شیلات، مجله منابع طبیعی ایران

دوره ۷۱، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۷

صفحات ۳۷۳-۳۶۱

تغییرات مورفولوژیک و توسعه مراحل لاروی ماهی استرلیاد (*Acipenser ruthenus*)

بهرام فلاحتکار[*۱،۲]، *معصومه استادی*[۳]، *مهدی رزاقی قاضیانی*[۴]

۱. استاد گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، ایران.

۲. استاد گروه علوم دریایی، پژوهشکده حوضه آبی دریای خزر، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.

۳. دانشجوی کارشناسی گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، ایران.

۴. کارشناس ارشد مجتمع بازسازی و حفاظت از ذخایر ژنتیکی ماهیان خاویاری شهید دکتر بهشتی، رشت، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۰/۲۵ تاریخ تصویب: ۱۳۹۷/۱۲/۱۶

چکیده

این مطالعه به‌منظور بررسی تکامل لاروی ماهی استرلیاد (*Acipenser ruthenus*) طی نمونه‌برداری روزانه از زمان تفریخ تا روز بیستم انجام شد. نمونه‌ها در فرمالین تثبیت و اندازه‌گیری‌های مربوطه با استفاده از لوپ مجهز به میکرومتر انجام گرفت. طی این مطالعه، مشخص شد با افزایش سن، همه اندام‌ها دارای رشد افزایشی می‌باشند، به غیر از کیسه زرده که با افزایش سن، طول و حجم آن کاهش یافته و در نهایت در روز دهم پس از تفریخ با متوسط طول کل ۱۹ میلی‌متر جذب گردید. ملانین پروپکا از روز اول پس از تفریخ با متوسط طول کل ۸/۲ میلی‌متر در انتهای لوله گوارشی تجمع یافته و در روز چهارم با متوسط طول کل ۱۲/۶ میلی‌متر شروع به دفع شدن کرد و در نهایت در روز هفتم پس از تفریخ با متوسط طول کل ۱۶ میلی‌متر با باز شدن منفذ مخرج به‌طور کامل دفع شد. با توجه به نتایج این تحقیق، برای افزایش نرخ رشد و بقای لاروها بهتر است تغذیه آن‌ها از روز هفتم پس از تفریخ آغاز گردد.

واژگان کلیدی: **استرلیاد، لارو، شروع تغذیه، مورفومتری، رشد.**

* نویسنده مسئول: تلفن: ۹۸۱۳۴۴۳۲۰۸۹۵+ ایمیل: falahatkar@guilan.ac.ir

۱. مقدمه

یکی از عوامل مهم در کسب موفقیت در تکثیر و پرورش ماهی، شناخت کامل از مراحل مختلف زندگی در هر گونه است. در میان مراحل مختلف رشد ماهی، مرحله لاروی که شامل سازگاری دوران جنینی (تغذیه با کیسه زرده و تنفس پوستی) با سازگاری دوران پس از آن (تغذیه خارجی و تنفس برانشی) است، یک مرحله حیاتی محسوب می شود (Bisbal and Bengtson, 1995)، زیرا در مرحله انتقال و گذار از تغذیه داخلی به منبع خارجی غذا، مرگ و میر زیادی رخ می دهد (Bisbal and Bengtson, 1995; Gisbert and Williot, 1997; Ljunggren, 2002). مراحل اولیه رشد در ماهیان دوره‌ای بسیار مهم است که به‌طور مستقیم روی رشد و بقای بچه ماهیان حاصله از این نوزادها تاثیرگذار است.

در تاسماهیان تشخیص به‌موقع زمان شروع تغذیه فعال از دو جهت اهمیت دارد: اولاً اگر تغذیه به تاخیر افتد، به خاطر کم غذایی، همنوع‌خواری در آن‌ها شیوع پیدا کرده و سبب مرگ و میر و تلفات عمده‌ای می-گردد (خصوصاً در فیل‌ماهی و تاسماهی) و یا این‌که ماهی‌ها گرسنه مانده و در اثر فقدان یا کمبود غذا ضعیف می‌شوند و زود از بین می‌روند (خصوصاً شیپ و ازون برون). ثانیاً در شروع تغذیه فعال لارو ماهیان خاویاری، از ناپلیوس آرتمیا که یک غذای گران قیمت است استفاده می‌شود، بنابراین شروع تغذیه لاروها قبل از زمان واقعی تغذیه فعال باعث بالا رفتن هزینه پرورش می‌شود.

برای تعیین زمان شروع تغذیه فعال در لارو تاسماهیان از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود. تغییر رفتار لاروهای تاسماهی ایرانی و شیپ (آذری تاکامی، ۱۳۸۸) و تاسماهی سفید (Branno *et al.*, 1984; Conte *et al.*, 1988) 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 (Falahatkar *et al.*, 2017). همچنین در روده تاسماهیان، ماده سیاه رنگی وجود دارد که به آن ملانین پروپکا گفته می شود. به گزارش Dettlaff و همکاران (۱۹۹۳) غذادهی به لارو ماهیان خاویاری باید درست بعد از خروج ماده سیاه رنگ آغاز شود، به‌طوری‌که در این ماهیان خروج ملانین پروپکا به عنوان شاخصی برای تعیین زمان شروع تغذیه فعال به‌کار می رود (آذری تاکامی، ۱۳۸۸). اما به‌نظر می‌رسد در کنار این موضوع، شاخص‌های دیگری از جمله جذب کیسه زرده و رفتار ماهی نیز باید مد نظر قرار گیرد.

مطالعات مختلفی در ارتباط با تکامل اندام‌های مختلف در مراحل لاروی ماهی استرلیاد انجام شده است که می‌توان به توسعه اونتوژنی دستگاه گوارش و غدد وابسته در تغذیه داخلی (Wegner *et al.*, 2009)، رشد و توسعه اندام‌ها (Rybnikár *et al.*, 2011)، تغییرات ریختی و آلومتری رشد در طی تکوین لاروی (معیر و همکاران، ۱۳۹۲)، ویژگی‌های ریختی و شکل بدن با استفاده از روش ریخت‌سنجی هندسی (مشیدی و همکاران، ۱۳۹۴)، تکوین ساختارهای تنفسی و تغذیه‌ای اسکلتی در سر (اسحق‌زاده و همکاران، ۱۳۹۵) و ساختار آبشش‌ها (Abdali and Eagderi, 2015) اشاره نمود. همچنین موضوعات زیادی درخصوص تغذیه این ماهی در مرحله لاروی و در شرایط آبزی‌پروری انجام شده است که نتایج خوبی را در ارتباط با استفاده از غذاهای زنده مختلف (Kamali and Shabanpour, 2004)، مقایسه رشد با سایر گونه‌های تاسماهیان (دروی قاضیانی و همکاران، ۱۳۹۲)، موفقیت در تطابق با غذاهای فرموله شده (Falahatkar *et al.*, 2012) ارائه نموده‌اند.

ماهی استرلیاد (*Acipenser ruthenus*) کوچکترین گونه از تاسماهیان محسوب می‌شود و نسبت به سایر گونه‌ها زودتر به بلوغ جنسی می‌رسد، به‌طوری‌که طول آن حداکثر به ۷۰ تا ۹۰ سانتی‌متر می‌رسد در حالی که وزن آن ۲ تا ۴ کیلوگرم می‌باشد (Chebanov and Galich, 2011). به‌همین دلیل در بازدهی زود هنگام خاویار و یا هیبریدگیری با سایر گونه‌های تاسماهیان دارای اهمیت زیادی است. همچنین به‌عنوان یک ماهی تزئینی (پورعلی فشتمی و همکاران، ۱۳۹۱) و یک گونه مدل در تحقیقات آبزی پروری (Pourhosein *et al.*, 2018) مورد توجه قرار گرفته است.

