

مقاله علمی – ترویجی:

مروری بر برخی ویژگی‌های زیست‌شناسی ماهی سفیدک سیستان (*Schizothorax zarudnyi*)

عبدالعلی راهداری^{*}، علی خسروانی‌زاده^۱

*Rahdari57@uoz.ac.ir

۱- گروه شیلات، پژوهشکده تالاب بین‌المللی هامون، دانشگاه زابل، زابل، ایران.

تاریخ پذیرش: آبان ۱۴۰۰

تاریخ دریافت: مرداد ۱۴۰۰

چکیده

ماهی سفیدک سیستان (*Schizothorax zarudnyi*) از خانواده کپورماهیان بومی حوضه سیستان می‌باشد. ماهی ماده در ۴ سالگی و معبودی در ۳ سالگی و ماهی نر در ۳ سالگی بالغ می‌شود و در رودخانه‌ها و تالاب هامون (آبهای ساکن) زندگی و در همان محل تخم‌ریزی می‌کند. به دنبال خشکسالی‌های متوالی در منطقه سیستان و خشک شدن تالاب بین‌المللی هامون و در نتیجه از بین رفتن زیستگاه و زمینه تکثیر طبیعی این ماهی و ورود گونه‌های غیربومی، خطر انقراض آن به‌وجود آمده است. تکثیر مصنوعی یکی از راه‌های حفظ و احیاء ذخایر ماهی سفیدک سیستان می‌باشد. با توجه به تکثیر موفقیت‌آمیز این ماهی در سنوات اخیر و مستعد بودن این گونه بومی برای پرورش، دستیابی به بیوتکنیک پرورش آن ضمن اینکه موجب احیاء ذخیره این ماهی ارزشمند کشور خواهد شد، با ورود به بخش آبی‌پروری منطقه و کشور، موجب افزایش تنوع گونه‌های پرورشی، تأمین بخشی از پروتئین مورد نیاز مردم و اشتغال‌زایی خواهد شد.

کلمات کلیدی: ماهی سفیدک، *Schizothorax zarudnyi*، تکثیر و پرورش، سیستان

مقدمه

بخش زیادی از ذخایر کپورماهیان در حال انقراض می‌باشند و به همین دلیل نیاز به توسعه سریع تکنیک‌های تکثیر مصنوعی این ماهیان است (Kucharczyk et al., 2005). ماهی سفیدک سیستان (*Schizothorax zarudnyi* Nikolskii, 1897) در زمان پرآبی تالاب بین‌المللی هامون به‌وفور در این تالاب و رودخانه‌های متصل به آن یافت می‌شد و صید عمده تالاب از این گونه بود. در دهه ۶۰ شمسی کپورماهیان چینی به تالاب هامون معرفی شدند. کپور ماهیان وارداتی به تالاب، رقیب غذایی و بیولوژیک این گونه شدند و به تدریج شرایط زیست آن را سخت‌تر کردند. خشکسالی‌های متعدد و پی در پی نیز زمینه و بستر تخم‌ریزی را از بین برد و جمعیت آن تنها به مخازن چاه‌نیمه‌های سیستان محدود گردید. هم‌اکنون چاه‌نیمه‌ها تنها زیستگاه این ماهی ارزشمند در کشور ایران می‌باشند. هر چند در حال حاضر، اطلاعات دقیقی از وضعیت ذخایر این ماهی بومی در چاه‌نیمه‌ها در دست نیست، ولی شواهد حاکی از کاهش بسیار شدید جمعیت آن دارد. صید بی‌رویه و بدون برنامه ناشی از هجوم صدها صیادی که قبلاً در تالاب هامون صید و صیادی می‌کردند و با خشک شدن تالاب بیکار شده‌اند، فقر غذایی چاه‌نیمه‌ها و وجود گونه‌های رقیب غذایی را می‌توان از عمده دلایلی دانست که به تدریج باعث از بین رفتن جمعیت اندک موجود ماهی سفیدک سیستان می‌شود. طبق اطلاعات، صید ماهی سفیدک حتی در مخازن چاه نیمه بسیار اندک و انگشت‌شمار می‌باشد و سال‌هاست که از فهرست آمار صید شیلات حذف شده است.

خوشبختانه، در سیلاب ورودی طی سال‌های ۹۹-۱۳۹۸ به تالاب هامون، جمعیتی از این ماهی که عمدتاً در اندازه مولدی بودند، در بخش‌هایی از هامون صابری که از طریق فراه رود افغانستان آگیری شده بود، مشاهده شد. این مسئله نویدبخش این است که ذخیره‌هایی از ماهی سفیدک در حوضه‌های آبی کشور افغانستان وجود دارد. به همین جهت در سنوات اخیر تکثیر مصنوعی آن جهت احیاء جمعیت ماهی سفیدک سیستان در منابع آبی منطقه انجام می‌شود. بازسازی ذخایر این گونه ارزشمند که در ایران منحصرأ در منطقه سیستان وجود دارد و بومی این منطقه می‌باشد، اهمیت بالایی دارد. هم‌اکنون تنها با اقدامات اضطراری نظیر تکثیر مصنوعی باید به بقا این گونه که

طبقه بندی

در بین مردم جایگاه بسیار ارزشمندی داشته و دارد، امیدوار بود. در این مطالعه تلاش شده است تا ضمن معرفی دقیق ماهی سفیدک سیستان و وضعیت فعلی آن با توجه به مطالعات صورت گرفته، بر لزوم تداوم مطالعات به‌ویژه در زمینه پرورش این گونه تأکید شود.

