فرایند تکثیر مصنوعی و پرورش ماهیان خاویاری

محمد پوردهقانی[۱]، ایوب یوسفی جوردهی[*۱]، رضوان‌اله کاظمی[۱]، محمود بهمنی[۱]، علی حلاجیان و مهتاب یارمحمدی[۱]

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

چکیده

نظر به اهمیت زیستی و اقتصادی ماهیان خاویاری و سرمایه‌گذاری شیلات ایران در روند تکثیر، آبزی‌پروری و بازسازی ذخایر و همچنین سرمایه‌گذاری رو به افزایش بخش خصوصی در زمینه تولید گوشت و خاویار، نیاز به بچه‌ماهی به عنوان مهمترین عامل تولید هر ساله افزایش می‌یابد. در تحلیل اخیر، به مواردی از قبیل وضعیت تکثیر و پرورش، دلایل پایین‌بودن راندمان تکثیر و تولید، شرایط بهینه و شاخص‌های تکثیر در گونه‌های مختلف ماهیان خاویاری، تغذیه در مراحل پیش‌مولد و مولد و ارائه راهکارها برای حل مشکلات و چالش‌های موجود پرداخته می‌شود. باید از دستاوردها، تجربیات و فناوری نوین در داخل و خارج از کشور استفاده و تغییراتی جزئی و کلی در ابزار و روش‌های مراحل مختلف تکثیر ایجاد شود. باید در تمامی ابزارها و روش‌ها در مراحل مختلف تکثیر مانند شناسایی و انتخاب مولد، پرورش و تغذیه، شاخص‌های تکثیر، تزریق هورمون، استحصال مواد تناسلی، لقاح، رفع چسبندگی، انکوباسیون، نگهداری و تغذیه لارو بازنگری شود و با بکارگیری ابزار و علوم جدید درصد جواب‌دهی مولدین، لقاح و بازماندگی لارو و بچه‌ماهی به بهبود و راندمان تولید افزایش یابد. به عبارت دیگر، افزایش راندمان تکثیر به معنای افزایش کمیت و کیفیت مولدین و مواد تناسلی آنها، درصد بازدهی مولدین، درصد اوولاسیون، درصد لقاح، درصد تفریخ و ماندگاری در دوره رشد و لاروی می‌باشد. بنابراین، تغییرات مثبت، هرچند اندک در هر یک از مراحل یاد شده سبب افزایش در راندمان نهایی خواهد شد. در مجموع، استفاده از شرایط مناسب پرورش، دوره‌های دمایی، بکارگیری جیره‌های غذایی ویژه در مولدسازی، شناسایی مولدین در زمان مناسب، استفاده از هورمون‌های سنتتیک با کیفیت و شیوه مناسب لقاح و رفع چسبندگی تخمک، استفاده از انکوباتورها و جیره‌های مناسب لاروی می‌تواند راندمان تولید را از نظر کمی و کیفی افزایش دهد.

کلمات کلیدی: ماهیان خاویاری، تکثیر مصنوعی، راندمان تولید، لارو و بچه‌ماهی

[*] نویسنده مسئول: Ayoub2222002@yahoo.com

مقدمه

کاهش شدید جمعیت‌های طبیعی تاسماهیان شوک بزرگی را بر جوامع علمی بویژه دانشمندان شیلاتی و نیز مقامات اجرایی کشورهای تولیدکننده ماهیان خاویاری وارد نمود. کاهش با شیب شدید ماهیان خاویاری که از اوایل دهه ۱۹۹۰ میلادی هم زمان با فروپاشی شوروی سابق آغاز شد، دانشمندان را بر آن داشت که با شتاب بیشتری به آبزی‌پروری تاسماهیان بپردازند. زیرا کاهش جمعیت ماهیان خاویاری در زیستگاه‌های طبیعی که به دلایل صید بی‌رویه برای استحصال گوشت و خاویار، صید غیر قانونی، ویژگی‌های زیستی (زادآوری کند و سن بلوغ دیرهنگام) تخریب مکان‌های تخم‌ریزی، آلودگی آب و عدم مدیریت مؤثر و علمی صیادی رخ داده، باعث گردید انجام اقدامات اساسی در جهت تکثیر و پرورش آنها بیشتر گردد.

کاهش شدید جمعیت طبیعی تاسماهیان بویژه مولدین از یک طرف و افزایش تقاضا و نیاز کارگاه‌های پرورش تاسماهیان از طرف دیگر، تولید پیوسته بچه‌ماهی را جدی‌تر و ضروری‌تر از گذشته نموده است. تلاش بیش از دو دهه مراکز دولتی و سرمایه‌گذاری بیش از یک دهه بخش خصوصی سبب ایجاد گله‌های مولدین پرورشی از گونه‌های خاویاری در سطح کشور شده، به جهت نیاز بسیار زیاد مراکز به بچه‌ماهی، تلاش‌هایی در جهت تکثیر مصنوعی آنها انجام گرفت. اما این مولدین از لحاظ کمی و کیفی با مولدین صید شده از طبیعت متفاوت بوده و هدف از تکثیر آنها نیز تأمین بچه‌ماهی مراکز پرورش می‌باشد.

تکثیر مصنوعی گونه‌های بومی ماهیان خاویاری در کشور نزدیک به ۷۵ سال قدمت دارد و امروزه با هدف افزایش راندمان تکثیر، روش‌های نوین و علمی مورد بررسی قرار می‌گیرد. از آغاز دهه ۱۹۷۰، پژوهش‌های کاربردی و پیشرفته پرورش تاسماهیان آغاز گردید (Chebanov and Billard, 2001). پس از فروپاشی اتحاد جماهیر شوروی، تحقیقات گسترده‌ای در این زمینه توسط دانشمندان مختلف به انجام رسید که منجر به ارائه دستورالعمل‌های اجرایی تکثیر و پرورش تاسماهیان در شرایط پرورشی شد.

در ایران نیز از سال ۱۳۴۴ خورشیدی تکثیر مصنوعی تاسماهیان بر اساس روش‌های ارائه شده توسط روس‌ها به انجام رسید (آذری تاکامی، ۱۳۴۴). توسعه و پیشرفت روز افزون تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری در ایران و جهان و لزوم بهینه سازی مدیریت تکثیر، پرورش و بهداشت کارگاه‌ها و مناسب-بودن مطالعات خون‌شناسی، هورمونی و بیوشیمیایی جهت نیل به این اهداف بویژه افزایش امنیت غذایی و کاهش هزینه‌های اقتصادی تولید و با توجه به وضعیت، تعداد و ریخت‌شناسی یاخته‌های خونی و فاکتورهای بیوشیمیایی خون و نیز ارتباط این فاکتورها با پدیده تکثیر و تغییرات هورمونی و غیره در سال‌های اخیر مطالعات گسترده‌ای روی پارامترهای خونی و بیوشیمیایی خون تاسماهیان در ایران و جهان به انجام رسیده است (کاظمی و همکاران، ۱۳۸۹). از سال ۱۳۷۴ خورشیدی پس از تأسیس انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری دکتر دادمان و ایجاد بخش تخصصی فیزیولوژی و بیوشیمی و نیز همکاری دوجانبه کارشناسان خاویاری ایران و روسیه در سال‌های ۱۳۷۶ و ۱۳۷۷ و با سایر کشورها در سال‌های بعد، انقلاب نوین و بزرگی در تحقیقات علوم مختلف تاسماهیان بویژه تولیدمثل و پرورش (تکثیر مصنوعی و طبیعی و پرورش در مراحل اولیه و تاسماهی پروری به منظور تولید گوشت و خاویار و نیز مولدسازی تاسماهیان و مباحث مربوط به آن چون خون‌شناسی، اندوکرینولوژی، بیوتکنیک تولید مثل و پرورش و غیره) به وجود آمد. بررسی آمار و گزارش‌های تکثیر مراکز بازسازی ذخایر در سال‌های اخیر نشان داد که با صرف هزینه-های بسیار، همچنان راندمان تولید کاهش یافته است. مراحل مختلف تکثیر همچون زمان فراوانی مولدین دریایی و با وسایل و روش‌های سنتی گذشته تکرار می‌گردد که کاهش تولید را در پی دارد. توجه به وضعیت مولدین طبیعی (تعداد کم و نامناسب از نظر تولید تخمک و اسپرم)، آبزی‌پروری تاسماهیان بدون تولید بچه‌ماهیان از مولدین پرورشی محکوم به شکست خواهد بود. بنابراین، برای دست‌یابی به توسعه آبزی‌پروری پایدار تاسماهیان، تولید لارو و بچه‌ماهی مورد نیاز مزارع پرورشی گوشت و خاویار از مولدین پرورشی خاویاری، اجتناب‌ناپذیر خواهد بود (پوردهقانی و همکاران، ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰). هدف از این نوشتار ارائه دستورالعمل و راهکار کاربردی جهت دستیابی به بیشینه تولید در مراحل اولیه زندگی ماهیان خاویاری (جنینی، لاروی و بچه‌ماهی) است.

