

## پرورش ماهی پاروپوزه، راهکاری مناسب برای جهش تولید خاویار در ایران

کامیار جاوید رحمدل\*

کارشناس ارشد شیلات، معاونت توسعه بازرگانی و صنایع کشاورزی، سازمان جهاد کشاورزی استان قزوین، قزوین، ایران

### چکیده

یکی از الزامات توسعه آبی پروری، افزایش جذابیت این بخش برای سرمایه‌گذاری از طریق معرفی محصولاتی با ارزش افزوده بالا نظیر ماهیان خاویاری است. دوره رشد طولانی و هزینه بالای تغذیه اکثر گونه‌های ماهیان خاویاری سرمایه‌گذاری در این بخش را برای بسیاری از پرورش‌دهندگان دشوار ساخته است. با این وجود، خانواده دیگری از ماهیان خاویاری با نام پاروپوزه‌ها وجود دارند که به دلیل دوره کوتاه پرورش و نرخ رشد بالا (رسیدن به وزن ۲-۳ کیلوگرم ظرف ۱-۲ سال) و رژیم غذایی زئوپلانکتون‌خواری، قابلیت بالایی برای آبی پروری دارند. محدوده دمای مناسب برای تکثیر و پرورش این ماهی به ترتیب ۱۶-۱۳ و ۱۸-۱۶ درجه سانتی‌گراد است. سن رسیدگی جنسی در طبیعت تا ۱۴ سالگی و در اسارت تا ۸ سالگی است. وزن مطلوب و تراکم اولیه برای پروار بندی در استخرهای خاکی به ترتیب ۱۵۰ گرم و ۲۵۰۰۰ عدد در هکتار و برداشت نهایی بدون غذادهی، در حدود ۳ تن در هکتار است. با توجه به رژیم غذایی پلانکتون‌خواری این ماهی، بارورسازی آب ضروری است. کیفیت گوشت و خاویار این ماهی با تاسماهیان رقابت نموده و بسیار مشابه گونه اوزون‌برون است. تنها مشکل در زمینه آبی پروری پاروپوزه این است که این ماهی غیربومی بوده و ذخایر طبیعی آن در ایران وجود ندارد. با توجه به تجربیات پیشین در زمینه واردات مولدین گونه‌های غیربومی نظیر استرلیاد، تاسماهی سبیری و کپورماهیان چینی، به نظر نمی‌رسد که معرفی پاروپوزه به بخش آبی پروری کشور غیرممکن باشد. بنابراین، مقاله حاضر مروری بر روش‌های تکثیر، پرورش و فرآوری خاویار پاروپوزه است.

واژگان کلیدی: پاروپوزه، پرورش، خاویار، تکثیر مصنوعی، گونه غیربومی

## بیان مساله

ماهیان خاویاری ارزش اقتصادی فراوانی داشته و نقش به‌سزایی در توسعه بخش شیلات کشور دارند. متأسفانه، با وجود تلاش‌های فراوان سازمان شیلات ایران و انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری طی سال‌های اخیر، ذخایر طبیعی ماهیان خاویاری ایران بسیار کاهش یافته است (عبدالملکی و همکاران، ۱۳۹۹). بنابراین، امروزه پرورش ماهیان خاویاری و تولید خاویار پرورشی بسیار حائز اهمیت است. ماهیان خاویاری به ۲ خانواده تاسماهیان (Acipenseridae) و پاروپوزه‌ها (Polyodontidae) تقسیم می‌شوند. وجه تسمیه گروه اخیر، وجود یک پوزه دراز و مسطح غضروفی شبیه به پارو است. پاروپوزه‌ها برخلاف تاسماهیان فاقد زره استخوانی و سبیلک‌های دهانی هستند (ستاری و همکاران، ۱۳۸۶). کشورمان دارای چندین گونه بومی از تاسماهیان است. اما دوره رشد طولانی و هزینه بالای پرورش موجب افزایش زمان بازگشت سرمایه شده و این امر ممکن است منجر به دلسردی سرمایه‌گذاران جهت ورود به این حوزه باشد. این مشکل در مورد پاروپوزه کمتر به چشم می‌خورد، چراکه نرخ رشد بالایی (تا ۴ کیلوگرم در سال) داشته و رژیم غذایی زئوپلانکتون‌خواری دارد. رنگ تخم این ماهیان اغلب خاکستری تیره یا سیاه است که بازاریسندی بالایی دارد (شکل ۱).

