مجله علوم و فنون شیلات
دوره ۹ شماره ۱ بهار ۱۳۹۹ صفحات ۸۹-۷۹

بررسی آلومتری رشد و توسعه ریختی ماهی سیچلاید الکتریک بلو *Sciaenochromis fryeri* Konings, 1993، طی مراحل اولیه تکوین لاروی

سید حامد موسوی ثابت[۱،۲*]، مریم صائمی کمساری[۱]، کبری قاسم زاده سرچشمه[۱]، مسعود ستاری[۲،۱]، سهیل ایگدری[۳]

۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، گیلان ، ایران
۲ - گروه علوم دریایی، پژوهشکده حوضه آبی دریای خزر، دانشگاه گیلان، رشت، گیلان، ایران
۳- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

چکـــیده

مطالعه حاضر با هدف بررسی تمایز ریختی و الگوی رشد آلومتریک ماهی سیچلاید الکتریک بلو *Sciaenochromis fryeri* در مراحل اولیه تکوین از روز پنجم بعد از تخمگشایی تا روز پنجاه و یکم انجام شد تا زمان تبدیل مرحله جنینی به ماهی جوان تعیین گردد. خصوصیات ریختی مورد مطالعه پس از عکس برداری از نمونه‌ها، با استفاده از نرم افزار ImageJ بررسی شد. الگوی رشد نسبی با ضریب تأثیر رشد $Y= aX^b$ تفسیر شد. جذب کیسه زرده در روز نهم اتفاق افتاد. فلس ها نیز در روز نوزدهم توسعه یافتند و در نهایت ماهی جوان را تشکیل دادند. رشد نسبی بخش‌های مختلف بدن مورد بررسی قرار گرفت و با آلومتری مثبت، منفی و ایزومتری توضیح داده شد. رشدنسبی مثبت بخش سر و دم پیش از نقطه عطف، و تغییر در بخش های مختلف بدن اولویت های رشد اندام ها را برای بقا در طول تاریخچه اولیه زندگی ماهیان تعیین نمود. نتایج حاصل نشان داد که بین روند تغییرات ریختی لاروها با تکامل اندام‌های مربوط به حرکات حسی و رفتاری لارو همخوانی وجود دارد. هر تغییر ظاهری در لارو، تکوین و تکامل یکی از اندام‌های دخیل در تغذیه، تنفس، شنا و اندام‌های حسی را نشان می‌دهد.

کـــلید واژه ها: سیچلاید الکتریک بلو، توسعه لاروی، جنین شناسی، رشد نسبی

نوع مقـاله

مقاله پژوهشی اصیل

تاریخ دریافت: ۹۷/۳/۱۸

تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۱/۱۶

تاریخ چاپ الکترونیکی: ۹۹/۶/۱۸

***نویسنده مسول:**
mosavii.h@gmail.com

مقدمه

مطالعه توسعه جنینی و لاروی یک ابزار مفید برای بررسی ویژگی‌های مورفولوژی و زمان وقوع آن است[1]. درک فرآیندهای رشد، تحت شرایط آزمایشگاهی برای آبزی پروری موفق ضروری می‌باشد[2]. ماهیان در مراحل اولیه زندگی تغییرات ریختی و روندهای رشدی پیچیده ای را طی می‌کنند[3] که قابلیت‌های رفتاری و فیزیولوژیک آن‌ها را در طی این دوره تعیین می‌کند. بر طبق تحقیقات انجام شده شکار و گرسنگی از عوامل مهم دخیل در بقا طی مراحل اولیه تکوین هستند[4]. تکوین اندام‌های مختلف در این دوره باعث بهبود شرایط فیزیولوژیک و رفتاری ماهی شده[5] و در نهایت به بقای ماهی کمک می‌کند. کمک به بقا از طریق بهبود در فرآیندهای رفتاری در مراحل اولیه اونتوژنی

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-29]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1399.9.2.2.7]

بسیاری از گونه‌های ماهیان استخوانی، به صورت تغییرات ریختی– فیزیولوژیک (مانند تکوین ساختارهای دخیل در شنا، اندام‌های حسی، سیستم‌های تنفسی و تغذیه ای) بروز کرده و هر کدام از این مراحل بر پراکنش، بقا و بازگشت شیلاتی تأثیر خواهد گذاشت[6].

درگونه های مختلف ممکن است فرایند تکوین با تغییرات در زیستگاه و منابع مورد استفاده در ارتباط باشد. به جهت اینکه ماهی در مراحل اولیه زندگی تغییرات ریختی و روندهای رشدی پیچیده ای را طی می‌کند، تکوین اولیه در ماهیان از اهمیت به سزایی برخوردار است[3]. این توسعه در مراحل اولیه تکوین، علاوه بر اینکه تحت تأثیر ژن است، از محیط نیز تأثیر می‌پذیرد[7]. در نتیجه سبب بروز فنوتیپ های مختلف با نسبت‌های رشد متفاوت به نام آلومتری می‌شود. آلومتری بیان می‌کند که چگونه یک ویژگی جانور، نسبت به سایر ویژگی‌ها و طول کل بدن تغییر می‌کند[8]. از این رو آلومتری به عنوان بیان کننده تغییرات اندازه یک ساختار نسبت به کل بدن بوده و می‌تواند نشان دهنده تغییرات آنتوژنیک طی مراحل اولیه رشد و انعطاف پذیری ریختی در یک محیط خاص باشد[5]. به همین علت، شناخت این روند یا روند تغییرات آلومتری رشد در مراحل اولیه رشد، به عنوان یک مقیاس برای بررسی و پذیرش آن، توسط سایر محققان به عنوان کیفیت مناسب ماهیان پرورشی مورد استفاده قرار می‌گیرد[6]. بسیاری از تغییرات رشدشناسی اغلب طی مرحله لاروی رخ می‌دهد[9] و حیاتی‌ترین دوره در این مرحله معمولاً زمانی است که مواد درون کیسه زرده کاهش می‌یابد و تغذیه خارجی جایگزین تغذیه داخلی می‌شود[10].