با توجه به این‌که رشد و نمو ناقص پیش لاروها می‌تواند ناشی از عوامل نامساعد درونی یا محیطی در مراحل پرورش باشد، در این تحقیق تلاش شد تا جزئیات رشد و نمو طبیعی پیش‌لارو استرلیاد به‌طور دقیق بررسی شود. بنابراین در این مطالعه رشد و

توسعه اندام‌ها، تغییرات مورفولوژی بدن و جذب کیسه زرده در لارو ماهی استرلیاد پس از تفریخ تا روز بیستم و با هدف تعیین زمان جذب کیسه زرده و شروع تغذیه فعال مورد بررسی قرار گرفته است.

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. ماهی و شرایط پرورش

تکثیر مصنوعی مولدین استرلیاد پرورشی (۳ عدد ماده و ۲ عدد نر)، با میانگین سنی پنج سال با استفاده از پروتکل تزریقی LHRHa2 به‌صورت یک مرحله‌ای در ماده‌ها (به مقدار ۲ میکروگرم بر کیلوگرم) و نیز به‌صورت یک مرحله‌ای در نرها (به مقدار ۱ میکروگرم بر کیلوگرم) بر اساس درجه‌حرارت و وضعیت فیزیولوژیک مولدین و از طریق تزریق عضلانی در مجتمع بازسازی و حفاظت از ذخایر ژنتیکی ماهیان خاویاری شهید دکتر بهشتی (رشت، گیلان) انجام شد. وزن این مولدین ۲-۱/۸ کیلوگرم و دمای آب در زمان القای هورمونی بین ۲۲-۲۱/۲ درجه سانتی‌گراد متغیر بود.

به‌منظور تعیین زمان دقیق تکثیر و اوولاسیون کامل در فواصل زمانی معین پس از تزریق ماهیان مورد معاینه قرار گرفتند (Dettlaff *et* al., 1993). پس از اطمینان از آماده بودن ماهیان جهت تکثیر، مولدین با دقت و احتیاط با برانکارد از حوضچه‌های نگهداری ۲ مترمکعبی خارج و بر روی میز جراحی مخصوص منتقل و تخم‌کشی با استفاده از روش برش مجرای تخمک‌بر و اسپرم‌گیری از طریق سوند پلاستیکی انجام شد (فلاحتکار و عفت پناه، ۱۳۹۰؛ Pourasadi *et al.*, 2009). عملیات لقاح با مخلوط کردن تخمک مولدین با اسپرم و شستشوی تخم لقاح یافته با محلول گل رس و آب کارگاه با روش‌های مرسوم انجام شد (فلاحتکار و عفت‌پناه، ۱۳۹۰). سپس تخم‌های حاصله به انکوباتور یوشچنکو منتقل شدند و بعد از سه روز شروع به تفریخ کردند.

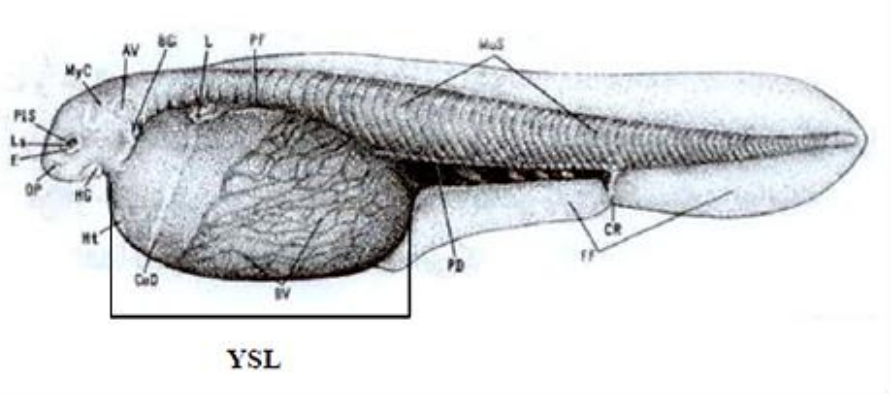
لاروهای تازه تفریخ شده حاصل تکثیر مصنوعی مولدین پرورشی به تراف‌های موجود در مجتمع منتقل شدند و نمونه‌برداری از روز اول تفریخ تا روز بیستم به‌صورت روزانه انجام شد و در هر مقطع ۱۰ عدد لارو به‌طور تصادفی برداشت و به ظروف پلاستیکی درب‌دار حاوی فرمالین ۴٪ منتقل شدند (Taylor, 1977). در طی این دوره ماهیان در تراف‌هایی با ارتفاع ۱۸ و به طول ۴۰ و عرض ۲۰/۲ سانتی‌متر مورد پرورش قرار گرفته و از روز ۵ با ناپلیوس تازه تفریخ شده آرتمیا و از روز ۱۵ با آرتمیا به همراه دافنی الک شده سایز ریز (۰/۳-۰/۲ میلی‌متر) مورد تغذیه قرار گرفتند.

۲.۲. اندازه‌گیری‌ها

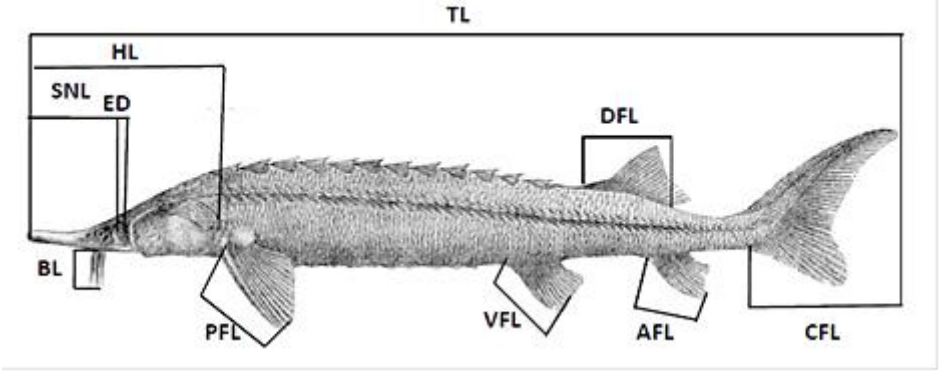
نمونه‌ها جهت بررسی روند رشد و نمو مراحل لاروی و بیومتری به آزمایشگاه بیولوژی آبزیان گروه شیلات دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان انتقال یافتند. سپس اندازه‌گیری پارامترهای مورد نظر بر روی لاروها (شکل‌های ۱ و ۲ و جدول ۱) توسط لوپ مجهز به میکرومتر M6C-10 و عکسبرداری به‌وسیله لوپ SZX12 انجام پذیرفت.

جدول ۱ - پارامترهای مورد بررسی بر روی لارو استرلیاد.

YSL (Yolk sac length): طول کیسه زرده؛ فاصله افقی بین دو حاشیه کناری کیسه زرده.
TL (Total length): طول کل؛ فاصله بین نوک پوزه تا انتهایی‌ترین قسمت باله دمی.
SNL (Snout length): طول پوزه؛ از نوک پوزه تا ابتدای چشم.
HL (Head length): طول سر؛ فاصله افقی بین نوک پوزه تا حاشیه خلفی غشای سرپوش آبششی.
DFL (Dorsal fin length): طول باله پشتی؛ از ابتدای قاعده باله تا انتهای باله.
BL (Barbell length): طول سبیلک؛ از قاعده تا نوک سبیلک.
ED (Eye diameter): قطر چشم؛ فاصله بین ابتدا و انتهای چشم.
MW (Mouth width): پهنا یا میزان گشایش دهان؛ فاصله بین دو گوشه دهان.
PFL (Pectoral fin length): طول باله سینه‌ای؛ از ابتدای قاعده باله تا انتهای باله.
VFL (Ventral fin length): طول باله شکمی؛ از ابتدای قاعده باله تا انتهای باله.
AFL (Anal fin length): طول باله مخرجی؛ از ابتدای قاعده باله تا انتهای باله.
CFL (Caudal fin length): طول باله دمی؛ از ابتدای قاعده تا انتهای باله.



شکل ۱ – لارو تاسماهی.



شکل ۲ – پارامترهای مورد اندازه‌گیری (برای مشخص شدن هر واژه به جدول ۱ مراجعه شود).