خانواده پاروپوزه دارای ۲ جنس و ۲ گونه شامل پاروپوزه آمریکایی (*Polyodon spathula*)، بومی حوضه آبریز رودخانه می‌سی‌سی‌پی در کشور آمریکا و پاروپوزه چینی (*Psephurus gladius*)، بومی حوضه آبریز رودخانه یانگ‌تسه در کشور چین است (شکل ۲) (Shelton and Mims, 2015). پاروپوزه آمریکایی در تمام طول عمر دارای رژیم غذایی زئوپلانکتون‌خواری بوده، اما پاروپوزه چینی پس از بلوغ به ماهیخواری روی می‌آورد. بنابراین، هزینه پرورش پاروپوزه آمریکایی به مراتب کمتر از پاروپوزه چینی بوده و همچنین امکان پرورش آن به صورت چندگونه‌ای وجود دارد. همین امر سبب شده است تا پرورش دهندگان چینی نیز به واردات و پرورش این ماهی روی آورند. کشور چین در سال ۱۹۸۸ برای نخستین بار اقدام به واردات ۳۰۰۰ عدد لارو پاروپوزه از آمریکا نمود، اما تدریجاً دانشمندان چینی این ماهی را اهلی نموده و چرخه تکثیر و پرورش آن را در کشور خود تکمیل نمودند، به‌گونه‌ای که کشور چین با دارا بودن بیش از ۱۲۰۰۰ مولد فعال، توان تولید بیش از ۶۰ میلیون تخم را در سال داشته و بزرگ‌ترین تولیدکننده این ماهی در جهان محسوب می‌شود (Mims, 2015).



شکل ۱- تخمک‌های رسیده (راست) و خاویار فرآوری شده پاروپوزه (چپ)



شکل ۲- پاروپوزه آمریکایی (*Polyodon spathula*) (راست) و پاروپوزه چینی (*Psephurus gladius*) (چپ)

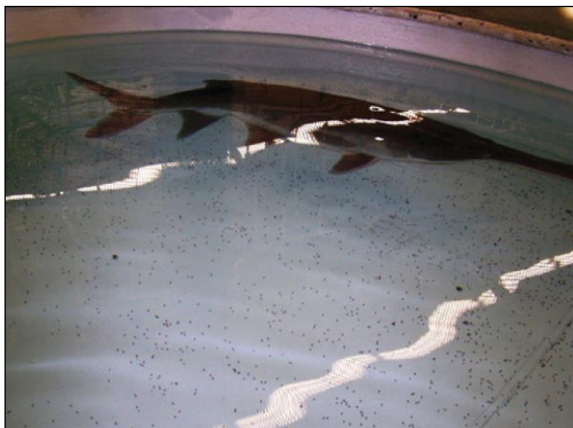
رودخانه‌ها در محدوده دمای ۱۶-۱۳ درجه سانتی‌گراد رخ داده و گزارش گردیده که افزایش دمای آب، سرعت بالای جریان آب و سیلابی شدن رودخانه بر تحریک تخم‌ریزی موثر هستند (Schooley and Scarnecchia, 2019). افزایش دمای آب در ابتدای بهار به ۱۱-۱۰ درجه سانتی‌گراد موجب تحریک مولدین به مهاجرت به سوی منطقه بالادست رودخانه (محل تخم‌ریزی) می‌گردد (Shelton, 2015). افزایش وزن تخمک و زرده‌سازی در مولدین از فصل پاییز آغاز شده و قطر تخمک‌ها در انتهای این دوره به ۲/۸ میلی‌متر می‌رسد. تخمک‌های رسیده به شکل بیضی و تیره‌رنگ هستند (شکل ۳). تخم‌های لقاح‌یافته دارای خاصیت چسبندگی بوده، به سنگریزه‌های بستر رودخانه چسبیده و سپس شروع به آبکشی و تورم می‌کنند. مدت‌زمان انکوباسیون تخم‌ها تابع دمای آب بوده و بین ۶۰ تا ۳۶۵ ساعت به طول می‌انجامد. طول کل لاروهای تازه تفریخ شده ۱۰-۹ میلی‌متر بوده، شنای عمودی داشته و از ذخیره کیسه زرده تغذیه می‌کنند. پس از تکامل کیسه شنا و پر شدن آن با هوا، شنای افقی که پیش‌درآمد تغذیه فعال می‌باشد آغاز می‌گردد (Schooley and Scarnecchia, 2019).

