

تکامل مراحل لاروی تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) با تأکید بر تعیین زمان

تغذیه فعال

مهین ایمانی^۱ و بهرام فلاحتکار^{۲*}^۱ ارومیه، دانشگاه ارومیه، دانشکده منابع طبیعی، گروه شیلات^۲ گیلان، صومعه‌سرا، دانشگاه گیلان، دانشکده منابع طبیعی، گروه شیلات

تاریخ پذیرش: ۹۵/۹/۱۵

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۲/۱۱



چکیده

این مطالعه به تعیین مراحل تکامل لاروی تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) با تأکید بر تعیین زمان تغذیه فعال این ماهی پرداخته است. در این بررسی نمونه‌برداری لاروها بصورت روزانه از زمان تفریخ تا روز بیست و ششم انجام شد. نمونه‌ها در فرمالین تثبیت و اندازه‌گیری‌های مربوطه همچون طول کل، طول کیسه زرده، طول باله‌ها و سبیلک‌ها، طول سر، قطر چشم، طول پوزه و دهان با استفاده از لوپ مجهز به میکرومتر انجام پذیرفت. طی این مطالعه، مشخص شد با افزایش سن، اندازه کیسه زرده کاهش یافته و در نهایت در روز پانزدهم پس از تفریخ با متوسط طول کل ۲۵/۷ میلی‌متر جذب می‌گردد. ملانین پلاگ در لاروها در دمای $1/3 \pm 20/2$ درجه سانتی‌گراد، چهار روز پس از تفریخ با متوسط طول کل ۱۵/۳ میلی‌متر در انتهای لوله گوارشی تجمع یافت، در روز هشتم پس از تفریخ با متوسط طول کل ۲۱/۳ میلی‌متر با باز شدن منفذ مخرج، توده ملانینی شروع به دفع شدن کرد و در روز دهم پس از تفریخ با متوسط طول کل ۲۲/۸ میلی‌متر به‌طور کامل دفع شد. با توجه به نتایج این بررسی جهت افزایش نرخ رشد و بازماندگی، افزایش مقاومت و همچنین جلوگیری از گرسنگی و هم‌نوع خواری لاروها، توصیه می‌شود تغذیه تاسماهی ایرانی در دمای ۲۰-۱۸ درجه سانتی‌گراد از روز ۱۰-۸ پس از تفریخ آغاز گردد.

واژه‌های کلیدی: تاسماهی ایرانی، تکامل مراحل لاروی، مورفولوژی، شروع تغذیه، رشد.

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۲۲۰۳۷۴۲۸، پست الکترونیکی: falahatkar@guilan.ac.ir

مقدمه

طبقه گونه‌های در معرض خطر قرار دارد (۲ و ۱۴). این روند رو به کاهش ناشی از عواملی چون صید بی‌رویه، صید غیرمجاز، تجمع آلاینده‌هایی مثل ضایعات نفتی که باعث اختلالات تولیدمثلی و ناهنجاری‌های ساختاری همچون تغییر فرم ظاهری و اعضای داخلی بدن در تاسماهیان (۵) می‌باشد. همچنین سدسازی روی رودخانه‌ها و محدود شدن آب‌های جاری، موجب جلوگیری از مهاجرت و تولیدمثل این ماهیان می‌شود (۱۸ و ۳۸). بنابراین، تکثیر و پرورش مصنوعی تاسماهیان یک روش

تاسماهیان (*Acipenseridae*) گروهی قدیمی و بازمانده ماهیان غضروفی- استخوانی هستند که از دوره ماقبل ژوراسیک وجود داشته‌اند. خانواده تاسماهیان دارای ۴ جنس و ۲۷ گونه هستند که ۱۷ گونه آن متعلق به جنس *Acipenser* (تاسماهی) می‌باشند و تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) یکی از گونه‌های مهم آن است (۳). این ماهی چون بطور عمده در خزر جنوبی و بویژه سواحل ایران یافت می‌شود به این اسم نامیده شده است (۴). ذخایر تاسماهیان به‌صورت روزافزونی همه‌ساله رو به کاهش است و در حال حاضر این گونه در لیست قرمز، در

می‌باشد (۲۱) و غذادهی به لارو ماهیان خاویاری باید درست بعد از خروج ملانین پلاگ آغاز شود (۱۸)، اما برخی چندان معتقد به این موضوع نبوده و شاخص‌های دیگری را ملاک قرار می‌دهند. مشخص شده که رشد و نمو ناقص پیش لاروها می‌تواند ناشی از عوامل نامساعد در مرحله پرورش باشد که این موضوع لزوم مطالعه جزئیات رشد و نمو طبیعی پیش‌لاروهای گونه‌های مختلف تاسماهیان و عوامل مؤثر بر ناهنجاری‌های مشاهده‌شده را طلب می‌کند (۱۸).

تاکنون تحقیقات متعددی در ارتباط با مراحل لاروی گونه‌های مختلف ماهیان خاویاری همچون زیست‌شناسی رشد و نمو تاسماهی روسی (*Acipenser gueldenstaedtii*) (۱۸)، رفتار لارو و تأثیر تغذیه اولیه بر رشد و بازماندگی تاسماهی سیبری (*Acipenser baerii*) (۲۳)، رشد و نمو در پرورش تاسماهی سیبری (۲۲)، تکامل و رفتار دو هیبرید حاصل از تلقیح تاسماهی روسی و سیبری در طول مراحل اولیه زندگی (۳۶)، تکامل جنینی تاسماهی پاروپوزه (*Scaphirhynchus platyrhynchus*) (۱۵)، تأثیر دمای آب در زمان تغذیه اولیه لاروهای تاسماهی ایرانی (۲۱) و تأثیر دمای آب تفریخگاه بر تکامل تخم، تفریخ و خروج ملانین پلاگ در تاسماهی سیبری (۳۳) انجام‌گرفته است، اما توجه چندانی به رشد و توسعه مراحل لاروی گونه‌های موجود در دریای خزر، خصوصاً تاسماهی ایرانی نشده است.

تاسماهی ایرانی از لحاظ اقتصادی و بومی بودن، جایگاه ویژه‌ای در فعالیتهای بازسازی ذخایر ایران دارد. مطالعات نشان داده، جهت رسیدن به الگوهای صحیح در بازسازی ذخایر و پرورش آبزیان، داشتن اطلاعات کامل از مراحل ابتدایی رشد و نمو امری ضروری به نظر می‌رسد. لذا این مطالعه باهدف بررسی مراحل تکامل لاروی و تعیین زمان شروع تغذیه خارجی تاسماهی ایرانی انجام‌شده است.

مواد و روشها

بسیار مهم برای بازسازی جمعیت‌های این ماهیان می‌باشد (۱).

لازمه موفقیت در تکثیر و پرورش ماهی، داشتن شناخت کامل از مراحل مختلف زندگی است. در میان مراحل مختلف رشد ماهی، مرحله لاروی که شامل انتقال از دوران جنینی (تغذیه با کیسه زرده و تنفس پوستی) به دوران پس از آن (تغذیه خارجی و تنفس برانشی) است یک مرحله حیاتی محسوب می‌شود (۱۰)، زیرا در مرحله گذار از تغذیه داخلی به یک منبع خارجی غذا، مرگ‌ومیر زیادی رخ می‌دهد (۱۰، ۲۳ و ۳۱). مراحل اولیه تکامل ماهیان دوره‌ای بسیار مهم است که به‌طور مستقیم روی رشد و بقای بچه ماهیان حاصله از نوزادها تأثیرگذار است (۱۲). در تاسماهیان تشخیص به‌موقع زمان شروع تغذیه فعال از دو جهت اهمیت دارد، اولاً اگر تغذیه تاسماهیان به تأخیر افتد، به خاطر کم‌غذایی، هم‌نوع خواری در آنها شیوع پیدا کرده و سبب مرگ‌ومیر و تلفات عمده‌ای می‌گردد (خصوصاً در فیل‌ماهی و تاسماهی) و یا این‌که ماهی‌ها گرسنه مانده و در اثر نبودن غذا ضعیف می‌شوند و زود از بین می‌روند (نظیر شیپ و ازون برون). ثانیاً در تغذیه فعال لارو ماهیان خاویاری، از ناپلیوس آرتمیا که یک غذای گران‌قیمت است استفاده می‌شود. بنابراین، شروع تغذیه لاروها قبل از زمان واقعی تغذیه فعال باعث بالا رفتن هزینه پرورش می‌شود (۱).

برای تعیین زمان شروع تغذیه فعال در لارو ماهیان خاویاری از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود. در این بین، تغییر رفتار لاروها در مرحله شروع تغذیه فعال نکته مهمی است. این تغییر رفتار از مرحله سکون در کف به مرحله حرکت و شناگری با جذب کیسه زرده هم‌زمان است (۱۱). همچنین در روده ماهیان خاویاری، ماده سیاه‌رنگی وجود دارد که به آن ملانین پلاگ (Melanin plug) اطلاق می‌شود، به‌طوری‌که در تاسماهیان خروج ملانین پلاگ به‌عنوان شاخصی برای تعیین زمان شروع تغذیه فعال

نتایج به‌صورت میانگین \pm انحراف معیار و در سطح اطمینان ۹۵ درصد ($P < 0/05$) ارائه شده‌اند.

