Journal of Fisheries
Vol. 77, No. 3, Autumn 2024
pp. 185-194

Semi-artificial reproduction of Driftwood catfish *Trachelyopterus fisheri* without male broodstock by Ovulin

Sadra Mahmoodi[1], Mohammad Ali Nematollahi[2*], Soheil Eagderi[3], Bagher Mojazi Amiri[2], Mehrdad Farhangi[3]

1. PhD Student, Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
2. Professor, Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
3. Associate Professor, Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

Received: 28-Feb-2024 **Accepted: 20-May-2024**

Abstract

Driftwood catfish (*Trachelyopterus fisheri*) is a member of the Auchenipteridae family, native to South America and of interest to aquarium enthusiasts. In recent years, this species has been introduced to the ornamental fish market of Iran and popularized under the commercial name Colombian Pangasius. For the first time, this research has introduced the reproductive biology of this species in nature and its unique reproduction in captivity among the valid studies of Persian and English language journals. Ovulin (as a proliferation inducing agent) was injected at a dose of 0.5 ml/kg to 4 female broodstock. Then they were placed in the breeding tank alone without the male breeder. The injected broodstock spawned approximately 21 hours after injection and the eggs were fertilized. About 22,000 eggs were harvested, and on average, 5,000 eggs were obtained from every 100 grams of fertile female. The scientific reasons of this phenomenon were examined in detail along with determining the time of fertilization. Accurate calculation of fertility was difficult and estimated to be around 70% or lower. According to the histological results, it was found that this species is of the Asynchronous or batch spawning type, which can be the cause of this low fertility. The result of this research shows that, firstly, the reproduction of this species in captivity is possible without egg and sperm stripping and artificial insemination, and secondly as an exception case among the majority of ornamental and non-ornamental fishes, its reproduction can be done with females alone without any male for fertilizing the gathered eggs,

Keywords: Driftwood catfish, Semi-artificial reproduction, Ornamental fish, Ovulin hormone

∗ Corresponding author: Mohammad Ali Nematollahi Email: malahi@ut.ac.ir

شیلات، مجله منابع طبیعی ایران
دوره ۷۷، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۳
صفحات ۱۹۴-۱۸۵

تکثیر نیمه‌مصنوعی گربه‌ماهی چوبی (*Trachelyopterus fisheri*) بدون مولد نر با اوالین (Ovulin)

صدرا محمودی[۱]، محمد علی نعمت‌اللهی[۲*]، سهیل ایگدری[۳]، باقر مجازی امیری[۲]، مهرداد فرهنگی[۳]

۱. دانشجوی دکتری، گروه شیلات، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
۲. استاد گروه شیلات، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
۳. دانشیار گروه شیلات، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۲/۰۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۲/۳۱

چکیده

گربه‌ماهی چوبی (*Trachelyopterus fisheri*) متعلق به خانوادهٔ گربه ماهی‌های الوار، بومی آمریکای جنوبی و مورد توجه علاقه‌مندان آکواریوم است. این گونه در سال‌های اخیر به بازار ماهیان زینتی ایران معرفی و با نام تجاری پنگوسی کلمبیایی رواج یافته است. این تحقیق به معرفی زیست‌شناسی تولیدمثل این گونه در طبیعت و برای نخستین بار تکثیر منحصر به‌فرد آن در شرایط اسارت پرداخت. اوالین (Ovulin) (به‌عنوان عامل القاکنندهٔ تکثیر) با دوز ۰/۵ میلی‌لیتر بر کیلوگرم به ۴ مولد ماده تزریق شد. سپس به تنهایی و بدون مولد نر در مخزن تکثیر قرار داده شدند. مولدین تزریق شده تقریباً ۲۱ ساعت پس از تزریق تخمریزی و تخم‌ها بارور شدند. حدود ۲۲۰۰۰ تخم شمارش گردید که به‌طور میانگین از هر ۱۰۰ گرم مولد ماده تقریباً ۵۰۰۰ عدد به‌دست آمد. دلایل علمی این پدیده همراه با تعیین زمان لقاح به‌صورت مفصل مورد بررسی قرار گرفت. محاسبهٔ دقیق میزان باروری نیز دشوار بود و تخمین زده شد که حدود ۷۰ درصد یا پایین‌تر باشد. با توجه به نتایج بافت‌شناسی مشخص شد این گونه از نوع (Asynchronous) یا (batch spawner) است که این عامل می‌تواند یکی از علت‌های باروری پایین باشد. نتیجهٔ این تحقیق نشان داد که تکثیر این گونه در شرایط اسارت ممکن است و نیازی به تخم و اسپرم‌کشی و لقاح مصنوعی هم ندارد. همچنین به‌عنوان استثناء در میان غالب ماهیان زینتی و غیر زینتی، می‌توان با مولد ماده به تنهایی و بدون نر تکثیر آن را انجام داد.