مواد و روش

شناسایی و انتخاب مولدین مناسب

پس از بیومتری و لاپاراسکوپی (شکل ۱)، بر اساس شاخص های مختلف از قبیل وزن، شکل ظاهر، ویژگی‌های گنادی، اندازه تخمک و شاخص‌های خونی (شکل ۲) از بین فیل‌ماهیان ماده مرحله III رسیدگی جنسی، مناسب-ترین مولدین ماده انتخاب و پس از تگ‌گذاری با میکروچیپ، در حداقل استرس به حوض مخصوص نگهداری مولدین منتقل می‌گردند. براساس وزن، شکل ظاهر، ویژگی‌های گنادی (بهمنی و کاظمی، ۱۳۷۷)، اندازه و مرحله رسیدگی بیضه و سطح هورمون تستوسترون سرم خون مولدین نر، مولدین با دقت انتخاب و پس از تگ-گذاری با میکروچیپ به حوض مخصوص نگهداری و پرورش ولدین منتقل می‌گردند

شکل ۱: شناسایی و انتخاب مولدین از طرق لاپاراسکوپی و تگ‌گذاری

شکل ۲: تهیه نمونه خون از ساقه دمی ماهیان خاویاری جهت مطالعه هورمونی (یوسفی جوردهی و همکاران، ۱۳۹۴)

شرایط پرورش مولدین انتخاب شده با هدف تکثیر مصنوعی زمان پرورش

تغذیه و شرایط پرورش در مرحله III رسیدگی جنسی که زرده‌سازی انجام می‌شود، نقش مهمی در کیفیت و کمیت مواد تناسلی مولد دارد و معمولاً این مرحله بیش از دو سال از زمان بلوغ فیل‌ماهی را دربر خواهد گرفت. لذا جهت جوابدهی بهتر مولدین و افزایش راندمان تکثیر مصنوعی حداقل دو سال قبل از بلوغ باید مولدین انتخاب و در شرایط خاص پرورش، تغذیه و پریود نور و دما قرار گیرند.

دمای پرورش

جهت فراهم نمودن شرایط فیزیولوژیکی مناسب در مولدین پرورشی و امکان تکثیر مصنوعی با راندمان بالا، لازم است حداقل در دو سال آخر قبل از بلوغ نهایی و در مرحله سه و چهار رسیدگی جنسی، تغییرات فصلی و دمایی آب برای پیش‌مولدین و مولدین پرورشی مزرعه فراهم گردد. این دما از

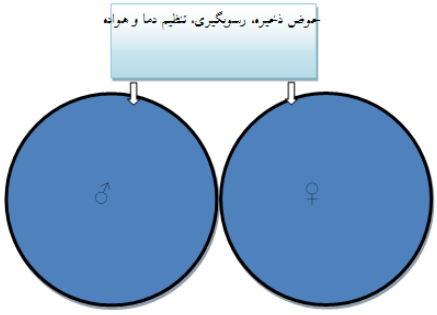
تابستان با دمای حدود ۲۶ درجه سانتی‌گراد آب شروع شده و تا دمای حدود ۸ درجه سانتی‌گراد زمستان متغییر خواهد بود. چون در شرایط پرورشی همچون شرایط طبیعی و دریا امکان مهاجرت و انتخاب دمای مناسب برای مولدین وجود نخواهد داشت، لذا لازم است که این نوسان دمایی بصورت یکنواخت و با دوره زمانی مناسب اعمال گردد و در صورت تغییرات ناگهانی جوی یا ورود آب چاه که دمای متفاوت با آب سطحی دارد، صدمات وارده به مولدین غیر قابل جبران خواهد بود و سبب کاهش احتمال جوابدهی، کیفیت تخمک استحصالی و همچنین رسیدگی در خارج از فصل تکثیر و کاهش شدید بازماندگی تخم و لارو می‌گردد. در صورت عدم وجود آب سطحی با نوسانات مناسب دما می‌توان از تجهیزات برودتی و حرارتی مناسب جهت تغییرات دمایی آب استفاده نمود و مقدار محدودی از آب را به مقدار چند درجه به دمای مناسب نزدیک نمود.

در جدول ۱ تغییرات دمایی رودخانه سفید رود و دریای خزر به عنوان الگوی دمایی مناسب برای گونه‌های بومی در نظر گرفته شده و زمان و دمای مناسب جهت تکثیر مصنوعی گونه فیل‌ماهی مشخص شده است و این روند تغییرات دمایی را می توان به شکل مصنوعی و با سخت-افزار لازم برودتی در هر فصل از سال به وجود آورد و در هر زمانی از سال تکثیر مصنوعی مولدین پرورشی را به وجود آورد.

جدول ۱: دامنه دمایی مناسب جهت رسیدگی نهایی مولدین فیل‌ماهی پرورشی

ماه (خورشیدی)	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند
دما (°C)	۱۲-۱۶	۲۰-۱۶	۲۵-۲۰	۲۷-۲۵	۲۵-۲۷	۲۲-۲۵	۱۹-۲۲	۱۴-۱۹	۹-۱۴	۴-۸	۴-۹	۹-۱۲

برای پرورش مولدین از حوضچه‌های بتنی به شکل دایره با ارتفاع آبگیر ۲ و قطر ۱۰ – ۸ متر و مساحت ۹۰ - ۵۰ مترمربع با گنجایش حدود ۱۸۰ - ۱۰۰ مترمکعب آب با دریچه‌ها، سطح دیواره و شیب کف مناسب استفاده می شود. محل تزریق مولدین نر و ماده پرورشی آماده، دو حوض جدا از هم بتنی مدور با قطر ۶ متر و ارتفاع ۱/۶ و آبگیر ۱/۴ متر، مجهز به هوادهی و جریان شدید و خروجی استاندارد با کف و دیواره مناسب می باشد.



شکل ۲ : استخرهای تزریق مولدین نر و ماده

آب پرورش

آب حوض مولدین باید واجد شرایط فیزیکی و شیمیایی مناسب و یکنواخت باشد. دما، شوری، pH، اکسیژن، آمونیاک، آلودگی، شدت جریان، کدورت و رسوبات شاخص‌های مهمی هستند که روزانه باید کنترل گردند. جهت تامین اکسیژن و انتقال و خروج فضولات محلول و نامحلول حوض‌های پرورش مولدین نیاز به جریان ورودی که سبب تعویض آب در شبانه روز با حداقل چهار مرحله برای آب ورودی با استانداردهای بسیار مناسب بدون برگشت و برای آب‌های برگشتی و کیفیت کمتر حداقل ۸ مرحله نیاز می‌باشد. منبع تامین آب شور یا شیرین حوض های پرورش مولدین می‌تواند از دریاچه، آب رودخانه و چشمه، چاه و آب برگشتی مزرعه باشد. در صورت استفاده از آب دریا، وجود رسوب‌گیری قبل استفاده از آن ضروری می‌باشد. در صورت استفاده از آب دریا، وجود رسوبگیری قبل استفاده از آن ضروری می‌باشد. در فصل گرم سال

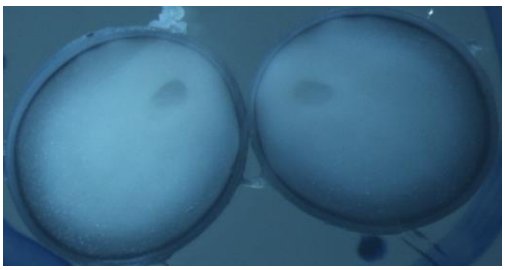
اکسیژن آب نباید کمتر از حد مطلوب شده و در فصل سرد سال یخ‌زدگی سطح آب نباید رخ دهد. منبع تأمین آب شیرین حوض‌های تزریق مولدین می‌تواند از آب سطحی و چاه باشد که با مخلوط‌کردن درست در منبع مجزا امکان تنظیم دما و افزایش کیفیت آن در برخی از فصول سال وجود خواهد داشت و معمولاً در شرایط اقلیمی شمال کشور در نیمه دوم سال امکان رسیدن به دمای مناسب و تزریق هورمون فراهم خواهد شد. در صورت وجود امکانات گرمایشی و برودتی جهت تنظیم دمای مناسب می‌توان از آب چاه پس از هوادهی و رسوبگزاری در صورت نیاز و استریل نمودن با UV یا ازن در مخزن به کمک امکانات سخت افزاری به دمای مناسب رسیده و در هر زمان از سال تزریق هورمون جهت تکثیر مصنوعی را برنامه ریزی نمود. تأمین اکسیژن بیش از ۹ ppm و ایجاد جریان چرخشی شدید آب در حوض گرد تزریق ضروری می باشد (جدول ۲).

