دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "پژوهش‌های ماهی شناسی کاربردی"
دوره اول، شماره چهارم، زمستان ۹۲
http://jair.gonbad.ac.ir

مطالعه الگوهای رشد آلومتریک و توسعه خصوصیات ریختی ماهی گرین ترور (*Aequiden srivulatus*: Cichlidae) طی مراحل اولیه تکوین

فاطمه مشیدی، سهیل ایگدری*، قدیر قربان‌زاده
گروه شیلات، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

تاریخ ارسال: ۹۲/۹/۱۸ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۲/۱۱

چکیده

تکوین اولیه و آلومتری رشد یک ویژگی معمول در لارو ماهیان می باشد. از این‌رو این تحقیق با هدف بررسی الگوی‌های رشد آلومتریک و تغییرات ریخت ظاهری ماهی گرین ترور (*Aequidens rivulatus*) بعنوان یک گونه با ارزش زینتی در مراحل اولیه تکوین از زمان تخم‌گشایی تا ۱۲۶۶ ساعت پس از آن به اجرا درآمد. برای این منظور تغییرات ریختی و تکوینی لاروها در مراحل اولیه رشد بررسی و توصیف گردید. داده‌های ریخت‌سنجی مورد مطالعه نیز از روی تصاویر دو بعدی گرفته شده از نمونه‌ها توسط نرم‌افزار ImageJ استخراج گردید و الگوی رشد آلومتری به صورت تابع توانی طول کل با استفاده از داده‌های تغییر نیافته در فرمول Y=aXb اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که در مراحل اولیه تکوینی پس از تخم‌گشایی الگوی رشد نواحی سر، پوزه، قطر چشم و دم، آلومتری مثبت بودند و بعد از مدت کوتاهی در حدود ۵۷۰-۱۵۶ ساعت ایزومتریک شدند که دلیل آن می‌تواند اولویت عملکردهای حیاتی مانند سیستم‌های حسی، تنفس و شنا باشد. براساس نتایج، در اینگونه نقاط عطف رشد بیشتر ویژگی‌های ریختی همزمان با تغییر از تغذیه داخلی به خارجی بود. با توجه به یافته‌ها مراحل اولیه رشد این گونه به چهار مرحله Eleuthero-embryo تا ۱۲۰ ساعت با جذب کیسه زرده، Propterygio-larval، تا ساعت ۱۵۶ بعد تخم‌گشایی، Pterygio-larval تا ۵۷۰ ساعت بعد تخم‌گشایی و Juvenile قابل تقسیم می‌باشد.

***واژگان کلیدی*: ماهی زینتی، رشد، ریخت، آلومتری، ریخت سنجی**

*نویسنده مسئول: soheil.eagderi@ut.ac.ir

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-08]

مقدمه

ماهی زینتی گرین ترور (*Aequidens rivulatus*) از جمله ماهیان زیبای دنیای آکواریوم می‌باشد که منشاء آن آمریکای جنوبی شامل پرو و اکوادر می‌باشد. اطلاعات کمی در مورد ویژگی زیست شناختی این گونه در زیستگاه طبیعی آن ارائه شده است و بیان شده که این ماهی در آب‌های ساکن رودخانه‌های محلی زیست می‌کند (Lewbart, 1998). این گونه در صنعت آکواریوم به خاطر رنگ باله و بدن تحت عنوان گرین ترور یا جواهر سبز شناخته می‌شود. ماهی گرین ترور همه چیزخوار بوده و به شرایط نامساعد محیطی سازگاری بالایی دارد. جنس نر این ماهی تا ۲۰ سانتی‌متر و جنس ماده تا ۱۵ سانتی‌متر رشد می‌کند. در این گونه، ماده‌ها نقش مراقبت و پرورش لاروها را بر عهده دارند ولی جنس نر قلمرو طلب می‌باشد. همانند بسیاری از سیچلیدهای بزرگ زینتی، به‌دلیل بازارپسندی، تکثیر و پرورش آن توسعه یافته است (Lewbart, 1998; Reis *et al*., 2003).

