

## بررسی انتوژنی و رشد ماهی کوریدوراس برنزی (*Corydoras aeneus*) در طی مراحل اولیه زندگی

مینا رهبر<sup>۱</sup>، مسعود ستاری\*<sup>۱</sup>، حامد موسوی ثابت<sup>۱</sup>، سهیل ایگدری<sup>۲</sup>، محمد منصوری چرهی<sup>۱</sup>

۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، ایران، صندوق پستی: ۱۱۴۴

۲- گروه شیلات، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، البرز، ایران، صندوق پستی: ۴۹۱۳۸-۱۵۷۳۹

تاریخ پذیرش: ۱۴ اسفند ۱۳۹۴

تاریخ دریافت: ۱۲ آبان ۱۳۹۴

### چکیده

این تحقیق با هدف بررسی الگوهای رشد آلومتریک و تغییرات ریخت ظاهری ماهی کوریدوراس برنزی (*Corydoras aeneus*) به عنوان یک گونه باارزش زینتی در مراحل اولیه تکوین از زمان تخم‌گذاری تا ۵۱ روز پس از آن به اجرا درآمد. برای این منظور تعداد ۱۴۰ نمونه لارو در روزهای مختلف بعد از تفریح نمونه برداری و تغییرات ریختی و تکوینی لاروها در مراحل اولیه رشد بررسی و توصیف گردید. داده‌های ریخت‌سنجی مورد مطالعه نیز از روی تصاویر دوبعدی گرفته شده از نمونه‌ها توسط نرم افزار ImageJ استخراج گردید و الگوی رشد آلومتری به صورت تابع توانی طول کل با استفاده از داده‌های تغییر نیافته در فرمول  $Y=aX^b$  اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که دهان و مخرج در روز سوم پس از تخم‌گذاری باز و کیسه زرده در روز هفتم پس از تخم‌گذاری جذب شد. در مراحل اولیه تکوینی الگوی رشد نواحی سر و دم ابتدا آلومتری مثبت و سپس ایزومتریک شدند. طول تنه ابتدا آلومتری منفی و سپس ایزومتریک شد. با توجه به یافته‌های این تحقیق رشد این گونه به چهار مرحله (۱) Eleuthero-embryo، (۲) Propterygio-larval، (۳) Pterygio-larval و (۴) Juvenile قابل تقسیم می‌باشد.

**کلمات کلیدی:** کوریدوراس برنزی، ریخت‌سنجی، آلومتری، گربه‌ماهیان زره‌دار.

## مقدمه

ماهی کوریدوراس برنزی یکی از حدود ۱۴۲ گونه متعلق به جنس کوریدوراس از خانواده گربه‌ماهیان زره‌دار (Callichthyidae) می‌باشد. بدن گربه‌ماهیان زره دار فاقد فلس بوده ولی در عوض در هر سوی بدن توسط دو ردیف از صفحات استخوانی که لبه آنها روی هم قرار گرفته و همپوشانی دارد، پوشیده شده است. به همین علت به آنها گربه‌ماهیان زره‌دار می‌گویند (de Pinna, 1998). ماهی کوریدوراس برنزی پراکنش جهانی دارد (Nijssen, 1970; Fuller, 2001) و یک گونه با ارزش اقتصادی و بسیار محبوب در بین پرورش‌دهندگان ماهیان زینتی می‌باشد (Tamaru, et al., 1997).