تغذیه پیش مولدین

تغذیه پیش‌مولدین ماهیان خاویاری پرورشی در دمای بین ۱۴ تا ۲۶ درجه سانتی‌گراد و از شروع مرحله III رسیدگی جنسی تا چندماه قبل از تزریق هورمون با غذا و مکمل-های موردنیاز مولدین که پروتئین بیش از ۴۸ تا۵۰٪ طبق جدول ۳ انجام می‌شود. بهتر می‌باشد در این مرحله از رشد جنسی از خوراک‌های مرطوب یا ماهیان مثل کیلکا به همراه کنسانتره خشک در وعده های مجزا برای تغذیه پیش مولدین و مولدین استفاده گردد.

شرایط تزریق هورمون و زسیدگی نهایی مولدین

دامنه دمایی تزریق و تکثیر مولدین گونه‌های ماهیان خاویاری پرورشی بومی و غیر بومی کشور بین ۱۲ تا ۲۲ درجه سانتی‌گراد متفاوت می‌باشد. در زمان مناسب و در هنگام کاهش دما و قطع غذادهی، مولدین ماده با حداقل دست‌کاری و استرس مورد بررسی قرار می‌گیرند و به وسیله تایگون نمونه تخمک از مولدین در مرحله چهار رسیدگی جنسی تهیه می‌گردد و پس از برش و تهیه تصویر دیجیتالی، به کمک نرم‌افزار مخصوص قطر، اندازه، شکل و رنگ تخمک و GV، اندازه و شکل هسته بررسی می‌گردد و در صورت مناسب بودن این شاخص‌ها و وجود دمای مناسب (۱۱ تا ۱۴ درجه سانتی‌گراد برای مولدین فیل‌ماهی)، جهت انتقال به حوض مخصوص و تزریق هورمون و تکثیر مصنوعی آنها برنامه‌ریزی می‌گردد. لذا بلافاصله مولد یا مولدین آماده با برانکارد مخصوص و حداقل استرس و رعایت هم‌دمایی آب به حوض مخصوص تزریق مولدین ماده منتقل می‌گردند. در صورتی‌که، دامنه GV تخمک بین ۶ تا ۹ و میانگین ۷ محاسبه گردد و شرایط جسمی، شاخص‌های تخمک و شرایط آب و دما مناسب باشد، احتمال جوابدهی مولدینی که روند پرورش خوبی را گذرانده باشند به تزریق هورمون به حداکثر خواهد رسید. حوضچه مخصوص تزریق مولدین نر و ماده دو حوض بتنی گرد جدا از هم با قطر ۶ و ارتفاع ۱/۴ متر می‌باشد که آب آنها از آب سطحی و چاه یا با آب شیرینی که با سیستم های برودتی تنظیم دما می‌گردند تأمین می شود (جداول ۲ و ۴).



شکل ۳: تعیین موقعیت هسته در تخمک

شکل ۴ : ترزیق هورمون سنتتیک به ماهی

همزمان با هر مولد ماده سه مولد نر مناسب نیز انتخاب شده و بصورت جداگانه به حوض مخصوص تزریق مولدین نر منتقل می‌گردد و پس از حدود ۴ روز آرامش و کاهش استرس، نوع، دوز مناسب، زمان تزریق، مراحل تزریق و فاصله بین تزریق هورمون براساس شرایط مولد، وزن، جنسیت، GV و غیر محاسبه و تزریق می‌گردد. معمولاً مولدین ماده که دارای شرایط مناسب هستند، در دو مرحله با فاصله ۹ تا ۱۲ ساعت و به نسبت ۱۰ و ۹۰ درصد کل هورمون مورد تزریق قرار می‌گیرند و همزمان با تزریق نهایی مولدین نر نیز در یک مرحله تزریق می‌گردند (شکل ۴) (بهمنی و همکاران، ۱۳۹۶). در حال حاضر مناسب-ترین هورمون موجود در بازار، هورمون $LHRH\ A_2$ می-باشد (پوردهقانی و همکاران، ۱۳۸۷، ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰) (جدول ۴).

ایجاد شرایط مناسب تزریق برای مولدین آماده

- عدم دستکاری، نمونه برداری و جابجایی ماهی حداقل یک هفته قبل تزریق
- عدم وجود استرس های محیطی قبل و زمان تزریق
- ایجاد دمای مناسب آب برای تکثیر هر گونه و عدم تغییرات ناگهانی
- رعایت دوره نوری
- حوض نر ماده با شکل و ابعاد مناسب
- کف و دیواره مناسب حوض تزریق و عدم وجود آلودگی
- ورودی و جریان مناسب آب شیرین
- مقدار زیاد اکسیژن محلول در آب کیفیت مناسب آب

جدول ۲: فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب موردنیاز جهت تکثیر ماهیان خاویاری

Parameters	Threshold value
Transparency	30 cm
Chromaticity	30°
pH	6.5–7.5
Carbon dioxide (CO2- free)	10.0 mg/liter
Dissolved oxygen	4.0 mg/liter
Permanganate oxygen consumed	10.0 mg O2/liter
Hydrogen sulfide	0.002 mg/liter
Calcium	180 mg/liter1
Magnesium	40 mg/liter
Cadmium	0.003 mg/liter
Iron	0.01 mg/liter
Lead (Pb)	0.003 mg/liter
Zink	0.03 mg/liter
Sodium + potassium	120 + 50 mg/liter
Chlorides	30 mg/liter
Sulphates	50 mg/liter
Phosphates	0.3 mg/liter
Hydrocarbonates (Alkalinity)	7.0–8.0 mg equiv./liter 1.0 – 5.0 mmol/liter
Ammonium (NH41)	(NH41) 0.5 mg/liter
Ammonia nitrogen (NH3)	(NH3) 0.003 mg/liter
Nitrite	0.1 mg/liter (soft water) 0.2 mg/liter (hard water)
Nitrate	1.0 mg/liter
Hardness	6.0–8.0 mg/liter
Biochemical oxygen demand (BOD5)	2.0 mg O2/liter
Suspended solids	10.0 mg/liter

جدول ۳: مقدار، اندازه و تعداد وعده غذایی پیش‌مولدین و مولدین فیل‌ماهی پرورشی در اندازه و دمای متفاوت

نوع خوراک اکسترود	علامت اختصاری	سایز خوراک (mm)	حداقل وزن ماهی(gr)	حداکثر وزن ماهی(gr)	وعده غذادهی	درصد غذادهی به بیوماس در شبانه روز (درجه سانتی‌گراد)					
						۱۶-۱۴	۱۸-۱۶	۲۰-۱۸	۲۲-۲۰	۲۴-۲۲	۲۶-۲۴
پیش‌مولد	BFS1	۱۰	۹۰۰۰	۱۸۰۰۰	۲	۰/۳۵	۰/۴	۰/۴۵	۰/۵	۰/۴۵	۰/۴
پیش‌مولد	BFS1	۱۰	۱۸۰۰۰	۳۰۰۰۰	۲	۰/۲۵	۰/۳	۰/۳۵	۰/۴	۰/۳۵	۰/۳
مولد	BFS2	۱۲	۳۰۰۰۰	۵۰۰۰۰	۱	۰/۱۵	۰/۲	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۲
مولد	BFS2	۱۲	۵۰۰۰۰	۸۰۰۰۰	۱	۰/۱	۰/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۱