با توجه به گسترش روز افزون تکثیر و پرورش این‌گونه با ارزش آکواریومی، شناخت ویژگی‌های تکوینی آن همانند بسیار از ماهیان استخوانی دیگر، به‌ویژه بررسی تغییرات ریختی و همچنین الگوهای رشد آن طی مراحل اولیه تکوین لاروی اهمیت زیادی دارد (Khemis *et al*., 2012). چرا که تغییرات تدریجی این گونه از مرحله تخم‌گشایی تا مرحله نوجوانی که در یک دوره کوتاه به‌وقوع می‌پیوندد، می‌تواند بیانگر اهمیت عملکردهای حیاتی آن‌ها در حین رشد برای بقاء، که یک ویژگی مشترک در بین لارو ماهیان است، باشد (Osse and Van Den Boogaart, 2004). همچنین در گونه‌های مختلف فرآیندهای تکوینی ممکن است با تغییرات در زیستگاه و منابع مورد استفاده در ارتباط باشد (Ward-Campbell and Beamish, 2005). بر این اساس می‌توان مراحل لاروی را به چند مرحله مختلف تقسیم کرد که هر مرحله ممکن است الگوهای رشدی مختلفی را نشان دهند (Peña and Dumas, 2009).

به جهت اینکه ماهی در طی مراحل اولیه زندگی تغییرات ریختی و روندهای رشدی پیچیده‌ای را طی می‌کند، تکوین اولیه در ماهیان از اهمیت به سزایی برخوردار است (Osse *et al*., 1997). این توسعه در طی مراحل اولیه تکوین، علاوه بر اینکه تحت تاثیر ژن است، از محیط نیز تاثیرپذیر است (Gisbert *et al.,* 2002). در نتیجه سبب بروز فنوتیپ‌های مختلف با نسبت‌های رشد متفاوت به نام آلومتری می‌شود. آلومتری بیان می‌کند که چگونه یک ویژگی موجود، نسبت به سایر ویژگی‌ها و طول کل بدن تغییر می‌کند (Fuiman, 1983). از این رو آلومتری به‌عنوان بیان کننده تغییرات اندازه یک ساختار نسبت به کل بدن بوده و می‌تواند نشان‌دهنده 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 و پذیرش آن، توسط سایر محققان به‌عنوان کیفیت مناسب ماهیان پرورشی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Gisbert, 1999). به‌علاوه،

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-08]

شناخت تغییرات ریختی مهم در مراحل اولیه تکوین می‌تواند به درک بهتر مراحل تکوین اولیه این گونه منجر شده و در برنامه‌های مدیریتی برای مدیریت پرورش لارو مورد استفاده قرار گیرد.

این تحقیق با هدف بررسی الگوهای رشد آلومتری به همراه بررسی تغییرات ریخت ظاهری ماهی زینتی گرین ترور در مراحل اولیه رشد به اجرا در آمد. اطلاعات حاصل از این تحقیق می‌تواند باعث درک بهتر روند سازگاری‌های مربوط به رشد گردد و دیدگاه‌هایی را در مورد ریخت‌شناسی، رفتارشناسی و اکولوژی این گونه در اختیار ما قرار دهد.