نتایج

نتایج اندازه‌گیری‌های مورفومتریک بر روی بدن لاروها طی ۲۶ روز پرورش نشان داد اکثر شاخص‌های مورد اندازه‌گیری دارای روند صعودی و افزایش معنی‌دار می‌باشند، بطوری که طول کل در روز اول پس از تفریخ ۱۱ میلی‌متر و در روز بیست و ششم ۳۲ میلی‌متر بود. این در حالی است که اندازه کیسه زرده به تدریج کاهش یافت و در روز پانزدهم پس از تفریخ با طول کل ۲۵/۷ میلی‌متر به‌طور کامل جذب شد (جدول ۱). با توجه به اهمیت دفع ملانین پلاگ و جذب کیسه زرده در تعیین زمان تغذیه خارجی، مشخص شد با جذب کیسه زرده بتدریج ملانین پلاگ تولیدشده و در روز چهارم پس از تفریخ با طول کل ۱۵/۳ میلی‌متر در انتهای روده گوارشی تجمع یافت، در روز هشتم و نهم پس از تفریخ شروع به دفع شدن کرد و در روز دهم پس از تفریخ با طول کل ۲۲/۸ میلی‌متر بطور کامل دفع گردید.

تفریخ انبوه (لاروهای یک‌روزه): لاروها در این مرحله با متوسط طول کل ۱۱ میلی‌متر از تخم بیرون آمده، دارای کیسه زرده بیضی‌شکل با طول ۴/۴ میلی‌متر بوده (جدول ۱) که به کف مخزن سقوط کرده و بصورت توده‌ای در کف مخزن تجمع یافتند. چشم‌ها از همان ابتدای تفریخ وجود داشته، اما بدون رنگدانه بودند، سر به سمت پایین خمیده (نسبت به محور افقی بدن) و نوتوکورد بصورت مستقیم بود. لاروها فاقد شکاف دهان و شکاف آبششی بودند. به‌غیر از باله سینه‌ای که به حالت یک برآمدگی روی کیسه زرده قابل مشاهده است، بقیه باله‌ها تشکیل نشده بود (شکل ۱).

لارو دو تا پنج روز پس از تفریخ: کیسه زرده نسبت به

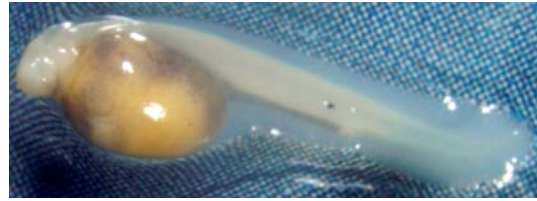
لارو یک‌روزه اندکی کشیده‌تر شده و از نظر اندازه با آنها

نمونه‌برداری: لاروهای تازه تفریخ شده حاصل تکثیر مصنوعی مولدین وحشی (یک عدد ماهی ماده و دو عدد ماهی نر) در سال ۱۳۸۹ از مجتمع تکثیر و بازسازی ذخایر ماهیان خاویاری شهید دکتر بهشتی، به مرکز تکثیر و بازسازی ذخایر ماهیان دریایی شادروان دکتر یوسف‌پور سیاهکل (گیلان، ایران) منتقل و از روز اول تفریخ تا روز بیست و ششم به‌صورت روزانه نمونه‌برداری شده و در هر مقطع زمانی ۵۰ عدد لارو بطور تصادفی برداشت و به ظروف پلاستیکی درب‌دار محتوی ۴٪ فرمالین منتقل شدند (۳۷). در طی این دوره، ماهیان در مخازن بتونی گرد با ارتفاع آبیگری ۲۰ سانتی‌متر و قطر ۱/۸۵ سانتی‌متر در دمای $20/2 \pm 1/3$ درجه سانتی‌گراد مورد پرورش قرار گرفته و طی روزهای ۱۰-۷ با ناپلیوس تازه تفریخ شده آرتمیا و از روز ۱۱ با دافنی مورد تغذیه قرار گرفتند.

بیومتری لاروها: نمونه‌ها جهت بررسی روند رشد و نمو مراحل لاروی و بیومتری به آزمایشگاه تحقیقاتی گروه شیلات دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان انتقال یافتند. سپس از نمونه‌های فیکس شده در داخل هر یک از ظروف، بطور تصادفی سه عدد لارو انتخاب و برای بیومتری روی پتری دیش قرار داده شدند. اندازه‌گیری پارامترهای موردنظر همچون طول کیسه زرده، طول کل، طول سر، طول باله‌ها، طول سیبک‌ها، قطر چشم، طول دهان و پوزه (۱۵، ۶ و ۳۶) توسط لوپ مجهز به میکرومتر M6C-10 و عکس‌برداری نمونه‌ها بوسیله لوپ SZX12 انجام پذیرفت. تغییرات مورفولوژیک در هرروز موردبررسی و ثبت قرار گرفت.

تجزیه و تحلیل آماری: پس از کنترل نرمال بودن داده‌ها و همگنی واریانس‌ها از طریق تست‌های Kolmogorov-Smirnov و Levene، وجود تفاوت آماری معنی‌دار بین گروه‌ها با استفاده از برنامه نرم‌افزاری SPSS 18 از طریق آنالیز واریانس یک‌طرفه (One-Way ANOVA) توسط آزمون چند دامنه دانکن (Duncan) مشخص شد (۴۰).

تفاوت معنی‌داری نداشت ($P > 0.05$).

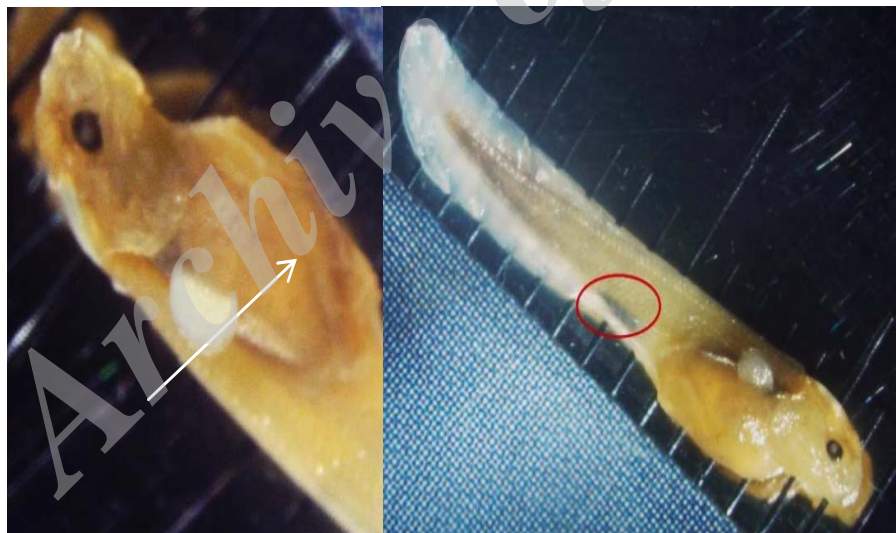


شکل ۱- لارو تاسماهی ایرانی یک روز پس از تفریخ (بزرگنمایی

(x10)

باله‌ها به شکل چین‌باله بودند و با افزایش سن لاروها به شکل جوانه از چین‌باله تفکیک شدند. انتهای نوتوکورد شروع به انحنا به سمت بالا کرده و در لارو سه‌روزه، اندازه کیسه زرده در حال کاهش بوده و سر کم‌کم از حالت خمیدگی درآمده و مستقیم شد. در روز چهارم، سر با طول ۲/۹ میلی‌متر کاملاً به حالت مستقیم درآمد (جدول ۱). با جذب کیسه زرده به تدریج ملانین پلاگ تولیدشده و در روز چهارم پس از تفریخ با طول کل ۱۵/۳ میلی‌متر در انتهای روده گوارشی تجمع یافت (شکل ۲، الف). جوانه باله‌های پشتی، شکمی و مخرجی به ترتیب در روز چهارم با طول ۱/۹ میلی‌متر، روز چهارم با طول ۰/۸ میلی‌متر و روز پنجم پس از تفریخ با طول ۱/۵۳ میلی‌متر ظاهر شدند. باله دمی شروع به تفکیک از باله پشتی و مخرجی کرد (جدول ۲). پنج روز پس از تفریخ، کیسه زرده توسط یک فرورفتگی در اپیدرم، به دو قسمت تقسیم شد (شکل ۲، ب).