مشکل اصلی در زمینه معرفی پاروپوزه به صنعت آبی‌پروری کشورمان، غیربومی بودن این ماهی است. اما با عنایت به روابط حسنه فیما بین جمهوری اسلامی ایران و جمهوری خلق چین و تجربیات پیشین در زمینه واردات گونه‌های غیربومی نظیر کپورماهیان چینی از این کشور، به نظر می‌رسد پس از بررسی‌های کارشناسی و اخذ موافقت با واردات ماهی پاروپوزه، در صورت رایزنی دستگاه‌های ذی‌ربط ایران با مقامات رسمی در کشور چین، امکان واردات این ماهی به ایران و معرفی آن به بخش آبی‌پروری کشور وجود داشته باشد. شرط موفقیت در این مسیر، آشنایی با بیوتکنیک تکثیر و پرورش و همچنین روش بهینه فرآوری خاویار این ماهی است. بنابراین، مقاله حاضر با هدف بررسی روش‌های تکثیر، پرورش و فرآوری خاویار پاروپوزه نگارش شده است.

#### تکثیر در اسارت

رسیدگی جنسی در پاروپوزه ماده در سن ۱۴-۷ سالگی (وزن ۱۵-۱۰ کیلوگرم) و در نرها در سن ۷-۶ سالگی (وزن ۵-۹ کیلوگرم) حاصل می‌شود. ماده‌های بالغ در شرایط طبیعی هر ۲-۳ سال یک‌بار تخم‌ریزی می‌کنند. وزن توده تخمدان در مولدین ماده بالغ به ۲۰-۱۵ درصد وزن بدن بالغ شده و نرخ هم‌آوری نسبی نیز از ۹۰۰۰ تا ۲۶۰۰۰ تخم به‌ازای هر کیلوگرم وزن بدن متغیر است (Shelton, 2015). تخم‌ریزی پاروپوزه در بسترهای شنی مناطق بالادست

نشانه رسیدگی جنسی است. در صورتی که ژرمینالوزیکول در قسمت میانی تخم قرار داشته باشد نشانه نارس بودن است و رسیدن به قطب جانوری نیز دال بر فوق رسیدگی است که در هر ۲ صورت مولد قابل استفاده در عملیات تکثیر نخواهد بود. برای افزایش کارایی تکثیر و همزمان کردن روند رسیدگی تخمک‌ها در گله باید اقدام به تزریق هورمون به مولدین کرد. بهترین هورمون برای القای تکثیر در پاروپوزه LHRH است. میزان هورمون مورد استفاده برای ماده‌ها ۱۰۰ میکروگرم به‌ازای هر کیلوگرم وزن بدن است که در ۲ دوز ۱۰ و ۹۰ درصدی با فاصله ۱۲ ساعته تزریق می‌شود. میزان هورمون مورد استفاده در نرها تنها ۵۰ میکروگرم به‌ازای هر کیلوگرم وزن بدن است که در یک دوز و همزمان با اولین تزریق مولد ماده دریافت می‌شود. در دمای ۱۷ درجه سانتی‌گراد، اوولاسیون ماده‌ها ۱۸-۱۲ ساعت پس از تزریق دومین دوز هورمون اتفاق می‌افتد که نشانه اصلی آن مشاهده تعدادی تخمک در کف مخزن نگهداری مولدین است (شکل ۴). ترشح اسپرم در نرها نیز ۲۴ ساعت پس از تزریق هورمون افزایش قابل توجهی را نشان می‌دهد. مرحله بعدی تکثیر، استحصال تخمک و اسپرم از مولدین و لقاح مصنوعی است. چراکه مولدین پاروپوزه در اسارت به‌شیوه طبیعی جفتگیری و تخم‌ریزی نمی‌کنند (Mims and Shelton, 2015).



شکل ۴- مولد ماده پاروپوزه آماده تخم‌کشی، تخمک‌های آزاد شده در کف مخزن نشانه رسیدگی کامل جنسی است.