ماهی سیچلاید الکتریک بلو یا سیچیلاید مالاوی Konings, 1993 *Sciaenochromis fryeri*، یکی ازمعمول ترین ماهیان آکواریومی از خانواده Cichlidae است و خواستگاه اصلی آن دریاچه مالاوی در غرب افریقا می‌باشد[11, 12]. خانواده سیچلیده با بیشترین تعداد گونه در میان خانواده‌های مهره داران، حدود ۱۰ درصد از تنوع ماهیان استخوانی امروزی را تشکیل می‌دهند، که یکی از مهم‌ترین گروه‌های ماهیان زینتی آب شیرین در تجارت آکواریوم محسوب می‌شود[13, 14].

مطالعات دوره لاروی یک گونه و الگوی رشد ماهیان نه تنها عامل مهمی در ارزیابی و بهینه نمودن تولید در کارگاه های هچری محسوب می شود[15]، بلکه برای درک بهتر مکانیسم های تکاملی و مولکولی موثر در ایجاد تفاوت های فنوتیپیک لازم به نظر می رسد[16]. اعضای خانواده سیچلیده الگوی رنگی و شکلی متفاوت و قابل توجهی را نشان می دهند[17]. الگوی تغییر شکل بدنی میتواند با تغییرات در الگوی رشد در طول توسعه الومتریک طی مطالعات مقایسه ای با دیگر گونه های مشابه توضیح داده شود. از انجایی که تغییرات فنوتیپیکی قابل ملاحظه ای شامل رنگ های مختلف و شکل بدنی در میان گونه های مختلف سیچلیده ها مشاهده شده است چنین تنوع بزرگ زیستی می تواند آن ها را برای بررسی تفاوت های تکاملی مناسب نماید[18]. مطالعه حاضر سعی نموده با تاکید بر ترتیب رشد و تکامل بخش های مختلف بدن ماهی از زمان تفریخ تا مرحله جوانی تفسیری از چگونگی الگوی تکاملی گونه ای از ماهیان را نشان دهد که با مطالعات تکاملی جنین شناسی، ماهی شناسی، اکولوژی و بهبود وضعیت تخمگشایی ماهیان مرتبط است.

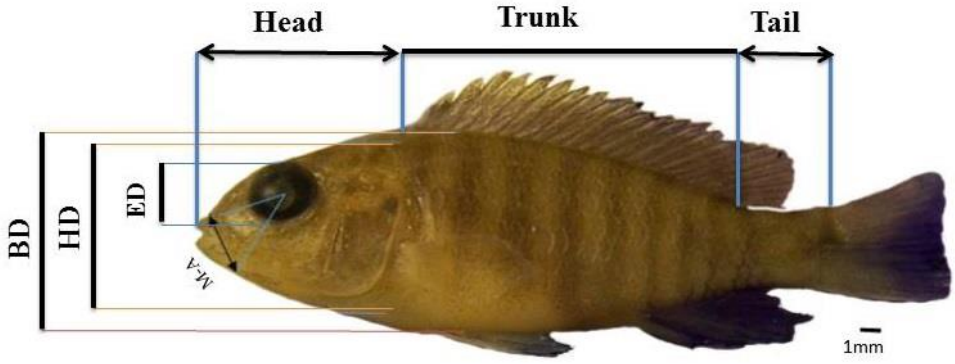
مواد و روش‌ها

نمونه برداری: دو جفت مولد سیچلاید الکتریک بلو از یک مزرعه پرورش ماهی زینتی به تانک آکواریوم جهت تخم ریزی منتقل شد. پارامترهای آب آکواریوم شامل دمای آب ۲۷±۱C°، سختی ۱۰±۱۷۰ میلی گرم در لیتر و اکسیژن محلول ۰,۳±۵,۹ در تانک مولدین تنظیم شد. تفریخ تخم های سیچلاید الکتریک بلو که در دهان تفریخ را انجام می دهند سه روز بعد از لقاح انجام شد. برای مطالعه الگوی رشد آلومتریک، ۶۶ قطعه نمونه لارو ماهی سیچلاید الکتریک بلو از روز پنجم تا پنجاه و یکم پس از تخم گشایی پس از تخم گشایی به طور تصادفی مورد بررسی قرار گرفت به طوریکه از روز پنجم تا روز پنجاه و یکم به صورت یک روز در میان نمونه برداری انجام گرفت. نمونه برداری با توری ملاقه ای (ساچوک) انجام شد و سپس لاروها با استفاده ازمحلول گل میخک ۱٪ بیهوش شدند. عکس برداری از نمونه‌های فیکس شده با استریومیکروسکوپ مجهز به دوربین دیجیتال کانن با رزولوشن ۵ مگاپیکسل انجام شد. وزن بدن تمام نمونه‌ها با ترازوی دیجیتال ۰/۰۱ میلی گرم اندازه گیری شد. برای نگه داری طولانی مدت از لاروها، نمونه‌ها در فرمالین ۵٪ فیکس شدند و بعد از ۲۴ ساعت در الکل ۷۰٪ نگه داری شدند.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-29]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1399.9.2.2.7]

بررسی رشد آلومتری: هفت پارامتر شامل، طول کل (L_T)، طول سر (L_H)، طول دم (L_{TA}) طول تنه (L_{TR})، قطرچشم (ED)، طول پوزه (L_{SN})، و ارتفاع بدن (BD) اندازه گیری شد.



شکل ۱) شاخص‌های اندازه گیری شده مربوط به ماهی سیچلاید الکتریک بلو، (HL) طول سر، (TRL) طول تنه، (TL) طول دم، (M-A) زاویه دهان، (HD) قطرچشم، (BD) ارتفاع بدن.