مواد و روش‌ها

روش نمونه‌برداری: تعداد دو جفت مولد گرین ترور، در دو آکواریوم آب شیرین ۱۰۰ لیتری نگهداری شدند. تشخیص جنس‌های نر و ماده براساس برجستگی روی سر جنس نر صورت گرفت که در جنس نر بزرگتر می‌باشد. در داخل آکواریوم‌ها دو عدد گلدان سفالی قرار داده شد. تخم‌ها پس از تفریخ در دهان ماهیان، به یک آکواریوم مجزا با دمای ۲۲ درجه سانتی‌گراد منتقل شدند و سپس تا پایان دوره پرورش توسط آرتمیای تفریخ شده تغذیه شدند. بعد از ۱۲۰ ساعت، علاوه بر غذای زنده با غذای کنسانتره بیومار نیز مورد تغذیه قرار گرفتند. از لاروها در ۱۸، ۲۴، ۴۸، ۶۰، ۷۲، ۹۶، ۱۲۰، ۱۳۲، ۱۵۶، ۱۸۰، ۲۰۴، ۲۲۸، ۲۵۸، ۲۸۸، ۳۳۰، ۳۵۲، ۳۷۸، ۴۲۶، ۴۹۸، ۵۷۰، ۶۶۶، ۷۸۶، ۹۰۶، ۱۰۲۶، ۱۱۴۶ و ۱۲۶۶ ساعت پس از تخم‌گشایی به تعداد ۶ قطعه در هر بار نمونه‌برداری شد. نمونه‌گیری‌ها به‌صورت کاملاً تصادفی بوده و تعداد ۲۰۰ نمونه لاروی و بچه ماهی در کل دوره جمع‌آوری گردید که ۱۵۶ عدد از آن‌ها برای انجام آنالیزها مورد استفاده قرارگرفت. 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 (Canon) با قدرت تفکیک ۵ مگاپیکسل مستقر بر روی Copystand عکسبرداری گردید. برای کنتراست بیشتر و مشاهده وضعیت تکوین باله‌ها، نمونه‌ها توسط رنگ تولوئیدن بلو به نسبت ۱:۱ با آب رنگ‌آمیزی شدند. روند تغییرات ریختی و تکوینی لاروها در مراحل اولیه رشد توسط استریومیکوسکوپ Laica در بزرگنمایی‌های مختلف بررسی و توصیف شد. برای محاسبه دقیق میانگین وزن یک لارو از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم به روش وزنی (تعداد در گرم) استفاده شد.

بررسی الگوی رشد: فواصل مورد نظر برروی نمونه‌ها شامل طول کل (TL)، طول سر (LH)، طول تنه (LTR)، طول دم (LTA)، طول پوزه (LSN)، قطر چشم (ED)، طول کیسه زرده (LSY) و ارتفاع کیسه زرده (DSY) توسط نرم‌افزار ImageJ (Version 1.240) از روی تصاویر دو بعدی گرفته شده، مورد سنجش قرار گرفتند. الگوی رشد آلومتری به صورت 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 به‌عنوان متغیر وابسته، α عرض

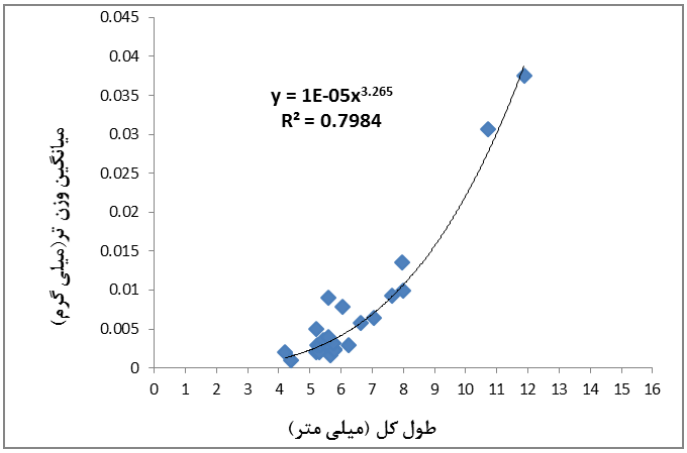
[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-08]

از مبدا (intercept) و b ضریب رشد است. در این فرمول b=۱ بیانگر رشد ایزومتریک، b<1 نشان دهنده رشد آلومتری مثبت و b>1 بیانگر رشد آلومتری منفی می‌باشد. در مورد داده‌های حجمی یعنی مدل وزن-طول ضریب رشد ایزومتریک سه می‌باشد و مقادیر آلومتری در مدل وزن-طول براساس آن سنجیده می‌شوند. رگرسیون خطی روی داده‌ها با استفاده از طول کل بعنوان متغیر مستقل انجام شد. نقاط عطف (Inflexion points) منحنی‌های رشد براساس روش وان سنیک و همکاران (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. از آنجایی که لارو ماهیان دارای شکلی متفاوت نسبت به افراد مسن‌تر خود هستند، این مدل براین ایده استوار است که تفاوت‌های ریختی در نتیجه تفاوت در نرخ رشد بخش‌های مختلف می‌باشد که آلومتری خوانده می‌شود. آلومتری رشد در تابع توانی فوق به‌عنوان مدلی برای نمایش گرادیان رشد در یک موجود زنده بکار می‌رود و به‌عنوان پذیرفته شده‌ترین روش مطالعه الگوی رشد با استفاده از داده‌های فاصله‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد. همچنین قدرت (Robustness) رگرسیون با محاسبه r^2 (به‌عنوان بیان کننده درصد تغییرات در یک رابطه خطی) و سطح معنی‌داری در یک رابطه خطی اندازه‌گیری شد. آنالیز داده‌ها در مایکروسافت اکسل ۲۰۰۷ و نرم‌افزار Minitab نسخه ۱۶ انجام پذیرفت.

