بررسی تکامل گناد فیلماهی (*Huso huso*) پرورشی در آب لب‌شور زیرزمینی به روش سونوگرافی، لاپاروسکوپی و بیوپسی

محمد محمدی [۱*]، حبیب سرسنگی علی آباد [۱] و علیرضا قائدی [۲]

۱- مرکز تحقیقات ملی آبزیان آبهای شور، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بافق، یزد، ایران.

۲- موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

*نویسنده عهده‌دار مکاتبات، یزد، بافق، مرکز تحقیقات ملی آبزیان آبهای شور، کد پستی ۸۹۷۵۱۴۵۵۱۶

mohammaditabasy@ifro.ir
mohammaditabasy@gmail.com

چکیده

خصوصیات برجسته فیلماهی (*Huso huso*) از جمله دامنه تحمل شوری مناسب با برخی منابع آب لب‌شور مناطق فوق‌الذکر، رشد سریع، خاویار ارزشمند و گران قیمت، گوشت لذیذ و بازارپسند، توجیه اقتصادی بالا و پذیرش خوراک کنسانتره آنرا به گونه‌ای مناسب جهت توصیه و معرفی به صنعت آبزی‌پروری در منابع آبی زیرزمینی شور و لب شور نواحی مرکزی تبدیل کرده است. لذا، از اوایل دهه ۸۰ شمسی، برای بررسی امکان پرورش فیلماهی تا مرحله استحصال خاویار در منابع آبی فوق-الذکر به این منطقه معرفی شده است. در زمینه استحصال خاویار و بررسی روند تکامل گنادی آنها، استفاده از روش سونوگرافی، در مقایسه با بیوپسی و لاپاروسکوپی، به دلیل تهاجم کمتر و کاهش خطرات احتمالی برای مولدین ارزشمند فیلماهی اهمیت بیشتری دارد. در این مطالعه روند تکامل گناد تعداد ۱۰ قطعه مولدین فیلماهی (*Huso huso*) ده ساله (۲ نر و ۸ ماده) با میانگین وزنی ۳۳/۳ کیلوگرم و طولی ۱۷۵/۹ سانتی‌متر در مخازن پرورشی به مدت ۲ سال بررسی شد. ماهیان به میزان ۰/۳ درصد زی‌توده تغذیه شدند و هر ۶ ماه یکبار زیست‌سنجی شده و پس از اندازه‌گیری طول کل و وزن، روند تکامل گناد آنها به کمک سونوگرافی، بیوپسی و لاپاروسکوپی انجام شد. نتایج حاصل از مشاهدات و مقایسه مراحل رسیدگی جنسی به روش‌های مختلف تایید کننده صحت سنجش مراحل رسیدگی جنسی به روش سونوگرافی بود و نشان می‌دهد از این روش می‌توان با ضریب اطمینان بالا برای شناسایی و تشخیص مراحل رسیدگی جنسی و زمان استحصال خاویار استفاده کرد.

واژگان کلیدی: آب لب‌شور، خاویار، سونوگرافی، فیلماهی، گناد

Journal of Aquatic Caspian Sea(J.A.C.S)

بیان مسئله

تلاش برای تامین نیازهای عمومی کشور، بخصوص تامین پروتئین مورد نیاز جامعه از طریق آبزی‌پروری یکی از ارکان امنیت غذایی بوده و از جایگاه خاصی برخوردار است (علیزاده و همکاران، ۱۳۸۷). ماهیان خاویاری از قدیمی‌ترین ماهیان بومی ایران هستند که تعداد ۶ گونه فیلماهی، تاسماهی ایرانی *Acipenser persicus* و تاسماهی روسی *A. gueldenstaedtii*، شیپ *A. nudiventris*، ازون‌برون *A. stellatus* و استرلیاد *A. ruthenus* در دریای خزر و رودخانه‌های منتهی به آن زیست می‌کنند (پورعلی فشتمی و همکاران، ۱۳۹۰). بزرگترین گونه از ماهیان خاویاری بومی ایران *Huso huso* با نام انگلیسی Beluga و نام فارسی فیلماهی می‌باشد (Chebanov and Galich, 2013).

در دو دهه اخیر کشورهای آمریکا، فرانسه، ایتالیا و چین رقابت تنگاتنگی در تولید خاویار پرورشی در برابر خاویار طبیعی دریای خزر ایجاد کرده‌اند (رجبی‌پور و همکاران، ۱۳۹۲). تاریخچه تکثیر مصنوعی ماهیان خاویاری در ایران مربوط به بعد از سال ۱۳۵۰ شمسی می‌باشد (کیوان، ۱۳۸۱). ماهیان خاویاری بومی ایران بخصوص فیلماهی با رشد سریع، پایین بودن هزینه تولید در کشور ایران نسبت به سایر تولیدکنندگان جهانی، شرایط آب و هوایی مناسب و معروفیت برند تجاری خاویار ایران از مزیت‌های توسعه صنعت تکثیر و پرورش این ماهی در کشور بشمار می‌رود (پورعلی فشتمی و همکاران، ۱۳۹۰).