شکل ۳- تخمک‌های رسیده پاروپوزه درون بدن مولد ماده

مولدین پاروپوزه را می‌توان در استخرهای خاکی یا مخازن فایبرگلاس نگهداری کرد. مخازن مورد استفاده باید شکل مدور داشته باشند، چراکه الگوی شنای پاروپوزه همواره در یک مسیر دایره‌ای است. حداقل قطر مورد نیاز این مخازن ۲/۴ متر است. ضروری است که روزانه ۲۵ درصد آب مخزن تعویض شود. رسیدگی کامل جنسی در بهار اتفاق افتاده و نشانه آن در مولدین ماده، نرمی و برآمدگی شکم و در نرها ظهور دانه‌های تولیدمثلی بر روی سر و تیغه‌های آبششی است. برای انتخاب مولدین جهت تکثیر باید از تخمدان آن‌ها نمونه‌برداری کرد. لوله تخمک‌بر در پاروپوزه‌ها همانند تاسماهیان به حفره عمومی بدن متصل است که در نتیجه، نمونه‌برداری مستقیم از تخمدان از طریق منفذ تناسلی میسر نیست. برای نمونه‌برداری از تخمک‌های این ماهیان باید شکاف کوچکی در ناحیه شکمی ایجاد نموده و توسط یک سوند باریک با قطر ۵ میلی‌متر نمونه مورد نظر را به‌دست آورد. برای تعیین میزان رسیدگی جنسی به شاخص قطبیت استناد می‌شود. تخمک‌های استحصال شده داخل آب جوش قرار گرفته و برای ۲-۵ دقیقه جوشانده می‌شوند تا زرده سفت شود. تعدادی از تخمک‌های جوشانده شده توسط تیغ از وسط و در راستای طولی برش داده می‌شوند تا محتویات تخم خصوصاً ژرمینالوزیکول در زیر میکروسکوپ یا لوپ قابل رویت شوند. اگر ژرمینالوزیکول نزدیک به قطب جانوری باشد

می‌شود (شکل ۶). تعداد تخمک‌های استحصال شده به این شیوه بسته به وزن مولد از ۷۰۰۰۰ تا ۴۰۰۰۰۰ عدد متغیر است. این روش بهترین شیوه برای استحصال تخمک از مولدین پاروپوزه می‌باشد، چراکه بخش عمده تخمک‌ها خارج شده و مولد نیز اغلب زنده می‌ماند و در سال‌های آینده نیز قادر خواهد بود تا در عملیات تکثیر مشارکت کند. البته برای جلوگیری از بروز عفونت بهتر است پس از اتمام تخم‌کشی، محل جراحی با نخ بخیه دوخته شود (Mims and Shelton, 2015).



شکل ۶- ایجاد برش در ناحیه تناسلی مولد ماده پاروپوزه جهت استحصال تخمک به شیوه میکروسوزارین

پس از تخلیه توده تخمک در ظرف لقاح باید اسپرم را به آن اضافه کرد. جهت حفظ تنوع ژنتیکی، توصیه می‌شود اسپرم ۳ مولد نر به تخمک یک مولد ماده اضافه شود. اسپرم پاروپوزه بسیار غلیظ است، بنابراین برای کاهش خطر پدیده پلی‌اسپرمی، لازم است پیش از لقاح آن را رقیق‌سازی کرد. بدین منظور، ۲۰-۳۰ میلی‌لیتر اسپرم به ۲-۴ لیتر آب اضافه شده و مخلوط حاصل نیز به ۱-۲ لیتر تخمک اضافه می‌شود. جهت ترکیب تخمک و اسپرم و عمل لقاح، عمل هم زدن به مدت ۱ دقیقه انجام می‌شود. سپس جهت رفع چسبندگی، تخم‌های لقاح‌یافته به نسبت ۱:۱ با آب رودخانه یا مخلوط گل رس (۵۰-۷۵ گرم رس در ۱ لیتر آب) مخلوط شده و برای ۲۰ دقیقه هم زده می‌شوند. سپس

برای استحصال اسپرم از مولدین نر از روش مکش استفاده می‌شود. بدین منظور، یک شیلنگ باریک پلاستیکی متصل به سرنگ ۱۰ میلی‌لیتری داخل منفذ تناسلی ماهی فرو برده شده و سیلندر سرنگ به آرامی عقب کشیده می‌شود تا اسپرم خارج شود (شکل ۵). مولدین نر تا ۹۶ ساعت پس از تزریق هورمون حجم بالایی از اسپرم را ترشح کرده و بنابراین می‌توان از یک مولد چند بار اسپرم‌گیری کرد. اسپرم را می‌توان برای چند ساعت داخل یخچالی با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری کرد (Mims and Shelton, 2015).