ماهی سفیدک سیستان (*Schizothorax zarudnyi*) از خانواده کپور ماهیان (Cyprinidae) می‌باشد (Coad, 1995) که در زیرخانواده Barbinae قرار دارد (Nelson, 2006). با این حال، Nikolskii (۱۹۶۱) معتقد است ماهیان زیرخانواده Schizothoracinae به‌واسطه داشتن فلس‌های درشت و بزرگ در اطراف مخرج و باله مخرجی با ماهیان زیرخانواده Barbinae تفاوت دارند. این فلس‌های درشت schlitzes (وئوکی، ۱۳۶۶) و در برخی منابع split نامیده شده‌اند (Berg, 1965) (شکل‌های ۱ و ۲). ماهی سفیدک دو جفت سبیلک و دهان زیرین و نعل اسبی شکل دارد و فرمول دندان حلقی آن ۵.۳.۲-۲.۳.۵ است (Esmaeili et al., 2018).

زیرخانواده Barbinae احتمالاً در اواخر دوران تریاسه از کپورماهیان جنوب و جنوب شرق آسیا جدا شده و به طرف شمال یا غرب انتشار یافته‌اند و به تدریج با گذشت زمان با شرایط موجود در این مناطق سازگار شده و رشد و نمو پیدا کرده‌اند. این تطابق با محیط‌زیست باعث تغییراتی در بدن آنها گشته است که برای مثال، می‌توان از schlitzes نام برد. البته نقش و عملکرد آن هنوز به‌خوبی روشن نیست، ولی عده‌ای معتقدند که هنگام تخم‌ریزی مورد استفاده قرار می‌گیرد. نکته جالب در مورد انتشار این ماهیان قدرت تطبیق با شرایط زیست‌محیطی است که امکان زندگی در آبهای آسیای مرکزی را به‌دست آورده‌اند (وئوکی، ۱۳۶۶).

Heckel (۱۸۳۸) جنس *Schizothorax* را با داشتن ۱۰ گونه معرفی نمود. این جنس، از آسیای مرکزی (ترکمنستان) و شرق فلات ایران در غرب تا مکان‌های دوری در شرق مانند رودخانه‌های مکونگ و یانگ‌تسه‌کیانگ چین یافت می‌شود (Nikolskii, 1961) ولی به طور کلی، پراکنش آن از ایران در غرب تا Yunnan (شرق چین) می‌باشد (Berg, 1965). در ایران سه گونه به نام‌های *S. Schizothorax intermedius*

S. pelzami و *zarudnyi* وجود دارد که دو گونه اول فقط در سیستان وجود دارند (Coad, 1995).



شکل ۱: ماهی مولد ماده سفیدک سیستان (*Schizothorax zarudnyi*)



شکل ۲: فلس های درشت (schlitzes) اطراف مخرج و باله مخرجی ماهی *Schizothorax zarudnyi*

B. subquinciatus, *Barbus sharpeyi* و *S. zarudnyi* (و *B. esocinus* و *xanthopterus*) نشان داد که گونه *Barbus sharpeyi* است. بر اساس مقایسه توالی ژن سیتوکروم *b* گونه های باربوس در سراسر جهان مشخص شد که تمامی گونه های خانواده باربوس ماهیان مذکور، در کلاد جداگانه ای دسته بندی شدند. مطالعه مذکور این فرضیه را تقویت نمود که طی سالیان طولانی در گونه های داخل ایران دگرگونی و تغییراتی مستقل از سایر نقاط جهان ایجاد شده است (رئیزی و همکاران، ۱۳۹۰).

گونه های *S. zarudnyi* و *S. intermedius* متعلق به عرض های جغرافیایی بالا و آبهای بالادست رودخانه هیرمند بوده اند که به مرور زمان از طریق این رودخانه از آبهای مناطق هندوکش و به طور احتمالی از جمعیت ماهیان قدیمی که ابتدا در رودخانه آمودریا گسترده بودند، به طرف پایین دست گسترش پیدا نموده اند (Annandale and Hora, 1920). ماهی *S. zarudnyi* در کشور ایران، بومی جنوب شرق کشور در حوزه سیستان و از ماهیان بسیار ارزشمند اقتصادی منطقه می باشد. بررسی روابط فیلوژنی ماهی سفیدک سیستان با چند گونه از باربوس ماهیان بومی حوزه دجله و کارون در جنوب ایران

تولید مثل طبیعی

ماهی سفیدک در رودخانه‌ها و تالاب هامون (آبهای ساکن) زندگی و در همان محل تخم‌ریزی می‌کند (وئوفی، ۱۳۶۶). به‌خصوص در دوران بلوغ در آبگیرهای هامون هیرمند در میان بسترهای پوشیده از نی به صورت اجتماعی زندگی می‌کند. ظاهراً تخم‌ها در آذرماه رسیده می‌شوند. نمونه‌های صید شده در فصل زمستان، بالغ بوده‌اند. نمونه‌های بررسی شده تا ۵ سالگی رشد می‌کنند و رسیدگی جنسی در کمتر از چهار سالگی اتفاق نمی‌افتد (Annandale and Hora, 1920). ماهی ماده در ۴ سالگی و معدودی در ۳ سالگی به بلوغ می‌رسد و سن ۳ سالگی عمدتاً در ماهیان نر دیده می‌شود (ذبیحی، ۱۳۷۸).

یکی از ویژگی‌های خاص جنس *Schizothorax* سمی بودن تخم‌هاست. سم همراه تخم بوده و شامل یک نوع گلوبوپروتئین می‌باشد. تخم‌ها درست در مرحله سوم جنسی که طی آن رشد سریع تخم نیز اتفاق می‌افتد، سمی می‌شوند. بیشترین سمیت تخم‌ها در مرحله‌ای است که حالت شناوری دارند. البته پرده صفاقی، مایع منی، تخمدان‌ها و مایع تخمدانی سمی نیستند (Nikolskii, 1961). برخی منابع اظهار داشته‌اند که تخم و صفاق همه گونه‌های جنس مذکور سمی هستند (Berg, 1965). این سم بر بیشتر پستانداران از قبیل انسان و نیز پرندگان تأثیر دارد، ولی بر ماهی‌ها (مانند کپور) تأثیری ندارد. چند خانواده سیستمی که تخم ماهی را خورده بودند، دچار مسمومیت شدند ولی هیچ‌یک تلف نشدند (راهداری و عیسی زایی، ۱۳۷۹).