۳.۲. تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها در ارتباط با معیارهای رشد استرلیاد، از طریق آنالیز واریانس یک‌طرفه و با استفاده از نرم‌افزار SPSS (ver. 13, Chicago, IL, USA) انجام پذیرفت و هنگامی که اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده شد ($P<0.05$)، آزمون توکی برای تعیین اختلاف معنی‌دار بین تیمارها مورد استفاده قرار گرفت. نتایج ارائه شده در متن به‌صورت میانگین ± انحراف معیار و اختلاف بین میانگین‌ها در سطح اطمینان ۹۵ درصد آورده شده است.

۳. نتایج

۱.۳. تفریخ انبوه (لاروهای یک روزه)

لاروها در این مرحله از تخم بیرون آمده و دارای کیسه زرده بیضی شکل‌اند و به کف مخزن سقوط کرده و به‌صورت توده‌ای در کف مخزن تجمع می‌یابند. چشم‌ها از همان ابتدای تفریخ وجود دارد، اما بدون رنگدانه هستند. سر به پایین خمیده است (نسبت به محور افقی بدن) و نوتوکورد به‌صورت مستقیم می‌باشد. فاقد شکاف دهان و شکاف آبششی هستند. به غیر از باله پشتی و باله دمی که به‌هم پیوسته است، بقیه باله‌ها شکل نیافته است. طول باله پشتی نسبت به سایر روزها دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشد. توده رنگدانه‌های سیاه رنگ در انتهای لوله گوارشی ناحیه شکمی تجمع یافته‌اند (شکل ۳).

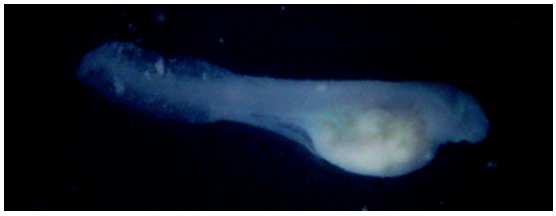
۲.۳. لارو دو تا پنج روزه

کیسه زرده نسبت به لارو یک روزه اندکی کشیده‌تر شده و از نظر اندازه با آن تفاوت معنی‌داری نداشت، اما در روزهای چهارم و پنجم نسبت به روزهای اول تا سوم تفاوت معنی‌داری از نظر اندازه وجود داشت. در لارو دو روزه چشم‌ها رنگدانه‌دار است و دهان شکاف‌دار شده (از نظر اندازه نسبت به سایر روزها دارای تفاوت معنی‌داری می‌باشد) و باله دمی و پشتی به‌طور واضح قابل مشاهده بود ولی هنوز تفکیک نشده‌اند. بقیه باله‌ها شکل نیافته‌اند و انتهای نوتوکورد شروع به انحنا به سمت بالا کرده و کیسه زرده توسط یک فرورفتگی در اپیدرم به دو قسمت تقسیم می‌شود (شکل ۴). قطر چشم در روزهای اول و دوم نسبت به سایر روزها دارای

جدول ۲ - اندازه طول کل، کیسه زرده، سر و قطر چشم در لاروهای استرلیاد (*Acipenser ruthenus*) طی روزهای ۲۰-۱ پس از تفریخ (میانگین ± انحراف معیار).

روزهای پس از تفریخ	طول کل (میلی‌متر)	طول کیسه زرده (میلی‌متر)	طول سر (میلی‌متر)	قطر چشم (میلی‌متر)
۱	۸/۲±۰/۸۱^{k}	۲/۹۶±۰/۸^{a}	۰/۷۳±۰/۱۳^{k}	۰/۱۳±۰/۰۸^{h}
۲	۹/۸۰±۰/۷۸^{jk}	۲/۹۶±۰/۱۱^{a}	۱/۸۳±۰/۲۱^{j}	۰/۳±۰/۱۲^{j}
۳	۱۱/۵±۱/۳۷^{j}	۲/۱۸±۰/۳۶^{a}	۲/۱±۰/۱۸^{j}	۰/۴۰±۰/۰۲^{fg}
۴	۱۲/۶±۰/۹۸^{j}	۲/۱±۰/۱۵^{b}	۲/۸۸±۰/۰۴^{i}	۰/۴۷±۰/۰۴^{fg}
۵	۱۵/۳±۰/۹۴^{i}	۲/۱±۰/۳۹^{b}	۳/۴۵±۰/۰۵^{hi}	۰/۴۸±۰/۰۵^{fg}
۶	۱۵/۵±۰/۵۷^{i}	۱/۱۶±۰/۱۴^{c}	۳/۶±۰/۰۸^{hi}	۰/۵±۰^{fg}
۷	۱۶±۰^{i}	۱/۱۱±۰/۲۲^{c}	۳/۷۶±۰/۰۵^{h}	۰/۵±۰^{fg}
۸	۱۷/۱۳±۰/۸۰^{hi}	۰/۳۸±۰/۱۰^{d}	۳/۹۶±۰/۰۵^{gh}	۰/۵۵±۰^{ef}
۹	۱۷/۶۶±۰/۵۷^{ghi}	۰/۵±۰/۸۶^{d}	۴/۱۳±۰/۰۵^{gh}	۰/۵۵±۰^{ef}
۱۰	۱۹±۰^{fgh}	۰/۱۶±۰/۲۸^{d}	۴/۷±۰/۱۷^{fg}	۰/۵۵±۰^{ef}
۱۱	۲۰/۳۳±۱/۱۵^{efg}	۰±۰^{d}	۵/۳۶±۰/۲۰^{ef}	۰/۷۳±۰/۰۲^{de}
۱۲	۲۱/۸۳±۰/۲۸^{del}	۰±۰^{d}	۵/۸۳±۰/۲۵^{de}	۰/۷۵±۰^{d}
۱۳	۲۳/۲±۱/۵۲^{cde}	۰±۰^{d}	۶/۴۳±۰/۱۱^{cd}	۰/۸±۰/۰۵^{cd}
۱۴	۲۳/۵±۲/۰۸^{cde}	۰±۰^{d}	۶/۵۳±۰/۴۰^{cd}	۰/۸۱±۰/۰۷^{cd}
۱۵	۲۴/۵±۱/۷۳^{cde}	۰±۰^{d}	۶/۸±۰/۷۰^{c}	۰/۹۱±۰/۰۹^{bcd}
۱۶	۲۶±۱^{bc}	۰±۰^{d}	۶/۸۹±۰/۴۶^{c}	۰/۹۸±۰/۰۷^{bc}
۱۷	۲۶/۵±۰/۷۰^{b}	۰±۰^{d}	۷/۱۵±۰/۹۱^{c}	۱/۰۵±۰/۱۴^{b}
۱۸	۲۷/۳۳±۱/۱۵^{ab}	۰±۰^{d}	۸/۰۶±۰/۲۰^{b}	۱/۰۸±۰/۰۷^{ab}
۱۹	۲۸/۹۳±۰/۷۶^{b}	۰±۰^{d}	۸/۱±۰/۲۶^{b}	۱/۱±۰/۰۸^{ab}
۲۰	۳۱/۸±۰/۴۴^{a}	۰±۰^{d}	۹/۱±۰/۳۳^{a}	۱/۲۸±۰/۱۶^{a}

*اعداد با حروف متفاوت در هر ستون دارای اختلاف آماری می‌باشند ($P<۰/۰۵$).



شکل ۳ – لارو یک روزه پس از تفریخ و تجمع ملانین پروپکا در انتهای روده.

شکل ۴ – فرورفتگی در کیسه زرده در لارو دو روزه استرلیاد.