الگوی رشد با ضریب تأثیر رشد $Y= aX^b$ تفسیر شد که: Y، به عنوان متغیر وابسته، X، به عنوان متغیر مستقل، a، شیب و b، ضریب تأثیر رشد (تابع نمایی) می‌باشد. رشد ایزومتریک، آلومتریک منفی و مثبت توسط b=1, b>1, b<1 به ترتیب تعیین شد[19]. قدرت رگرسیون توسط محاسبه r^2 در سطح معنی دار بدست آمد. Van snik و همکاران (1997)[19] برای تعیین نقطه عطف عوامل اندازه گیری شده، از روش Van snikو همکاران (1997)[19] و Fuiman (1983)[8] استفاده شد. رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel 2013 و تمام اندازه گیری‌ها با نرم افزار Image J (Version 1.240) انجام شد (شکل ۱).

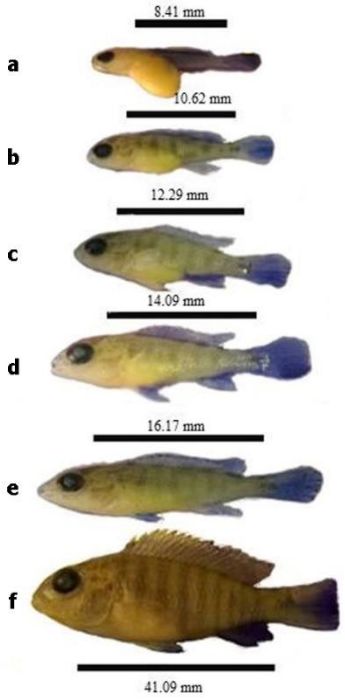
یافته ها

باتوجه به اینکه ماهی سیچلاید الکتریک بلو یک ماهی دهان پرور بوده و انکوباسیون تخم‌ها در دهان جنس ماده صورت می‌گیرد، بنابراین لاروخارج شده از دهان مادر از لحاظ تکاملی بسیار شبیه به لارو ماهیان زنده زا بوده و بیشتر مرحله لاروی در دهان مادر بوده و از روز نهم به عنوان یک لارو با درصد زیادی از جذب کیسه زرده مورد بررسی قرار گرفته است. طول کل و وزن لارو پنج روزه به ترتیب ۰/۲۸± ۸/۵۶ میلی متر ۰/۰۰۵± ۰/۰۲ گرم بود و بعداز ۵۱ روز این میزان به ۱/۷۱ ± ۲۸/۹۳ میلی متر و ۰/۰۵± ۰/۵۲۳ گرم افزایش یافته است (جدول ۱). لاروهای تازه تخمگشایی شده دارای کیسه زرده بودند که طول کیسه زرده لارو تازه تخمگشایی شده (میانگین±خطای استاندارد) ۰/۱۷±۲/۵۶ میلی متر بود (شکل ۲a) و در روز نهم به ۰/۳۳±۱/۲۷ میلی متر کاهش پیدا کرد و تغذیه خارجی توأم با تغذیه داخلی شروع شده است (شکل ۲b) و سپس در روز پانزدهم کیسه زرده ای مشاهده نشده است (شکل ۲d). میانگین داده های مورفومتریک مربوط به بخش های مختلف بدن در جدول ۲ نشان داده شده اند.

آنالیز ویژگی‌های مورفومتریک نشان داد که رشد بخش‌های مختلف بدن به دو بخش تقسیم می‌شود (شکل ۳). طول پوزه به نسبت طول کل، رشد آلومتری مثبت را تا طول کل ۱۰,۱ میلی متر (b = 3.07)، و سپس رشد تقریباً ایزومتری را (b = 1.39) نشان دادند. الگوی رشد سر شامل طول سر و قطر چشم الگوی رشد ایزومتریک و آلومتری منفی را در اولین فاز رشد نشان دادند (b = 1.04 [23.73 mm TL] and b = 0.46 [15.32

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-29]
[DOR: 20.1001.1.23225513.1399.9.2.2.7]

([mm TL در حالیکه در فاز دوم، طول سر و قطر چشم به ترتیب رشد آلومتریک منفی (b = 0.78) و مثبت (b = 1.16) را نشان دادند. الگوی رشد بدن و طول دم، الگوی رشد الومتری مثبت را در طول ۲۲،۴۸ و ۱۳،۶۶ به ترتیب نشان نشان دادند (b = 1.72 و b = 1.26). در حالیکه در فاز دوم، رشد بدنی ایزومتریک (b=1.17) مشاهده شد. رشد نسبی طول تنه الگوی مثبتی را در طول کل ۱۱،۰۸ میلی متر نشان داد (b = 0.67) و سپس الگوی رشد تقریباً به ایزومتری نزدیک بود (b = 1.05).



شکل ۲) مراحل مختلف تکوینی لارو ماهی سیچلاید الکتریک بلو، از روز پنجم تا روز ۵۱: (a) لارو ۵ روزه، (b) لارو ۹ روزه، (c) لارو ۱۳ روزه، (d) لارو ۱۵ روزه، (e) لارو ۱۹ روزه، (f) بچه ماهی ۵۱ روزه.