چشم‌ها در روز دوم پس از تفریخ با طول ۰/۴ میلی‌متر رنگدانه‌دار شدند و سبیلک‌های کناری و میانی در روز دوم پس از تفریخ بترتیب با طول ۰/۸ میلی‌متر و ۰/۱ میلی‌متر به صورت چهار برآمدگی در سطح زیرین سر نمایان شدند (جدول ۳). دهان لاروها در روز دوم پس از تفریخ با طول ۰/۹ میلی‌متر شکاف‌دار شد (جدول ۳). همه باله‌ها به‌غیر از باله سینه‌ای که از ابتدا به شکل یک برآمدگی بر روی کیسه زرده قابل مشاهده بود و در روز دوم پس از تفریخ با طول ۰/۸ میلی‌متر به شکل جوانه نمایان شد، بقیه



ب

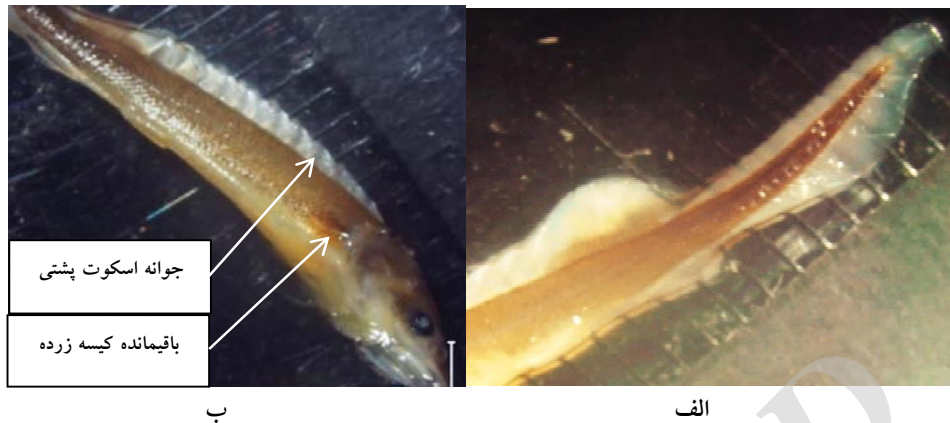
الف

شکل ۲- تجمع ملانین پلاگ در انتهای روده (بزرگنمایی x7) (الف) و فرورفتگی در کیسه زرده لارو تاسماهی ایرانی (بزرگنمایی x10) (ب)

شروع به دفع شدن کرد. در لارو ده‌روزه با طول کل ۲۲/۸ میلی‌متر، توده رنگدانه سیاه‌رنگ بطور کامل دفع شد ولی کیسه زرده هنوز بطور کامل جذب نشد (جدول ۱). در این مدت صفحات استخوانی (Scutes) پشتی به شکل جوانه

لارو شش تا ده روز پس از تفریخ: باله دمی از باله پشتی و مخرجی تفکیک‌شده (شکل ۳، الف) و بقیه باله‌ها و اندام‌ها در حال تکامل بودند. در روز هشت تا نه پس از تفریخ، اندام‌ها در حال توسعه بودند و توده رنگدانه سیاه

شروع به ظاهر شدن کردند (شکل ۳، ب).



شکل ۳- باله‌های تفکیک یافته (بزرگنمایی $\times 10$) (الف)، لارو تاسماهی ایرانی ده روز پس از تفریخ (بزرگنمایی $\times 7$) (ب)

روزهای ۱۳-۱۴ به کمترین میزان خود ($0.4-0.2$ میلی‌متر) رسید (جدول ۱) و روز پانزدهم بطور کامل جذب شد (شکل ۴).

لارو یازده تا پانزده روز پس از تفریخ: صفحات استخوانی پشتی در طی این زمان تشکیل یافت. از روز دوازدهم تا چهاردهم پس از تفریخ، اندازه همه اندام‌ها در حال افزایش بودند به‌غیر از کیسه زرده که روند کاهشی داشت و در



شکل ۴- نمای شکمی و جانبی از لارو تاسماهی ایرانی ۱۵ روز پس از تفریخ (بدون کیسه زرده) (بزرگنمایی $\times 10$)

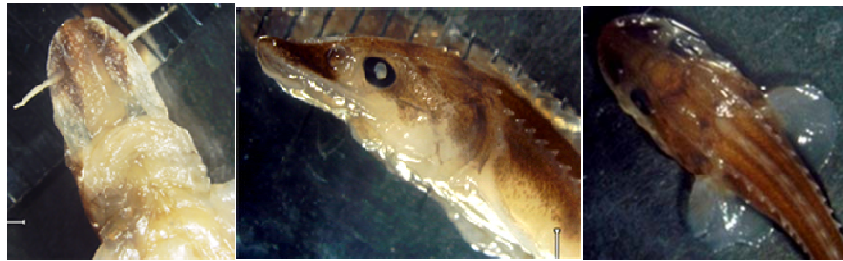
شکل‌گیری بود و در روز نوزدهم پس از تفریخ به‌طور واضح مشخص شدند. در روز بیستم با طول کل $29/5$ میلی‌متر جوانه‌های صفحات استخوانی شکمی شروع به شکل‌گیری کردند (شکل ۵).

لارو شانزده تا بیست روز پس از تفریخ: لاروهای بدون کیسه زرده در حال رشد بوده و کم‌کم صفحات استخوانی بدن تکامل یافتند. در روز هجدهم با طول کل $27/9$ میلی‌متر جوانه‌های صفحات استخوانی جانبی در حال



شکل ۵- جوانه‌های اسکوت بدن لارو تاسماهی ایرانی (بزرگنمایی الف و ب $\times 7/5$ و ج $\times 7$)

لارو بیست‌ویک تا بیست‌وشش روز پس از تفریخ: در شکمی و پشتی لاروها با متوسط طول کل ۳۲/۰۵ میلی‌متر این مرحله همه اندام‌ها و صفحات استخوانی جانبی، به‌طور کامل شکل گرفت (جدولهای ۱ تا ۳، شکل ۶).



ج

الف

ب

شکل ۶- نمای پشتی (الف)، جانبی (ب) و شکمی (ج) لارو تکامل‌یافته تاسماهی ایرانی (بزرگنمایی $\times 10$)

جدول ۱- فاکتورهای اندازه‌گیری شده در لارو تاسماهی ایرانی طی روزهای ۱-۲۶ پس از تفریخ (میانگین \pm انحراف معیار)

روزهای پس از تفریخ	طول کل (میلی‌متر)	طول کیسه زرده (میلی‌متر)	طول سر (میلی‌متر)	قطر چشم (میلی‌متر)
۱	۱۰/۹۷ \pm ۰/۹۶ ^o	۴/۴۰ \pm ۰/۱۴ ^a	۱/۳۳ \pm ۰/۴۰ ^m	۰/۳۰ \pm ۰/۰۳ ^m
۲	۱۴/۱۰ \pm ۰/۳۶ ⁿ	۴/۳۷ \pm ۰/۳۲ ^a	۲/۰۳ \pm ۰/۲۱ ^l	۰/۴۰ \pm ۰/۰۳ ^{lm}
۳	۱۴/۶۰ \pm ۰/۳۶ ⁿ	۴/۲۵ \pm ۰/۳۵ ^a	۲/۲۳ \pm ۰/۰۶ ^{kl}	۰/۵۰ \pm ۰/۰۳ ^{kl}
۴	۱۵/۲۷ \pm ۰/۲۵ ^{mn}	۴/۱ \pm ۰/۷۸ ^a	۲/۸۷ \pm ۰/۵۰ ^{jk}	۰/۵۳ \pm ۰/۰۶ ^k
۵	۱۷/۲۰ \pm ۰/۲۶ ^{lm}	۳/۱۷ \pm ۰/۲۹ ^b	۳/۲۷ \pm ۰/۲۳ ^{ij}	۰/۶۰ \pm ۰/۰۳ ^{jk}
۶	۱۸/۴۷ \pm ۰/۹۱ ^{kl}	۲/۶۰ \pm ۰/۱۰ ^c	۳/۳۰ \pm ۰/۲۰ ^{ij}	۰/۶۷ \pm ۰/۰۶ ^{ij}
۷	۲۰/۰۰ \pm ۰/۰۳ ^{jk}	۱/۳۰ \pm ۰/۲۶ ^d	۳/۹۳ \pm ۰/۱۲ ⁱ	۰/۷۷ \pm ۰/۰۶ ^{hi}
۸	۲۱/۳۳ \pm ۰/۷۳ ^{ij}	۱/۰۷ \pm ۰/۱۲ ^{de}	۴/۶۷ \pm ۰/۱۵ ^{hi}	۰/۸۳ \pm ۰/۰۶ ^{gh}
۹	۲۱/۹۰ \pm ۰/۱۷ ^{ij}	۰/۹۳ \pm ۰/۱۲ ^{def}	۴/۹۳ \pm ۰/۱۲ ^h	۰/۹۰ \pm ۰/۰۳ ^{fg}
۱۰	۲۲/۸۳ \pm ۰/۷۶ ^{hi}	۰/۹۰ \pm ۰/۱۷ ^{def}	۵/۰۰ \pm ۰/۰۳ ^h	۰/۹۳ \pm ۰/۰۶ ^{efg}
۱۱	۲۳/۳۷ \pm ۰/۲۳ ^{ghi}	۰/۸۰ \pm ۰/۲۸ ^{ef}	۵/۳۳ \pm ۰/۲۱ ^h	۱/۰۰ \pm ۰/۰۳ ^{ef}
۱۲	۲۳/۵۰ \pm ۰/۰۳ ^{ghi}	۰/۶۰ \pm ۰/۰۳ ^{fg}	۵/۸۷ \pm ۱/۱۵ ^{fg}	۱/۰۰ \pm ۰/۰۳ ^{ef}
۱۳	۲۴/۶۰ \pm ۰/۵۳ ^{fgh}	۰/۳۵ \pm ۰/۰۳ ^{gh}	۶/۳۳ \pm ۰/۵۸ ^{ef}	۱/۰۳ \pm ۰/۰۶ ^{de}
۱۴	۲۵/۵۷ \pm ۱/۴۰ ^{efg}	۰/۲۰ \pm ۰/۰۳ ^h	۶/۵۰ \pm ۰/۵۰ ^{def}	۱/۰۳ \pm ۰/۰۶ ^{de}
۱۵	۲۵/۷ \pm ۱/۴۷ ^{efg}	-	۶/۷۰ \pm ۰/۴۲ ^{de}	۱/۰۳ \pm ۰/۰۶ ^{de}
۱۶	۲۶/۲۵ \pm ۱/۰۶ ^{ef}	-	۶/۷۳ \pm ۰/۴۶ ^{de}	۱/۱۳ \pm ۰/۱۵ ^{cd}
۱۷	۲۶/۶۷ \pm ۱/۱۵ ^{def}	-	۷/۰۰ \pm ۰/۰۳ ^{cde}	۱/۱۷ \pm ۰/۰۶ ^c
۱۸	۲۷/۸۷ \pm ۲/۲۰ ^{cde}	-	۷/۰۳ \pm ۰/۷۲ ^{cde}	۱/۱۵ \pm ۰/۰۷ ^{cd}
۱۹	۲۸/۶۵ \pm ۲/۳۳ ^{cd}	-	۷/۲۳ \pm ۰/۴۰ ^{cd}	۱/۱۵ \pm ۰/۰۷ ^{cd}
۲۰	۲۹/۵۰ \pm ۱/۴۱ ^{bc}	-	۷/۷۰ \pm ۰/۳۶ ^{bc}	۱/۲۰ \pm ۰/۰۳ ^{bc}
۲۱	۳۰/۰۰ \pm ۱/۷۳ ^{abc}	-	۸/۰۰ \pm ۰/۰۳ ^{ab}	۱/۲۳ \pm ۰/۰۶ ^{bc}
۲۲	۳۱/۱۵ \pm ۱/۶۳ ^{ab}	-	۸/۰۰ \pm ۰/۷۱ ^{ab}	۱/۲۳ \pm ۰/۰۶ ^{bc}
۲۳	۳۱/۵۰ \pm ۲/۱۲ ^{ab}	-	۸/۱۵ \pm ۰/۷۸ ^{ab}	۱/۳۰ \pm ۰/۱۴ ^{ab}
۲۴	۳۱/۵۰ \pm ۲/۱۲ ^{ab}	-	۸/۳۵ \pm ۰/۴۹ ^{ab}	۱/۲۵ \pm ۰/۰۷ ^{bc}