همانند سایر ماهی‌ها در صنعت آبرزی پروری، پرورش این گونه با ارزش اقتصادی، نیازمند فرآهم آوردن اطلاعات در مورد ویژگی‌های زیست‌شناسی آن از جمله تغییرات شکل بدن در دوره اولیه تکوین می‌باشد که با اولویت‌های آن برای تامین نیازهای زیستی هماهنگ می‌باشد (Al-Abdul-Elah, et al., 2010). لارو ماهیان در طی مراحل اولیه تکوین دستخوش تغییرات سریع ریختی می‌شوند (Osse and van den Boogaart, 1999; Gisbert, 1999; Loy, et al., 2001). در ماهی‌های استخوانی، تغییر شکل بدن و تبدیل به شکل مینیاتوری موجود (ماهی جوان) در یک دوره زمانی کوتاه به‌وقوع می‌پیوندد (Osse et al., 1997)، که توانایی لازم را برای انجام بسیاری از فعالیت‌های حیاتی مانند متابولیسم، شنا، تنفس و تغذیه فراهم می‌نماید (Peña and Dumas, 2009). به‌جهت اینکه ماهی در طی مراحل اولیه زندگی تغییرات ریختی و روندهای رشدی پیچیده‌ای را طی می‌کند، تکوین

اولیه در ماهیان از اهمیت به‌سزایی برخوردار است (Osse et al., 1997).

بررسی انتوزنی و الگوهای رشد در طی دوره تکوین لاروی، در گونه‌های مختلفی از ماهیان از جمله *Leuciscus cephalus* (Calta, 2000)، *Trichogaster pectoralis* (Amornsakun et al., 2004)، *Paralabrax maculatofasciatus* (Peña and Dumas, 2009)، *Anabas testudineus* (Morioka et al., 2009 a)، *Trichogaster pectoralis* (Morioka et al., 2010)، *Hemibagrus filamentus* (Moriok and Vongvichith, 2011)، *Mesopotamichthys sharpeyi* (Ahmadi et al., 2013) و *Poecilia reticulate* (Mousavi-Sabet et al., 2014) بررسی شده است.

از آنجا که ماهی کوریدوراس برنزی از ماهیان زینتی با ارزش می‌باشد این تحقیق، با هدف شناخت تغییرات ریختی این ماهی در مراحل اولیه تکوین به‌اجرا درآمد. نتایج حاصل از این تحقیق می‌تواند باعث درک بهتر روند سازگاری‌های مربوط به رشد گردد و دیدگاهی را در مورد ریخت‌شناسی، رفتارشناسی و اکولوژی این گونه در اختیار ما قرار دهد.

## مواد و روش‌ها

### روش نمونه‌برداری: از لاروها در روزهای اول

تا ۵ بعد از تخم‌گذاری به‌صورت روزانه و پس از آن به‌صورت یک‌روز درمیان از روز ۷ تا ۵۱ بعد از تخم‌گذاری به تعداد ۵ قطعه در هر بار نمونه‌برداری شد. نمونه‌گیری‌ها به‌صورت کاملاً تصادفی بوده و تعداد ۱۴۰ نمونه لاروی و بچه‌ماهی در کل دوره جمع‌آوری و مورد آنالیز قرار گرفت. نمونه‌ها بلافاصله پس از

همکاران (۱۹۹۷) تعیین شد. پس از تعیین نقاط عطف رشد، نرخ‌های رشد منطقه‌ای توسط مدل Huxley، براساس (Fuiman, 1983) انجام شد. آنالیز داده‌ها در مایکروسافت اکسل ۲۰۰۷ و نرم افزار Minitab نسخه ۱۶ انجام پذیرفت.

