

## مطالعه الگوهای رشد آلومتری 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: ۴۱۱۱

\*soheil.eagderi@ut.ac.ir

تاریخ دریافت: مرداد ۱۳۹۴ تاریخ پذیرش: آذر ۱۳۹۴

### چکیده

تکوین سریع اولیه و الگوی رشد آلومتری یک ویژگی معمول در لارو ماهیان می‌باشد. این تحقیق با هدف بررسی الگوهای رشد آلومتری و تغییرات ریخت ظاهری ماهی سیچلاید گورخری (*Amatitlania nigrofasciatum*) به‌عنوان یک گونه با ارزش زینتی از زمان تفریح 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 داده‌های تغییر نیافته در فرمول  $Y=aX^b$  اندازه‌گیری 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 دم 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.

## مقدمه

اغلب سیستم‌های عملکردی ماهیان در طی مراحل اولیه تکوین توسعه نیافته است و از این رو 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 به دلیل 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 این رو آلومتری به عنوان بیان کننده تغییرات اندازه یک ساختار نسبت به کل بدن بوده و می‌تواند نشان دهنده تغییرات آنتونیک 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، به عنوان 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 به دلیل دسترسی آسان و تکثیر ارزان به عنوان 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 با ارزش آکواریومی، شناخت ویژگی‌های تکوینی آن همانند بسیار از ماهیان استخوانی دیگر، به ویژه 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 دیدگاهی 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. به منظور ترغیب ماهیان برای جفتگیری به مدت ۳-۵ 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  $25 \pm 2$  درجه سانتی‌گراد و پی‌اچ 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 ۱۳ روز بعد از تفریخ به صورت 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 به صورت 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 کنترل بیشتر و مشاهده وضعیت تکوین باله‌ها، نمونه‌ها در روزهای اول توسط رنگ تولوئیدین بلو به نسبت ۱:۱ با آب مقطر، رنگ‌آمیزی شدند. روند تغییرات ریختی و تکوینی لاروها در مراحل اولیه رشد توسط استریومیوسکوپ Laica 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).



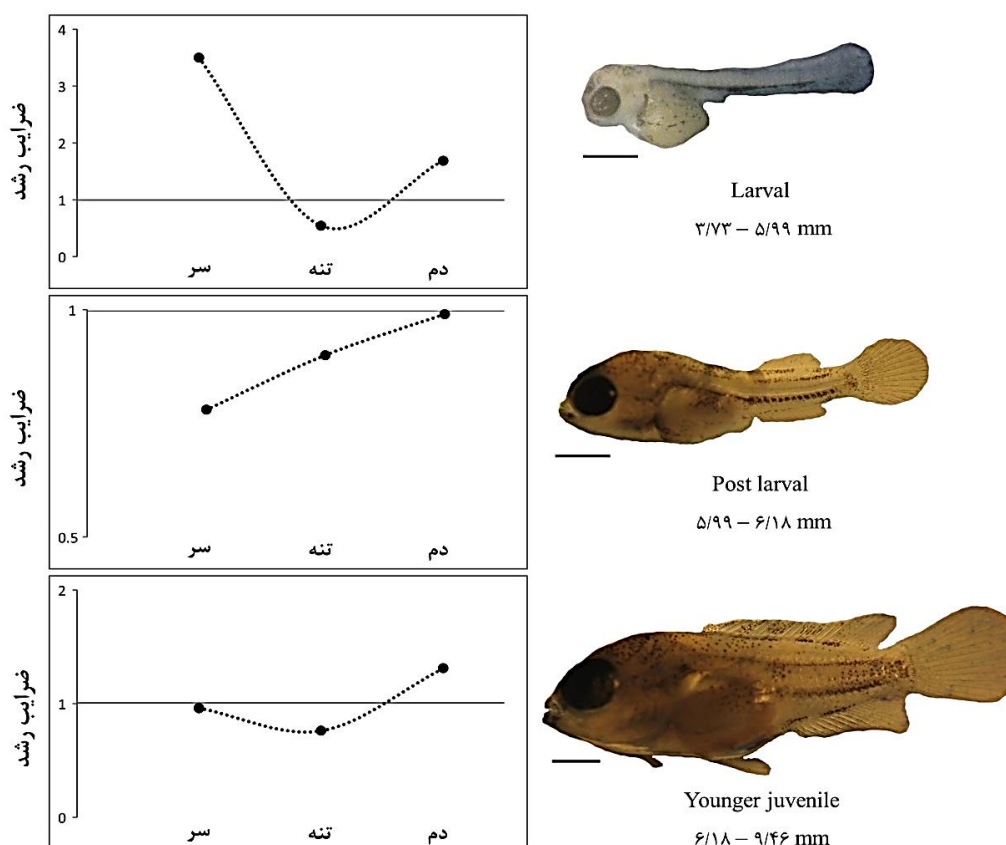
شکل ۱: فواصل اندازه‌گیری شده بر روی ماهی *Amatitlania nigrofasciatum* پس از جذب کیسه زرده شامل طول کل (LT)، طول سر (HL)، طول تنه (TrL)، طول دم (TL)، طول پوزه (SnL)، قطر چشم (ED) و عمق بدن (BD).