نتایج

بررسی الگوی رشد: سطح معنی‌داری برای تمام مدل‌های مورد بررسی در این تحقیق معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). الگوی رشد در ماهیان گرین ترور، از زمان تخم‌گشایی تا ۱۲۶۶ ساعت پس از آن (mm TL=۴/۴-۱۲/۳۶) مورد ارزیابی قرار گرفت. الگوی رشد وزنی ماهی مورد مطالعه از زمان تخم‌گشایی تا ۱۲۶۶ ساعت پس از آن آلومتری مثبت بود (شکل ۱). الگوی رشد طول سر، دارای دو فاز با یک نقطه عطف در ۵۷۰ ساعت پس از تخم‌گشایی (TL=۶/۶۳ mm) بود. در فاز اول الگوی رشد آلومتری مثبت و در فاز دوم نزدیک به ایزومتریک بود (شکل ۲ الف). الگوی رشد طول تنه نیز از زمان تخم‌گشایی تا ۵۷۰ ساعت پس از آن (TL=۶/۶۳ mm) آلومتری منفی و سپس تا ۱۲۶۶ ساعت پس از تخم‌گشایی ایزومتریک بود (شکل ۲ ب). این الگوی رشد بیان می‌کند که با افزایش طول کل ماهی، رشد بسیار کمی در طول تنه بوقوع می‌پیوندد. همچنین الگوی رشد طول دم، دارای دو فاز با یک نقطه عطف در ۳۳۰ ساعت پس از تخم‌گشایی (TL=۵/۷۷ mm) بود. رشد در فاز اول آلومتری مثبت و در فاز دوم نزدیک به ایزومتریک بود (شکل ۲ ج).

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-08]

