مروری بر تکثیر و پرورش ماهی سوف حاج طرخان (*Perca fluviatilis*)

کامیار جاوید رحم‌دل، بهرام فلاحتکار*
گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران

چکیده

ماهی سوف حاج طرخان (*Perca fluviatilis*) یکی از گونه‌های بومی سوف‌ماهیان ایران است که در منطقه وسیعی در سطح جهان پراکنش داشته و جمعیت‌های وحشی آن در مناطق شمالی ایران و حوضه آبریز دریای خزر یافت می‌شوند. این گونه دارای ارزش غذایی و اقتصادی بالایی است، اما متاسفانه طی سال‌های اخیر، فشار صید و تخریب زیستگاه‌ها منجر به کاهش چشمگیر ذخایر طبیعی آن شده است. در حال حاضر توجه زیادی به بازسازی ذخایر بومی این ماهی نمی‌شود. یکی از موانع اصلی موجود در این زمینه، کمبود اطلاعات کافی در زمینه جنبه‌های گوناگون زیستی و روش‌های تولید تخم و بچه‌ماهی سوف حاج طرخان است. با توجه به اهمیت فراوان بیوتکنیک تکثیر در محیط اسارت و همچنین پرورش لارو جهت حصول موفقیت در برنامه بازسازی ذخایر و آبزی‌پروری سوف حاج طرخان، مطالعه حاضر با هدف مروری بر روش‌های تکثیر و پرورش این گونه ارزشمند به رشته تحریر درآمد.

کلمات کلیدی: آبزی‌پروری، بازسازی ذخایر، تخریب زیستگاه، سوف‌ماهیان، سوف حاج طرخان

* نویسنده مسئول: falahatkar@guilan.ac.ir

مقدمه

ماهی سوف حاج طرخان با نام علمی *Perca fluviatilis* یکی از گونه‌های خانواده سوف‌ماهیان است که بومی ایران بوده و ذخایر طبیعی آن در حوضه آبریز جنوبی دریای خزر یافت می‌شود. این گونه پراکنش گسترده‌ای در نیمکره شمالی داشته و در تمامی منطقه وسیع اوراسیا یافت می‌شود که به این مناسبت، در منابع انگلیسی‌زبان نیز از آن تحت عنوان سوف اوراسیایی نام برده شده است. البته این گونه طی سال‌های اخیر به نیمکره جنوبی و کشورهای گوناگون آفریقایی و منطقه اقیانوسیه نیز معرفی شده است (Craig, 2000). این ماهی در محیط‌های مختلف آب شیرین نظیر رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و تالاب‌ها زندگی می‌کند (Stepien and Haponski, 2015). ماهی سوف حاج طرخان بازارپسندی و ارزش تجاری قابل توجهی داشته و در بازارهای ایران و سایر کشورها به قیمت مناسبی به فروش می‌رسد. خوش‌خوراکی و ارزش اقتصادی بالای این ماهی به این دلیل است که نظیر سایر اعضای خانواده سوف‌ماهیان دارای گوشتی لطیف، خوش‌رنگ و فاقد استخوان‌های ریز بین عضلانی است. تقریبا تمامی عرضه این ماهی ارزشمند در بازار ایران و سایر کشورها وابسته به صید از پیکره‌های آبی طبیعی بوده و پرورش آن در محیط‌های تحت کنترل چندان مرسوم نیست (Toner, 2015). با این حال، تلاش‌هایی جهت پرورش این ماهی در کشورهای اروپایی انجام شده است که هنوز فراگیر نشده و در نتیجه مسیر طولانی جهت گسترش آبزی‌پروری تجاری ماهی سوف حاج طرخان در پیش است.

با توجه به افزایش جمعیت در حاشیه دریای خزر، آلودگی منابع آب و تخریب زیستگاه‌های طبیعی از یک سو و افزایش فشار صید طی دهه‌های اخیر از سوی دیگر، ذخایر طبیعی این ماهی رو به کاهش گذاشته و بقای آن در معرض خطر قرار دارد، بنابراین تکثیر در محیط اسارت و رهاسازی بچه‌ماهیان حاصله به پیکره‌های آبی طبیعی حاشیه دریای خزر به‌منظور بازسازی ذخایر و جلوگیری از نابودی کامل نسل این گونه ارزشمند ضروری است. در حال حاضر، تکثیر ماهی سوف حاج طرخان در کشورمان انجام نمی‌شود و عمده تلاش‌ها در زمینه حفظ و احیای ذخایر بومی خانواده سوف‌ماهیان در کشور بر گونه سوف سفید (*Sander lucioperca*) متمرکز است (Falahatkar *et al*., 2018). یکی از مشکلات موجود در این زمینه، کمبود اطلاعات در زمینه بیوتکنیک تکثیر و پرورش لارو و بچه‌ماهیان و همچنین تامین مولدین سوف حاج طرخان است. بنابراین مقاله حاضر با هدف بررسی روش‌های تکثیر و پرورش ماهی سوف حاج طرخان و ارائه توصیه‌های ترویجی جهت توسعه آبزی‌پروری این گونه ارزشمند به رشته تحریر درآمده است.

صفات ریختی و زیستی ماهی سوف حاج طرخان

ماهی سوف حاج طرخان دارای بدنی کشیده، باله‌های پشتی مرتفع و برآمده و سری مثلثی‌شکل است. دهان در این گونه از نوع انتهایی با شکاف عمیق و مجهز به تعداد زیادی دندان‌های نوک‌تیز و ریز است که حکایت از رژیم غذایی گوشتخواری این ماهی دارد. این ماهی دارای چشم‌های بزرگی است که قدرت بینایی بالای آن را نشان می‌دهد. این گونه دارای دو باله پشتی مجزا است که به‌وسیله بریدگی عمیقی از یکدیگر جدا می‌شوند. باله پشتی اول دارای ۱۷-۱۳ خار و باله پشتی دوم دارای ۳ خار و ۱۶-۱۳ شعاع نرم است. رنگ بدن بسته به اقلیم و ژنتیک جمعیت می‌تواند در طیف خاکستری مایل به سبز تا زرد مایل به سبز متغیر باشد. قسمت پشتی بدن در مجموع تیره‌تر است. همچنین ۹-۶ نوار عمودی سیاه‌رنگ در ناحیه جانبی بدن دیده می‌شود. باله‌های سینه‌ای، شکمی، دمی و مخرجی عموما به رنگ قرمز یا نارنجی هستند. فلس‌ها از نوع شانه‌ای بوده و تمامی سطح بدن از جمله سر را پوشانده‌اند (Berg, 1948; Craig, 2000).

ماهی سوف حاج طرخان گونه‌ای شکارچی و فرصت‌طلب است (Guzzo *et al*., 2013) که بسته به سن و مرحله رشد، طعمه‌های جانوری متفاوتی را انتخاب می‌کند، به‌طوری که بچه‌ماهیان در مراحل ابتدایی زندگی صرفا از زئوپلانکتون‌ها تغذیه کرده، در ادامه به تغذیه از بی‌مهرگان

کف‌زی پرداخته و در نهایت به رژیم غذایی ماهیخواری روی می‌آورند، اما در مجموع این گونه قابلیت بهره‌گیری از طیف گسترده‌ای از منابع پروتئین جانوری را داشته و ماهیخواری به‌عنوان یک الزام در تغذیه این ماهی مطرح نیست (Graeb *et al*., 2005). نظامی بلوچی و همکاران (۱۳۸۳) در بررسی دستگاه گوارش نمونه‌های سوف حاج طرخان صید شده از تالاب امیرکلایه لاهیجان دریافتند که حشرات آبزی مانند ساس آبی و سایر بی‌مهرگان کف‌زی کوچک نظیر گاماروس، ماده غذایی اصلی برای این ماهی بوده و سایر طعمه‌ها از جمله ماهی، میگو و قورباغه سهم اندکی از رژیم غذایی این ماهی را به خود اختصاص می‌دهند. سوف حاج طرخان علیرغم رژیم غذایی گوشتخواری، تمایل به مصرف گیاهان آبزی و جلبک‌ها نیز دارد و در بررسی محتویات دستگاه گوارش این ماهی معمولا مقداری مواد گیاهی نیز یافت می‌شود (Guma'a,1978; Kazanchev, 1981). همچنین این ماهی تمایل به همنوع‌خواری داشته و ماهیان بزرگ‌تر به شکار ماهیان کوچک‌تر جمعیت می‌پردازند که این امر مشکل مهمی در پرورش لارو و بچه‌ماهیان ایجاد می‌کند.