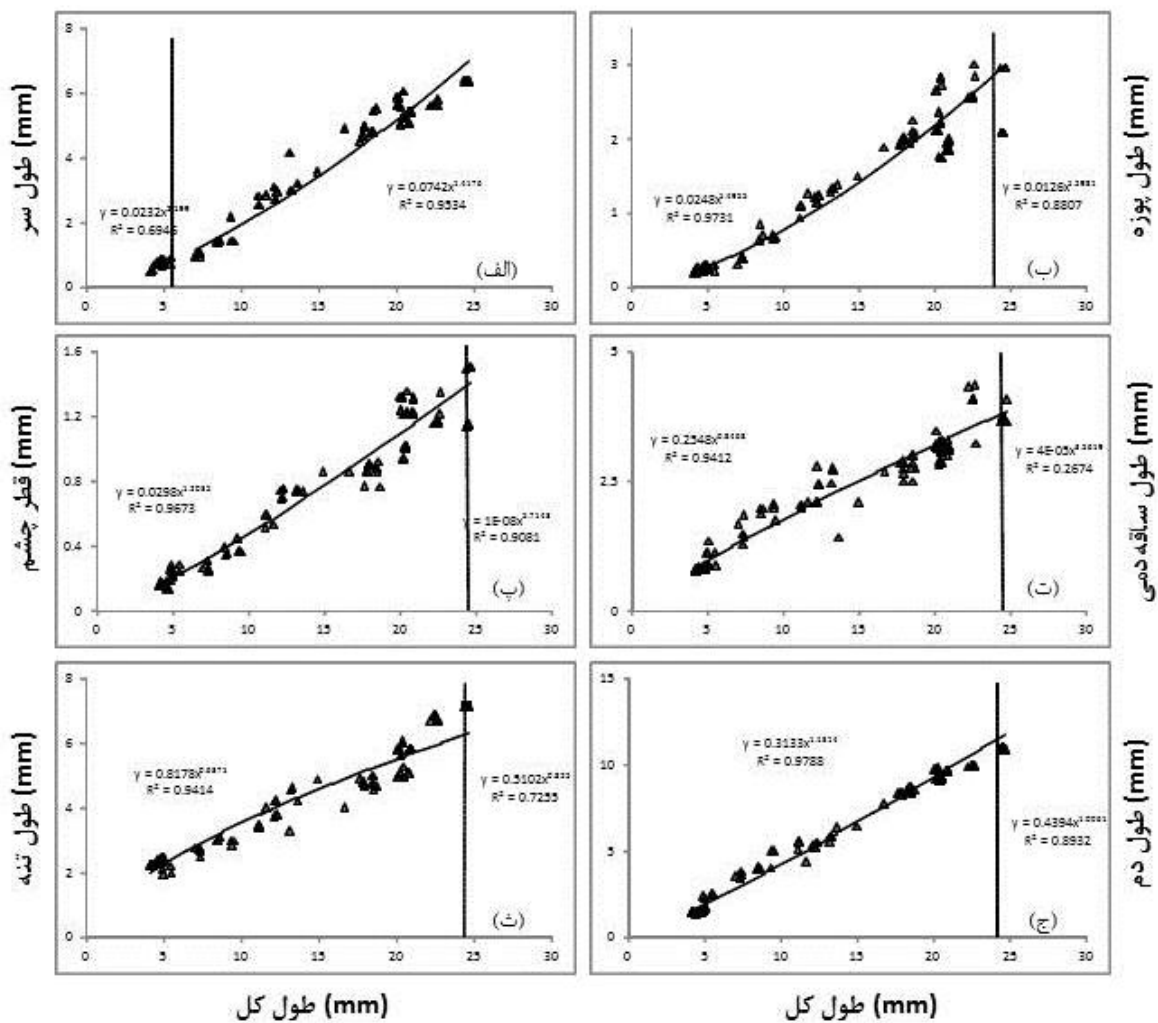
### نتایج

**بررسی الگوی رشد:** الگوی رشد در ماهیان کوریدوراس برنزی از زمان تخم‌گذاری تا ۵۱ روز پس از آن در دمای ۲۶-۲۵ درجه سانتی‌گراد (TL=۴/۲-۲۴/۴۹ mm) مورد ارزیابی قرار گرفت (شکل ۱ و جدول ۱). الگوی رشد طول سر، دارای دو فاز با یک نقطه عطف در روز چهارم پس از تخم‌گذاری (TL=۵/۱۷ mm) بود، در فاز اول الگوی رشد آلومتری مثبت و در فاز دوم نزدیک به ایزومتریک بود (شکل ۱ الف). الگوی رشد سایر قسمت‌های بدن نیز دارای دو فاز با یک نقطه عطف در روز ۴۷ پس از تخم‌گذاری (TL = ۲۴/۴۴mm) بود. الگوی رشد طول پوزه، قطر چشم و طول ساقه دم در فاز اول به صورت ایزومتریک و در فاز دوم دارای آلومتری مثبت بود (شکل ۱ ب، پ، ت). الگوی رشد طول تنه در فاز اول و قبل از روز ۴۷ پس از تخم‌گذاری دارای آلومتری منفی و بعد از آن به صورت ایزومتریک درآمد (شکل ۱ ث). این الگوی رشد بیان می‌کند که با افزایش طول کل ماهی، رشد بسیار کمی در طول تنه بوقوع می‌پوندد. الگوی رشد طول دم در فاز اول مثبت و بعد از آن به صورت ایزومتریک می‌باشد (شکل ۱ ج).