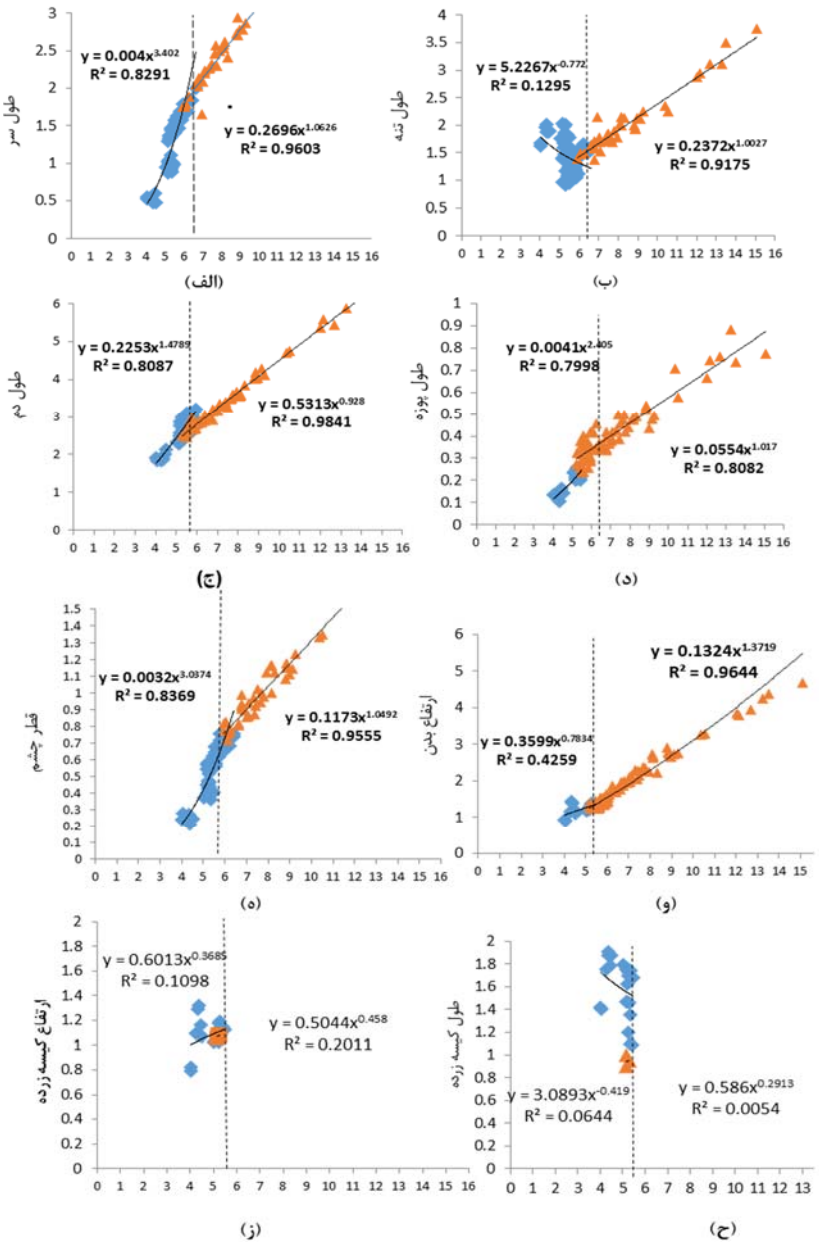


شکل ۱- ارتباط بین وزن تر و طول کل (TL) ماهی گرین ترور (*Aequidens rivulatus*) در مراحل اولیه رشد (از زمان تخم‌گشایی تا ۱۲۶۶ ساعت پس از آن).

الگوی رشد طول پوزه دارای دو فاز با یک نقطه عطف در ۱۳۲ ساعت پس از تخم‌گشایی (TL=۵/۵۶ mm) بود. در فاز اول الگوی رشد، آلومتری مثبت و در فاز دوم نزدیک به ایزومتریک بود (شکل ۲د). الگوی رشد قطر چشم نیز دو فازی با یک نقطه عطف در ۴۹۸ ساعت پس از تخم‌گشایی (TL=۶/۲۲ mm) بود که در فاز اول آلومتری مثبت و در فاز دوم نزدیک به ایزومتریک بود (شکل ۲ ه). الگوی رشد ارتفاع بدن دو فازی با یک نقطه عطف در ۹۶ ساعت پس از تخم‌گشایی (TL=۵/۳mm) بود که در فاز اول آلومتری منفی و در فاز دوم آلومتری مثبت بود (شکل ۲ و). کیسه‌های زرده نیز در مراحل اولیه رشد تا ۱۲۰ ساعت پس از تخم‌گشایی قابل رویت بودند و الگوی رشد کیسه زرده شامل طول و ارتفاع، آلومتری منفی بودند (شکل های۲ ز، ح).

تغییرات ریختی: نتایج بررسی ویژگی‌های ریخت ظاهری، نشان داد که از زمان تخم‌گشایی تا ۶۰ ساعت پس از آن، شکاف دهانی بسته بود (شکل ۳ الف). کیسه زرده نیز تنها تا ۱۲۰ ساعت پس از تخم‌گشایی از نظر ظاهری مشخص بود (شکل‌های۳ الف و ب). اما در مشاهدات میکروسکوپی با بزرگنمایی ۴۰X، کیسه زرده به همراه قطرات چربی تا ۱۸۰ ساعت پس از تخم‌گشایی قابل رویت بود. تا هنگام ناپدید شدن کیسه زرده در ۱۸۰ ساعت پس از تخم‌گشایی، سر لاروها کاملاً به کیسه زرده چسبیده بوده و غده چسبنده سری (Hatching gland) نیز در این زمان زیر سر قابل مشاهده بود (شکل‌های ۳ الف و ب). پس از جذب کیسه زرده، این غده هم ناپدید شد (شکل ۳ ج). به‌علاوه در سطح خارجی کیسه زرده رنگدانه‌های سیاه ستاره‌ای شکل در مراحل اولیه تا۶۰ ساعت پس از تخم‌گشایی بارز بود که به‌تدریج از تراکم آن‌ها کاسته می‌شد.