تغذیه

ماهی سفیدک سیستم در زیستگاه طبیعی از سخت‌پوستان (حشرات آبزی)، نرم‌تنان، جلبک‌های زرد، قهوه‌ای، سبز و گیاهان عالی به‌خصوص ماهیان ریز مانند گامبوزیا تغذیه می‌کند. در ساعات اولیه روز (۷ الی ۹ صبح) به‌خوبی می‌توان تقلای ماهی را با ماهیان هرز که آنها را دنبال کرده و با صدای خاصی نیز همراه هست، تشخیص داد (ذبیحی، ۱۳۷۸). تغذیه آن بر خلاف سایر گونه‌های این جنس آزادانه صورت گرفته و در صورت فقدان سایر مواد غذایی، منحصراً از سایر ماهی‌های کوچک تغذیه می‌کند.

تاریخچه تکثیر مصنوعی

تکثیر مصنوعی ماهی سفیدک سیستم به دو منظور حفظ و بازسازی ذخایر و بهره‌برداری در بخش آبی‌پروری انجام می‌گیرد. از اوایل شروع به کار مرکز تکثیر ماهی زهک (سال ۱۳۷۳)، تلاش‌ها برای تکثیر مصنوعی ماهی سفیدک سیستم با روش‌های متداول کپورماهیان آغاز شد، ولی به رغم اقداماتی از قبیل انجام تزریقات هورمونی متعدد با عصاره هیپوفیز به نتیجه منجر نشد. پس از تشدید خشکسالی‌ها و قطع جریان آب ورودی به تالاب بین‌المللی هامون و به تبع آن افزایش خطر انقراض ماهیان بومی، مجدداً تلاش‌ها برای تکثیر مصنوعی ماهی سفیدک سیستم آغاز شد. در زمستان ۱۳۸۰ و فروردین ۱۳۸۱ اولین بار کارشناسان ایستگاه تحقیقاتی هامون تکثیر مصنوعی سفیدک را انجام دادند، ولی منجر به بیوتکنیک عملی برای استفاده در بخش اجرا نشد. در سال ۱۳۸۴ در قالب پروژه توسعه آبی‌پروری استان سیستان و بلوچستان با حمایت مالی دولت ایتالیا، ماهی سفیدک در مقیاس کوچک تکثیر شد. در این پروژه با استفاده از هورمون اوپریم با دوز ۰/۴ سی‌سی به ازاء هر کیلوگرم وزن بدن تعداد ۱۳ مولد ماده هورمون‌تراپی شدند که فقط یک ماهی ۹۰ درصد پاسخ مثبت داشت (UNDP, 2006) و همچنان دستیابی به بیوتکنیک عملی تکثیر مصنوعی میسر نشد. سرانجام در فروردین ۱۳۸۸، کارشناسان مرکز تکثیر ماهی زهک با استفاده از هورمون اوپریم موفق به تکثیر مصنوعی شدند و طی سنوات بعد در قالب مطالعات تکمیلی تبدیل به بیوتکنیک عملی شد (قرایی و همکاران، ۱۳۹۰؛ راهداری و همکاران، ۱۳۹۱). علت موفقیت در این مرحله، اعمال تغییراتی در دوز تزریقی هورمون و دفعات آن بود. علاوه‌بر آن، نگهداری مولدین در شرایط بهینه و با تغذیه مناسب‌تر در این نتیجه تأثیر مثبت داشت.

وزن مولدین ماده که در حال حاضر در مرکز تکثیر وجود دارند، معمولاً بیش از یک کیلوگرم می‌باشد، ولی به‌ندرت به ۲ کیلوگرم می‌رسد. وزن مولدین نر کمتر از یک کیلوگرم می‌باشد (قرایی و همکاران، ۱۳۹۰).

در مولدین نر ماهی سفیدک، بالاترین میزان اسپرم‌های متحرک ($81/83 \pm 2/34$ درصد) و بیشترین زمان دوره تحرک ($57/68 \pm 1/76$ ثانیه) با هورمون اوپریم و بیشترین میزان حجم منی ($13/56 \pm 5/02$ میلی‌لیتر)، اسپرماتوکریت ($43/55 \pm 5/12$)

نکته بسیار مهم در استخر مولدین ماهی سفیدک این است که هرگز نباید ماهی کپور معمولی وارد آن شود. در صورت وقوع این اتفاق، ماهی کپور رقیب غذایی قهاری می‌باشد و عمده غذای طبیعی و مصنوعی موجود در استخر را مصرف می‌کند و مولدین سفیدک دچار سوء تغذیه می‌شوند.

زمان تکثیر مصنوعی

زمان مناسب برای تکثیر مصنوعی ماهی سفیدک زودتر از کپور ماهیان و اواخر بهمن لغایت اوایل فروردین می‌باشد.

مراحل تکثیر مصنوعی

انتخاب مولد نر و ماده

با بررسی ظاهری ماهی‌ها، از بین مولدین سالم، ماهیان نر با داشتن بدن کشیده، شکم کوچکتر، برجستگی‌های جنسی دو طرف پوزه و سرانجام خروج اندکی میل با فشار ملایم شکمی انتخاب می‌شوند. مهم‌ترین وجه تمایز و شناسایی مولدین نر برجستگی‌های دو طرف پوزه ماهی می‌باشد که با دست قابل لمس و با چشم قابل رؤیت می‌باشد. مولدین ماده علاوه بر اینکه هیچ برجستگی در ناحیه سر و اطراف پوزه ندارند، دارای اندامی درشت‌تر، شکم کاملاً برجسته، منفذ تناسلی کشیده و گشادتر نسبت به نرها می‌باشند.

