراین، جهت دسـتیابی بـه این مقدار تولید، پرورش گله ماهیان مولـد خاویـاری جهـت تولید بچه‌ماهی مورد نیاز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

مواد و روش کار

این پژوهش در ایستگاه تحقیقات ماهیان خاویاری استان گیلان (سایت چابکسر) واقع در ۱۰ کیلومتری غرب بخش چابکسر، بین مختصات جغرافیایی $s39\frac{0452589}{4098708}$ که از شمال به دریای خزر، از غرب به بخش کلاچای، از شرق به بخش چابکسر و از جنوب به روستای چایجان ختم می‌شود، به انجام رسید (شکل ۱).



شکل ۱: عکس ماهواره‌ای و موقعیت مکانی حوضچه‌های پرورشی ایستگاه تحقیقاتی ماهیان خاویاری چابکسر

آب مورد نیاز حوضچه‌های پرورشی از دریای خزر تأمین شد. آب دریای خزر پس از انتقال به استخر ذخیره رسوبگیر و عبور از فیلترهای شنی، به وسیله الکتروپمپ، از طریق لوله-های انتقال آب به استخرهای بتونی پرورش ماهی محل اجرای پروژه انتقال یافت. دبی ورودی آب برای هر حوضچه، ۲/۵ تا ۳ لیتر در ثانیه با ۵ بار تعویض کامل آب در طول شبانه روز بود. انتقال آب به داخل حوضچه‌ها به دو صورت انتقال سریع و فواره‌ای انجام شد. در این تحقیق از یک دستگاه موتور دیزل‌ژنراتور ۱۵۰Kw تامین کننده برق اضطراری برای ایستگاه پمپاژ، هوادهی و فضای اداری مورد استفاده قرار گرفت. همچنین از ۲ دستگـاه الکتـروموتـور دمنـده هـوا (ایربلوئر) بـرای تأمین اکسیژن و هوادهی حوضچه‌های پرورشی استفاده شد. جهت اجرای این تحقیق تعداد ۳۲۵ قطعه فیل‌ماهی ماده ۵ ساله موجود در ایستگاه چابکسر پس از ثبت مشخصات، با میکروچیپ تگ‌گذاری شدند (شکل ۲). ماهیان انتخاب شده در ۸ حوضچه بتونی گرد با مساحت ۲۸/۲۶ متر مربع) با تعداد ۴۰ قطعه در هر حوضچه نگهداری شدند.

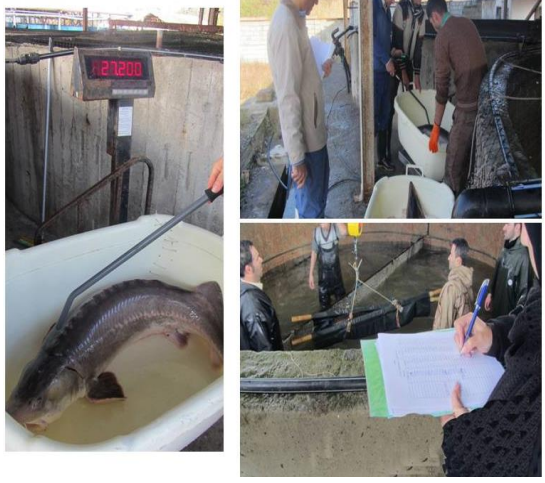
شکل ۲ : تگ‌گذاری جهت شناسنامه‌دارکردن فیل‌ماهی ماده در ابتدای دوره پرورش

جهت پرورش پیش‌مولدین فیل‌ماهی از حوضچه‌های بتونی گرد با قطر ۶ متر استفاده گردید. شیب کف حوضچه‌ها در تمامی جهات ۳ تا ۵ درصد و به طور منظم به سمت مرکز خروجی طوری تنظیم شده بود تا امکان تعویض آب و دفع فضولات ناشی از غذا و مدفوع براحتی امکان‌پذیر شود. برای جلوگیری از پرش و فرار ماهیان روی همه حوضچه‌ها با تور پوشیده شد. جهت جلوگیری از تابش نور مستقیم خورشید و آفتاب سوختگی، حوضچه ها به سایبان و جهت ممانعت از سرقت و دزدی به دوربین مدار بسته مجهز شدند (شکل ۳). کلیه حوضچه‌های بتونی مجهز به سیستم هوادهی بودند و هوای مورد نیاز بوسیله یک دستگاه ایرجت از طریق شبکه انتقال هوا (با لوله-های PVC) که در فاصله ۳۰ سانتی‌متری از کف حوضچه‌ها تعبیه شده بود، تأمین شد.

شکل ۳: حوضچه‌های بتونی گرد پرورش فیل‌ماهی ایستگاه تحقیقات ماهیان خاویاری چابکسر

فیل‌ماهیان با استفاده از جیره غذای کنسانتره ساخت ایران، پلت فرورونده، حاوی ۴۶ تا ۵۰ درصد پروتئین،۱۰ تا ۱۴ درصد چربی، ۲ تا ۴ درصد فیبر خام و ۷ تا ۱۰ درصد خاکستر، با رطوبت ۶ تا ۱۱ درصد با قطر ۱۰ میلی‌متر ویژه ماهیان مولد به‌میزان ۰/۵ تا یک درصد وزن بدن تغذیه شدند. توزیع غذا ۲ بار در روز و به صورت دستی (پاشیدن) گرفت. به منظور حفظ شرایط مناسب محیط پرورش، پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب در طی دوره اندازه‌گیری و ثبت گردید. اندازه‌گیری دمای آب سه بار در روز و با دماسنج جیوه‌ای با دقت ۰/۱ درجه سانتی‌گراد، اندازه‌گیری میزان اکسیژن با دستگاه اکسیژن‌متر دیجیتال پرتابل مدل HACH HQD field case cat. No 58258.00 و برای اندازه‌گیری pH آب از دستگاه pH متر دیجیتال پرتابل مدل HACH HQD field case cat. No 58258.00 و برای اندازه‌گیری میزان شوری آب از دستگاه شوری‌سنج مدل S- 28E ساخت شرکت Atago ژاپن انجام گردید. اندازه‌گیری اکسیژن محلول، pH و شوری آب سه بار در هفته انجام شد.

زیست‌سنجی ماهیان سالانه دو بار انجام شد، در زمان زیست‌سنجی، آب حوضچه‌های بتونی به یک سوم کاهش یافت و از هر حوضچه پرورش ۱۵ تا۲۰ درصد از کل ماهیان به صورت تصادفی انتخاب و بعد از خواندن کد شناسایی آنها، با رعایت ملاحظات بهداشتی و بدون وارد نمودن صدمات فیزیکی اندازه‌گیری شدند (شکل ۴).



شکل ۴: زیست‌سنجی فیل‌ماهی ماده پلاک‌گذاری شده در حوضچه‌های بتونی

حوضچه‌های رسوب‌گیر هر ماه یک بار نخست کاملاً تخلیه شدند و سپس تمیزسازی کف و دیواره حوضچه‌ها از لجن و نیز ضدعفونی کردن محیط پرورش با آهک زنده انجام گردید (شکل ۵). حوضچه‌های رسوبگیر و آرامش پس از شستشو با آب تمیز دریا آبگیری و سپس به حوضچه‌های پرورشی انتقال داده شدند. در پایان دو سال پرورش فیل-ماهیان، با استفاده از روش کم‌تهاجمی لاپاراسکوپی با بهره-گیری از دستگاه لاپاراسکوپ STEMA، DIGITAL VIDEO CAMERA مدلM-CAM1700 و تلسکوپ ۳۰ درجه، ۴ میلی‌متری، بطول ۱۷/۵ سانتی‌متر، منبع تولید نور سرد هالوژن 250W و مانیتور ۲۰ اینچ ساخت آلمان تعیین جنسیت شدند.