بحث

لارو پنج روزه ماهی سیچلاید الکتریک بلو دارای طول کل ۸/۵۶±۰/۲۸ میلی متر و طول کیسه زرده ۲/۵۶±۰/۱۷ میلی متر بود و در روز نهم در حالیکه طول کل لارو ۱۰/۷۵±۰/۴۴ میلی متر بود کیسه زرده به طور تقریبا کامل جذب شده و تغذیه خارجی شروع شد. درمطالعه مراحل رشد نمو لاروی ماهی گورامی (*Trichogaster pectoralis*) طول کل لارو تازه تخمگشایی شده ۲/۷۳±۰/۰۲ میلی متر و کیسه زرده ۱۵۳/۷۶±۲/۴۹ میکرومتر بود و طول کل لاروی که شروع به تغذیه فعال کرده ۳/۵۶±۰/۰۴ میلی متر بوده و کیسه زرده طی ۴/۵ روز به طور کامل جذب شده است[20]. Morioka و همکاران (2008)[21] در بررسی مراحل لاروی تا جوانی ماهی *Anabas testudineus* طول کل لارو تازه تخمگشایی شده را ۱/۹±۰/۱ میلی متر و جذب کامل کیسه زرده را روز ششم (طول کل ۴/۹ میلی متر) بعد از تخمگشایی گزارش کرده‌اند. همچنین کیسه زرده در روز سیزدهم پس از تفریخ در ماهی الکتریک زرد *Labidochromis caeruleus* به طور کامل جذب شده است[22]. به هر حال طول دوره لاروی طولانی تر تغذیه داخلی در سیچلاید ها در مطالعه حاضر در مقایسه با دیگر ماهیان آب شیرین مشاهده شده است که دلیل بر تکامل رفتار جنینی آن ها به عنوان استراتژی بقا برای زندگی در محیط سخت رودخانه های محل زندگی آن ها در دریاچه مالاوی در غرب افریقا می باشد[23].

تغییرات ریختی در لارو ماهی سیچلاید الکتریک بلو زیاد بوده و پس از تفریخ رشد نسبی برخی از عوامل ریختی (طول سر، طول دم) روند آلومتری مثبت داشته و پس از مدت کوتاهی روند این تغییرات ایزومتریک می‌شود. با توجه به تحقیقات مشابه انجام شده بر روی لارو ماهی سفید دریای خزر نتایج حاصل تأیید می‌گردد[24].

براساس نتایج، الگوهای رشد بخش‌های سر و دم لارو ماهی سیچلاید الکتریک بلو که از بخش‌های دخیل در تغذیه و حرکت ماهی می‌باشند، در مراحل اولیه لاروی تا پیش از نقطه عطف دارای الگوی آلومتری مثبت بودند.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-29]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1399.9.2.2.7]

جدول ۱) سن، طول کل و تعداد نمونه‌های جمع آوری شده ماهی سیچلاید الکتریک بلو از ۵ تا ۵۱ روز پس از تفریخ.

دامنه طول کل (میلی متر)	میانگین طول کل و انحراف معیار	تعداد نمونه	سن (روز)
۸/۲۸-۸/۸۴	۸/۵۶±۰/۲۸	۳	۵
۸/۸۷-۹/۹۴	۹/۴۹±۰/۵۸	۳	۷
۱۰/۳۴-۱۱/۲۱	۱۰/۷۵±۰/۴۴	۳	۹
۱۰/۵۷-۱۱/۹۰	۱۱/۳۴±۰/۶۹	۳	۱۱
۱۲/۲۰-۱۲/۵۶	۱۲/۳۶±۰/۱۸	۳	۱۳
۱۳/۵۲-۱۴/۳۳	۱۳/۹۶±۰/۴۱	۳	۱۵
۱۴/۴۳-۱۵/۷۱	۱۵/۱۳±۰/۶۶	۳	۱۷
۱۵/۹۹-۱۶/۲۱	۱۶/۱۲±۰/۱۱	۳	۱۹
۱۵/۲۹-۱۶/۲۹	۱۵/۸۶±۰/۵۳	۳	۲۱
۱۵/۰۹-۱۶/۷۴	۱۶/۰۴±۰/۸۴	۳	۲۳
۱۷/۲۶-۱۸/۳۴	۱۷/۸۳±۰/۵۴	۳	۲۵
۱۶/۹۸-۱۹/۳۸	۱۸/۲۸±۱/۲۳	۳	۲۷
۱۶/۶۵-۱۸/۷۳	۱۷/۷۷±۱/۰۶	۳	۲۹
۱۸/۴۳-۲۱/۹۵	۲۰/۱۵±۱/۷۶	۳	۳۱
۱۵/۱۶-۲۳/۱۶	۱۹/۰۳±۴/۰۲	۳	۳۳
۱۴/۹۸-۲۲/۰۱	۱۸/۸۱±۳/۶۳	۲	۳۵
۱۷/۹۷-۸۸/۲۶	۲۲/۰۸±۴/۵۶	۳	۳۷
۲۰/۳۲-۲۹/۲۵	۲۴/۲۲±۴/۷۵	۳	۳۹
۱۷/۶۳-۲۲/۰۰	۱۹/۶۴±۲/۲۳	۳	۴۱
۱۰/۵۵-۱۹/۵۵	۱۵/۰۵±۶/۳۶	۲	۴۳
۲۱/۱۶-۲۸/۸۰	۲۵/۰۰±۳/۸۲	۳	۴۵
۲۲/۷۸-۴۲/۳۶	۳۰/۷۹±۱۱/۰۵	۳	۴۷
۳۳/۴۳-۵۱/۴۸	۴۱/۶۳±۹/۳۲	۳	۴۹
۲۵/۶۹-۳۰/۳۸	۲۷/۸۱±۲/۴۳	۳	۵۱

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-29]

