Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Journal of Utilization and Cultivation of Aquatics
Print ISSN: 2345-427X
Online ISSN: 2345-4288

انجمن علمی ماهیان زینتی ایران
Iranian Ornamental Fish Society (IOFS)

(OPEN ACCESS)

Early development process of the olfactory organ in Persian sturgeon (*Acipenser persicus*, Borodin, 1897)

Mohammadamin Zarini[1], Soheil Eagderi[*2], Bagher Mojazi Amiri[3], Mahta Arabshahi[4]

1. M.Sc. Student in Aquaculture, Dept. of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran. E-mail: zarini.ma@ut.ac.ir
2. Corresponding Author, Associate Prof., Dept. of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran. E-mail: soheil.eagderi@ut.ac.ir
3. Professor, Dept. of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran. E-mail: bmamiri@ut.ac.ir
4. M.Sc. Graduate in Aquaculture, Dept. of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran. E-mail: soheil.eagderi@yahoo.com

Article Info

Article type:
Full Length Research Paper

Article history:
Received: 04.27.2024
Revised: 05.02.2024
Accepted: 05.08.2024

Keywords:
Development,
Olfactory cells,
Ontogeny,
Persian Sturgeon,
scanning electron microscope (SEM)

ABSTRACT

Background and Objectives: In the first stage of planning for rearing a fish species, it is crucial to understand its early developmental stages. In an artificial reproduction program, the primary concern is the feeding of larvae after yolk sac absorption, as most fish losses occur during this period and the transition from internal to external nutrition, particularly during the exogenous feeding stage. Additionally, knowledge of the feeding method and type of diet during the early rearing period is essential, and the timing of feeding also depends on the development of sensory organs, including vision, smell, and taste. In this study, the development of the olfactory organ in the Persian sturgeon, *Acipenser persicus*, was investigated from hatching to 23 days post-hatch (DPH).

Materials and Methods: Persian sturgeon broodstock were collected from the Caspian Sea and transported to the Shahid Dadman International Sturgeon Institute, Rasht, Guilan Province. Artificial reproduction of the broodstocks was performed by injecting LH-RH-α2 hormone. The eggs hatched approximately 96 hours later. Larvae were randomly sampled daily from the first to the ninth day, and on days 12, 16, 20, and 23, to obtain SEM electron microscope images. The samples were photographed using an SEM electron microscope at different magnifications.

Results: In the Persian sturgeon, the olfactory cavity was formed by 1 DPH, and by 2 DPH, the olfactory receptor cells were observed within the olfactory cavity. Between 6 and 8 days post-hatching (DPH), the number and development of olfactory cells increased significantly compared to the previous days, consistent with the onset of active feeding. In this species, a sudden increase in the number and size of olfactory cells occurred between days 12 and 16 DPH. The size and number of olfactory cells remained almost unchanged from day 16 onwards, suggesting that the initial formation of the nose was completed around day 20 after hatching. Additionally, the results indicated that the initial development of olfactory cells was consistent with the process of yolk sac absorption and the onset of external feeding in this species.

Conclusion: Considering the importance of restoring sturgeon stocks and their commercial farming for food consumption, producing quality larvae is crucial. Therefore, based on the results of the current study and understanding of the Persian sturgeon's olfactory organ development during early life stages, it is possible to optimize the conditions and management of larval rearing for this species, thereby increasing its production efficiency and survival.

Cite this article: Zarini, Mohammadamin, Eagderi, Soheil, Mojazi Amiri, Bagher, Arabshahi, Mahta. 2025. Early development process of the olfactory organ in Persian sturgeon (*Acipenser persicus*, Borodin, 1897). *Journal of Utilization and Cultivation of Aquatics*, 14 (1), 105-115.

DOI: 10.22069/japu.2024.22389.1868
Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

نشریه بهره‌برداری و پرورش آبزیان
شاپا چاپی: ۲۳۴۵-۴۲۷X
شاپا آنلاین: ۲۳۴۵-۴۲۸۸

روند توسعه اولیه اندام بویایی در تاس‌ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*, Borodin, 1897)

محمدامین زرینی[۱]، سهیل ایگدری[*۲]، باقر مجازی امیری[۳]، مهتا عربشاهی[٤]

۱. دانشجوی کارشناسی‌ارشد تکثیر و پرورش آبزیان، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران. رایانامه: zarini.ma@ut.ac.ir
۲. نویسنده مسئول، دانشیار گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران. رایانامه: soheil.eagderi@ut.ac.ir
۳. استاد تمام گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران. رایانامه: bmamiri@ut.ac.ir
٤. دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد تکثیر و پرورش آبزیان، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران. رایانامه: soheil.eagderi@yahoo.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۲/۰۸
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۳/۰۲/۱۳
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۲/۱۹

واژه‌های کلیدی:
تاس‌ماهی ایرانی،
تکوین،
انتوژنی،
سلول‌های بویایی،
میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM)