$1/25 \pm 0.07^{bc}$	$8/50 \pm 0.42^a$	-	$31/90 \pm 1/98^a$	۲۵
$1/40 \pm 0.0^a$	$8/54 \pm 0.63^a$	-	$32/05 \pm 2/19^a$	۲۶

اعداد با حروف متفاوت در هر ستون دارای اختلاف آماری می‌باشند ($P < 0.05$).

جدول ۲- اندازه باله‌ها در لارو تاسماهی ایرانی طی روزهای ۱-۲۶ پس از تفریخ (میانگین \pm انحراف معیار)

روزهای پس از تفریخ	طول باله پشتی (میلی‌متر)	طول باله سینه‌ای (میلی‌متر)	طول باله شکمی (میلی‌متر)	طول باله منخرجی (میلی‌متر)	طول باله دمی (میلی‌متر)
۱	0 ± 0^i	0 ± 0^m	0 ± 0^l	0 ± 0^n	0 ± 0^j
۲	$1/47 \pm 0.15^h$	0.75 ± 0.07^l	0.47 ± 0.06^k	$1/03 \pm 0.06^m$	$3/20 \pm 0.20^i$
۳	$1/67 \pm 0.15^{gh}$	0.77 ± 0.38^l	0.63 ± 0.15^{jk}	$1/27 \pm 0.06^{lm}$	$3/47 \pm 0.25^i$
۴	$1/87 \pm 0.06^{fg}$	$1/20 \pm 0.10^{kl}$	0.83 ± 0.21^{jk}	$1/37 \pm 0.06^{klm}$	$3/37 \pm 0.21^i$
۵	$2/10 \pm 0.14^{ef}$	$1/33 \pm 0.15^k$	1.07 ± 0.12^{ij}	$1/53 \pm 0.06^{jklm}$	$4/60 \pm 0.53^h$
۶	$2/10 \pm 0.14^{ef}$	$1/67 \pm 0.21^{ij}$	1.06 ± 0.12^{ij}	$1/70 \pm 0.26^{ijklm}$	$5/37 \pm 0.45^g$
۷	$2/33 \pm 0.23^e$	$2/00 \pm 0.0^hi$	$1/40 \pm 0.14^{hi}$	$1/95 \pm 0.07^{ijkl}$	$5/90 \pm 0.17^g$
۸	$2/93 \pm 0.12^d$	$2/17 \pm 0.06^h$	$1/40 \pm 0.10^{hi}$	$2/00 \pm 0.52^{hijk}$	$6/73 \pm 0.25^f$
۹	$3/00 \pm 0.0^d$	$2/40 \pm 0.26^{gh}$	$1/53 \pm 0.12^{ghi}$	$2/10 \pm 0.0^{ghijk}$	$7/63 \pm 0.25^e$
۱۰	$3/03 \pm 0.06^d$	$2/83 \pm 0.15^{fg}$	$1/80 \pm 0.26^{fgh}$	$2/10 \pm 0.14^{ghijk}$	$7/63 \pm 0.32^e$
۱۱	$3/03 \pm 0.06^d$	$2/93 \pm 0.12^{ef}$	$1/83 \pm 0.29^{efgh}$	$2/20 \pm 0.36^{fghij}$	$7/83 \pm 0.30^{de}$
۱۲	$3/17 \pm 0.06^{cd}$	$3/00 \pm 0.0^{ef}$	$1/90 \pm 0.17^{efg}$	$2/27 \pm 0.12^{efghij}$	$7/90 \pm 0.12^{cde}$
۱۳	$3/20 \pm 0.10^{cd}$	$3/03 \pm 0.06^{ef}$	$2/13 \pm 0.32^{def}$	$2/23 \pm 0.46^{fghij}$	$7/97 \pm 0.15^{bcde}$
۱۴	$3/40 \pm 0.14^{bc}$	$3/20 \pm 0.14^{ef}$	$2/15 \pm 0.07^{def}$	$2/30 \pm 0.35^{efghi}$	$8/00 \pm 0.46^{bcde}$
۱۵	$3/50 \pm 0.14^{bc}$	$3/27 \pm 0.30^{def}$	$2/17 \pm 0.15^{def}$	$2/43 \pm 0.12^{defghi}$	$8/30 \pm 0.52^{abcde}$
۱۶	$3/55 \pm 0.21^b$	$3/35 \pm 0.35^{def}$	$2/33 \pm 0.06^{cde}$	$2/73 \pm 0.30^{cdefgh}$	$8/30 \pm 0.28^{abcde}$
۱۷	$3/57 \pm 0.12^b$	$3/43 \pm 0.35^{de}$	$2/30 \pm 0.28^{cdef}$	$2/83 \pm 0.29^{bcdefg}$	$8/30 \pm 0.28^{abcde}$
۱۸	$3/65 \pm 0.21^b$	$3/45 \pm 0.63^{de}$	$2/50 \pm 0.36^{cd}$	$2/87 \pm 0.23^{abcdef}$	$8/40 \pm 0.14^{abcd}$
۱۹	$3/70 \pm 0.26^b$	$3/43 \pm 0.49^{de}$	$2/60 \pm 0.56^{bcd}$	$3/00 \pm 0.0^{abcde}$	$8/55 \pm 0.21^{abcd}$
۲۰	$4/10 \pm 0.10^a$	$3/77 \pm 0.49^{cd}$	$2/70 \pm 0.26^{bc}$	$3/15 \pm 0.21^{abcd}$	$8/57 \pm 0.40^{abcd}$
۲۱	$4/10 \pm 0.14^a$	$4/05 \pm 0.07^{bc}$	$2/70 \pm 0.52^{bc}$	$3/30 \pm 0.14^{abc}$	$8/60 \pm 0.30^{abc}$
۲۲	$4/15 \pm 0.21^a$	$4/05 \pm 0.07^{bc}$	$2/70 \pm 0.44^{bc}$	$3/35 \pm 0.21^{abc}$	$8/70 \pm 0.52^{ab}$
۲۳	$4/20 \pm 0.21^a$	$4/15 \pm 0.21^{abc}$	$3/10 \pm 0.14^{ab}$	$3/45 \pm 0.07^{abc}$	$8/70 \pm 0.61^{ab}$
۲۴	$4/20 \pm 0.35^a$	$4/20 \pm 0.28^{abc}$	$3/10 \pm 0.14^{ab}$	$3/50 \pm 0.28^{ab}$	$8/70 \pm 0.42^{ab}$
۲۵	$4/20 \pm 0.26^a$	$4/50 \pm 0.0^{ab}$	$3/10 \pm 0.28^{ab}$	$3/50 \pm 0.87^{ab}$	$8/70 \pm 0.42^{ab}$
۲۶	$4/23 \pm 0.40^a$	$4/60 \pm 0.0^a$	$3/30 \pm 0.0^a$	$3/60 \pm 0.95^a$	$8/87 \pm 0.65^a$

اعداد با حروف متفاوت در هر ستون دارای اختلاف آماری می‌باشند ($P < 0.05$).

