مطالعه الگوهای رشد آلومتریک و توسعه خصوصیات ریختی ماهی سیچلاید گورخری *Amatitlania nigrofasciatum* (Günther, 1866) در طی مراحل اولیه تکوین

فاطمه مشیدی، سهیل ایگدری*

گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران. صندوق پستی: ٤١١١

*soheil.eagderi@ut.ac.ir

تاریخ دریافت: مرداد ١٣٩٤ تاریخ پذیرش: آذر ١٣٩٤

چکیده

تکوین سریع اولیه و الگوی رشد آلومتری یک ویژگی معمول در لارو ماهیان می‌باشد. این تحقیق با هدف بررسی الگوی‌های رشد آلومتریک و تغییرات ریخت ظاهری ماهی سیچلاید گورخری (*Amatitlania nigrofasciatum*) به‌عنوان یک گونه با ارزش زینتی از زمان تفریخ تا ۳۵ روز پس از آن به اجرا درآمد. برای این منظور تغییرات ریختی و تکوینی لاروها در مراحل اولیه رشد بررسی و توصیف گردید. داده‌های ریخت‌سنجی نیز از روی تصاویر دوبعدی گرفته شده از نمونه‌ها توسط نرم‌افزار ImageJ استخراج گردید و الگوی رشد آلومتری به‌صورت تابع توانی طول کل با استفاده از داده های تغییر نیافته در فرمول $Y=aX^b$ اندازه گیری شدند با توجه به نتایج و براساس نقاط عطف رشد بخش‌های مختلف بدن، مراحل اولیه رشد این گونه به سه مرحله شامل، دوره Larval تا جذب کیسه زرده، Post larval همراه با توسعه باله‌ها و ظهور رنگدانه‌های بخش‌های میانی، پشتی و ساقه دمی و دوره Younger juvenile همراه با ظهور بیشتر رنگدانه‌ها به‌ویژه در بخش باله‌های پشتی و مخرجی و تکوین کامل باله‌ها قابل تقسیم می‌باشد. براساس نتایج، در این گونه نقاط عطف رشد بیشتر ویژگی‌های ریختی همزمان با تغییر از تغذیه داخلی به خارجی بود و شکل بدن آن همگام با اولویت‌های زیستی توسعه می‌یابد.

کلمات کلیدی: ماهی زینتی، رشد، ریخت، آلومتری، ریخت‌سنجی.

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1395.3.1.1.0]

مقدمه

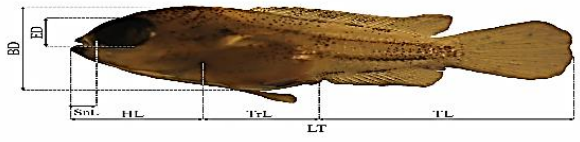
اغلب سیستم‌های عملکردی ماهیان در طی مراحل اولیه تکوین توسعه نیافته است و از این‌رو تغییرات ریخت‌شناسی در این مرحله بسیار سریع اتفاق می‌افتد (Osse *et al*., 1997). این تغییرات در یک دوره زمانی کوتاه موجب تبدیل لاروهای تازه تفریخ شده به شکل بالغ موجود و همچنین افزایش میزان بقای آن‌ها در ارتباط با شرایط محیطی می‌شود (Dettlaff *et al*. 1993; Osse & van den Boogart, 1995; van Snik *et al*. 1997; Gisbert *et al*., 2002). این فرآیند سبب بروز فنوتیپ‌های جدیدتر به‌دلیل تغییر نسبت‌های رشدی ساختارهای ریختی مختلف که آلومتری خوانده می‌شود، می‌گردد. آلومتری بیان می‌کند که چگونه یک ویژگی موجود، نسبت به سایر ویژگی‌ها و طول کل بدن تغییر می‌کند (Fuiman, 1983). از این‌رو آلومتری به‌عنوان بیان کننده تغییرات اندازه یک ساختار نسبت به کل بدن بوده و می‌تواند نشان دهنده تغییرات آنتوژنیک در طی مراحل اولیه رشد و انعطاف‌پذیری ریختی در یک محیط خاص باشد (Peña and Dumas, 2009). به همین دلیل، شناخت این روند یا روند تغییرات آلومتری رشد در طی مراحل اولیه رشد، به‌عنوان یک مقیاس برای بررسی کیفیت مناسب ماهیان پرورشی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Gisbert, 1999).