شکل ۵: شستشو و آهک‌پاشی حوضچه‌های رسوبگیر

روند رشد و کارایی غذا با استفاده از شاخص‌های افزایش وزن (WG) (Ronyai *et al.*, 1990)، شاخص رشد ویژه (S.G.R) (Oprea and Oprea, 2008) درصد افزایش وزن بدن (BWI) (Hung *et al.*, 1989) و ضریب تبدیل غذا (F.C.R) (Abdelghany & Ahmad, 2002) و رشد روزانه (G.R) (Hung *et al.*, 1989) در کلیه حوضچه‌ها مورد محاسبه قرار گرفتند. کلیه داده‌های اولیه در نرم‌افزار Excel2007 به عنوان بانک اطلاعاتی ذخیره، کلیه اطلاعات و داده‌ها پس از ثبت در بانک اطلاعاتی با آنالیز واریانس یکطرفه و آزمون جداساز دانکن با استفاده از نرم افزار SPSS در سطح احتمال ۹۵ درصد مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. در این مطالعه علاوه بر استفاده از آمار عمومی، به منظور بررسی توزیع نرمال داده‌ها در گروه‌ها از آزمون Shapiro-Wilk استفاده شد. با نرمال‌بودن داده‌ها به منظور مقایسه آماری زیست‌سنجی‌ها تا پایان دوره در حوضچه‌ها از آزمون آنالیز واریانس یکطرفه (One-way ANOVA) و پس از بررسی همگنی داده‌ها در گروه‌ها با آزمون Test of Homogeneity of Variances جهت مقایسه داده‌ها در گروه‌ها از آزمون دانکن استفاده شد.

نتایج

نتایج نشان داد میانگین درجه حرارت آب، در ماه‌ها و فصول مختلف، طی دو سال متفاوت بود. حداکثر دما در فصول چهارگانه بهار، تابستان، پاییز و زمستان به ترتیب ۱۸/۷، ۲۸/۴، ۱۵/۸ و ۱۰ درجه سانتی‌گراد بود (جدول ۱).

جدول ۱: تغییرات درجه حرارت هوا و آب (درجه سانتی-گراد) حوضچه‌های پرورشی ایستگاه چابکسر در ماه‌های مختلف طی سال‌های ۹۵-۱۳۹۴

	سال ۹۴		سال ۹۵	
ماه‌ها	دمای هوا	دمای آب	دمای هوا	دمای آب
فروردین	۱۱/۸۷±۲/۱۲ ۸/۶۶–۱۶/۸۳	۱۲/۷۹±۱/۴۳ ۱۰/۶۶–۱۵/۸۳	۱۰/۷۵±۱/۲۷ ۹–۱۴/۵۰	۱۲/۲۷±۱/۱۶ ۱۰/۸۳–۱۵/۳۳
اردیبهشت	۱۸/۷۳±۲/۴۳ ۱۲/۶۷–۲۱	۱۷/۶۹±۲/۶۸ ۱۲/۶۷–۲۱	۱۶/۱۳±۰/۸۱ ۱۴/۵۰–۱۷/۷۵	۱۷/۷۰±۰/۷۷ ۱۵/۵۰–۱۸/۶۷
خرداد	۲۵/۷۶±۱/۷۰ ۲۲–۲۸/۸۳	۲۵/۲۱±۰/۶۶ ۲۰/۶۷–۲۸/۳۳	۲۰/۷۳±۱/۲۶ ۱۷/۵۰–۲۲/۵۰	۲۲/۱۳±۱/۱۹ ۱۸/۹۳–۲۲/۶۷
تیر	۲۹/۱۵±۱/۵۸ ۲۵/۶۶–۳۱/۱۶	۲۷/۶۷±۱/۹۳ ۲۲/۵۰–۲۹/۸۳	۲۵/۷۷±۱/۲۳ ۲۲/۵۰–۲۷/۵۰	۲۶/۹۷±۱/۲۶ ۲۴/۲۲–۲۸/۸۳
مرداد	۲۹/۹۷±۱/۱۹ ۲۷/۶۷–۳۱/۸۳	۲۸/۳۷±۱/۳۱ ۲۵/۶۷–۳۰/۸۳	۲۷/۲۴±۱/۰۶ ۲۴/۵۰–۲۸/۵۰	۲۸/۵۱±۰/۹۲ ۲۵/۷۵–۲۹/۵۰
شهریور	۲۷/۴۵±۱/۶۰ ۲۲/۲۲–۲۹/۶۷	۲۷/۷۳±۱/۸۴ ۲۴/۶۷–۳۱/۲۲	۲۶/۸۳±۲/۰۸ ۲۴–۲۹	۲۸/۱۰±۲/۰۶ ۲۵/۵۰–۳۰/۶۰
مهر	۲۱/۸۰±۲/۴۰ ۱۸–۲۶/۵۰	۱۹/۸۱±۲/۰۵ ۱۵–۲۶/۲۲	۲۱/۶۱±۱/۹۰ ۱۷–۲۲/۲۲	۲۲/۲۰±۲/۰۴ ۱۷/۲۲–۲۴/۵۰
آبان	۱۶/۰۵±۲/۰۵ ۱۲–۲۲	۱۴/۱۷±۲/۳۸ ۸/۶–۱۹	۱۵/۲۳±۱/۱۹ ۱۴–۱۷	۱۶/۵۸±۱/۲۷ ۱۵–۱۹/۱۵
آذر	۱۲/۲۲±۱/۰۶ ۱۰/۱۷–۱۴/۸۳	۱۰/۷۵±۱/۴۴ ۷–۱۳/۶۷	۹/۹۰±۱/۰۹ ۸–۱۱/۲۲	۱۱/۲۶±۱/۱۱ ۹/۴۲–۱۳/۱۳
دی	۱۱/۲۰±۱/۱۲ ۸/۶۷–۱۴/۶۷	۱۰/۰۲±۲/۰۶ ۵/۲۰–۱۵/۶	۸/۴۵±۱/۶۹ ۴–۱۰/۵۰	۱۰/۰۷±۰/۷۷ ۹/۲۵–۱۲
بهمن	۱۰/۳۱±۰/۹۷ ۸/۲۲–۱۲/۲۲	۹/۶۷±۰/۹۴ ۷/۸۳–۱۲	۷±۱/۲۴ ۴–۹	۸/۰۳±۱/۸۹ ۵/۵–۹/۷۵
اسفند	۹/۱۹±۱/۲۹ ۶/۶۷–۱۱/۶۷	۹/۲۲±۱/۶۰ ۴/۸۳–۱۲/۲۲	۸/۷۵±۱/۱۵۰ ۶–۱۱	۹/۸۲±۱/۴۰ ۷/۲۰–۱۲

همچنین نتایج میانگین pH آب، میانگین شوری و اکسیژن محلول در آب حوضچه‌های پرورشی ایستگاه چابکسر در ماه‌های مختلف بر اساس جدول ۲ اندازه‌گیری و ثبت گردید.