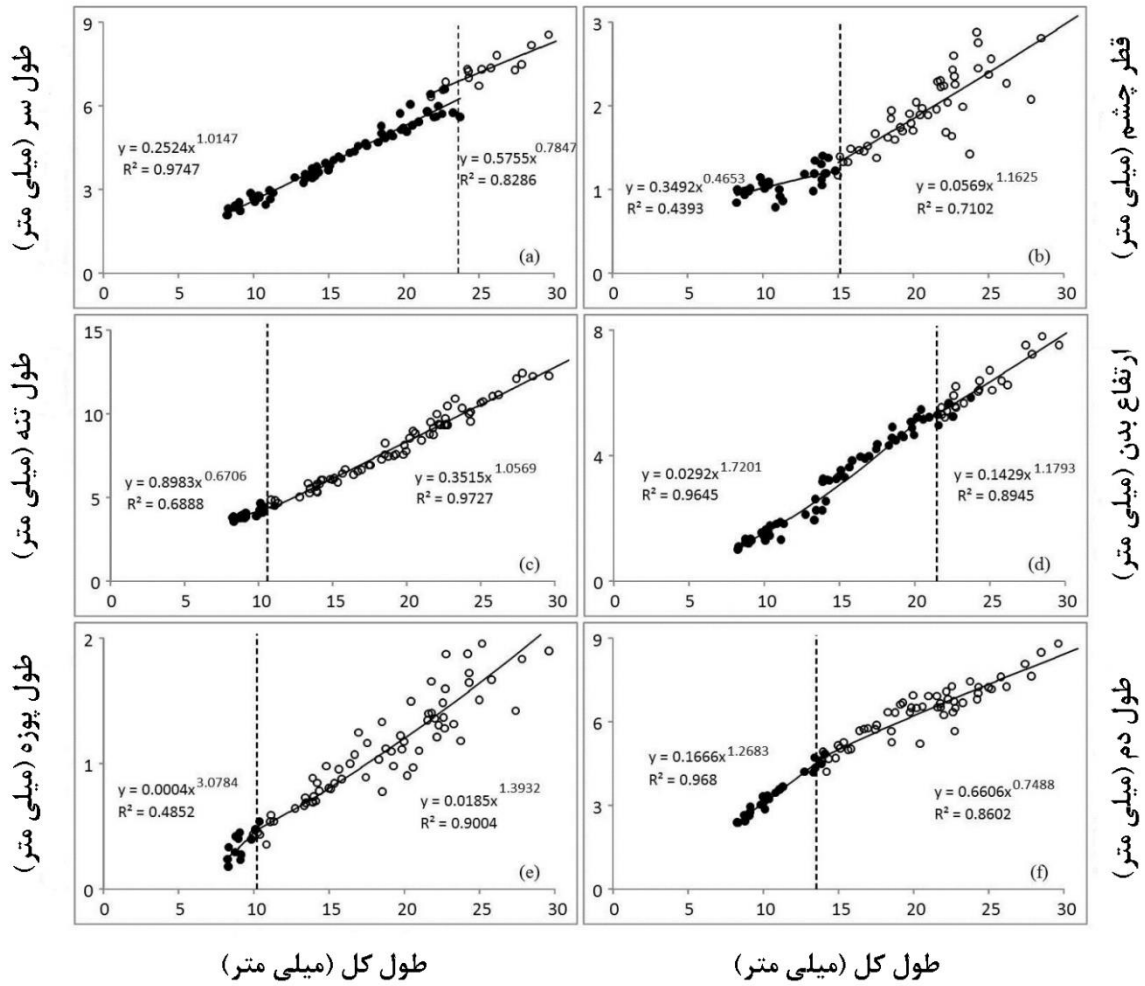
[DOR: 20.1001.1.23225513.1399.9.2.2.7]

جدول ۲) میانگین ویژگیهای مورفومتریک (طول کل (LT)، طول سر (LH)، طول دم (LTA) طول تنه (LTR)، قطرچشم (ED)، طول پوزه (LSN)، و ارتفاع بدن (BD)) از نمونه‌های جمع آوری شده سیچلاید الکتریک بلو از ۵ تا ۵۱ روز پس از تفریخ (DPH)

DPH	L_T	HL	TrL	TaL	ED	SnL	BD
۲	۵۲/	۰/۳۳۸	۱/۵۸۷	۰/۵۴۳	۰/۴۵۲	۰/۰۳۸	۰/۲۶۳
۳	۳/۵۳	۰/۶۹۵	۲/۰۱۵	۰/۶۱۳	۰/۳۴۴	۰/۲۵	۰/۳۰۳
۴	۳/۴۵	۰/۶۶۹	۱/۹۶۸	۰/۶۷۳	۰/۳۸۲	۰/۱۸۱	۰/۳۴
۵	۹/۲۷	۲/۳۸	۳/۲۸	۴/۰۶	۲/۲۲۳	۰/۴۱۷	۲/۰۱۴
۷	۹/۷۱	۲/۴۵	۲/۹۷	۴/۱۷۲	۱/۶۲	۰/۷۲	۱/۷۶۶
۹	۱۱/۸۳	۳/۰۳۲	۳/۸۵	۵/۳۳	۱/۲۵	۰/۷۱	۲/۶۸
۱۱	۱۲/۸۹	۳/۶۴	۳/۴۴	۵/۷۷	۱/۹۱	۰/۸۶	۳/۱۷
۱۳	۱۳/۳۳	۳/۶۳	۳/۴۴	۶/۳۹	۱/۴۴	۰/۹۱	۳/۳۲
۱۵	۱۳/۸	۳/۷۹	۳/۵۲۳	۶/۴۹	۱/۶	۰/۹۲	۳/۳۹
۱۷	۱۴/۷۸	۴/۲۵	۳/۴	۷/۰۵	۱/۶۶	۰/۹۶	۳/۷۵
۱۹	۱۴/۱۵۸	۳/۷۵	۳/۸	۶/۶۴	۲/۰۵	۰/۸۸	۳/۶۳
۲۱	۱۴/۵۱	۳/۷۳	۴/۰۴	۶/۵۷	۱/۷۵۸	۰/۸۸۹	۳/۵۲
۲۳	۱۴/۲۷	۳/۹۲	۳/۷۴	۶/۵۷	۲/۰۴۸	۰/۷۹۲	۳/۶۳
۲۵	۱۳/۷۴	۳/۷۲	۳/۶۹	۶/۱۸	۱/۷۷	۰/۸۵	۳/۴۸۲
۲۷	۱۵/۱۱	۴/۱۰۸	۳/۸۹	۷/۲۵	۲/۲۱	۰/۹۷۲	۳/۸۱
۲۹	۱۶/۶	۴/۲	۴/۴۵	۷/۸	۲/۲۵	۱/۱	۴/۲۵
۳۱	۱۸/۶۵	۴/۹	۴/۹	۸/۹۶	۲/۹۴	۱/۱۱۶	۴/۶۷
۳۳	۲۰/۶۵	۴/۹۲	۶/۱	۹/۵۲	۳/۲۲	۱/۳۲	۵/۳
۳۵	۲۵/۰۵	۶/۹۹	۹/۱۳۶	۸/۸۹	۳/۵۷	۲/۵۵	۶/۴۸
۳۷	۲۶/۳۴	۶/۸۳	۸/۷	۱۰/۰۶۵	۳/۹۵	۲/۴۸	۶/۸
۳۹	۲۵/۲۵	۶/۴۹۴	۸/۹	۹/۱۹	۳/۸۵	۱/۶۷	۶/۷۶
۴۱	۲۶/۵	۷/۳۶	۹/۱۷	۱۰/۰۳	۳/۲۵	۲/۵۷	۷/۰۲۴
۴۳	۲۷/۹۱	۸/۲۲	۱۰/۱۶	۹/۹۱	۴/۳۹	۲/۷۳	۷/۲۹
۴۵	۳۲/۱	۸/۹۴	۱۰/۹۱۹	۱۲/۲۳	۴/۰۹	۲/۸۴	۸/۴
۴۷	۲۹/۵۷	۷/۹۱	۱۰/۸۶	۱۱/۳۵	۴/۱۷	۲/۷۷	۷/۸۸
۴۹	۲۷/۴۷	۷/۰۹	۹/۱۴	۱۰/۵۸	۳/۰۱۵	۲/۲۷	۷/۳۷
۵۱	۳۰/۹	۸,۴۱	۱۰/۲۱	۱۱/۵۲	۳/۵۹	۲/۴۸	۸/۳۶