ماهی سیچلاید گورخری (*Cichlasoma nigrofasciatum*) از جمله سیچلایدهای زینتی است که به‌دلیل دسترسی آسان و تکثیر ارزان به‌عنوان یک ماهی مدل مورد استفاده قرار می‌گیرد. این گونه همچنین اخیراً در آب‌های داخلی ایران مستقر شده است (Jouladeh Roudbar *et al*., 2015). همچنین قابلیت تحمل محدوده وسیع سختی آب، pH و دما نیز از جمله دلایل دیگر اهمیت این گونه می‌باشد (Winermiller & Taylor,1982). با توجه به گسترش روز افزون تکثیر و پرورش این گونه باارزش آکواریومی، شناخت ویژگی‌های تکوینی آن همانند بسیار از ماهیان استخوانی دیگر، به‌ویژه بررسی تغییرات ریختی آن طی مراحل اولیه تکوین لاروی و همچنین الگوهای رشد آن در این دوره اهمیت زیادی دارد (Khemis *et al*., 2012). شناخت تغییرات ریختی مهم در مراحل اولیه تکوین می‌تواند به درک بهتر این مراحل منجر شده و در برنامه‌های مدیریتی برای مدیریت پرورش لارو مورد استفاده قرار گیرد. بنابراین این تحقیق با هدف بررسی الگوهای رشد آلومتری به همراه بررسی تغییرات ریخت ظاهری ماهی سیچلاید گورخری در مراحل اولیه رشد از روز اول بعد از تفریخ تا ۳۵ روز بعد از آن به اجرا در آمد. اطلاعات حاصل از این تحقیق می‌تواند باعث درک بهتر روند سازگاری‌های مربوط به رشد این گونه که در فهرست ماهیان آب‌های داخلی ایران نیز قرار گرفته است، گردد و دیدگاه‌هایی را در مورد ریخت‌شناسی، رفتارشناسی و اکولوژی این گونه در اختیار محققین قرار دهد.

مواد و روش‌ها

روش نمونه‌برداری: تعداد یک جفت مولد سیچلاید گورخری در یک آکواریوم شیشه‌ای ۶۰ لیتری که بستر آن با لایه‌ای نازک از سنگریزه‌های صاف پوشیده شده بود و یک گلدان سفال نیز در آن مستقر شده بود، قرار داده شدند. به‌منظور ترغیب ماهیان برای جفتگیری به مدت ۵-۳ روز یک تیغه شیشه میان دو ماهی قرار داده شد. بعد از خارج کردن حائل شیشه‌ای، دو ماهی با یکدیگر جفتگیری کردند. پس از تخمریزی تا زمان تفریخ کامل تخم‌ها در دهان مولدین مراقبت شدند و سپس لاروها از دهان ماهی مولد خارج و به یک آکواریوم ۳۰ لیتری با دمای ۲ ± ۲۵ درجه سانتی‌گراد و پی اچ ۷/۵ منتقل شدند. لاروها تا پایان دوره پرورش توسط آرتمیای تفریخ شده و بعد از چهار روز علاوه بر غذای زنده توسط غذای کنسانتره بیومار دانمارک (۵۸٪ پروتئین، ۱۵٪ چربی) مورد تغذیه قرار گرفتند. لاروها از روز اول تا ۱۳روز بعد از تفریخ به‌صورت روزانه و سپس تا روز ۳۵ بعد از تفریخ به صورت یک روز در میان، به تعداد ۴ قطعه در هر بار نمونه‌برداری شدند. نمونه‌گیری‌ها به‌صورت کاملاً تصادفی بوده و در مجموع تعداد ۹۶ لارو و بچه ماهی جمع‌آوری گردید که برای بررسی و آنالیزها مورد استفاده قرار گرفت. نمونه‌ها بلافاصله پس از نمونه‌برداری در عصاره گل میخک بیهوش و سپس از سمت چپ جانبی لاروها با استفاده از لوپ مجهز به دوربین دیجیتال (Cannon) با قدرت تفکیک ۵ مگاپیکسل مستقر بر روی Copystand عکسبرداری گردید. برای کنتراست بیشتر و مشاهده وضعیت تکوین بالهها، نمونه‌ها در روزهای اول توسط رنگ تولوئیدن بلو به نسبت ۱:۱ با آب مقطر، رنگ‌آمیزی شدند. روند تغییرات ریختی و تکوینی لاروها در مراحل اولیه رشد توسط استریومیکوسکوپ Laica در بزرگنمایی‌های مختلف بررسی و توصیف گردید.