جدول ۲: تغییرات اکسیژن محلول، شوری آب و pH آب حوضچه‌های پرورشی ایستگاه چابکسر در فصول مختلف در سال‌های ۹۵-۱۳۹۴

ماه‌ها	پارامترها	میانگین اکسیژن (میلی‌گرم در لیتر)	میانگین شوری آب (قسمت در هزار)	میانگین pH آب
فروردین		۸/۷	۱۲/۴	۸/۴
اردیبهشت		۶/۷	۱۲/۵	۷/۴
خرداد		۶/۲	۱۲/۴	۷/۲
تیر		۵/۸	۱۲/۴	۷/۴
مرداد		۶/۴	۱۲/۵	۷/۴
شهریور		۶/۵	۱۲/۴	۷/۴
مهر		۶/۴	۱۲/۴	۷/۲
آبان		۷/۴	۱۲	۷/۲
آذر		۹	۱۲/۴	۷/۴
دی		۹/۲	۱۳	۷/۲
بهمن		۸/۴	۱۲/۵	۷/۲
اسفند		۸/۴	۱۳	۷

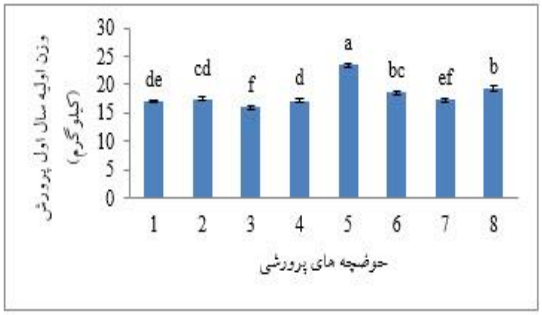
جدول ۳: مقایسه میانگین وزن ماهیان در ۸ حوضچه در ۵ مرحله زیست‌سنجی

	شماره حوضچه	مراحل زیست‌سنجی ۱	۲	۳	۴	۵
وزن ماهیان (کیلوگرم)	۱	۱۷/۱۳±۰/۲۷ e	۱۹/۹۵±۰/۴۴ d	۲۲/۴۶±۰/۴۷ c	۲۵/۲۸±۰/۲۴ b	۲۷/۲۲±۰/۲۹ a
	۲	۱۷/۴۳±۰/۲۷ e	۱۹/۴۱±۰/۳۴ d	۲۲/۳۴±۰/۳۷ c	۲۵/۱۶±۰/۲۷ b	۲۷/۲۹±۰/۲۷ a
	۳	۱۶/۰۳±۰/۳۰ d	۱۸/۰۶±۰/۳۱ c	۱۹/۵۸±۰/۲۸ b	۲۲/۶۱±۰/۵۳ a	۲۴/۸۲±۰/۴۰ a
	۴	۱۷/۲۲±۰/۲۹ d	۲۰/۰۲±۰/۳۱ c	۲۲/۴۲±۰/۴۷ b	۲۵/۴۴±۰/۲۰ a	۲۷/۴۶±۰/۲۴ a
	۵	۲۲/۴۲±۰/۴۰ d	۲۶/۳۴±۰/۵۰ c	۲۸/۱۲±۰/۴۴ b	۳۰/۰۸±۰/۲۷ a	۳۲/۰۳±۰/۲۷ a
	۶	۱۸/۶۶±۰/۳۶ e	۲۱/۸۶±۰/۵۳ d	۲۴/۲۲±۰/۳۱ c	۲۶/۵۸±۰/۱۸ b	۲۸/۴۴±۰/۲۵ a
	۷	۱۷/۲۹±۰/۲۲ e	۱۹/۸۴±۰/۳۱ d	۲۱/۲۲±۰/۲۲ c	۲۴/۲۲±۰/۲۰ b	۲۶/۰۲±۰/۴۰ a
	۸	۱۹/۲۸±۰/۵۳ d	۲۲/۲۵±۰/۲۹ c	۲۴/۱۴±۰/۴۶ b	۲۶/۴۷±۰/۲۷ a	۲۸/۲۴±۰/۴۵ a

* حروف متفاوت بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشد ($P<0.05$).

نتایج نشان داد که میانگین وزن فیل‌ماهیان مورد آزمون در ۵ مرحله زیست‌سنجی در ۸ حوضچه بتونی، دارای اختلاف معنی‌داری بودند ($P<0.05$). از مرحله اول تا پنجم زیست-سنجی روند افزایشی در میانگین وزنی ماهیان در همه حوضچه‌ها مشاهده گردید (جدول ۳). همچنین نتایج نشان داد که میانگین وزن فیل‌ماهیان در هر مرحله از زیست-سنجی نسبت به مرحله قبل افزایش معنی‌دار داشت و میزان وزن بچه ماهیان در پنجمین مرحله زیست‌سنجی به طور معنی‌داری بیشتر از سایر مراحل بود (جدول ۳).

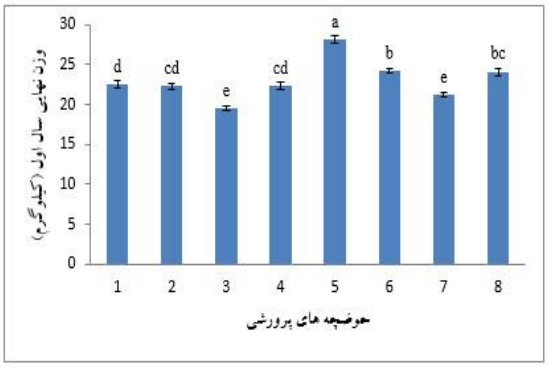
براساس آزمون تجزیه واریانس یکطرفه (One-way ANOVA وزن اولیه ماهیان در ۸ حوضچه، اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (df=7, F=21.466, P=0.000). نتایج نشان داد که وزن اولیه فیل‌ماهیان در حوضچه‌های ۵، ۸، ۶ به طور معنی‌داری بیشتر از سایر حوضچه‌ها بود (نمودار ۲).



نمودار ۲: مقایسه میزان وزن اولیه فیل‌ماهیان در ۸ حوضچه پرورشی سال اول پرورش

* حروف متفاوت بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشد ($P<0/05$).

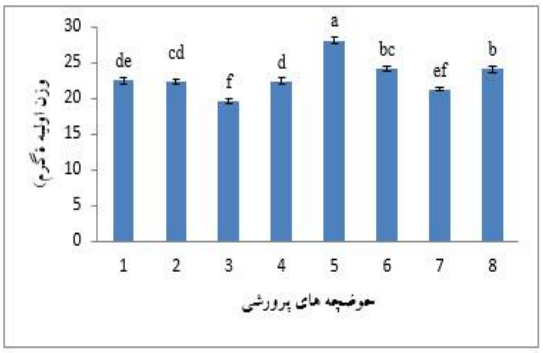
همچنین نتایج نشان داد که وزن نهایی فیل‌ماهیان در پایان سال اول پرورش در حوضچه‌های ۵، ۶، ۸، به طور معنی‌داری بیشتر از حوضچه‌های دیگر بود (نمودار ۳).



نمودار ۳: مقایسه میانگین وزن نهایی ماهیان در حوضچه ها در سال اول پرورش بر حسب کیلوگرم

* حروف متفاوت بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشد (P<۰/۰۵).

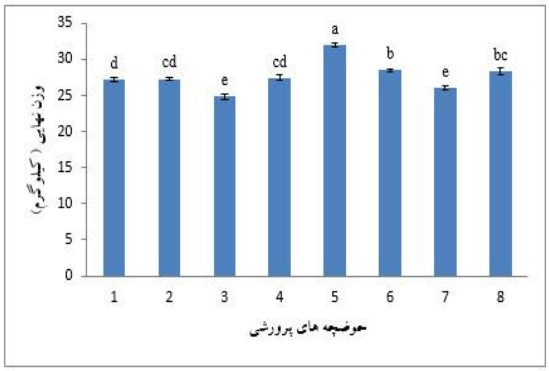
براساس آزمون تجزیه واریانس یکطرفه (one-way ANOVA) به منظور مقایسه میانگین وزن اولیه ماهیان در آغاز سال دوم پرورش در ۸ حوضچه، اختلاف معنی‌دار مشاهده شد (df= 7, F=21.466, P=0.000). نتایج نشان داد که میزان وزن اولیه فیل‌ماهیان در حوضچه‌های ۵، ۸، ۶ به طور معنی‌داری بیشتر از سایر حوضچه‌ها بود (نمودار ۴).



نمودار ۴: مقایسه میزان وزن اولیه فیل ماهیان در ۸ حوضچه پرورشی سال دوم پرورش

* حروف متفاوت بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشد (P< ۰/۰۵).

همچنین نتایج نشان داد که میزان وزن نهایی فیل-ماهیان در پایان سال دوم پرورش در حوضچه‌های ۵، ۶، ۸ به طور معنی‌داری بیشتر از سایر حوضچه بود (نمودار ۵).

