

بررسی روند تکوین اولیه اندام‌های چشایی و بویایی در ماهی سفید دریای خزر (*Rutilus kutum*, Kamensky, 1901)

سهیل ایگدری^{*}، باقر مجازی امیری^۱، مهنا عربشاهی^۱، چنگیز مخدوم^۲، پگاه فرهنگ^۱

۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، البرز

۲- مجتمع تکثیر و پرورش و بازسازی ذخایر شهید رجایی، ساری، مازندران

تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۶/۲۸

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۲/۱۶

چکیده

این مطالعه به منظور بررسی روند تکوین اندام‌های چشایی و بویایی ماهی سفید (*Rutilus kutum*) از زمان تخم‌گذاری تا ۲۳ روز پس از آن به اجرا درآمد. برای این منظور تعداد ۵۰۰ لارو از روز ۱ تا ۲۳ پس از تفریح، روزانه به صورت تصادفی نمونه‌برداری و پس از تثبیت در فرمالین بافری و گلو تار آلدئید، تهیه مقاطع بافتی انجام و همچنین اندام‌های چشایی و بویایی توسط میکروسکوپ‌های نوری و الکترونی بررسی شدند. نتایج شکل‌گیری کامل بینی و افزایش توسعه تعداد و اندازه جوانه‌های چشایی در حفره‌ی دهانی، لب‌ها و اطراف دهان در روز ۵ بعد از تخم‌گذاری (Day post hatching = DPH) را نشان داد. همچنین در روز ۱۲ پس از تخم‌گذاری، توسعه بیشتر سلول‌های بویایی و جوانه‌های چشایی مشاهده شد. این روند افزایشی تا DPH ۱۶ ادامه یافت. براساس نتایج اندام بویایی زودتر از اندام چشایی تکمیل شدند و جوانه‌های چشایی در لب بالا بیشتر بود. بلوغ کامل جوانه‌های چشایی در DPH ۲۰ مشاهده شد. نتایج نشان داد که روند توسعه اندام‌های چشایی در ارتباط نزدیک با روند توسعه دستگاه گوارش ماهی سفید به وقوع می‌پیوندد.

واژگان کلیدی: دریای خزر، انتوژنی، تکامل ریختی، اندام چشایی، بویایی.

مقدمه

ماهی سفید دریای خزر (*Rutilus kutum*) از کپورماهیان بومی با ارزش اقتصادی حوضه دریای خزر است (رضوی صیاد، ۱۳۷۴) که صید آن در سال‌های اخیر به دلایل متعددی از جمله صید بی‌رویه، آلودگی زیستگاه‌ها و تخریب جایگاه‌های تخم‌ریزی به شدت کاهش پیدا کرده است (Farhang and Eagderi, 2019). به واسطه کاهش مداوم صید این گونه مهاجر رودکوچ، از سال ۱۳۶۳ سازمان شیلات ایران نسبت به تکثیر مصنوعی و رهاسازی سالانه حدود ۲۰۰ میلیون بچه ماهی سفید انگشت قد به رودخانه‌های حوضه‌ی جنوبی دریای خزر از جمله سفیدرود، سفارود، لمیر، حویق و تجن اقدام کرده است (امینیان فتیده و همکاران، ۱۳۸۷؛ حسین‌زاده صحافی، ۱۳۸۸).

مطالعات اندکی در زمینه توسعه اولیه لاروی این گونه از جمله تکوین چشم (Hasanpour et al. 2016)، جنین شناسی (Jafari et al. 2010) و استخوان‌شناسی (Farhang and Eagderi, 2019) انجام شده است، ولی تاکنون در مورد تکوین دستگاه‌های شیمیایی این گونه در مراحل اولیه تکوین مطالعه‌ای انجام نشده است.

دستگاه‌های شیمیایی-حسی، شامل دستگاه‌های بویایی و چشایی، در مراحل اولیه تکوین ماهیان اهمیت زیادی دارد (Kasumyan, 2011)، زیرا لارو ماهیان به دلیل عدم توسعه کامل اندام‌های مختلف پس از تخم‌گذاری به این دستگاه‌ها نیاز دارند تا بتوانند بقای خود را در این دوره که با تغییرات سریع زیستی، فیزیولوژیک و بوم‌شناختی همراه است، تضمین کنند. دستگاه بویایی در مراحل اولیه تکوین، فعالیت خود را پیش از حس چشایی شروع می‌کند (Kanwal and Finger, 1992; Hara, 1994). در بسیاری از ماهی‌ها دریافت محرک‌های چشایی دوران لاروی همزمان با شروع تغذیه خارجی آغاز می‌شود و با افزایش سن، طیف و محدوده مواد چشایی مؤثر افزایش می‌یابد (Kasumyan, 2011). جوانه‌های چشایی در واقع، پایه اندام گوارشی ماهیان هستند که علاوه بر حفره گوارشی، در تمام سطوح بدن نیز مشاهده می‌شوند. این جوانه‌ها اطلاعات شیمیایی را توسط سلول‌های پوششی دریافت و از طریق عصب کرانیال یا جمجمه‌ای به دستگاه عصبی مرکزی ارسال می‌کنند (Hara, 1994).