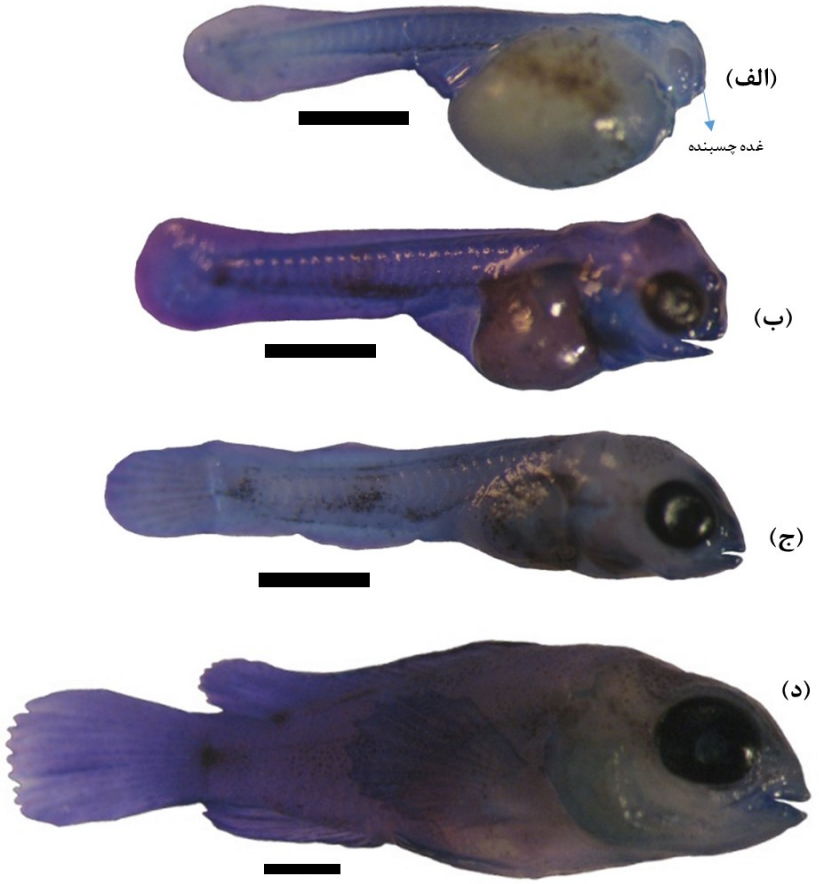
[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-08]



شکل۲- الگوهای رشد آلومتری اندام‌های مختلف بدن نسبت به طول کل (TL) در ماهی گرین ترور (*Aequidens rivulatus*) از زمان تخم‌گشایی تا ۱۲۶۶ ساعت پس از تخم‌گشایی (خط‌چین‌ها، بیانگر نقطه عطف در هر ویژگی و اندازه‌ها براساس میلی‌متر می‌باشد)

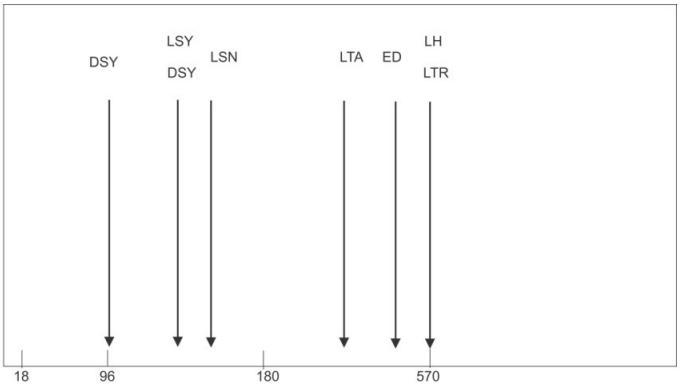
[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-08]