هورمون تراپی

محل تزریق هورمون در قاعده باله سینه‌ای بود. برای تزریق از سرنگ‌های انسولین استفاده می‌شود تا آسیب کمتری به مولدین وارد گردد.

تزریق آنالوگ‌های GnRH به ماهی موجب آزاد شدن هورمون آزاد کننده (LH)^۱ از هیپوفیز می‌شود که این هورمون هم باعث تحریک و تسریع رسیدگی جنسی گنادی می‌شود. استفاده از این آنالوگ‌ها در ماهیان ماده موجب تحریک رسیدگی نهایی اووسیت^۲، اوولاسیون و سرانجام تخم‌ریزی و در نرها موجب افزایش حجم اسپرم و گاهی افزایش تراکم اسپرم می‌شود. هورمون‌تراپی بر اساس GnRHa مزایای متعددی نسبت به هورمون‌تراپی با فرآورده‌های گنادوتروپینی (GTHs) دارد: (۱) تولید و تهیه GnRH ها آسان است، به همین دلیل قیمت آنها

درصد) و تراکم اسپرم ($10^6 \times 92/0$) با عصاره هیپوفیز حاصل شده است (عرب‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۳ الف). همچنین هورمون اوپریم نسبت به هورمون جفت انسانی (hCG) و عصاره هیپوفیز تأثیر بیشتری بر ترکیبات شیمیایی پلاسمای منی ماهی داشته و بالاترین غلظت یون‌های سدیم، پتاسیم، گلوکز و کلسترول در تیمار اوپریم وجود داشته است (عرب‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۳ ب).

روش تکثیر مصنوعی

تنها مرکز تکثیر مصنوعی ماهی سفیدک سیستان ایران، مرکز تکثیر و بازسازی ذخایر ماهیان بومی و گرمابی زهک واقع در حومه شهرستان زهک (تاسیس ۱۳۷۳) در شمال استان سیستان و بلوچستان می‌باشد.

مدیریت مولدین

تهیه و نگهداری مولد

زیستگاه اصلی ماهی سفیدک سیستان تالاب بین‌المللی هامون (دریاچه هامون) می‌باشد که در سنوات اخیر دچار خشکی یا کم آبی شدید شده است. در حال حاضر، مخازن چاه نیمه‌های سیستان تنها زیستگاه این ماهی است. صیادان محلی برای تکثیر مصنوعی ماهی سفیدک سیستان، مولدین را از چاه نیمه‌های سیستان به روش گوشگیر صید کرده و درون مخزن مجهز به هوادهی به مرکز تکثیر ماهی زهک منتقل کردند. همچنین مولدسازی در مرکز نیز انجام گرفت.

مولدین در استخرهایی که عمق آگیری آنها بیشتر از استخرهای معمولی و ۲-۳ متر باشد، نگهداری می‌شوند. عمیق بودن استخرها باعث می‌شود، نفوذ نور خورشید که در منطقه سیستان شدید می‌باشد، کمتر شده و رویش جلبک‌ها محدود شود. به تجربه مشخص شده است که مولدین این ماهی در استخرهای عمیق‌تر از استخرهای متداول ماهیان گرمابی، شرایط بهتری دارند.

تغذیه مولدین

تاکنون مطالعه‌ای راجع به تغذیه مولدین ماهی سفیدک صورت نگرفته است. مولدین علاوه بر تغذیه از نی حواشی استخرها و مدفوع ماهی‌آمو، با غذای مولد کپور معمولی غذادهی می‌شوند.

^۱ Luteinizing hormone (LH)

^۲ Final oocyte maturation (FOM)

کمی آب اضافه می‌گردد تا اسپرم متحرک شود. بر اساس مطالعه قرایی و همکاران (۱۳۹۴) ترکیب ۷/۳۰۵ گرم کلرید سدیم (NaCl) و ۰/۷۳۵ گرم $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ با pH ۷/۷ رقیق‌کننده مناسبی برای بهبود برخی شاخص‌های تکثیر مصنوعی ماهی سفیدک می‌باشد و طول دوره تحرک اسپرم، مدت حرکت رو به جلو، درصد چشم‌زدگی و تخم‌گذاری را به طور معنی‌داری افزایش می‌دهد.

پس از چند دقیقه مخلوط آرم اسپرم و تخمک، به تدریج با آب سالن تکثیر رفع چسبندگی صورت می‌گیرد. آب به مرور زمان تعویض و بعد از حداکثر نیم ساعت چسبندگی تخم‌ها به طور کلی رفع و تخم‌های آبکش شده به منظور شروع مرحله انکوباسیون به انکوباتورهای ویس منتقل می‌شوند.

انکوباسیون

برای مراحل انکو باسیون تخم ماهی سفیدک از دو نوع انکوباتور ویس و تراف کالیفرنایی استفاده می‌شود. بدین ترتیب، از شروع تا مرحله چشم‌زدگی تخم‌ها از ویس و از مرحله چشم‌زدگی تا تخم‌گذاری و بعد از آن از تراف‌های کالیفرنایی استفاده می‌شود. چون لاروهای سفیدک برخلاف لاروهای کپور معمولی قادر به خروج از قسمت فوقانی ویس نیستند، از تراف کالیفرنایی معمولی یا طبقاتی استفاده می‌گردد.