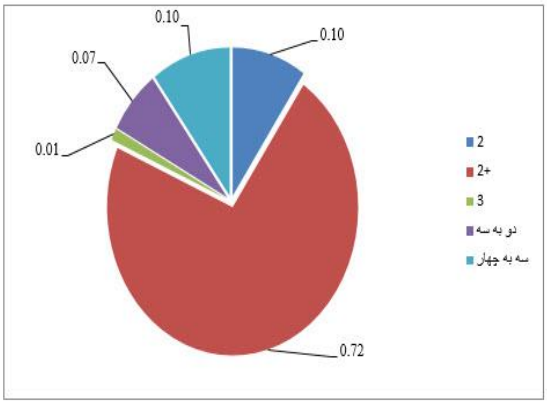


نمودار ۵ : مقایسه میانگین وزن نهایی ماهیان در حوضچه-ها در سال دوم پرورش

* حروف متفاوت بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشد (P< ۰/۰۵).

براساس نتایج، میزان ضریب تبدیل غذا، نرخ رشد ویژه، درصد افزایش وزن، رشد روزانه و میزان تولید در سال اول و دوم پرورش به ترتیب ۲/۲ و ۱۳/ ۲؛ ۰/۰۶۳ و ۰/۰۵۰ برابر؛ ۲۶/۱۸ و ۲۰؛ ۰/۰۷۲ و ۰/۰۵۷ کیلوگرم در روز و ۱۸۸/۶۶ و ۱۳۹/۷۶ کیلوگرم بدست آمد.

براساس نتایج حاصل از تعیین مرحله جنسی فیل‌ماهیان در پایان دوره پرورش دو ساله، ۷۱/۹۷% از ماهیان مورد بررسی در مراحل رسیدگی جنسی بالاتر از مرحله دو رسیدگی جنسی قرار داشتند، ۱۰/۱۹% در مرحله سه به چهار و ۹/۵۵% در مرحله دو رسیدگی بودند، ضمناً ۷/۰۱% در مرحله دو به سه و ۱/۲۷% در مرحله سه رسیدگی جنسی قرار داشتند (نمودار ۶).



نمودار ۶ : مراحل جنسی فیل‌ماهیان برحسب درصد در پایان دوره پرورش

بحث

فیل‌ماهیان سازگاری مناسبی با تغییرات درجه حرارت دارند، یعنی یوری ترم (Eurytherm) هستند و می-توانند دمای ۴ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد را تحمل نمایند (آذری تاکامی، ۱۳۸۸). همچنین بر اساس بررسی‌های انجام شده توسط یزدانی و همکاران (۱۳۹۱) در زمینه بررسی

روند رشد فیل‌ماهی و رابطه آن با دما، گونه فیل‌ماهی در وزن‌های بالا ضمن تحمل طیف وسیعی از دمای آب می‌تواند در دمای پایین نیز روند رشد خوبی را از خود نشان دهد. بنابراین، بر اساس یافته‌های دو سال اجرای این تحقیق، می‌توان گفت که ۶ تا ۸ ماه از سال، شرایط دمایی آب ایستگاه تحقیقاتی چابکسر در دامنه حرارتی مناسب قرار داشت، به طوری که فیل‌ماهیان قادر به تغذیه بودند. میزان درجه حرارت آب حوضچه‌های پرورشی در طی دو سال پرورش از ۹ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد در زمان‌های مختلف متغیر بود. با توجه به نتایج محققین، دامنه مناسب درجه حرارت آب برای پرورش ماهیان خاویاری ۱۲ تا ۲۶ درجه سانتی‌گراد است و حداکثر میزان تغذیه و رشد در گونه‌های مختلف پرورشی ماهیان خاویاری در دمای ۱۶ تا ۲۴ رخ می‌دهد (پورعلی فشتمی و محسنی، ۱۳۸۶). همچنین نتایج مطلوب رشد فیل‌ماهیان در دامنه حرارتی ۱۵ تا ۲۵ (کاکوزا، ۱۳۸۰)، ۱۹ تا ۲۴ (شفچنکو و پوپوآ، ۱۹۹۹)، ۲۰ تا ۲۵ (راستگوی فهیم، ۱۳۷۰)، ۲۲ تا ۲۵ (رسولی، ۱۳۷۰)، ۱۶ تا ۲۱ (آذری تاکامی، ۱۳۸۸) و در ۲۳ درجه سانتی‌گراد (Hung *et al.*, 1993) گزارش شده است. درجه حرارت نرمال تأثیر زیادی بر شاخص‌های رشد تاسماهیان دارد (Krupiy and Kolodokova, 1996). بسیاری از گونه‌های تاسماهیان جهت رشد بهینه به آب‌های گرم بین ۱۸ تا ۲۶ درجه سانتی‌گراد، اما جهت تولیدمثل به محیط آبی سردتر در دمای ۱۰ تا ۱۵ درجه سانتی‌گراد نیاز دارند (Doroshov *et al.*, 1997; Mims *et al.*, 2002). داده‌های این مطالعه در طی دو سال بررسی نشان داد که ایستگاه تحقیقات چابکسر ۶ ماه از سال دارای شرایط دمایی برای بهینه رشد فیل‌ماهی (در دامنه حرارتی ۱۵ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد) بود. روند رشد ماهیان در نیمه اول سال که دمای آب از فروردین شروع به افزایش می‌کند تا مهرماه (بجز مردادماه که بیشترین درجه حرارت را دارا بود) درجه حرارت آب بین ۱۵ تا ۲۷ درجه سانتی‌گراد افزایش یافت. بنابراین، نتایج دمایی حوضچه‌های پرورش با نتایج محققین یاد شده مطابقت داشت.

در بررسی عوامل مختلف مؤثر بر رشد و تغذیه ماهیان، دمای آب، شرایط محیط پرورشی و سایزبندی ماهیان از جمله پارامترهای مهم تأثیرگذاری هستند که بایستی در تعیین درصد غذادهی مورد توجه قرار گیرند (Brett, 1979; Brett & Groves, 1979). اطلاعات کمی در خصوص تغذیه مولدین تاسماهیان با توجه به اهمیت آنها در آبزی‌پروری وجود دارد. سطح بهینه پروتئین در جیره غذایی مولدین ماهیان خاویاری در حدود ۴۵ درصد برآورد شده است (یوسفی جوردهی و همکاران، ۱۳۹۲؛ محسنی و همکاران.، ۱۳۸۹). از این‌رو، برای تغذیه پیش مولدین فیل‌ماهی از غذای پلت ساخت داخل کشور حاوی ۴۶ درصد پروتئین، ۱۶ درصد چربی و ۲/۵ درصد فیبر خام ۸/۵ درصد خاکستر و با انرژی قابل هضم ۴۴۰۰ کیلو کالری بر کیلوگرم استفاده گردید.

تاسماهیان می‌توانند دامنه وسیعی از pH بین ۶/۵ تا ۹ آب را به خوبی تحمل نمایند. ولی رشد مناسب آنها در pH ۷/۶ تا ۸/۵ یعنی آبهای قلیایی صورت می‌گیرد (آذری تاکامی، ۱۳۸۸). با توجه به اطلاعات ثبت شده در این پروژه، میانگین میزان pH حوضچه‌های پرورشی بین ۷/۱ تا ۸/۵ در ماه‌های مختلف سال در نوسان بود که با توجه به منابع پیشین می‌توان اذعان نمود که میزان pH حوضچه‌های پرورشی جهت پرورش ماهیان خاویاری در دامنه مطلوب قرار داشت.