ظهور رنگدانه‌های پوستی در سطح بدن، از همان روز اول پس از تخم‌گشایی به صورت پراکنده در بخش‌های شکمی و از ۲۴ ساعت پس از تخم‌گشایی تا ۱۰۸ ساعت پس از آن، در بخش‌های شکمی و سر مشخص‌تر بود. رنگدانه‌های بخش‌های پشتی از ۱۰۸ ساعت پس از تخم‌گشایی به بعد دیده شدند و از ۱۵۶ ساعت پس از تخم‌گشایی به بعد، تراکم رنگدانه‌ها بیشتر گردید و چین‌خوردگی‌های باله‌های مخرجی و پشتی به تدریج در لاروها قابل مشاهده بود. حضور فلس‌ها از ۱۵۶ ساعت پس از تخم‌گشایی، اتفاق افتاد (شکل ۳ ج). بنابراین می‌توان براساس مراحل ظهور ویژگی‌های خارجی، الگوی رشد را در این گونه از ماهیان به طور کلی، به ۳ مرحله: (۱) لارو تازه از تخم بیرون آمده تا باز شدن شکاف دهانی؛ (۲) باز شدن شکاف دهانی تا جذب کیسه زرده؛ (۳) جذب کیسه زرده تا پیدایش فلس‌ها و باله‌ها، تقسیم نمود.



شکل ۳- روند تغییرات ریختی در طی مراحل اولیه رشد ماهی گرین ترور (*Aequidens rivulatus*) به‌ترتیب از الف تا د در ۱۸، ۹۶، ۲۰۴ و ۱۲۶۶ ساعت پس از تخم‌گشایی (مقیاس نمایانگر ۱ میلی‌متر است)

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-08]



شکل ۴- طول کل در نقاط عطف الگوهای آلومتریک در طی مراحل اولیه رشد ماهی گرین ترور (*Aequidens rivulatus*) از زمان تخم‌گشایی تا ۱۲۶۶ ساعت پس از آن

بحث و نتیجه‌گیری

در زمان تخم‌گشایی اکثر سیستم‌های عملکردی ماهی گرین ترور شامل شکاف دهانی، آبشش‌ها، باله‌ها و فلس‌ها هنوز به‌طور کامل تمایز پیدا نکرده بود. از این رو لارو 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 ریختی لارو ماهی گرین ترور در ابتدا بسیار شدید بوده و بعد از تفریخ، رشد نسبی برخی از فاکتورهای ریختی آلومتری مثبت و بعد از مدت کوتاهی در حدود ۵۷۰-۱۵۶ ساعت ایزومتریک بودند. به‌طور معمول لارو ماهیان استخوانی در دوره اولیه تکوین بسیار سریع‌تر از هر دوره‌ای رشد می‌کند (Osse *et al.*, 1999).

بر اساس نتایج این تحقیق، در ویژگی‌های ریختی و وزن ماهی گرین ترور در طی مراحل اولیه رشد، تغییرات توسعه‌ای در تکوین لاروها قابل تمایز بود. بررسی میکروسکوپی بیانگر تغذیه مخلوط تا زمان ۱۸۰ ساعت پس از تخم‌گشایی می‌باشد. تا زمان تحلیل کیسه زرده در حدود ۱۸۰ ساعت پس از تخم‌گشایی، بسیاری از ساختارهای مربوط به تغذیه از قبیل باز شدن دهان، عملکردی شدن چشم و طول پوزه به اندازه‌ای توسعه یافته بود که لارو می‌توانست تغذیه اتفاقی را انجام دهد. اندام‌های داخلی نیز تا زمان باز شدن کامل دهان (۶۰ ساعت پس از تخم‌گشایی) بسیار سریع تغییر یافته بودند و همچنین چشم که در ابتدا فاقد رنگدانه بود، در دومین روز پس از تخم‌گشایی رنگدانه‌های چشمی کاملاً ظهور پیدا کرده بودند. نقطه عطف طول پوزه نیز همزمان با شروع تغذیه فعال بود و دلیل آن را می‌توان اهمیت تکوین این ناحیه از سر را در تغذیه خارجی دانست. این وضعیت نشان می‌دهد که در این گونه در مراحل

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-08]

اولیه آنتوژنی همانند بسیاری از ماهیان استخوانی، زمان تغییر از تغذیه داخلی به خارجی سریع اتفاق می‌افتد (Balon, 1999).