بررسی الگوی رشد: فواصل مورد نظر بر روی نمونه‌ها شامل طول کل (LT)، طول سر (HL)، طول تنه (TrL)، طول دم (TL)، طول پوزه (SnL)، قطر چشم (ED) و عمق بدن (BD) توسط نرم‌افزار ImageJ (Version 1.240) از روی تصاویر دوبعدی گرفته شده، مورد سنجش قرار گرفتند (شکل ۱).



شکل ۱: فواصل اندازه‌گیری شده بر روی ماهی *Amatitlania nigrofasciatum* پس از جذب کیسه زرده شامل طول کل (LT)، طول سر (HL)، طول تنه (TrL)، طول دم (TL)، طول پوزه (SnL)، قطر چشم (ED) و عمق بدن (BD).

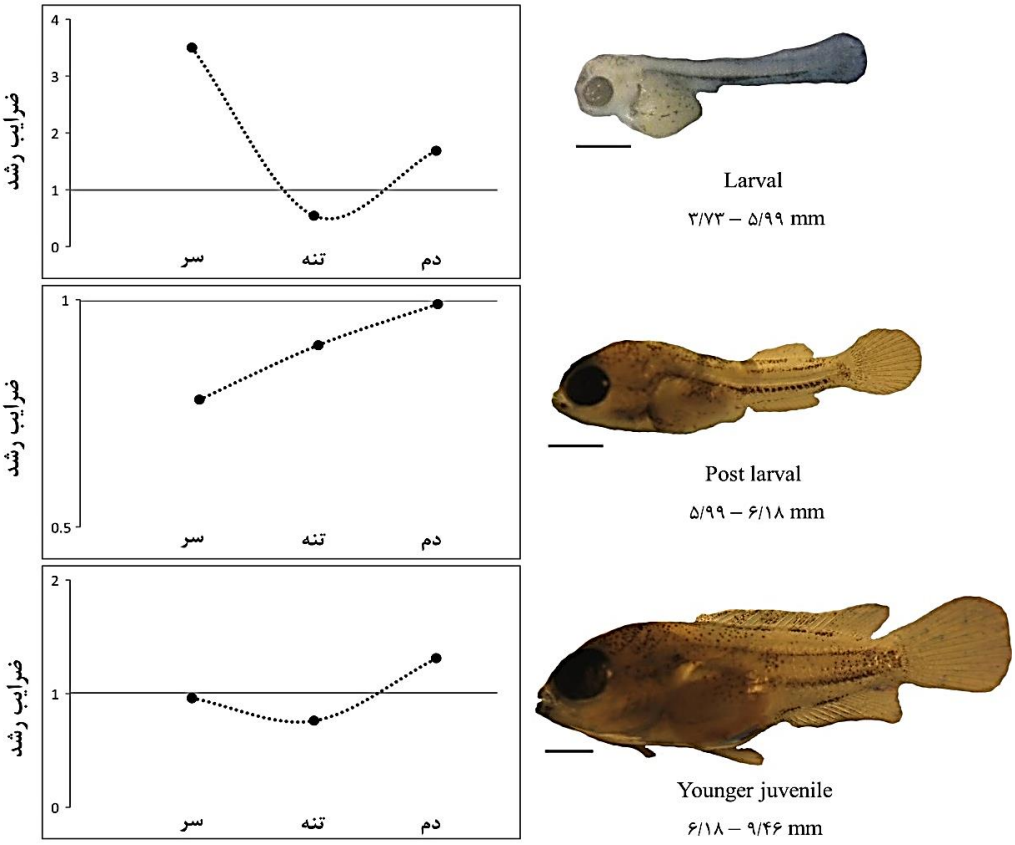
[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1395.3.1.1.0]