توجه به فقدان اطلاعات در مورد تکوین دستگاه‌های شیمیایی ماهی سفید دریای خزر، این مطالعه با هدف بررسی روند تکوین اندام‌های چشایی و بویایی این گونه از زمان تخم‌گذاری تا ۲۳ روز پس از آن به مرحله اجرا درآمد. از آنجا که شناخت مراحل اولیه تکوین هر گونه ماهی از ضروریات نخستین هر برنامه آبرزی‌پروری است، نتایج این تحقیق می‌تواند به بهینه‌سازی شرایط پرورش لارو ماهی سفید در طی مراحل اولیه تکوین کمک کند.

مواد و روش‌ها

نمونه‌های لاروی حاصل از تکثیر مصنوعی ۱۰ قطعه ماهی مولد ماده و ۲۰ قطعه مولد نر ماهی سفید از مرکز تکثیر و پرورش شهید رجایی ساری تهیه شدند. تخم‌های لقاح یافته در انکوباتورهای ۱۰ لیتری ویس با جریان آب‌شیرین و دمای ۲۲ درجه سانتی‌گراد، انکوبه شدند. شش روز بعد از تخم‌گذاری، تخم‌های تفریخ شده به مخازن ۲۰۰ لیتری جمع‌کننده منتقل شدند. بعد از ۳ روز با شروع تغذیه خارجی، ۳۰ هزار لارو (۳ لارو در لیتر) به یک استخر ۰/۱ هکتاری به ترتیب با شرایط دما، pH و اکسیژن $1/1 \pm 25$ درجه سانتی‌گراد، $0/3 \pm 8$ و $1 \pm 7/4$ میلی‌گرم در لیتر منتقل شدند. آب استخر به واسطه کوددهی اولیه، بخشی از غذای طبیعی را فراهم می‌کرد، ولی به منظور تأمین نیاز ماهی‌ها از روز ۷ پس از تخم‌گذاری تا انتهای دوره آزمایش، غذای مصنوعی برای لاروها بر مبنای آرد غلات و پروتئین ماهی فراهم شد.

تعداد ۵۰۰ نمونه لارو ماهی از روز ۱ تا ۲۳ پس از تخم‌گذاری، روزانه به صورت تصادفی از یک مجموعه ماهی نمونه‌برداری شد. نمونه‌ها پس از بیهوشی به تعداد مساوی در محلول بوئن بافری برای تهیه مقاطع بافت‌شناسی و در محلول گلو تار آلدئید برای تهیه تصاویر میکروسکوپ الکترونی تثبیت شدند. مقاطع بافتی به ضخامت ۵ میکرون با روش پرافینه کردن و رنگ آمیزی هماتوکسیلین آئوزین بر اساس روش پوستی و مرادی (۱۳۹۸) تهیه شد. این مقاطع توسط میکروسکوپ نوری Leica بررسی و با بزرگنمایی‌های مختلف با استفاده از دوربین دیجیتال Dino Capture متصل به میکروسکوپ، عکسبرداری شدند (Eagderi et al. 2013).