چکیده

سابقه و هدف: در اولین مرحله از برنامه‌ریزی برای آبزی‌پروری یک گونه، شناخت مراحل رشد اولیه آن ضروری است. در برنامه‌های تکثیر مصنوعی و پس از مراحل لقاح، موضوع مهم تغذیه لاروها پس از جذب کیسه زرده است زیرا بیش‌ترین تلفات ماهی در زمان جذب کیسه زرده و در مرحله انتقال از تغذیه داخلی به تغذیه خارجی رخ می‌دهد. هم‌چنین اطلاع از نحوه تغذیه و نوع جیره غذایی در پرورش اولیه بسیار مهم است و زمان تغذیه نیز به زمان تشکیل اندام‌های حسی، بینایی، بویایی و چشایی بستگی دارد. در این پژوهش روند تکوین اندام بویایی تاس‌ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) از زمان تخم‌گشایی تا ۲۳ روز بعد از آن مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها: مولدین تاس‌ماهی ایرانی پس از صید از دریای خزر به انستیتو بین‌المللی ماهیان خاویاری شهید دادمان رشت منتقل شدند. تکثیر مصنوعی مولدین با تزریق هورمون LH-RH-A2 انجام شد. تخم‌ها بعد از حدود ۹۶ ساعت تخم‌گشایی شدند. لاروها در فاصله روزهای اول تا نهم به‌صورت روزانه و در ادامه در روزهای ۱۲، ۱٦، ۲۰ و ۲۳ به‌صورت تصادفی برای تهیه تصاویر میکروسکوپ الکترونی SEM نمونه‌برداری شدند سپس از نمونه‌ها توسط میکروسکوپ الکترونی SEM با بزرگ‌نمایی‌های مختلف عکسبرداری صورت گرفت.

یافته‌ها: در تاس‌ماهی ایرانی، حفره بویایی در ۱ روز بعد از تخم‌گشایی (DPH) در حال شکل‌گیری مشاهده شد و در DPH ۲، سلول‌های گیرنده بویایی در داخل حفره بویایی در حال تشکیل دیده شدند. از DPH ٦ تا DPH ۸ سلول‌های بویایی از نظر تعداد و رشد نسبت به

روزهای قبل افرایش قابل‌توجهی داشتند و این افزایش در این روزها با شروع تغذیه فعال در تاس‌ماهی ایرانی مطابقت داشت. در این گونه بین روزهای ۱۲ تا ۱٦ بعد از تخم‌گشایی افزایش ناگهانی در تعداد و اندازه سلول‌های بویایی اتفاق افتاد. اندازه و تعداد سلول‌های بویایی از روز ۱٦ به بعد تقریباً بدون تغییر باقی ماند، بنابراین به‌نظر می‌رسد که در حدود روز ۲۰ پس از تخم‌گشایی، شکل‌گیری اولیه بینی کامل شده است. هم‌چنین نتایج نشان داد که توسعه اولیه سلول‌های بویایی با روند جذب کیسه زرده و شروع تغذیه خارجی این گونه مطابقت داشت.

نتیجه‌گیری: با توجه به اهمیت بازسازی ذخایر ماهیان خاویاری و پرورش تجاری آن‌ها جهت مصرف خوراکی، تولید لارو با کیفیت دارای اهمیت می‌باشد بنابراین با اتکا به نتایج به‌دست آمده از این پژوهش و با شناخت روند تکوین اندام بویایی تاس‌ماهی ایرانی در مراحل ابتدایی زیستی می‌توان در بهینه‌سازی شرایط و مدیریت پرورش لارو این گونه اقدام نموده و راندمان تولید و بقای آن‌ها را بالا برد.

استناد: زرینی، محمدامین، ایگدری، سهیل، مجازی امیری، باقر، عربشاهی، مهتا (۱۴۰۴). روند توسعه اولیه اندام بویایی در تاس‌ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*, Borodin, 1897). *نشریه بهره‌برداری و پرورش آبزیان*، ۱۴ (۱)، ۱۱۵-۱۰۵.
DOI: 10.22069/japu.2024.22389.1868

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

مقدمه

آن‌ها با ماهیان خاویاری از با ارزش‌ترین ماهی‌های دریای خزر بوده و جزو گونه‌های در معرض خطر هستند. کاهش جمعیت این ماهی‌ها، منجر به توسعه برنامه بازسازی ذخایر استفاده از مولدین صید شده از دریا و رودخانه و تکثیر مصنوعی آن‌ها شده است. این ماهیان کفزی معمولاً در اعماق دریا زندگی می‌کنند و محیط زیست آن‌ها کم نور است، بنابراین نیازمند استفاده از حواس خود جهت انجام فعالیت‌های زیستی و رفتارهای اکولوژیک مانند یافتن غذا، فرار از شکارچی و جفت‌یابی می‌باشند. ماهیان خاویاری دارای گیرنده‌های الکتریکی، سبیلک‌های توسعه‌یافته و حس بویایی نسبتاً قوی هستند که برای یافتن غذا بسیار اهمیت دارد (۱). تاس‌ماهی ایرانی یا قره‌برون (*Acipenser persicus*) از گونه‌های رودکوچ است که پراکنش بیش‌تری در سواحل جنوبی دریای خزر دارد (۲). داشتن پوزه باریک و طویل، رنگ پوزه مشکی تیره، پلاک‌های فرعی واضح، نزدیک بودن سبیلک‌ها به نوک پوزه نسبت به دهان، پوزه با مقطع عرضی مربعی شکل، تخمریزی در بسترهای قلوه سنگی از خصوصیات بارز این این گونه می‌باشد (۳).