شکل ۵- اسپرم‌گیری از مولد نر پاروپوزه به شیوه مکش

برای استحصال تخمک از مولدین ماده چند روش وجود دارد. ساده‌ترین روش، کشتن مولد، شکافتن شکم و خارج ساختن تخمک‌ها است که با توجه به ارزش بالای مولدین و عدم دسترسی به ذخایر وحشی به هیچ‌عنوان توصیه نمی‌شود. روش دیگر، تخم‌کشی دستی با وارد آوردن فشار به حفره شکمی است که با توجه به شکل خاص دستگاه تناسلی پاروپوزه، کارایی پایینی داشته و بیش از چند صد میلی‌لیتر تخمک در هر نوبت تخم‌کشی به دست نمی‌آید. روش کاربردی دیگر که امروزه در اغلب کشورهای پرورش‌دهنده این ماهی مورد استفاده قرار می‌گیرد، تکنیک میکروسوزارین است. در این روش، یک برش کوچک در قسمت قدامی منفذ تناسلی ماهی ایجاد می‌شود که مستقیماً به حفره بدن راه می‌یابد و همزمان شکم ماهی جهت تسهیل در خروج تخمک‌ها از سمت سر به سوی دم مالش داده

لاروهای تازه تفریخ شده پاروپوزه دارای طول کل ۱۰-۹ میلی متر هستند. این لاروها در ابتدا شنای عمودی داشته و برای تغذیه به ذخیره کیسه زرده متکی هستند. پس از ۳-۲ روز و با پر شدن کیسه شنا از هوا، شنای افقی آغاز می شود. جذب کامل کیسه زرده در دمای ۱۸ درجه سانتی گراد، ۷ روز طول می کشد. زمانی که ۸۰ درصد کیسه زرده جذب شد (طول کل ۱۷-۱۸ میلی متر) لاروها شروع به تغذیه فعال از زئوپلانکتون ها می نمایند. بهترین نوع زئوپلانکتون ها برای تغذیه لارو پاروپوزه، دافنی های بزرگ هستند که سرعت حرکت پایینی داشته و به راحتی توسط لاروها رویت و صید می شوند. البته امکان تغذیه لاروها با غذای دستی نیز وجود دارد که در این صورت می توان از غذای آغازین قزل آلا استفاده کرد. مشکل اصلی این مواد غذایی سرعت بالای ته نشین شدن آنها در آب است که فرصت کوتاهی را برای تغذیه در اختیار لارو قرار می دهد. دوران ابتدایی پرورش پاروپوزه به ۳ مرحله مجزا تفکیک می شود. مرحله اول با تغذیه خارجی از زئوپلانکتون ها آغاز می شود. طول کل و وزن بدن نوزادان طی این مرحله به ترتیب از ۱۷ میلی متر به ۸۰ میلی متر و از ۲۰ میلی گرم به ۳ گرم می رسد. پایان این مرحله مقارن با سن ۴۰-۳۰ روزگی بچه ماهیان است. مرحله دوم از وزن ۳ گرم و طول کل ۸۰ میلی متر شروع شده و با تولید ماهیان جوان با حداقل وزن ۱۵۰ گرم و طول کل ۳۵ سانتی متر خاتمه می یابد. در این مرحله ماهیان جوان قادر به تغذیه از غذای دستی با قطر ۱/۵ میلی متر هستند. طی مرحله سوم، ماهیان جوان به سن ۵-۴ ماهگی رسیده و دارای وزن بیش از ۱۵۰ گرم و طول کل بالاتر از ۳۵ سانتی متر هستند. این ماهیان آماده شروع مرحله پروار بندی هستند. برای پرورش بچه ماهیان غالباً از استخرهای خاکی بارور سازی شده با کودهای آلی و معدنی و با تراکم اولیه ۶۲۰۰۰ عدد در هکتار استفاده می شود که البته این رقم در آغاز دوره پروار بندی به ۲۵۰۰۰ عدد در هکتار تقلیل داده می شود. همچنین می توان از مخازن بتونی