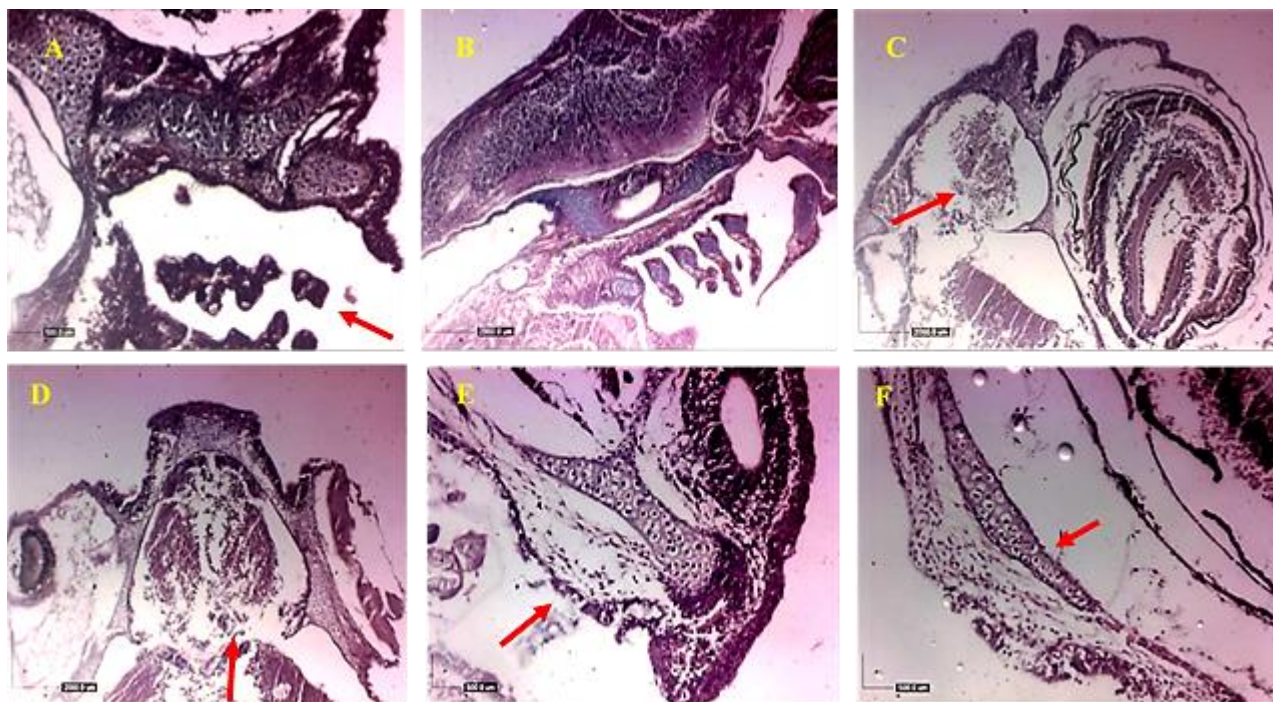
نمونه‌های تثبیت شده با گلو تار آلدئید پس از قرار دادن در دستگاه پوشش طلا (مدل SCD-005، بالتک آلمان) با میکروسکوپ الکترونی SEM (مدل XL30-Philips) با

در ۵ DPH، تعداد و اندازه جوانه‌های چشایی در حفره دهانی، لب‌ها و اطراف دهان توسعه یافته (شکل ۲E) و همچنین، سوراخ بینی نیز کاملاً شکل گرفته بود و در درون آن علاوه بر تعداد، حجم و اندازه سلول‌های بویایی نیز افزایش یافته بود (شکل ۳C). در ۶ DPH جوانه‌های چشایی در تمام سطوح لب گسترش، و اندازه آن‌ها افزایش یافته بود (شکل ۲F). در حفره بینی نیز سلول‌های بویایی تمام سطح داخلی را کاملاً فرا گرفته بودند (شکل ۳D). در ۷ DPH، افزایش تعداد و اندازه جوانه‌های چشایی همراه با سلول‌های بویایی در داخل حفره بینی ادامه داشت (شکل ۱C، D). ولی از روز ۸ DPH تا ۱۱ تعداد و اندازه جوانه‌های چشایی و سلول‌های بویایی تغییر چندانی را نشان نداد (شکل ۱E). با وجود این، در روز ۱۲ پس از تخم‌گذاری، جوانه‌های چشایی جدیدی به صورت پیش‌رس (Pre-mature) بر روی لب‌ها و داخل دهان مشاهده شدند (شکل ۲G) و در حفره بینی نیز توسعه بیشتر سلول‌های بینایی رویت شد (شکل ۳F). توسعه بعدی جوانه‌های چشایی در ۱۶ DPH مشاهده شد، اما هنوز بلوغ یا رشد نهایی آن‌ها کامل نشده بود (شکل ۱F)، در حالی که سلول‌های بویایی درون حفره بینی به رشد و بلوغ نهایی رسیده بودند (شکل ۳F). بلوغ کامل جوانه‌های چشایی در ۲۰ DPH مشاهده شد (شکل ۲H) و پس از آن تغییر قابل توجهی در تکوین جوانه‌های چشایی و سلول‌های گیرنده بویایی تا ۲۳ DPH مشاهده نشد.