جدول ۴: فناوری زیستی تکثیر مصنوعی ماهیان خاویاری پرورشی بومی و غیر بومی کشور

ردیف	گونه	زمان تکثیر	جنسیت	وزن (kg)	دما °C	قطر تخمک (mm)	GV	هورمون	دوز (µg/kg)	غلظت هورمون (Mg/ml)	مقدار تزریق (ml)	% تزریق	فاصله دوتزریق (h)	ساعت جوابدهی	درجه ساعت	تعداد در گرم	درصد تخمک به وزن بدن	زمان هچ (h)	هم آوری مطلق
۱	فیل ماهی	بهمن - اسفند	ماده	۸-۳۰	۱۲-۱۴	۳/۳-۳	۷	LHRH-A_2	۵	۱۵۰	۱/۵-۳	۱۰-۹	۹	۳۸-۴۴		۴۶-۵۴	۱۵-۱۸	۱۷۰	
			نر	۶-۲۰	۱۳-۱۶	-	-	LHRH-A_2	۴	۱۰۰	۱/۵	۱۰۰	-	۲۸-۳۴		-	-	-	-
۲	سیبری	اسفند	ماده	۱-۶	۱۴-۱۷	۲/۶-۲/۷	۷	LHRH-A_2	۵	۲۵	۰/۵	۱۰-۹	۸	۳۸-۴۵		۷۵-۸	۱۱-۱۳	۱۶۰	
			نر	۳-۸	۱۴-۱۸	-	-	LHRH-A_2	۴	۲۰	۰/۵	۱۰۰	-	۳۰-۳۵		-	-	-	-
۳	استرلیاد	اسفند	ماده	۰/۴-۲	۱۴-۱۶	۲-۲/۱	۸	LHRH+Me	۷+۳	۱۰	۰/۲۵	۲۰-۸	۱۲	۳۴-۴	۳۴۰	۸۶-۹۶	۱۰-۱۲	۱۴۰	۵۴۰۰
			نر	۰/۴-۱/۲	۱۴-۱۶	-	-	LHRH+Me	۳+۳	۸	۰/۲۵	۱۰۰	-	۲۱-۲۶	۳۲۰	-	-	-	-
۴	چالباش	فروردین	ماده	۱۴-۲۵	۱۵-۱۷	۲/۸-۲/۹	۸	LHRH-A_2	۴	۶۰	۱	۱۰-۹	۸	۲۴-۳۳		۶۰-۶۵	۱۴-۱۶	۱۴۰	
			نر	۱۰-۲	۱۵-۱۸	-	-	LHRH-A_2	۳	۴۰	۱	۱۰۰	-	۲۲-۲۸		-	-	-	-
۵	تاسماهی ایرانی	فروردین	ماده	۱۰-۲	۱۶-۱۸	۲/۷-۲/۹	۸/۵	LHRH-A_2	۴	۵۰	۱	۱۰-۹	۸	۲۴-۳۲		۶۱-۶۹	۱۳-۱۵	۱۴۰	
			نر	۱۵-۲	۱۵-۲	-	-	LHRH-A_2	۳	۴۰	۱	۱۰۰	-	۲۰-۲۶		-	-	-	-
۶	شیپ	فروردین	ماده	۱۰-۲۵	۱۶-۱۸	۲/۷-۲/۸	۹	LHRH-A_2	۴	۵۰	۱	۱۰-۹	۸	۲۷-۳۳		۶۸-۷۴	۱۳-۱۶	۱۲۰	
			نر	۸-۲	۱۶-۱۹	-	-	LHRH-A_2	۳	۴۰	۰/۸	۱۰۰	-	۲۰-۲۶		-	-	-	-
۷	ازون برون	اردیبهشت	ماده	۶-۱۵	۱۸-۲۳	۲/۶-۲/۷	۹	LHRH-A_2	۳	۴۰	۰/۸	۱۰-۹	۶	۲۰-۲۶		۷۸-۸۵	۱۲-۱۴	۱۰۰	
			نر	۴-۱۲	۱۸-۲۳	-		LHRH-A_2	۳	۲۵	۰/۶	۱۰۰		۱۶-۲۱		-	-	-	-

*چنانچه میانگین GV کمتر از عدد ذکر شده باشد، تزریق در یک مرحله صورت می‌گیرد.

جواب‌دهی مولدین و استحصال مواد تناسلی به روش زنده

با توجه به درجه حرارت آب و شرایط ماهی، ممکن است مولدین نر ۲۸ تا ۳۶ ساعت پس از تزریق، اسپرم‌ریزی نموده، لذا در این فاصله هر چند ساعت باید مورد بررسی قرار گیرند و در صورتی که با فشار دست از مخرج ماهی اسپرم خارج گردد، باید آن را بر روی برانکارد مهار نموده و به وسیله شیلنگ مخصوص متصل به سرنگ، اسپرم را به آرامی استحصال نمود و به ظروف مناسب منتقل گردد. اسپرم در آزمایشگاه مورد بررسی کمی و کیفی قرار گرفته و در صورت مناسب بودن، شماره‌گذاری و داخل ظروف بزرگ و دور از نور در یخچال نگهداری می‌گردد. دستکاری پیش از تخمریزی در مولدین ماده، ایجاد استرس نموده و ممکن است مانع از اوولاسیون مناسب گردد. لذا محاسبه زمان جوابدهی مولدین، بر اساس دما و تجربه و رفتارهای مولدین بسیار ضروری می‌باشد. مدت زمان جوابدهی به تزریق هورمون در گونه‌های مختلف ماهیان خاویاری متفاوت می‌باشد و با افزایش دما آب در یک گونه کاهش می‌یابد. مدت زمان جوابدهی به تزریق هورمون در نرها کوتاهتر از ماده‌ها می‌باشد. کوتاهترین زمان جوابدهی به تزریق هورمون در در بین ماده‌ها در گونه ازون‌برون (۲۶ – ۲۰ ساعت) و طولانی‌ترین آن در گونه فیل‌ماهی ماده (۴۶ – ۵۴ ساعت) می‌باشد (جدول ۲) که با توجه به دما، حرکت و شکل ظاهری مولد باید در ساعات متعدد مورد بازدید قرار گرفته و در صورت خروج تخمک از مخرج ماهی، ناحیه بالاتر از مخرج تناسلی را با پارچه بسته و در زمان آزاد شدن کامل تخمک‌ها در همه قسمت‌های تخمدان، مولد با کمک برانکارد حمل شده و بر روی میز جراحی مهار و عمل میکروسزازین انجام می‌گیرد و تخمک‌ها تخلیه شده، سپس مولد به وان مجزا و مناسب حمل شده و ۷۲ ساعت بعد با جیره مناسب تغذیه شروع می-گردد تا در سال‌های آینده امکان تخمک‌زایی مجدد را پیدا نماید.

شکل ۵: اسپرم‌گیری از مولدین نر خاویاری و بررسی کمی و کیفی اسپرم در آزمایشگاه

شکل ۶ : میکروسزارین مولدین ماده و تخمک‌گیری به روش ریزبرش مجرای تخمک‌بر (پوردهقانی و همکاران، ۱۳۸۷؛ بهمنی و همکاران، ۱۳۹۶)

لقاح و رفع چسبندگی تخم

بلافاصله پس از جدا نمودن مایع تخمدانی از تخمک به کمک توری مخصوص، کل تخمک وزن شده و ۱۰ تا ۲۰ سی‌سی اسپرم مناسب چند مولد نر با سرعت با دو لیتر آب کارگاه مخلوط شده و بلافاصله بر روی هر کیلوگرم تخمک در داخل تشتک ریخته و به مدت ۴ دقیقه با دست بهم‌زده، سپس کمی آب به تشتک اضافه و سپس همه آب و اسپرم اضافه از ظرف تخلیه و جهت رفع چسبندگی تخم که پس از لقاح، در لایه خارجی آنها ایجاد می گردد، از ۴ لیتر محلول کائولن با غلظت ۱۰ تا ۱۵ گرم در لیتر پودر کائولن بهداشتی برای هر کیلوگرم تخم استفاده می‌شود و به مدت ۴۵ تا ۶۰ دقیقه تخم‌ها در این محلول شستشو داده می‌شوند و پس از چند بار آبکشی با آب انکوباسیون، به انکوباتورها منتقل می‌گردند (شکل ۷). با استفاده از کائولن بجای رس در رفع چسبندگی تخمک ماهیان خاویاری می‌توان رسوب رس بر پوسته، آسیب‌دیدگی تخمک، تأثیرات منفی آهن رس، تلفات و قارچزدگی تخمک‌ها را کاهش داده و درصد لقاح، تفریخ و بازماندگی را افزایش داد.