نمونه‌برداری در عصاره گل میخک بیهوش و سپس از سمت چپ جانبی لاروها با استفاده از لوپ مجهز به دوربین دیجیتالی (Cannon) با قدرت تفکیک ۵ مگاپیکسل مستقر بر روی Copystand عکسبرداری گردید. برای کنتراست بیشتر و مشاهده وضعیت تکوین باله‌ها، نمونه‌ها توسط رنگ تولوئیدن‌بلو به نسبت ۱:۱ با آب رنگ آمیزی شدند. روند تغییرات ریختی و تکوینی لاروها در مراحل اولیه رشد توسط استریومیکروسکوپ Laica در بزرگنمایی‌های مختلف بررسی و توصیف گردید.

### بررسی الگوی رشد: فواصل مورد نظر بر روی

نمونه‌ها شامل طول کل (TL)، طول سر (HL)، طول تنه (TrL)، طول دم (TaL)، طول پوزه (SnL)، قطر چشم (ED)، طول ساقه دم (CP) توسط نرم افزار (ImageJ Version 1.240) از روی تصاویر دوبعدی گرفته شده، مورد سنجش قرار گرفتند. الگوی رشد آلومتری به صورت تابع توانی طول کل با استفاده از داده‌های تغییرنیافته در فرمول  $Y=ax^b$  اندازه‌گیری شدند که در آن  $Y$  به عنوان متغیر مستقل،  $X$  به عنوان متغیر وابسته،  $a$  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. در رابطه طول کل با وزن، زمانی که  $b=3$  باشد، رشد ایزومتریک خواهد بود. رگرسیون خطی بر روی داده‌ها با استفاده از طول کل به عنوان متغیر مستقل انجام شد. نقاط عطف (Inflexion points) منحنی‌های رشد براساس روش Van Snik و