گونه فیلماهی در لیست قرمز واحد بین المللی حفاظت از طبیعت IUCN[1] قرار دارد و در خطر انقراض می‌باشند و آبزی-پروری راهی برای ادامه بقای این گونه و در عین حال تجارتی سودآور است (علیزاده و همکاران، ۱۳۸۶). فیلماهی به دلیل تحمل دامنه وسیعی از دما و شوری، تغذیه آسان از غذای کنسانتره و استعداد فراوان برای رشد در ایران به عنوان گونه اصلی برای فعالیت‌های پرورشی ماهیان خاویاری انتخاب و در دستور کار قرار گرفته است (پورعلی فشتمی و همکاران، ۱۳۹۰). نتایج حاصل از تحقیق و تجارب روی گونه‌های رودکوچ ماهیان خاویاری دریای خزر نشان داد که بهترین و مناسب‌ترین گونه برای پرورش، گونه فیلماهی است که در مدت یک دوره پرورش دو ساله از دوره لاروی به وزن حدود ۳ کیلوگرم می-رسد. از آنجایی که ماهیان خاویاری، روند رشد از مرحله انگشت‌قد تا مرحله بلوغ خود را در آب لب‌شور دریای خزر سپری می‌کنند، به نظر می‌رسد که منابع آب های لب‌شور داخلی ایران می‌تواند به عنوان یکی از پتانسیل‌های مهم در ارتباط با توسعه پرورش ماهیان خاویاری باشد (علیزاده و همکاران، ۱۳۸۶).

فعالیت‌های شیلاتی در استان یزد از سال ۱۳۶۸ آغاز شده است. با توجه به وفور منابع آب شور و لب‌شور زیرزمینی و همچنین تعدد منابع آب شیرین و چاه‌های کشاورزی در این استان و ارزش اقتصادی خاویار، برنامه‌های تولید آبزیان شیلاتی در شرایط آب لب‌شور مورد تاکید قرار گرفت (رجبی‌پور و همکاران، ۱۳۹۲). علیزاده و همکاران (۱۳۸۶) تعداد ۳۰۰۰ قطعه بچه فیلماهی ۲۰ گرمی را به آب لب‌شور زیرزمینی با شوری ۱۰ گرم بر لیتر در استخرهای خاکی در منطقه بافق سازگار کرده و پرورش دادند. نتایج سال اول حاکی از تولید ۴/۸ تن درهکتار فیلماهی با وزن ۹۷۰ گرم بود. در ادامه آن، پروژه‌های بررسی تاثیر سطوح مختلف پرو تئین و انرژی جیره‌غذایی بر عملکرد رشد بدن و تکامل گنادهای جنسی فیلماهیان ۴ ساله پرورشی در آب لب‌شور (علیزاده و همکاران، ۱۳۸۷) و مولدسازی فیلماهی پرورشی در شرایط آب لب‌شور منطقه بافق یزد (رجبی‌پور و همکاران، ۱۳۹۲) بر روی این گله انجام شد که نتیجه مطالعه اخیر حاکی از مرحله بلوغ جنسی II به III و مرحله III بلوغ جنسی در بین ماهیان حاضر بود. در ادامه مطالعات بر روی گله مذکور، در مقاله حاضر سعی شد که استفاده از روش سونوگرافی برای تعیین روند تکامل گنادی و رسیدگی جنسی (کاظمی و همکاران، ۹۵؛ محمد صالحی و ولایت زاده، ۹۸) فیلماهیان تا مرحله تولید و استحصال خاویار مورد بررسی و تاکید قرار گیرد.