تکوین اولیه یا فردزایی (Ontogeny) ماهی‌ها شامل شکل‌گیری ساختارهای زیستی در مراحل اولیه لاروی می‌باشد. تکوین دوره لاروی مجموعه فرآیندهایی از رشد و تمایز شامل ریخت‌زایی، تغییر شکل بدن، متابولیسم، قابلیت شنا و رفتار است (٤ و ٥) و از آن‌جایی‌که بیش‌تر ساختارهای عملکردی ماهی‌ها بعد از تخم‌گشایی توسعه پیدا می‌کنند بنابراین؛ شناخت تکوین اولیه لاروها اهمیت بالایی دارد (٦). در طی فرآیند تکوین اولیه، اندازه بدن افزایش یافته و سیستم‌های عملکردی جدید به‌طور پیوسته به‌وجود می‌آیند، تا لاروها به کارائی مناسب برای بقا برسند (۵) و این فرآیند می‌تواند تحت‌تأثیر فاکتورهای محیطی قرار گیرد (۷) با توجه به این‌که لارو ماهیان از نظر آناتومی، فیزیولوژی، رفتاری و اکولوژی از بزرگسالان متفاوت است، بنابراین در مطالعات زیست‌شناختی، تعیین مراحل اولیه تکوین را نیز باید مورد هدف قرار داد تا به یک تصویر کامل از زیست‌شناسی ماهیان منجر شود. در برنامه‌های تکثیر مصنوعی و بعد از مراحل لقاح، موضوع مهمی که وجود دارد، تغذیه لاروها بعد از جذب کیسه‌زرده است، چون بیش‌ترین تلفات ماهی‌ها در زمان جذب کیسه زرده و مرحله گذر از تغذیه داخلی به تغذیه خارجی به وقوع می‌پیوندد. هم‌چنین یافتن چگونگی تغذیه و نوع جیره غذایی در پرورش ابتدائی بسیار اهمیت دارد و زمان تغذیه نیز بستگی به زمان تشکیل اندام‌های حسی، بینایی، بویایی و چشایی دارد.

تکوین سیستم حسی شیمیایی در ماهی‌ها، شامل تکوین اندام‌های بویایی و چشایی است. اندام بویایی بخش خارجی دستگاه بویایی است و در مراحل اولیه تکوین جنینی تشکیل می‌شود و حتی سلول‌های گیرنده بویایی (اعصاب حسی) نیز در زمان جنینی وجود دارند. به عنوان مثال در ماهی استرلیاد (*Acipenser ruthenus*) و تاس‌ماهی سیبری (*Acipenser baerii*) این اعصاب در انتهای حفره‌های بویایی در زمان تخم‌گشایی مشاهده می‌شوند که می‌توان گفت که تشکیل این اعصاب، نخستین مرحله در تشکیل اندام بویایی است و دو روز قبل از تخم‌گشایی تعداد این سلول‌ها به شدت افزایش می‌یابد (۸). ارتباطات با مراکز اولیه و ثانویه بویایی مغز، تقریباً در یک زمان اتفاق می‌افتند (۹) و وجود انواع سلول‌های متفاوت در اپیتلیوم بویایی در جنین ماهی‌های گونه‌های مختلف در زمانی تخم‌گشایی بسیار معمول می‌باشد (۱۰). به مرور زمان و با افزایش سن، اندازه اندام بویایی افزایش می‌یابد. نخستین چین‌های بویایی شکل می‌گیرند، تعداد و اندازه آن‌ها افزایش یافته و غنچه بویایی تشکیل می‌گردد که موجب چندین برابر شدن تعداد سلول‌های گیرنده بویایی می‌گردد (۱۱). با توجه به موارد فوق، این پژوهش با هدف بررسی روند تکوین اولیه اندام بویایی

تاس‌ماهی ایرانی از زمان تخم‌گشایی تا ٢٣ روز پس از آن به مرحله اجرا درآمد. از آن‌جایی‌که شناخت مراحل اولیه تکوین هر گونه ماهی از ضروریات نخست هر برنامه آبزی‌پروری است، نتایج این پژوهش می‌تواند در بهینه‌سازی پرورش لارو تاس‌ماهی ایرانی در طی مراحل اولیه تکوین مورد استفاده قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