دمای مناسب برای رشد این ماهی ۲۳-۲۱ درجه سانتیگراد است (Quist *et al*., 2003). نرخ رشد و اندازه عمومی بدن در ماده‌ها بالاتر از نرها است (Lappalainen *et al*., 2005). همچنین نرخ رشد در جمعیت‌های نزدیک به خط استوا، بیش از جمعیت‌های ساکن عرض‌های جغرافیایی بالاتر است (Quist *et al*., 2003).

همان‌طور که گفته شد این ماهی پراکنش جهانی گسترده‌ای دارد و به‌صورت طبیعی در مناطق مختلف آسیا، اروپا و آمریکای شمالی یافت می‌شود. حوزه پراکنش طبیعی سوف حاج طرخان در کشورمان محدود به ناحیه جنوب‌غربی حوضه آبریز دریای خزر در استان گیلان بوده و تالاب‌های انزلی (کریم‌پور، ۱۳۷۷؛ عباسی و همکاران، ۱۳۷۸) و امیرکلایه لاهیجان (نظامی بلوچی و خارا، ۱۳۸۲) و رودخانه‌ها و نهرهای اطراف آن‌ها تنها ذخیره‌گاه‌های طبیعی این ماهی را در ایران تشکیل می‌دهند. لازم به ذکر است که این ماهی تنها قابلیت زیست در آب شیرین را داشته و بنابراین در دریای خزر یافت نمی‌شود. سوف حاج طرخان نظیر سایر اعضای خانواده سوف‌ماهیان به زندگی در محیط‌های پاکیزه تمایل داشته و آب‌های شفاف و دارای حجم پایین مواد آلی را ترجیح می‌دهد و زندگی در محیط‌های تیره و آب‌های کدر می‌تواند نرخ رشد و مصرف غذای آن را به‌طور معنی‌داری کاهش دهد (Reichert *et al*., 2010). همچنین یوتریفیکاسیون و شکوفایی جلبکی ناشی از آن تاثیر منفی قابل توجهی بر نرخ رشد، کارایی غذا و بقای بچه‌ماهیان سوف حاج طرخان دارد (Radke and Gaupisch, 2005). حوزه پراکندگی طبیعی محدود این ماهی در کشور در کنار تشدید فعالیت‌های صید و صیادی و آلودگی منابع آب، منجر به تهدید بقای این ماهی در منطقه جنوبی دریای خزر شده است.

رشد و نمو گنادها در ماهی سوف حاج طرخان، در فصول سرد پاییز و زمستان حاصل شده و تولیدمثل نیز در فصل بهار انجام می‌شود (Heibo *et al*., 2005). دمای مطلوب برای تخمریزی این ماهی ۱۵-۱۰ درجه سانتیگراد است، اما قادر است در محدوده دمایی ۲۰-۴ درجه سانتیگراد نیز تولیدمثل کند. سن رسیدگی جنسی برای نرها ۲-۱ سال و برای ماده‌ها ۴-۳ سال است که بسته به شرایط زیست‌محیطی گوناگون از جمله دمای آب، اقلیم منطقه و فاکتور ژنتیک ممکن است فرآیند بلوغ تسریع شده یا به تاخیر بیفتد. اندازه مولدین در زمان رسیدگی جنسی شامل طول کل ۱۵۰-۸۰ میلی‌متر برای نرها و ۲۰۰-۱۵۰ میلی‌متر برای ماده‌ها است (Feiner and Höök, 2015). قطر تخمک در ماهی سوف حاج طرخان ۲-۰/۹۴ میلی‌متر بوده (Pedicillo *et al*., 2008) و نرخ هماوری مطلق برای این ماهی نیز حداکثر حدود ۱۵۷۰۰۰ تخم به‌ازای هر مولد ماده است که البته این میزان بستگی به اندازه مولد دارد و ممکن است کمتر از این مقدار باشد. به‌طور کل مولدین بزرگتر و مسن‌تر هماوری مطلق بالاتری نیز دارند (Feiner and Höök, 2015). نحوه تخمریزی در این ماهی به این صورت است که تخم‌ها درون ساختاری خوشه‌ای‌شکل تحت عنوان نوار یا ریبون قرار دارند و مایع

تخمدانی آن‌ها را در این ساختار احاطه کرده است (Fontaine *et al*., 2015). پس از جفتگیری و تخمریزی، نوار حاوی تخم به اشیای زیر آب چسبیده و ماهی نر با ریختن اسپرم، توده تخم‌ها را بارور می‌کند. این ساختار محافظتی با چسباندن تخم‌ها به اشیای زیر آب نظیر گیاهان آبزی، از پراکندگی تخم‌ها جلوگیری کرده و بدین ترتیب نرخ لقاح و درصد تفریخ را افزایش می‌دهد.

تکثیر در محیط اسارت

در مجموع ۳ شیوه برای تکثیر ماهی سوف حاج طرخان در محیط اسارت وجود دارد. روش اول، تخمریزی طبیعی به‌صورت کنترل شده است. روش دوم تکثیر نیمه‌طبیعی با استفاده از تزریق هورمون و روش سوم تکثیر مصنوعی است. دو روش اول کاربرد زیادی در تکثیر ماهی سوف حاج طرخان دارند، زیرا همان‌طور که گفته شد این ماهی تخم‌های خود را در آب پراکنده نمی‌کند، بلکه توده تخم را درون ساختار حفاظت شده و خوشه‌ای شکلی بر روی اشیای مختلف زیر آب جایگذاری می‌کند. در نتیجه، جمع‌آوری توده تخم و انتقال آن به انکوباتور به‌راحتی و با کمترین صدمه به تخم‌ها امکان‌پذیر بوده و نیازی به تخم‌کشی دستی نیست. نکته مهم در این بین، استفاده از استخرها و مخازن کوچک جفتگیری است تا از پراکندگی اسپرم‌ها در ستون آب جلوگیری شده و اصطلاحا ابر اسپرم ایجاد شده در محیط آب بتواند خوشه تخم‌ها را به‌خوبی در برگرفته و بارور کند (Żarski *et al*., 2015).

در روش تکثیر طبیعی کنترل شده، مولدین آماده تولیدمثل که از محیط طبیعی صید شده و یا به مدت طولانی در شرایط کارگاه نگهداری شده‌اند، بدون تزریق هورمون، در کنار هم قرار داده می‌شوند تا به‌صورت طبیعی تولیدمثل کرده و تخمریزی را انجام دهند. محیط تخمریزی کنترل شده می‌تواند شامل استخرهای خاکی، مخازن آبراهه‌ای و یا قفس‌ها باشد. مهم‌ترین مزیت این شیوه تخمریزی این است که به دلیل وجود حداقل مداخله انسانی، مولدین استرس کمتری را متحمل شده و در نتیجه کیفیت گامت‌ها نیز به میزان کمتری در معرض مخاطره قرار می‌گیرد. در مقابل در این روش، به دلیل نرخ پایین لقاح و عدم کنترل بر زمان تخمریزی، معمولا بازده تولیدمثلی پایین است (Żarski *et al*., 2015). راه حل این مشکل انجام تکثیر نیمه‌طبیعی است که تنها تفاوت آن با شیوه تکثیر طبیعی، تزریق هورمون‌های القاکننده رسیدگی جنسی به ماهیان مولد است. این کار با هدف اعمال کنترل بیشتر بر چرخه تولیدمثلی ماهی و افزایش میزان بازدهی تکثیر در محیط اسارت انجام می‌شود. هورمون‌های مختلفی را می‌توان برای القای رسیدگی جنسی در ماهی سوف حاج طرخان مورد استفاده قرار داد. از جمله تزریق حداقل ۴ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن بدن عصاره هیپوفیز کپور، تزریق ۵۰۰-۴۰۰ واحد بین‌المللی هورمون hCG به‌ازای هر کیلوگرم وزن بدن و یا تزریق ۱ پلت Ovopel به‌صورت حل شده در سرم فیزیولوژیک که هر پلت دارای وزن متوسط ۲۵ میلی‌گرم بوده و حاوی ۲۰-۱۸ میکروگرم هورمون GnRH آنالوگ پستانداران به همراه ۱۰-۸ میلی‌گرم عامل آنتی‌دوپامین متوکلوپرامید است (Horvath *et al*. 1997) می‌تواند برای القای رسیدگی جنسی در مولدین ماده سوف حاج طرخان مورد استفاده قرار گیرد (Kucharczyk *et al*., 2001; Żarski *et al*., 2015). لازم به ذکر است که میزان هورمون مورد نیاز برای مولدین نر نیمی از دوز تزریقی به مولدین ماده است. جدول ۱ دوز پیشنهادی و نحوه کاربرد هورمون‌های مختلف برای حصول حداکثر نرخ رسیدگی جنسی در مولدین ماده سوف حاج طرخان را نشان داده است.