۱- International Union for Conservation of Nature

Journal of Aquatic Caspian Sea (J.A.C.S)

دستاورد یا راهکار

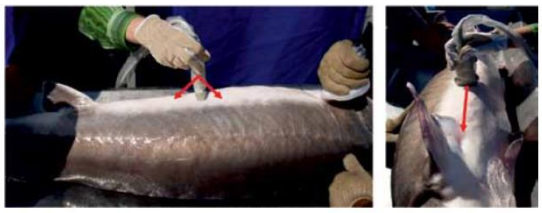
برای انجام مطالعه در اردیبهشت ۱۳۹۲، تعداد ۱۰ قطعه فیلماهی انتخاب و نشان‌دار شدند. از این تعداد ۸ قطعه ماهی ماده و ۲ قطعه ماهی نر بودند و سپس ماهیان در ۲ باب استخر خاکی ۵۰۰ متر مربعی ذخیره‌سازی شدند، بطوری‌که در یک استخر خاکی ۶۰۰ مترمربعی ۵ قطعه ماهی ماده و در استخر خاکی مشابه دیگر ۳ قطعه ماده و ۲ قطعه نر بود تا احتمال اثر حضور جنس مخالف در زمان رسیدگی جنسی مورد بررسی قرار گیرد (که در پایان اختلاف بارز و معنی‌داری حاصل نشد). طی مدت آزمایش فاکتورهای کیفی آب تا حد امکان در حد استانداردهای لازم برای فیلماهیان (Chebanov and Galich, 2013) تامین شد. ماهیان در طول ۱۸ ماه اول دوره پرورش از غذای مولدین قزل‌آلا شرکت ۲۱-بیضا (پروتئین ۴۵، چربی ۱۶، فیبر ۳، خاکستر ۱۰، کربوهیدرات ۱۸ و انرژی خام ۲۰/۶ مگاژول بر کیلوگرم) تغذیه شدند و سپس طی مدت ۶ ماهه آخر دوره که در دو استخر بتنی ۲۰ مترمکعبی نگهداری شدند، از خوراک مخصوص مولدین خاویاری شرکت بیومار (پروتئین ۴۸، چربی ۱۴، فیبر ۳، خاکستر ۹/۷، کربوهیدرات ۱۶/۹ و انرژی خام ۲۰/۳ مگاژول بر کیلوگرم)، به میزان ۰/۳ درصد وزن زی‌توده استفاده گردید. غذادهی بر روی سینی‌های مخصوص انجام شد. تعویض آب مختصر و حدود ۱ درصد بطور مرتب یک ساعت بعد از غذادهی و تعویض آب کلی در زمان‌های مورد نیاز بسته به شرایط فیزیکوشیمیایی آب صورت می‌گرفت.

در ابتدا و سپس هر ۶ ماه یکبار ماهیان زیست سنجی شده و طول و وزن آنها با ترازوی دیجیتالی شرکت ثابت با دقت اندازه-گیری ۱۰۰ گرم و طول کل آن‌ها با دقت ۱ سانتی‌متر سنجیده شد. برای تعیین روند پیشرفت گنادی ماهیان برای کاهش استرس حداقلی و عملکرد مناسب از روش سونوگرافی استفاده شد (Chebanov and Galich, 2013; Wildhaber *et al.* 2006). قبل از انجام سونوگرافی (دستگاه Chison 8300 vet) ماهیان به مدت ۱۲ روز قطع غذا شدند و سپس ماهیان با استفاده از پودر گل میخک به میزان ۲۵۰ میلی‌گرم بر لیتر بیهوش شدند وسونوگرافی با استقرار پروب ۳/۵ مگاهرتز (عمود بر سطح بدن به دلیل ایجاد بیشترین میزان انعکاس امواج) به دو صورت افقی (شکل ۱) و عمودی (شکل ۲) در ناحیه بین سومین و چهارمین پلاک استخوانی شکمی صورت گرفت و تا باله مخرجی امتداد یافت.

در تصویر حاصل از سونوگرافی گنادهای ماهیان (شکل‌های ۳ و ۴) موارد زیر قابل رؤیت بود:

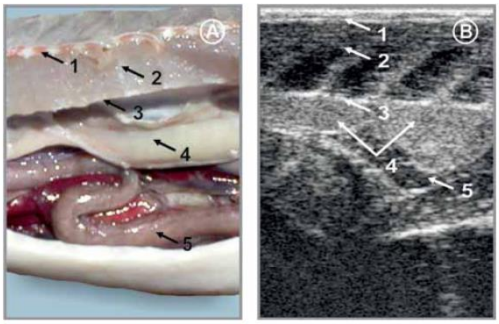
پوست که به صورت یک لایه روشن و نورانی به چشم می‌خورد و چربی پیوسته به پوست در زیر آن که به صورت یک نوار باریک ۲-۳ میلی‌متری قابل رؤیت است. بافت ماهیچه‌ای، به صورت نوارهای پهن تیره و روشن یکی در میان دیده می‌شود.

شکل ۱. سونوگرافی افقی ماهیان خاویاری (Chebanov and Galich, 2013; Wildhaber *et al.* 2006).