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-29]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1399.9.2.2.7]



شکل ۳) الگوهای آلومتریک رشد بخش‌های اصلی بدن ماهی سیچلاید الکتریک بلو شامل سر، تنه و دم، روند تغییرات و معادله رشد مربوط به این بخش‌ها به طول کل در طی مراحل اولیه رشد ونمو لاروی (از روز پنجم تا پنجاه ویک روز پس از تفریخ)؛ (a) طول سر، (b) قطرچشم، (c) طول تنه، (d) ارتفاع بدن، (e) طول پوزه، (f) طول دم (خط چین مشخصه نقاط عطف است).

آلومتری مثبت طول سر و دم در دوره تغذیه داخلی و مختلط بیانگر اولویت تکوینی ساختارهای مرتبط با شنا و تغذیه و افزایش قابلیت های مربوط به شناسایی و گرفتن طعمه غذایی و فرایندهای هضمی است[25]. در مطالعه حاضر همزمان با تکامل شعاع باله‌ها، تغییر شکل ماهی و بهبود توانایی حرکتی ورفتار تغذیه ای ماهی رخ می‌دهد. باتوجه به نتایج حاصل از این تحقیق زاویه دهان تقریباً زمانی باز شد که دو سوم حجم کیسه زرده جذب شده و لارو علاوه بر تغذیه داخلی حاصل از کیسه زرده به تغذیه خارجی نیز احتیاج پیدا کرده است. دهان لارو ماهی بنی (*Mesopamichthys sharpeyi*) بین ۲ تا ۴ روز پس از تفریخ در حالیکه دو سوم ذخیره غذایی کیسه زرده جذب شده بود، باز شد[26]. باز شدن دهان امکان شنا در سطح و بلعیدن هوا به وسیله لارو برای پر کردن کیسه شنا و در نتیجه پایداری در وضعیت شنا را فراهم می‌کند[27].

در این بررسی شاهد رشد آلومتری مثبت قطر چشم بعد از نقطه عطف بودیم و این بیانگر رشد چشم بعد ازشروع تغذیه فعال بوده است. الگوی رشد چشم در این مطالعه با بسیاری از تحقیقات انجام شده دیگر مانند، مطالعه لارو ماهی سفید دریای خزر[24] و بررسی دوران لاروی تاس ماهی سیبری[6] مشابه بوده است. بسیاری از لاروهای ماهیان برای جستجوی غذا، جهت یابی، رفتارهای گروهی و پرهیز از شکارچی به بینایی خود متکی هستند[28].

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-29]
[DOR: 20.1001.1.23225513.1399.9.2.2.7]

الگوی رشد طول تنه در فاز اول، رشد منفی و پس از آن رشد آلومتری مثبت را نشان داد. آلومتری منفی طول تنه در مراحل اولیه دلیل دیگری بر اهمیت تکوین اندام‌های عملکردی ناحیه سر (تنفسی، تغذیه ای، حرکتی و حسی) است[7]. در بررسی لارو ماهی سفید دریای خزر، تغییرات آلومتری طول تنه در مرحله Pterygio-larvae ایزومتریک و پس از دگردیسی و ورود به مرحله جوانی آلومتری مثبت بوده است[24] که دلیلی بر تکامل اندام های داخلی و گوارشی ناحیه تنه پس از رشد سر می باشد. در طی مراحل اولیه لاروی ارتفاع تنه، آلومتری منفی پیش از نقطه عطف ارتفاع تنه، می‌تواند به کاهش ذخایر کیسه زرده نسبت داده شود. الومتری مثبت ارتفاع تنه پس از شروع تغذیه مختلط، می تواند دلیلی بر توسعه و تکوین سیستم‌های آنزیمی، هضمی و افزایش کارایی تغذیه باشد[29, 30].