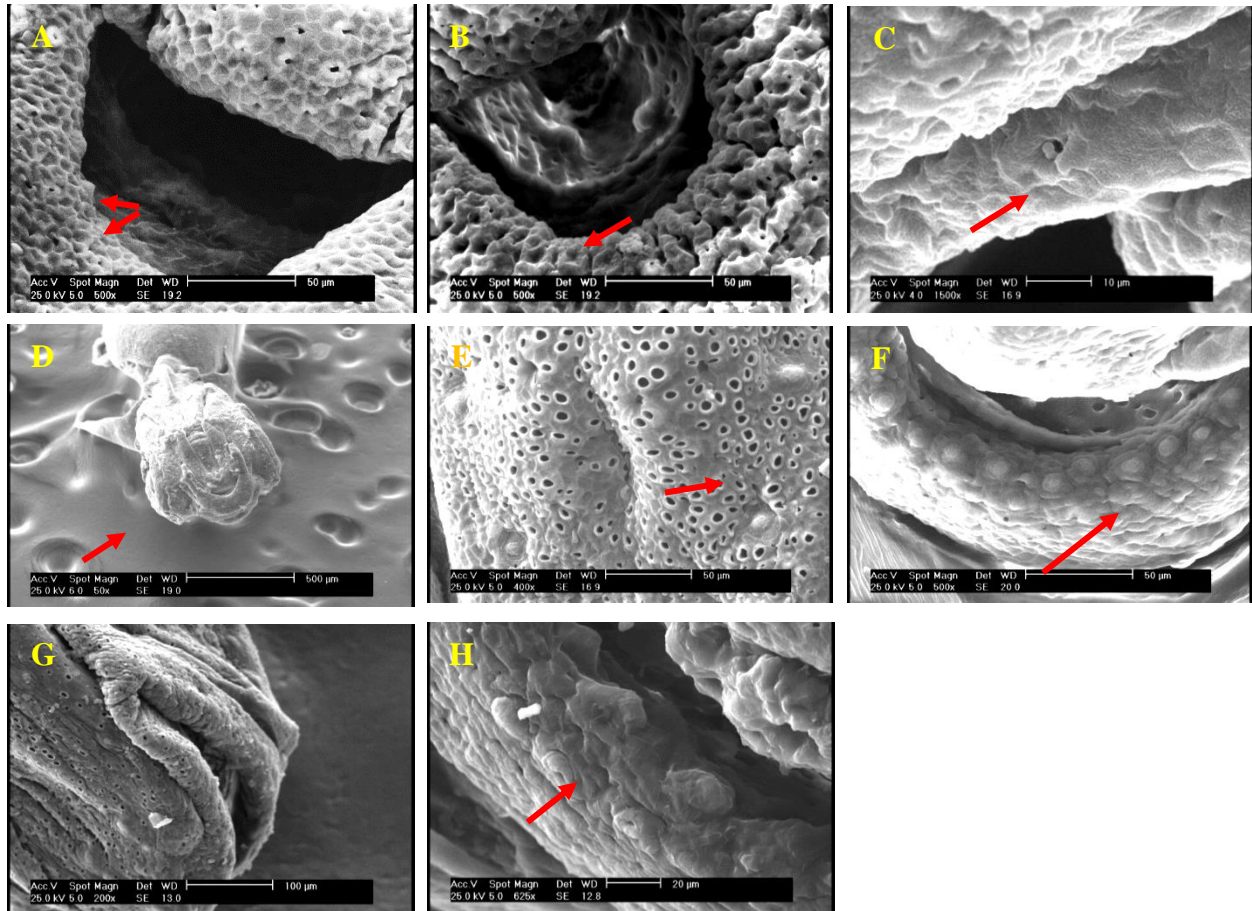
زوایای صفر، ۲۵ و ۳۰ درجه عکسبرداری شدند (مجازی امیری و همکاران، ۱۳۹۵).