مخلوط رفع چسبندگی تعویض شده و مجدداً مخلوط تازه اضافه و مجدداً ۲۰ دقیقه هم زده می شود تا لایه چسبنده از سطح تخم ها زدوده شود. در نهایت نیز تخم ها با آب شیرین خالص و تمیز شست و شو داده می شوند. برای انکوباسیون تخم های پاروپوزه از انکوباتور مک دونالد استفاده می شود (شکل ۷). این انکوباتورها دارای حجم ۸ لیتر، ارتفاع ۴۶ سانتی متر و قطر ۱۶ سانتی متر هستند و برخلاف انکوباتورهای ویس، قسمت تحتانی آنها مدور است. هر انکوباتور گنجایش ۷۰۰۰۰ تخم لقاح یافته را دارد. آب از قسمت تحتانی انکوباتور توسط لوله ای به قطر ۲/۵ سانتی متر وارد شده و از قسمت فوقانی سرریز می شود. سرعت جریان آب در ۲ روز ابتدایی انکوباسیون ۴-۲ لیتر در دقیقه بوده و پس از آن به ۶-۴ لیتر در دقیقه افزایش می یابد. طول دوره انکوباسیون در دمای ۱۹-۱۱ درجه سانتی گراد ۱۲-۵ روز بوده و دمای مطلوب برای انکوباسیون نیز ۱۹-۱۶ درجه سانتی گراد است (Mims and Shelton, 2015).



شکل ۷- تخلیه تخم های لقاح یافته پاروپوزه در انکوباتور

گلدانی شکل مک دونالد با قسمت تحتانی مدور

پرورش لارو و بچه ماهی

این ماهی را می‌توان به صورت گسترده، متراکم، تک‌گونه‌ای، چندگونه‌ای، درون آبگیرهای طبیعی، استخرهای خاکی، قفس، حوضچه‌های آبراه‌های بتونی و مخازن فایبرگلاس انجام داد که البته ۲ روش اخیر کمتر مورد استفاده قرار گرفته و توجیه اقتصادی پایین‌تری دارند. زیرا همان‌گونه که پیشتر ذکر شد، این ماهیان زئوپلانکتون‌خوار بوده و آب را برای تغذیه از این موجودات فیلتر می‌کنند که این روش تغذیه برای آبگیرهای طبیعی و استخرهای خاکی که تراکم پرورش پایین بوده و تولیدات طبیعی وجود دارد مناسب است. اما در صورت پرورش متراکم، باید تمهیداتی برای پرورش دافنی یا تامین غذای مصنوعی در نظر گرفت که هزینه تولید را به شدت افزایش می‌دهد. در صورت پرورش ماهی تحت این شرایط، باید از پلت‌های شناور با حداقل میزان پروتئین ۳۲ درصد استفاده شود. البته، باید توجه کرد که پاروپوزه آمریکایی گونه‌ای شکارچی نیست، بنابراین عادت دادن این ماهی به تغذیه از غذای دستی زمان‌بر خواهد بود. (Onders and Mims, 2015).



شکل ۹- صید مولدین پاروپوزه از استخر خاکی در انتهای دوره پرورش ۸ ساله

#### استحصال و فرآوری خاویار

خاویار پاروپوزه‌ها از نظر شکل، اندازه، رنگ، بافت و مزه شباهت فراوانی با خاویار تاسماهیان داشته و به راحتی قابل تمایز نیست. استحصال خاویار از مولدین رسیده از اواخر زمستان تا اوایل بهار انجام می‌شود. برای اطمینان از رسیدگی کامل تخمک‌ها باید از تخمدان ماهی نمونه‌گیری

یا فایبرگلاس و مخازن آبراه‌ای برای پرورش متراکم بچه‌ماهیان بهره گرفت. دمای مطلوب آب در این مخازن ۲۲-۲۴ درجه سانتی‌گراد است. در صورت پرورش متراکم بچه‌ماهیان، باید پرورش دافنی به صورت جداگانه انجام شده (شکل ۸) و یا غذای دستی فراهم شود. در صورت استفاده از غذای دستی، باید غذادهی بر مبنای روزانه ۱۰ درصد زی‌توده مخزن انجام شود که محاسبه دقیق آن مستلزم نمونه‌برداری از هر مخزن خواهد بود (Mims and Shelton, 2015).



شکل ۸- پرورش دافنی جهت غذادهی به بچه‌ماهیان پاروپوزه پرورش یافته در مخازن به صورت متراکم

#### پروراندی

مرحله پروراندی پاروپوزه با پرورش ماهیان جوان مرحله سوم با حداقل وزن ۱۵۰ گرم و تراکم اولیه ۲۵۰۰۰ عدد در هکتار آغاز می‌شود. طول دوره پرورش بسته به هدف، از چند ماه تا ۸ سال متغیر بوده و وزن برداشت نیز از حداقل ۵۰۰ گرم تا بیش از ۱۵ کیلوگرم است (شکل ۹) که اوزان بالا عمدتاً به منظور مولدسازی پرورش داده می‌شوند. اما مدت‌زمان معمول پرورش برای تولید گوشت ۱-۲ سال و وزن ماهیان در زمان برداشت نیز ۲-۳ کیلوگرم می‌باشد که میزان برداشت در واحد سطح بدون غذادهی و صرفاً با تکیه بر تولیدات طبیعی استخر حداقل ۳ تن در هکتار خواهد بود. پرورش تجاری پاروپوزه را می‌توان به منظور تولید گوشت، استحصال خاویار و مولدسازی انجام داد. پرورش