الگوی رشد آلومتری به‌صورت تابع توانی طول کل با استفاده از داده‌های تغییر نیافته در فرمول $Y=\alpha X^b$ اندازه‌گیری شدند که در آن Y به‌عنوان متغیر مستقل، X بعنوان متغیر وابسته، α عرض از مبدا (intercept) و b ضریب رشد است. در این فرمول $b=1$ بیانگر رشد ایزومتریک، $b<1$ نشان دهنده رشد آلومتری مثبت و $b>1$ بیانگر رشد آلومتری منفی می‌باشد. رگرسیون خطی برروی داده‌ها با استفاده از طول کل به‌عنوان متغیر مستقل انجام شد. نقاط عطف (Inflexion points) منحنی‌های رشد براساس روش van Snik *et al.* (1997) تعیین شد. به‌منظور نمایش تغییرات ریختی مهم براساس نقاط عطف رشد، این نقاط در طول کل در طی مراحل اولیه رشد نمایش داده شدند. نرخ‌های رشد منطقه‌ای توسط مدل Huxley، براساس روش Fuiman (1983) انجام شد. همچنین قدرت (Robustness) رگرسیون با محاسبه r^2 (بعنوان بیان کننده درصد تغییرات در یک رابطه خطی) و سطح معنی‌داری در یک رابطه خطی اندازه‌گیری شد. آنالیز داده‌ها در مایکروسافت اکسل ۲۰۰۷ و نرم افزار Minitab نسخه ۱۶ انجام پذیرفت. در ضمن تقسیم‌بندی مراحل تکوین لاروی با توجه به معیارهای تغییرات ریختی براساس Balon (۱۹۸۵ و ۱۹۹۹) انجام شد.

نتایج

تغییرات ریختی: از زمان تفریخ تا روز سوم بعد از آن شکاف دهانی بسته بود و رنگدانه‌ای شدن چشم‌ها به‌عنوان یک ویژگی مهم بین روزهای اول و دوم بعد از تفریخ به‌وقوع پیوست. در روز ششم بعد از تفریخ، کیسه زرده تقریباً تخلیه شده و چین‌خوردگی‌های (primordial fin-fold) باله‌های پشتی و مخرجی در لاروها بارز بود. توسعه و تمایز بیشتر باله‌ها حدوداً در روز ۱۰ بعد از تفریخ همزمان با پیدایش شعاع باله‌ها و جدا شدن باله‌های مخرجی و پشتی از چین‌خوردگی باله‌ها اتفاق افتاد (شکل ۲).