تجربیات به دست آمده در خصوص مقایسه روند رشد ماهیان خاویاری در آب شیرین و ایستگاه تحقیقاتی چابکسر که آب آن منحصراً با آب لب شور تأمین می‌شود، نیز نشان داد که ماهیان خاویاری بومی ایران، گونه‌های مقاومی در مقابل تغییرات شوری (Euryhaline) بوده، به راحتی می‌توانند نوسانات شوری را تحمل نمایند (یزدانی و همکاران.، ۱۳۹۴). توانایی ماهیان برای سازگاری به سطوح مختلف شوری در محیط به عواملی از قبیل توانایی آنها در جذب و دفع یون‌ها و قابلیت نگهداری توازن یونی بستگی دارد (Rodriguez *et al.*,2002). با این وجود، نتایج نشان داد که میزان شوری آب دریای خزر در حوضچه‌های پرورشی تغییرات محسوسی نداشته است.

یکی از پارامترهای حیاتی در امر آبزی‌پروری، اکسیژن محلول در آب می‌باشد. تاسماهیان به ویژه فیل‌ماهی از گروه ماهیان اکسیژن دوست (Oxyphilic fishes) هستند، یعنی برای اعمال فیزیولوژی خود مانند تغذیه و رشد به غلظت بالایی از اکسیژن محلول در آب نیاز دارند (آذری تاکامی، ۱۳۸۸). لذا، فراهم‌آوردن اکسیژن محلول برای ماهی در پرورش متراکم امری الزامی است، زیرا غلظت‌های پایین اکسیژن موجب بی‌اشتهایی، استرس تنفسی، کمبود اکسیژن بافتی و در نهایت مرگ می‌گردد (Mohler, 2003). هر چند آزمایش‌های انجام شده در خصوص توانایی تحمل اکسیژن در گونه فیل‌ماهی، نشان داده است که این ماهی توانایی بالایی برای مقابله با شرایط اکسیژنی کم دارد (باقرزاده، ۱۳۸۹)، اما پرورش طولانی مدت ماهیان خاویاری با شرایط کمبود اکسیژن موجب کاهش رشد و احیاناً مرگ و میر آنها می‌گردد (Maxime *et al.*, 1995). حساسیت ماهیان در مقابل کاهش اکسیژن محلول در آب، در مراحل مختلف رشد (تخم، لارو و بالغ) و همچنین فعالیت‌های حیاتی (تغذیه، رشد، تولیدمثل و فعالیت‌های عمومی) متفاوت است و باید در هر یک از این موارد حداقل آن مشخص گردد. مقدار مناسب اکسیژن محلول در آب برای پرورش تاساهیان بین ۶ تا ۱۲ میلی‌گرم در لیتر است که اگر این مقدار به ۲/۲ تا ۲/۵ میلی‌گرم در لیتر کاهش یابد، اشتهای ماهیان کاهش یافته و از خوردن غذا متناع می‌کنند و اگر به زیر ۱/۶ میلی-گرم در لیتر برسد، خطرناک و کشنده خواهد بود (آذری تاکامی، ۱۳۸۸).

مقدار مصرف اکسیژن توسط ماهی به تغییرات درجه حرارت و pH آب، اندازه ماهی، وضعیت استخر، شدت فعالیت، وضعیت و نوع تغذیه ماهیان و دیگر عوامل بستگی دارد. همچنین افزایش pH آب و CO_2 قدرت جذب اکسیژن ازآب را کم می‌کند. مقدار اکسیژن محلول در آب برای رشد مناسب ماهیان خاویاری باید بیش از ۶ میلی‌گرم در لیتر باشد (آذری تاکامی، ۱۳۸۸). میزان اکسیژن مطلوب پرورش در حوضچه های بتونی دراز در گونه فیل‌ماهی ۷/۴ میلی‌گرم در لیتر گزارش شده است (Arndt & Mieske, 1994). گزارشاتی نیز حاکی از آن است که پرورش طولانی‌مدت ماهیان خاویاری با شرایط کمبود اکسیژن موجب کاهش رشد، تغییر وضعیت فیزیولوژیک و در پاره‌ای موارد موجب مرگ آنها می‌گردد (Maxime *et al.*, 1995). بهره‌برداری از سیستم هوادهی باعث تأمین اکسیژن محلول در آب و اکسیژن اشباع می‌شود و در کاهش سمیت گازهای مضر مؤثر است. سمیت NH_3 با کاهش اکسیژن افزایش می‌یابد (آذری تاکامی، ۱۳۸۸).

در این مطالعه، اکسیژن آب حوضچه‌های پرورشی از طریق لوله‌های انتقال هوا اتصال یافته به ایربلوئرکه در فاصله ۳۰ سانتی‌متری از کف حوضچه‌های بتونی تعبیه شده بود، تأمین گردید، بعلاوه با ورود آب تازه، بخشی از اکسیژن مورد نیاز تأمین شد. داده‌ها نشان داد میزان اکسیژن محلول در ماه‌های مختلف در حوضچه‌های پرورشی در مدت دو سال بررسی از ۶/۲ تا ۹/۳ میلی‌گرم در لیتر متغیر بود (جدول ۴) که با توجه به نتایج سایر محققین، مقادیر اکسیژن محلول حوضچه‌های پرورش در این بررسی در حد مطلوب بود. همانطورکه ذکر شد در پاره‌ای از موارد به صورت مقطعی میزان اکسیژن محلول در حوضچه‌های بتونی به دلیل قطع آب ورودی (عدم آبگیری ناشی از طوفانی شدن دریا) و یا خرابی الکتروپمپ‌ها به صورت موقت و لحظه‌ای کاهش یافته بود که با مدیریت برداشت آب از حوضچه‌های ذخیره آب و انجام عمل هوادهی و قطع غذا مرتفع گردید.

تراکم می‌تواند به عنوان عامل ایجاد استرس باعث اثرات ثانویه بر کاهش وزن (Rowland *et al.*, 2005; Irwin *et al.*, 1999) و یا فاکتور بازدارنده رشد (Meloti *et al.*, 2004) در ماهیان بویژه گونه‌های گوشتخوار باشد. بدیهی است که با توجه به نیازهای فیزیولوژیک ماهیان، افزایش وزن و میزان تراکم شاخص‌های رشد، تغذیه و پارامترهای خونی را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد (Abdelghany & Ahmad, 2002). تراکم فیل‌ماهیان در سال چهارم ۲۵ کیلوگرم در مترمربع و در سال ششم به حداکثر ۳۰ کیلوگرم در مترمربع می‌رسند و از سال هفتم به منظور تعیین شرایط محیطی مناسب جهت رشد گنادها و تولید خاویار فیل ماهیان با تراکم ۲۵ کیلوگرم در مترمربع نگهداری و پرورش می‌یابند (پورکاظمی و همکاران.، ۱۳۹۱).

براساس نتایج بدست آمده در این پروژه و با توجه به شرایط بهینه رشد، تراکم برای تمام حوضچه‌ها تقریباً یکسان در نظر گرفته شده بود. متوسط تراکم اولیه در آغاز شروع آزمایش در ۸ حوضچه ۲۵/۹ کیلوگرم در متر مربع بود که در پایان سال اول پرورش به ۳۲/۷ کیلوگرم در متر مربع رسید. به دلیل افزایش تراکم از حد نرمال، اقدام به کاهش تراکم شد و در سال دوم پرورش از ۲۴/۴ کیلوگرم در متر مربع شروع و در پایان دوره پرورش به ۲۹/۳ کیلوگرم در متر مربع رسید. وزن فیل‌ماهیان در حوضچه‌ها در ۵ مرحله زیست‌سنجی روند افزایشی معنادار نسبت به مرحله قبل داشت و نتایج نشان داد که میزان افزایش وزن فیل‌ماهیان در پنجمین مرحله زیست‌سنجی به‌طور معنی‌داری بیشتر از مراحل قبلی بود. بر اساس نتایج میانگین بیومس بدست آمده در ۸ حوضچه در سال اول پرورش از ۷۲۳/۳۷ کیلوگرم به ۹۱۲/۰۳ کیلوگرم رسید و میزان بیومس تولیدی هر حوضچه ۱۸۸/۶۶ کیلوگرم بود که میانگین کمترین بیومس در حوضچه ۵ (۱۵۵/۱۹ کیلوگرم) و بیشترین میزان بیومس در حوضچه ۱ (۲۱۸/۶۵ کیلوگرم) مشاهده گردید. همچنین میزان تولید بیومس درسال دوم پرورش در ۸ حوضچه پرورشی از ۶۸۱/۴۳ کیلوگرم به ۸۲۱/۱۷ کیلوگرم رسید (در آغاز سال دوم پرورش تراکم ماهیان کاهش داده شد). میانگین میزان تولید بیومس در هر حوضچه در سال دوم پرورش ۱۳۹/۷۴ کیلوگرم محاسبه گردید. کمترین و بیشترین میزان تولید بیومس در سال دوم پرورش به ترتیب در حوضچه شماره ۵ (۹۰/۰۵ کیلوگرم) و در حوضچه ۳ (۱۷۸/۲۲ کیلوگرم) مشاهده گردید.