- ۱- با توجه به ژئوپلانکتون‌خوار بودن پاروپوزه، می‌توان پرورش این ماهی را در استخرهای خاکی و همراه با کپورماهیان انجام داده و جهت جلوگیری از بروز رقابت غذایی، پاروپوزه را در برخی مزارع جایگزین کپور سرنگله کرد.
- ۲- وزن مناسب برای آغاز دوره پروراندی ۱۵۰ گرم و تراکم مطلوب اولیه ۲۵۰۰۰ عدد در هکتار است که انتظار می‌رود در این تراکم و بدون غذادهی تولیدی در حدود ۳ تن در هکتار حاصل شود.
- ۳- دمای مناسب برای پرورش ماهی پاروپوزه ۱۶-۱۸ درجه سانتی‌گراد بوده که از دمای مطلوب برای کپورماهیان کمتر است. بنابراین پرورش این ماهی در مناطق سردسیر و معتدل کشور نتیجه بهتری نسبت به نواحی گرمسیر خواهد داشت. همچنین در صورت پرورش توام با کپورماهیان، در زمان کاهش دمای هوا و افت نرخ رشد کپورماهیان، عملکرد رشدی بهتری از خود نشان خواهد داد.
- ۴- بهترین روش برای تخم‌کشی از مولدین ماده، تکنیک میکروسزارین است. زیرا بخش قابل توجهی از تخمک‌های رسیده استحصال شده و نیازی به کشتن مولدین ارزشمند جهت به‌دست آوردن گامت‌ها نیست.
- ۵- کاربرد انکوباتور مک‌دونالد، نرخ تفریح تخم‌های پاروپوزه را افزایش می‌دهد.

کرد. در صورتی که اندازه تخمک‌ها از ۲/۳ میلی‌متر بیشتر بود، استحصال خاویار بلا مانع است. برای کشتن ماهی، با چکش چوبی یا ابزارهای مشابه ضربه‌ای به سر آن وارد ساخته و با بریدن آبشش‌ها یا باله دمی، اجازه داده می‌شود تا به مدت ۲۰-۱۵ دقیقه خون ماهی تخلیه شود تا روی تخمک‌ها نریزد. سپس شکم ماهی از منفذ مخرج تا شکاف آبششی برش داده شده و تخمدان‌ها از دو طرف تخلیه و در یک تشت پلاستیکی حاوی یخ قرار داده می‌شوند. در مرحله بعدی، توده تخمک از توری ۳ میلی‌متری عبور داده می‌شود تا مایع تخمدانی زدوده شده و تخمک‌ها از هم جدا شوند. سپس تخمک‌ها با آب سرد شست‌وشو داده شده، توزین شده و نم‌ک‌زنی می‌شوند. نمک جلوی رشد میکروارگانیسم‌ها را گرفته و سلامت خاویار تولیدی را تضمین می‌کند. ضروری است از نمک خالص فاقد ید برای این منظور استفاده شود. میزان بهینه کاربرد نمک، ۳۴ گرم به‌ازای هر کیلوگرم تخم است. پس از اضافه کردن نمک، ۲۰-۳۰ دقیقه به توده خاویار فرصت داده می‌شود تا آن را جذب کند. در انتها، خاویار آماده داخل قوطی‌های گالوانیزه تخلیه شده و حدوداً ۲ ساعت به پهلو قرار داده می‌شود تا آب اضافی تخلیه شود. در خاتمه، توده خاویار فشرده شده و سپس درب‌بندی و بسته‌بندی قوطی‌ها انجام می‌شود (شکل ۱۰) (Herring and Mims, 2015).