فلاحتکار و همکاران (۱۳۹۷) در یکی از معدود فعالیت‌های پژوهشی انجام شده در زمینه تکثیر ماهی سوف حاج طرخان در ایران، اثر هورمون hCG و فرآورده هورمونی Ovaprim را بر شاخص‌های تولیدمثلی این ماهی بررسی کردند. لازم به ذکر است که فرآورده Ovaprim به‌صورت مایعی حاوی ترکیب هورمون سنتتیک GnRH به‌میزان ۲۰ میکروگرم در میلی‌لیتر و ماده آنتی‌دوپامین دامپریدون به‌میزان ۱۰ میلی‌گرم در میلی‌لیتر است که به‌صورت داخل صفاقی یا درون عضلانی تزریق شده و به‌طور مستقیم بر روی غده هیپوفیز اثر

می‌گذارد و آن را تحریک به ترشح هورمون گنادوتروپین می‌کند (Ronyai, 2007). در این تحقیق، Ovaprim به‌میزان ۰/۵ میلی‌لیتر به‌ازای هر کیلوگرم وزن بدن مولدین ماده و به‌صورت داخل صفاقی تزریق شد. همچنین دوز مورد استفاده برای هورمون hCG نیز ۵۰۰ واحد بین‌المللی به‌ازای هر کیلوگرم وزن بدن مولدین ماده بود که در حامل سرم فیزیولوژیک و به‌صورت داخل صفاقی تزریق شد. لازم به ذکر است که در این پژوهش، تنها مولدین ماده مورد تزریق هورمون قرار گرفتند و مولدین نر به‌دلیل آمادگی بالای تولیدمثلی نیازی به هورمون‌تراپی نداشتند. نتایج این مطالعه نشان داد که مدت زمان رسیدگی جنسی در مولدین تیمار Ovaprim، ۲۴۸۱/۶ ساعت-درجه و نرخ لقاح در مولدین این تیمار ۶۴/۳ درصد بود، در صورتی‌که شاخص‌های ذکر شده برای مولدین تیمار hCG به ترتیب ۱۵۸۶/۴ ساعت-درجه و ۱۰۰ درصد بود. این مطالعه ثابت کرد که تزریق هورمون hCG برای القای رسیدگی جنسی در مولدین ماده سوف حاج طرخان، هم به‌لحاظ تقلیل مدت زمان رسیدگی جنسی و هم از نظر افزایش نرخ لقاح، بهترین نتایج را دربرداشته و میزان مطلوب تزریق این هورمون نیز ۵۰۰ واحد بین‌المللی به‌ازای هر کیلوگرم وزن بدن مولدین ماده و بدون نیاز به تزریق هورمون در مولدین نر است که این مشاهدات در مجموع با نتایج سایر پژوهش‌های انجام شده توسط محققین دیگر در سایر کشورها در زمینه القای رسیدگی جنسی در ماهی سوف حاج طرخان به‌وسیله تزریق هورمون مطابقت دارد (Kucharczyk *et al*., 1996; Targońska *et al*., 2012; Kucharczyk *et al*., 2015; Żarski *et al*., 2017).

جدول ۱: دوز پیشنهادی و نحوه کاربرد هورمون‌های مختلف برای حصول حداکثر نرخ رسیدگی جنسی در مولدین ماده سوف حاج طرخان (*Perca fluviatilis*)

عامل هورمونی	دوز مورد استفاده (به‌ازای هر کیلوگرم وزن بدن مولد ماده)	عامل آنتی دوپامین	تعداد تزریقات	فاصله تزریقات (ساعت)	محل تزریق	نرخ رسیدگی جنسی (٪)	زمان رسیدگی جنسی (ساعت-درجه)	منبع
hCG	۵۰۰ واحد بین‌المللی	-	۱	-	داخل صفاقی	۱۰۰	۴۹	Żarski *et al*., 2011
عصاره هیپوفیز کپور	۰/۴ میلی‌گرم برای مرحله اول و ۳/۶ میلی‌گرم برای مرحله دوم	-	۲	۱۰-۱۱	داخل صفاقی	۱۰۰	۳۸-۴۰	Kucharczyk *et al*., 1996
ترکیب hCG و عصاره هیپوفیز کپور	۵۰۰ واحد بین‌المللی hCG + ۰/۴ میلی‌گرم عصاره هیپوفیز کپور برای مرحله اول و ۳/۶ میلی‌گرم عصاره هیپوفیز کپور برای مرحله دوم	-	۲	۲۴	درون عضلانی	۱۰۰	۶۲-۶۴	Kucharczyk *et al*., 1996
GnRHa	۰/۲ میکروگرم GnRHa + ۰/۱ میلی‌گرم متوکلوپرامید برای مرحله اول و ۲۰ میکروگرم GnRHa + ۱۰ میلی‌گرم متوکلوپرامید برای مرحله دوم	متوکلوپرامید	۲	۲۴	درون عضلانی	۹۲	۴۲-۶۸	Kucharczyk *et al*., 2001
ترکیب FSH و LH	۷۵ واحد بین‌المللی FSH + ۷۵ واحد بین‌المللی LH + ۵ میلی‌گرم متوکلوپرامید	متوکلوپرامید	۱	-	درون عضلانی	۱۰۰	۲۰-۲۱/۵	Kucharczyk *et al*., 1998

روش سوم برای تکثیر ماهی سوف حاج طرخان در اسارت، تکثیر مصنوعی است. در این روش پس از تزریق هورمون و اتمام فرآیند اوولاسیون و جدایی تخمک‌ها از جدار تخمدان، گامت‌های مولدین نر و ماده به‌صورت دستی از

آن‌ها استحصال شده و لقاح نیز به شکل دستی انجام می‌شود. نکته مهم در این روش، جداسازی مولدین نر و ماده پس از تزریق هورمون و همچنین دوختن منفذ تناسلی مولدین ماده است. هدف از این اقدامات احتیاطی، ممانعت از تخمریزی ناخواسته مولدین و به هدر رفتن تخمک‌ها است (Żarski *et al*., 2015). مشاهده تخمک‌های زردرنگ در محل دوخت منفذ تناسلی نشان‌دهنده آمادگی تولیدمثلی مولدین است. چنین ماهیان مولدی تحت تیمار بیهوشی قرار داده می‌شوند و سپس صید و توسط حوله‌ای خشک می‌شوند. سپس بخیه منفذ تناسلی بریده شده و ریبون حاوی تخمک‌ها در یک تشت پلاستیکی تخلیه می‌شود. بهتر است تخمک‌های هر مولد جداگانه استحصال شده و توده تخمک‌ها با هم مخلوط نشوند، چرا که ابتدا باید ماده ژلاتینی که نوار تخم یا ریبون را در برگرفته است برطرف شود. تخمک‌های استحصال شده ابتدا به‌وسیله آب کارگاه شسته می‌شوند تا پوشش تخمدانی زایل شده و تخمک‌ها از ساختار ریبون آزاد شوند و سپس اسپرم به تخمک‌ها اضافه شده و توسط قاشق پلاستیکی مخلوط می‌شوند (Żarski *et al*., 2012). بهتر است استحصال اسپرم از مولدین به‌وسیله کاتتر انجام شود تا ادرار با مایع منی مخلوط نشود، چرا که از قدرت تحرک آن خواهد کاست (Żarski *et al*., 2015). شست‌وشوی تخم‌های لقاح‌یافته با محلول لقاح با فرمول ۳ گرم اوره و ۴ گرم نمک در ۱۰ لیتر آب، منجر به افزایش تحرک اسپرم‌ها و بالا رفتن نرخ لقاح خواهد شد (Woynarovich and Woynarovich, 1980). پس از اتمام فرآیند لقاح دستی می‌توان تخم‌ها را به انکوباتور ویس انتقال داد.