ضد عفونی تخم‌ها

به منظور حفاظت تخم‌ها طی انکوباسیون، اولاً در محل آب ورودی به حوضچه ذخیره آب سالن تکثیر توری با چشمه بسیار ریز قرار می‌گیرد. این فیلتر مانع ورود سیلکوپس به آب سالن تکثیر می‌گردد. ثانیاً در چند سال قبل، تخم‌های درون ویس‌ها هر ۴ ساعت با مالاشیت گرین به میزان ۰/۱ ppm ضد عفونی می‌شدند (Foster and Woodbury, 1936). با توجه به سرطان‌زا بودن مالاشیت گرین، تلاش شد تا از ماده جایگزین استفاده شود. بر اساس مطالعه کیخا و همکاران (۱۳۹۴) عصاره میوه گیاه سماق (*Rhus coriaria*) با غلظت ۵۰۰ میلی گرم در لیتر می‌تواند به عنوان ماده ضد قارچ و بی‌خطر برای انسان و محیط زیست جهت ضد عفونی تخم ماهی سفیدک سیستم در طول دوره انکوباسیون استفاده شود.

نسبت به یک محصول GTH تخلیص شده کمتر است؛ (۲) GnRHها عمومیت دارند و به همین دلیل برای موجودات زیادی از ماهی گرفته تا پستانداران کاربرد دارند، در نتیجه به لحاظ تجاری بیشتر تولید می‌شوند و تهیه آنها آسان است (در دسترس متقاضیان هستند)؛ (۳) اندازه کوچک GnRHa باعث می‌شود که واکنش سیستم ایمنی در موجود ایجاد نشود و در نتیجه تیمارهای مکرر بدون مشکل حساسیت‌زایی قابل انجام است؛ (۴) GnRHa بر هیپوفیز اثر می‌گذارد و باعث می‌شود تولید گنادوتروپین‌های ماهی القاء شود که بسیار بهتر از این است که رشد گناد با گنادوتروپین‌های خارجی تحریک شود. با توجه به مزایای مذکور، استفاده از GnRHa بهترین انتخاب برای القاء تخم‌ریزی ماهی باشد (Cabrita et al., 2008).

هورمون Ovaprim (Syndel laboratories Ltd., Nanaimo, Canada) حاوی $20 \mu\text{g/mL}$ آنالوگ هورمون آزادکننده گنادوتروپین ماهی آزاد (sGnRHa) و 10 mg/mL ضد دوپامین دامپریدون^۱ می‌باشد (Nandeesh et al., 1993). تزریق این هورمون به مولدین ماده طی چهار مرحله به ترتیب به میزان ۰/۲، ۰/۵، ۰/۵ و ۰/۳ میلی لیتر به ازاء هر کیلوگرم وزن بدن ماهی صورت گرفت که فواصل تزریق اول، دوم و سوم ۲۴ ساعت و مرحله سوم تا چهارم ۱۲ ساعت بود. میزان تزریق هورمون به مولدین نر ۰/۳ میلی لیتر به ازاء هر کیلوگرم وزن بدن و همزمان با تزریق مرحله دوم ماهیان ماده بود (راهداری و همکاران، ۱۳۹۱).

مولدین نر و ماده که قبل از تزریق جدا از هم در حوضچه‌های مستطیلی نگهداری می‌شدند، بعد از تزریق به صورت توأم در حوضچه‌های گرد جریان‌دار قرار می‌گیرند. کنترل مولدین نه تنها هنگام تزریق در هر مرحله انجام می‌شد بلکه بعد از تزریق دوم، فواصل بررسی کمتر و هر ۱۲ ساعت صورت این کار انجام می‌شد. مولدینی که به مرحله اوولاسیون رسیده بودند، بیهوش و تخم‌کشی می‌شدند.

تلقیح

تخمک استحصالی هر مولد با اسپرم دو یا سه مولد نر به روش خشک مخلوط و با پر بوقلمون به آرامی مخلوط می‌گردد تا اسپرم‌ها در مجاورت تخمک‌ها قرار گیرند. سپس مقدار خیلی

¹ Domperidone

بیپهوشی

برای بیپهوشی ماهیان آب شیرین، چون گل میخک (*Eugenia caryophyllata*) محصولی طبیعی و ارزان قیمت می باشد و خطرات سمیت کمی دارد، به عنوان ماده بیپهوشی در ماهی مورد استفاده قرار می گیرد. این ماده به صورت پودر یا روغن کاربرد فراوانی دارد تا ماهی ها در حین دستکاری، زیست سنجی، تکثیر مصنوعی و حتی حمل و نقل دچار استرس کمتری شوند (Fernandes et al., 2017). از سویی، اثرات سوء گل میخک بر وضعیت هومئوستازی بدن کم است و به همین علت میزان تلفات هنگام بیپهوشی با این ماده بسیار کم است (Becker et al., 2013). مکانیسم تاثیر گل میخک این است که بر سیستم عصبی ماهی به ویژه بخش قشری مغز اثر می گذارد و حساسیت عصبی آن را کم می کند (Schreck and Moyle, 1990). همچنین تاثیر بازدارنده ای بر تنفسی ماهی دارد و در نتیجه مقدار تنفس را کم می کند (Keene et al., 1998). با توجه به سطح بیپهوشی مورد انتظار، غلظت ماده بیپهوشی متفاوت است. در بیپهوشی عمیق، غلظت ماده باید زیاد باشد و بالعکس (Silva et al., 2009). از سوی دیگر، ماهیان کوچک نسبت به ماهیان بزرگ به غلظت کمتری نیاز دارند. بنابراین، مقدار تاثیر گل میخک به اندازه و گونه ماهی بستگی دارد (Ross and Ross, 2008).