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 تفریح 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 تفریح به‌وقوع پیوست. در روز ششم بعد از تفریح، 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 تفریح همزمان با پیدایش شعاع باله‌ها و جدا شدن باله‌های مخرجی و پشتی از چین‌خوردگی باله‌ها اتفاق افتاد (شکل ۲).

الگوی رشد آلومتری به‌صورت تابع توانی طول کل با استفاده از داده‌های تغییر نیافته در فرمول  $Y = aX^b$  اندازه‌گیری شدند که در آن  $Y$  به‌عنوان متغیر مستقل،  $X$  به‌عنوان متغیر وابسته،  $a$  عرض از مبدا (intercept) و  $b$  ضریب رشد است. در این فرمول  $b=1$  بیانگر رشد ایزومتریک،  $1 < b$  نشان دهنده رشد آلومتری مثبت و  $1 > b$  بیانگر رشد آلومتری منفی می‌باشد. رگرسیون خطی بر روی 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  $r^2$  (به‌عنوان بیان‌کننده درصد تغییرات در یک رابطه خطی) و سطح معنی‌داری در یک رابطه خطی اندازه‌گیری شد. آنالیز داده‌ها در مایکروسافت اکسل

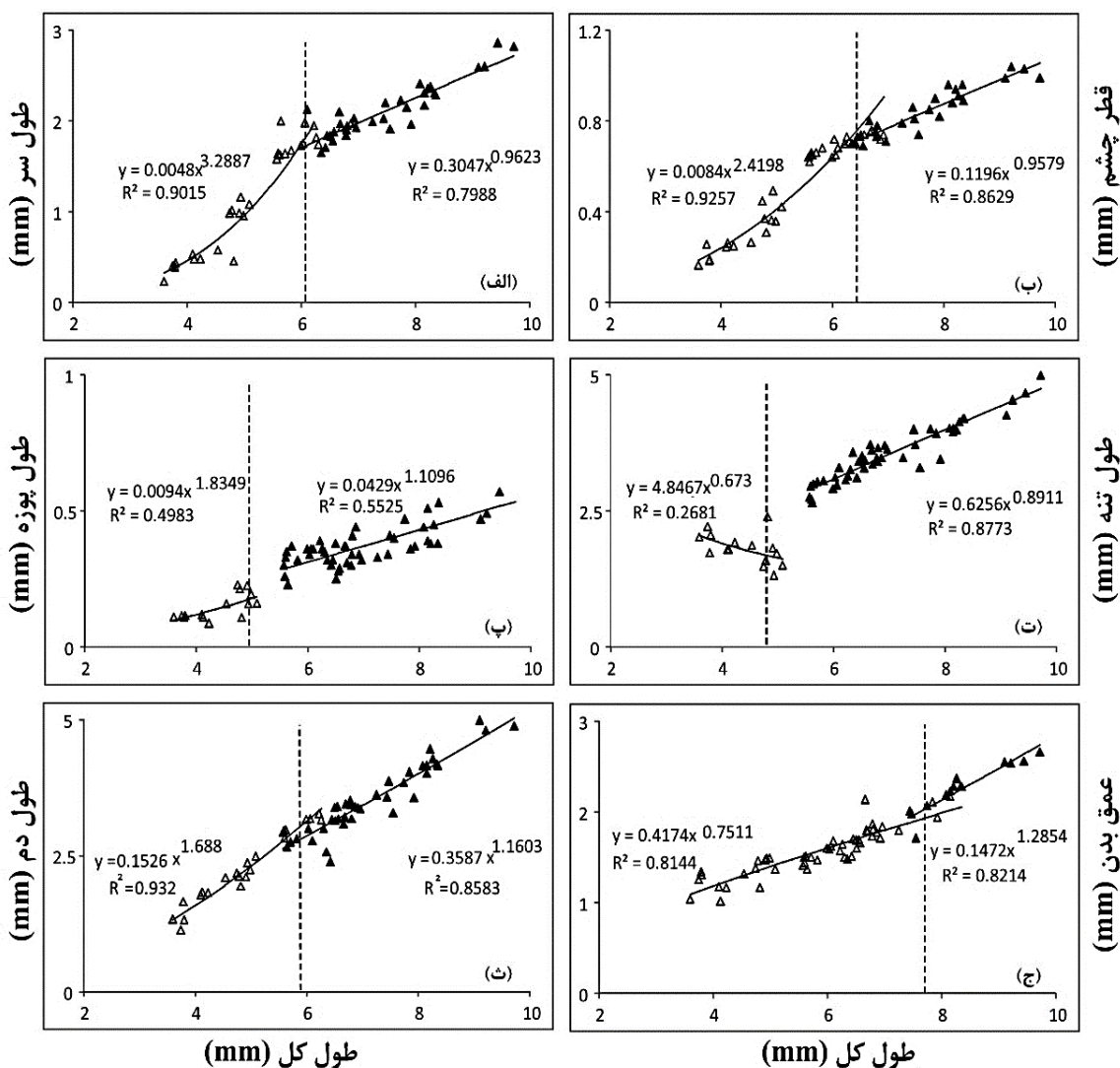


شکل ۲: روند تغییرات ریختی و ضرایب رشد قسمت‌های مختلف بدن (سر، تنه و دم) با توجه به مراحل مختلف زندگی لاروی ماهی *Amatitlania nigrofasciatum* در طی مراحل اولیه رشد. به ترتیب از بالا به پایین در روزهای ۵، ۱۱ و ۳۵ بعد از تفریح (مقیاس نمایانگر ۱ میلی‌متر است)

دو فاز با یک نقطه عطف می‌باشد (شکل ۳). الگوهای رشد طول سر، طول پوزه، قطر چشم و طول دم به ترتیب دارای نقاط عطف در روزهای یازدهم ( $LT = 6/18$  mm)، پنجم ( $LT = 4/93$  mm)، سیزدهم ( $LT = 6/65$  mm) و هشتم ( $LT = 4$  mm) بعد از تفریخ 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 ( $LT = 4/93$  mm) آلومتری منفی و سپس تا روز ۳۵ بعد از تفریخ به صورت ایزومتریک بود. این الگوی رشد بیان می‌کند که با افزایش طول کل ماهی، رشد کمی در طول تنه بوقوع می‌پیوندد. همچنین الگوی رشد عمق بدن، دارای دو فاز با یک نقطه عطف در روز ۲۵ بعد از تفریخ ( $LT = 7/84$  mm) بود. رشد در فاز اول آلومتری منفی و در فاز دوم تقریباً مثبت بود.