تکثیر ماهی سوف حاج طرخان را می‌توان در فصل طبیعی و یا خارج از فصل طبیعی انجام داد. مزیت تکثیر خارج از فصل، این است که امکان تولید لارو و بچه‌ماهی در طول سال را فراهم می‌کند که این امر جهت حصول تولید مستمر و پایدار در سیستم‌های متراکم و مداربسته ضروری است. در تکنیک تکثیر خارج از فصل، مهم‌ترین عامل موثر در القای رسیدگی جنسی در گله مولدین، کنترل رژیم‌های نوری-حرارتی است که ماهی در آن قرار می‌گیرد. البته در کنار اعمال کنترل بر شرایط محیطی، توجه به تغذیه مولدین برای حصول حداکثر کارایی تولیدمثلی لازم است. دمای مناسب برای تکثیر ماهی سوف حاج طرخان ۱۵-۱۰ درجه سانتیگراد بوده و قرار دادن ماهی در معرض رژیم نوری روز کوتاه، می‌تواند رسیدگی جنسی را در ماهی القا کند (Żarski *et al*., 2015). در صورت فراهم شدن پارامترهای محیطی مناسب، امکان انجام تکثیر ماهی بدون نیاز به تزریق هورمون نیز وجود دارد.

متاسفانه هم‌اکنون در کشورمان تکثیر ماهی سوف حاج طرخان در محیط اسارت انجام نشده و بنابراین به‌استثنای تعداد محدودی فعالیت‌های پژوهشی، تجربیات قابل اتکایی در این زمینه وجود ندارد. در مقابل، از سال ۱۳۶۸ تاکنون، تکثیر نیمه‌طبیعی ماهی سوف سفید در کشورمان جهت اجرای برنامه بازسازی ذخایر این گونه ارزشمند توسط سازمان شیلات ایران اجرا می‌شود. با توجه به تجربیات کسب شده در این زمینه و خویشاوندی دو گونه ذکر شده، می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که در شرایط کشور ما، استفاده از تکنیک نیمه‌طبیعی برای تکثیر ماهی سوف حاج طرخان نتایج بهتری در برخواهد داشت. علاوه بر این، به نظر می‌رسد با توجه به بیولوژی تولیدمثلی ویژه ماهی سوف حاج طرخان مبنی بر تولید تخم به‌صورت خوشه یا ریبون که موجب سهولت جمع‌آوری تخم‌ها و انتقال آن‌ها به انکوباتور می‌شود، انجام عملیات تکثیر این ماهی به‌صورت نیمه‌طبیعی بهترین نتایج را در برخواهد داشت.

پرورش لارو و بچه‌ماهی

محدوده دمای مطلوب برای انکوباسیون تخم‌های سوف حاج طرخان، ۲۰-۹ درجه سانتیگراد است، اما انکوباسیون تخم‌ها در دمای ۱۲/۵ درجه سانتیگراد بهترین نتیجه را در برخواهد داشت (Teletchea *et al*., 2009). انتخاب شیوه انکوباسیون تابع شیوه تکثیر است. در صورتی که تکنیک تکثیر کنترل شده یا نیمه‌طبیعی به‌کار رفته باشد،

ریبون‌های حاوی تخم روی جعبه‌های انکوباسیون مشابه سس‌گرین و یا سینی‌های تراف تعبیه شده در حوضچه‌های بتنی قرار داده می‌شوند تا دوره انکوباسیون خود را طی کنند. همچنین در صورت استفاده از تکنیک تکثیر مصنوعی که مستلزم زایل شدن لایه ژلاتینی ریبون است، توده تخم آزادی به دست می‌آید که می‌توان از انکوباتورهای گلدانی‌شکل ویس برای تفریخ آن استفاده کرد. دوره انکوباسیون در شرایط دمایی مطلوب ۱۳-۹ روز (۱۶۵ درجه-روز) طول می‌کشد و اندازه لاروهای تازه تفریخ شده ۶-۴/۶ میلی‌متر است (Weber *et al.*, 2011).

دوران لاروی مرحله‌ای بسیار حساس در چرخه زندگی ماهیان بوده و نگهداری و پرورش ماهی طی این دوره بسیار مشکل و چالش‌برانگیز است. یکی از شیوه‌های سنتی رایج در پرورش لاروها و بچه‌ماهیان سوف حاج طرخان، روش گسترده با استفاده از استخرهای خاکی کوچک با مساحت ۰/۸-۰/۱ هکتار است. استخرهای کوچک‌تر، از نظر اقتصادی مقرون به‌صرفه نبوده و استخرهای بزرگتر نیز دارای مشکلات مدیریتی مختلف، به‌خصوص در زمان صید هستند. عمق استخرهای مورد استفاده نیز معمولا در حدود ۲-۱/۵ متر است. ماهیان مولد در این استخرها جفتگیری و تخمریزی کرده، سپس تخم‌ها با گذراندن دوره انکوباسیون، تفریخ شده و لاروها و سپس بچه‌ماهیان حاصله در همان استخرها پرورش داده می‌شوند تا به اندازه انگشت‌قدی برسند. در این مرحله، بچه‌ماهیان انگشت‌قد، صید شده و جهت گذراندن دوره پرواربندی به استخرهای خاکی بزرگ‌تر و یا سیستم‌های مداربسته انتقال داده می‌شوند و یا به‌منظور بازسازی ذخایر به منابع آبی طبیعی رهاسازی می‌شوند. استخرهای مورد استفاده برای پرورش لاروها و بچه‌ماهیان، چند روز پیش از تخمریزی به‌وسیله کودهای آلی و شیمیایی بارورسازی می‌شوند تا در زمان شروع تغذیه خارجی لاروها دارای فون غنی از زئوپلانکتون‌ها به‌ویژه روتیفرها باشند. برای افزایش نرخ تفریخ و بقای تخم‌ها، توصیه شده است تا در صورت امکان تخم‌های لقاح‌یافته درون استخر، در داخل جعبه‌های انکوباسیون معلق در آب نظیر سس‌گرین قرار داده شوند تا تخم‌ها درون آن محفوظ مانده و در ستون آب پخش نشوند. این جعبه‌های انکوباسیون در سطح زیرین خود دارای جداره توری با قطر چشمه ۱/۵ میلی‌متر هستند که تخم‌ها روی آن باقی می‌مانند، اما لاروها پس از تفریخ، به دلیل باریکی بدن قادر به خروج از چشمه توری جعبه و ورود به محیط استخر هستند. نرخ ذخیره‌سازی تخم‌ها در استخرهای خاکی بسته به شرایط، ۶۰۰-۱۰۰ تخم به‌ازای هر متر مربع از مساحت استخر است. کار این استخرهای خاکی ۲ ماه پس از ذخیره‌سازی تخم‌ها و با برداشت بچه‌ماهیان انگشت‌قد ۲-۱ گرمی پایان می‌پذیرد. نرخ بقای گله در پایان دوره نیز در حدود ۲۰-۵ درصد خواهد بود. برای برداشت بچه‌ماهیان در این استخرها دو شیوه وجود دارد. در روش اول، آب استخر تخلیه شده و بچه‌ماهیان توسط تور چشمه‌ریز در دهانه خروجی استخر صید می‌شوند. روش دوم نیز مبتنی بر استفاده از خاصیت نورگرایی در بچه‌ماهیان سوف حاج طرخان است. در این روش، یک رشته لامپ به صورت متوالی در زیر آب نصب می‌شوند و در انتهای این زنجیره نیز یک جعبه توری درب‌دار و مجهز به روشنایی قرار گرفته است. شب‌هنگام تمامی این لامپ‌ها روشن می‌شوند تا بچه‌ماهیان به سمت رشته نور جذب شده و در اطراف جعبه توری صید تجمع کنند. پس از ۳۰ دقیقه کلیه لامپ‌های زیر آب به‌استثنای لامپ جعبه صید خاموش می‌شوند و بچه‌ماهیان که در این زمان منبع نور دیگری در اطراف خود نمی‌بینند به داخل جعبه صید هدایت شده و پس از چند دقیقه درب جعبه بسته شده و کلیه بچه‌ماهیان صید شده جمع‌آوری و به محل مورد نظر که ممکن است استخرهای پرورش یا سیستم‌های مداربسته و یا پیکره‌های آبی طبیعی برای رهاسازی و بازسازی ذخایر باشند، منتقل می‌شوند. باید توجه داشت که این شیوه صید تنها برای بچه‌ماهیان انگشت‌قدی با اندازه کمتر از ۳۵ میلی‌متر مناسب است، چراکه در سنین بالاتر از شدت نورگرایی آن‌ها کاسته می‌شود (Kestemont *et al.*, 2015).