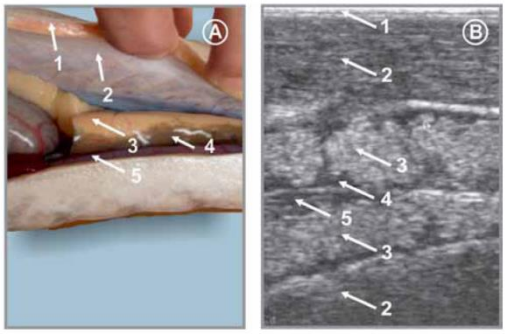


شکل ۲. سونوگرافی عمودی ماهیان خاویاری (Chebanov and Galich, 2013; Wildhaber *et al.* 2006).

Journal of Aquatic Caspian Sea(J.A.C.S)



شکل ۳. اندام‌ها و بافت‌های بدنی ماهی نر (Chebanov and Galich, 2013; Wildhaber *et al*. 2006). A- برش عرضی و B- تصویرسونوگرافی افقی: ۱. پوست و بافت زیر پوستی، ۲. رشته‌های ماهیچه، ۳. غشا سلومی، ۴. گناد و ۵. روده بزرگ



شکل ۴. اندام‌ها و بافت‌های بدنی ماهی ماده (Chebanov and Galich, 2013; Wildhaber *et al*. 2006). A- برش عرضی و B- تصویر سونوگرافی افقی: ۱. پوست و بافت زیر پوستی، ۲. رشته‌های ماهیچه، ۳. گناد، ۴. بافت چربی و ۵. روده بزرگ

غشای احاطه کننده اندام‌های شکمی به شکل یک لایه روشن نازک است. در نرها گنادها به شکل یک توده یکدست تیره‌رنگ در زیر ماهیچه‌ها می‌باشند. در ماده‌ها این اندام در مراحل مختلف متفاوت است و بافت تخمدان به شکل توده‌های روشن و بافت چربی به شکل توده‌های تیره رنگ زیر ماهیچه قابل رؤیت است.

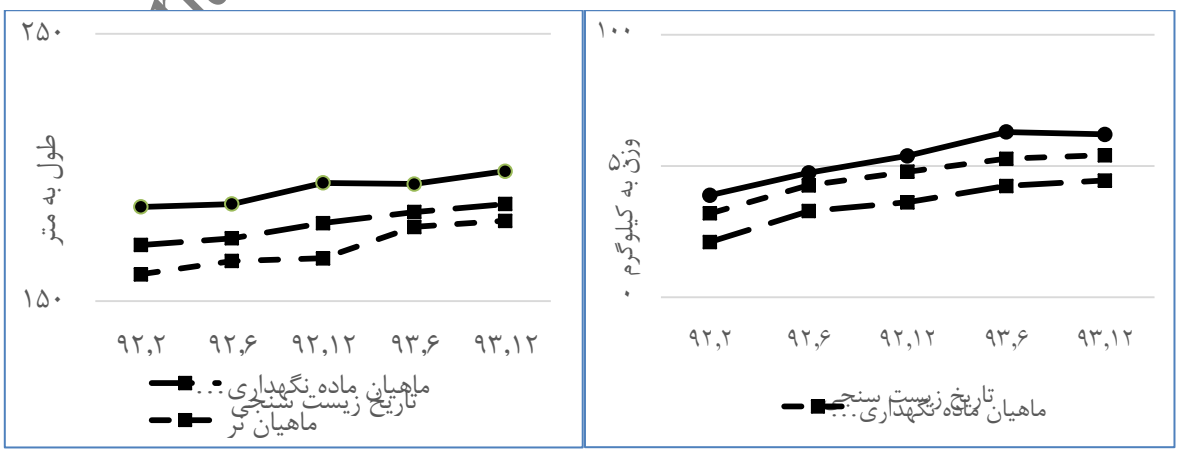
علاوه بر سونوگرافی، در بهمن ماه ۱۳۹۲ تعدادی از ماهیان برای انطباق فرایند سونوگرافی با مراحل رسیدگی جنسی تشخیصی لاپاروسکوپی شده و از تخمدان آنها به کمک دستگاه میکروسرجری (Endoscopic equipment ILO electronic GmbH) نمونه‌برداری بر اساس روش Falahatkar و همکاران (۲۰۱۳) انجام شد. نتایج حاصله از اندازه و قطر گناد در این روش، تایید بر تفسیر تصاویر سونوگرافی بود. برای عمل لاپاروسکوپی از چند روز قبل ماهیان قطع غذا شده و برای این کار ابتدا با دوز ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر پودر گل میخک بیهوش شدند، سپس در ناحیه شکمی ماهی یک شکاف به اندازه ۰/۵ تا ۱ سانتی‌متر در فاصله حدود پلاک استخوانی دوم و سوم شکمی ایجاد شد (شکل ۵). قطر بورسکوپ استفاده شده ۵/۸ میلی‌متر بوده و قابلیت انعطاف نداشت. بورسکوپ تا اندازه‌ای داخل می‌شد که گناد نمایان گردد و سپس به کمک نمونه‌بردار مخصوص نمونه برداشت شده و محل زخم یک بخیه خورد. پس از پایان عمل به هر ماهی دو سی سی ویتامین‌های خانواده "ب"، و بسته به نوع دارو و وزن ماهی ۵ تا ۱۰ سی‌سی آنتی‌بیوتیک تزریق گردید و در نهایت ماهی ضد عفونی شده، مجدد به آب برگردانده می‌شد.