ظهور رنگدانه‌های پوستی در سطح بدن، از روز اول پس از تفریخ به صورت پراکنده در بخش‌های شکمی و از روز چهارم بعد از تفریخ در بخش سر مشخص بود. از روز ششم بعد از تفریخ تا ۱۰ روز بعد از آن رنگدانه‌ها در نیمه بالایی بدن در یک ردیف به همراه یک ردیف از رنگدانه‌های بخش میانی در پهلوها و نیز ساقه دم دیده می‌شدند. از روز ۱۲ بعد از تفریخ، رنگدانه‌ها از ناحیه دم تا قسمت میانی در بخش شکمی بدن نیز پدیدار شدند. در روز ۲۵ بعد از تفریخ رنگدانه‌هایی به صورت لکه‌ای در باله پشتی بدن و نیز رنگدانه‌های پراکنده‌ای در باله مخرجی دیده شد.

**الگوی رشد:** الگوی رشد در ماهی سیچلاید گورخری، از زمان تفریخ تا ۳۵ روز پس از آن ( $LT = 3/73 - 9/46$  mm) مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که رشد بخش‌های مختلف بدن دارای



شکل ۳: الگوهای رشد آلومتری بخش‌های مختلف بدن نسبت به طول کل (LT) در ماهی سیچلاید گورخری (*Amatitlania nigrofasciata*) از زمان تفریخ تا ۳۵ روز بعد از آن (خط‌چین‌ها، بیانگر نقطه عطف در هر ویژگی و اندازه‌ها براساس میلی‌متر می‌باشد)

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. آلودگی بخش‌های مختلف سر، تنه و دم حاکی از آن بود که الگوی رشد طول سر در طی دوره لاروی، آلودگی مثبت و در مراحل دیگر تقریباً ایزومتریک می‌باشد. در ارتباط با طول تنه، الگوی رشد در طی مراحل لاروی و دوره نوجوانی اولیه آلودگی منفی، اما در مرحله لاروی پیشرفته الگوی رشد تقریباً ایزومتریک بود. در مورد طول دم، آلودگی رشد در طی مراحل لاروی و دوره نوجوانی اولیه، مثبت و در مرحله لاروی پیشرفته تقریباً ایزومتریک بود.

## بحث

در زمان تفریح 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 برنامه‌های مدیریت پرورش کمک نماید.

تغییرات ریختی لارو ماهی سیچلاید گورخری بعد از تفریح شدید بود، به‌نحوی که الگوی رشد بسیاری از فاکتورهای ریختی آلودگی 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 کیسه زرده، 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 (Koumounddoulos *et al.*)

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 اندام‌های 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 تفریح 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 Boogaart, 1995). همچنین در این مرحله، الگوی رشد طول دم بعد از یک روند ایزومتریک در مرحله دوم مجدداً به‌صورت آلودگی مثبت درآمد و این توسعه احتمالاً با توانایی شنا در لاروها به‌منظور فرار از شکارچی ضروری می‌باشد (Osse and Vanden Boogaart, 1995, 1999). همچنین نقطه عطف عمق بدن در این دوره قرار داشت و دلیل آن را می‌توان اهمیت تکوین این ناحیه به‌منظور شناوری و شروع 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.

- Jouladeh-Roudbar A., Vatandoust S., Eagderi S., Jafari-Kenari S., Mousavi-Sabet H. 2015. Freshwater fishes of Iran; an updated checklist. *AAFL 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.
- C. در نهایت نتایج این تحقیق نشان داد که شکل بدن گونه *nigrofasciatum* همگام با اولویت‌های زیستی موجود و اهمیت رشد بخش‌های مختلف در هر مرحله تکوین توسعه می‌یابد. از این رو 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.
- Detlaff, 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.