مشخصه‌های رشد ماهیان نشان می‌دهد که طول لاروها به‌طور مشخص نسبت به ماهیان جوان، متفاوت رشد می‌کند (Fuiman, 1983). چندین خصوصیت ریختی شامل طول سر، طول پوزه و قطر چشم بلافاصله بعد از تخم‌گشایی دارای الگوی رشد آلومتری مثبت بودند. الگوی رشد طول سر در ابتدا آلومتری مثبت و سپس به ایزومتریک تغییر یافت. الگوی رشد آلومتری مثبت سر یک ویژگی معمول در آنتوژنی اولیه ماهیان استخوانی می‌باشد (Van Snik *et al*., 1997) و با تکامل مغز، اندام‌های حسی، تغذیه‌ای و تنفسی همزمان و مرتبط می‌باشد (Fuiman, 1983; Osse and Van Den Boogaart, 1995; van Snik *et al*., 1997; Osse *et al*., 1997; Gisbert, 1999; Gisbert and Doroshov, 2006). در ماهیانی مثل گرین ترور که دارای تخم‌های کوچکی هستند، تمام اندام‌های عملکردی نمی‌توانند همزمان رشد کنند (Osse *et al*., 1997). از این‌رو رشد ناهمگوسن بخش‌های مختلف تأمین کننده شرایط برای بقای گونه می‌باشد (Osse and Van Den Boogaart, 1999). از این‌رو همانطور که نتایج نشان داد، ماهی گرین ترور تا ورود به مرحله جوانی از نظر طولی رشد کمی داشت و رشد طولی آن تنها ۲ میلی‌متری بود و از حدود ۴ میلی‌متر اولیه به ۶ میلی‌متر رسید.

در این دوره مشابه با بخش‌های مرتبط با سر، الگوی رشد ناحیه دم نیز ابتدا آلومتری مثبت و سپس ایزومتریک 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 ایزومتریک بود و نشان می‌داد که رشد این بخش در ماهی گرین ترور 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 شنا می‌باشند که هر دو برای صید طعمه و فرار از شکارچی ضروری هستند (Osse and Van Den Boogaart, 1995, 1999). این روند رشد و شکل‌گیری بیانگر فرم‌های انتقالی به سوی یک لارو کامل بود و زمان این دوره در گونه‌های مختلف متفاوت می‌باشد (Gisbert *et al.,* 2002).

از این‌رو با توجه به یافته‌های این تحقیق و بر اساس نقاط عطف رشد بخش‌های مختلف بدن و روش بالن (Balon, 1999)، مراحل اولیه رشد این‌گونه به چهار مرحله شامل، دوره Eleuthero-embryo تا ۱۲۰ ساعت با جذب کیسه زرده، دوره Propterygio-larval تا ساعت ۱۵۶ بعد تخم‌گشایی، Pterygio-larval تا ۵۷۰ ساعت بعد تخم‌گشایی و سپس دوره Juvenile قابل تقسیم می‌باشد.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-08]

منابع

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.

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., 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.

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

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

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 *Chelonla brosus* reared in mesocosm conditions. Aquaculture Research, 44(12): 1872–1888.

Lewbart, G.A. 1998. Ornamental Fish, Self-Assessment Colour. Manson Publishing.

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.

Osse J., Van Den Boogaart J.G.M, 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 Boogaart J.G.M. 2004. Allometric growth in fish larve: timing andfunction. Paper presented at the American Fisheries Society Symposium, 40: 167-194.

Osse J.W.M., Van Den Boogaart J.G.M. 1995: Fish larvae, developmentallometric growth, and the aquatic environment. Paper presented at the ICESMarine Science Symposium, 201:21-34.

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

Reis R.E., Kullander S.O., Ferraris C.J., Universidade Católica do Rio Grande do Sul P., de Ciências e Tecnologia M. 2003. Check List of the Freshwater Fishes of South and Central America, Edipucrs.

Van Snik G.M.J., van den Boogaart J.G.M., Osse J.W.M. 1997. Larval growthpatterns in *Cyprinus carpio* and *Clariasgarie pinus* with attention to finfold. Journal Fish Biology, 50: 1339-1352.

Ward-Campbell B.S., Beamish F.W.H. 2005. Ontogenetic changes in morphology and diet in the snakehead, Channalimbata, a predatory fish in western Thailand. Environmental Biology of Fishes, 72: 251-257.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-08]