نتایج

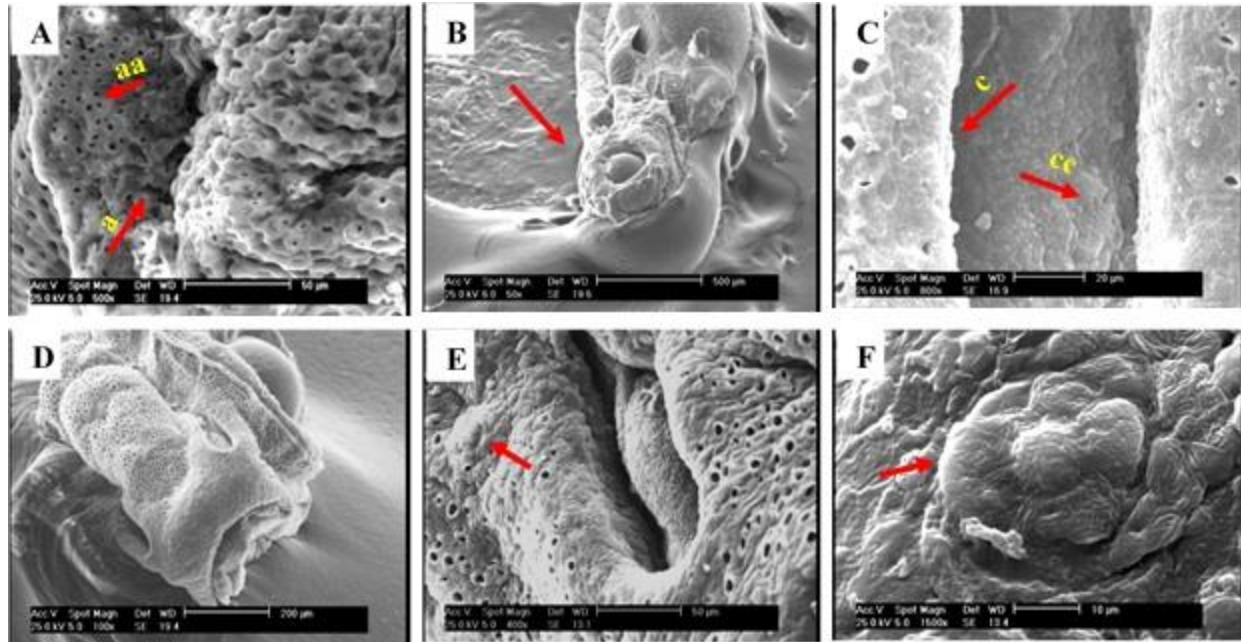
درازای کل و وزن لاروهای تازه تخم‌گذاری شده به ترتیب 0.6 ± 0.1 میلی‌متر و 7.3 ± 0.1 میلی‌گرم بود. نتایج نشان داد که در روز اول پس از تخم‌گذاری (DPH)، حفره دهانی بسته و اندام بویایی تشکیل شده بود (شکل ۱A). در این روز جوانه‌های چشایی بر روی لب‌ها و داخل دهان رویت نشد، اما اشکال ابتدایی آن‌ها در تصاویر میکروسکوپ الکترونی در اطراف دهان، در ابعاد بسیار کوچک قابل مشاهده بودند (شکل ۲B). شرایط در ۲ DPH مشابه روز ۱ DPH بود، اما تعداد بسیار کمی از جوانه‌های چشایی همراه با باز شدن دهان در دیواره آن نمایان شدند (شکل ۲B). در این روز سلول‌های گیرنده بویایی نیز قابل رویت بودند (شکل ۳A). در ۳ DPH، تعدادی جوانه چشایی بر روی لب‌ها قابل مشاهده بود (شکل ۲C). در این روز همچنین حفره بینی و سلول‌های بویایی آن از نظر تعداد، توسعه یافته بودند، اما از نظر اندازه سلولی با ۲ DPH تفاوتی نداشتند (شکل ۳A). در ۴ DPH، بر تعداد جوانه‌های چشایی بر روی لب‌ها به‌خصوص لب بالایی افزوده شد (شکل ۲D) و اندازه سلول‌های بویایی نیز افزایش یافت (شکل ۳B).



شکل ۱ تصاویر مقاطع بافت شناسی نواحی سر، بینی و دهان در ماهی سفید. (A) ساختار سر، بینی و تشکیل ناحیه خارجی دهان در روز ۱ DPH: حفره دهانی با انتهای بسته (پیکان قرمز)، (B) ساختار سر در ۳ DPH، (C) ساختار سر و دهان در ۷ DPH: جوانه‌های چشایی، (D) ساختار سر و حفره بینی در ۷ DPH: حفره بینی، (E) ساختار سر، دهان و بینی در ۹ DPH: جوانه‌های چشایی، (F) ساختار دهان و ناحیه بینی در ۱۶ DPH: سلول‌های بویایی.



شکل ۲ تصاویر میکروسکوپ الکترونی ساختار دهانی و جوانه‌های چشایی ماهی سفید. (A) ساختار دهانی در ۱ DPH: جوانه‌های چشایی خارجی بر روی لب‌ها، (B) ناحیه حفره دهانی و سطح درونی لب‌ها در ۲ DPH: جوانه‌های چشایی داخل دهانی، (C) سطح لب در ۳ DPH: جوانه چشایی بر روی لب‌ها، (D) ساختار جوانه چشایی در ۴ DPH: جوانه چشایی در سطح لب، (E) ساختار دهان و سلول‌های چشایی اطراف آن در ۵ DPH (پیکان قرمز) جوانه‌های چشایی، (F) ساختار لب‌ها و جوانه‌های چشایی در ۶ DPH (پیکان قرمز) جوانه‌های چشایی موجود در سطح لب‌ها، (G) ساختار دهان و جوانه‌های چشایی در ۱۲ DPH و (H) ساختار دهان و جوانه‌های چشایی در ۲۰ DPH (پیکان قرمز) جوانه‌های چشایی بالغ.