شیوه سوم پیشنهادی برای پرورش لارو و بچه‌ماهیان سوف حاج طرخان، روش متراکم با استفاده از سیستم‌های

مداربسته است. این شیوه مزایای زیادی دارد که از جمله آن‌ها می‌توان به اعمال کنترل همه‌جانبه پرورش‌دهندگان بر پارامترهای محیطی به‌منظور ایجاد محیطی باثبات، داشتن تولید مستمر و پایدار در طول سال، امکان عرضه همیشگی محصول به بازار و مهار بهتر رفتار همنوع‌خواری اشاره کرد (Kestemont and Mélard, 2000). علیرغم مزایای گفته شده، پرورش سوف‌ماهیان از جمله سوف حاج طرخان در سیستم‌های متراکم و مداربسته مشکلاتی نیز به همراه دارد که عمدتا ناشی از عدم داشتن اطلاعات کافی از نیازمندی‌های غذایی این ماهیان است، چرا که پرورش ماهی در سیستم‌های مداربسته به‌طور کامل وابسته به غذادهی دستی بوده و تولیدات طبیعی نقشی در تامین نیازمندی‌های غذایی ماهیان ندارد. علاوه بر این، هزینه‌های بالای احداث و نگهداری این سیستم‌ها، تجهیزات مورد نیاز از قبیل فیلترهای فیزیکی و بیولوژیک، دستگاه‌های ضدعفونی آب نظیر اشعه فرابنفش و گاز ازن و نیاز به نیروی انسانی متخصص نیز از جمله چالش‌های دیگر استفاده از چنین سیستم‌های پرورشی هستند. سیستم‌های مداربسته در محیط‌های سرپوشیده احداث شده، رژیم نوری در سالن کارگاه پرورش شامل ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی بوده و شدت نور مناسب در این محیط‌ها نیز ۵۰۰ لوکس در سطح آب است. شکل، جنس و اندازه مخازن مورد استفاده برای پرورش لاروها در سیستم‌های مداربسته متفاوت است. از جمله مخازن استوانه‌ای-مخروطی و چهارگوش برای این منظور مورد استفاده قرار می‌گیرند. علاوه بر این، قفس‌های پرورشی با چشمه توری ۳۰۰-۲۵۰ میکرومتر که درون حوضچه‌های آبراهه‌ای بتنی تعبیه شده‌اند را می‌توان برای پرورش لاروها و بچه‌ماهیان مورد استفاده قرار داد که البته این شیوه کمتر متداول بوده و پرورش ماهی در سیستم‌های مداربسته عمدتا با استفاده از مخازن فایبرگلاس انجام می‌شود. حجم مخازن مورد استفاده در این سیستم‌ها حداقل ۳۰۰ لیتر است تا فضای کافی برای لاروها و بچه‌ماهیان فراهم شود. مخازن بزرگتر با حجم چند متر مکعب را نیز می‌توان بدین منظور مورد استفاده قرار داد. دیواره مخازن باید مات و کدر بوده و قابلیت عبور نور را نداشته باشد تا بچه‌ماهیان تحت استرس قرار نگیرند. همچنین در ساخت مخازن فایبرگلاس، استفاده از رنگ‌های سرد و خنثی نظیر سبز، آبی، سفید و خاکستری ارجحیت دارد. باید توجه داشت که تخم‌های لقاح‌یافته را به دلیل حساسیت بالایی که دارند، نمی‌توان بلافاصله به این مخازن انتقال داد و باید ابتدا صبر کرد تا تخم‌ها به مرحله چشم‌زدگی برسند. در این زمان، معمولا ۱ روز تا تفریخ باقی مانده است، تخم‌ها روی سینی‌های تعبیه شده در این مخازن پخش شده و با اتمام فرآیند انکوباسیون و تفریخ تخم‌ها، لاروها خارج می‌شوند. تراکم ذخیره‌سازی اولیه لاروها، ۵۰-۲۰ عدد به ازای هر لیتر است. مشاهده شده است که افزایش تراکم منجر به افزایش نرخ رشد و بیومس نهایی شده و تلفات ناشی از همنوع‌خواری را کاهش می‌دهد و ذخیره‌سازی ۱۰۰ لارو در لیتر نیز مشکل خاصی ایجاد نمی‌کند، اما کاهش تراکم بعد از آغاز غذادهی دستی ضروری است. همچنین تجربیاتی در کشور ایرلند وجود دارد که افزایش تراکم تا ۱۵۰ عدد لارو به ازای هر لیتر نیز می‌تواند انجام شود (Toner, 2012). تغذیه خارجی ۳-۲ روز پس از تفریخ آغاز شده و معمولا از ناپلی آرتمیا برای این دوره استفاده می‌شود. نیاز غذایی لاروها طی هفته اول پرورش، ۱۰۰۰-۵۰۰ عدد ناپلی آرتمیا به‌ازای هر لارو است که طی ۸ وعده غذایی توزیع می‌شود. طی ۲ هفته بعدی و تا سن ۲۰ روزگی، تغذیه بچه‌ماهیان با ناپلی آرتمیا بر اساس بیومس آن‌ها انجام می‌شود، بدین صورت که وزن روزانه غذادهی با ناپلی آرتمیا برابر با ۳۵-۱۰ درصد از بیومس ماهی موجود در هر مخزن است. محاسبه بیومس نیز بر اساس نمونه‌برداری از مخازن انجام می‌شود. ۲۱ روز پس از تفریخ، بچه‌ماهیان به میانگین وزنی ۵۰ میلی‌گرم رسیده و قابلیت تغذیه با غذای دستی را خواهند داشت که بهتر است تدریجا جایگزین ناپلی آرتمیا شود. غذای مورد استفاده در این مرحله معمولا جیره آغازین قزل‌آلا است که حاوی ۵۴-۵۰ درصد پروتئین بوده و با اندازه ذرات ۵۰۰-۳۰۰ میکرومتر، ۴ وعده در شبانه‌روز در اختیار بچه‌ماهیان قرار می‌گیرد

(Kestemont *et al*., 2015). متاسفانه در حال حاضر جیره تجاری مختص ماهی سوف حاج طرخان و یا سایر سوف‌ماهیان در بازار موجود نبوده و تغذیه این ماهیان در سیستم‌های متراکم با استفاده از جیره‌های آزادماهیان انجام می‌شود (Kestemont and Mélard, 2000). پرورش بچه‌ماهیان در سیستم مداربسته تا سن ۴۹ روزگی انجام شده و پس از آن بچه‌ماهیان انگشت‌قد تولید شده، برای پرواربندی یا رهاسازی در طبیعت جهت بازسازی ذخایر مورد استفاده قرار می‌گیرند.

همان‌طور که پیشتر نیز بیان شد، متاسفانه هم‌اکنون در کشورمان تکثیر ماهی سوف حاج طرخان در محیط اسارت انجام نشده و بنابراین تجربیات چندانی نیز در زمینه پرورش لارو و بچه‌ماهیان این گونه وجود ندارد، اما تولید و پرورش لارو و بچه‌ماهی سوف سفید به‌صورت گسترده جهت بازسازی ذخایر انجام می‌شود. بنابراین با توجه به شباهت نیازمندی‌های اکولوژیک، سیر تکامل دستگاه گوارش و همچنین استراتژی تغذیه‌ای در دو گونه سوف‌ماهیان بومی ایران یعنی سوف سفید و سوف حاج طرخان، توصیه می‌شود که برای پرورش لارو و بچه‌ماهی سوف حاج طرخان از روش‌های آزموده شده در مورد ماهی سوف سفید استفاده شود. بدین‌ترتیب که لاروها پس از گشایش دهان و شروع تغذیه فعال به استخرهای خاکی منتقل شده و با تولیدات طبیعی استخر تغذیه شوند و پس از تبدیل شدن به بچه‌ماهی انگشت‌قد ۲-۱ گرمی که احتمالا در حدود ۲ ماه زمان می‌برد، جهت عملیات بعدی که یا پرواربندی و یا رهاسازی در طبیعت جهت بازسازی ذخایر است برداشت شوند.