راهداری و همکاران (۱۴۰۰) غلظت مناسب پودر گل میخک جهت بیپهوشی مولدین ماهی سفیدک سیستان را مطالعه نمودند. در این مطالعه، مولدین نر و ماده با غلظت های ۱۵۰، ۲۰۰، ۲۵۰ و ۳۰۰ میلی گرم در لیتر گل میخک بیپهوش شدند. بیپهوشی چندین مولد با غلظت ۱۵۰ میلی گرم در لیتر نشان داد که زمان بسیار طولانی (حدود ۱۵ دقیقه و گاهی بیشتر) برای بیپهوش شدن ماهی ها با این غلظت لازم بود. لذا، به علت طولانی بودن زمان بیپهوشی، این غلظت عملاً کارایی لازم را نداشت. در مورد سایر غلظت ها، علاوه بر مدت زمان لازم برای طی مراحل بیپهوشی و احیاء، پارامترهای بیوشیمیایی سرم خون شامل گلوکز و پروتئین کل و پارامترهای ایمنی سرم خون شامل C3، C4 و IgM در دو مرحله، قبل و بعد از بیپهوشی سنجش شدند. نتایج نشان داد مقادیر گلوکز، پروتئین کل و C4 تحت تاثیر بیپهوشی تغییر نکردند، ولی مقدار IgM در غلظت ۳۰۰ میلی گرم در لیتر مولدین نر و ماده کاهش معنی دار و مقدار C3 در غلظت ۳۰۰

میلی گرم در لیتر مولدین نر افزایش معنی دار داشت. نتایج نشان داد که غلظت ۲۵۰ میلی گرم در لیتر برای بیپهوشی مولدین ماهی سفیدک سیستان مناسب می باشد. در این غلظت، مولدین ماده ظرف ۲ دقیقه و ۴۰ ثانیه بیپهوش و پس از ۲ دقیقه و ۲۵ ثانیه احیاء شدند. زمان بیپهوشی و احیاء برای مولدین نر به ترتیب ۱ دقیقه و ۵۶ ثانیه و ۱ دقیقه و ۱۰ ثانیه بود.

اسانس نعناع (*Mentha spicata*) با غلظت ۲۰۰ میلی گرم در لیتر برای بیپهوشی ماهی سفیدک (با وزن متوسط $90/97 \pm 38/26$ گرم) استفاده شده است (راهداری و همکاران، ۱۳۹۶).

پرورش

در زمینه پرورش هر چند مطالعاتی صورت گرفته است، ولی تاکنون منجر به روشی قابل استفاده برای پرورش دهندگان نشده است. نخستین مطالعه طی سال های ۸۵-۱۳۸۴، پرورش توأم ماهی سفیدک سیستان با کپور ماهیان چینی (فیتوفاگ، سرگنده، آمور) در استخرهای خاکی ۰/۳۵ هکتاری بود. در این مطالعه، ماهی سفیدک در ترکیب متداول کشت توأم کپور ماهیان چینی (فیتوفاگ ۰/۶۵، کپور معمولی ۰/۲۰، سرگنده ۰/۵ و آمور ۰/۱۰) جایگزین کپور معمولی شد. نتایج نشان داد نرخ بازماندگی ماهی سفیدک و کپور ماهیان چینی به ترتیب ۶۹/۱ و ۸۵/۸ درصد بود. بچه ماهیان سفیدک از وزن متوسط ۴۰ گرم در ابتدای دوره پرورش به وزن متوسط ۷۶۰ گرم در پایان دوره پرورش رسیدند. از سویی، متوسط تولید ماهی کپور بیشتر از ماهی انجک سفیدک بود. میانگین تولید کل ماهیان در کشت توأم با ماهی انجک با کپور ماهیان چینی ۱۳۱۲ کیلوگرم در هکتار و در کشت کپور ماهیان چینی متداول استخرهای شاهد ۱۶۸۱ کیلوگرم در هکتار بود. با توجه به قیمت ماهی انجک در بازارهای محلی نسبت به ماهی کپور می توان تولید این ماهی را به مزرعه داران توصیه نمود (عقیلی، ۱۳۹۲).

تغذیه

یکی از پارامترهای اساسی تعیین کننده نرخ رشد ماهی تغذیه می باشد (Li et al., 2004) و در آبرزی پروری، لازمه رشد مطلوب در حداقل زمان، تغذیه مناسب ماهی می باشد (Bhosale et al., 2010). یک سری از مطالعات راجع به

ذبیحی، م. ۱۳۷۸. تعیین زمان رسیدگی جنسی و تولیدمثل ماهی *Schizothorax zarudnyi*. پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی شیلات. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

راهداری، ع. و عیسی‌زایی، ن. ۱۳۷۹. شناسایی ماهیان منطقه سیستان. پایان‌نامه دوره کارشناسی رشته مهندسی شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه زابل.

راهداری، ع.، خسروانی زاده، ع.، دهمرده، ح.، قرایی، ا. و میردار، ج. ۱۳۹۶. اثرات بیهوش کننده و تغییرات بیوشیمیایی اسانس نعنار در ماهی. تغذیه آبزیان، شماره ۳، صص ۳۵-۴۶.

راهداری، ع.، قرایی، ا.، غفاری، م. و نجفی، ت. ۱۳۹۱. بیوتکنیک تکثیر مصنوعی ماهی سفیدک سیستان (*Schizothorax zarudnyi*) در حوضه آبی سیستان. علوم آبی‌پروری، شماره ۱، صص ۷۳-۸۲.

راهداری، ع.، قرایی، ا.، غفاری، م. و پاکزاد توچایی، س. ۱۳۹۲. بررسی تأثیرات سطوح مختلف چربی بر برخی شاخص‌های رشد، ضریب تبدیل غذایی، بازماندگی و متابولیت‌های سرم خونی مصنوعی ماهی سفیدک سیستان (*Schizothorax zarudnyi*). علوم آبی‌پروری، شماره ۱، صص ۴۰-۵۰.

راهداری، ع.، خسروانی زاده، ع.، قرایی، ا.، افشاری، ع. و سارانی، س. ۱۴۰۰. کارایی پودر گل میخک *Eugenia caryophyllata* جهت بیهوشی مولدین ماهی سفیدک سیستان *Schizothorax zarudnyi* و سنجش پارامترهای بیوشیمیایی و ایمنی خون. محیط زیست جانوری، شماره ۱۳، صص ۲۳۹-۲۴۶.