واژگان کلیدی: گربه‌ماهی چوبی، تکثیر نیمه مصنوعی، ماهیان زینتی، هورمون اوالین

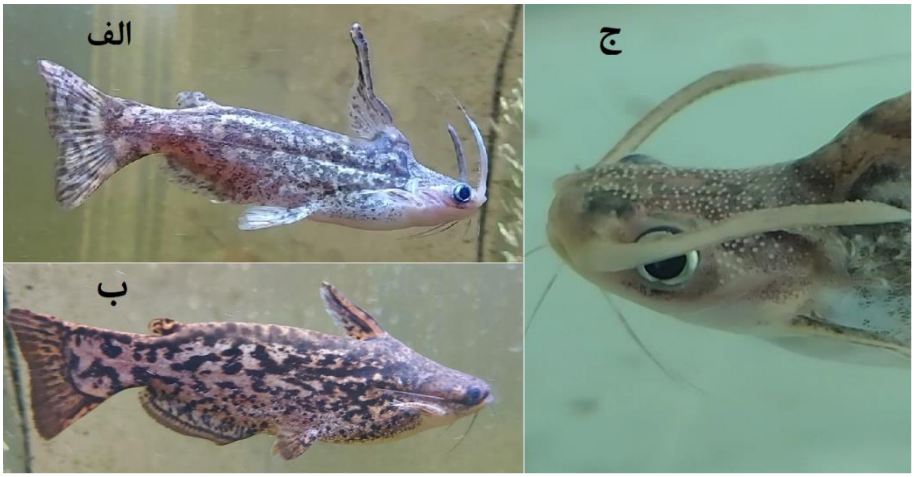
* نویسنده مسئول: محمد علی نعمت‌الهی
Email: malahi@ut.ac.ir

۱. مقدمه

۱.۱. صنعت آکواریوم، تکثیر گونه‌های زینتی و معرفی گونهٔ گربه‌ماهی چوبی

گربه‌ماهی چوبی *Trachelyopterus fisheri* یک گونهٔ غیر بومی از خانوادهٔ گربه ماهی‌های الوار است که در سال‌های اخیر به بازار ماهیان زینتی ایران معرفی و با نام تجاری پنگوسی کلمبیایی یا کَت چوبی رواج یافته است. گربه ماهی چوبی یا پنگوسی کلمبیایی *Trachelyopterus fisheri* از خانوادهٔ گربه‌ماهی‌های الوار Auchenipteridae است. گربه‌ماهی‌های الوار جزء ماهی‌های نئوتروپیکال راستهٔگربه ماهی‌سانان Siluriforms به‌شمار می‌آید که اندازه‌ای کوچک تا متوسط دارند (Ferraris, 2003). زیستگاه این گونه، رودخانه‌ها و دشت‌های سیلابی اطراف حوضهٔ آبریز رود آتراتو (IUCNRedList) Villa-Navarro, 2016)) یا حوضهٔ رود سوشیو در کلمبیا با دامنهٔ تحمل دمایی ۲۲ الی ۳۶ درجهٔ سانتی‌گراد عنوان شده است (Fishbase, 2023). Freitas و همکاران (۲۰۱۷)، اطلاعات در زمینهٔ بوم‌شناسی و زیست‌شناسی گربه‌ماهی‌های الوار را محدود به چند گونه عنوان کرده‌اند. از جمله مشخصاتی که در زیست‌شناسی این خانواده یا بعضی از اعضای آن ذکر شده است، عبارتست از: حضور در مرداب، توانایی تطبیق با محیط‌های با اکسیژن پایین، امکان تغذیهٔ ماهی بالغ از ماهی‌های کوچک (Fishbase, 2023)، داشتن فعالیت در شب یا غروب، همه‌چیزخواری و امکان تغذیه از بسیاری از میوه‌ها، دانه‌ها و بندپایان (Santos *et al*., 2013). این گونه فاقد فلس بوده و دارای ۳ جفت سبیلک است که جفت فکی آن بلندتر است و در جنس نر ضخیم‌تر می‌گردد (شکل ۱). جنس نر به‌جز جفت فکی ضخیم‌تر به‌عنوان صفات ثانویه جنسی، بالهٔ پشتی بلندتری نیز دارد همچنین جنس ماده این گونه بزرگ‌تر است. نقاط برجسته روی سر که احتمالاً بیانگر بلوغ جنسی است نیز در نرها پدیدار می‌شود.