پرواربندی

دوره پرواربندی ماهی سوف حاج طرخان با پرورش بچه‌ماهیان انگشت‌قد ۲-۱ گرمی شروع شده و با برداشت ماهیان ۳۰۰-۱۰۰ گرمی خاتمه می‌یابد. در حال حاضر پرورش تجاری سوف حاج طرخان در تعداد اندکی از کشورهای اروپایی نظیر سوییس، ایرلند، فرانسه و دانمارک انجام می‌شود، اما سهم آبزی‌پروری از تولید جهانی این گونه در حال حاضر تنها در حدود ۱ درصد است که محدودیت‌های موجود در زمینه پرورش تجاری این گونه را نشان می‌دهد (Toner, 2015). برای پرورش تجاری ماهی سوف حاج طرخان به‌طور کلی سه شیوه گسترده چندگونه‌ای در استخرهای خاکی، نیمه‌متراکم تک‌گونه‌ای در قفس و متراکم تک‌گونه‌ای در سیستم‌های مداربسته مورد استفاده قرار می‌گیرد. در ادامه به‌صورت مختصر به روش‌های پرورش ماهی سوف حاج طرخان پرداخته شده است.

روش پرورش گسترده چندگونه‌ای در استخرهای خاکی عمدتا در مزارع پرورش کپورماهیان در کشورهای اروپای شرقی و مرکزی مانند روسیه، لهستان، چک، اوکراین، بلغارستان، مجارستان، اسلواکی و فرانسه انجام می‌شود. در چنین سیستم‌هایی، ماهی سوف حاج طرخان به‌عنوان گونه جنبی پرورش داده شده و غذادهی دستی برای این ماهی انجام نمی‌شود. همچنین در این شیوه پرورش، دوره رشد بسیار طولانی است و رسیدن ماهی به سایز بازاری ۴-۲ سال زمان می‌برد. برداشت محصول ۲ بار در سال طی فصول بهار و پاییز انجام می‌شود. چنانکه گفته شد، تغذیه ماهی در چنین سیستم‌هایی وابسته به تولیدات طبیعی استخر بوده و عنوان شده است که وجود گیاهان آبزی در استخر با کمک به توسعه جوامع بی‌مهرگان آبزی، می‌تواند تاثیر مثبتی در تامین غذا و در نتیجه رشد سوف حاج طرخان داشته باشد. سهم ماهی سوف حاج طرخان از تولید نهایی در این استخرهای چندگونه‌ای تنها ۱-۰/۲۵ درصد است، اما همین میزان اندک نیز از نظر اقتصادی ارزش بالایی دارد، چراکه قیمت فروش محصول سوف حاج طرخان چند برابر بیشتر از کپورماهیان است. همچنین این ماهی به‌واسطه رژیم غذایی گوشتخوار-ماهیخواری خود، موجب حذف ماهیان هرز و سایر موجودات مزاحم و ناخواسته نظیر قورباغه شده و در نتیجه بازدهی تولید گونه‌های پرورشی اصلی یعنی کپورماهیان را نیز افزایش می‌دهد (Policar *et al*., 2015).

روش پرورش نیمه‌متراکم با استفاده از قفس‌های نصب شده در دریاچه‌ها و یا استخرهای خاکی انجام می‌شود.

تجربیات محدودی در زمینه پرورش ماهی سوف حاج طرخان در این سیستم‌ها در کشورهای اروپایی وجود دارد که به شکست منتهی شده‌اند. دلیل این شکست تجاری را می‌توان در دمای پایین آب در پیکره‌های آبی طبیعی و زمستان‌های طولانی کشورهای اروپایی جست‌وجو کرد که منجر به کاهش چشمگیر رشد ماهی و طولانی شدن بیش از حد دوره پرورش آن می‌شود (Öberg, 2008). در حال حاضر کاربرد این روش برای پرورش ماهی سوف حاج طرخان منسوخ شده است. البته با توجه به زمستان‌های معتدل و دمای بالاتر آب در کشورمان نسبت به قاره اروپا، ممکن است کاربرد این شیوه پرورش برای ماهی سوف حاج طرخان در کشورمان نتایج بهتری در برداشته باشد.

روش پرورش متراکم ماهی سوف حاج طرخان مبتنی بر استفاده از سیستم مداربسته است. امروزه رویکرد اصلی در پرورش تجاری ماهی سوف حاج طرخان همین شیوه است (Toner, 2015). این سیستم‌ها دارای مزایای فراوانی نظیر امکان اعمال کنترل بر چرخه زندگی ماهی، افزایش تولید در واحد سطح، امکان تولید پایدار در طول سال و عرضه مستمر ماهی به بازار، امکان احداث تاسیسات پرورشی در نزدیکی بازارهای مصرف، نرخ رشد بالای ماهی، دوره پرورش کوتاه‌تر، نرخ بقای بالاتر و مهار رفتار همنوع‌خواری هستند. در مقابل، چنین سیستم‌هایی محدودیت‌هایی نیز دارند که از جمله می‌توان به مواردی از قبیل هزینه بالای احداث، راه‌اندازی و نگهداری سیستم و همچنین قیمت تمام شده بالای محصول در کنار نیاز به نیروی انسانی متخصص جهت مدیریت کارگاه اشاره کرد (Policar *et al*., 2015).

با توجه به مسائل گفته شده به نظر می‌رسد در حال حاضر، شیوه مناسب جهت پرورش ماهی سوف حاج طرخان در کشورمان، استفاده از استخرهای خاکی چندگونه‌ای پرورش کپورماهیان باشد که در حال حاضر در مورد گونه دیگر سوف بومی ایران یعنی سوف سفید نیز تجربیات مشابهی وجود دارد.

نیازمندی‌های غذایی

حداقل سطح پروتئین خام مورد نیاز برای ماهی سوف حاج طرخان ۳۷ درصد است که البته در مراحل ابتدای زندگی این میزان به حدود ۵۰ درصد می‌رسد. سطح نیازمندی چربی خام در جیره این ماهی نیز ۱۸-۱۲ درصد است (Geay and Kestemont, 2015). در حال حاضر، جیره اختصاصی برای تغذیه ماهی سوف حاج طرخان وجود نداشته و تغذیه این ماهی در سیستم‌های متراکم با استفاده از جیره قزل‌آلا یا سایر آزادماهیان انجام می‌شود (Kestemont and Mélard, 2000). منبع اصلی تامین پروتئین در جیره تجاری آزادماهیان پودر ماهی است. پودر ماهی دارای ویژگی‌هایی نظیر قابلیت بالای هضم، میزان اندک مواد ضدمغذی و خوش‌خوراکی است (Javid Rahmdel *et al*., 2018). علیرغم این خصوصیات مطلوب، پودر ماهی ماده غذایی گران‌قیمتی است که منابع تامین آن بسیار محدود است. این امر سبب شده است تا روند فعلی در فرمولاسیون جیره ماهیان مختلف، جایگزینی منابع پروتئین گیاهی به‌جای پودر ماهی باشد، اما سوف حاج طرخان گونه‌ای گوشتخوار بوده و ممکن است وجود سطح بالای اقلام گیاهی در جیره این ماهی موجب بروز مشکلات تغذیه‌ای شود. در نتیجه بهتر است در فرمولاسیون جیره ماهی سوف حاج طرخان، جایگزینی پودر ماهی با سایر منابع ارزان‌قیمت پروتئین جانوری نظیر ضایعات کشتارگاهی، پودر میگو و حشرات مختلف مورد توجه قرار گیرد.