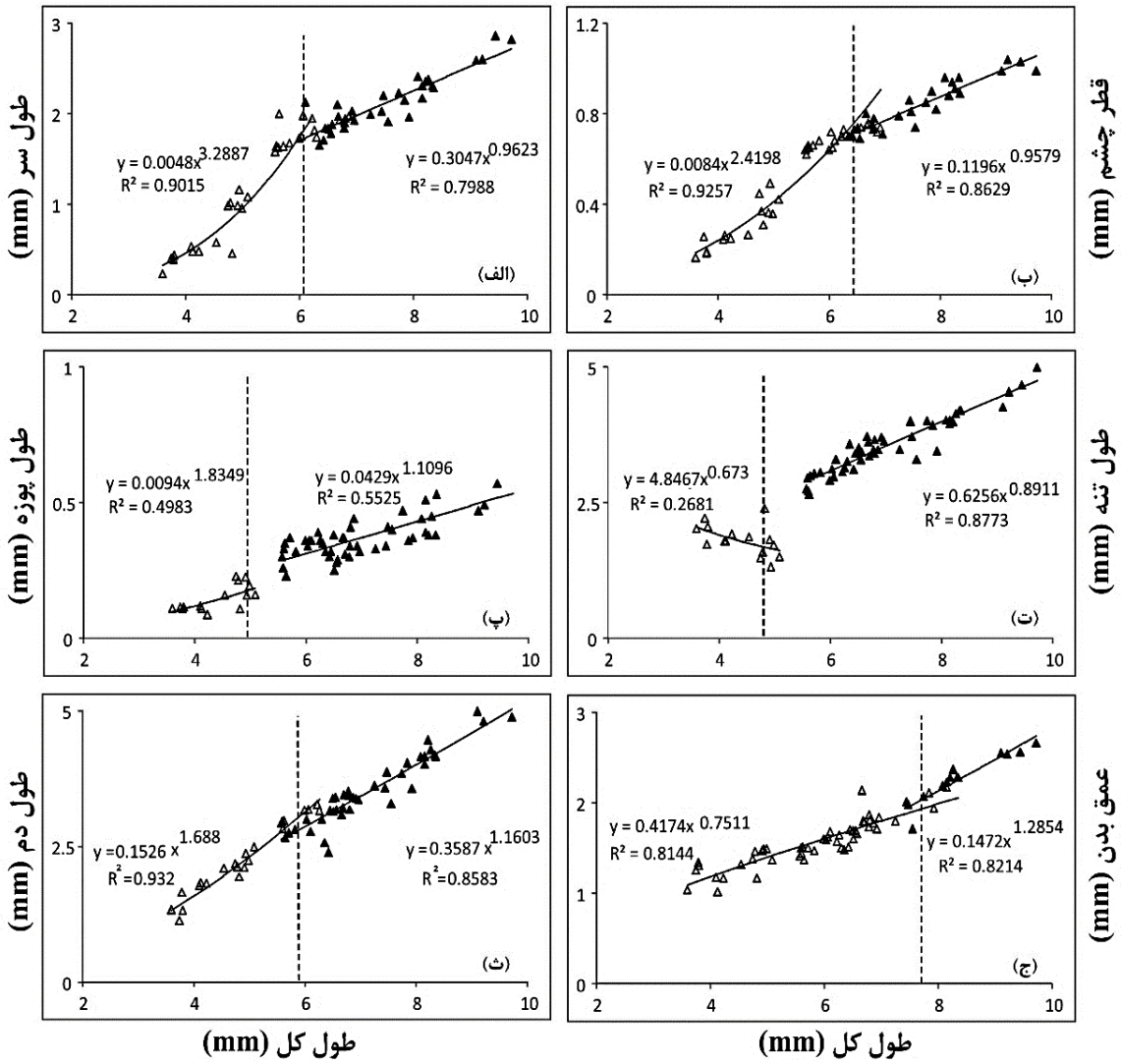


شکل ۲: روند تغییرات ریختی و ضرایب رشد قسمت‌های مختلف بدن (سر، تنه و دم) با توجه به مراحل مختلف زندگی لاروی ماهی (*Amatitlania nigrofasciatum*) در طی مراحل اولیه رشد. به‌ترتیب از بالا به پایین در روزهای ۵، ۱۱ و ۳۵ بعد از تفریخ (مقیاس نمایانگر ۱ میلی‌متر است)

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-12]
[DOR: 20.1001.1.24234575.1395.3.1.1.0]

ظهور رنگدانه‌های پوستی در سطح بـدن، از روز اول پـس از تفـریخ به‌صورت پراکنده در بخش‌های شکمی و از روز چهارم بعد از تفـریخ در بخش سر مشخص بود. از روز ششم بعد از تفریخ تـا ۱۰ روز بعـد از آن رنگدانه‌ها در نیمه بالایی بدن در یـک ردیـف بـه همـراه یـک ردیف از رنگدانه‌های بخش میانی در پهلوها و نیز ساقه دمـی دیـده می‌شدند. از روز ۱۲ بعد از تفریخ، رنگدانه‌ها از ناحیه دمی تا قسمت میانی در بخش شکمی بـدن نیـز پدیـدار شـدند. در روز ۲۵ بعـد از تفریخ رنگدانه‌هـایی بـه‌صـورت لکـه‌ای در بالـه پشـتی بـدن و نیـز رنگدانه‌های پراکنده‌ای در باله مخرجی دیده شد.