این صفات ثانویه جنسی در جفت‌گیری کاربرد دارد. هنگام جفت‌گیری (شکل ۲) یکی از سبیلک‌های فکی جنس نر زیر سر و دیگری به همراه بالهٔ پشتی، روی سر ماده را در بر می گیرد و بدین‌ترتیب نر از ۳ جهت، قسمت قدامی را احاطه کرده و می‌تواند ماده را که جثه‌ای بزرگتر دارد، به محکمی نگاه دارد تا جفت گیری صورت گیرد. بخشی از آبزی‌پروری و تجارت آبزیان در جهان به آکواریوم و گونه‌های زینتی تعلق دارد. این بخش در سال‌های اخیر به صنعتی جهانی تبدیل شده است. بسیاری از کشورهای دارای منابع طبیعی آبزیان زینتی اعم از آب شور یا شیرین نظیر ایران، در زمینهٔ تولید و تجارت پیشتاز بوده و پیشرفت‌های قابل ملاحظه‌ای در این زمینه داشته‌اند ولی ایران بنا به‌دلایلی دچار کاستی‌هایی در توسعهٔ این صنعت شده است (Rastiannasab and Karimi, 2020). سرگرمی با آکواریوم در سراسر جهان دارای میلیون‌ها نفر علاقه‌مند است (Novák *et al*., 2020). با وجود اینکه اکثر تولیدات آبزی‌پروری مربوط به غذا است، اما صنعت ماهیان زینتی در بعضی از کشورها مانند سنگاپور می‌تواند بخش اصلی یا مهمی از صنعت یک کشور گردد. این بخش به‌عنوان منبع مهم درآمد برای جوامع روستایی یا ساحلی در کشورهای در حال توسعه نیز معرفی شده است (Olivier, 2003). گربه‌ماهی چوبی یک گونهٔ آب شیرین است و بیشتر تولید ماهیان زینتی نیز روی گونه‌های آب شیرین متمرکز است و تکثیر در شرایط اسارت در مورد اکثر گونه‌های زینتی آب شیرین مطرح است (Tlusty, 2002). تاکنون نحوهٔ تکثیر گربه‌ماهی چوبی در منابع معتبر علمی گزارش نشده است، ولی به‌طور کلی در بسیاری از موارد تکثیر گونه‌ها در شرایط اسارت مستلزم دستکاری هورمونی است. دستکاری هورمونی انواع مختلفی دارد و در گونه‌های زینتی و خوراکی معمولا با استفاده از هورمون لوتئینی LH در سطح گناد یا بر آگونیست‌های سنتتیک هورمون رهاکنندهٔ گنادوتروپین GnRHa در سطح هیپوفیز این کار صورت می گیرد (Hosseinzadeh Sahafi *et al*., 2019). یکی از این هورمون‌ها GnRHa است که در تکثیر گونه‌های مختلف آبزیان استفاده شده است (Marimuthu, 2019) و محصولات تجاری مختلفی نیز برای گربه‌ماهیان بکار گرفته شده است. به‌عنوان مثال اواتید (Ovatide) برای گونه‌های *Clarias batrachus* (Sahoo *et al*., 2005) و *Clarias gariepinus* (Shinkafi and Ilesanmi, 2014) و اواپریم برای *Heterobranchus longifilis* (Olubiyi *et al*., 2005) و *Clarias gariepinus* (Olubiyi *et al*., 2005; Achionye-Nzeh & Obaroh, 2012; Sharaf, 2012) مورد استفاده قرار گرفته است. اوالین (Ovulin) به‌عنوان عامل القا کننده، کمتر مورد مطالعه قرار گرفته است (Maradun *et al*., 2018). بنابراین، در این تحقیق به بررسی تکثیر این گونه در شرایط اسارت با اوالین پرداخته شد تا نتایج آن مورد استفاده محققین و فعالین این صنعت قرار گیرد.



شکل ۱- الف: تصویرجنس نر بالغ با جفت سبیلک ضخیم فکی و بالۀ پشتی بلندتر و ضخیم‌تر؛ ب: تصویرجنس ماده با سبیلک فکی نازک و بالۀ پشتی کوچک‌تر و ج: نقاط برجسته روی سر در جنس نر در گربه ماهی چوبی *Trachelyopterus fisheri*

شکل ۲- تصاویرجفت‌گیری گربه‌ماهی چوبی (*Trachelyopterus fisheri*).
الف: جفت سبیلک فکی نر که به‌عنوان صفات ثانویۀ جنسی ضخیم گردیده است و ب: باله پشتی.

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. نوع هورمون

در این تحقیق از میان محصولات تجاری مختلف و شناخته‌شده که برای آنالوگ هورمون آزادکننده گنادوتروپین (GnRHa) بر شمرده‌اند مانند اواپریم Ovaprim، اواتید Ovatide، اواپل Ovopel، داگین Dagin و آکواسپون aquaspawn (Surnar *et al.*, 2015; Marimuthu, 2019) ؛ محصول اوالین Ovulin انتخاب گردید. اوالین نیز مشابه موارد مذکور یک عامل القاکنندۀ خارجی سنتز شده است که در کشور چین تولید شده و هورمون القایی آن از نوع S-GnRHa همراه با Domperidone معرفی شده است (Maradun *et al.*, 2018) و امروزه در بازار کشورمان با قیمت کمتری نسبت به موارد مشابه و معروف اروپایی مانند اواپریم موجود و قابل تهیه است.

۲.۲. مولدسازی و انتخاب مولدین

در دورۀ مولدسازی مولدهای نر و ماده در آکواریوم‌های غالباً بالای ۱۰۰ لیتر، در کنار یکدیگر بدون تفکیک جنسیتی نگهداری شدند. در انتخاب مولدین برای دریافت پاسخ بهتر سعی شد هورمون درمانی بر روی مولدین آماده‌ای صورت گیرد که دارای تورم شکمی (در ماده‌ها) باشند (شکل ۳).