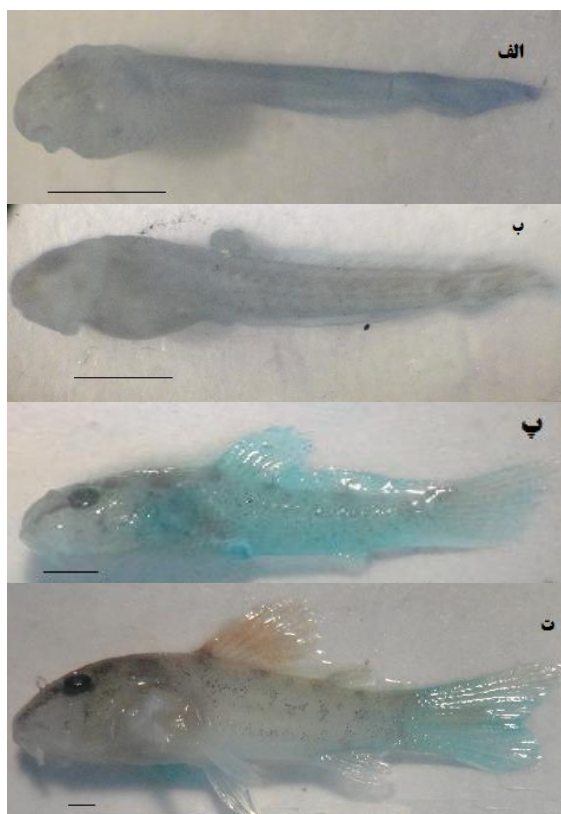


شکل ۱: الگوهای رشد آلومتری اندام های مختلف بدن نسبت به طول کل (TL) در ماهی کوریدوراس برنزی از زمان تخم گشایی تا ۵۱ روز پس از تخم گشایی (خط چین ها، بیانگر نقطه عطف در هر ویژگی و اندازه ها براساس میلی متر می باشد)

جدول ۱: بررسی سطح معنی داری قبل و بعد از نقاط عطف

	قبل از عطف			بعد از عطف		
	b	a	R2	b	a	R2
طول سر	۲/۱۹۹	۰/۰۲۳	۰/۶۹	۱/۴۱	۰/۰۷۴	۰/۹۵
طول پوزه	۱/۴۹	۰/۰۲۴	۰/۹۷	۱/۵۹	۰/۰۱۲	۰/۸۸
طول دم	۱/۳۱	۰/۰۳۱	۰/۹۷	۱	۰/۴۳۹	۰/۸۹
قطر چشم	۱/۲	۰/۰۲۹	۰/۹۶	۵/۷۱	۰/۰۰۱	۰/۹۰
طول تنه	۰/۶۳	۰/۰۸۱	۰/۹۴	۰/۸۲	۰/۰۵۱	۰/۷۴
طول ساقه دم	۰/۸۴	۰/۲۵۴	۰/۹۴	۳/۵۶	۰/۰۰۱	۰/۲۶

است (شکل ۲-پ). در روز نوزدهم پس از تخم گشایی تعداد خاها و شعاع‌های باله‌ها ثابت گردید. بالچه چربی با ۱ خار مضرس کاملاً از باله پشتی جدا گردید. رنگدانه‌ها به شکل کاملاً متراکم در جلوی چشم تا پوزه، پشت چشم تا اواسط تنه وجود دارند و در سایر نقاط بدن به شکل کم تراکم یافت می‌شوند (شکل ۲-ث).



شکل ۲: روند تغییرات ریختی در طی مراحل اولیه رشد ماهی کوریدوراس برنزی به ترتیب از الف تا ت (مقیاس نمایانگر ۱ میلی‌متر است)

### بحث

در زمان تخم گشایی اکثر سیستم‌های عملکردی ماهی کوریدوراس برنزی شامل شکاف دهانی، مخرج، آبشش‌ها و باله‌ها هنوز به طور کامل تمایز پیدا نکرده