Journal of Aquatic Ecology (J.A.E.)

شکل ۵. لاپاروسکوپی فیلماهی

تعیین میزان مهاجرت هسته و زمان استحصال خاویار ماهیان با روش بیوپسی و به کمک محققین موسسه تحقیقات بین المللی تاسماهیان دریای خزر و انجام شد. در این روش نمونه‌برداری از خاویار به کمک سوند استیل با قطر ۶-۵/۵ میلی‌متر انجام شد (Chebanov and Galich, 2013). قبل از نمونه‌برداری سوند با الکل ۷۰ درجه ضدعفونی گردید. سوند بین ردیف پلاک-های استخوانی جانبی و شکمی در یک سوم پایینی شکم در یک زاویه حاده به عمق ۷-۵ سانتی‌متر داخل بدن ماهی می‌شود (Chebanov and Galich, 2013). اندازه‌گیری سایر فولیکول برای تعیین مرحله ماهی ماده مورد توجه می‌باشد. بعد از بیوپسی میزان مهاجرت هسته (شاخص قطبیت PI: نسبت فاصله هسته تا راس تخمک به طول بزرگ تخمک) در نمونه تخمک برداشت شده مورد ارزیابی قرار گرفت و زمان تقریبی استحصال خاویار بدست آمد.

در طول دوره نگهداری ماهیان در استخرهای خاکی طی دوره زمستان و تابستان دمای آب بین ۱۰ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد متغیر بود ولی تغییرات دمای روزانه از ۲± درجه سانتی‌گراد متجاوز نبود. میزان شوری آب ۹ گرم بر لیتر ثبت گردید. مقدار اکسیژن محلول در طول دوره پرورش، بالای ۴ میلی‌گرم بر لیتر بود و آمونیاک نیز در حد ۰/۰۰۰۷ میلی‌گرم بر لیتر، میزان pH در طول دوره نگهداری در استخرهای خاکی بین ۸/۵-۸ و در حوضچه بتنی حدود ۷/۵ بود. میانگین طول ماهیان ماده و نر در ابتدای ذخیره‌سازی به ترتیب ۱۲/۹± ۱۷۱/۷ و ۴ ± ۱۶۰/۳ سانتی‌متر و میانگین وزن آنها به ترتیب ۷/۹ ± ۳۱/۵ و ۲/۴ ± ۲۲/۳ کیلوگرم بود. با توجه به هدف پروژه و استحصال خاویار ارزیابی فاکتورهای رشد برای مولدین محاسبه نشد. در شکل (۶)، نمودار تغییرات وزنی و طولی یکی از مولدین ماده نشان داده شده‌است.