شکل ۳- تصویر تورم شکمی در جنس مادهٔ گربه ماهی چوبی *Trachelyopterus fisheri* به‌عنوان شاخص آمادگی مولد ماده

۳.۲. محل و میزان تزریق

تزریق اوالین با دوز ۰/۵ میلی‌لیتر بر کیلوگرم طبق دستورالعمل شرکت تولید کننده (Ningbo Second Hormone Factory, China) (Maradun *et al.*, 2018; Kale *et al.*, 2023) مطابق جدول ۱ و با سرنگ انسولین ۰/۵ میلی‌لیتری در ناحیهٔ بالهٔ پشتی صورت گرفت (شکل ۴)، همان‌طور تزریق هورمون مشابه اواپریم به گونه‌های زینتی در ناحیهٔ باله پشتی توصیه شده است (Yanong *et al.*, 2018). در این آزمایش فقط مولدین ماده از مخزن نگهداری مولدین جدا شده و مورد تزریق قرار گرفتند سپس بدون حضور جنس نر در مخزن تخمریزی قرار گرفتند.

جدول ۱- میزان تزریق اوالین به گربه ماهی چوبی مورد آزمایش

جنسیت	وزن ماهی (گرم)	مقدار تقریبی هورمون (میلی‌لیتر)	دز معادل (میلی‌لیتر بر کیلوگرم)
ماده	۱۲۷	۰/۰۶	۰/۴۷
ماده	۱۱۱	۰/۰۵۵	۰/۵
ماده	۱۱۵	۰/۰۶	۰/۵۲
ماده	۸۶	۰/۰۴۵	۰/۵۲
میانگین(± انحراف معیار)	**۱۰۹/۷۵(±۱۴/۹۲)**	**۰/۰۵(±۰/۰۰۷)**	**۰/۵(±۰/۰۲)**

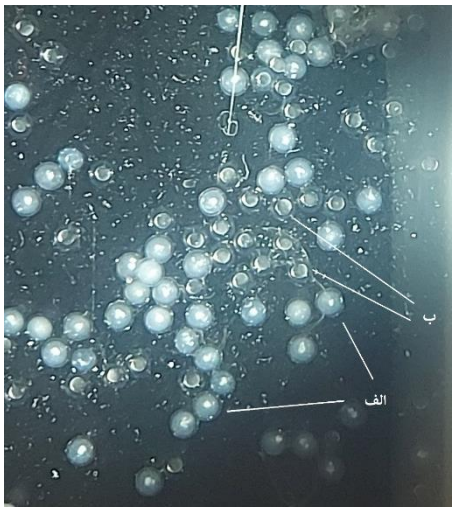
شکل ۴- تصویر تزریق در زیر بالهٔ پشتی گونهٔ *Trachelyopterus fisheri*

۳. نتایج

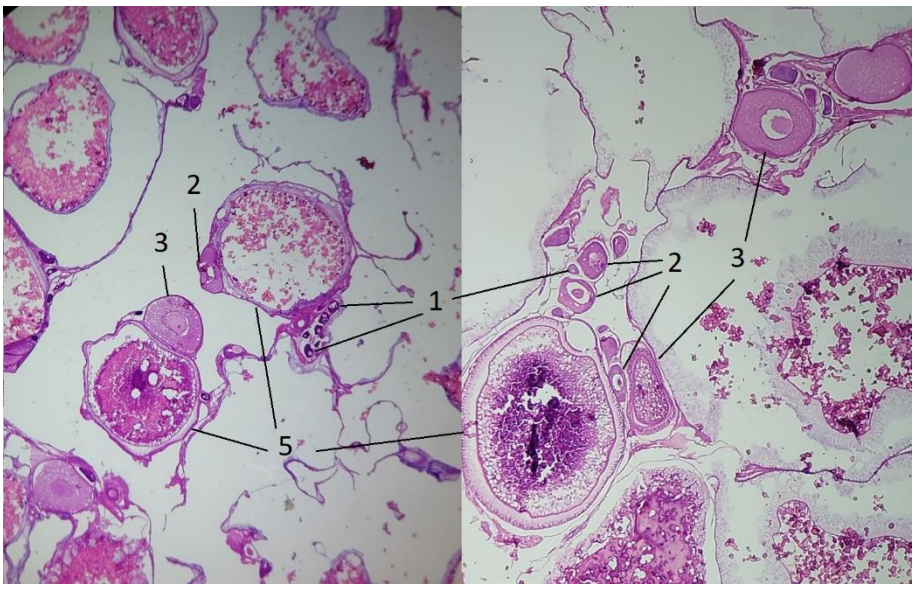
نتایج نشان داد تخمریزی حدود ۲۱ ساعت پس از تزریق مشاهده شد و تقریباً نزدیک به حدود ۲۲۰۰۰ تخم از ۴ ماهی ماده، وزن‌کشی و شمارش گردید. با توجه به مجموع وزن مولدین که نزدیک به ۴۴۰ گرم بود می‌توان بیان کرد حدود ۵۰ تخم به‌ازای هر گرم ماده مولد به‌دست آمد،یعنی به‌طور میانگین