در این تحقیق، شاخص درصد افزایش وزن نسبت به وزن اولیه نشان داد که وزن ماهیان از مرحله اول تا پنجم زیست‌سنجی روند افرایشی در میانگین وزنی ماهیان در همه حوضچه‌ها مشاهده گردید. نتایج نشان داد که میزان وزن نهایی فیل‌ماهیان در حوضچه‌های ۵، ۶، ۸، ۴ و ۲ به ترتیب وضعیت بهتری داشته و به طور معنی‌داری بیشتر از حوضچه‌های ۱، ۳ و ۷ بود. بر اساس نتایج میانگین میزان نرخ رشد ویژه ماهیان در ۸ حوضچه برابر ۰/۰۳±۰/۰۷۱ بود که نسبت به هم فاقد اختلاف معنی‌داری بودند. هر چند کمترین نرخ رشد ویژه در حوضچه ۵ (۰/۰۶) و بیشترین نرخ رشد ویژه در حوضچه ۳ (۰/۰۸) مشاهده گردید.

در یک بررسی انجام گرفته میزان ضریب تبدیل غذا با افزایش تراکم، افزایش یافت. بهترین ضریب تبدیل غذا (۱/۰±۴/۰) در تراکم پایین بدست آمد (پورعلی فشتمی و همکاران.، ۱۳۸۳). اما در این تحقیق میانگین میزان ضریب تبدیل غذا در ۸ حوضچه برابر ۰/۰۵۶±۲/۱۳ کمترین ضریب تبدیل غذا در حوضچه ۳ (۱/۶۴) و بیشترین آن در حوضچه ۵ (۳/۰۴) مشاهده گردید، این میزان نسبت به تحقیقات پورعلی فشتمی و همکاران (۱۳۸۳)، تفاوت داشت به طوری که میزان آن بیشتر شده بود. دلایل افزایش ضریب تبدیل غذا نسبت به تحقیق دیگر پژوهشگران می‌تواند به دلیل:

الف- قطع غذا به دلیل عدم تعویض آب و به دنبال آن تعویق رشد ماهیان، ب- عدم آب‌گیری و تعویض به موقع آب حوضچه‌های پرورشی ناشی از طوفانی شدن دریا و ج- تبدیل بخشی از غذای مصرفی به رشد اندام‌های جنسی (پوردهقانی و همکاران.، ۱۳۹۸) زیرا ماهیان مورد آزمون این تحقیق پیش مولد بودند. بنابر این، در بررسی حاضر شاخص‌های مذکور بیشتر تحت تأثیر شرایط پرورش (سیستم آب‌رسانی یک طرفه و تجهیزات هوادهی) و نیز توانایی سازگاری بالای گونه فیل‌ماهی به شرایط پرورش بود. بنابراین در طی دوره پرورش شرایط نامساعد جوی (طوفانی و مواج شدن آب دریا) مانع از برداشت آب دریا شد و سیستم آبرسانی و نیز تا بهبود وضعیت آبگیری حوضچه‌ها، غذادهی نیز قطع گردید، این مسئله باعث پایین‌آمدن درصد افزایش رشد ماهیان و افزایش ضریب تبدیل غذایی شد.

براساس مطالعات، سرعت جریان آب سیستم پرورش در بهبود شاخص‌های رشد تأثیر دارد. این میزان در اوزان متفاوت تغییر می‌کند (پورعلی فشتمی و همکاران.، ۱۳۹۱). برخی از محققین معتقدند که باید برای رشد مطلوب ماهیان، دامنه مشخصی از دبی آب وجود داشته باشد. به طوری که، در خارج از دامنه فوق، رشد و کارایی غذا کاهش می‌یابد (Ogata & Oku, 2000). در یک بررسی و مقایسه دبی آب انجام گرفته، برای پرورش فیل‌ماهی مشخص گردید که با افزایش میزان جریان آب شاخص‌های رشد و تغذیه

بهبود می‌یابند. در این بررسی دبی آب لب شور ۱/۵ و ۳ لیتر در ثانیه باعث برتری آماری وزن نهایی شد (پورعلی فشتمی و همکاران، ۱۳۸۹).

از نکات قابل توجه در کاهش هزینه تولید، به حداقل رساندن سرعت جریان آب هنگام غذادهی ماهیان با استفاده از غذای کنسانتره می‌باشد (شفچنکو و پوپوآ، ۱۹۹۹). در تحقیق حاضر، میزان دبی آب ورودی حوضچه‌های پرورشی از ۲/۵ تا ۳ لیتر در ثانیه متغیر بود. این مقدار با نتایج پژوهش پورعلی و همکاران (۱۳۸۹) مطابقت داشت.

در طبیعت اولین رسیدگی جنسی بیشتر گونه‌های ماهیان خاویاری در سنین ۵ تا ۲۰ سالگی (Doroshova *et al.*, 1997) رخ می‌دهد، در حالی که بهمنی و کاظمی (۱۳۷۷) بلوغ جنسی فیل‌ماهی نر را شش سال اعلام کردند. در همین سن ماده‌ها در مراحل II-III قرار داشتند. در این تحقیق نیز بعد از بررسی نهایی تخمدان فیل‌ماهیان ۷ بخش بزرگی از آن‌ها در مرحله دوم سیدگی جنسی قرار داشتند. این تفاوت و کاهش مرحله رسیدگی جنسی می‌تواند به دلیل عدم مدیریت پرورش و تغذیه مناسب ماهیان فوق در سال‌های اولیه زندگی باشد.