تفاوت معنی‌داری می‌باشد. در لارو سه روزه کیسه زرده در حال کاهش حجم بوده و چشم‌ها درشت‌تر و پر رنگ‌تر می‌باشند. باله سینه‌ای به حالت یک جوانه، به‌طور واضح روی کیسه زرده قابل مشاهده بود. سبیلک‌ها به‌صورت چهار برآمدگی در سطح زیرین سر نمایان شدند (شکل ۵). در لارو چهار روزه، سر کم‌کم از حالت خمیدگی درآمده و مستقیم شد. باله شکمی به‌صورت یک جوانه قابل مشاهده بود. دو خط تیره در قسمت بالا و پایین ماهی مشاهده می‌شود که در باله دمی به‌هم می پیوندند. طول سبیلک‌ها در روزهای سوم و چهارم نسبت به سایر روزها دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشد. پنج روز پس از تفریخ، سر کاملاً مستقیم است. شکاف آبششی به‌طور واضح مشخص بود. باله دمی شروع به تفکیک از باله مخرجی و پشتی کرده و بقیه اندام‌ها در حال تکامل بودند.

۳.۳. لارو شش تا ده روزه

کیسه زرده در روزهای ششم و هفتم از نظر اندازه

جدول ۳ - اندازه طول باله پشتی، باله سینه‌ای، باله شکمی، باله مخرجی و باله دمی در لاروهای استرلیاد (*Acipenser ruthenus*) طی روزهای ۲۰-۱ پس از تفریخ (میانگین ± انحراف معیار).

روزهای پس از تفریخ	طول باله پشتی (میلی‌متر)	طول باله سینه‌ای (میلی‌متر)	طول باله شکمی (میلی‌متر)	طول باله مخرجی (میلی‌متر)	طول باله دمی (میلی‌متر)
۱	۵/۶۸±۰/۱۶^{m}	۰±۰^{l}	۰±۰^{i}	۰±۰^{g}	۲/۷±۰/۳۲^{l}
۲	۷/۰۱±۰/۱۱^{l}	۰±۰^{l}	۰±۰^{i}	۰±۰^{g}	۳/۵۶±۰/۶۸^{kl}
۳	۷/۷±۰/۱۶^{kl}	۰/۷۴±۰/۰۵^{k}	۰±۰^{i}	۰±۰^{g}	۴/۸۳±۰/۶۴^{jk}
۴	۸/۰۲±۰/۰۸^{jkl}	۰/۹۶±۰/۰۶^{j}	۰/۰۸±۰/۰۴^{i}	۰±۰^{g}	۴/۹±۰/۵۳^{jk}
۵	۸/۶۷±۰/۳۳^{ijk}	۱/۴۱±۰/۱۴^{i}	۰/۷۷±۰/۰۸^{h}	۱/۵۶±۰/۱۰^{f}	۵/۰۲±۰/۰۹^{ijk}
۶	۸/۹۵±۰/۰۵^{hijk}	۱/۵۷±۰/۳۳^{i}	۱/۱۷±۰/۴۲^{gh}	۱/۷۳±۰/۲۴^{ef}	۵/۳±۰/۳۴^{ij}
۷	۹/۰۳±۰/۰۵^{hij}	۱/۷۶±۰/۱۷^{hij}	۱/۴۶±۰/۱۰^{fg}	۱/۹۸±۰/۰۲^{de}	۵/۸۶±۰/۳۲^{hij}
۸	۹/۴۳±۰/۴۹^{ghi}	۱/۹۸±۰/۱۰^{gh}	۱/۷±۰/۱^{ef}	۲/۰۵±۰/۱۵^{def}	۵/۹۶±۰/۲۰^{hij}
۹	۹/۷±۰/۶۰^{ghi}	۲/۱۶±۰/۰۵^{g}	۱/۷۵±۰/۰۷^{def}	۲/۲۵±۰/۰۵^{de}	۵/۹۶±۰/۰۵^{hij}
۱۰	۱۰/۱۶±۰/۰۵^{fgh}	۲/۲۳±۰/۰۵^{g}	۱/۷۹±۰/۲۶^{g}	۲/۴۳±۰/۳۸^{cd}	۶/۳۶±۰/۱۱^{ghi}
۱۱	۱۰/۵۶±۰/۳۲^{efg}	۲/۲۶±۰/۰۲^{fg}	۱/۸±۰/۱۷^{def}	۲/۹۱±۰/۱۴^{bc}	۶/۸±۰/۱^{fgh}
۱۲	۱۱/۳۳±۰/۴۶^{def}	۲/۳±۰/۰۵^{fg}	۱/۹±۰/۱۷^{def}	۲/۹۵±۰/۱۸^{bc}	۷/۴±۰/۶^{efg}
۱۳	۱۱/۸۳±۰/۱۵^{cde}	۲/۷±۰/۲۶^{ef}	۲±۰/۰۵^{def}	۳±۰^{bc}	۷/۵۶±۰/۲۰^{defg}
۱۴	۱۱/۸۶±۰/۶۱^{cd}	۲/۸±۰/۱۷^{de}	۲/۲۱±۰/۱۵^{cde}	۳/۰۵±۰/۰۵^{bc}	۷/۷۳±۰/۲۸^{cdefg}
۱۵	۱۲±۰/۳۵^{cd}	۲/۹۸±۰/۳۳^{cde}	۲/۳۱±۰/۱۱^{bcd}	۳/۰۸±۰/۷۰^{bc}	۸±۰/۸۹^{bcdef}
۱۶	۱۲/۵±۰/۳۶^{bcd}	۳/۱۳±۰/۳۴^{bcd}	۲/۴۵±۰/۰۸^{bc}	۳/۱۳±۰/۲۳^{b}	۸/۶۶±۰/۸۵^{abcde}
۱۷	۱۲/۹±۰/۱۴^{bc}	۳/۴۲±۰/۲۴^{bc}	۲/۴۵±۰/۱۴^{bc}	۳/۱۵±۰/۲۱^{b}	۸/۸۵±۰/۰۷^{abcd}
۱۸	۱۳/۳۶±۰/۳۲^{b}	۳/۶۵±۰/۲۷^{b}	۲/۴۸±۰/۰۲^{b}	۳/۲۱±۰/۱۸^{b}	۹/۰۶±۰/۴۵^{abc}
۱۹	۱۳/۶±۰/۲۶^{b}	۳/۸±۰/۲۶^{ab}	۲/۶۱±۰/۲۳^{b}	۳/۲۵±۰/۲۶^{b}	۹/۱۲±۰/۳^{ab}
۲۰	۱۵/۲±۱/۳۰^{a}	۴/۲۴±۰/۳۲^{a}	۳/۱±۰/۲۹^{a}	۴/۰۲±۰/۲۶^{a}	۹/۴۶±۰/۶۰^{a}

*اعداد با حروف متفاوت در هر ستون دارای اختلاف آماری می‌باشند (P<۰/۰۵).

شکل ۵ – لارو سه روزه استرلیاد.

شکل ۶ – باله های تفکیک یافته در لارو استرلیاد ۶ روزه.

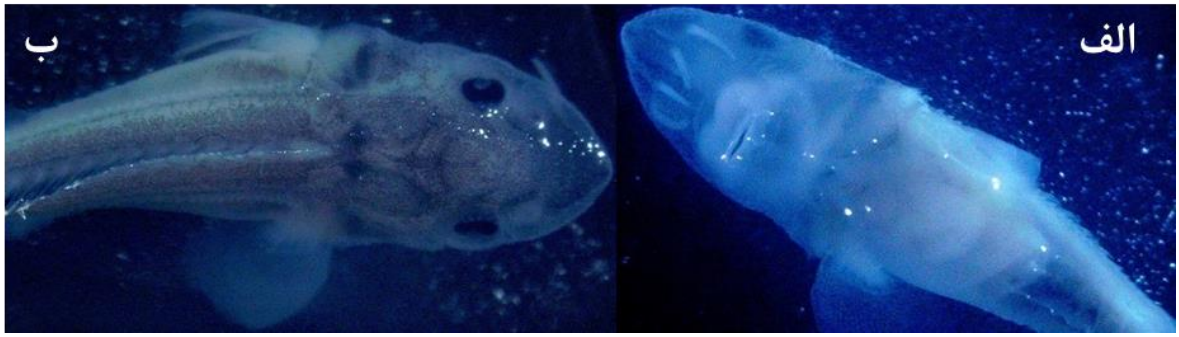
کاهش معنی‌داری نسبت به روزهای قبل داشت. باله دمی از باله پشتی و مخرجی تفکیک شده و بقیه باله‌ها و اندام‌ها در حال تکامل بوده و باله شکمی به‌طور واضح قابل مشاهده می‌باشد (شکل ۶). در لارو هفت روزه توده رنگدانه سیاه رنگ به‌طور کامل دفع شد ولی کیسه زرده هنوز به‌طور کامل جذب نشد. در روز هشتم تا دهم اندام‌ها در حال توسعه بودند و حجم کیسه زرده در حال کاهش بسیار بود، حتی در برخی نمونه‌ها کیسه زرده کاملاً جذب شده بود.