بحث

طول کل ۱۱ میلی‌متر به علت سنگینی کیسه زرده در کف حوضچه تجمع می‌یافتند.

در مطالعه حاضر، لاروها در زمان تفریخ انبوه با متوسط

جدول ۳- اندازه سبیلک‌ها، دهان و پوزه در لارو تاسماهی ایرانی طی روزهای ۱-۲۶ پس از تفریخ (میانگین \pm انحراف معیار)

روزهای پس از تفریخ	طول سبیلک کناری (میلی‌متر)	طول سبیلک میانی (میلی‌متر)	اندازه (طول) دهان (میلی‌متر)	طول پوزه (میلی‌متر)
۱	۰ ± ۰ ^j	۰ ± ۰ ⁱ	۰ ± ۰ ^l	۰/۴۳ ± ۰/۰۶ ^m
۲	۰/۷۵ ± ۰/۰۷ ^{ij}	۰/۱۳ ± ۰/۰۶ ^{hi}	۰/۸۷ ± ۰/۰۶ ^k	۰/۵۳ ± ۰/۰۶ ^{lm}
۳	۰/۷۷ ± ۰/۰۳ ^{hi}	۰/۳۳ ± ۰/۰۶ ^{gh}	۱/۰۷ ± ۰/۱۳ ^k	۰/۶۳ ± ۰/۰۶ ^{klm}
۴	۱/۲۰ ± ۰/۱۰ ^h	۰/۴۳ ± ۰/۱۲ ^g	۱/۴۷ ± ۰/۰۶ ^{kl}	۰/۸۷ ± ۰/۰۶ ^{kl}
۵	۱/۳۳ ± ۰/۱۵ ^g	۰/۶۰ ± ۰/۱۰ ^g	۱/۶۷ ± ۰/۱۵ ^j	۰/۹۷ ± ۰/۱۲ ^{jk}
۶	۱/۶۷ ± ۰/۲۱ ^f	۰/۹۳ ± ۰/۰۶ ^f	۱/۹۷ ± ۰/۰۶ ⁱ	۱/۰۳ ± ۰/۰۶ ^{jk}
۷	۲/۰۰ ± ۰ ^{ef}	۱/۰۰ ± ۰/۱۰ ^f	۲/۱۳ ± ۰/۱۵ ^{hi}	۱/۱۷ ± ۰/۱۲ ^{ij}
۸	۲/۱۷ ± ۰/۰۶ ^{ef}	۱/۳۷ ± ۰/۱۵ ^e	۲/۳۳ ± ۰/۱۵ ^{gh}	۱/۴۷ ± ۰/۰۶ ^{hi}
۹	۲/۴۰ ± ۰/۲۶ ^e	۱/۳۵ ± ۰/۰۷ ^e	۲/۴۳ ± ۰/۱۲ ^g	۱/۵۰ ± ۰ ^{hi}
۱۰	۲/۸۳ ± ۰/۱۵ ^d	۱/۴۸ ± ۰/۰۳ ^e	۲/۶۰ ± ۰/۲۶ ^{fg}	۱/۷۳ ± ۰/۲۱ ^{gh}
۱۱	۲/۹۳ ± ۰/۱۲ ^d	۱/۵۷ ± ۰/۰۶ ^{de}	۲/۶۰ ± ۰ ^{fg}	۱/۸۷ ± ۰/۳۲ ^{gh}
۱۲	۳/۰۰ ± ۰ ^d	۱/۵۷ ± ۰/۱۲ ^{de}	۲/۸۷ ± ۰/۲۵ ^{ef}	۱/۹۷ ± ۰/۲۵ ^{fg}
۱۳	۳/۰۳ ± ۰/۰۶ ^d	۱/۵۷ ± ۰/۱۲ ^{de}	۳/۰۰ ± ۰ ^{de}	۲/۳۰ ± ۰/۲۰ ^{ef}
۱۴	۳/۲۰ ± ۰/۱۴ ^d	۱/۶۳ ± ۰/۱۲ ^{cde}	۳/۰۰ ± ۰ ^{de}	۲/۳۳ ± ۰/۱۵ ^{ef}
۱۵	۳/۲۷ ± ۰/۳۰ ^d	۱/۶۳ ± ۰/۱۵ ^{cde}	۳/۰۰ ± ۰ ^{de}	۲/۶۷ ± ۰/۱۷ ^{de}
۱۶	۳/۳۵ ± ۰/۳۵ ^c	۱/۸۳ ± ۰/۲۹ ^{bcd}	۳/۰۰ ± ۰/۱۲ ^{de}	۲/۶۶ ± ۰/۳۵ ^{cde}
۱۷	۳/۴۳ ± ۰/۳۵ ^c	۱/۸۵ ± ۰/۲۱ ^{bcd}	۳/۰۰ ± ۰ ^{de}	۲/۷۰ ± ۰/۱۰ ^{cde}
۱۸	۳/۴۵ ± ۰/۶۳ ^c	۱/۸۷ ± ۰/۲۳ ^{abc}	۳/۲۰ ± ۰/۱۴ ^{cd}	۲/۸۳ ± ۰/۴۰ ^{bcd}
۱۹	۳/۴۳ ± ۰/۴۹ ^c	۱/۹۰ ± ۰/۱۴ ^{abc}	۳/۲۰ ± ۰ ^{cd}	۲/۸۳ ± ۰/۲۹ ^{bcd}
۲۰	۳/۷۷ ± ۰/۴۹ ^c	۱/۹۰ ± ۰/۱۷ ^{abc}	۳/۲۷ ± ۰/۲۵ ^{bcd}	۳/۰۰ ± ۰ ^{abc}
۲۱	۴/۰۵ ± ۰/۰۷ ^c	۱/۹۵ ± ۰/۰۷ ^{ab}	۳/۳۰ ± ۰/۱۴ ^{bcd}	۳/۱۵ ± ۰/۰۷ ^{ab}
۲۲	۴/۰۵ ± ۰/۰۷ ^{bc}	۲/۰۰ ± ۰/۲۸ ^{ab}	۳/۳۰ ± ۰/۲۸ ^{bcd}	۳/۲۵ ± ۰/۳۵ ^{ab}
۲۳	۴/۱۵ ± ۰/۲۱ ^a	۲/۰۵ ± ۰/۰۷ ^{ab}	۳/۴۰ ± ۰/۱۴ ^{bc}	۳/۲۵ ± ۰/۳۵ ^{ab}
۲۴	۴/۲۰ ± ۰/۲۸ ^{ab}	۲/۰۵ ± ۰/۲۱ ^{ab}	۳/۵۰ ± ۰/۱۷ ^{ab}	۳/۳۵ ± ۰/۲۱ ^a
۲۵	۴/۵۰ ± ۰ ^a	۲/۱۰ ± ۰/۱۴ ^a	۳/۵۵ ± ۰/۲۱ ^{ab}	۳/۴۰ ± ۰/۴۲ ^a
۲۶	۴/۶۰ ± ۰ ^a	۲/۱۰ ± ۰/۲۱ ^a	۳/۷۷ ± ۰/۲۵ ^a	۳/۴۰ ± ۰/۴۶ ^a

اعداد با حروف متفاوت در هر ستون دارای اختلاف آماری می‌باشند ($P < 0/05$).

به‌طرف بالآمده و سپس به‌صورت فعال به کف حوضچه سقوط می‌کنند (۱۸). پیش‌لاروها به‌صورت پشتی یا شکمی و گاهی به سمت پهلو استراحت می‌کنند (۱۷). در این مرحله منفذ دهان و شکاف آبششی هنوز شکل نگرفته و تنفس پیش‌لاروها از طریق شبکه مویرگ‌های خونی کیسه زرده صورت می‌گیرد. در بررسی حاضر، مطابق با نتایج

این مرحله مطابق با مطالعات شفیع‌زاده (۶) حدود ۲- ۱/۵ روز طول می‌کشد. لاروهای تاسماهی ایرانی دارای کیسه زرده گلابی شکل‌اند. در این مرحله، پیش‌لاروها به علت فقدان باله سینه‌ای به مدت طولانی در یک مسیر مشخص قادر به شنا نیستند (۶). این پیش‌لاروها حرکات متناوب دارند، به‌طوری‌که با حرکات فعال ناحیه خلفی تنه و دم

پارک و همکاران (۳۳) بر روی تاسماهی سیبری، مویرگ‌های کیسه زرده در همان روز اول به‌طور واضح قابل‌ملاحظه می‌باشند. به‌غیراز باله سینه‌ای که از همان ابتدا به‌صورت یک برآمدگی روی کیسه زرده قابل‌مشاهده است، جوانه دیگر باله‌ها و سیلک‌ها ظاهر نشده‌اند. چشم‌ها به‌صورت ابتدایی و فاقد رنگدانه هستند و هیچ‌گونه واکنشی به نور ندارند. آن‌ها این رفتار را در دوره پیش‌لاروی حفظ می‌کنند (۹).