الگوی رشد دم در لارو الکتریک بلو در مرحله قبل از نقطه عطف، رشدآلومتری مثبت و سپس الگوی رشد آلومتری منفی را نشان داد. براساس مطالعات انجام شده و همچنین مطالعات مشابه روی گونه های دیگر[24] آلومتری مثبت دم به لارو کمک می‌کند تا از طریق بهبود شنا و رفتارهای مربوط به فرار از شکارچی، هزینه‌های انرژی مربوط به جابه جایی و انتقال لارو کاهش یافته و بهینه شوند[5].

ظهور فلس در روز پنجم بعد از تفریخ رخ داد و در ابتدا فلس‌های گرد ساده بوده ولی پس از دگردیسی و ورود لارو به مرحله جوانی یا Juvenile (روز نوزدهم بعد از تفریخ) برروی فلس‌ها برجستگی‌های شاخی مانند ظهور پیدا کرده است. مطالعه بر روی لارو ماهی سفید[24] زمان تکامل فلس در مرحله جوانی را تأیید می‌نماید. فرایند تشکیل فلس به همراه تکوین باله‌ها و تشکیل استخوان‌ها از شاخص‌های اصلی در تفکیک مرحله لاروی و بچه ماهی می‌باشند و یک شکل مینیاتوری از ماهی بالغ به وجود می‌آید[5, 31].

نتیجه گیری

به طور کلی، بر اساس مراحل توسعه لاروی در سیچلاید الکتریک بلو، و الگوی رشد سریعتر قسمت سر و دم پیش از جذب کامل کیسه زرده، و تغییر در بخش های مختلف بدن، می توان اولویت های رشد و تکوین اندام ها را به عنوان استراتژی بقا در طول تاریخچه اولیه زندگی ماهیان بیان نمود. همچنین نقش کلیدی زمان طولانی تر جذب کیسه زرده نسبت به دیگر گونه های ذکر شده دربحث حاضر، همراه با تغییر در روند رشد نسبی اندام ها همزمان با جذب کیسه زرده می تواند تغییرات زمانی و الویت بندی اندام زایی را به عنوان استراتژی محافظتی بقا برای ماهیان دهان پروری مثل الکتریک بلو، که خاستگاه آن ها دریاچه مالاوی با شرایط محیطی و رقابتی شدید بین گونه هاست را بیان نماید.

تشکر و قدردانی: بدین وسیله نویسندگان از کارشناسان آزمایشگاه زیست شناسی آبزیان دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان صمیمانه سپاسگزاری میکنند.

تاییدیه اخلاقی: تمام موارد بهداشتی و حقوق حیوانات در مسییر مطالعه، نگهداری، و نمونه برداری در محل آزمایش رعایت شده است.

تعارض منافع: موردی توسط نویسندگان گزارش نشده است.

سهم نویسندگان: (نویسنده اول)، نگارنده مقدمه/پژوهشگر سهم نویسندگان: سید حامد موسوی ثابت (نویسنده اول)، نگارنده مقدمه/ پژوهشگر اصلی/نگارنده بحث (۳۰ ٪)؛ مریم صائمی (نویسنده دوم)، پژوهشگر اصلی/نگارنده بحث (۲۰ ٪)؛ کبری قااسم زاده سرچشمه (نویسنده سوم)، پژوهشگر اصلی/گردآوری نتایج (۲۰ ٪)؛ مسعود ستاری (نویسنده چهارم)، پژوهشگر کمکی/نگارنده بحث (۱۵٪)؛ سهیل ایگدری (نویسنده پنجم)، روش شناس/تحلیلگر آماری (۱۵ ٪).

منابع مالی: هزینه های انجام مطالعه حاضر توسط دانشگاه گیلان و پژوهشکده حوضه آبی دریای خزر در این دانشگاه پرداخت شده است و تمامی منافع مادی احتمالی این طرح تحقیقاتی متعلق به مرکز مذکور خواهد بود.

منابع

1- Tabugo, SR, Sendaydieago JP, Requieron, EA. Dimalen MD. Embryonic Developmental

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-29]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1399.9.2.2.7]

Stages in Cultured Rabbitfish (*Siganus guttatus*, Bloch 1787). Journal of Biolojical Sciences. 2012;1(8):65-70.

2- Pyka J, Bartel R, Szvzerbowski JA, Epler P. Reproduction of gattan (*Barbus xanthopterus* Heckel), shabbout (*Barbus grypus* Heckel) and bunni (*Barbus sharpeyi* Gunther) and rearing stocking material of these species. Archives of Polish Fisheries. 2001;9:235-246.

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

4- Bailey KM, Houde ED. Predation on eggs and larvae of marine fishes and the recruitment problem. In Advances in Marine Biology (Blaxter, JH. S. & Southward, A. J., eds.). Academic Press. 1989;1-83.

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

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

7- Gisbert E, Merino G, Muguet JB, Bush D, Piedrahita RH, Conklin DE. Morphological development and allometric growth patterns in hatchery-reared California halibut larvae. Journal of Fish Biology. 2002;61:1217-1229.

8- Fuiman LA. Growth gradients in fish larvae. Journal of Fish Biology. 1983;23:117-123.

9- Ahlstrom EH, Moser HG. Egg and larvae of fishes and their role in systematic investigation and in fisheries. Revue des Travaux de l'Institut des Peches Maritimes. 1976;40(3-4):379-398.

10- Surlemont C, Vandewalle P. Développement post embryonnairedu GF squelette et de la musculature de la tête de *Clarias gariepinus* (Pisces, Siluriformes) depuis l'eclosion jusqu'à 6,8 mm. Canadian Journal of Zoology. 1991;69:1094–1103.

11- Arjini M. Reproduction and culture, reserve ornamental fish (2), Tehran, 2003;p134.

12- Konings A. Malawi cichlids in their natural habitat. Cichlid Press, Germany 2001; 3rd Ed.

13- Snoeks J. "How well known is the ichthyodiversity of the large East African lakes?" Advances in ecological 2000; 31:17-38.