**تغییرات ریختی:** نتایج بررسی ویژگی‌های ریخت ظاهری ماهی کوریدوراس برنزی نشان داد که در روز اول پس از تخم گشایی دهان و مخرج بسته است و چشم و بدن ماهی فاقد رنگدانه می‌باشند. باله سینه‌ای وجود دارد ولی فاقد شعاع‌های باله‌ای هستند. دارای ۲ جفت سیلک در فک بالا و فک پایین هستند و در این مرحله چین‌های باله‌ای تمایز نیافته‌اند (شکل ۲-الف). در روز دوم پس از تخم گشایی چشم رنگدانه‌دار می‌شود و رنگدانه‌ها با تراکم کم و پراکنده در سرتاسر بدن و تراکم بیشتر روی میومرها و باله دمی دارد و نوتوکورد به سمت بالا متمایل می‌شود. در روز سوم رنگدانه‌ها در کل بدن پراکنده‌اند و تجمع آنها بر روی سر بیشتر است و به صورت پراکنده روی کیسه زرده وجود دارند. نوتوکورد کاملاً به سمت بالا خم می‌شود، شعاع‌های باله دمی تشکیل می‌شود. دهان و مخرج باز می‌شوند. یک جفت سیلک دیگر در فک پایین و سرپوش آبششی در حال توسعه است. در روزهای سوم تا پنجم پس از تخم گشایی سیلک‌ها به شکل مضرس می‌شوند (شکل ۲-ب). در روز هفتم پس از تخم گشایی کیسه زرده به صورت کامل جذب می‌شود و باله پشتی در حال توسعه می‌باشد. در روز نهم پس از تخم گشایی بادکش تشکیل و میومر حذف گردید و در روز سیزدهم پس از تخم گشایی یک بالچه چربی با یک خار مضرس در حال توسعه و جدا شدن از باله پشتی بود. در این زمان تعداد شعاع‌های باله سینه‌ای ثابت شد و اسکات‌ها و شعاع‌های باله شکمی و مخرجی شروع به توسعه نمودند. رنگدانه‌ها در جلوی چشم به شکل یک خط متراکم جلوی پوزه وجود دارند. تمام سطح بدن به صورت یکنواخت رنگدانه دارد. ولی پشت چشم و سرپوش آبششی تراکم رنگدانه‌ها بیشتر

تکامل زیستی و روابط فیلوژنتیکی می‌باشد (Russo et al., 2007).

در این تحقیق اختلاف زمانی در رشد اندام‌های مختلف مشاهده گردید. در ماهیانی که دارای تخم‌های کوچکی هستند، تمام اندام‌های عملکردی نمی‌توانند همزمان رشد کنند (Osse, et al., 1997) از اینرو رشد ناهمگون بخش‌های مختلف بدن تأمین کننده شرایط برای بقای گونه می‌باشد (Osse and Van Den Boogaart, 1999).

بر طبق نتایج الگوی رشد طول سر در ابتدا آلومتری مثبت و سپس به ایزومتریکی تغییر یافت. الگوی رشد آلومتری مثبت سر یک ویژگی معمول در آنتوزنی اولیه ماهیان استخوانی می‌باشد (Van Snik, et al., 1997) و با تکامل مغز، اندام‌های حسی، تغذیه‌ای و تنفسی همزمان و مرتبط می‌باشد (Osse and Van Den Boogaart, 1995; Osse et al., 1997; Gisbert and Doroshov, 2006).

در این دوره الگوی رشد طول پوزه، قطر چشم و طول ساقه دمی ابتدا ایزومتریکی و سپس آلومتری مثبت بود. الگوی رشد ناحیه دم نیز ابتدا آلومتری مثبت و سپس ایزومتریکی بود. این الگوی رشد دم می‌تواند مربوط به قابلیت‌های شنا که برای بقا ضروری است، باشد.

الگوی رشد ناحیه تنه نیز ابتدا به صورت آلومتری منفی و بعد ایزومتریکی بود و نشان میداد که رشد این بخش در ماهی کوریدوراس برنزی اولویت کم‌تری نسبت به سر و دم دارد. از اینرو نتایج بیانگر این است که ویژگی‌های ریختی با رشد نسبتاً سریع در مرحله تکوین لاروی در ارتباط با تقدم‌های عملکردی پیش‌بینی شده برای لارو ماهی مثل تغذیه، تبادل گاز و