۳.۴. لارو یازده تا پانزده روزه

در لارو یازده روزه کیسه زرده به‌طور کامل جذب شده است و اندازه طول سر نسبت به سایر روزها دارای تفاوت معنی‌داری می باشد. در روزهای ۱۵-۱۳ لارو بدون کیسه زرده در حال رشد می‌باشد.

۳.۵. لارو شانزده تا بیست روزه

در روز شانزدهم جوانه‌های صفحات استخوانی جانبی و شکمی کاملاً مشخص بود. در پارامترهای اندازه‌گیری شده تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. در مجموع، پارامترهای اندازه‌گیری شده شامل طول کل، طول سر و قطر چشم در لاروهای استرلیاد طی روزهای ۲۰-۱ پس از تفریخ، اختلاف معنی‌داری با هم داشتند و دارای روندی افزایشی بودند. طول کیسه زرده در



شکل ۷– نمای شکمی (الف) و پشتی (ب) لارو ۲۰ روزه.

جدول ۴ - اندازه طول سبیلک کناری، سبیلک میانی، دهان و پوزه در لاروهای استرلیاد (*Acipenser ruthenus*) طی روزهای ۲۰-۱ پس از تفریخ (میانگین ± انحراف معیار).

روزهای پس از تفریخ	طول سبیلک کناری (میلی‌متر)	طول سبیلک میانی (میلی‌متر)	اندازه (عرض) دهان (میلی‌متر)	طول پوزه (میلی‌متر)
۱	۰±۰^{n}	۰±۰^{j}	۰±۰^{m}	۰/۲۵±۰/۰۴^{n}
۲	۰±۰^{n}	۰±۰^{j}	۰/۵±۰/۰۵^{l}	۰/۴۶±۰/۱۱^{mn}
۳	۰/۳۶±۰/۰۲^{m}	۰/۳۱±۰/۰۲^{i}	۱/۰۱±۰/۰۲^{k}	۰/۶۳±۰/۱۰^{lmn}
۴	۰/۶۵±۰/۱۲^{m}	۰/۴۹±۰/۰۴^{i}	۱/۳۶±۰/۱۹^{jk}	۰/۸۷±۰/۰۹^{klm}
۵	۱/۰۳±۰/۰۲^{l}	۰/۸۳±۰/۰۴^{h}	۱/۵۲±۰/۱۱^{ijk}	۱/۰۵±۰/۰۴^{jkl}
۶	۱/۰۳±۰/۰۲^{l}	۰/۸۶±۰/۰۲^{h}	۱/۷±۰^{hij}	۱/۱۱±۰/۰۸^{jk}
۷	۱/۱۶±۰/۰۲^{kl}	۰/۸۶±۰/۱۲^{h}	۱/۷۳±۰/۰۵^{hij}	۱/۲۵±۰/۰۵^{ijk}
۸	۱/۳۳±۰/۰۵^{ijkl}	۰/۸۸±۰/۰۲^{h}	۱/۸۶±۰/۱۵^{ghi}	۱/۴۸±۰/۰۲^{ij}
۹	۱/۴±۰/۰۸^{hijk}	۰/۹±۰/۰۵^{h}	۱/۹۶±۰/۰۵^{fghi}	۱/۶۵±۰/۱۸^{hi}
۱۰	۱/۴۲±۰/۴۰^{jkl}	۱±۰/۰۵^{h}	۲/۰۳±۰/۰۵^{fgh}	۱/۹۶±۰/۱۶^{gh}
۱۱	۱/۵±۰/۰۵^{ghij}	۱/۲۳±۰/۰۲^{g}	۲/۰۳±۰/۲۰^{fgh}	۲/۰۳±۰/۱۱^{fgh}
۱۲	۱/۵۵±۰/۰۵^{fghi}	۱/۳۱±۰/۰۲^{fg}	۲/۲۵±۰/۱^{efg}	۲/۲±۰/۱۳^{efg}
۱۳	۱/۷۱±۰/۱۰^{efgh}	۱/۴۸±۰/۱۲^{ef}	۲/۳۵±۰/۰۸^{def}	۲/۴۱±۰/۰۷^{defg}
۱۴	۱/۸±۰/۰۸^{defg}	۱/۶۱±۰/۱۰^{de}	۲/۴۱±۰/۱۴^{def}	۲/۴۶±۰/۱۸^{cdef}
۱۵	۱/۸۵±۰/۱۲^{cdef}	۱/۶۳±۰/۱۰^{cde}	۲/۶±۰/۱۶^{cde}	۲/۵۶±۰/۳۸^{bcde}
۱۶	۱/۹۳±۰/۱۶^{bcde}	۱/۶۶±۰/۱۸^{cde}	۲/۷۳±۰/۲۰^{bcd}	۲/۷۸±۰/۳۷^{bcd}
۱۷	۲/۰۵±۰/۰۷^{bcd}	۱/۸±۰^{bcd}	۲/۹۵±۰/۰۷^{bc}	۲/۹±۰/۲۱^{bc}
۱۸	۲/۱۵±۰/۱۵^{abc}	۱/۸۱±۰/۰۲^{bc}	۳±۰/۱^{abc}	۲/۹۵±۰/۲^{b}
۱۹	۲/۲±۰/۱۵^{ab}	۱/۸۶±۰/۰۷^{ab}	۳/۰۸±۰/۲۳^{ab}	۲/۹۹±۰/۱۳^{b}
۲۰	۲/۴±۰/۰۷^{a}	۲/۰۶±۰/۰۹^{a}	۳/۴۴±۰/۳۹^{a}	۳/۵۵±۰/۱۴^{a}

*اعداد با حروف متفاوت در هر ستون دارای اختلاف آماری می‌باشند ($P<۰/۰۵$).

لاروهای استرلیاد طی روزهای ۲۰-۱ پس از تفریخ، دارای روند کاهشی بوده اما در روزهای اول تا سوم تفاوت معنی‌داری در این مورد مشاهده نشد (جدول ۲). همچنین طول باله پشتی، باله سینه‌ای، باله شکمی، باله مخرجی و باله دمی در لاروهای استرلیاد طی روزهای ۲۰-۱ پس از تفریخ، با هم اختلاف معنی-داری داشته و دارای روند افزایشی بودند (جدول ۳). طول سبیلک کناری، سبیلک میانی، دهان و پوزه در لاروهای استرلیاد طی روزهای ۲۰-۱ پس از تفریخ، روند افزایشی داشته و اختلاف معنی‌داری طی روند رشد در آن‌ها مشاهده شد (شکل ۷، جدول ۴).