رئیزی عزیزی، م.، قرایی، ا.، و غفاری، م. ۱۳۹۰. بررسی روابط فیلولونی باربوس ماهیان جنوب ایران براساس توالی ژنی سیتوکروم *b*. ژنتیک نوین، شماره ۸، صص ۳۱۳-۳۲۰.

عرب‌نژاد، س.، قرایی، ا.، غفاری، م. و راهداری، ع. ۱۳۹۳. الف. بررسی تغییرات کیفی اسپرم ماهی سفیدک سیستان (*Schizothorax zarudnyi* Nikolskii, 1897) در پاسخ به القاء هورمونی. پژوهش‌های سلولی و مولکولی (زیست‌شناسی ایران)، شماره ۲۷، صص ۶۱۷-۶۱۱.

نیازهای غذایی ماهی سفیدک سیستان انجام شده است. مقایسه رشد و بازماندگی لارو ماهی سفیدک در تغذیه با روتیفر، سیست کپسول‌زدایی شده آرمیا و غذای کنسانتره نشان داد که بیشترین افزایش وزن بدن، ضریب رشد ویژه، رشد روزانه، وزن نهایی و طول نهایی در لاروهایی حاصل شد که با سیست کپسول‌زدایی شده آرمیا، تغذیه شدند، ولی بیشترین میزان بازماندگی در تغذیه با روتیفر به‌دست آمد (میرانی شاهرودی و همکاران، ۱۳۹۳).

راهداری و همکاران (۱۳۹۲) اثر سطوح مختلف چربی را بر رشد این ماهی مطالعه کردند. در این مطالعه، چهار جیره با مقادیر پروتئین ثابت و ۵، ۸، ۱۲ و ۱۵/۵ درصد چربی و ۲۰۲۶/۱-۱۶۰۱ کیلوژول در گرم غذا ساخته شدند و بچه ماهی‌های ۵-۶ گرمی به مدت ۵۶ روز با آنها تغذیه شدند. نتایج نشان داد، سطح مناسب چربی برای این وزن بچه ماهی ۵-۸ درصد می‌باشد. سطح مطلوب پروتئین جیره برای بچه ماهی سفیدک ۲۵٪ تعیین شده است (خمر و همکاران، ۱۳۹۴).

به‌نظر می‌رسد، در صورت دستیابی به بیوتکنیک پرورش این گونه در استخرهای خاکی و بتونی، با توجه به اینکه به علت طعم و مزه فوق‌العاده مطلوب، از محبوبیت بالایی بین مردم برخوردار است، جایگزین برخی از گونه‌های پرورشی فعلی گردد یا به گونه‌های پرورشی موجود منطقه و کشور افزوده خواهد شد. این امر نه تنها موجب کمک به افزایش تنوع آبزیان پرورشی کشور می‌شود بلکه منجر به توسعه آبی‌پروری منطقه محروم سیستان و اشتغال‌زایی نیز خواهد شد.

تشکر و قدردانی

این مطالعه با حمایت مالی دانشگاه زابل و کد پژوهانه UOZ-GR-9571 به انجام رسیده است.

منابع

خمر، ر.، قرایی، ا.، غفاری، م. و راهداری، ع. ۱۳۹۴. تأثیر سطوح مختلف پروتئین جیره غذایی بر عملکرد رشد و ترکیب بیوشیمیایی لاشه بچه ماهیان سفیدک سیستان (*Schizothorax zarudnyi*, Nikolskii, 1897). اقیانوس‌شناسی، شماره ۶، صص ۱۱-۱۸.