شکل ۷: لقاح اسپرم و تخمک و رفع چسبندگی تخم ماهی خاویاری (برگرفته از پوردهقانی و همکاران ،۱۳۹۰)

انکوباسیون و تخم‌گشایی (تفریخ تخم)

جهت انکوباسیون تخم تاسماهیان از انکوباتورهای مختلف همچون یوشچنکو، اسوتر، ویس و مک‌دونالد استفاده می-گردد. هر یک از این انکوباتورها محاسن و معایبی داشته اما انکوباتور های مک‌دونالد که امروزه در اکثر مزارع تکثیر مصنوعی تاسماهیان در دنیا استفاده می‌گردد، محاسن بیشتری داشته و صدمات کمتری را در پوسته و رشد جنینی تخم ایجاد می نماید. اگر میانگین وزن مولد ماده فیل‌ماهی ۵۰ کیلوگرم و میزان درصد تخمک استحصالی، ۱۰ درصد وزن بدن باشد، وزن کل تخمک استحصالی از یک مولد حدود ۵ کیلوگرم خواهد بود. در صورتی که ظرفیت هر انکوباتور نیم کیلوگرم تخم باشد، برای تخمه‌گشایی تخم‌های لقاح یافته این مولد، حدود ۱۰ عدد انکوباتور نیاز است (شکل ۸). جهت انکوباسیون باید آب چاه مناسب با دبی ۲ تا ۳ لیتر در ثانیه به منبع ذخیره، هوادهی و تنظیم دما هدایت شود. در زمان مورد استفاده، آب منبع، هوادهی و دمای آن به کمک دستگاه‌های سرمازا و گرمازا تنظیم می‌گردد. آب با دمای تنظیم شده پس از عبور از اشعه UV و فیلتراسیون، استرلیزه شده و به صورت ثقلی و با فشار ثابت به تک‌تک انکوباتورها هدایت می‌گردد. فشار مناسب آب سبب حرکت دایم تخم‌ها شده و از خفگی آنها جلوگیری می‌شود. ۳ تا ۴ ساعت پس از لقاح، در مرحله گاسترولاسیون و تقسیم دوم بلاستولایی امکان محاسبه درصد لقاح وجود خواهد داشت (شکل ۸). سالن انکوباسیون باید تاریک باشد، زیرا نور تاثیر

منفی بر جنین ماهیان خاویاری خواهد گذاشت. در زمان تخم‌گشایی، باید لاروهای شناور همراه با جریان خروجی آب وارد تراف یا وان‌های جمع‌کننده لارو شوند و پس از جمع-آوری، توزین و به مخازن پرورش منتقل شوند.

اگر در مرحله از تکثیر حدود ۱۰ کیلوگرم تخمک استحصال شود، با در نظر گرفتن ۵۰ عدد تخمک در هر گرم، ۵۰۰۰۰۰ عدد تخمک حاصل خواهد شد. با در نظر گرفتن درصد لقاح ۷۰ درصدی، می‌توان ۳۵۰۰۰۰ تخم لقاح یافته مناسب تولید کرد. اگر بازماندگی دوره انکوباسیون ۵۰ درصد باشد، از این مقدار تخم، حدود ۱۷۵۰۰۰ قطعه لارو یک روزه تولید خواهد شد.

نگهداری و پرورش لارو فیل‌ماهی (بخش ونیرو)

لاروهای یک روزه دارای کیسه‌زرده (شکل ۹) که در بخش انکوباسیون تفریخ خواهند شد، باید جهت ادامه پرورش تا مرحله بچه‌ماهی نورس به مخازن فایبرگلاس گرد به قطر حداکثر ۲ و ارتفاع ۰/۵ متر با خروجی‌های مخصوص (استوانه ای) انتقال یابند. با در نظر گرفتن ۵۰ درصد تلفات در مرحله ونیرو می‌توان از ۱۷۵۰۰۰ قطعه لارو یک روزه مورد اشاره، ۸۷۵۰۰ بچه‌ماهی نورس با میانگین وزن ۱۰۰ میلی‌گرم به دست آورد. در صورتی‌که ظرفیت نهایی هر وان حدود ۱۰۰۰۰ بچه‌ماهی نورس باشد، باید در مجموع ۱۰ دستگاه وان فایبرگلاس با مشخصات ذکر شده برای پرورش آنها آماده شود. بیشترین مقدار مصرف آب در این بخش ۲ لیتر در ثانیه است که از منبع آب انکوباسیونی تأمین می‌شود.

شکل ۸: انکوباتورهای مک‌دونالد و تقسیمات سلولی در تخم فیل‌ماهی

شکل ۹: لارو یک روزه فیل‌ماهی و معرفی آن به مخازن بخش ونیرو

تغذیه لارو

تغذیه نیمه فعال لاروها پس از حدود یک هفته پس از تخمه-گشایی آغاز می‌شود. لاروها نخست از آرتمیا و پس از جذب کامل کیسه زرده و شروع تغذیه فعال، از آرتمیا غنی شده تغذیه خواهند کرد. زمانی که وزن لاروها به ۶۰ میلی‌گرم رسید، می‌توان به همراه غذای زنده از غذای مخصوص لارو خاویاری نیز جهت تغذیه استفاده کرد. پرورش ۸۷۵۰۰ لارو از وزن اولیه ۴۰ تا وزن ۱۰۰ میلی‌گرم، یعنی ۵ الی ۶ کیلوگرم

افزایش زی‌توده، محاسبه زمان‌بندی نیاز غذایی مطابق جداول ۶ و ۷ خواهد بود.

جدول ۶: زمان‌بندی نیاز غذایی طی مراحل لاروی

روزهای پرورش لارو	جذب کیسه زرده	تغذیه نیمه فعال (آرتمیا)	خوراک لاروی (کنسانتره ۱۰۰ میکرو	خوراک استارتر خاویاری
۱	❊			
۲	❊			
۳	❊			
۴	❊			
۵	❊			
۶	❊			
۷	❊	❊		
۸	❊	❊		
۹	❊	❊		
۱۰		❊		
۱۱		❊		
۱۲		❊		
۱۳		❊	❊	
۱۴			❊	
۱۵			❊	
۱۶			❊	
۱۷			❊	
۱۸			❊	❊
۱۹			❊	❊
۲۰			❊	❊
۲۱			❊	❊
۲۲				❊
۲۳				❊
۲۴				❊
۲۵				❊
۲۶				❊
۲۷				❊
۲۸				❊
۲۹				❊
۳۰				❊

جدول ۷: محاسبه مقدار غذای مورد نیاز لاروهای فیل‌ماهی

شاخص	آرتمیا	خوراک مخصوص لاروی
ضریب تبدیل غذایی	۴	۲
درصد تاثیر در بیوماس	۵۰	۵۰
افزایش وزن (kg)	۲/۵	۲/۵
غذای مورد نیاز (kg)	۱۰	۵

با در نظر گرفتن درصد شکوفایی ۷۰ درصدی سیست آرتمیا، نیاز به حدود ۱۵ کیلوگرم سیست می‌باشد و برای تفریخ این مقدار سیست در طی زمان پرورش لارو، نیاز به ۱۲ عدد زوک ۷۰ تا ۱۰۰ لیتری می‌باشد که باید در سالن ونیرو احداث شوند. تغذیه مرحله لاروی ۱۲ وعده در شبانه‌روز یعنی هر دو ساعت یک مرحله انجام می‌شود. تغذیه با آرتمیا بیش از دو هفته ادامه داشته و در هفته دوم از آرتمیای غنی شده با محلول‌های مناسب خصوصاً حاوی اسیدهای چرب استفاده می گردد. در انتهای دوره استفاده از آرتمیای غنی شده از خوراک خشک پودری با سایز ۱۰۰ میکرون که مخصوص تغذیه لاروی می باشد استفاده خواهد شد. برای تغذیه ۸۷۵۰۰ قطعه لارو نیاز به حدود ۵ کیلوگرم خوراک کنسانتره مخصوص لارو می‌باشد (جدول ۸).