مولدین صید شده تاس‌ماهی ایرانی از دریای خزر، بعد از انتقال به انستیتو بین‌المللی ماهیان خاویاری شهید دادمان رشت در حوضچه‌های آب‌شیرین، با ظرفیت ٧٥ مترمکعب نگهداری شدند. تکثیر مصنوعی با تزریق هورمون LH-RH-A2 و به میزان ٥ میکروگرم به‌ازای هر ١ کیلوگرم انجام گرفت. سپس تخم‌های لقاح یافته به انکوباتورهای روسی یوشچنکو (١٨/٥×٢٩×٣٩ سانتی‌مترمکعب) منتقل و تا زمان تخم‌گشایی تحت مراقبت قرار گرفتند. در طول دوره انکوباسیون دمای آب ٥/٥–١٤/١٨ درجه سانتی‌گراد، میزان اکسیژن آب ppm ٩/٧–٣/٩ و pH آب در حدود ٧/٤–٧/١ بود. تخم‌ها بعد از حدود ٩٦ ساعت تخم‌گشایی شدند و لاروها به تانک‌هایی با ظرفیت ٤ مترمکعب انتقال یافتند. جریان آب در سیستم پرورش لارو به‌صورت دائمی بود و پارامترهای کیفی آب مشابه با دوره انکوباسیون تخم‌ها بود. در طول مدت این پژوهش، لاروها در شرایط یکسان پرورشی از نظر شدت نور، سطح، منبع و دبی آب قرار داشتند. هم‌چنین شرایط دما، اکسیژن و pH نیز در تمام تیمارها یکسان بود. بعد از شروع اولین تغذیه خارجی در روز هشتم بعد از تخم‌گشایی، لاروها به‌وسیله ناپلی آرتمیا با تراکم ٥٠٠ قطعه در روز برای هر لارو مورد تغذیه قرار گرفتند که تا روز دوازدهم بعد از تخم‌گشایی تا جذب کامل کیسه زرده ادامه داشت. بعد از آن لاروها تا روز ٢٣ بعد از تخم‌گشایی با استفاده از مخلوط آرتمیا و دافنی تا حد سیری تغذیه شدند (١٢). لارو ماهی‌ها در فاصله روزهای اول تا نهم بعد از تخم‌گشایی به صورت روزانه و در ادامه در روزهای ١٢، ١٦، ٢٠ و ٢٣ به تعداد ١٠ عدد به‌صورت تصادفی از مخازن پرورشی خارج و بعد از بیهوشی با استفاده از محلول عصاره گل میخک، در محلول گلوتارآلدئید ٤ درصد (pH=٧/٤) (١٣) برای تهیه تصاویر میکروسکوپ الکترونی SEM تثبیت شدند. جهت آماده‌سازی برای میکروسکوپ الکترونی SEM، نمونه‌ها توسط محلول اسمیوم تتراکساید ٤ درصد به‌مدت ٢ ساعت در ٤ درجه سانتی‌گراد شسته شده و سپس با استفاده از غلظت‌های مختلف محلول استون (٣٠، ٥٠، ٧٠، ٩٠، ٩٥ و ١٠٠ درصد) به‌مدت ١٥ دقیقه آب‌گیری شدند. بعد از قراردادن نمونه‌ها در یک قطعه فویل آلومینیومی صیقل داده شده به ابعاد ١×١ سانتی‌متر، توسط دستگاه لایه‌نشان اسپاتر کوتر به‌مدت ٧٠ ثانیه با ٣٠ نانومتر طلا پوشانده شدند (١٣). سپس از نمونه‌ها توسط میکروسکوپ الکترونی SEM (فیلیپس- مدل XL-30، ساخت کشور هلند) با بزرگ‌نمایی‌های مختلف عکسبرداری شد.