شکل ۳ تصاویر میکروسکوپ الکترونی حفره بینی و سلول‌های بویایی در ماهی سفید. (A) حفره بینی و سلول‌های سطح آن در ۳ DPH؛ حفره بینی (a) و سلول‌های بویایی (aa)، (B) سلول‌های سطح حفره بینی در ۴ DPH - (پیکان قرمز) سلول‌های بویایی، (C) دیواره داخلی حفره بینی و سلول‌های گسترش یافته در آن در ۵ DPH: دیواره حفره بینی (c) و سلول‌های بویایی (cc)، (D) ساختار سلول‌های داخل حفره بینی در ۶ DPH، (E) ساختار بینی در ۱۲ DPH (پیکان قرمز) سلول‌های بویایی رشد یافته و (F) ساختار بینی و سلول‌های گیرنده بویایی در ۱۶ DPH (پیکان قرمز) سلول بویایی کامل توسعه یافته.

اولیه اندام‌های چشایی و بویایی در ماهی سفید دریای خزر به عنوان یک گونه با ارزش اقتصادی بررسی شد. با توجه به اینکه اندام بویایی در بسیاری از ماهیان استخوانی قبل از حس چشایی تشکیل می‌شود، در ماهی سفید نیز اولین اندام حسی-شیمیایی بود که تکمیل شد (Hansen and Zielinski, 2005). در ماهی گورخری (*Danio rerio*) گیرنده‌های چشایی پس از تشکیل دستگاه بویایی (۴-۵ روز پس از لقاح)، شکل می‌گیرند و گیرنده‌ها و اعصاب بویایی نیز قبل از تخم‌گذاری (حدوداً ۲۴ تا ۳۰ ساعت بعد از لقاح) ظاهر می‌شوند (Hansen and Zeiske, 1993). به همین دلیل این احتمال وجود دارد که لارو تازه تخم‌گذاری شده، توانایی شناسایی غذا را دارد، ولی احتمالاً مزه را تشخیص نمی‌دهد.

همچنین، براساس نتایج مطالعه حاضر، در ماهی سفید بیشترین تراکم جوانه‌های چشایی در بافت پوششی لب، به خصوص لب بالایی، مشاهده شد که این موضوع مشابه گربه

بحث

حس بویایی در ماهیان از حس چشایی حساس‌تر است، ولی هر دو در تماس با مواد شیمیایی محلول در آب تحریک می‌شوند. تفاوت این دو حس تنها به واسطه محل قرار گرفتن گیرنده‌ها و همچنین مراکز تجزیه و تحلیل داده‌ها در مغز است. گیرنده‌های بویایی در داخل حفره بویایی یا بینی قرار دارند که حرکت جریان آب بر روی سلول‌های بویایی مژه‌دار یا دارای ریزپرزدار مستقر بر روی غنچه بویایی، بو را حس می‌کنند. سلول‌های بویایی زیادی بر روی سطح غنچه بویایی قرار دارند که تعداد آن‌ها برحسب گونه ماهی متفاوت است. جوانه یا غنچه چشایی در سطح پوست قرار دارد و در انتهای خارجی سلول‌های گیرنده ریزپرزدار واقع شده است. این جوانه‌ها در نواحی دهان و حلق ماهی‌ها متمرکز شده‌اند ولی در ساختارهایی مانند سیلیک تمرکز بیشتری دارند. این حس اساساً در شناسایی غذا و یا مواد مضر کاربرد دارد (ستاری، ۱۳۸۹). در این تحقیق، تکوین

روز یعنی جذب کیسه زرده توسعه می‌یابد تا لارو آماده کسب غذا شود. سپس جوانه‌های چشایی و سلول‌های بویایی یک توسعه تدریجی تا روز ۱۲ پس از تخم‌گذاری را نشان می‌دهد. این روز (DPH ۱۱-۱۲) همزمان با توسعه کامل دستگاه گوارش، با توسعه قابلیت شنا برای جستجوی غذا همراه است (قربانزاده، ۱۳۹۲). نتایج نشان داد که روند توسعه اندام‌های چشایی، با روند توسعه اندام‌های تغذیه‌ای ماهی سفید، همانند بسیاری از ماهیان استخوانی ارتباط نزدیک دارد (Osse and Boogaart, 1997; Yufera and Darias, 2007). توجه به بزرگ بودن چشم در بعد از تخم‌گذاری و همچنین فقدان سبیلک در ماهی سفید، به نظر می‌رسد چشم نقش مهمی در مراحل اولیه تغذیه این گونه ایفا می‌کند، اما به تدریج با افزایش سن، به دلیل تغییر تغذیه به بنتوزخواری در بعد از مراحل لاروی، نقش اندام‌های چشایی بیشتر می‌شود (قربانزاده، ۱۳۹۲) که این وضعیت با نتایج تحقیق حاضر همسویی دارد.

منابع

امینیان فتیده، ب.، حسین‌زاده صحافی، ه.، شعبانی، ع.، یغمایی، ف.، شفیع‌ی ثابت، س. ۱۳۸۷. تعیین مراحل رسیدگی جنسی ماهی سفید نر دریای مازندران با کمک شاخص‌های زیستی. نشریه علوم دانشگاه تربیت معلم ۸: ۱۲۰-۱۰۷.