بود. می‌توان گفت این ماهی همانند سایر ماهیان استخوانی در مواجهه با عوامل محیطی متنوع شامل فاکتورهای زنده و غیرزنده نیاز به تغییرات سریع و به موقع در سیستم‌های احشایی و سوماتیک و همچنین سیستم‌های تخصصی برای تعامل با محیط می‌باشد (Gisbert, 1999). تغییرات سیستم‌های عملکردی براساس توسعه شکل بدن به وقوع می‌پیوندد و در واقع مراحل تکوین شکل بدن ارتباط نزدیکی با تغییرات عملکردی و در نتیجه تغییر شرایط محیطی و منابع مورد استفاده دارد (Russo et al., 2007). در حقیقت 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 کمک نماید. در این تحقیق دهان در روز سوم باز و کیسه زرده در روز هفتم کاملاً جذب شده بود. فاصله زمانی بین باز شدن دهان و جذب کامل کیسه زرده در ماهیان مختلف متفاوت است. در برخی ماهیان فاصله کمی برای تغییر از تغذیه داخلی به خارجی (Morioka et al., 2010) *Pangasianodon hypophthalmus* گزارش شده است. فاصله زمانی مشابه با تحقیق حاضر و یا طولانی‌تر در ماهیانی مانند *Claris gariepinus* (Matusmoto, et al., 2001) *Anabas festudineus* (Morioka et al., 2009a) و *Trichogaster pectoralis* (Morioka et al., 2009b) مشاهده شده است. بنابراین در گونه‌هایی که فاصله کمی بین باز شدن دهان و جذب کامل کیسه زرده وجود دارد موفقیت تغذیه خیلی حائز اهمیت است. و از طرفی مدت زمان جذب کامل کیسه زرده در ارتباط با زمان شروع تغذیه در نظر گرفته می‌شود. و در ارتباط با استراتژی بقای یک گونه و

- Siamese gourami, *Trichogaster pectoralis* (Regan) Larvae. Songklanakarin J. Sci. Technol, 26(3), 347-356.
- Balon, E., 1999. Alternative Ways to Become a Juvenile or a Definitive Phenotype (and on Some Persisting Linguistic Offenses). Environmental Biology of Fishes, 56, 17-38.
  - Calta, M., 2000. Morphological development and growth of chub, *Leuciscus cephalus* (L.), larvae. Applied Ichthyology, 16, 83-85.
  - De Pinna, M.C.C., 1998. Phylogenetic relationships of Neotropical Siluriformes (Teleostei: Ostariophysi): historical overview and synthesis of hypotheses. In Malabarba, L. R., R. E. Reis, R. P. Vari, Z. M. Lucena & C. A. S. Lucena (eds.), Phylogeny and Classification of Neotropical Fishes. Edipucrs, Porto Alegre, 279-330.
  - Fuiman, L.A., 1983. Growth gradients in fish larvae. Journal of Fish Biology, 23, 117-123.
  - Fuller, I. A. M., 2001. Breeding Corydoradine Catfishes. Ian Fuller Enterprises, Kidderminster, England.
  - Gisbert, E., 1999. Early development and allometric growth patterns in Siberian sturgeon and their ecological significance. J. Fish Biol, 54, 852-862.
  - Gisbert, E., Merino, G., Muguét, 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.
  - Gisbert, E., Doroshov, S.I., 2006. Allometric growth in green sturgeon larvae. Journal of Applied Ichthyology, 22, 202-207.
  - Loy, A., Bertelletti, M., Costa, C., Ferlin, L., Cataudella, S., 2001. Shape changes and growth trajectories in the early stages of three species of the genus *Diplodus* (*Perciformes*, *Sparidae*). Journal of Morphology, 250, 24-33.
  - Matsumoto, S., Morioka, S., Kumagai, S., 2001. Development of African catfish *Clarias gariepinus* larvae during the transitional phase between endogenous and exogenous energy intake. In: Weyl OLF, Weyl MV (eds) Proceedings of the Lake Malawi Fisheries Management Symposium. Department of Fisheries of Malawi, ilongwe, 227-232.
  - Mousavi-Sabet, H., Azimi, H., Eagderi, S., Bozorgi, S., Mahallatipour, B., 2014. Growth and morphological development of guppy *Poecilia reticulata* (Cyprinodontiformes, Poeciliidae) larvae. Poeciliid Research., 4(1), 24-30.
  - Morioka, S., Ito, S., Kitamura, S., Vongvichith, B., 2009a. Growth and morphological

شنا می‌باشند که هر دو برای صید طعمه و فرار از شکارچی ضروری هستند (Osse and Van Den Boogaart, 1999). از این روند رشد و شکل‌گیری بیانگر فرم‌های انتقالی ب سوی یک لارو کامل بود و زمان این دوره در گونه‌های مختلف متفاوت می‌باشد (Gisbert et al., 2002).