#### توصیه‌های ترویجی

ماهی پاروپوزه دارای ظرفیت‌های چشمگیر برای آبی‌پروری است که ورود آن به کشور، فرصتی بی‌نظیر برای جهش تولید خاویار محسوب می‌شود. توجه به نکات زیر می‌تواند بخت موفقیت در زمینه آبی‌پروری این ماهی را افزایش دهد:





شکل ۱۰- مراحل مختلف فرآوری خاویار پاروپوزه شامل جداسازی مایع تخمدانی (راست)، نمک‌زنی (وسط) و بسته‌بندی (چپ)

### منابع

- ستاری، م.، شاهسونی، د. و شفیع، ش. ۱۳۸۶. ماهی‌شناسی (۲)، سیستماتیک. انتشارات حق‌شناس، رشت، ۵۰۲ ص.
- عبدالملکی، ش.، بهروز خوش‌قلب، م.، موسوی، س.ع. و علیزاده رودپشتی، م. ۱۳۹۹. روش‌های کاربردی بازسازی و حفاظت از ماهیان خاویاری دریای کاسپین. مجله ماهیان خاویاری، ۳: ۱۵-۷.
- Herring, J. L. and Mims, S. D. 2015. Paddlefish food products. In: Mims, S. D. and Shelton, W. L. (eds) Paddlefish aquaculture, Wiley Blackwell, New Jersey, USA. pp 179-201.
- Mims, S. D. 2015. Paddlefish: international status. In: Mims, S. D. and Shelton, W. L. (eds) Paddlefish aquaculture, Wiley Blackwell, New Jersey, USA. pp 153-177.
- Mims, S. D. and Shelton, W. L. 2015. Propagation and early culture techniques. In: Mims, S. D. and Shelton, W. L. (eds) Paddlefish aquaculture, Wiley Blackwell, New Jersey, USA. pp 77-127.
- Onders, R. J. and Mims, S. D. 2015. Paddlefish production for meat and caviar. In: Mims, S. D. and Shelton, W. L. (eds) Paddlefish aquaculture, Wiley Blackwell, New Jersey, USA. pp 129-151.
- Schooley, J. D. and Scarnecchia, D. L. 2019. Paddlefish: ecological, aquacultural, and regulatory challenges of managing a global resource. American Fisheries Society, Oklahoma, USA. 297 p.
- Shelton, W. L. 2015. Biology. In: Mims, S. D. and Shelton, W. L. (eds) Paddlefish aquaculture, Wiley Blackwell, New Jersey, USA. pp 11-75.
- Shelton, W. L. and Mims, S. D. 2015. Introduction. In: Mims, S. D. and Shelton, W. L. (eds) Paddlefish aquaculture, Wiley Blackwell, New Jersey, USA. pp 1-9.

## **Paddlefish culture, a proper way to jump in caviar production in Iran**

*Kamyar Javid Rahmdel\**

M.Sc. in Fisheries, Deputy for Trade Development and Agricultural Industries, Agriculture Jihad Organization of Qazvin Province, Qazvin, Iran

### **Abstract**

One of the necessities of aquaculture development is to increase attractiveness for investment in this sector by introducing high value added products such as sturgeons. Unfortunately, despite efforts made by Iranian Fisheries Organization and International Sturgeon Research Institute during recent years, natural stocks of Iran's sturgeons have been declined and there is a dramatic reduction in landing values and natural caviar production. Therefore, rearing of sturgeons and production of cultured caviar have become highly important nowadays. The main problems in this regard are long culture period and high nutritional costs of most sturgeons from family Acipenseridae which made it impossible for many of fish farmers to invest in this sector. Despite this, there is another family of sturgeons called Polyodontidae which has high potential for aquaculture due to its short culture period and high growth rate (reaching 2-3 kg during 1-2 years) and feeding on zooplanktons. The proper temperature ranges for propagation and rearing of this fish are 13-16 °C and 16-18 °C, respectively. Puberty age is up to 14 in wild and up to 8 in captivity. Proper initial weight and stocking density for grow-out in earthen ponds are 150 g and 25000 per ha, respectively and final yield is almost 3 tons per ha without dry feed. According to planktivory feeding regime of this fish, water fertilization is indispensable. Also, the qualities of meat and caviar of this fish compete with those of Acipenseridae's and is very similar to sevruga. The only problem in the context of is that these fish are exotic and there are no natural stocks in Iran. According to previous experiences in importing brooders of exotic species such as sterlet, Siberian sturgeon and Chinese carps, that is not going to be impossible to introduce paddlefish to aquaculture sector of Iran. Hence, the present paper has reviewed methods for propagation, rearing and caviar processing of paddlefish.

**Keywords:** Paddlefish, Culture, Caviar, Artificial propagation, Exotic species.

---

\* Corresponding author: ka.javidr@yahoo.com