هر مولد ۱۰۰ گرمی می‌تواند ۵۰۰۰ تخم بریزد. البته برآورد می‌شود که این میزان می‌تواند باتوجه به سن و وزن و آمادگی تخمدان مولد افزایش یابد همان‌طور که سرعت تخمریزی با توجه به مقدار مصرف هورمون می‌تواند متغیر است و در آزمایشی با ۲ برابر دوز فعلی (۱ میلی‌لیتر بر کیلوگرم)، فاصلهٔ تزریق تا تخمریزی به ۱۰ الی ۱۵ ساعت یعنی نصف کاهش یافت.

تشـــخیص تعداد تخم‌های نابارور قدری مشـــکل بود و در دفعات مختلف باتوجه به آمادگی مولد و تعداد تخم‌های ریخته متفاوت بود. اما با توجه به تجربه و م شاهدات عینی (شکل ۵) حدود ۳۰ درصـــد تخم‌ها، نابارور بودند که می‌تواند ناشـــی از وجود تخمک با اندازه‌های گوناگون در مراحل رســـیدگی غیر یکسان در تخمدان باشد (تصویرشکل ۶).



شکل ۵- تصویر الف: تخم‌های نابارور و فاسد و تصویر ب: تخم‌های شفاف و بارور در مولدین ماده گربه ماهی چوبی

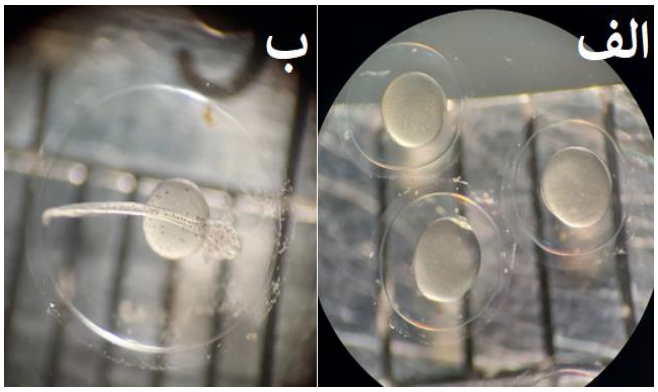


شکل ۶- تصاویر حضور تخمک در حداقل ۵ اندازهٔ متفاوت و مراحل مختلف رسیدگی تخمدان در مولدین ماده گربه ماهی چوبی

برای برآورد شاخص گنادی و هماوری مطلق نیز وزن تخمدان یک مولد حدوداً ۸۵ گرمی اندازه‌گیری گردید و تعداد کل تخمک‌ها به روش نسبت وزنی تخمین زده شد. وزن کل تخمدان حدود ۱۳ گرم یعنی ۱۵درصد وزن کل ماهی به‌عنوان شاخص گنادی GSI و تعداد تخمک‌ها تقریباً ۱۱۰۰۰ عدد به‌عنوان هماوری مطلق F برآورد گردید. هماوری نسبی نیز در

حدود ۱۲۹ عدد بر گرم به‌دست آمد. در این محاسبه از اندازه‌گیری حدود ۳۵ عدد تخمک با وزن تقریبی ۰/۰۴۱ گرم استفاده شد. باتوجه به نتایج بافت‌شناسی که در قسمت نتیجه‌گیری آمده است، تخمک‌های ریزتری هم وجود دارند که در این آزمایش از آن‌ها صرف نظر گردید، بنابراین عدد ۱۱۰۰۰، نسبی و متعلق به تخمک‌های بزرگتر و قابل شمارش است. وزن میانگین هر یک از تخمک‌ها معادل ۰/۰۰۱۲ گرم به‌دست آمد. از آنجا که وزن هر تخم در ساعات اولیه پس از تخمریزی تقریباً ۰/۰۱ گرم به‌دست آمد. می‌توان گفت وزن تخمک پس از لقاح و جذب آب حدود ۸ برابر مقدار اولیهٔ افزایش حجم می دهد.

تخم‌های کت چوبی پس از جذب آب غیرشناور، ته‌نشین شونده و تقریباً فاقد چسبندگی هستند. قطر نسبتاً بزرگ آن‌ها در اوایل دورهٔ جنینی حدود ۲ میلی‌متر و در پایان دوران جنینی (شکل ۷) ۵به میلی‌متر نیز می‌رسد. جنین دارای دو لایهٔ محافظتی فیزیکی است و لایهٔ زونا رادیاتا پس از آبگیری و تورم قابل تشخیص است و همان‌طور که در تصاویرشکل ۷ مشاهده می‌شود این ۲ لایه تا پایان دورهٔ جنینی وجود خواهند داشت. فاصلهٔ تخم‌ریزی تا تفریخ نیز حدود ۴ روز است.