نتایج و بحث

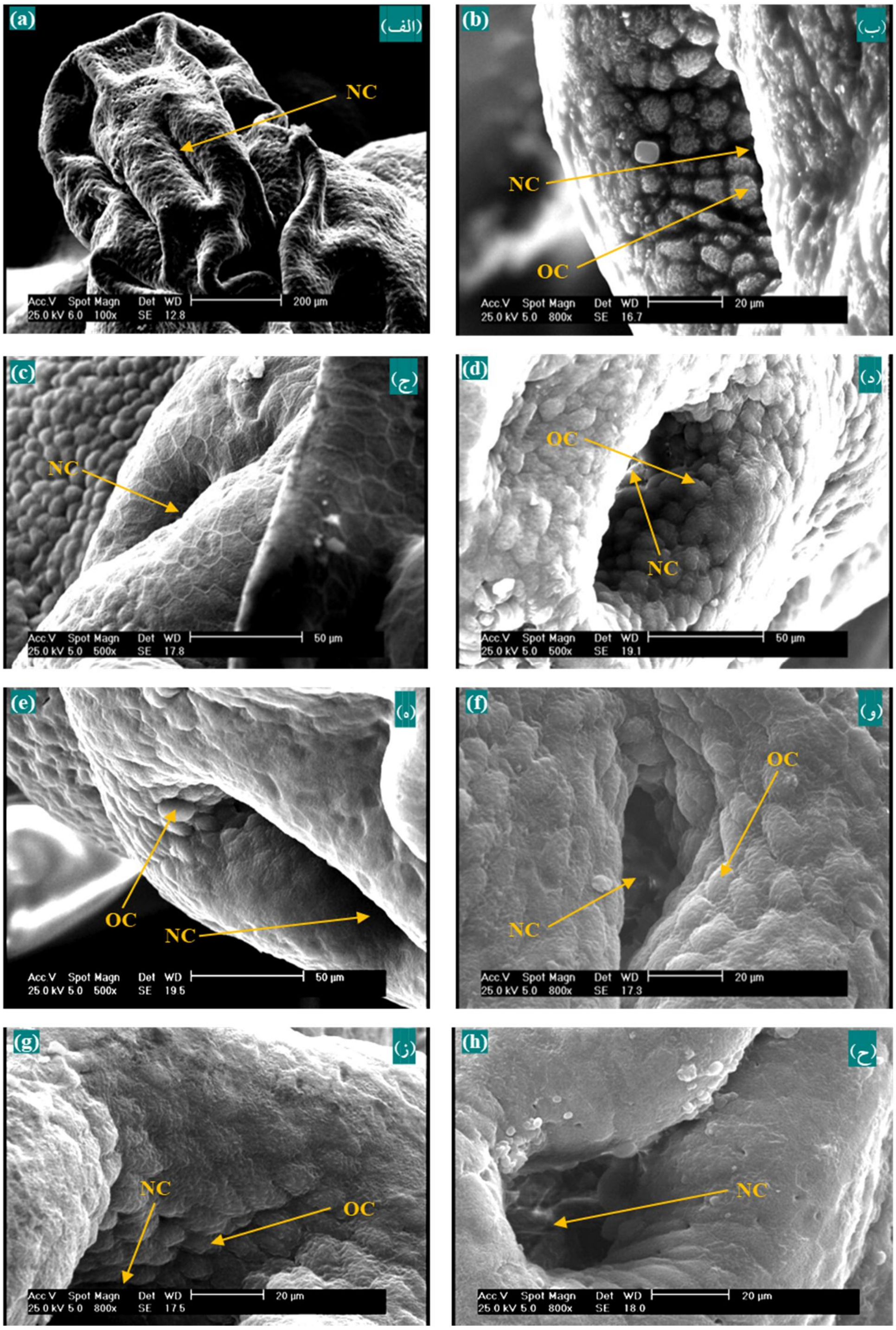
در روز اول بعد از تخم‌گشایی (DPH)، حفره بینی در حال شکل‌گیری مشاهده شد (شکل ١– الف). در DPH ٢، سلول‌های گیرنده بویایی در داخل حفره بویایی در حال تشکیل دیده شدند (شکل ١– ب). در DPH ٣، اندازه سوراخ‌های بینی و سلول‌های گیرنده بویایی کمی بزرگ‌تر شده، اما تغییر چندانی نسبت به روز قبل مشاهده نگردید (شکل ١ ج– د). در DPH ٤، سلول‌های بویایی در لبه داخلی دیواره بخش خارجی حفره بینی مشاهده شدند (شکل ١– ه). در DPH ٥، در قسمت‌های لبه داخلی- بیرونی و درونی حفره بینی سلول‌های بویایی از لحاظ تعداد و تراکم افزایش بیش‌تری داشتند (شکل ١– و). در DPH ٦، سلول‌های ناحیه لبه دیواره بینی باز هم به لحاظ تعداد افزایش یافته بودند (شکل ١– ز). در DPH ٧، حفره بینی در شکل ١–ح به خوبی قابل مشاهده هستند.

در DPH ۸، سلول‌های بویایی رشد قابل‌توجهی داشته‌اند (شکل ۲- الف) و در DPH ۹، حفره بینی به طور کامل تشکیل و سلول‌های بویایی کاملاً قابل تشخیص هستند (شکل ۲- ب). در DPH ۱۲، مجدداً افزایش اندازه و تعداد سلول‌ها در حفره بینی مشاهده شد (شکل ۲ ج- د). در DPH ۱۶، تعداد سلول‌های حفره بویایی افزایش و در تمام بخش‌های دیواره حفره و سوراخ بینی قابل مشاهده بودند (شکل ۲ ه- و). در DPH ۲۰، از نظر رشد تفاوت چندانی در سلول‌های گیرنده بویایی در سوراخ و حفره بینی (نسبت به رو ۱۶) مشاهده نشد (شکل ۲ ز). هم‌چنین در DPH ۲۳، سلول‌های ناحیه بویایی برجسته‌تر از روزهای گذشته دیده شدند (شکل ۲ ج) ولی به لحاظ تعداد تفاوت چندانی قابل مشاهده با روزهای قبل نبود و به‌نظر می‌رسد که در حدود روز ۲۰ پس از تخم‌گشایی، شکل‌گیری اولیه بینی کامل شده است.