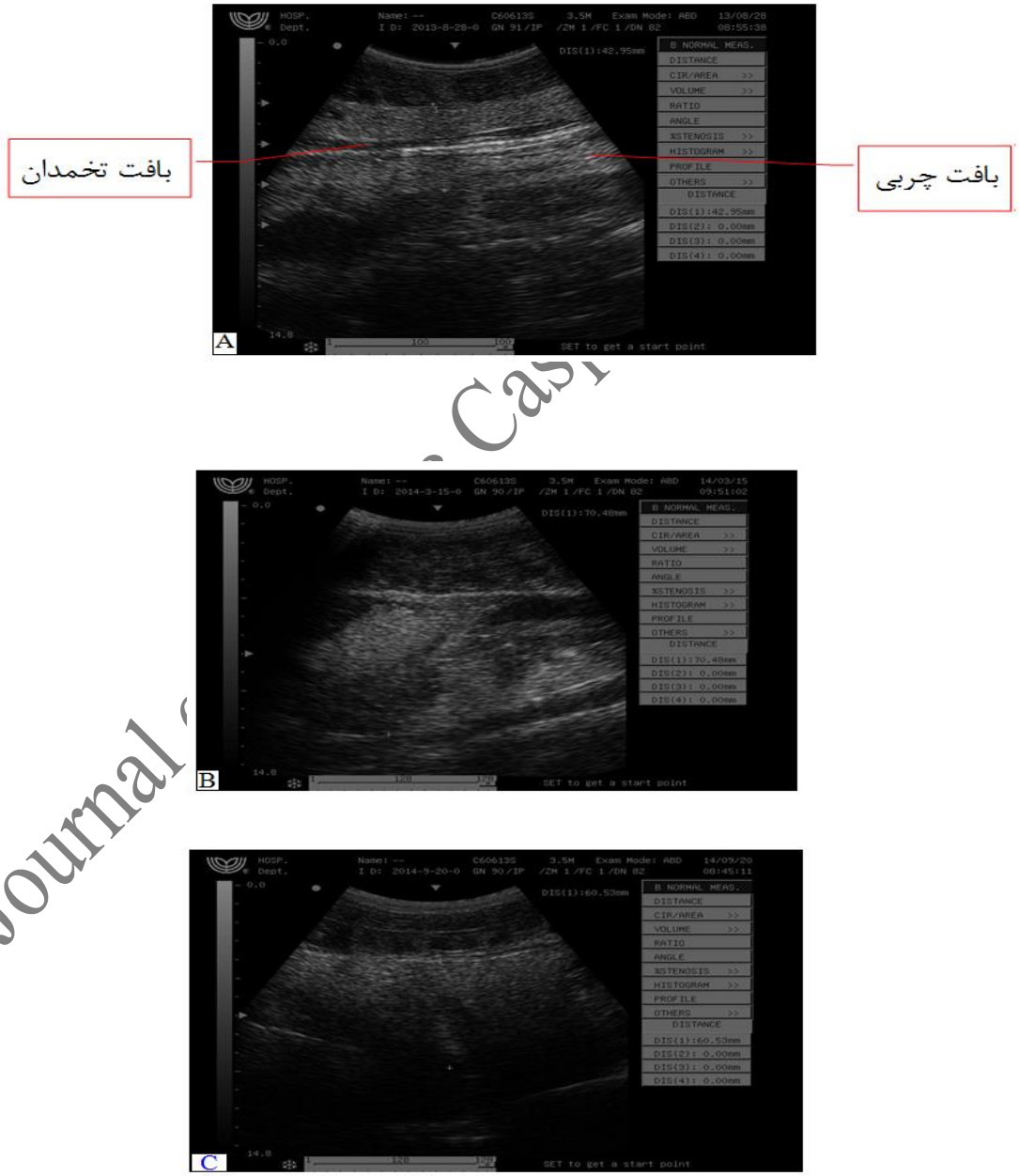


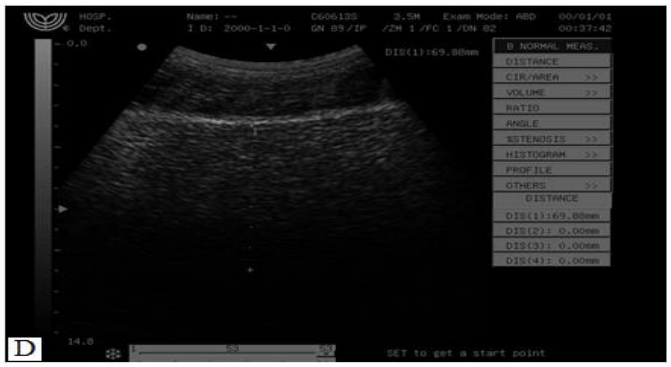
شکل ۶. نمودار تغییرات طولی و وزنی فیلماهیان

Journal of Aquatic Caspian Sea(J.A.C.S)

روند تکامل گناد فیلماهیان ماده در طی دوره آزمایش:

در (شکل A–۷) میزان بافت چربی بسیار کم می‌باشد و ماهی در مراحل اولیه تشکیل گناد است که در ادامه در شکل B–۷، میزان بافت چربی توسعه یافته است و در شکل C–۷، مجدداً توسعه گنادی کامل‌تر شده و بافت چربی کاهش چشم‌گیری می‌یابد و در شکل D–۷، لایه‌های زیری قابل رؤیت نیست و ماهی در مرحله چهار رسیدگی جنسی قرار دارد. با بررسی تصاویر سونوگرافی و نمودار رشد هر ماهی این نتیجه محرز می‌گردد که در شهریور ۹۳ که تخمدان ماهیان رشد چشم‌گیری داشته و زرده‌سازی به شدت در حال انجام است، شواهدی از رشد وزنی و طولی در ماهیان دیده نشده و تقریبا یک نقطه شکست در نمودارهای طول و وزن ماهیان قابل مشاهده بود .