پوستی، ا.، مرادی، ا. ۱۳۹۸. بافت شناسی مقایسه‌ای. دانشگاه تهران، تهران، ۴۵۸ ص.

رضوی صیاد، ب. ۱۳۷۴. ماهی سفید. موسسه تحقیقات و آموزش شیلات ایران، ۱۶۵ ص.

حسین‌زاده صحافی، ه. ۱۳۸۸. ارزیابی تاثیر مورفولین بر میزان بازگشت ماهی سفید *Rutilus frisii kutum*. انتشارات سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، موسسه تحقیقات شیلات ایران، پژوهشکده آبی‌پروری (آب‌های داخلی): ۸۰ ص.

ستاری، م. ۱۳۸۹. ماهی‌شناسی (۱). انتشارات حق‌شناس، رشت، ۸۸۴ ص.

قربانزاده، ق. ۱۳۹۲. بررسی آلومتری رشد و روند تغییرات شکلی و جیره غذایی در ماهی سفید بر اساس ریخت-

ماهی راه‌رونده (*Clarias batrachus*)، پیرانا (*Serrasalmus nattereri*) (Raji and Norozi, 2010)، ماهی گلی (*Pseudophoxinus antalyae*) (Cinar and Senol, 2005)، ماهی الکتریکی (*Malapterurus electricus*) و گربه ماهی آفریقایی (*Clarias lazera*) و گوپی (*Poecilia reticulata*) (Fishelson and Delarea, 2004) است. در گوپی‌ها جنس *Poecilia* بیشینه جوانه‌های چشایی در ابتدای حفره گوارشی، به‌خصوص بر روی لب‌ها و بیشترین تراکم در لب بالایی گزارش شده است (Fishelson and Delarea, 2004). بنابراین، به نظر می‌رسد که در لارو ماهی سفید نیز لب بالا نقش مهم‌تری در دریافت سیگنال‌های غذایی دارد. نتایج مطالعه حاضر، افزایش ناگهانی تعداد و اندازه سلول‌های چشایی و بویایی را به ترتیب در روزهای ۵ و ۱۲ پس از تخم‌گذاری نشان داد. با توجه به این نتایج، در ماهی سفید شکل‌گیری کامل اندام بویایی و گیرنده‌های چشایی در بخش‌های مختلف، در پنج روز از تخم‌گذاری هنگام شروع تغذیه خارجی کاملاً شکل گرفته بود که این زمان، مشابه ماهی باس دهان بزرگ (*Micropterus salmoides*) است (Hansen et al. 2002). همچنین مطالعات قبلی رشد آلومتری سر یا به عبارت دیگر افزایش نسبی سر به خصوص ناحیه پوزه را در DPH ۱۰-۵ نشان داده بود (قربانزاده، ۱۳۹۲) که با تکمیل اولیه تکوین اندام بویایی و گیرنده‌های چشایی هماهنگ است. تمایز ساختار لاروها و زمان‌بندی آن‌ها ارتباط نزدیکی با نیازمندی آن‌ها برای بقا دارد (Gisbert et al. 2014) و در این راستا ساختارهای تغذیه‌ای یک عامل محدود کننده است که بر مرگ و میر و بقای لاروها تأثیر به‌سزایی دارد (Baily and Houd, 1989). تغذیه خارجی از جمله مهم‌ترین دوره‌ها در مراحل اولیه تکوین است و بر بقای آتی ماهی‌ها تأثیر می‌گذارد (Yufera and Darias, 2007). از این‌رو، همزمانی شروع تغذیه فعال با تکمیل اولیه اندام‌های حسی چشایی، اولویت زمانی تکوین اولیه در لارو ماهی سفید است.

به دلیل فقدان عملکرد کسب غذا در لارو ماهی سفید، تغذیه آن‌ها تا روز پنج پس از تخم‌گذاری کاملاً به کیسه زرده وابسته است و تکوین اندام‌های چشایی و بویایی به سرعت قبل از این

ساختار اسپریماتوزوئید مارماهی دهان گرد خزری (*Caspiomyzon wagneri*). نشریه توسعه آبی-پروری ۱۰: ۱۵۹-۱۵۱.

Cinar, K., Senol, N. 2005. The distribution of external taste buds in flower fish (*Pseudophoxinus antalyae*). *Anatomia, Histologia, Embryologia* 34: 176-178.

Eagderi, S., Mojazi Amiri, B., Adriaens, D. 2013. Description of the ovarian follicle maturation of the migratory adult female bulatmai barbel (*Luciobarbus capito*, Gldenstdt 1772) in captivity. *Iranian Journal of Fisheries Sciences* 12: 550-560.