پرورش بچه‌ماهی انگشت‌قد

طبق برنامه تولیدی ذکر شده، حدود ۸۷۵۰۰ بچه‌ماهی نورس با میانگین وزن ۱۰۰ میلی‌گرم جهت پرورش تا وزن ۵ گرم به بخش پرورش منتقل خواهند شد. اگر تلفات بچه‌ماهی را از ۱۰۰ میلی‌گرم تا ۵ گرم ۴۰ درصد در نظر گرفته شود، در پایان دوره، ۵۰۰۰۰ بچه‌ماهی انگشت‌قد در اختیار خواهد بود. البته شایان ذکر است که درصد تلفات در نظر گرفته برای مراحل مختلف در حد بیشینه بوده، معمولاً بسیار کمتر از اعداد اعلام شده می‌باشد. در این بخش از استخرهای بتنی گرد با قطر ۲ تا ۳ و ارتفاع یک متر استفاده می‌شود و با در نظر گرفتن تراکم حداکثر یک کیلوگرم در آخر دوره نیاز به حداکثر ۶۰ حوضچه قطر دو متر می‌باشد. فضای این حوضچه‌ها سرپوشیده بوده، به مدت حدود دو ماه به ۱۰ لیتر در ثانیه آب چاه نیاز دارند. این آب در منبعی مرتفع داخل سالن ذخیره، هوادهی و سپس به صورت ثقلی به استخرها هدایت می‌شود.

تغذیه بچه‌ماهیان

بچه‌ماهیان نورس در اواخر پرورش لاروی در ونیرو به غذای پودری یا کنسانتره عادت‌دهی شده اند و در این بخش جهت تغذیه بچه‌ماهیان باید فقط از غذای خشک فرموله با درصد پروتئین بالا استفاده شود. تولید نهایی ۵۰۰۰۰ قطعه بچه‌ماهی با میانگین وزن ۵ گرم یعنی ۲۵۰ کیلوگرم زی‌توده زنده و با در نظر گرفتن ضریب تبدیل غذایی یک، مقدار ۲۵۰۰ کیلوگرم غذای آغازگر مخصوص با اندازه‌های متفاوت در طی دوره دو ماهه پروش بچه‌ماهیان مورد نیاز می‌باشد. غذادهی باید در ۸ وعده به مقدار ۳ تا ۴ درصد وزن بیوماس هر وان و در طول شبانه‌روز انجام شود.

شکل ۱۰: بچه فیل‌ماهی

جدول ۸: پیش‌بینی روند کلی تولید بچه فیل‌ماهی پرورشی

تعداد مولدین ماده	میانگین وزن (kg)	بیوماس (kg)	تعداد جوابدهی مولدین	درصد وزن گناد	تخمک هر مولد (kg)	کل تخمک (kg)	تعداد در گرم تخمک	تعداد کل تخم
۵	۵۰	۵۰۰	۲	۱۰	۵	۱۰	۵۰	۵۰۰۰۰۰
درصد لقاح	تخم لقاح یافته	درصد ماندگاری انکوباسیون	تعداد لارو زنده	درصد ماندگاری لارو	تعداد بچه ماهی نورس	درصد ماندگاری بچه ماهی	تعداد بچه‌ماهی ۳ گرمی	
۷۰	۳۵۰۰۰۰	۵۰	۱۷۵۰۰۰	۵۰	۸۷۵۰۰	۶۰	۵۰۰۰۰	

بحث

در برنامه‌ریزی فعالیت‌های تکثیر و پرورش، پیش‌بینی زمان رسیدگی ماهیان مولد پس از تزریق هورمون بسیار با اهمیت است، بویژه گونه‌هایی مانند تاسماهیان که تخمک آنها پس از اوولاسیون به سرعت به مرحله رسیدگی رسیده، تدریجاً توانایی باروری خود را از دست خواهند داد. اطلاعات انتشار یافته در خصوص نقش غدد درون‌ریز در تولیدمثل ماهیان غضروفی تا قبل از سال ۱۹۹۶ اندک و محدود به ماهیان خاویاری سفید پرورشی و سیبری بود (Doroshov *et al.*, 1997).

در تاسماهیان علاوه بر عوامل داخلی و خارجی، می‌توان درجه حرارت محیط را به عنوان مهم‌ترین عامل برای بلوغ نهایی در نظر گرفت. به طوری که اگر درجه حرارت محیط برای تخم-ریزی مناسب نباشد، تزریق محرک‌های گنادوتروپینی نیز قادر به تحریک تخم‌ریزی (اوولاسیون) در تاسماهیان نخواهند بود. مثلاً در درجه حرارت ۱۸ درجه سانتی‌گراد، ۸۰٪ مولدین ماده و ۱۰۰٪ مولدین نر مناسب، به هورمون‌تراپی با غلظت‌های متفاوت جواب ندادند. زیرا نوسانات دمایی در شبانه‌روز سبب بروز استرس در مولدین خاویاری می‌شود.

در مرحله چهارم رسیدگی جنسی، رشد سیتوپلاستیک یا پروتوپلاسمیک و زرده‌سازی کامل می‌گردد و در حالی که قطب جانوری به وضوح قابل مشاهده است، ماهیان برای تخم‌ریزی منتظر دما و شرایط محیطی مناسب می‌شوند. شکل کروی تخمک، وجود لایه‌های سالم و همچنین رنگدانه‌های تیره و ملانینی، مبین ساختار مناسب تخمک می‌باشد. در این مرحله هورمون‌های گنادوتروپینی فعال شده و همزمان با فعالیت آنها هسته زایشی (GV) به سمت قطب جانوری مهاجرت نموده تا به غشای تخمک برسد و پدیده شکست هسته زایشی یا GVBD رخ دهد (بهمنی و همکاران، ۱۳۸۴).

تحقیقات Williot و همکاران (۱۹۹۷)، نشان داد که عوامل نامساعد زیست‌محیطی مانع انجام تخم‌ریزی همزمان (Spontaneously spawn) در تاسماهیان سیبری (*A. baerii*)، حتی در شرایط پرورشی و تکمیل مراحل بلوغ نهایی تخمدان می‌گردد. یعنی با وجود مهاجرت هسته زایشی به طرف قطب جانوری، شکست کامل هسته زایشی صورت نمی‌گیرد و تحریک جنسی باید به وسیله عوامل گنادتروپیک و با تشخیص فیزیولوژیک صحیح انجام شود.

فاز اصلی رشد تخمدان ماهی زمانی رخ می‌دهد که پروتئین ویتلوژنین که تحت اثر هورمون استرادیول ساخته شده در کبد است، در تخمک بالغ ذخیره گردد. بنابراین، اندازه‌گیری میزان هورمون ۱۷ بتا - استرادیول یا E_2 در پلاسمای خون ماهی ماده می‌تواند به عنوان شاخص غیر مستقیم روند زرده‌سازی، مورد استفاده قرار گیرد (یلقی، ۱۳۸۵). استرادیول یکی از هورمون‌های اصلی در ماهیان ماده است. هورمون تستوسترون در لایه داخلی گرانولوزا به استرادیول تبدیل و توسط لایه-های فولیکولی در پاسخ به هورمون‌های گنادوتروپنیی هیپوفیز، ترشح می‌گردد. نقش اصلی استرادیول، تحریک و القاء کبد به تولید ماده پروتئینی به عنوان پیش‌ساز زرده (وتیلوژنین) است. این ماده بخشی از ساختار اووسیت‌های بالغ می‌گردد. در ماهیان خاویاری سطح هورمون استرادیول در دورهٔ زرده‌سازی حالت افزایشی داشته و با کامل‌شدن این دوره میزان آن در اووسیت‌ها کاهش می‌یابد (Barannikova, 1999). بنابراین، بالاتر بودن مقدار این هورمون در مولدین فاقد اوولاسیون می-تواند سبب بیشتر بودن اثر پس خورد منفی این هورمون بر ترشح گنادوتروپین در این مولدین باشد.