ماهیان خاویاری در طی تکوین اولیه خود، در محدوده روزهای ۸ تا ۱۷ پس از تخم‌گشایی و دقیقاً بلافاصله پس از شروع تغذیه فعال، قادر هستند به عصاره‌های غذایی واکنش نشان دهند که این موضوع در ماهیان خاویاری روسی (*A. gueldenstaedtii*)، استرلیاد (*A. stellatus*) و سیبری (*A. baerii*) نیز گزارش شده است (۱٤) که این دوره براساس پژوهش حاضر در مورد تاس‌ماهی ایرانی نیز صدق می‌کند. حس بویایی در ماهیان خاویاری به دلیل نقش آن در طعمه‌یابی، جهت‌یابی و تخمریزی اهمیت فراوانی دارد. در این ماهیان بر عکس ماهیانی مانند قزل‌آلا که برای شکار ابتدا باید غذای خود را ببینند، برای طعمه‌یابی متکی به اندام‌های حس شیمیایی خود می‌باشند و قدرت بینایی خیلی ضعیف و گیرنده‌های شیمیایی بسیار قوی دارند. ماهیان خاویاری ابتدا با کمک حس بویایی خود محل غذا را تشخیص داده و سپس با کمک حس چشایی بیرونی اقدام به تشخیص مزه غذا نموده و بعد در صورت مطلوبیت، طعمه را وارد دهان کرده و سپس کیفیت مزه غذا را با کمک حس چشایی داخلی می‌سنجد و در نهایت برای پس زدن یا بلع غذا تصمیم نهایی خود را می‌گیرند (۱).

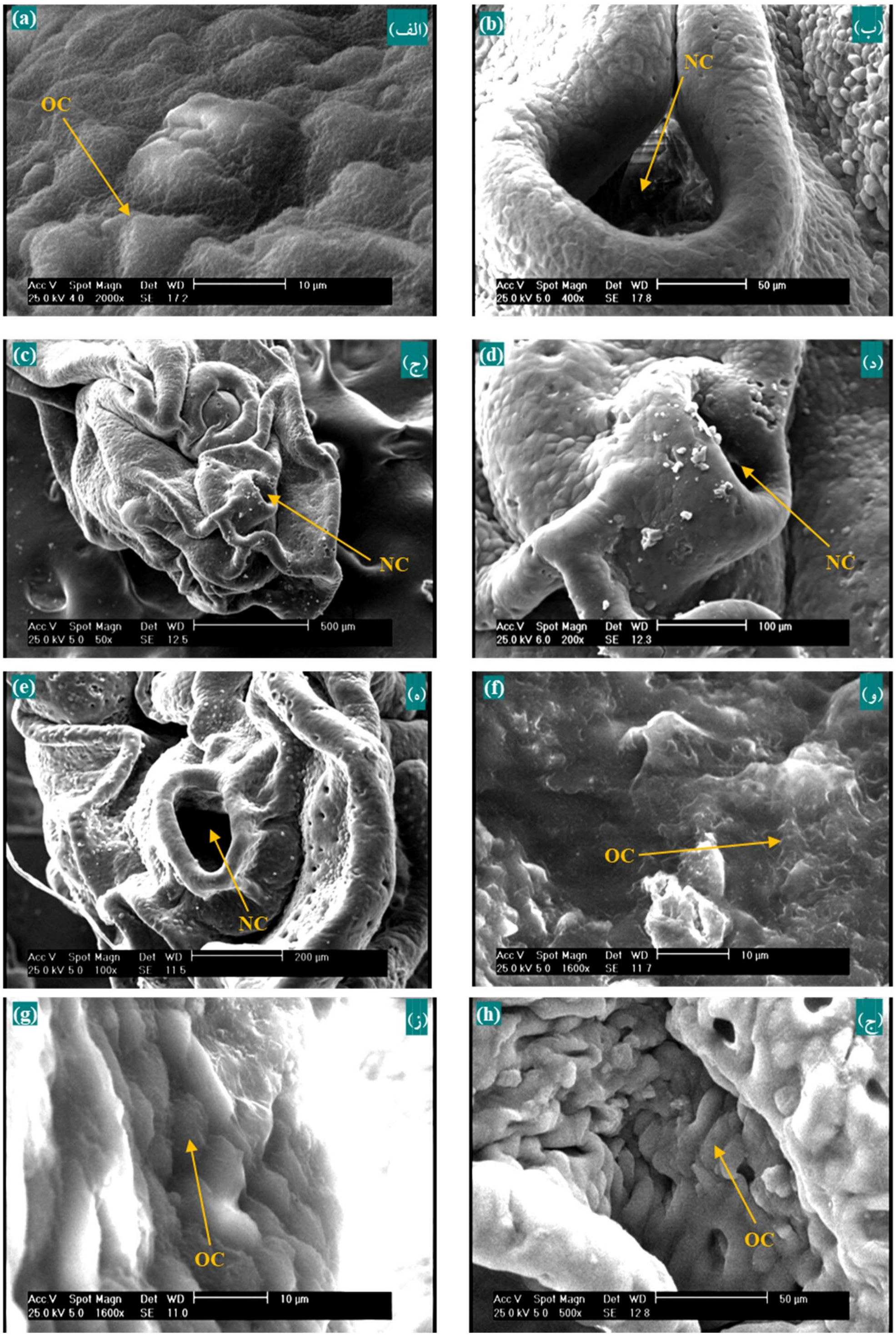
در تاس‌ماهی ایرانی حفره بویایی در DPH ۱ در حال شکل‌گیری مشاهده شد. از DPH ٦ تا DPH ۸ سلول‌های بویایی از نظر تعداد و رشد نسبت به روزهای قبل افزایش قابل‌توجهی داشتند و از جایی‌که شروع تغذیه فعال این ماهی در DPH ۸ می‌باشد توسعه سلول‌های بویایی با شروع تغذیه فعال این گونه مطابقت دارد (۲). اندازه و تعداد اندام و سلول‌های بویایی از روز ۱٦ به بعد، تقریباً بدون تغییر باقی ماند، که این مسأله به معنای عدم تغییر در میزان دریافت سیگنال‌های بویایی نیست.