- G., Morel, A.F. and Baldisserotto, B., 2013. Efficacy of eugenol and the methanolic extract of *Condalia buxifolia* during the transport of the silver catfish *Rhamdia quelen*. *Neotropical Ichthyology*, 11: 675-681.
- Berg, L.S., 1965. Freshwater Fishes of the U.S.S.R and Adjacent Countries. 4th Edition, Israel Program for scientific Translations Ltd., Jerusalem, 510 P.
- Bhosale, S.V., Bhilave, M.P. and Nadaf, S.B., 2010. Formulation of fish feed using ingredients from plant sources. *Research Journal of Agricultural Sciences*, 1: 284-287.
- Cabrita, E., Robles, V. and Paz Herráez, p., 2008. Methods in reproductive aquaculture: marine and freshwater species. Taylor & Francis Group. 574 P.
- Coad, B.W. 1995. Freshwater fishes of Iran. *Acta scientiarum naturalium Academiae Scientiarum Bohemicae*, 29(1).
- Esmaili, H.R., Sayyadzadeh, G., Eagderi, S. and Abbasi, K. 2018. Checklist of freshwater fishes of Iran. *FishTaxa*, 3: 1-95.
- Fernandes, I.M., Bastos, Y.F., Barreto, D.S., Lourenço, L.S. and Penha, J.M., 2017. The efficacy of clove oil as an anaesthetic and in euthanasia procedure for small-sized tropical fishes. *Brazilian Journal of Biology*, 77: 444-450.
- Foster, F.J. and Woodbury, L.A., 1936. The use of malachite green as a fish fungicide and antiseptic. *Progressive Fish Culture*, 18: 7-9.
- عرب‌نژاد، س.، قرایبی، ا.، غفاری، م.، و راهداری، ع.، ۱۳۹۳. مقایسه اثرات تزریق هورمون‌های اوپریم، hCG و عصاره غده هیپوفیز بر برخی پارامترهای بیوشیمیایی اسپرم ماهی سفیدک سیستان (*Schizothorax zarudnyi* Nikolskii, 1897). پژوهش‌های جانوری (زیست‌شناسی ایران)، شماره ۲۷، صص ۳۸۶-۳۹۵.
- عقیلی، ک. ۱۳۹۲. جایگزینی ماهی *Schizothorax zarudnyi* با کپور معمولی در کشت چند گونه‌ای. ۱۳۹۲. پژوهش‌های جانوری (زیست‌شناسی ایران)، شماره ۲۶، صص ۴۳۵-۴۴۲.
- قرایبی، ا.، راهداری، ع.، و غفاری، م.، ۱۳۹۰. تکثیر مصنوعی ماهی سفیدک سیستان (*Schizothorax zarudnyi*) با استفاده از هورمون‌های سنتتیک. علوم و فنون دریایی، شماره ۱۰، صص ۱-۱۱.
- قرایبی، ا.، علیزاده سرگزی، ع.، غفاری، م. و میردار هریجانی، ج. ۱۳۹۴. تاثیر محلول‌های رقیق کننده اسپرم بر شاخص‌های اسپرم‌شناختی و عملکرد لقاح در ماهی سفیدک سیستان (*Schizothorax zarudnyi*). علوم آبی‌پروری، شماره ۳، صص ۱۶-۳۰.
- کیخا، س.، قرایبی، ا.، میردار هریجانی، ج.، غفاری، م.، و راهداری، ع.، ۱۳۹۴. اثر ضد قارچی عصاره متانولی میوه سماق طی دوره انکوباسیون تخم ماهی سفیدک سیستان (*Schizothorax zarudnyi*). تحقیقات دامپزشکی، شماره ۷۰، صص ۱۳۷-۱۳۱.
- میرانی‌شاهرودی، ع.، قرایبی، ا.، غفاری، م. و راهداری، ع.، ۱۳۹۳. مقایسه رشد و بازماندگی لارو ماهی سفیدک سیستان (*Schizothorax zarudnyi*) با تغذیه از روتیفر، سیست کپسول زدایی شده آرتمیا و غذای کنسانتره. آبی‌پروری پایدار، شماره ۱، صص ۶۰-۷۰.
- وثوقی، غ.، ۱۳۶۶. شناسایی ماهیان حوزه دریاچه هامون، مجله دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران ۴۱: ۳ و ۴.
- Annandale, N. and Hora, S.L., 1920. The fishes of Seistan. *Record the Indian Museum*, 180: 151-203.
- Becker, A.G., Cunha, M.A., Garcia, L.O., Zeppenfeld, C.C., Parodi, T.V., Maldaner,

- Heckel, J. J. 1838.** Fische aus Caschmir gesammelt und herausgegeben von Carl Freiherrn von Hügel, beschrieben von J. J. Heckel., Wien.: 1-112.
- Keene, J.L., Noakes, D.L., Moccia, R.D. and Soto, C.G., 1998.** The efficacy of clove oil as an anaesthetic for rainbow trout. *Aquaculture Research*, 9: 89-101.
- Kucharczyk, D., Kujawa, R., Mamcarz, A., Targonska-Dietrich, K., Wyszomirska, E., Glogowski, J., Babiak, I. and Szabo, T., 2005.** Induced spawning in bream (*Abramis brama* L.) using pellets containing GnRH. *Czech Journal of Animal Science*, 50: 89-95.
- Li, M., Manning, B.B. and Robinson, E.H., 2004.** Effect of daily intake on feed efficiency of juvenile channel catfish. *Journal of the World Aquaculture Society*, 29: 156-161.
- Nandeesha, M.C., Bhandraswami, G., Patil, J. G., Vargheset, J., Kamal, S. and Keshavanath, P., 1993.** Preliminary results on induced spawning of pond varied mahseer, Tor Khudri J. Aqua. Trop., 8: 55-60.
- Nelson, J.S., 2006.** Fishes of the world. 4th ed. John Wiley & Sons, Inc., 141: 622 P.
- Nikolskoi, G.V., 1961.** Special ichthyology translated to English in 1961.
- Ross, G.L. and Ross, B., 2008.** Anaesthetic and Sedative Techniques for Aquatic Animals. Blackwell Scientific, Oxford, UK, 3rd edition. 240 P.
- Schreck, C.B. and Moyle, P.B., 1990.** Methods for Fish Biology. Maryland: American Fisheries Society.
- Silva, E.M.P., Oliveira, R.H.F., Ribeiro, M.A.R. and Coppola, M.P., 2009.** Anesthetic effect of clove oil on lambari (*Astyanax altiparanae*). *Revista de Ciência Rural*, 39: 1851-1856.
- UNDP, 2006.** Aquaculture development in Sistan-Baluchestan Project financed by Italian Cooperation, Italian Ministry of Foreign Affairs. Technical report, Artificial reproduction of *Schizothorax zarudnyi*, methodological approach, Zabol/Zahedan.

An overview on Snow trout (*Schizothorax zarudnyi*) biology

Rahdari A.^{1*}; Khosravanizadeh A.¹

*Rahdari57@uoz.ac.ir

1- Department of Fisheries, Hamoun International Wetland Research Institute, University of Zabol, Zabol, Iran.

Abstract

The Snow trout, *Schizothorax zarudnyi* Nikolskii, 1897 belongs to Cyprinidae family, endemic to Hamoun Lake, Sistan, Iran. Female fish mature at 4 years old, a few at 3 years old, and male fish at 3 years old, and live in the rivers and lagoons of Hamoon (stagnant waters) and spawn in the same place. Natural fish populations have declined during the last several years because of environmental degradation due to drought and the introduction of non-endemic fishes to Hamoun Lake. Artificial breeding is an option to preserve and restore Sistan snow trout stocks. Given the successful breeding of this fish in recent years and the susceptibility of this endemic species to breeding, acquisition of its farming biotechnology, while restocking this valuable fish in the country, by entering the aquaculture sector of the region and the country, will increase the diversity of farmed species, provide part of the protein needed by the people and create employment.

Keywords: Snow trout, *Schizothorax zarudnyi*, Sistan