الگوی رشد: الگوی رشد در مـاهی سـیچلاید گـورخری، از زمـان تفریخ تا ۳۵ روز پـس از آن (LT=۳/۷۳-۹/۴۶ mm) مـورد ارزیـابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که رشد بخش‌های مختلـف بـدن دارای دو فاز با یک نقطه عطف می‌باشد (شکل۳). الگوهای رشد طول سر، طول پوزه، قطر چشم و طول دم بـه ترتیـب دارای نقـاط عطـف در روزهـای یـازدهم (LT = ۶/۱۸ mm)، پـنجم (LT = ۴/۹۳ mm)، سیزدهم (LT = ۶/۶۵ mm) و هشتم (LT = ۴ mm) بعد از تفـریخ بود. در فاز اول رشد این بخش‌ها دارای آلومتری مثبت و در فاز دوم نزدیک به ایزومتریک بودند. الگوی رشد طول تنه نیز از زمان تفریخ تا ۵ روز بعد از آن (LT=۴/۹۳ mm) آلومتری منفی و سپس تـا روز ۳۵ بعد از تفریخ به‌صورت ایزومتریک بـود. ایـن الگـوی رشـد بیـان می‌کند که با افزایش طول کل ماهی، رشد کمی در طول تنه بوقـوع می‌پیوندد. همچنین الگوی رشد عمق بدن، دارای دو فاز با یک نقطه عطف در روز ۲۵ بعد از تفریخ (LT=۷/۸۴ mm) بـود. رشـد در فـاز اول آلومتری منفی و در فاز دوم تقریباً مثبت بود.



شکل۳: الگوهای رشد آلومتری بخش‌های مختلف بدن نسبت به طول کل (LT) در ماهی سیچلاید گورخری (*Amatitlania nigrofasciatum*) از زمان تفریخ تا ۳۵ روز بعد از آن (خط‌چین‌ها، بیانگر نقطه عطف در هر ویژگی و اندازه‌ها براساس میلی‌متر می‌باشد)

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1395.3.1.1.0]

با توجه به نتایج و براساس نقاط عطف رشد بخش‌های مختلف بدن، مراحل اولیه رشد این گونه به سه مرحله شامل، دوره لاروی (Larval) تا جذب کیسه زرده، لاروی پیشرفته (Post larval) همراه با توسعه باله‌ها و ظهور رنگدانه‌های بخش‌های میانی، پشتی و ساقه دمی و دوره نوجوانی اولیه (Younger juvenile) همراه با ظهور بیشتر رنگدانه‌ها به‌ویژه در بخش باله‌های پشتی و مخرجی و تکوین کامل باله‌ها قابل تقسیم می‌باشد. آلومتری بخش‌های مختلف سر، تنه و دم حاکی از آن بود که الگوی رشد طول سر در طی دوره لاروی، آلومتری مثبت و در مراحل دیگر تقریباً ایزومتریک می‌باشد. در ارتباط با طول تنه، الگوی رشد در طی مراحل لاروی و دوره نوجوانی اولیه آلومتری منفی، اما در مرحله لاروی پیشرفته الگوی رشد تقریباً ایزومتریک بود. در مورد طول دم، آلومتری رشد در طی مراحل لاروی و دوره نوجوانی اولیه، مثبت و در مرحله لاروی پیشرفته تقریباً ایزومتریک بود.

بحث

در زمان تفریخ اکثر سیستم‌های عملکردی ماهی سیچلاید گورخری شامل تغذیه، تنفس و شنا هنوز به‌طور کامل تمایز پیدا نکرده بودند. از این‌رو لاروهای این ماهی همانند سایر ماهیان استخوانی (Teleost) در مواجهه با عوامل متنوع محیطی شامل فاکتورهای زنده و غیرزنده نیاز به تغییرات سریع و به موقع در سیستم‌های عملکردی آن‌ها برای تعامل با محیط می‌باشند (Gisbert, 1999). اساساً این تغییرات در راستای نیازهای زیستی این گونه براساس اولویت‌های زیستی آن‌ها می‌باشد. استخراج چنین اولویت‌هایی می‌تواند به درک و شناخت مراحل مختلف لاروی یک گونه ماهی در برنامه های مدیریت پرورش کمک نماید.

تغییرات ریختی لارو ماهی سیچلاید گورخری بعد از تفریخ شدید بود، به‌نحوی که الگوی رشد بسیاری از فاکتورهای ریختی آلومتری مثبت بودند و بعد از مدت کوتاهی (حدوداً پس از جذب کیسه زرده) در حدود ۱۳-۵ روز بعد از آن ایزومتریک بودند. به‌طور معمول لارو ماهیان استخوانی در دوره اولیه تکوین بسیار سریعتر از هر دوره‌ای رشد می‌کند (Pederson, 1997). با توجه نتایج و براساس نقاط عطف رشد بخش‌های مختلف بدن، مراحل اولیه رشد این گونه به سه مرحله شامل، دوره لاروی تا جذب کیسه‌زرده، لاروی پیشرفته همراه با توسعه باله‌ها و ظهور رنگدانه‌های بخش‌های میانی، پشتی و ساقه دمی و دوره نوجوانی اولیه همراه با ظهور بیشتر رنگدانه‌ها به‌ویژه در بخش باله‌های پشتی و مخرجی و تکوین کامل باله‌ها قابل تقسیم می‌باشد.