دو روز پس از تفریخ، لاروهای با متوسط طول کل ۱۴/۱ میلی‌متر مطابق با نتایج اشنزیکوسکی و کولمن (۳۶) در هیبرید تاسماهی روسی، کلمبو و همکاران (۱۵) در تاسماهی پاروپوزه و پارک و همکاران (۳۳) در تاسماهی سیبری، شکاف آبششی‌شان باز می‌شود و سیلک‌ها به‌صورت چهار برجستگی در سطح زیرین سر نمایان می‌شوند، چشم‌ها رنگدانه دار شده و باله سینه‌ای به شکل جوانه به‌وضوح قابل‌مشاهده است.

یکی از خصوصیات ماهیان خاویاری داشتن دهان کشویی (قابلیت حرکت استخوان Mandibule اولیه به سمت جلو) است که در ارتباط با تغذیه از موجودات کفزی، تکامل یافته است (۱۸). مطابق با نتایج اشنزیکوسکی و کولمن (۳۶)، سه روز پس از تفریخ، دهان لاروها با متوسط طول کل ۱۴/۶ میلی‌متر به شکل یک شکاف درآمده و سیلک‌ها نیز شروع به رشد می‌کنند و به شکل جوانه نمایان می‌شوند. سیلک‌های میانی نسبت به سیلک‌های جانبی کوتاه‌تر بوده و در فاصله بیشتری نسبت به دهان قرار دارند.

در این مطالعه، مطابق با نتایج کلمبو و همکاران (۱۵)، پنج روز پس از تفریخ، باله‌های مخرجی لاروها با متوسط طول کل ۱۷/۲ میلی‌متر به شکل برجستگی چین باله ظاهر شدند که البته مغایر با نتایج پارک و همکاران (۳۳) می‌باشد که شش روز پس از تفریخ را زمان نمایان شدن باله مخرجی از چین باله اعلام کرده‌اند. همچنین در این مرحله (لارو پنج‌روزه) کیسه زرده توسط یک فرورفتگی به دو قسمت (معهه قدامی اولیه و روده میانی) تقسیم شد که با نتایج

پارک و همکاران (۳۳) بر روی تاسماهی سیبری، کلمبو و همکاران (۱۵) بر روی تاسماهی پاروپوزه و پارک و همکاران (۳۳) بر روی تاسماهی سیبری مطابقت دارد. هضم زرده به کمک مواد ترشحی از سلول‌های دیواره لوله گوارشی انجام می‌گیرد. تجمع و ترشح این مواد حتی قبل از تشکیل هرگونه غدد گوارشی و قبل از تمایز سلول‌های مژکدار استوانه‌ای روده صورت می‌گیرد. طبق نتایج پارک و همکاران (۳۳) آنزیم‌های هضم‌کننده پروتئین در پیش‌لاروهای تاسماهی روسی طی اولین روز پس از تفریخ ترشح می‌شوند. آنزیم‌های موجود در صفحات زرده در شکسته شدن فسفوپروتئین‌های زرده مشارکت دارند (۱۹، ۲۵ و ۲۶).

در بررسی حاضر، مطابق با نتایج شفیع‌زاده (۶)، کلمبو و همکاران (۱۵) و پارک و همکاران (۳۳) چهار روز پس از تفریخ، باله پشتی لاروهای با متوسط طول کل ۱۵/۳ میلی‌متر شروع به جدا شدن از چین باله کرده و به‌صورت جوانه نمایان شد. همچنین در بررسی حاضر، چهار روز پس از تفریخ، باله شکمی از چین باله جدا شده و به شکل جوانه ظاهر شد که با نتایج شفیع‌زاده (۶) و کلمبو و همکاران (۱۵) مطابقت داشت ولی با نتایج دتلاف و همکاران (۱۸) و پارک و همکاران (۳۳) که بترتیب روز پنجم و ششم پس از تفریخ را زمان ظهور جوانه باله شکمی گزارش نموده‌اند مطابقت ندارد. علت اصلی تفاوت نتایج تحقیق حاضر با نتایج تحقیقات مشابه، تفاوت گونه‌ای، دمای آب و شرایط پرورش می‌تواند باشد.

دو روز پس از تفریخ، لاروهای با متوسط طول کل ۱۴/۱ میلی‌متر مطابق با نتایج اشنزیکوسکی و کولمن (۳۶) در هیبرید تاسماهی روسی، کلمبو و همکاران (۱۵) در تاسماهی پاروپوزه و پارک و همکاران (۳۳) در تاسماهی سیبری، شکاف آبششی‌شان باز می‌شود و سیلک‌ها به‌صورت چهار برجستگی در سطح زیرین سر نمایان می‌شوند، چشم‌ها رنگدانه دار شده و باله سینه‌ای به شکل جوانه به‌وضوح قابل‌مشاهده است.

یکی از خصوصیات ماهیان خاویاری داشتن دهان کشویی (قابلیت حرکت استخوان Mandibule اولیه به سمت جلو) است که در ارتباط با تغذیه از موجودات کفزی، تکامل یافته است (۱۸). مطابق با نتایج اشنزیکوسکی و کولمن (۳۶)، سه روز پس از تفریخ، دهان لاروها با متوسط طول کل ۱۴/۶ میلی‌متر به شکل یک شکاف درآمده و سیلک‌ها نیز شروع به رشد می‌کنند و به شکل جوانه نمایان می‌شوند. سیلک‌های میانی نسبت به سیلک‌های جانبی کوتاه‌تر بوده و در فاصله بیشتری نسبت به دهان قرار دارند.

دخایر زرده بعد از تفریخ مورد هضم و جذب قرار گرفته و گرانول‌های رنگدانه‌ای موجود در سلول‌های آن به بیرون دفع شده و با تجمع آنها در انتهای مجرای گوارشی توده ملانین تولید می‌شود (۱۸). در بررسی حاضر، تجمع ملانین پلاگ در لاروهای چهار روزه با متوسط طول کل ۱۵/۳ میلی‌متر ملاحظه شد که با نتایج مطالعات شفیع‌زاده (۶) بر

شروع‌شده و در بیشتر لاروها در روز سیزدهم به اتمام می‌رسد و در لاروهای هیبرید (هیبرید تاسماهی روسی با سبیری × تاسماهی روسی) خروج ملانین پلاگ از روز سیزدهم شروع‌شده و در روز شانزدهم به اتمام می‌رسد. توده ملانینی به تدریج از مجرای روده مارپیچی به طرف روده خلفی حرکت می‌کند و سرانجام با باز شدن منفذ مخرج، خروج توده ملانینی اتفاق می‌افتد. خروج رنگدانه غالباً معیاری برای تعیین زمان گذار پیش‌لاروها به تغذیه فعال است (۱۵). علت این اختلاف می‌تواند مربوط به دما، شرایط متفاوت پرورش و اختلاف گونه‌ای باشد.

در تحقیق حاضر، صفحات استخوانی پشتی در لاروهای ده‌روزه با متوسط طول کل ۲۲/۸ میلی‌متر، صفحات استخوانی شکمی در لاروهای بیست‌روزه با متوسط طول کل ۲۹/۵ میلی‌متر و صفحات استخوانی جانبی در لاروهای هجده‌روزه با متوسط طول کل ۲۷/۹ میلی‌متر در طول بدن ظاهر شدند. این در حالی است که کلمبو و همکاران (۱۵) هجده روز پس از تفریح را زمان ظهور صفحات استخوانی پشتی و بیست‌ویک روز پس از تفریح را زمان ظهور صفحات جانبی در تاسماهی پاروپوزه گزارش نموده‌اند. پارک و همکاران (۳۳) نیز ۱۴ روز پس از تفریح را زمان ظهور صفحات استخوانی پشتی در تاسماهی سبیری گزارش کرده‌اند. همچنین شفیع‌زاده (۶) نه روز پس از تفریح را زمان ظهور واضح پنج ردیف صفحات استخوانی تاسماهی ایرانی گزارش نموده است که مغایر با نتایج این بررسی می‌باشد. در نهایت در روز بیست و ششم، تکامل صفحات استخوانی در لاروها با متوسط طول کل ۳۲/۵ میلی‌متر، مطابق با نتایج کلمبو و همکاران (۱۵) همچون بالغین کامل شد. علت اختلافات در این مورد را می‌توان به شرایط محیطی متفاوت از جمله دما (۳۴)، کیفیت آب و یا رژیم غذایی (احتمالاً با توجه به در دسترس بودن مواد معدنی) ربط داد، چراکه مواد معدنی در رشد صفحات استخوانی مؤثر می‌باشند و تشکیل آنها در طی زمان تغذیه خارجی رخ می‌دهد (۲۹).