ارزیابی اقتصادی

ماهی سوف حاج طرخان از گونه‌های پرطرفدار ماهیان خوراکی در بازار ایران و اروپا است. گوشت این ماهی به دلیل دارا بودن ویژگی‌هایی نظیر تردی و عدم وجود استخوان‌های ریز بین عضلانی از ارزش اقتصادی زیادی برخوردار بوده و در بازارهای اروپا با قیمتی معادل ۸-۵ یورو به‌ازای هر کیلوگرم برای ماهی کامل و ۳۰-۲۲ یورو به‌ازای هر کیلوگرم برای فیله ماهی به فروش می‌رسد (Steenfeldt *et al*., 2015). همچنین در کشورمان

میزان پایین صید از طرفی و بازارپسندی بالا از سوی دیگر سبب شده است تا قیمت ماهی سوف حاج طرخان در بازارهای محلی بیشتر از برخی ماهیان استخوانی دیگر باشد. قیمت فروش بسته به عواملی نظیر اندازه ماهی و فصل متغیر است. علاوه بر این، انجام فرآوری و تولید محصولاتی با ارزش افزوده بالاتر نظیر فیله ماهی، می‌تواند قیمت فروش محصول را به‌طور قابل ملاحظه‌ای افزایش دهد. بنابراین مشخص است که سرمایه‌گذاری برای آبزی‌پروری ماهی سوف حاج طرخان کاملا دارای توجیه اقتصادی بوده و سودآوری بالایی برای سرمایه‌گذاران خواهد داشت.

نتیجه‌گیری کلی

ماهی سوف حاج طرخان یکی از گونه‌های بسیار ارزشمند اکوسیستم حوضه آبریز جنوبی دریای خزر است که از بین رفتن ذخایر طبیعی آن، هزینه‌های اقتصادی و اکولوژیک بالایی بر تنوع زیستی کشورمان در بردارد. بنابراین اهتمام به بازسازی ذخایر طبیعی این ماهی بومی ضروری بوده و انجام این امر نیز مستلزم شناخت کافی و کسب آگاهی از بیوتکنیک تکثیر و پرورش این گونه باارزش است. همچنین علاوه بر ملاحظات اکولوژیک، این گونه از منظر آبزی‌پروری نیز دارای جایگاه مهمی است، چراکه می‌تواند به‌عنوان یک گونه جدید پرورشی مطرح شده و به حل یکی از مهم‌ترین مشکلات بخش شیلات کشور که همانا محدودیت در تعداد گونه‌های آبزیان پرورشی است کمک کند.

توصیه ترویجی

۱- با توجه به وجود ساختار حفاظتی ریبون در تخمدان ماهی سوف حاج طرخان و در نتیجه سهولت دستکاری تخم‌ها، بهتر است از روش نیمه‌طبیعی برای تکثیر این ماهی استفاده شود.

۲- طبق نتایج پژوهش‌های مختلف، استفاده از هورمون hCG بهترین نتایج را در القای رسیدگی جنسی در ماهی سوف حاج طرخان دارد، بنابراین استفاده از این هورمون به‌میزان ۵۰۰ واحد بین‌المللی به‌ازای هر کیلوگرم وزن بدن مولدین ماده برای تکثیر این ماهی توصیه می‌شود.

۳- توصیه می‌شود پرورش لارو ماهی سوف حاج طرخان در مخازن حاوی آب سبز انجام شود، چراکه کاربرد این روش در قیاس با استخرهای خاکی، بقای لاروها را تا سطح ۴۰ درصد افزایش می‌دهد.

۴- برای آغاز پرورش ماهی سوف حاج طرخان در کشورمان، می‌توان از روش مورد استفاده در پرورش ماهی سوف سفید استفاده کرد. بدین ترتیب که با رهاسازی بچه‌ماهیان سوف حاج طرخان به استخر پرورش کپورماهیان، علاوه بر تولید ماهی سوف حاج طرخان، می‌توان به مبارزه بیولوژیک با ماهیان هرز و سایر آبزیان ناخواسته پرداخت.

منابع

عباسی، ک.، ولی‌پور، ع.، طالبی حقیقی، د.، سرپناه، ع. و نظامی بلوچی، ش. ۱۳۷۸. اطلس ماهیان ایران، آب‌های داخلی گیلان. انتشارات مرکز تحقیقات شیلات گیلان، ۱۱۳ ص.

فلاحتکار، ب.، اکبری نرگسی، ع.، گروهی، د. و عفت‌پناه، ا. ۱۳۹۷. اثر Ovaprim^{TM} و hCG بر القای تولیدمثل مولدین ماده سوف حاج طرخان (*Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758). نشریه علوم آبزی‌پروری، ۶: ۲۲-۱۳.

کریم‌پور، م. ۱۳۷۷. ماهیان تالاب انزلی. مجله علمی شیلات ایران، ۷: ۹۴-۸۳.

نظامی بلوچی، ش. و خارا، ح. ۱۳۸۲. بررسی ترکیب گونه‌ای و فراوانی ماهیان تالاب امیرکلایه لاهیجان. مجله علمی شیلات ایران، ۱۲: ۲۰۷-۱۹۳.

نظامی بلوچی، ش.، خارا، ح. و پاوند، پ. ۱۳۸۳. بررسی رژیم غذایی سوف حاج طرخان (*Perca fluviatilis* L. 1758) در تالاب امیرکلایه لاهیجان. مجله علمی شیلات ایران، ۱۳: ۲۲۰-۲۰۱.

Berg, L. S. 1965. Freshwater Fishes of the USSR and Adjacent Countries. Academy of

Sciences of the USSR. Zoological Institute, Moscow-Leningrad, USSR, 510 p.

Craig, J. F. 2000. Percid Fishes: Systematics, Ecology and Exploitation. Blackwell Science, Oxford, UK, 352 p.

Falahatkar, B., Efatpanah, I. and Kestemont, P. 2018. Pikeperch *Sander lucioperca* production in the south part of the Caspian Sea: technical notes. Aquaculture International, 26: 391-401.

Feiner, Z. S. and Höök, T. O. 2015. Environmental biology of Percid fishes. In: Kestemont, P., Dabrowski, K. and Summerfelt, R. C. (eds.) Biology and Culture of Percid Fishes, Principles and Practices. Springer, Dordrecht, Netherlands, pp. 61-100.

Fontaine, P., Wang, N. and Hermelink, B. 2015. Broodstock management and control of the reproduction cycle. In:Kestemont, P., Dabrowski, K. and Summerfelt, R. C. (eds.) Biology and Culture of Percid Fishes, Principles and Practices. Springer, Dordrecht, Netherlands, pp. 103-122.

Geay, F. and Kestemont, P. 2015. Feeding and nutrition of percid fishes during ongrowing stages. In: Kestemont, P., Dabrowski, K. and Summerfelt, R. C. (eds.) Biology and Culture of Percid Fishes, Principles and Practices. Springer, Dordrecht, Netherlands, pp. 587-622.

Graeb, B. D. S., Galarowicz, T., Wahl, D. H., Dettmers, J. M. and Simpson, M. J. 2005. Foraging behavior, morphology, and life history variation determine the ontogeny of piscivory in two closely related predators. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 62: 2010-2020.

Guma'a, S. A. 1978. The food and feeding habits of young perch (*Perca fluviatilis* L. 1758) in Windermere. Freshwater Biology, 8: 177-187.

Guzzo, M. M., Haffner, G. D., Legler, N. D., Rush, S. A. and Fisk, A. T. 2013. Fifty years later: trophic ecology and niche overlap of a native and non-indigenous fish species in the western basin of Lake Erie. Biological Invasions, 15: 1695-1711.

Heibo, E., Magnhagen, C. and Vollestad, L. A. 2005. Latitudinal variation in life-history traits in Eurasian perch. Ecology, 86: 3377-3386.

Horvath, L., Szabo, T. and Burke, J. 1997. Hatchery testing of GnRH analogue-containing pellets on ovulation in four cyprinid species. Polish Archives of Hydrobiology, 44: 221-226.

Javid Rahmdel, K., Allaf Noveirian, H., Falahatkar, B. and Babakhani Lashkan, A. 2018. Effects of replacing fish meal with sunflower meal on growth performance, body composition, hematological and biochemical indices of common carp (*Cyprinus* carpio) fingerlings. Fisheries & Aquatic Life (Archives of Polish Fisheries), 26: 121-129.

Kazanchev, E. N. 1981. Fishes of the Caspian Sea and Its Draining Basin. Food Industry Publishing House, Moscow, USSR. (in Russian)

Kestemont, P. and Mélard, C. 2000. Aquaculture. In: Craig, J. F. (ed.) Percid Fishes Systematics, Ecology and Exploitation, Blackwell Science, Oxford, UK, pp. 191-224.