۴. بحث و نتیجه‌گیری

در بررسی‌های انجام شده، لاروها در زمان تفریخ انبوه با متوسط طول کل ۸/۲ میلی‌متر به‌علت سنگینی کیسه زرده در کف حوضچه تجمع می‌نمودند. پیش-لاروها بعلت فقدان باله سینه‌ای به مدت طولانی در یک مسیر مشخص قادر به شنا نیستند

(Kryzhanovskii, 1949). توانایی شناوری و شنای فعال نیز ممکن است مرتبط با مقدار جذب کیسه زرده باشد (Mukhasin and Jawad, 2012) که با گزارش Calta (۲۰۰۰) بر روی ماهی *Leuciscus cephalus* مطابقت دارد. این پیش‌لاروها حرکات متناوب دارند، بطوری‌که با حرکات فعال ناحیه خلفی تنه و دم به‌طرف بالا آمده و سپس به‌صورت فعال به کف حوضچه سقوط می‌کنند (Dettlaff *et al*., 1993). در این زمان منفذ دهان و شکاف آبششی هنوز شکل نگرفته و تنفس پیش‌لاروها از طریق شبکه مویرگ‌های خونی کیسه زرده صورت می‌گیرد. جوانه بالهها و سبیلک‌ها نیز در این مرحله مشاهده نمی‌شود. چشم‌ها نیز بصورت ابتدایی و فاقد رنگدانه هستند (Baburina, 1972). جوانه‌های اندام‌های بویایی و چشم از نظر عملی قطر یکسان دارند. عکس‌العمل به نور همانند گونه‌های دیگر در این مرحله ظاهر می‌شود ولی در گونه‌های مختلف متفاوت بوده و با تمایز گیرنده‌های نوری شبکیه شفاف ظاهر می‌گردد (Baburina, 1972). با این وجود، به‌نظر می‌رسد نقش چشم در مراحل ابتدایی لاروی در گرفتن غذا دارای اهمیت بیشتری است (Falahatkar *et al*., 2017).

از آنجایی‌که هضم درون سلولی زرده در تاسماهیان خیلی زود آغاز می شود (حتی طی دوره رشد و نمو جنینی)، بنابراین در مرحله آخر نورولا سلول‌های عصبی و اندام‌های حسی اولیه فاقد زرده هستند. با مصرف زرده، گرانول‌های رنگدانه‌ای موجود در سلول‌های آن به بیرون دفع می شوند. تجمع گرانول‌های رنگدانه‌های جنینی در انتهای مجرای گوارشی موجب تولید توده ملانین می شود (Dettlaff *et al*., 1993). در تحقیق حاضر تجمع ملانین پروپکا در لارو یک روزه با متوسط طول کل ۸/۲ میلی‌متر ملاحظه شد که از نظر زمانی با نتایج مطالعات Colombo و همکاران (۲۰۰۷)، شفیع زاده (۱۳۷۲) و ایمانی و فلاحتکار (۱۳۹۶) تفاوت دارد. گرانول‌های زرده بعد از تفریخ شروع به مصرف می‌شوند. طی هضم درون سلولی زرده که پس از خروج جنین از پوسته ادامه می‌یابد، زرده در حفره لوله گوارشی نیز تجزیه می‌شود که این امر حتی قبل از تشکیل سلول‌های مژک‌دار اندودرمی آغاز می‌گردد. هضم زرده به کمک مواد مترشحه از سلول‌های دیواره لوله گوارشی انجام می‌گیرد. تجمع و ترشح این مواد حتی قبل از تشکیل هر گونه غدد گوارشی و قبل از تمایز سلول‌های استوانه‌ای روده صورت می‌گیرد. بر اساس مطالعات بافت شناسی، شکسته شدن صفحات زرده در محل تماس با دیواره لوله گوارشی می‌تواند ترمیم و موجب تشکیل لایه یکنواخت زرده شود (Dettlaff *et al*., 1993).

دو روز پس از تفریخ، در لاروهای با متوسط طول کل ۱۰/۱۵ میلی‌متر شکاف آبششی باز شد و سبیلک‌ها بصورت برجستگی در سطح زیرین سر نمایان گردید و چشم‌ها رنگدانه‌دار شد که این تغییرات و روند توسعه مطابق با نتایج Dettlaff و همکاران (۱۹۹۳) در تاسماهی روسی، Szczepkwski و Koman (۲۰۰۲) در هیبرید تاسماهی روسی و Colombo و همکاران (۲۰۰۷) در تاسماهی پوزه بیلچه‌ای (*Scaphirhynchus platorynchus*) می‌باشد.

در مطالعه حاضر، مطابق با نتایج Dettlaff و همکاران (۱۹۹۳)، Colombo و همکاران (۲۰۰۷) کیسه زرده توسط یک فرورفتگی به دو قسمت (معده قدامی اولیه و روده میانی) تقسیم شود که این نتایج در تضاد با مطالعه ایمانی و فلاحتکار (۱۳۹۶) در گونه تاسماهی ایرانی است. پرده درونی کیسه زرده چند روز پس از تفریخ به‌واسطه چین مورب به شکل اریب تقسیم می‌شود و دیواره قدامی این چین دیواره پایین معده را تشکیل می‌دهد. در عین حال، قسمت خلفی آن دیواره بالایی روده میانی را شکل می‌دهد. طی مرحله جدا شدن، شبکه مویرگی به ناحیه روده میانی حرکت نموده و بخشی از آن دچار تورفتگی می‌شود. سپس بخشی از این شبکه مویرگی از بین می‌رود و بخشی دیگر آن، مویرگ‌های روده را تشکیل می‌دهند (Buddington and Doroshov, 1986; Dettalaff *et al*., 1993). قسمت قدامی جدا شده کیسه زرده که بزرگتر از قسمت خلفی است به بخش معده می‌پیوندد و بخش خلفی کیسه به ناحیه قدامی روده خواهد پیوست (Snyder, 2002). در مطالعه حاضر، کیسه زرده ۱۰ روز پس از تفریخ به‌طور کامل جذب شد که این امر می‌تواند بر اساس نوع گونه و درجه حرارت آب متفاوت باشد.

مطابق با نتایج Szezepkowsk و Kolman (۲۰۰۲)، سه روز پس از تفریخ دهان لاروهای استرلیاد

با متوسط طول کل ۱۱/۵ میلی‌متر به شکل یک شکاف درآمده و سبیلک‌ها شروع به رشد کرده و به شکل جوانه نمایان می‌شوند. نتایج نشان داد در این زمان، سبیلک‌های جانبی درازتر از سبیلک‌های میانی هستند. مطالعات قبلی نشان می‌دهند بزرگترین اندازه نسبی دهان متعلق به فیل ماهی است. تاسماهی کوفمانی، تاسماهی روس و استرلیاد در رده‌های بعدی قرار دارند. در پیش‌لاروهای اکثر گونه‌ها، لب پایین دارای بریدگی است اما بریدگی لب ماهی استرلیاد قدری کمتر از سایر گونه‌ها است.

برخلاف نتایج ایمانی و فلاحتکار (۱۳۹۶) که ظهور باله سینه‌ای را روز اول پس از تفریخ در تاسماهی ایرانی گزارش نموده‌اند در مطالعه حاضر، باله سینه‌ای در روز سوم پس از تفریخ در لاروهایی با متوسط طول کل ۱۱/۵ میلی‌متر به شکل جوانه به‌وضوح قابل مشاهده بود.

دفع ملانین پروپکا در لاروهای استرلیاد از روز چهارم با متوسط طول کل ۱۲/۶ میلی‌متر شروع شد و در روز هفتم با متوسط طول کل ۱۶ میلی‌متر به اتمام رسید ولی در همین زمان بقایای کیسه زرده هنوز مشخص وجود داشت. این نتایج با مطالعات شفیع زاده (۱۳۷۲) بر روی تاسماهی ایرانی، Dettlaff و همکاران (۱۹۹۳) بر روی تاسماهی روسی و Colombo و همکاران (۲۰۰۷) بر روی تاسماهی پوزه بیلچه‌ای همخوانی ندارد. همچنین این نتایج در تضاد با بررسی Szczepkowski و Koman (۲۰۰۲) است. طبق مطالعات آن‌ها در لاروهای تاسماهی هیبرید (SR.S) (*Acipenser baeri* × *Acipenser gueldenstaedti*) خروج ملانین پروپکا از دستگاه گوارش از روز دوازدهم شروع شده و در بیشتر لاروها در روز سیزدهم به اتمام می‌رسد، درحالی‌که در لاروهای هیبرید (SR.R) (*Acipenser baeri* × *Acipenser gueldenstaedti*) × *Acipenser gueldenstaedti* خروج ملانین پروپکا از روز سیزدهم شروع شده و در روز شانزدهم به اتمام می‌رسد. اختلاف در نتایج حاصله به نوع گونه، درجه حرارت آب و شرایط پرورش بستگی دارد. توده ملانینی به‌تدریج از مجرای روده مارپیچی به طرف روده خلفی حرکت می‌کند. بین روده خلفی و محیط خارج ارتباطی به‌وجود می‌آید که سرانجام منفذ مخرج به‌طور کامل باز شده و متعاقب آن خروج توده ملانینی اتفاق می‌افتد. خروج رنگدانه غالباً یکی از معیارهای تعیین زمان گذار پیش‌لاروها به تغذیه فعال است. در شرایط طبیعی، دفع ملانین پروپکا تقریباً همزمان با شروع تغذیه فعال بوده که این مورد می‌تواند راهنمای خوبی باشد ولی باید یادآور شد که در شرایط نامساعد، خروج توده رنگدانه ممکن است زودتر اتفاق بیافتد.