جهت به حداقل رسیدن استرس، مولدین باید در تراکم حداقل در مخازن فایبرگلاس مناسب با شدت و دبی آب مناسب و دمای یکنواخت مورد نظر قرار بگیرند و دستکاری‌ها به حداقل برسد. به عنوان یک اصل کلی بویژه در ماهیان خاویاری، اگر شرایط نگهداری در حوضچه‌ها با تراکم بالا باشد، شرایط فیزیولوژیک آنها تحت‌تأثیر عوامل منفی دچار مشکل شده، امکان تخمک‌کشی از آنها کاهش می‌یابد (بهمنی و همکاران، ۱۳۸۴). بنابراین، علت افزایش هورمون در مولدینی که به تزریق پاسخ می‌دهند، می‌تواند ناشی از بالا بودن سطوح پایهٔ هورمون کورتیزول، فرایند بلوغ نهایی گامت‌ها و ساختار فیزیولوژیک مولدین باشد و از آنجا که بین عوامل مختلف استرس‌زا و کیفیت گامت‌ها ارتباط منطقی وجود دارد، میزان استرس حتی اگر شدید هم نباشد، ولی باز هم کیفیت تخمک به شدت کاهش می‌یابد. اگر شدت تأثیر عوامل استرس‌زا در مرحله آخر چرخهٔ تولیدمثلی بالا باشد، برگشت کیفیت تخمک

به حالت‌های طبیعی غیرممکن خواهد بود. اما اگر این تأثیر شدید نباشد، امکان بازگشت به شرایط و کیفیت مطلوب وجود خواهد داشت. بنابراین، برای اطمینان از تولید بچه‌ماهیان سالم و با کیفیت مطلوب باید وضعیت فیزیولوژیک مولدین در زمان-های مختلف (صید، حمل و نقل، نگهداری و غیره) به دقت بررسی گردد. زیرا بلوغ نهایی تخمک قبل از اوولاسیون به وقوع می‌پیوندد و ناکافی بودن سطوح هورمونی و اثر مضاعف استرس منجر به غیر فعال‌نمودن سیستم فیزیولوژیک مولدین خواهد شد (بهمنی و همکاران، ۱۳۷۸) و ممکن است سبب شود که مولدین به وضعیت کامل رسیدگی جنسی نرسیده و به هورمون تراپی پاسخ ندهند.

در تکثیر مصنوعی گونه تاسماهی استرلیاد بکارگیری هورمون‌ها همراه با آنتاگونیست‌ها نتایج بهتری را نشان داد. اما هورمون LHRH A2 همراه با متوکلوپرامید، بهترین تأثیر را در مولدین ماده داشت و غلظت ۳ میکروگرم LHRH A2 همراه با ۷ میکروگرم متوکلوپرامید برای هر کیلوگرم وزن مولد سبب جوابدهی ۹۳٪ مولدین در دماهای مختلف گردید. بکارگیری این غلظت در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد بهترین کارایی را برای استرلیاد داشت. لازمه تکثیر مصنوعی، کاربرد مواد مناسب برای تحقق مناسب رسیدگی نهایی، اوولاسیون و تخم‌ریزی است.

در گذشته تأمین هیپوفیز مورد نیاز مراکز تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری برای تکثیر مصنوعی تاسماهیان به طور عمده از مولدینی برداشت می‌شد که در شرایط مناسب رسیدگی جنسی قرار داشتند. از این‌رو، کمیت و کیفیت اثرگذاری هیپوفیز متفاوت بود. از طرفی محدودیت زمانی مصرف غده هیپوفیز استخراج شده، مشکلات نگهداری آن، قیمت بالا، محدودیت منابع تهیه آن، هزینه قابل توجه به دلیل صرف نیروی انسانی، وقت و غیره باعث شد تا به همراه هیپوفیز از یکی از آنالوگ‌های فعال و قوی GnRH به نام $LHRH\text{-}A_2$ جهت القای تکثیر مصنوعی به‌منظور افزایش راندمان تکثیر استفاده گردد. از دیگر مزایای استفاده از هورمون‌های گنادوتروپینی، شناخته شده بودن ساختار مولکولی و امکان ساخت سنتتیک و آنالوگ‌های بسیار فعال آنها می‌باشد.

برای افزایش بهره‌وری از مولدین پرورشی خاویاری باید استحصال تخمک از طریق ریزبرش مجرای تخمک‌بر (اویداکت) بدون جراحت و کشتن ماهی انجام گیرد و مولدین تکثیر شده مجدداً به سیستم پرورش بازگردانده شوند. تخمدان تاسماهیان مانند تخمدان کپورماهیان دارای لایهٔ پوششی به نام لافیا نمی-باشد. لذا در تکثیر مصنوعی در صورت جواب‌دهی مولد به تزریق هورمون، تخمک‌های رسیدهٔ تخمدان به یک‌باره در حفرهٔ شکمی آزاد شده و به همین دلیل نمی‌توان همانند کپور ماهیان با مالش‌دادن سطح شکمی، تخمک آنها را از طریق مجرای تخمک‌بر خارج نمود. بنابراین، برای استحصال تخمک‌ها باید از طریق ریزبرش مجرای تخمک‌بر صورت گیرد. این مولدین پس از گذشت یک تا ۲ سال بسته به گونه، دوباره امکان تکثیر را پیدا خواهند کرد.

براساس تحلیل صورت گرفته، در حال حاضر میزان راندمان تکثیر و تولید ماهیان خاویاری در کشور به دلیل سنتی بودن زیرساخت‌ها پایین می‌باشد. بنابراین، استفاده از شرایط مناسب آب و پرورش، دوره‌های دمایی و نوری، بکارگیری جیره‌های غذایی ویژه در مولدسازی و شناسایی مولدین در زمان مناسب، استفاده از هورمون‌های سنتتیک با کیفیت و شیوه مناسب لقاح و رفع چسبندگی تخمک، استفاده از انکوباتورهای مناسب‌تر با حداقل دستکاری و بکارگیری جیره‌های مناسب دوران لاروی و بچه‌ماهی می‌تواند راندمان تولید را از نظر کمی و کیفی افزایش دهد.

توصیه ترویجی

عوامل مهم دخیل در موفقیت تکثیر مصنوعی تاسماهیان با استفاده از هورمون‌های سنتتیک را می‌توان به رعایت اصول زیر مربوط دانست. به طوری‌که ایجاد شرایط مناسب و مساعد مرتبط با مدیریت تکثیر نیز نقش به سزایی در این ارتباط خواهد داشت.

- کاهش سطوح استرس در مولدین
- استفاده از جیره‌های غذایی مخصوص مولدین در گونه‌ها و شرایط مختلف
- ایجاد شرایط مناسب هیدرولوژیک، فیزیکی و شیمیایی نزدیک به شرایط طبیعی تکثیر هر گونه.

- ایجاد دامنه دمایی مناسب برای هر گونه با کمک سخت‌افزارهای برودتی قابل کنترل آب و وابسته نبودن به شرایط دمایی محیط.
- بکارگیری شاخص‌های مورفولوژیک و هیستولوژیک در تشخیص روند بلوغ نهایی مولدین پس از تزریق در شرایط کنترل شده.
- جهت جلوگیری از اتلاف تخمک بعد از تعیین موقعیت هسته زایشی یا GV، توانایی فولیکول‌های تخمک، مطابق روش‌های موجود در آزمایشگاه مورد سنجش قرار گرفته و در صورت اطمینان از توانایی فولیکول‌ها، تزریق انجام شود و یا این که بعد از تعیین موقعیت هسته زایشی، هورمون‌های استروئیدی جنسی آنها اندازه‌گیری و مولدینی که سرم خون آنها دارای مقادیر مناسب هورمون‌های جنسی بود، مورد تزریق قرار گیرند.
- لزوم بکارگیری علوم و فناوری‌های نوین در زیرساخت‌های تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری طی مراحل مختلف رشد (جنینی تا مولدین).

منابع

آذری تاکامی، ق. ۱۳۴۴. تکثیر مصنوعی و پرورش تاسماهیان. پایان‌نامه دکتری دامپزشکی دانشگاه تهران

آذری تاکامی، ق.، پوستی، ا. و ابراهیمی، ع. ۱۳۷۶. بررسی تشخیص استعداد تولیدمثل در مولدین تاسماهی ایرانی. مجله دامپزشکی دانشگاه تهران. دوره ۵۱، شماره‌های ۳ و ۴، صفحات. ۱۱۱ – ۹۸.