شکل ۷. روند تکامل گناد فیلماهیان ماده (یک مولد ۱۰ ساله ماده به طول ۲ متر و وزن ۶۰ کیلوگرم) در طی دوره. ماهی در مراحل اولیه تشکیل گناد و بافت چربی بسیار کم (A)، توسعه بافت چربی (B)، توسعه گنادی و کاهش چشم‌گیر بافت چربی (C)، مرحله چهار رسیدگی جنسی و عدم مشاهده لایه‌های زیری (D).

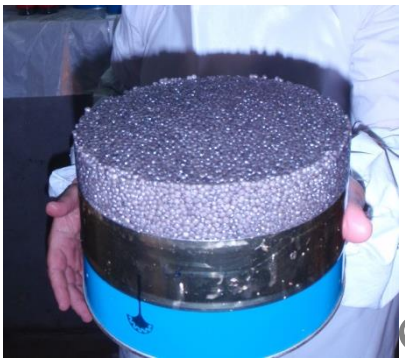
پس از انجام سونوگرافی‌های متوالی در اسفند ماه ۹۳ در ۳ قطعه ماهی در سن ۱۳ سالگی مرحله ۴ رسیدگی جنسی تشخیص داده شد، که در اردیبهشت ۹۴ بیوپسی شدند. نتیجه سنجش شاخص PI به قرار زیر بود:

از بین کل ماهیان تحت آزمایش، اولین ماهی ماده رسیده با میانگین قطر تخمک ۲/۹ میلی‌متر با میانگین شاخص قطبیت ۰/۲۷ بود. دومین ماهی رسیده با میانگین قطر تخمک ۳/۱ و شاخص قطبیت ۰/۲۴ ثبت شد. میانگین قطر تخمک ۳/۱ و شاخص قطبیت ۰/۱۸ در سومین ماهی رسیده و آماده استحصال خاویار در خرداد ماه گزارش شد. در نیمه خرداد ماه ۹۴، خاویار ماهیان توسط شرکت مادر تخصصی خدمات حمایتی کشاورزی استحصال گردید (شکل ۸).

پس از سه ماه در نیمه شهریور ماه ۹۴، ماهیان مجدداً به کمک بیوپسی مورد ارزیابی قرار گرفتند، که نتایج آن نشان داد که یکی از ماهیان با میانگین قطر تخمک ۲/۷ میلی‌متر و شاخص قطبیت ۰/۲۲ در نیمه مهرماه آماده استحصال خاویار است. اما دو ماهی دیگر با میانگین قطر تخمک ۲/۶ میلی‌متر و شاخص PI به ترتیب ۳۰ و ۳۳ مجددا در آبان ماه مورد بررسی قرار گرفتند.

بطور کلی مشکلات فراوانی در طول مدت نگهداری این ماهیان در مرکز تحقیقات ملی آبزیان آب های شور بافق استان یزد پیش آمده بود که از جمله می‌توان به دوره‌های گرسنگی طولانی مدت، تفاوت‌های آشکار در ترکیب آب منطقه با آنچه که جزو نیازمندیهای این ماهیان هست (Chebanov and Galich, 2013) و نیز زمان‌های نگهداری طولانی مدت ماهیان در دمای بالای ۲۵ درجه (در تابستان حداکثر دما تا بالای ۳۰ درجه نیز می‌رسید) اشاره نمود. رسیدگی جنسی ماهیان در دمای بالا ممکن نبوده و دمای بالای ۲۵ درجه اثر منفی بر روند تکامل گنادی دارد (Chebanov and Galich, 2013). اما علی‌رغم مشکلات مذکور، در پایان دوره، از فیلماهیان مرکز، خاویار مرغوب استحصال شد. این مطالعه نشان داد که فیلماهی توان تحمل و سازگاری بالایی نسبت به شرایط دشوار محیط زیست دارد و پرورش آن در بسیاری از نقاط کشور و به ویژه با استفاده از منابع آب لب‌شور زیرزمینی در نواحی مرکزی ایران میسر است.

Journal of Aquatic Caspian Sea(J.A.C.S)



شکل ۸. استحصال خاویار

توصیه ترویجی

با توجه به اینکه صحت اطلاعات ناشی از سونوگرافی فیلماهیان نسبت به روش‌های بیوپسی و لاپاروسکوپی ضریب اطمینان قابل مقایسه و ارزشمندی دارد و در عین حال نسبت به آنها از تهاجم بسیار پایین‌تری برخوردار است و خطر وارد کردن استرس به مولدین و تلفات احتمالی فیلماهیان گرانقیمت کاهش می‌یابد، لذا استفاده از روش سونوگرافی برای تشخیص مراحل رسیدگی جنسی فیلماهیان و زمان استحصال خاویار با ضریب اطمینان بالا قابل توصیه است.