شکل ۷- الف: تصویر تخم‌ها در اوایل دوران جنینی و ب: تصویر اواخر دوران جنینی در تخم گربه ماهی چوبی

۴. بحث و نتیجه‌گیری نهایی

مطالعهٔ حاضر به‌منظور بررسی تکثیر نیمه‌مصنوعی گربه‌ماهی چوبی، بدون مولد نر با اوالین به‌اجرا درآمد. نتایج نشان داد مولدین تزریق شده تقریباً ۲۱ ساعت پس از تزریق تخمریزی نموده و تخم‌ها بارور شدند. حدود ۲۲۰۰۰ تخم شمارش گردید که به‌طور میانگین از هر ۱۰۰ گرم مولد ماده تقریباً ۵۰۰۰ عدد به‌دست آمد.

در این تحقیق مشخص شد تکثیر گربه‌ماهی چوبی *Trachelyopterus fisheri* که گونه‌ای دیگر از همین خانواده است به‌صورت نیمه‌مصنوعی و بدون تخم و اسپرم‌کشی امکان‌پذیر است. همچنین نکتهٔ قابل توجه به‌عنوان دستاورد مهم این پژوهش، تکثیر بدون حضور جنس نر بود. مولدهای ماده پس از انتخاب و تزریق، در مخازنی جداگانه بدون حضور نر قرار داده شدند و تخم‌ریزی نمودند و تخم‌ها نیز بارور و منجر به تولید لارو گردید.

دلایل علمی این پدیده به دوران مولدسازی بازمی‌گردد. در این دوره، مولدین پیش از تزریق، زمانی که در مخزن در کنار یکدیگر قرار دارند (همان‌طور که در شکل ۲ نشان داده شد) بارها جفت‌گیری می‌نمایند. Meisner و همکاران (۲۰۰۰) نشان دادند در دو گونهٔ دیگر جنس *Trachelyopterus*، *T. lucenai* و *T. galeatus* یکی از شعاع‌های باله مخرجی در نرها به عضو اسپرم‌بر (Gonopodium) تبدیل می‌شود. این تغییر شکل در گربه‌ماهی چوبی *T. fisheri* نیز صورت می‌گیرد و در حین جفت‌گیری اسپرم توسط عضو اسپرم‌بر به گناد ماده انتقال می‌یابد. اسپرم دریافتی تا زمان تخم‌ریزی در بدن ماده حمل می‌شود. این نظریه با جفت‌گیری داخلی و وجود اسپرم در تخمدان ماده که به تمام یا بعضی از گونه‌های این خانواده نسبت داده شده است (Ferraris, 2003; Parreira *et al.*, 2009; Chiarini-Garcia, 2014; dos Santos Schmidt *et al.*, 2021)، تأیید می‌شود. نکتهٔ مهم در این نظریه، عدم وقوع لقاح در هنگام جفت‌گیری است و اصطلاح لقاح داخلی (Internal fertilization) که برخی پژوهشگران از جمله Santos و همکاران (۲۰۱۳) و dos Santos Schmidt و همکاران (۲۰۲۱) برای این خانواده بکار برده‌اند، اشتباه است و مولدین

ماده پس از تزریق هنگام تخم‌ریزی بدون نیاز به نر با استفاده از اسپرمی دریافتی از قبل، به تنهایی تخم‌ریزی نموده و لقاح را انجام می‌دهند. بنابراین، لقاح هنگام تخم‌ریزی رخ می‌دهد در غیر اینصورت باید یکی از ۳ حالت زیر واقع شود: ۱- همانند گونه‌های زنده‌زا از جمله گوپی *Poecilia reticulata* (Peters, 1859) زنده‌زایی صورت گیرد (fishbase.se)، ۲- در حین تخم‌ریزی جنین ناقص مشاهده شود (Meisner *et al.*, 2000) و ۳- مانند سیست آرتمیا *Artemia salina* در مرحلهٔ دیاپوز باشد. حالت اول و دوم با مشاهدات عینی براساس آنچه در شکل ۷- الف دیده می‌شود، در تناقض است. حالت سوم نیز در آزمایشی جداگانه بررسی و رد گردید. یک مولد ماده مورد تزریق قرار گرفت و پیش از آنکه تخم‌ریزی نماید، با دست تخم‌کشی صورت گرفت. اگر تخم‌ها لقاح یافته و در مرحلهٔ دیاپوز باشند پس از تماس با آب و انکوباسیون، مانند آرتمیا، از حالت دیاپوز خارج و مراحل رشد جنینی تا تفریخ و لارو ادامه می‌یابد (Triantaphyllidis *et al.*, 1994) اما هیچ یک از تخمک‌های به‌دست آمده، مراحل مذکور را طی ننمود و فاسد شدند. بنابراین مشخص می‌شود هنگام جفت‌گیری لقاحی صورت نگرفته بلکه لقاح به تنهایی توسط ماده مدت‌ها پس از جفت‌گیری در حین تخم‌ریزی واقع می‌شود.