14- Knight, M. and Turner, E. Laboratory mating trials indicate incipient speciation by sexual selection among populations of the cichlid fish *Pseudotropheus zebra* from Lake Malawi. *Proceedings of the Royal* Society of London Series B Biological Sciences. 2004;271:675-680.

15- Van Maaren, CC, Daniels HVA. practical guide to the morphological development of southern flounder, Paralichthys lethostigma, from hatch through metamorphosis. Journal of Applied Aquaculture 2000;10,1–9. doi: org/10.1300/J028v10n02_01

16- Salzburger W, Meyer A. The species flocks of East African cichlid fishes: recent advances in molecular genetics and population genetics. Naturwis senschaften. 2004;91: 277-290. Research 31 17-38.

17- Meyer A. Coelacanth Controversy. American Scientist. 1993**:**81(3):209-210.

18- Seehausen O. African cichlid fish: a model system in adaptive radiation research. Proceedings of the Royal Society Lond. B. 2006; 273(1597):1985-1985. doi.org/10.1098/rspb.2006.3539

19- Van Snik GMJ, Van den Boogaart JGM, Osse JWM. Larval growth patterns in *Cyprinus carpio* and *Clarias gariepinus* with attention to the finfold. Journal of Fish Biology, 1997;50: 1339-1352.

20- Amornsakun T, Sriwatana W, Promkaew P. Some aspects in early life stage of Siamese gourami, *Trichogaster pectoralis* (Regan)

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-29]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1399.9.2.2.7]

Larvae Songklanakarin. Journal of Science and Technology. 2004; 26(3): 347-356.
21- Morioka S, Ito S, Kitamura S, Vongvichith B. Growth and morphological development of laboratory-reared larval and juvenile climbing perch *Anabas testudineus*, Ichthyological Research. 2009;56: 162–171.
22- Saemi-Komsari M, Mousavi-Sabet H, Kratochwil CF, Sattari M, Eagderi S, Meyer A. Early developmental and allometric patterns in the electric yellow cichlid *Labidochromis caeruleus*. Journal of Fish Biology. 2018;92:1888-1901.
23- Strathmann RR. What controls the type of larval development? Bulletin of Marine Science. 1986;39: 616–622.
24- Ghorbanzadeh G, Rafiee G, Eagderi S, Pourbagher H, Efatpanah I. Early development and allometric growth patterns in Caspian kutum (*Rutilus frisii kutum*). Scientific Research Journal. 2014;3(2): 35-50.
25- Koumoundouros G, Divanach P. Kentouri M. Ontogeny and allometric plasticity of *Dentex dentex* (Osteichthyes: Sparidae) in rearing conditions. Marine Biology. 1999;135:561-572.
26- Ahmadi S, Khodadadi M, Salehi Farsani A, Samadi Kuchaksaraei B, Mousavi-Sabet H. Morphological development and growth of Bunni, *Mesopotamichthys sharpeyi* (Günther, 1874), larvae reared in the laboratory, aqua, International Journal of Ichthyology. 2013;99-108.
27- Pinder AC, Gozlan, RE. Early ontogeny of sunbleak. Journal of Fish Biology. 2004;64: 762-775.
28- Rodriguez A, Gisbert E. Morphogenesis of the eye of Siberian sturgeon. Journal of Fish Biology. 2001;59:1427-1429.
29- Pena R, Dumas S. Effect of delayed first feeding on development and feeding ability of *Paralabrax maculatofasciatus* larvae. Journal of Fish Biology. 2005;67: 640-651.
30- Ward-Campbell BS, Beamish FWH. Ontogenetic changes in morphology and diet in the snakehead, *Channa limbata*, a predatory fish in western Thailand. Environmental Biology of Fishes. 2005;72:251-257.
31- Balon E. Alternative Ways to become a juvenile or a definitive phenotype (and on some persisting linguistic offenses), Environmental Biology of Fishes. 1999;56: 17-38.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-29]
[DOR: 20.1001.1.23225513.1399.9.2.2.7]

Journal of Fisheries Science and Technology
Volume 9, Issue 2, Spring 2020
Pages: 79-89

Early development and allometric growth patterns in Electric blue Cichlid *Sciaenochromis fryeri* Konings, 1993

Hamed Mousavi-Sabet[*1,2], Maryam Saemi-Komsari[1], Kobra Ghasemzadeh-Sarcheshmeh[1], Masoud Sattari[1,2], Soheil Eagderi[3]

1- Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, P.O. Box 1144, Sowmeh Sara, Guilan, Iran
2- The Capian Sea basin Reseaech Center, University of Guilan, Rasht, Iran
3- Department of fisheries and aquaculture, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

A B S T R A C T

The present study was conducted in Electric Blue Cichlid *Sciaenochromis fryeri* in early larval developmental stages from the fifth day post hatching (DPH) until 51 DPH to determine day of transforming from embryo to juvenile. Morphological characteristics were evaluated by using ImageJ software. Allometric growth patterns were calculated based on the formula $Y=aX^b$. Yolk sac depletion was occurred on day 9. Scales were developed on day 19 and finaly developed juvenile shape. allometric pattern of different body segments were calculated according to isometry, positive, and negative allometry. Positive allometry of head and tail prior to inflexion point and variation in allometric growth pattern in different body segment determine priorities of organogenesis for survival in fish early life history. The obtained results showed consistency between the larval morphological changes and development of organs related to sensory movements and larval behavior. Every morphological change in larvae displays the development and evolution of one of the organs involved in feeding, breathing, swimming and sensory organs.

ARTICLE TYPE
Original Research

ARTICLE HISTORY
Received: 7 June 2018
Accepted: 5 February 2019
ePublished: 22 August 2020

KEYWORDS
Electric Blue Cichlid, Larval development, Ontogeny, Allometry

* Corresponding Author:
Email address: mosavii.h@gmail.com
Tel: +98 9124350600
eISSN:2476-6887 pISSN:2322-5513
© Published by Tarbiat Modares University

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-29]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1399.9.2.2.7]