Kestemont, P., Mélard, C., Held, J. A. and Dabrowski, K. 2015. Culture methods of Eurasian perch and yellow perch early life stages. In: Kestemont, P., Dabrowski, K. and Summerfelt, R. C. (eds.) Biology and Culture of Percid Fishes, Principles and Practices. Springer, Dordrecht, Netherlands, pp. 265-293.

Kucharczyk, D., Kujawa, R., Murmurz, A., Skrzypczak, A. and Wyszomirska, E. 1996. Induced spawning in perch, *Perca fluviatilis* L. using carp pituitary extract and hCG. Aquaculture Research, 27: 847-852.

Kucharczyk, D., Kujawa, R., Mamcarz, A., Skrzypczak, A. and Wyszomirska, E. 1998. Induced spawning in perch, *Perca fluviatilis* L., using FSH + LH with pimozide or metoclopramide. Aquaculture Research, 29:131-136.

Kucharczyk, D., Szczerbowski, A., Łuczynski, M. J., Kujawa, R., Mamcarz, A., Wyszomirska, E., Szabo, T. and Ratajski, S. 2001. Artificial spawning of Eurasian perch, *Perca fluviatilis* L. Using ovopel. Archives of Polish Fisheries, 9: 39-49.

Kucharczyk, D., Targońska, K. and Chwaluczyk, R. 2015. Application of Ovaprim in artificial reproduction of Eurasian perch, *Perca fluviatilis* L. under controlled conditions. Iranian Journal of Ichthyology, 1: 7-11.

Lappalainen, J., Malinen, T., Rahikainen, M., Vinni, M., Nyberg, K., Ruuhijarvi, J. and Salminen, M. 2005. Temperature dependent growth and yield of pikeperch, *Sander lucioperca*, in Finnish lakes. Fisheries Management and Ecology, 12: 27-35.

Öberg, O. 2008. Perch farming, Swedish experience. In: Fontaine, P., Kestemont, P., Teletchea, F. and Wang, N. (eds.) Proceeding of Percid Fish Culture From Research to Production, University of Namur Press, Namur, Belgium, pp. 71-74.

Pedicillo, G., Merulli, F., Carosi, A., Viali, P. and Lorenzoni, M. 2008. The use of artificial spawning substrates as media to support the reproduction of Eurasian perch in Lake Piediluco. Hydrobiologia, 609: 219-223.

Policar, T., Mohagheghi Samarin, A. and Mélard, C. 2015. Culture methods of Eurasian perch during ongrowing. In: Kestemont, P., Dabrowski, K. and Summerfelt, R. C. (eds.) Biology and Culture of Percid Fishes, Principles and Practices. Springer, Dordrecht, Netherlands, pp. 417-435.

Quist, M. C., Guy, C. S., Schultz, R. D. and Stephen, J. L. 2003. Latitudinal comparisons of walleye growth in North America and factors influencing growth of walleyes in Kansas reservoirs. North American Journal of Fisheries Management, 23: 677-692.

Radke, R. J. and Gaupisch, A. 2005. Effects of phytoplankton-induced turbidity on predation success of piscivorous Eurasian perch (*Perca fluviatilis*): possible implications for fish community structure in lakes. Naturwissenschaften, 92: 91-94.

Reichert, J. M., Fryer, B. J., Pangle, K. L., Johnson, T. B., Tyson, J. T., Drelich, A. B. and Ludsin, S. A. 2010. Riverplume use during the pelagic larval stage benefits recruitment of a lentic fish. Canadian Journal of Fish Aquatic Sciences, 67: 987-1004.

Ronyai, A. 2007. Induced out-off-season and seasonal tank spawning and stripping of pike perch (*Sander lucioperca* L.). Aquaculture Research, 38: 1144-1151.

Steenfeldt, S., Fontaine, P., Overton, J. L., Policar, T., Toner, D., Falahatkar, B., Horváth, A., Ben Khemis, I., Hamza, N. and M'hetli, M. 2015. Current status of Eurasian percid fishes aquaculture. In: Kestemont, P., Dabrowski, K. and Summerfelt, R. C. (eds.) Biology and Culture of Percid Fishes, Principles and Practices. Springer, Dordrecht, Netherlands, pp. 817-841.

stickiness of commoncarp *Cyprinus carpio* eggs. Aquaculture of Hungary, 2:19-21.

Żarski, D., Bokor, Z., Kotrik, L., Urbányi, B., Horváth, A., Targońska, K., Krejszeff, S., Palińska, K. and Kucharczyk, D. 2011. A new classification of a preovulatory oocyte maturation stage suitable for the synchronization of ovulation in controlled reproduction of Eurasian perch, *Perca fluviatilis* L. Reproductive Biology, 3:194-209.

Żarski, D., Horvath, A., Kotrik, L., Targońska, K., Palińska, K., Krejszeff, S., Bokor, Z., Urbanyi, B. and Kucharczyk, D. 2012. Effect of different activating solutions on the fertilization ability of Eurasian perch, *Perca fluviatilis* L., eggs. Journal of Applied Ichthyology, 28: 967-972.

Żarski, D., Horváth, A., Held, J. A. and Kucharczyk, D. 2015. Artificial reproduction of percid fishes. In: Kestemont, P., Dabrowski, K. and Summerfelt, R. C. (eds.) Biology and Culture of Percid Fishes, Principles and Practices. Springer, Dordrecht, Netherlands, pp. 123-162.

Żarski, D., Horváth, Á., Bernáth, G., Krejszeff, S., Radóczi, J., Palińska-Żarska, K., Bokor, Z., Kupren, K. and Urbányi, B. 2017. Controlled Reproduction of Wild Eurasian Perch: A Hatchery Manual. Springer International Publishing, Switzerland, 102 p.

Stepien, C. A. and Haponski, A. E. 2015. Taxonomy, distribution, and evolution of the Percidae. In: Kestemont, P., Dabrowski, K. and Summerfelt, R. C. (eds.) Biology and Culture of Percid Fishes, Principles and Practices. Springer, Dordrecht, Netherlands, pp. 3-60.

Targońska, K., Szczerbowski, A., Żarski, D., Łuczyński, M. J., Szkudlarek, M., Gomułka, P. and Kucharczyk, D. 2014. Comparison of different spawning agents in artificial out-of-season spawning of Eurasian perch, *Perca fluviatilis* L. Aquaculture Research, 45: 765-767.

Teletchea, F., Gardeur, J. N., Kamler, E. and Fontaine, P. 2009. The relationship of oocyte diameter and incubation temperature to incubation time in temperate freshwater fish species. Journal of Fish Biology, 74:652-668.

Toner, D. 2012. Culture of European perch *Perca fluviatilis* in Ireland. Recent advances and developments towards a sustainable production model. Paper presented at the Conference of AQUA 2012, Prague, Czech Republic, 1-5 September 2012.

Toner, D. 2015. The market for Eurasian perch. In: Kestemont, P., Dabrowski, K. and Summerfelt, R. C. (eds.) Biology and Culture of Percid Fishes, Principles and Practices. Springer, Dordrecht, Netherlands, pp. 865-880.

Weber, M. J., Dettmers, J. M. and Wahl, D. H. 2011. Growth and survival of age-0 yellow perch across habitats in southwestern Lake Michigan: early life history in a large freshwater environment. Transactions of the American Fisheries Society, 140:1172-1185.

Woynarovich, E. and Woynarovich, A.1980. Modified technology for elimination of

Propagation and rearing of Eurasian perch (*Perca fluviatilis*) - a review

Javid Rahmdel K.; Falahatkar B. *

Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Guilan, Iran

Abstract

Eurasian perch (*Perca fluviatilis*) is one of the endemic species of Iran which has wide global distribution and its wild populations are found in northern Iran, Caspian Sea basin. This species has high nutritional and commercial values, but unfortunately, harvesting pressure and habitats destructions led to drastic decline of its natural stocks during recent years. Already, restocking of this fish has received less attention. One of the main barriers on this way is lack of sufficient information in different aspects of biology and supply of Eurasian perch seed. According to high importance of in-captured propagation and also larviculture biotechniques for success in stock rehabilitation and aquaculture of Eurasian perch, the current study follows the aim of review on methods for propagation and rearing of this valuable species.

Keywords: Aquaculture, Eurasian perch, Habitat destruction, Percids, Restocking.

*Corresponding author: falahatkar@guilan.ac.ir