دتلاف و همکاران (۱۸) و کلمبو و همکاران (۱۵) که روز دوم پس از تفریح و پارک و همکاران (۳۳) که روز چهارم پس از تفریح را زمان تقسیم شدن کیسه زرده اعلام کرده‌اند مغایرت دارد. پرده درونی کیسه زرده چند روز پس از تفریح به واسطه چین مورب به شکل اریب تقسیم می‌شود، قسمت قدامی جداشده کیسه زرده که بزرگ‌تر از بخش خلفی است به بخش معده می‌پیوندد و بخش خلفی کیسه به ناحیه قدامی روده می‌پیوندد (۳۵). زرده پیوسته شده با روده، اولین بخش کامل جذب‌شده کیسه زرده است و بقایای زرده که با معده اولیه (در حال تکامل) پیوند یافته به صورت شکمی جذب می‌شود و توده جانبی زرده باقی‌مانده، در سمت راست یا چپ ناحیه شکمی لارو دیده می‌شود که با نتایج وانگ و همکاران (۳۹) مطابقت دارد.

در بررسی حاضر در لاروهای شش‌روزه با متوسط طول کل ۱۸/۵ میلی‌متر، مطابق با نتایج پارک و همکاران (۳۳) باله دمی از باله پشتی و مخرجی توسط شیارهای کم‌عمق جدا شد. دتلاف و همکاران (۱۸) روز چهارم پس از تفریح را زمان تفکیک این باله‌ها گزارش نموده‌اند. علت این اختلاف نتایج را نیز می‌توان تفاوت گونه‌ای و دمای آب عنوان کرد.

دفع ملانین پلاگ در لاروهای تاسماهی ایرانی در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد، از روز هشتم با متوسط طول کل ۲۱/۳ میلی‌متر شروع شد و در روز دهم با متوسط طول کل ۲۲/۸ میلی‌متر به اتمام رسید، ولی بقایای کیسه زرده هنوز مشخص بود. این نتایج با مطالعات شفیع‌زاده (۶) بر روی تاسماهی ایرانی، دتلاف و همکاران (۱۸) بر روی تاسماهی روسی، کلمبو و همکاران (۱۵) بر روی تاسماهی پاروپوزه و پارک و همکاران (۳۳) بر روی تاسماهی سبیری هم‌خوانی دارد ولی در تضاد با نتایج اشزیکوسکی و کولمن (۳۶) است. طبق مطالعات آنها در لاروهای هیبرید (هیبرید تاسماهی روسی با سبیری × تاسماهی سبیری) خروج ملانین پلاگ از دستگاه گوارش از روز دوازدهم

در کارگاه‌های تکثیر و پرورش، تعیین زمان روی آوردن لاروها به تغذیه فعال بسیار مهم است. با شروع تغذیه فعال بایستی غذادهی صورت بگیرد چون در غیر این صورت به علت کمبود غذا در این زمان، هم‌نوع‌خواری (Cannibalism) در لاروها رخ می‌دهد (۳۶). بدیهی است، زمان شروع تغذیه لاروها به درجه‌حرارت آب بستگی دارد چون تکامل دستگاه گوارش نیز تحت تأثیر دما می‌باشد، به‌طوری که لاروهای پرورش‌یافته در دمای بالاتر زودتر به وزن موردنظر برای ادامه مرحله پرورش در استخرهای خاکی می‌رسند (۲۴)، چراکه افزایش دما اثرات مثبت بر میزان رشد و فعالیت‌های هورمونی دارد (۳۰) و میزان متابولیسم و جذب کیسه زرده را افزایش داده و سبب افزایش مصرف غذا در زمان تغذیه از غذای زنده می‌شود، از این‌رو افزایش رشد را به دنبال دارد (۲۷). تأخیر در زمان شروع غذادهی باعث کاهش رشد طولی و وزنی و نرخ رشد ویژه لاروها می‌شود ولی روی بقای لاروها تأثیری ندارد (۲۳ و ۷). کندی رشد سبب می‌شود لاروها مدت‌زمان بیشتری جهت حصول وزن موردنظر در حوضچه‌های پرورش لاروی و استخرهای خاکی نگهداری شوند که این امر قابلیت پایداری و مقاومت بچه ماهیان را کاهش می‌دهد. بنابراین، با توجه به اهمیت دما در سرعت رشد و نمو لاروها و دفع ملانین پلاگ جهت شروع تغذیه خارجی که طبق این مطالعه در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد روز هشتم پس از تفریخ بود و با استناد به نتایج تحقیقات مشابه، بهتر است در دمای ۲۰-۱۸ درجه سانتی‌گراد تغذیه لاروها از روز ۱۰-۸ پس از تفریخ آغاز شود. با توجه به اهمیت مطالعات مربوط به تکامل مراحل لاروی جهت رسیدن به الگوهای صحیح در بازسازی ذخایر و پرورش آبزیان، توصیه می‌شود رشد و توسعه مراحل لاروی گونه‌های دیگر موجود در دریای خزر نیز در دماهای مختلف مطالعه شده، تا بر این اساس تکامل دستگاه‌ها و اندام‌های مختلف و شروع تغذیه فعال به‌درستی تعیین گردد.

در بررسی حاضر، کیسه زرده لاروها پانزده روز پس از تفریخ با متوسط طول کل ۲۵/۷ میلی‌متر به‌طور کامل جذب گردید، در صورتی که در تحقیقات مشابهی که توسط کنتهو همکاران (۱۶)، جانسون و وانگ (۲۸) بر روی تاسماهی سفید (*Acipenser transmontanus*) و کلمبو و همکاران (۱۵) بر روی تاسماهی پاروپوزه انجام شد کیسه زرده بترتیب ۱۳، ۱۰-۷ و ۷ روز پس از تفریخ به‌طور کامل جذب گردید. کیفیت و کمیت کیسه زرده در جنین ماهیان یکسان نیست که این عامل درونی باعث اختلاف در رشد جنینی می‌شود (۸). سرعت جذب کیسه زرده ممکن است متناسب با دمای آب (۳۳)، اندازه لارو و کیسه زرده و مصرف انرژی (۲۸) یا کیفیت غذای در دسترس لاروها (۳۲) باشد. توانایی شناوری و شنای فعال نیز ممکن است مرتبط با جذب کیسه زرده باشد (۳۲) که با گزارشات کاتالا بر روی ماهی *Leuciscus cephalus* مطابقت دارد (۱۳).

طبق نتایج بررسی حاضر، در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد، ۸-۹ روز پس از تفریخ، با شروع دفع ملانین پلاگ تغذیه خارجی تاسماهی ایرانی شروع شد. در تحقیقات مشابه انجام‌شده همچون دوروشوف و همکاران (۲۰) بر روی تاسماهی سفید در دمای ۱۷-۱۵ درجه سانتی‌گراد، ۱۲ روز پس از تفریخ تغذیه خارجی آغاز شد. قلیچی و همکاران (۲۱) در تحقیق خود بر روی تاسماهی ایرانی در دمای ۱۸-۱۶ درجه سانتی‌گراد، ۱۱-۸ روز پس از تفریخ را زمان شروع تغذیه خارجی گزارش کرده‌اند. همچنین در تحقیق گیسبرت و ویلیوت (۲۲) و پارک و همکاران (۳۳) بر روی تاسماهی سیبری در دمای ۱۸ درجه سانتی‌گراد بین ۱۱-۹ روز پس از تفریخ، تغذیه خارجی آغاز شد. چون سیستم گوارشی ماهیان در این مرحله آماده برای جذب غذا است، در نتیجه، اندام‌های گیرنده و هضم‌کننده غذا و اندام‌های حسی پیش‌لاروها آماده برای تغذیه فعال هستند و فعالیت آنزیم‌های گوارشی نیز افزایش می‌یابد (۲۱).

تشکر و قدردانی

بازسازی ذخایر ماهیان دریایی شادروان دکتر یوسف پور سیاهکل بدلیل همکاری‌های صمیمانه‌شان در طول انجام این تحقیق سپاسگزاری می‌نمایم.

بدین‌وسیله از مسئولین محترم دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان، مسئولین محترم مجتمع تکثیر و بازسازی ذخایر ماهیان خاویاری شهید دکتر بهشتی و مرکز تکثیر و