با توجه به یافته‌های این تحقیق و بر اساس نقاط عطف رشد بخش‌های مختلف بدن و روش بالن (Balon, 1999) مراحل اولیه رشد این گونه به چهار مرحله شامل، دوره Eleuthero-embryo تا جذب کامل کیسه زرده، دوره Propterygio-larval تا آغاز تمایز چین باله‌ها، دوره Pterygio-larval تا تشکیل کامل باله‌ها و دوره Juvenile قابل تقسیم می‌باشد.

### سپاسگزاری

بدین وسیله از کلیه کسانی که ما را در انجام این تحقیق یاری رساندند و همچنین از مسئول بخش آزمایشگاه شیلات دانشکده منابع طبیعی صومعه‌سرا-گیلان جناب آقای مهندس زمانی خالصانه تشکر می‌نمایم.

### منابع

- Ahmadi, S., Khodadadi, M., Salehi Farsani, A., Samadi Kuchaksaraei, B., Mousavi-Sabet, H., 2013. Morphological development and growth of *Bunni*, *Mesopotamichthys sharpeyi* (Günther, 1874), larvae reared in the laboratory. Aqua, International Journal of Ichthyology, 19(2), 99-108.
- Al-Abdul-Elah, K., Al-Albani, S., Abu-Rezq, T., El-Dakour, S., Al-Marzouk, A., James, C., 2010. Effects of changing photoperiods and water temperature on spawning season of sobaity, *Sparidentex hasta*. Kuwait Institute for Scientific Research, Report No. KISR 10029, Kuwait.
- Amornsakun, T., Sriwatana, W., Promkaew, P., 2004. Some aspects in early life stage of

22. Osse, J.W.M., Van Den 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.
23. Peña, R., Dumas, S., 2005. Effect of delayed first feeding on development and feeding ability of *Paralabrax maculatofasciatus* larvae. *J. Fish Biol.*, 67, 640-561.
24. 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.
25. 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*, 71, 629-656
26. Tamaru, C.S., Cole, B., Bailey, R., Brown, C., 1997. A Manual for Commercial Production of the Tiger Barb, *Capoeta tetrazona*, a Temporary Paired Tank Spawner. Center for Tropical and Subtropical Aquaculture, Hawai.
27. 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.
- development of laboratory-reared larval and juvenile climbing perch *Anabas testudineus*. *Ichthyol Res.*, 56, 162-171
16. Morioka, S., Ito, S., Kitamura, S., 2009b. Growth and morphological development of laboratory-reared larval and juvenile snakeskin gourami *Trichogaster pectoralis*. *Ichthyol Res.* doi:10.1007/s10228-009-0118-x.
17. Morioka, Sh., Ito, S., Kitamura, Sh., 2010. Growth and morphological development of laboratory-reared larval and juvenile snakeskin gourami *Trichogaster pectoralis*. *Ichthyol Res.*, 57, 24-31
18. Moriok, Sh., Vongvichith, B., 2011. Growth and morphological development of laboratory-reared larval and juvenile *Hemibagrus filamentus* (Siluriformes: Bagridae). *Ichthyol Res.*, 58, 245-254
19. Nijssen, H., 1970. Revision of the Surinam catfishes of the genus *Corydoras* Lacepède, 1803 (Pisces, Siluriformes, Callichthyidae). *Beaufortia*, 18, 1-75.
20. Osse, J.W.M., Van Den Boogaart, J.G.M., 1995: Fish larvae, developmental allometric growth, and the aquatic environment. Paper presented at the ICES Marine Science Symposium, 201, 21-34.
21. 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.