Farhang, P., Eagderi, S. 2019. Skeletal ontogeny of the caudal complex in Caspian Kutum, *Rutilus kutum* (Kamensky, 1901) (Teleostei: Cyprinidae) during early development. *Caspian Journal of Environmental Sciences* 17: 113-119.

Fishelson, L., Delarea, Y. 2004. Taste buds on the lips and mouth of some blenniid and gobiid fishes: comparative distribution and morphology. *Journal of Fish Biology* 65: 651-665.

Gisbert, E., Asgari, R., Rafiee, G., Agh, N., Eagderi, S., Eshaghzadeh, H., Alcaraz, C. 2014. Early development and allometric growth patterns of beluga *Huso huso* (Linnaeus, 1758). *Journal of Applied Ichthyology* 30: 1264-1272.

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

Hansen, A., Reutter, K., Zeiske, E. 2002. Taste bud development in the zebrafish, *Danio rerio*. *Developmental Dynamics* 223: 483-496.

Hansen, A., Zielinski, B.S. 2005. Diversity in the olfactory epithelium of bony fishes: Development, lamellar arrangement, sensory neuron cell types and transduction

سنجی هندسی در طی مراحل اولیه تکوینی. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تهران. ۸۸ ص.

مجازی امیری، ب.، ایگدری، س.، پورباقر، ه.، پورمقدم، م.، نعمتی مبین، ن. ۱۳۹۵. ریخت شناسی بافت بیضه و components. *Journal of Neurocytology* 34: 183-208.

Hara, T.J. 1994. Olfaction and gustation in fish: an overview. *Acta Physiologica Scandinavica* 152: 207-217.

Hasanpour, S., Eagderi, S., Hosseini, S.V., Jafari, M.H. 2016. Histological and allometric growth analysis of eye in Caspian kutum, *Rutilus kutum* Kamensky, 1901 (Teleostei: Cyprinidae) during early developmental stages. *International Journal of Aquatic Biology* 4: 295-300.

Jafari, M., Kamarudin, M.S., Saad, S.R., Arshad, A., Oryan, S., Tolouei, Guilani, M.H. 2010. Embryonic development of Caspian kutum, *Rutilus frisii kutum*. *Journal of the World Aquaculture Society* 41: 378-390.

Kanwal, J.S., Finger, T.E. 1992. Central representation and projections of gustatory systems, Fish Chemoreception. In: Hara T.J. (eds) *Fish Chemoreception*. Fish & Fisheries Series, vol 6. Springer, Dordrecht, 79-102.

Kasumyan, A.O. 2011. Functional development of chemosensory systems in the fish ontogeny. *Russian Journal of Developmental Biology* 42: 205-212.

Osse, J., Van Den Boogaart, J., Van Snik, G., Van Der Sluys., L. 1997. Priorities during early growth of fish larvae. *Aquaculture* 155: 249-258.

Raji, A.R., Norozi, E. 2010. Distribution of external taste buds in walking catfish (*Clarias batrachus*) and Piranha (*Serrasalmus nattereri*). *Journal of Applied Animal Research* 37: 49-52.

Yufera, M., Darias, M.J. 2007. The onset of exogenous feeding in marine fish larvae. *Aquaculture* 268: 53-63.

Early development of olfactory and taste organs in Caspian Kutum, *Rutilus kutum*, Kamensky, 1901

Soheil Eagderi*¹, Bagher Mojazi Amiri¹, Mahta Arabshahi¹, Changiz Makhdoom², Pegah Farhang¹

1- Department of Fisheries Sciences, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Alborz, Iran

2- Shahid Rajaii Propagation, Breeding and Restocking Center, Sari, Mazandaran, Iran

Received 6 May 2019; accepted 19 September 2019

Abstract

This study was conducted to assess the ontogeny of the olfactory and taste organs in Caspian Kutum, *Rutilus kutum*, from hatching up to 23 days post hatching (DPH). So that, the larvae were randomly sampled daily from 1 to 23 DPH. After fixation in buffered formalin and glutaraldehyde, the histological sections were prepared, then the olfactory and taste organs were examined using light and electron microscopies. The results exhibited complete nasal formation and the increasing number and size of the taste buds in the oral cavity, lips, as well as around the mouth on 5 DPH. In addition, on 12 DPH, further development of the olfactory cells and taste buds were observed. This increasing trend was continued until 16 DPH. According to the results, the olfactory organ was completed earlier than the taste one, and the number of taste buds was higher on the upper lip. The maturation of the taste buds was observed at 20 DPH. The results revealed that the development of chemical sense organs is closely related to the development of Caspian Kutum's gastrointestinal system.

Keywords: Caspian Sea, Ontogeny, Morphological development, Taste organ, Olfactory.

Corresponding author: soheil.eagderi@ut.ac.ir