تشکر و قدردانی

این مقاله از پروژه بررسی روند تکامل گناد مولدین فیلماهی پرورشی در منابع آب های لب شور زیرزمینی با حمایت مالی سنگ آهن مرکزی ایران در شهرستان بافق استخراج شد. از حمایت‌های شرکت سنگ آهن مرکزی ایران و اساتید و همکاران در موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور و انستیتو بین المللی ماهیان خاویاری تشکر و قدردانی می‌گردد.

Journal of Aquatic Caspian Sea(J.A.C.S)

منابع

-پورعلی فشتمی، ح.، بهمنی، م.، جمالزاد، ف.، محسنی، م.، عاشوری، ع.، حسین‌نیا، ا.، ارشد، ع. و صادقی، م.، ۱۳۹۰. طرح جامع بیوتکنیک پرورش گونه فیلماهی (*Huso huso*) با استفاده از آب دریای خزر (فاز یک: تراکم‌ها و دبی‌های مختلف). گزارش نهایی موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور. شماره ثبت ۸۹/۱۴۸۴. ۱۰۸ ص.

-رجبی‌پور، ف.، محمدی، م.، سرسنگی، ح.، مشایی، ن.، بیطرف، ا.، یوسفی، ا.، یزدانی، م.، شناورماسوله، ع. و بهمنی، م.، ۱۳۹۲. مولد سازی فیلماهی (*Huso huso*) پرورشی در شرایط آب لب‌شور منطقه بافق یزد. گزارش نهایی موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور. شماره ثبت ۴۲۳۶۹. ۵۴ص.

-علیزاده، م.، نفیسی، م.، طهوری، ه.، سرسنگی، ح. و دشتکیان، ک.، ۱۳۸۶. بررسی امکان پرورش فیلماهی *Huso huso* در استخرهای خاکی آب لب‌شور. گزارش نهایی موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور. شماره ثبت ۸۵/۶۸۶. ۶۰ص.

-علیزاده، م.، سپهداری، ا.، رجبی‌پور، ف. و سرسنگی، ح.، ۱۳۸۷. بررسی تاثیر سطوح مختلف پروتیین و انرژی جیره غذایی بر عملکرد رشد بدن و تکامل گنادهای جنسی فیلماهی‌های ۴ ساله پرورشی در آب لب شور. گزارش نهایی موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور. شماره ثبت ۸۴/۱۶۱۹. ۹۱ص.

-کاظمی، ر.، یارمحمدی، م. و حاجی‌جان، م.، ۱۳۹۵. مروری بر روش‌های متداول تعیین جنسیت و مراحل رسیدگی جنسی تاس‌ماهیان (*Acipenseridae*): مزایا و معایب. پژوهش‌های ماهی شناسی کاربردی، ۴ (۲): ۱۰۷-۱۲۸.

-کیوان، ا.، ۱۳۸۱. ماهیان خاویاری ایران، سیستماتیک، بیولوژی، بهره‌برداری و تولید خاویار. انتشارات نقش مهر. ۴۰۰ص.

-محمد صالحی، ا. و ولایت‌زاده، م.، ۱۳۹۸. تعیین جنسیت و رسیدگی جنسی فیلماهیان پرورشی (*Huso huso*) استان خوزستان با استفاده از روش اولتراسوند. فصلنامه علمی پژوهشی زیست شناسی تکوینی، ۱۱ (۲): ۱-۸.

-Chebanov, M. S. and Galich, E. V., 2013. Sturgeon hatchery manual. FAO fisheries and aquaculture technical paper, 558p.

-Falahatkar, B., Akhavan, S.R., Tolouei Gilani, M.H. and Abbasalizadeh, A., 2013. Sex identification and sexual maturity stages in farmed great sturgeon, Huso huso L. through biopsy. *Iranian Journal of Veterinary Research*, *14* (2):133-139.

-Wildhaber, M.L., Papoulias, D.M., DeLonay, A.J., Tillitt, D.E., Bryan, J.L., Annis, M.L. and Allert, J.A., 2006. Development of methods to determine the reproductive status of pallid sturgeon in the Missouri River. *US Geological Survey final report to the US Fish and Wildlife Service. 88p*.

Journal of Aquatic Caspian Sea(J.A.C.S)