بهمنی، م. و کاظمی، ر. ۱۳۷۷. مطالعه بافت‌شناسی غدد جنسی در تاسماهیان جوان پرورشی. مجله علمی شیلات ایران. سال هفتم، شماره ۱، ص.ص. ۱ تا ۱۶.

بهمنی، م.، کاظمی، ر.، وهابی، ی.، حلاجیان، ع.، پوردهقانی، م.، دژندیان، س.، ملک‌زاده ویایه، ر.، محسنی، م. و مجازی امیری، ب. ۱۳۸۴a. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی مطالعه فیزیولوژیک جهت بررسی نارسایی‌ها در القای تکثیر مصنوعی ازون‌برون. مؤسسه تحقیقات شیلات ایران

بهمنی، م.، کاظمی. ر.، پوردهقانی، م.، حلاجیان، ع.، وهابی، ی.، محسنی، م.، ملک‌زاده، ر.، دژندیان، س. و محمدی پرشکوه، ح. ۱۳۸۴b. بیوتکنیک نوین تکثیر مصنوعی ماهی ازون‌برون (*Acipenser stellatus*) در ایران. مجله علمی شیلات ایران، سال چهاردهم، شماره ۴. صفحات ۴۸ -۳۱.

بهمنی، م.، یوسفی جوردهی، ا.، کاظمی، ر.، پوردهقانی، م.، حلاجیان، ع.، دژندیان، س. و جلیل‌پور، ج. ۱۳۸۷. نوسانات فصلی هورمون‌های تستوسترون (T)، ۱۷آلفا-هیدروکسی پروژسترون (17a-OHP) و ۱۷بتا-استرادیول (E_2) طی رسیدگی جنسی ماهی ازون‌برون (*Acipenser stellatus*) پرورشی. مجله علمی شیلات ایران، سال هفدهم. شماره ۴، صفحات ۱۶– ۷.

بهمنی، م.، پورعلی، ح.، یوسفی جوردهی، ا.، یزدانی، م.، پژند، ذ. و شناور، ع. ۱۳۹۶. راهنمای جامع تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مؤسسه تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر. ۳۹۲ ص.

پوردهقانی، م.، بهمنی، م.، کاظمی، ر.، حلاجیان، ع.، یوسفی، ا.، دژندیان، س. و یزدانی، م. ۱۳۸۷. استحصال خاویار از تاسماهیان ازون‌برون (*Acipenser stellatus*) پرورشی به روش زنده. اولین همایش ملی علوم دام و آبزیان. دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج، ص. ۲۴۸.

پوردهقانی، م.، کاظمی، ر. و پورکاظمی، م. ۱۳۸۹. تکثیر و پرورش ماهی خاویاری استرلیاد (*Acipenser ruthenus*) به عنوان ماهی زینتی در ایران. نخستین همایش ماهیان زینتی ایران، تهران.

پوردهقانی، م.، کاظمی، ر.، وهاب‌زاده، ح.، شکرکار، م.، ضیائی، م. و جلیل‌پور، ج. ۱۳۹۰. رفع چسبندگی تخم در تکثیر مصنوعی ماهیان خاویاری بوسیله کائولن. دومین کنفرانس ملی علوم شیلات و آبزیان ایران، لاهیجان.

پوردهقانی، م.، کاظمی، ر.، یزدانی، م.، پورکاظمی، م.، وهاب‌زاده، ح.، نظری، ر.م. و بهمنش، ش. ۱۳۹۰.

بررسی دوز مناسب هورمون LHRH A2 و شرایط بهینه در تکثیر مصنوعی مولدین پرورشی ماهیان خاویاری بومی و غیربومی کشور. اولین همایش ملی آبزی‌پروری ایران، انزلی.

کاظمی، ر.، پوردهقانی، م.، یوسفی جوردهی، ا. یارمحمدی، م. و نصری تجن، م. ۱۳۸۹. فیزیولوژی دستگاه گردش خون آبزیان و فنون کاربردی خون‌شناسی ماهیان. انتشارات بازرگان، ۱۹۴ ص.

یلقی، س. ۱۳۸۵. بررسی روند رسیدگی جنسی ماهی ازون برون در سواحل جنوب شرقی دریای خزر (ایران). رساله دکتری تخصصی (Ph.D.). ۹۱ ص.

یوسفی جوردهی، ا.، بهمنی، م.، سوداگر، م.، کاظمی، ر.، حلاجیان، ع.، پوردهقانی، م.، حسین‌زاده صحافی، ه.، یزدانی، م.ع. و یارمحمدی، م.، صالحی، م.، دژندیان، س.، محمدیها، م. و یگانه، ه. ۱۳۹۴. مطالعه اثرات فیتواستروژن‌های جنیستین و اکول بر روند رشد تولیدمثلی فیل‌ماهی پرورشی. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی. سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، ۸۲ صفحه.

Barannikova, I.A. 1999. Sex steroid concentration in blood serum of sturgeons and its specific cytosol binding in brain in different stages of migratory cycle. 3th Int. Symposium of sturgeon, Italy.

Barannikova, I.A., Dyubin, V.P., Bayounova, L.V., Semenkova, T.B. 2000. Steroids in the Control of Reproductive Function in Fish. Neuroscience and Behavioral Physiology, Vol. 32(2): 141-148.

Chebanov, M. and Billard, R. 2001. The culture of sturgeons in Russia: Production of juveniles for stocking and meat for human consumption. Aquatic Living Resource 14, 375-381.

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

Nagahama, Y., Yoshikuni, M., Yamashita, M., Tokumoto, T., Katsu, Y. 1995. Regulation of oocyte growth and maturation in Fish. In: current topics in developmental biology, 30: 103–145

Williot, P. 1997. Effects in incubation media on maturation of isolated ovarian follicles of Siberian sturgeon (Acipenser baerii) induced by sturgeon gonadotropin preparation of 17α, 20β-Dihydroxy progesterone. Comparative of Biochemical Physiology Vol. 118c., 3: 285-293

Yousefi, M., Abtahi, B. and Abdian Kenari, A. 2011. Hematological, serum biochemical parameters, and physiological responses to acute stress of Beluga sturgeon (*Huso huso*, Linnaeus 1785) juveniles fed dietary nucleotide. Comparative Clinical Pathology, Springer.

Artificial Propagation and Rearing Process of Sturgeon Fish

Mohammad Pourdehghani[1], Ayoub Yousefi Jourdehi[*1], Rezvanollah Kazemi[1], Mahmoud Bahmani[1], Ali Hallajian[1] and Mahtab Yarmohammadi[1]

[1]International Sturgeon Research Institute, Agricultural Research Education, Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran, P.O. Box: 41635-3464

Abstract

Due to the importance of the ecosystems and economics of sturgeon and investment of Iranian fisheries in the process of artificial propagation and restocking, as well as the increasing private sector investment in meat and caviar production, the need for larvae and fingerlings of sturgeon fish as the most important production factor grows sharply every year. This study mentioned to all the tools and methods at different stages, identification and selection of breeding, breeding and feeding, reproductive indices, hormone injections, reproductive material, fertilization, removal of sticks, incubation, maintenance and feeding of larvae that were carried out in accordance with the instructions of decades ago, should be revised and modified and by using the tools and the new sciences, the percentage of the response of the breeders, maximize the fertilization and survival of the larvae and the fingerlings, and increase the efficiency of production. In other words, increasing the efficiency of reproduction means increasing the quantity and quality of breeders and their reproductive material, the percentage of response of broodstocks, the percentage of evolution, the fertilization rate, the percentage of hatch and the shelf life of the incubator and larval period and positive changes, although small in each of the steps mentioned, lead to a dramatic increase in final efficiency. In general, the use of suitable water conditions, temperature periods, the use of special diets in the production and identification of breeders at the right time, the use of synthetic hormones with the quality and the proper method of fertilization and removal of egg adhesion, the use of suitable incubators and appropriate larval diets can increase the production efficiency in quantitative and qualitative terms in sturgeon fish.

Keywords: Sturgeon fish, Artificial propagation, Production efficiency, Larvae and fingerlings

[1] Corresponding author : Ayoub2222002@yahoo.om