تاخیر در تمایز مری و روده خلفی، همچنین جذب مجدد پرده بین مری و حلق (تقریباً تا اواخر تغذیه از زرده طول می‌کشد) موید نظرات Dragomirov (۱۹۵۳ و ۱۹۶۱) و Gerbilskii (۱۹۵۷) است که این امر نشان‌دهنده بی‌فایده بودن تغذیه پیش‌لاروها با میکروپلانکتون‌ها و میکروبنتوزها قبل از پایان این دوره است چراکه پیش‌لارو قادر به پذیرش، بلع و هضم هیچ غذایی نیست. گذار پیش لاروها به گرفتن فعال غذا فقط بعد از ده روز اتفاق می‌افتد که در این مرحله سیستم گوارشی آن‌ها آماده برای جذب غذا است، در نتیجه در این مرحله اندام‌های گیرنده و هضم‌کننده غذا و اندام‌های حسی پیش لاروها آماده برای تغذیه فعال هستند. در این دوره لاروها هنوز مقادیر مشخصی زرده را حفظ کرده‌اند (Dettlaff *et al.*, 1993). بنابراین به نظر می‌رسد شروع تغذیه که در گونه‌های مختلف و در شرایط نگهداری متفاوت فرق می‌کند باید بر مبنای مقدار حجم کیسه زرده و سایر شرایط فیزیولوژیک و رفتاری ماهی درنظر گرفته شود.

برخلاف نتایج Dettlaff و همکاران (۱۹۹۳) که پنج روز پس از تفریخ را زمان ظهور جوانه باله شکمی گزارش نموده‌اند در این مطالعه باله شکمی از چین باله جدا شده و به شکل جوانه ظاهر می‌شود که با نتایج Colombo و همکاران (۲۰۰۷) و شفیع‌زاده (۱۳۷۲) مطابقت داشت. مطابق با نتایج Colombo و همکاران (۲۰۰۷)، پنج روز پس از تفریخ باله‌های مخرجی لاروهای با متوسط طول کل ۱۵/۳ میلی‌متر به شکل برجستگی چین باله ظاهر شدند و تفکیک باله دمی از باله پشتی و مخرجی شروع شد. در مطالعه حاضر، در لاروهای شش روزه با متوسط طول کل ۱۵/۵ میلی‌متر باله دمی از باله پشتی و مخرجی توسط شیارهای کم عمق جدا شد که با نتایج ایمانی و فلاحتکار (۱۳۹۶) مطابقت داشت در حالی‌که Dettlaff و همکاران

(۱۹۹۳) روز چهارم پس از تفریخ را زمان تفکیک این باله‌ها گزارش نموده‌اند.

با رشد پیش‌لاروها، اختلاف بین گونه‌های مختلف افزایش یافته و صفات جدیدی ظاهر می‌شود که می‌توان آن‌ها را از یکدیگر متمایز ساخت. در آغاز تغذیه فعال، پیش‌لاروهای اغلب گونه‌ها را می‌توان بدون هیچ مشکلی شناسایی کرد، چون تعدادی از صفات اختصاصی گونه‌ای مثل شدت رنگدانه‌دار شدن، طول سر و پوزه، طول و موقعیت سبیلک‌ها، عرض دهان، اندازه و موقعیت باله‌ها و برخی صفات دیگر را کسب کرده‌اند (Dettlaff *et al*., 1993).

کاهش حجم کیسه زرده در ماهیان دارای الگوهای مشابهی می‌باشد، به گونه‌ای که لارو در ساعات اولیه تفریخ، دارای متابولیسم زیاد، جذب مقادیر زیاد زرده و به دنبال آن رشد شدید است. در مطالعه حاضر، کیسه زرده لاروها یازده روز پس از تفریخ با متوسط طول کل ۲۰/۳۳ میلی‌متر به‌طور کامل جذب گردید، در صورتی‌که در تحقیقات مشابهی که توسط Conte و همکاران (۱۹۸۸) و Jahnson و Wang (۲۰۰۶) بر روی تاسماهی سفید، Colombo و همکاران (۲۰۰۷) بر روی تاسماهی پوزه بیلچه‌ای انجام شد کیسه زرده به ترتیب ۱۰، ۱۳-۷ و ۷ روز پس از تفریخ به‌طور کامل جذب گردید. سرعت جذب کیسه زرده ممکن است متناسب با دمای آب (Wang and Johnson, 2006) یا کیفیت غذای در دسترس لاروها (Mukhasin and Jawad, 2012) باشد.

در لاروهای شانزده روزه با متوسط طول کل ۲۶ میلی‌متر صفحات استخوانی جانبی در طول بدن ظاهر شدند. Colombo و همکاران (۲۰۰۷) بیست و یک روز پس از تفریخ را زمان ظهور صفحات جانبی اعلام کرده اند. همچنین لاروهای هجده روزه تاسماهی ایرانی نیز ظهور این صفحات را نشان دادند. این موضوع به گونه، شرایط محیطی و شرایط تغذیه‌ای ماهی بستگی دارد (ایمانی و فلاحتکار، ۱۳۹۶).

در کارگاه‌های تکثیر و پرورش تاسماهیان تعیین زمان روی آوردن لاروها به تغذیه فعال بسیار مهم است. با شروع تغذیه فعال بایستی غذادهی صورت بگیرد چون در غیر این‌صورت به علت کمبود غذا در شروع تغذیه خارجی، حالت هم‌نوع خواری در آن‌ها رخ می‌دهد (Szczepkowski and Koman, 2002). یکی از نشانه‌های شروع تغذیه بیرونی، دفع ملانین پروپکا است و با استفاده از مطالعات لاروی می‌توان این زمان را مشخص نمود (آذری تاکامی، ۱۳۸۸؛ Colombo و همکاران، ۲۰۰۷) اما مشخصه کاملی نیست و می‌بایست با تلفیقی از زمان جذب کیسه زرده، باز شدن دهان و مری و سایر خصوصیات فیزیولوژیک و رفتاری ماهی این زمان را درنظر گرفت.

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که بهترین زمان تغذیه فعال لارو استرلیاد در دمای ۲۱/۸ درجه سانتی‌گراد از روز هفتم پس از تفریخ آغاز شود و حتماً می‌بایست غذا در این مرحله در اختیار ماهیان قرار گرفته تا با مدیریت مناسب از هدر رفت غذا به‌دلیل شروع زودتر تغذیه و از تلفات لاروی به‌دلیل دیرکرد در شروع غذادهی پیشگیری نمود.

تشکر و قدردانی

از کارشناسان مجتمع بازسازی و حفاظت از ذخایر ژنتیکی ماهیان خاویاری شهید دکتر بهشتی و به‌خصوص آقایان مهندس عباسعلیزاده و مهندس رزاقی که امکان نمونه‌برداری از لارو ماهی استرلیاد را فراهم نمودند کمال تشکر را داریم.

References

Agrahari, S., Pandey, K.C., Gopal, K., 2007. Biochemical alteration induced by monocrotophos in the blood plasma of fish, *Channa punctatus* (Bloch). *Pesticide Biochemistry and Physiology* 88, 268-272.

Avella, M., Young, G., Prunet, P., Schreck, C. B., 1990. Plasma prolactin and cortisol concentrations during salinity challenges of coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) at smolt and post-smolt stages. *Aquaculture* 91, 359-372.