در طی ۲ یا ۳ روز اول بعد از تخم‌گشایی لارو تاس‌ماهی ایرانی، پوزه، بینی و دهان در حال کامل شدن بودند. بنابراین همگام با روند تکوین بخش‌های مختلف سر، اندام خارجی بویایی، یعنی سوراخ و حفره بینی نیز در حال شکل‌گیری بود، بنابراین تمام کارایی خود را پیدا نکرده و تنها تعدادی سلول بویایی اولیه قابل مشاهده بود که به تدریج همراه با تکوین سر، بر تعداد سلول‌های بویایی نیر افزوده می‌شد. در مقایسه با لارو ماهی سفید خزری (*Rutilus frisii*)، پوزه ماهی سفید در زمان تخم‌گشایی تقریباً کامل و لب‌ها، دهان و سوراخ بینی از نظر ظاهری مشخص‌تر بودند (۱۵)، بنابراین سلول‌های بویایی در ماهی سفید نسبت به تاس‌ماهی ایرانی زودتر نمایان می‌شوند، ولی روند تکوین بعدی سیستم بویایی در تاس‌ماهی ایرانی با سرعت و تعداد بیش‌تری صورت گرفته و این دوره با روند جذب کیسه زرده و زمان شروع تغذیه خارجی تطابق دارد. حتی در ماهی گورخری (*Danio rerio*) گیرنده‌های بویایی، اعصاب بویایی و حتی مولکول‌های بویایی (که به بوها متصل می‌شوند) قبل از تخمگشایی در حدود ۲٤ تا ۳۰ ساعت بعد از لقاح ظاهر می‌شوند (۱۰). بنابراین لارو تازه تخم‌گشایی شده این ماهی می‌تواند با استفاده از دستگاه بویایی غذا را شناسایی کند و این وضعیت مشابه، در ماهی باس دهان بزرگ (*Micropterus salmoides*) و ماهیان تیلاپیا نیز گزارش شده است (١٦).



شکل ۱- تاس‌ماهی ایرانی (الف) ناحیه سر و پوزه DPH ۱، (ب) قسمت خارجی حفره بینی DPH ۲، (ج) حفره بینی DPH ۳، (د) حفره بویایی از پهلو DPH ۳، (ه) نمایی از حفره بینی DPH ۴، (و) نمای نزدیک سوراخ بینی DPH ۵، (ز) نمای نزدیک از حفره بینی DPH ۶ و (ح) نمایی از حفره بینی DPH ۷ (NC= محفظه بینی و OC= سلول بویایی).

Figure 1. Persian sturgeon (a) head and snout area 1 DPH, (b) external part of nasal cavity 2 DPH, (c) nasal cavity 3 DPH, (d) olfactory cavity from the side 3 DPH, (e) view of nasal cavity 4 DPH, (f) close-up view of nasal cavity 5 DPH, (g) close-up view of nasal cavity 6 DPH and (h) view of nasal cavity 7 DPH (NC= Nasal Cavity and OC= Olfactory Cell).



شکل ۲- تاس‌ماهی ایرانی (الف) نمای نزدیک سلول‌های حفره بینی ۸ DPH (ب) حفره بینی ۹ DPH، (ج) حفره بینی ۱۲ DPH، (د) نمایی نزدیک از حفره بینی ۱۲ DPH، (ه) تصویر بافت ناحیه بینی ۱٦ DPH، (و) سلول‌های دیواره حفره بینی ۱٦ DPH، (ز) سلول‌های حفره بینی از جلو ۲۰ DPH و (ح) سلول‌های دیواره حفره بینی ۲۳ DPH (NC= محفظه بینی و OC= سلول بویایی).