از دیگر نتایج قابل توجه در این پژوهش حضور تخمک با اندازه‌های گوناگون در تصاویر بافت‌شناسی بود. مطابق نتایج شکل ۶، تخمک‌هایی با حداقل پنج اندازهٔ متفاوت در مراحل مختلف رسیدگی در تخمدان در یک زمان حضور دارند. این پدیده در گونه‌هایی با تخم‌ریزی غیر همزمان (Asynchronous) دیده می‌شود (Mylonas *et al.*, 2010). در این گونه‌ها تنها درصد کمی از تخمک‌های موجود در تخمدان در تخم‌ریزی شرکت نموده و درصد قابل توجهی رسیدگی کامل یا قابلیت لقاح را ندارند. این موضوع می‌تواند باروری پایین تکثیر نیمه‌مصنوعی گربه‌ماهی چوبی را نیز توجیه نماید. Santos و همکاران (۲۰۱۳) گونهٔ همجنس *T. galeatus* را به‌صورت کاملاً مصنوعی و با تخم‌کشی تکثیر نمودند، اما باروری ضعیف را گزارش کردند و علت را رسیدگی غیرهمزمان تخمک ها در تخمدان دسته‌بندی نمودند. dos Santos Schmidt و همکاران (۲۰۲۱) حضور تخمک در اندازه‌های گوناگون، را در این گونه مشاهده کردند ولی این گونه را از نوع Group-Synchronous معرفی کردند، گربه‌ماهی چوبی را نیز می توان در دسته غیر همزمان Asynchronous یا Group-Synchronous دسته‌بندی کرد.

نتیجه‌گیری نهایی

نتایج این تحقیق نشان داد؛ تکثیر گربه‌ماهی چوبی (*Trachelyopterus fisheri*) در اسارت ممکن است و نیازی به تخم‌کشی و لقاح مصنوعی ندارد. همچنین به‌عنوان استثناء در میان غالب ماهیان زینتی و غیر زینتی، بعد از جدا سازی ماهی ماده از جمعیت نر و ماده، ماده های مولد را بدون حضور نر در مرحلهٔ تزریق می توان تکثیر کرد. احتمالاً این قابلیت برای دیگر اعضای این خانواده که روش تولیدمثلی مشابهی دارند نیز وجود دارد و ملاک برای تشخیص، وقوع جفت‌گیری در دورهٔ مولدسازی خواهد بود.

۵. تقدیر و تشکر

در پایان، مراتب سپاسگزاری خویش را از همهٔ کسانی که در انجام این پژوهش یاری رساندند، اعلام می‌نماییم.

۶. منابع

References

Anonymous https://fishbase.mnhn.fr/summary/13280

Anonymous https://fishbase.mnhn.fr/summary/Trachelyopterus-fisheri

Anonymous https://fishbase.se/summary/Poecilia-reticulata.html

Achionye-Nzeh, C.G., Obaroh, I., 2012. Ovaprim doses effects on eggs of African mudfish *Clarias gariepinus*. *International Journal of Life Science and Pharma Research* 2(2), 6-9.

Chiarini-Garcia, H., Vieira, F.O., Godinho, H.P., 2014. Morphofunctional changes of female germinal epithelium to support spermatozoa along the annual reproductive cycle in an inseminating catfish (*Trachelyopterus galeatus*, Auchenipteridae). *Journal of Morphology* 275(1), 65-75. DOI: 10.1002/jmor.20197

dos Santos Schmidt, A.B., Brito Pereira, V.D., de Sousa Antunes, A.H., Faria Bernardes, A.L., de Santana, H.S., Tos, C.D., 2021. Reproduction and fecundity of invader of internal insemination *Trachelyopterus galeatus* in a Neotropical floodplain. *Acta Scientiarum: Biological Sciences* 43(1). DOI: 10.4025/actascibiolsci.v43i1.56235

Ferraris, Jr, C.J., 2003. Family Auchenipteridae. Check list of the freshwater fishes of South and Central America, pp.71-84.

Freitas, T., Montag, L.F., Barthem, R.B., 2017. Distribution, feeding and ecomorphology of four species of Auchenipteridae (Teleostei: Siluriformes) in Eastern Amazonia, Brazil. *Iheringia. Série Zoologia* 107, e2017008. DOI: 10.1590/1678-4766e2017008

Hosseinzadeh Sahafi, H., Ahmadnezhad, M., Yalqi, S., 2019. A Review of Hormone Used in Aquaculture and a Variety of Hormonal Administration Methods in Iran. *Advanced Aquaculture Sciences Journal* 3, 17-34. (In Persian)

Kale, O.E., Adebesin, A.N., Kale, T.F., Oladoja, F., Osonuga, I.O., Soyinka, O.O., Uwaezuoke, D., Olajide, O., Akinloye, V., Adedugbe, O., Odibosa, F., 2023. Effects of glyphosate-based herbicide on gametes fertilization and four developmental stages in *Clarias gariepinus*. *Heliyon* 9(4).