Barham, D., Trinder, P., 1972. An improved colour reagent for the determination of blood glucose by the oxidase system. *Analyst* 97, 142-145.

Castex, M., Lemaire, P., Wabete, N., Chim, L., 2009. Effect of dietary probiotic *Pediococcus acidilactici* on antioxidant defences and oxidative stress status of shrimp *Litopenaeus*

Azari Takami, G., 2009. Breeding and Cultivation of Sturgeon (Caviarian Fish), Tehran University Press, 401 p. (In Persian)

Baburina, E.A., 1972. Fertility of the Caspian beluga sturgeon. *Zoologicheskii Zhurnal* 26, 339-345.

Bisbal G.A., Bengtson D.A., 1995. Development of digestive tract inlarval summer flounder. *Journal of Fish Biology* 47, 277-291.

Brannon, E., Brewer, S., Setter, A., Miller, M., Utter, F., Hershberger, W., 1984. Columbia River white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) early life history and genetic study. Bonneville Power Administration Environment, Fish and Wildlife Division, 67 p.

Buddington, R., Doroshov, S.I., 1986. Development of digestive secretions in white sturgeon juveniles (*Acipenser transmontanus*). *Comparative Biochemistry and Physiology* 83A, 233-238.

Calta, M., 2000. Morphological development and growth of chub, *Leuciscus cephalus* (L. 1758), larvae. *Journal of Applied Ichthyology* 16, 83-85.

Chebanov, M.S., Galich, E.V., 2011. Sturgeon Hatchery Manual. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper 558, FAO, Ankara, Turkey. Translated by Falahatkar, B. (2015). Sarava Publication, Tehran, 331 p. (In Persian)

Colombo, E.R., Garvey, J.E., Wills, P.S., 2007. A guide to the embryonic development of the shovelnose sturgeon (*Scaphirhynchus platorynchus*), reared at a constant temperature. *Journal of Applied Ichthyology* 23, 402-410.

Conte, F.S., Doroshov, S.I., Lutes, P.B., 1988. Hatchery manual for the white sturgeon (*Acipenser transmontanus* Richardson) with application to other North America Acipenseridae. Division of Agriculture and Natural Resources, University of California, Davis, 104 p.

Eshaghzadeh, H., Akbarzadeh, A., Yarmohammadi, M., Gisbert, E., 2016. Ontogeny of respiration and feeding structures of skull in Persian sturgeon, *Acipenser persicus*. *Aquatic Ecology* 6, 55-63. (In Persian)

Deravi Ghaziani, S., Yousefi Jourdehi, A., Kazemi, R., Pourasadi, M., 2013. The comparison of growth performance and survival rate of sterlett (*Acipenser ruthenus*) and Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*) from larvae to fingerling. *Journal of Fisheries* 67, 39-47. (In Persian)

Dettlaff, T.A., Ginsburg, A.S., Schmalhausen, O.I., 1993. Sturgeon Fishes: Developmental Biology and Aquaculture. Springer-Verlag Press, Berlin, Heidelberg, Germany. 300 p.

Dragomirov, I.N., 1953. Development of the stellate sturgeon larvae during the period of yolk feeding. *Trudy Instituta Morfologii Zhivotnykh Akademii Nauk SSSR* 10, 244-263. (In Russian)

Dragomirov, I.N., 1961. Ecological-morphological features of larval development in the giant sturgeon *Huso huso* L. *Trudy Instituta Morfologii Zhivotnykh Akademii Nauk SSSR* 33, 72-93. (In Russian)

Falahatkar, B., Efatpanah, I., 2011. Egg extraction of sterlet sturgeon, *Acipenser ruthenus* L, through surgery. *Journal of Veterinary Research* 66, 349-353. (In Persian)

Falahatkar, B., Sotoudeh, E., Lazur, M., 2012. Evaluation of Artemia and formulated diets on performance of Persian sturgeon *Acipenser persicus* larvae. *Journal of Applied Ichthyology* 28, 709-712.

Falahatkar, B., Poursaeid, S., Efatpanah, I., Meknatkhah, B., 2017. Growth, development and behavior of Persian sturgeon *Acipenser persicus* larvae in different light regimes. *Aquaculture Research* 48, 5812-5820.

Gerbilskii, N.I., 1957. Histophysiological analysis of the digestive system in sturgeons and teleosteans during the early developmental period and the method of rearing larvae in fish culture. Proceeding of Conference on Fish Culture, 1954, Izdatel'stvo Akad Nauk SSSR, 89-94. (In Russian)

Gisbert, E., 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, 63-76.

Gisbert, E., Williot, P., 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, 83-94.

Imani, M., Falahatkar, B., 2017. Larval development of Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) with emphasis on determination of start feeding. *Journal of Animal Researches* 30, 301-311. (In Persian)

Johnson, C.S., Wang, Ph.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. Tracy Fish Collection Facility. Byron, California, 16 p.

Kamali, A., Shabanpour, B., 2004. Effects of *Daphnia magna* and *Artemia* nauplii on growth performance in Persian sturgeon *Acipenser persicus* larvae. *Iranian Journal of Fisheries Sciences* 4, 103-115. (In Persian)

Ljunggren, L., 2002. Growth response of pike perch

larvae in relation to body size and zooplankton abundance. *Journal of Fish Biology* 60, 405-414.

Moaier, F., Zargarian, P., Kamali, A., Eagderi, S. 2013. Study of morphogenesis and allometric growth pattern of Sterlet, *Acipenser ruthenus*, during early larval development. *Journal of Animal Environment* 5, 71-78. (In Persian)

Moshayedi, F., Eagderi, S., Zargarian, P., Iri, M., 2015. Morphological development and body shape change of Sterlet (*Acipenser ruthenus*) using geometric morphometric technique during early development. *Journal of Aquatic Nutrition and Biochemistry* 2, 1-10. (In Persian)

Mukhasin, A.A. and Jawad. L.A., 2012. Larval development if the Cyprinid fish *Barbus sharpeyi* (Gunther, 1874). *Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 7, 307-319.

Pourali Fashtami, H.R., Yazdani, M.A., Peykaran Mana, N., Seyyed Hassani, M.H., Mohseni, M., Soheil naghshi, S., 2012. Introducing and comparing the growth and nutrition of starlet (*Acipenser ruthenus*) and Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) as ornamental fishes in aquarium. *Aquaculture Development* 6, 1-10. (In Persian)

Pourasadi, M., Falahatkar, B., Azari Takami, G., 2009. Minimally invasive surgical technique for removal of ovulated eggs from Persian sturgeon, *Acipenser persicus*. *Aquaculture International* 17, 317-321.

Pourhosein Sarameh, S., Bahri, A.H., Falahatkar, B., Yarmohammadi, M., Salarzadeh, A.R., 2018. The effect of fish and rapeseed oils on growth performance, egg fatty acid composition and offspring quality of sterlet sturgeon (*Acipenser ruthenus*). *Aquaculture Nutrition* 25, 543-554.

Rybnikár, J., Prokeš, M., Mareš, J., Cileček, M., 2011. Early development and growth of sterlet (*Acipenser ruthenus*) in the Czech Republic. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis* 26, 217-226.

Shafizadeh, S.Sh., 1993. Study of growth and development of Persian sturgeon (*Acipenser persicus* Borodin). MSc thesis, Islamic Azad University, North of Tehran Branch, 153 p. (In Persian)

Snyder, D.E., 2002. Pallid and Shovelnose sturgeon larvae-morphological description and identification. *Journal of Applied Ichthyology* 12, 240-265.

Szczepkowski, M., Koman, 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 Science* 47, 289-296.

Taylor, W.R., 1977. Observation on specimen fixation. *Proceedings of the Biological Society of Washington* 90, 753-763.

Wegner, A., Ostaszewska, T., Rożek, W., 2009. The ontogenetic development of the digestive tract and accessory glands of sterlet (*Acipenser ruthenus* L.) larvae during endogenous feeding. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 19, 431-444.