منابع

- ۱- آذری تاکامی، ق.، ۱۳۸۸. تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری، انتشارات دانشگاه تهران، ۴۰۱ صفحه.
- ۲- افرائی بندپی، م.ع.، طالشیان، ح.، خوش‌قلب، م.ر.، پورغلام، ر.، کیمرام، ف.، پرافکنده، ف.، فضلی، ح.، و اسدالهی، م.، ۱۳۹۳. برخی از خصوصیات زیستی تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus* Borodin, 1897) در سواحل جنوبی دریای خزر (آبهای مازندران)، مجله پژوهش‌های جانورشناسی، جلد ۲۷، صفحات ۴۵۳-۴۳۸.
- ۳- ایمانپور نمین، ج.، حیدری، ص.، و منصف‌راد، ف.، ۱۳۸۹. بررسی تغذیه طبیعی تاسماهی ایرانی در کلاس‌های طولی مختلف، مجله زیست‌شناسی ایران، جلد ۲۳، صفحات ۸۴۲-۸۳۳.
- ۴- ستاری، م.، ۱۳۸۷. ماهی‌شناسی (۳)، اکولوژی و جغرافیای جانوری ماهیان، انتشارات حق‌شناس، چاپ دوم، ۵۲۰ صفحه.
- ۵- سرافراز، ژ.، و اکبریان، م.ع.، ۱۳۸۴. مروری بر بیولوژی ماهیان خاویاری دریای خزر، انتشارات نقش مهر، ۱۱۰ صفحه.
- ۶- شفیق‌زاده، س.ش.، ۱۳۷۲. مطالعه رشد و نمو جنینی تاسماهی (*Acipenser persicus* Borodin)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد شیلات دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، صفحه ۱۵۵.
- ۷- کردجزی، ض.، کمالی، ا.، نظری، ر.م.، و یغمایی، ف.، ۱۳۸۲. اثر زمان شروع غذادهی روی رشد و بقای لارو تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*)، مجله علمی شیلات ایران، جلد ۱۳، صفحات ۱۲۷-۱۱۵.
- 8- Alamin-Durante, H., Bergot, P., Rouel, M., and Goldspink, G., 2007. Effects of environmental temperature on the development of the myotomal white muscle in larval carp (*Cyprinus carpio* L.). *Journal of Experimental Biology*, 203, PP: 3675-3688.
- 9- Baburina, E.A., 1972. Fertility of the Caspian beluga sturgeon, *Zoologicheskyy Zhurnal*, 26, PP: 339-345.
- 10- Bisbal, G.A., and Bengtson, D.A., 1995. Effect of delayed feeding on survival and growth of summer flounder (*Paralichthys dentatus*) larvae, *Marine Ecology Progress Series*, 121, PP: 301-306.
- 11- Brannon, E., Brewer, S., Setter, A., Miller, M., Utter, F., and Hershberger, W., 1984. Columbia river white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) early life history and genetic study. Bonn evil power Administration Environment, Fish and Wildlife Division, 67 p.
- 12- Brett, J.R., and Groves, T.D.D., 1979. Physiological energetics, In: Hoar, W.S., Randall, D.J., and Brett, J.R. (Eds.), *Fish Physiology. Bioenergetics and Growth*, Academic Press, New York, 12, PP: 279-351.
- 13- Calta, M., 2000. Morphological development and growth of chub, *Leuciscus cephalus* (L., 1758), larvae, *Journal of Applied Ichthyology*, 16, PP: 83-850.
- 14- Chebanov, M., and Billard, R., 2001. The culture of sturgeons in Russia: production of juveniles for stocking and meat for human consumption, *Aquatic Living Resources*, 14, PP: 375-381.
- 15- Colombo, E.R., Garvey, J.E., and Wills, P.S., 2007. A guide to the embryonic development of the shovelnose sturgeon (*Scaphirhynchus platyrhynchus*), reared at a constant temperature, *Journal of Applied Ichthyology*, 3, PP: 240-410.
- 16- Conte, F.S., Doroshov, S.I., and Lutes, P.B., 1988. Hatchery manual for the white Sturgeon (*Acipenser transmontanus* Richardson) with application to other North America Acipenseridae, University of California's Division of Agriculture and Natural Resources, 104 p.
- 17- Deng, X., 2000. Artificial reproduction and early life stages of the green sturgeon (*Acipenser medirostris*), MSc thesis, University of California, 49 p.

- 18- Dettlaff, T.A., Ginsburg, A.S., and Schmalhausen, O.I., 1993. Sturgeon Fishes: Developmental Biology and Aquaculture, Springer-Verlag Press, Berlin, Heidelberg, Germany, 300 p.
- 19- Deuchar, E.M., 1958. Regional differences in catheptic activity in *Xeonopus laevis* embryos, Journal of Embryology and Experimental Morphology, 6, PP: 223-237.
- 20- Doroshov, S.I., Clark, W.H.J., Lutes, P.B., Swallow, R.L., Beer, K.E., McGuire, A.B., and Cochran, M.D., 1983. Artificial propagation of the white sturgeon (*Acipenser transmontanus*), Aquaculture, 32, PP: 93-104.
- 21- Ghelichi, F., Makhdoomi, N.M., Jorjani, S., and Taheri, A., 2010. Effect of water temperature on the timing of initial feeding of Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) larvae, International Aquatic Research, 2, PP: 113-119.
- 22- Gisbert, E., and Williot, P., 2002. Advances in the larval rearing of Siberian Sturgeon. Journal of Fish Biology, 60, PP: 1071-1077.
- 23- Gisbert, E., and Williot, P., 1997. Larval behavior and effect of the timing initial feeding on growth and survival of Siberian sturgeon (*Acipenser baeri*) larvae under small scale hatchery production, Aquaculture, 156, PP: 63-76.
- 24- Gisbert, E., Williot, P., and Castello-Orvay, F., 2000. Influence of egg size on growth and survival of early stage of Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*) under small scale hatchery condition. Aquaculture, 183, PP: 83-94.
- 25- Gross, P.R., 1952. An enzymatic study of yolk-platelet lysis, The Biological Bulletin, 151, 281 p.
- 26- Hariss, D.L., 1946. Phosphoprotein phosphatase, a new enzyme from the frog egg, Journal of Biological Chemistry, 165, PP: 541-550.
- 27- Imsland, A.K., Bjornsson, B.T., Gunnarsson, S., Foss, A., and Stefansson, S.O., 2007. Temperature and salinity effects on plasma insulin-like growth factor-I concentrations and growth in juvenile turbot (*Scophthalmus maximus*). Aquaculture, 271, PP: 546-552.
- 28- Johnson, C.S., and Wang, P.D., 2006. Early life history comparison of the Green sturgeon (*Acipenser medirostris*) and White sturgeon (*Acipenser transmontanus*) of the Sacramento-San Joaquin River Delta, California, U.S. Department of the Interior. Bureau of Reclamation, California, 16 p.
- 29- Khajepour, F., and Hosseini, S.A., 2010. Mineral status of juvenile beluga (*Huso huso*) fed citric acid supplemented diets. Journal World Applied Sciences, 11, PP: 682-686.
- 30- Li, M., and Leatherland, J., 2007. Temperature and ration effects on components of the IGF system and growth performance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) during the transition from late stage embryos to early stage juveniles, General and Comparative Endocrinology, 10, PP: 80-170
- 31- Ljunggren, L., 2002. Growth response of pike perch larvae in relation to body size and zooplankton abundance, Journal of Fish Biology, 60, PP: 405-414.
- 32- Mukhasin, A.A., and Jawad, L.A., 2012. Larval development of the Cyprinid fish *Barbus sharpi* (Gunther, 1874). Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 7, PP: 307-319.
- 33- Park, C., Lee, S.Y., Kim, D.S., and Nam, Y.K., 2013. Effects of incubation temperature on egg development, hatching and pigment plug evacuation in farmed Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*). Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 16, PP: 25-34.
- 34- Rahman, M.M., Miah, M.I., Taher, M.A., and Hasan, M.M., 2009. Embryonic and larval development of guchibaim, *Mastacembelus pancalus* (Hamilton), Bangladesh Agricultural University, 7, PP: 193-204.
- 35- Synder, D.E., 2002. Pallid and Shovelnose sturgeon larvae-morphological description and identification, Journal of Applied Ichthyology, 12, PP: 240-265.
- 36- Szczepkowski, M., and Kolman, R., 2002. Development and behavior of two reciprocal back cross hybrids of Siberian sturgeon (*Acipenser baeri* Brandt) during early ontogenesis sturgeon. Czech Journal of Animal Sciences, 47, PP: 289-296.
- 37- Taghavi Motlagh, S.A., 1996. Population dynamics of sturgeon in the Southern Part of the Caspian Sea, PhD thesis, University of Wales, Swansea, UK, 300 p.
- 38- Taylor, W.R., 1977. Observation on specimen fixation, Proceedings of the Biological Society of Washington, 90, PP: 753-763.
- 39- Wang, Y.L., Binkowski, F.P., and Doroshov, S.I., 1985. Effect of temperature on early development of white and lake sturgeon *Acipenser transmontanus* and *A. fulvescens*, Environmental Biology of Fishes, 40, PP: 371-379.

40- Zar, J.H., 1999. Biostatistical Analysis. 4th

edition. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.

Larval development of Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) with emphasis on determination of start feeding

Imani M.¹ and Falahatkar B.²

¹ Fisheries Dept., Faculty of Natural Resources, Urmia University, Urmia, I.R. of Iran

² Fisheries Dept., Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeih Sara, I.R. of Iran

Abstract

This study was examined to determine the developing stages and start feeding time of Persian sturgeon (*Acipenser persicus*). Daily sampling was done from the first day of hatching to 26 days post hatch (DPH). Samples were fixed in formalin and total length, yolk sac length, fins length, barbells length, head length and eyes and mouth diameters were measured using a loop equipped with micrometer. In this study, with increasing the age, yolk sac volume was decreased and absorbed in 15 DPH with mean total length of 25.7 mm. Melanin plug concentrated in last part of digestive tract in 4 DPH larva with mean TL 15.3 mm at 20.2 ± 1.3 °C, and in 8 DPH (21.3 mm TL) with opening of anal, start to excreted and in 10 DPH (22.8 mm TL) completely excreted. Based on the results, for increasing the growth rate, survival, resistance and also to avoid starvation and cannibalism, it is recommend that to start the feeding of Persian sturgeon larvae from 8-10 DPH when temperature is 18-20 °C.

Key words: Persian sturgeon, Development of larval stages, Morphology, Start feeding, Growth.