Figure 2. Persian sturgeon (a) close-up view of nasal cavity cells 8 DPH, (b) nasal cavity 9 DPH, (c) nasal cavity 12 DPH, (d) close-up view of nasal cavity 12 DPH, (e) tissue image nasal area 16 DPH, (f) wall cells of the nasal cavity 16 DPH, (g) anterior nasal cavity cells 20 DPH and (h) nasal cavity wall cells 23 DPH (NC= Nasal Cavity and OC= Olfactory Cell).

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به اهمیت بازسازی ذخایر ماهیان خاویاری و پرورش تجاری آن‌ها جهت مصرف خوراکی تولید لارو با کیفیت دارای اهمیت می‌باشد بنابراین با اتکا به نتایج به‌دست آمده از این پژوهش و با شناخت روند تکوین اندام بویایی تاس‌ماهی ایرانی در مراحل ابتدایی زیستی می‌توان در بهینه‌سازی شرایط و مدیریت پرورش لارو این گونه اقدام نموده و راندمان تولید و بقای آن‌ها را بالا برد.

منابع

1.Azari Takami, G. (2021). *Breeding and Cultivation of Sturgeon Caviarian Fish*. University of Tehran Press, Tehran. 418p.

2.Eagderi, S., Poorbagher, H., Moshayedi, F., & Hosseini, S. V. (2017). Morphological development and allometric growth patterns of *Acipenser persicus* Borodin, 1897 (Actinopterygii, Acipenseridae) during early development. *International Journal of Aquatic Biology*, 5 (3), 201-207.

3.Asgari, R. (2014). *An Overview on Fish Systematic*. Agricultural Education and Extension Press, Tehran, 256p.

4.Gisbert, E., Merino, G., Muguet, J. B., Bush, D., Piedrahita, R. H., & Conklin, D. E. (2002). Morphological development and allometric growth patterns in hatchery-reared California halibut larvae. *Journal of Fish Biology*, 61 (5), 1217-1229.

5.Barriga, J. P., & Battini, M. A. (2009). Ecological significances of ontogenetic shifts in the stream-dwelling catfish, *Hatcheria macraei* (Siluriformes, Trichomycteridae), in a Patagonian river. *Ecology of Freshwater Fish*, 18 (3), 395-405.

6.Eagderi, S., Hasanpour, S., & Nahavandi, R. (2021). Histological development of eye in Caspian roach, *Rutilus lacustris* (Pallas, 1814) (Teleostei: Cyprinidae) during early ontogeny. *Survey in Fisheries Sciences*, 7 (2), 105-111.

7.Eagderi, S., Poorbagher, H., Parsazade, F., & Mousavi-Sabet, H. (2015). Effects of rearing temperature on the body shape of swordtail (*Xiphophorus hellerii*) during the early development using geometric morphometrics. *Poeciliid Research*, 5 (1), 24-30.

8.Zeiske, E., Kasumyan, A., Bartsch, P., & Hansen, A. (2003). Early development of the olfactory organ in sturgeons of the genus Acipenser: a comparative and electron microscopic study. *Anatomy and embryology*, 206, 357-372.

9.Whitlock, K. E., & Westerfield, M. (1998). A transient population of neurons pioneers the olfactory pathway in the zebrafish. *Journal of Neuroscience*, 18 (21), 8919-8927.

10.Hansen, A., & Zeiske, E. (1993). Development of the olfactory organ in the zebrafish, *Brachydanio rerio*. *Journal of Comparative Neurology*, 333 (2), 289-300.

11.Werner, R. G., & Lannoo, M. J. (1994). Development of the olfactory system of the white sucker, *Catostomus commersoni*, in relation to imprinting and homing: a comparison to the salmonid model. *Environmental Biology of Fishes*, 40, 125-140.

12.Abdali, H., Eagderi, S., & Zargarian, P. (2013). The ontogenetic development of eye structure and retina of Sterlet *Acipenser ruthenus* (Linne, 1858) during early development upto 50 DPH. *Aquaculture Sciences*, 2 (2), 9-14.

13.Psenicka, M., Alavi, S. H., Rodina, M., Gela, D., Nebesarova, J., & Linhart, O. (2007). Morphology and ultrastructure of Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*) spermatozoa using scanning and transmission electron microscopy. *Biology of the Cell*, 99 (2), 103-115.

14.Kasumyan, A. O., & Taufik, L. R. (1993). Behavioral Response of Young Sturgeons (Acipenseridae) to Amino Acids. *Vopr. Ikhtiol*. 33 (5), 691-700.

15. Eagderi, S., Mojazi Amiri, B., Arabshahi, M., Makhdoom, C., & Farhang, P. (2019). Early development of olfactory and taste organs in Caspian Kutum, *Rutilus kutum*, Kamensky, 1901. *Aquatic Animals Nutrition*, 5 (1), 123-130.

16. Hansen, A., Reutter, K., & Zeiske, E. (2002). Taste bud development in the zebrafish, *Danio rerio*. *Developmental dynamics: an official publication of the American Association of Anatomists*, 223 (4), 483-496.