در طی مرحله اول لاروی، لاروها دارای کیسه زرده هستند و از کیسه زرده به‌عنوان منبع غذایی داخلی و تامین کننده انرژی لازم برای دوره لاروی استفاده می‌کنند (Koumounddouros *et al.* 1999; Russo *et al.* 2007). الگوی رشد سر در این مرحله به‌صورت آلومتری مثبت بود که این الگوی رشد به‌عنوان یک ویژگی معمول در انتوژنی اولیه ماهیان استخوانی (Van Snik *et al.*, 1997) می‌تواند با تکوین مغز، اندام‌های حسی، تغذیه‌ای و تنفسی مرتبط باشد (Fuiman, 1983; Osse and van der Boogart, 1995; van Snik *et al.*, 1997; Osse *et al.*, 1997; Gisbert, 1999; Loy *et al.*,1998; Gisbert and Doroshov, 2006) و می‌تواند سازگاری برای یافتن غذا و تغذیه اتفاقی باشد. نقطه عطف طول تنه نیز همزمان با جذب کیسه زرده بود و دلیل آن را می توان اهمیت تکوین این ناحیه به‌منظور شناوری وشروع تغذیه خارجی باشد چراکه افزایش تنه باعث افزایش شکل دوکی بدن و افزایش فضای ناحیه شکمی گردد. الگوی رشد مثبت ناحیه دم در مرحله اول می‌تواند مربوط به افزایش قابلیت‌های شنا،برای صید طعمه و فرار از شکارچی باشد که برای بقا ضروری است (Osse and Vanden Boogaat, 1995, 1999).

در مرحله لاروی پیشرفته، عمده تغییرات ریختی مربوط به توسعه باله‌ها بود. الگوی رشد تقریباً ایزومتریک طول تنه و دم و الگوی رشد منفی در ناحیه سر در این مرحله نشان می‌دهد که تمام اندام های عملکردی نمی‌توانند همزمان رشد کنند (Osse *et al.*, 1997). از این‌رو رشد ناهمگون بخش‌های مختلف تامین کننده شرایط برای بقای گونه می‌باشد (Osse and Vanden Boogaart, 1999). بنابراین براساس نتایج، ماهی سیچلاید گورخری تا ورود به مرحله نوجوانی اولیه از نظر طولی رشد کمی (کمتر از ۰/۲ میلی‌متر) داشت.

از جمله ویژگی‌های ریختی مهم مرحله نوجوانی اولیه، توسعه کامل باله‌ها و مشخص شدن الگوی رنگی بدن ماهی بود که تا حدودی به شکل بالغ ماهیان شباهت داشت اما به‌نظر می‌رسد که در ادامه مراحل تکوین بعد از روز ۳۵ تفریخ این الگو کاملتر و شبیه‌تر به الگوی رنگی ماهیان بالغ شود. پیدایش باله‌ها به‌ویژه باله‌های سینه‌ای می‌تواند نقش مهمی در رفتارهای مربوط به تغذیه و هدف‌گیری طعمه داشته باشد (Osse and van den Boogart, 1995). همچنین در این مرحله، الگوی رشد طول دم بعد از یک روند ایزومتریک در مرحله دوم مجدداً به‌صورت آلومتری مثبت درآمده و این توسعه احتمالاً با توانایی شنا در لاروها به منظور فرار از شکارچی ضروری می‌باشد (Osse and Vanden Boogaat, 1995, 1999). همچنین نقطه عطف عمق بدن در این دوره قرار داشت و دلیل آن را می توان اهمیت تکوین این ناحیه به‌منظور شناوری وشروع تغذیه خارجی دانست چراکه افزایش عمق بدن در ماهیان می‌تواند مربوط به افزایش قابلیت مانورپذیری موجود باشد (Ontario, 2011) و با توجه به زیستگاه این گونه که آب‌های با سرعت جریان کم است (Lambert, 2001)، از اهمیت بالایی برخوردار است.