دستورالعمل ترویجی

- ✓ کشور ما با برخورداری سابقه ۵۰ ساله در زمینه تکثیر و پرورش و رهاسازی بچه‌ماهیان خاویاری به دریا، تخصص فنی و شرایط آب و هوایی مناسب دریای خزر، پایین بودن هزینه‌های جاری پرورش نسبت به سایر کشورها، وجود ۹۰۰ کیلومتر نوار ساحلی و کم بازده ماسه‌ای و سنگی و دارا بودن جایگاه مناسب در بازار خاویار جهان در مقایسه با کشورهای‌آسیایی، اروپایی و آمریکایی، از قابلیت‌های چشمگیری جهت پرورش تجاری ماهیان خاویاری برخوردار است. بنابراین، نتایج این پژوهش می‌تواند در راستای افزایش بهره‌وری زمین‌های دره سه کشاورزی در جهت افزایش تولید مثمر ثمر واقع شود.
- ✓ مصرف آب در سال‌های اخیر رشد فزاینده‌ای داشته و آثار هشدار دهنده آن با توجه به کاهش سطح آب زیرزمینی، کاهش سطح دریاچه‌ها و خشکی مرداب‌ها آشکارتر شده است و متعاقب آن در آینده اهمیت منابع آب شیرین بارزتر خواهد شد، زیرا امروزه یکی از بیشترین مصرف کننده آب شیرین در صنعت، فعالیت‌های آبزی‌پروری است. بنابراین، با توجه به محدودیت استفاده از آب شیرین، پایداری توسعه صنعت آبزی‌پروری نیز با چالش جدی روبروست. لذا استفاده از آب دریای خزر جهت پرورش ماهیان خاویاری تا حدودی این مشکل را مرتفع می نماید.
- ✓ نیاز کارگاه‌های پرورشی در حال توسعه به بچه فیل‌ماهی از یک طرف، محدودیت مولدین فیل‌ماهی به عنوان بهترین‌گونه مقاوم از لحاظ پرورشی از طرف دیگر، بازارپسندی و کاهش شدید این ماهیان ارزشمند در دریای خزر، باعث شد تا پروژه مولدسازی فیل‌ماهی (*Huso huso*) پرورشی با استفاده از آب لب‌شور دریای خزر در حوضچه‌های بتونی انجام شود. بهره‌گیری از نتایج این پژوهش در راستای موارد یاد شده می‌تواند ضمن توسعه پایدار آبزی‌پروری تاسماهیان، نسبت به افزایش بهره‌وری از آب لب‌شور دریای خزر در ارتقای تولید پروتئین و نیز رفع نیاز به مولدین فیل‌ماهی پرورشی جهت تامین بچه‌ماهیان مورد نیاز پرورش بسیار مفید باشد. زیرا با توجه به برنامه دولت در زیر بخش شیلات در میزان تولید گوشت ماهیان خاویاری و خاویار پرورشی و نیاز جدی به بچه‌ماهی مورد نیاز برای مزارع پرورش ماهیان خاویاری، تولید گله ماهیان مولد خاویاری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. و نتایج این تحقیق دقیقاً در راستای اولویت‌ها و سیاست‌های توسعه‌ای کشور قرار دارد و برای بهره‌گیری از اراضی کم بازده ساحلی که قابلیت تولید محصولات کشاورزی را ندارد، می تواند در افزایش

راندمان تولیـد و ارتقـای بهـره وری جامعـه نقـش مؤثری ایفاء نماید و در الگوسازی مفید واقع شود،

- ✓ دستورالعمل مولدسازی فیل‌ماهی در آب لـب‌شـور دریای خزر بر اساس نتایج این پـژوهش بـه شـرح ذیل می‌باشد :

- حوضچه‌های مورد استفاده، بتونی از نوع مدور (گرد) به قطر ۶ متر و عمق ۱۷۰ سانتی‌متری.
- سرعت جریان آب ورودی ۲/۵ تا ۳ لیتر در ثانیه.
- آب مورد استفاده، از دریای خزر با متوسط میزان شوری ۱۲/۵ گرم در لیتر.
- شرایط دمایی مورد نیاز برای رشد فیل‌ماهی (در دامنه حرارتی ۱۵ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد).
- pH مناسب حوضچه‌های پرورشی بین ۷/۱ تا ۸/۵ در ماه‌های مختلف سال.
- میزان اکسیژن محلول در ماه‌های مختلف در حوضچه‌های پرورشی از ۶/۲ تا ۹/۳ میلی‌گرم در لیتر، با استفاده از ورود آب تازه و هوادهی از کف.
- هوادهی از طریق ایربلوئر و اتصالات مربوطه در فاصله ۳۰ سانتی‌متری از کف حوضچه‌های بتونی همچنین لوله‌های سوراخ دار آب، تعبیه شده در بالای حوضچه‌ها
- متوسط تراکم در آغاز پرورش در ۸ حوضچه، ۲۵/۹ کیلوگرم در متر مربع و در مراحل بالاتر رسیدگی جنسی به زیر ۲۰ کیلوگرم در متر مربع
- میزان غذادهی ۰/۵ تا یک درصد وزن بدن در دو وعده از نوع غذا کنسانتره فرموله شده تولید داخل کشور حاوی ۴۰ درصد پروتئین، ۱۲ درصد چربی و ۱۷ درصد کربوهیدرات.
- لزوم تعیین جنسیت و پایش مراحل رسیدگی جنسی فیل‌ماهیان در پایان هر سال.

منابع

آذری تاکامی، ق. ۱۳۸۸. تکثیر مصنوعی و پرورش ماهیان خاویاری. انتشارات دانشگاه تهران، ۴۰۱ ص.

باقرزاده لاکانی، ف. ۱۳۸۹. اثر سطوح مختلف اکسیژن بر برخی از شاخص‌های خونی و رشد دو گروه وزنی از فیل-ماهی (*Huso huso*) پرورشی. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه گیلان. ۹۲ ص.

بهمنی، م. ۱۳۷۸. بررسی اکوفیزیولوژیک استرس از طریق اثر بر محورهای HPG، HPI، سیستم ایمنی و فرآیند تولیدمثل در تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*). رساله دکترا. دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات. ۲۷۶ ص.

بهمنی، م.، پورکاظمی، م.، خارا، ح.، کاظمی، ر.، رحیمی دانش، م.، طلوعی، م.ح.، عباسعلیزاده، ع ع.، حسن‌زاده، م ح.، محمدی پرشکوهی، ح. اصغری، ا ر.، دژندیان، س.، یوسفی جوردهی، ا.، محسنی، م.، یزدانی، م ع.، حلاجیان، ع.، شکوریان، م.، پوردهقانی، م. ۱۳۹۰. مولدسازی و امکان تکثیر فیل ماهیان پرورشی. گزارش نهایی پروژه موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۹۹ ص.

پورعلی فشتمی، ح. ر.، محسنی، م.۱۳۸۶. بررسی کمی و کیفی تراکم، تغذیه و آب در پرورش ماهیان خاویاری. فصلنامه علمی، پژوهشی و آموزشی آبزیان. سال ۵. شماره ۱۱. ص.ص: ۴۸-۳۷.

پورعلی فشتمی، ح. ر.، محسنی، م.، صادقی، م.، ارشد، ع.، علیزاده، م. ۱۳۸۳. پرورش بچه فیل‌ماهیان با استفاده از آب لب شور در سواحل جنوبی دریای خزر. گزارش نهایی پروژه مؤسسه تحقیقات شیلات ایران. ۱۰۰ ص.

پورکاظمی، م.۱۳۸۷. منابع زنده دریای خزر و کنوانسیون محیط زیست. دو فصلنامه مطالعات اوراسیای مرکزی. سال اول، شماره ۱. ص.ص: ۲۰-۱.

پورکاظمی، م.، یزدانی، م.ع.، صادقی راد، م.، پرندآور، ح.، برادران نویری، ش.، شکوریان، م.، جوشیده، ه.، حدادی مقدم، ک. و بازاری مقدم، س. و سایر همکاران. ۱۳۹۱. گزارش نهایی طرح مطالع امکان‌سنجی توسعه پرورش ماهیان خاویاری در صیدگاه های تاسماهیان در نوار ساحلی استانهای گیلان و مازندران. مؤسسه تحقیقات شیلات ایران، ۴۳۵ ص.

توکلی، م.، بهروزخوشقلب، م.ر. جوشیده، ه.، پرافکنده، ف.، شعبانی، ا.، صداقت، م.، اسدالهی، م.، عقیلی نژاد، س م.، موسوی، س ع. ۱۳۹۴. تحلیلی بر روند صید ماهیان خاویاری در آبهای ایرانی دریای خزر طی سالهای ۱۳۹۲-۱۳۷۱). مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور - موسسه بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر، ۵۴ ص.

راستگوی فهیم، ح. ۱۳۷۰. تحقیقات پیرامون تکثیر و تولید انبوه ماهیان خاویاری. مجله زیتون شماره ۱۰۳.

رسولی، ر. ۱۳۷۰. ماهی خاویاری گونه‌ای مناسب برای تکثیر و پرورش. مجله آبزیان شماره ۱۶.