Maradun, H.F., Umar, F., Ibrahim A., Mubarak A., Zarau I.J., Muhammad S.A., 2018. Effect of Different Doses of Ovulin Hormone on the Induced Breeding Performance of *Clarias gariepinus*. *Journal of Animal and Veterinary Sciences* 5(1), 1-5.

Marimuthu, K., 2019. November. A short review on induced spawning and seed production of African Catfish Clarias gariepinus in Malaysia. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 348. DOI: 10.1088/1755-1315/348/1/012134

Meisner, A.D., Burns, J.R., Weitzman, S.H., Malabarba, L.R., 2000. Morphology and histology of the male reproductive system in two species of internally inseminating South American catfishes, T*rachelyopterus lucenai* and *T. galeatus* (Teleostei: Auchenipteridae). Journal of Morphology 246(2), 131-141. DOI: 10.1002/1097-4687(200011)246:2<131::AID-JMOR7>3.0.CO;2-K

Mylonas, C.C., Fostier, A., Zanuy, S., 2010. Broodstock management and hormonal manipulations of fish reproduction. General and comparative endocrinology, 165(3), 516-534. DOI: 10.1016/j.ygcen.2009.03.007

Novák, J., Kalous, L., Patoka, J., 2020. Modern ornamental aquaculture in Europe: early history of freshwater fish imports. *Reviews in Aquaculture* 12(4), 2042-2060. DOI: 10.1111/raq.12421

Olivier, K., 2003. World trade in ornamental species. Marine ornamental species–Collection, Culture & Conservation, pp. 49-63.

Olubiyi, O.A., Ayinia, O.A. Adeyemo, A.A., 2005. The effects of various doses of ovaprim on reproductive performance of the African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell) and *Heterobranchus longifilis* (Valenciennes). *African Journal of Applied Zoology and Environmental Biology* 7, 101-105. DOI: 10.4314/ajazeb.v7i1.41156

Parreira, G.G., Chiarini- Garcia, H., Melo, R.C., Vieira, F.O., Godinho, H.P., 2009. Spermatozoon and its relationship with the ovarian lamellae in the internally inseminating catfish *Trachelyopterus galeatus*. *Microscopy Research and Technique* 72(11), 889-897. DOI: 10.1002/jemt.20782

Rastiannasab, A., Karimi, H., 2020. A review of socio-economic conditions governing the lack of optimal development of ornamental aquatic production and trade in the country (Iran). *Journal of Ornamental Aquatics* 7(4), 27-33. (In Persian)

Roriz Lemes, D.M., Vizioli, B., Marcon, L., Bazzoli, N., 2017. Reproduction of the internal inseminator *Trachelyopterus galeatus* (Linnaeus, 1766) (Siluriformes: Auchenipteridae). *Journal of Applied Ichthyology* 33(1), 69-74. DOI: 10.1111/jai.13205

Sahoo, S.K., Giri, S.S., Sahu, A.K., 2005. Effect on breeding performance and egg quality of *Clarias batrachus* (Linn.) at various doses of Ovatide during spawning induction. *Asian Fisheries Science* 18(1/2), 77.

Santos, H.B., Arantes, F.P., Sampaio, E.V., Sato, Y., 2013. Artificial reproduction and reproductive parameters of the internally inseminated driftwood catfish *Trachelyopterus galeatus* (Siluriformes: Auchenipteridae). Ichthyological Research 60, 142-148. DOI: 10.1007/s10228-012-0324-9

Sharaf, S.M., 2012. Effect of GnRHa, pimozide and Ovaprim on ovulation and plasma sex steroid hormones in African catfish *Clarias gariepinus*. *Theriogenology* 77(8), 1709-1716. DOI: 10.1016/j.theriogenology.2011.12.019

Shinkafi, B.A., Ilesanmi, B.D., 2014. Effect of varying doses of ovatide on the breeding performance of African catfish (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822) in Sokoto, North-western Nigeria. *Asian Journal of Animal Sciences* 8(2), 56-64. DOI: 10.5555/20143162909

Surnar, S.R., Kamble, A.D., Walse, N.S., Sharma, O.P. and Saini, V.P., 2015. Hormone administration with induced spawning of Indian major carp. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies* 3(1), 01-04.

Tlusty, M., 2002. The benefits and risks of aquacultural production for the aquarium trade. *Aquaculture* 205(3-4), 203-219. DOI: 10.1016/S0044-8486(01)00683-4

Triantaphyllidis, G.V., Pilla, E.J., Thomas, K.M., Abatzopoulos, T.J., Beardmore, J.A., Sorgeloos, P., 1994. International study on Artemia. LII. Incubation of Artemia cyst samples at high temperature reveals mixed nature with *Artemia franciscana* cysts. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 183, 273-282. DOI: 10.1016/0022-0981(94)90092-2

Villa-Navarro, F. 2016. *Trachelyopterus fisheri*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2016:e.T49830524A61474028. https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T49830524A61474028.en Accessed on 26 February 2024.

Yanong, R.P., Martinez, C., Watson, C.A., 2010. Use of Ovaprim in Ornamental Fish Aquaculture: FA161/FA161, 12/2009. EDIS, 2010(2).