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1395.3.1.1.0]

در نهایت نتایج این تحقیق نشان داد که شکل بـدن گونـه *C. nigrofasciatum* همگام با اولویت‌های زیسـتی موجـود و اهمیـت رشد بخش‌های مختلف در هر مرحله تکوین توسعه می‌یابد. از این‌رو شناخت این تغییرات مهم که با نیازهای موجود در ارتباط است ما را در درک بهتر نیازهای موجود و پرورش لارو این گونه کمک می‌کند.

منابع

Balon E.K. 1985. The theory of saltatory ontogeny and life history models revisited. *In:* Balon E.K. (ed.) Early life histories of fishes: new developmental, Ecological and Evolutionary Perspectives, Dr W. Junk Publishers, Dordrecht. Pp. 13-30.

Balon E.K. 1999. Alternative ways to become a juvenile or a definitive phenotype and on some persisting linguistic offences. Environmental Biology of Fishes, 56: 17-38.

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

Gisbert E. 1999. Early development and allometric growth patterns in Siberian sturgeon and their ecological significance. Journal of Fish Biology, 54: 852–862

Gisbert, E., Doroshov, S.I., 2006. Allometric growth in green sturgeon larve. Journal of Applied Ichthyology. Vol. 22, pp: 202-207.

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

Fuiman L.A. 1983. Growth gradients in fish larvae. Journal of Fish Biology, 23: 117-123.

Lambert, D., 2001. A practical guide to breeding your fresh water fish. Pp. 80-82. In: Barron's, Canada.

Loy, A., Mariani, L., Bertelletti, M. and Tunesi, L. 1998. Visualizing allometry: geometric morphometrics in the study of shape changes in the early stages of the two-banded sea bream, Diplodus vulgaris (Perciformes, Sparidae). Journal of Morphology 237: 137-146.

Jouladeh-Roudbar A., Vatandoust S., Eagderi S., Jafari-Kenari S., Mousavi-Sabet H. 2015. Freshwater fishes of Iran; an updated checklist. AACL Bioflux, 8(6): 855-909.

Khemis I.B., Gisbert E., Alcaraz C., Zouiten D., Besbes R., Zouiten A., Masmoudi A.S., Cahu C. 2012. Allometric growth patterns and development in larvae and juveniles of thick-lipped grey mullet *Chelon labrosus* reared in mesocosm conditions. Aquaculture Research, 44(12): 1872–1888.

Koumoudouros, G., Anezaki, L., kentouri, M., 1999. Ontogeny and allometric plasticity in sea bass (Dicentrarchus labrax). Marine Biology, 139: 817-830.

Ontario, B. 2011. Fish morphology. Retrieved from http://www.eoearth.org.

Osse J.W.M., Vanden Boogaart J.G.M., 1999. Dynamic morphology of fish larvae, structural implications of friction forces in swimming, feeding and ventilation. Journal of Fish Biology, 55(Suppl A): 156-174.

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.

Osse J.W.M., van den Boogart J.G.M. 1995: Fish larvae, development allometric growth, and the aquatic environment. Paper presented at the ICES Marine Science Symposium, 201: 21-34.

Peña R., Dumas S. 2009. Development and allometric growth patterns during early larval stages of the spotted sand bass *Paralabrax maculatofasciatus* (Percoidei: Serranidae). Scientia Marina, 73: 183-189.

Russo, T., Costa, C., Cataudella, S., 2007. Correspondence between shape and feeding habit changes throughout ontogeny of gilthead sea bream Sparus aurata L., 1758. Journal of Fish Biology. Vol. 71, pp: 629-656.

van Snik G.M.J., van den Boogaart J.G.M., Osse J.W.M. 1997: Larval growth patterns in *Cyprinus carpio* and *Clarias gariepinus* with attention to finfold. Journal Fish Biology, 50: 1339-1352.

Winemiller K.O., Taylor D.H. (1982). Inbreeding depression in the convict cichlid, *Cichlasoma nigrofasciatum* (Baird and Girard). Journal of Fish Biology, 21(1): 399-402.

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1395.3.1.1.0]