سالنامه آماری شیلات ایران، ۱۳۹۶. معاونت برنامه و مدیریت منابع، دفتر برنامه‌ریزی و بودجه،انتشارات سازمان شیلات ایران، معاونت برنامه ریزی و توسعه مدیریت.۶۴ ص.

شفچنکو و پوپوآ، . ۱۹۹۹. ویژگی حوضچه پرورش ماهی (ترجمه یونس عادلی، ویرایش محمود محسنی. انستیتو تحقیقات بین-المللی ماهیان خاویاری.۴۰ ص.

کاکوزا،ا. ۱۳۸۰. روش‌های نوین تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری. دوره آموزشی کوتاه مدت ضمن خدمت کارشناسان شیلات. مرکز آموزش علوم و صنایع شیلاتی میرزا کوچک‌خان.

عبدالحی، ح. و کرمی‌راد، ن. ۱۳۹۷. توسعه پرورش ماهیان خاویاری در ایران. دو فصلنامه ترویجی ماهیان خاویاری، سال اول، شماره ۱، زمستان۹۷، صفحات ۴۴-۳۲.

محسنی، م.، بهمنی، م.،کاظمی، ر.، حلاجیان، ع.، صالح پور، م.، جعفری، ع. ۱۳۸۹. مطالعه امکان تولید گوشت، خاویار و بچه ماهی از تاسماهیان پرورشی (تاسماهی ایرانی، فیل‌ماهی، تاسماهی شیپ و ازون‌برون) گزارش نهایی پروژه مصوب مؤسسه تحقیقات شیلات ایران. ۱۳۱ ص.

یزدانی ساداتی، م.ع.، پورکاظمی، م.، شکوریان، م.، بهمنی، م.، پورعلی، ح.م.، پیکران مانا، ن.، سیدحسنی، م.ح.، یگانه. ه. حسین نیا، ا.، نظامی، ا. ۱۳۹۱. گزارش نهایی ترویج و پرورش فیل‌ماهی (*Huso huso*) تا وزن ۱۰ کیلوگرم. مؤسسه تحقیقات شیلات ایران. ۲۷ ص.

یزدانی ساداتی، م.ع.، بهمنی، م.، محسنی، م.، کاظمی، ر.، شکوریان، م.، پورعلی، ح م.، پیکران مانا، ن.، پوردهقانی،م.، سیدحسنی، م ح.، پورغلام، م ع.، نظامی، ا.، یگانه. ه. ۱۳۹۴. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی پیش مولدسازی فیل‌ماهی (*Huso huso*) ماده پرورشی تا وزن ۱۶ کیلوگرم. مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور - مؤسسه بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر، ۵۴ ص.

یوسفی جوردهی، ا.، سوداگر، م.، بهمنی، م.، حسینی ع.، دهقانی، ا.، یزدانی ساداتی، م. ۱۳۹۲. مقایسه اثرات فیتواستروژن‌های جنسیتین و آکوال بر سطوح هورمون‌های استروئید جنسی در فیل‌ماهی ماده پرورشی. فصلنامه علمی، پژوهشی محیط زیست جانوری. سال پنجم، شماره ۲. ص.ص: ۵۷—۵۱.

Abdelghany, A.E. and Ahmad, H.M. 2002. Effects of feeding rate on growth and production of Nile tilpia, common carp and Silver carp polycultured in fertilized ponds. Aquaculture Research, 33: 415-423.

Akbulut, B., Sahin, T., Aksungur, N., and Aksungur, M. 2002. Effect of initial size on growth rate of Rainbow Trout, *Oncorynchus mykiss*, reared in cages on the Turkish Black Sea coast. Turkish

journal of fisheries and aquatic sciences 2: 133-136.

Arndt, G. & Christine, M. 1994. Weitere untersuchungenzur aufzucht und haltung von storen. Mecklenburg, Vorpommern, e.v, Jahresheft.

Berg, L.S. 1948. Freshwater fishes of the u. s. s. r. and Adjacent countries vol. 1. IPST SERUSALEM (1962).

Brett, G.R. 1979. Environmental factors and growth. In: Bioenergetic and Growth. Fish Physiology, W.S. Hoar D.J. Randole and J.R Brett, Eds. vol. 8. Academic Press, New York N.Y, pp. 599- 675.

Brett, J.R. and Groves, T.D.D.1979. Physiology energetics. In: W.S. Hoar, D.J. Randall and J.R. Brett (eds.). Fish Physiology, Vol. VIII, pp. 279-352. Academic Press; New York, NY.

-Doroshov, S.I., Moberg, G.P. and Van Eenennaam, J.P. 1997. Observations on thereproductive cycle of cultured white sturgeon, *Acipenser transmontanus.* Environmental Biologyof Fishes, 48: 265-278.

FAO. 2016. The State of Food Insecurity in the World – Adressing food insecurity in protracted crises, The United Nations.

Hung, S.S.O., Lutes, P., Cote, F. and Storebakken, T. 1989. Growth and feed efficiency of white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) sub-yearling at different feeding rates. Published in Aquaculture, 80: 147-153.

Hung, S.O., Lutes, P.B., Shqueir, A., Conte, F. 1993. Effect of feeding rate and water temperature on growth of juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*). Aquaculture, 115: 297-303.

Irwin, S., Halloran, J. and FitzGerald, R.D. 1999. Stoking density, growth and growth variation in juvenile turbot, *Scophthalmus maximus* (Rafinesque). Aquaculture 178: 77-88.

IUCN. 2012. Red List of Threatened Species.IUCN Pub.

Krupiy, V.A. and Kolodkova, L.G. 1996. Dynamics of food base development in grow-out ponds and its effect on the diet and survival of Russian sturgeon fry. In L.A. Dushkina, ed. Status and prospects of scientific and practic.al implementations in Russian mariculture. Rostov-on-Don, Izdat'elsvo VNIRO. pp. 142–153. (In Russian)

Maxime, V., Nonnotte, G., Peyraud, C. Williot, P., Truchot, J.P. 1995. Circulatory and respiratory effects of a hypoxic stress in the Siberian sturgeon. Respiratory Physiology. 100: 203-212

-Meloti, P., Roncaratu, A., Angellotti, L., Dees, A., Magi, G. E., Mazzini, C., Bianchi, C. and Casciano, R. 2004. Effects of rearing density on rainbow trout welfare, determined by plasmatic and tissue parameters. Ital. J. Anim. Sci. 3: 393-400.

-Mims, S.D.A., Lazur, W.L., Shelton, B., Gomelsky, and Frank, C. 2002. Species profile: Production of Sturgeon. Southern Regional Aquaculture Center, Publication No. 7200.

-Mohler, J.W. 2003. Culture manual for the Atlantic sturgeon. *Acipenseroxyrinchus* oxyrinchus. Hadley, MA, Region 5

United States Fish & Wildlife Service Publication. 68 pp.

-Oprea, D. and Oprea, L. 2008. The affect of density on bester (*H. huso×A. ruthenus*) larvae reared in a superintensive system. Research and Development Center for Fish Culture Nucet – Dambovita.

-Rodriguez, A., Gallardo, M.A., Gisbert, E., Santilari, S., Ibarz, A., Sanchez, J., and Castello, F. 2002. Osmoregulation in juvenile Siberian sturgeon *(Acipenser baerii).* Fish Physiology and Biochemistry, 26: 345-354.

Ronyai, A., Peteri A. and Radics, F. 1990. Cross breeding of Sterlat and Lena River' s sturgeon. Aquaculture, 6: 13-18.

-Rowland, S., Mifsud, C., Nixon, M. and Boyd, P. 2005. Effects of stocking density on the performance of the Australian freshwater silver perch (*Bidyanus bidyanus*) in cages? and production of Tilapia fry, Aquaculture research, 28: 165-173 .

Wahli, T., Verlhac, V., Girling, P., Gabaudan, J., Aebischer, C., 2003. Influence of dietry vitamin C on the wound healing process in Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture. 225: 371-386.