

اثر نوع تغذیه در انعطاف‌پذیری ریختی ماهی دم‌شمشیری (*Xiphophorus helleri*) در مراحل اولیه تکوین

فاطمه مشیدی^۱، سهیل ایگدری^{۱*}، هادی پور باقر^۱

* soheil.eagderi@ur.ac.ir

- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

تاریخ پذیرش: شهریور ۱۳۹۸

تاریخ دریافت: تیر ۱۳۹۸

چکیده

انعطاف‌پذیری ریختی مکانیسم مهمی در سازش به شرایط محیطی است. در این مطالعه اثر نوع تغذیه بر ویژگی‌های ریختی ماهی دم‌شمشیری (*Xiphophorus helleri*) در طول مراحل اولیه تکوین با استفاده از روش ریخت‌سنگی هندسی به اجرا درآمد. برای این منظور، دو تیمار شامل تیمار تغذیه شده با ناپلی آرتیما و تیمار تغذیه شده با جیره دستی (بیومار) در ۳ تکرار و به مدت دو ماه در نظر گرفته شد. براساس نتایج، تغذیه با ناپلی آرتیما سبب (۱) شکمی تر شدن جایگاه نوک پوزه (دهان انتهایی تر)، (۲) کاهش عمق تن، (۳) افزایش طول باله‌ی پشتی و (۴) افزایش طول دم در مقایسه با تیمارهای تغذیه شده با غذای بیومار گردید. بنابراین، نتایج نشان داد که تغذیه اثر معنی‌داری بر شکل بدن ماهی دم‌شمشیری در مراحل اولیه تکوین داشت و نوع شکل بدن در محیط‌های طبیعی می‌تواند در ارتباط با نحوه تغذیه تغییر کند.

کلمات کلیدی: ماهی زینتی، شکل بدن، تغذیه، ریخت‌سنگی هندسی.

مقدمه

دم شمشیری، یکی از بهترین غذاهای زنده برای دوره لاروی این گونه آرتمیا است. آرتمیا نوعی سخت‌پوست است که برخلاف سخت پوستان دیگر پوشش بدن آن نسبتاً نرم می‌باشد و نوزادها یا ناپلیوس آن ارزش غذایی بسیار بالایی دارند (Halver, 1989). از طرف دیگر غذاهای فرموله شده نیز دارای درصد پروتئین بالایی بوده و یک کنستانتره از ترکیبات مختلف می‌باشد که در سایز کردن ماهی‌ها بسیار مؤثر می‌باشند (محمدنژاد و همکاران, ۱۳۹۰).

تاکنون مطالعات زیادی در خصوص اثرات تغذیه و همچنین نتایج جایگزینی غذای فرموله شده با غذای زنده در مراحل اولیه تکوین و لارو ماهیان انجام شده است (Person *et al.*, 1993; Cahu *et al.*, 1998 ویژگی‌های ریختی ماهی در مراحل لاروی مطالعات محدودی وجود دارد (Wimberger, 1992). از این‌رو این تحقیق، با هدف بررسی اثر نوع تغذیه بر ویژگی‌های ریختی ماهی دم شمشیری در مراحل اولیه تکوین با روش ریخت‌سنگی هندسی اجرا گردید.

مواد و روش کار

دوره پرورش: مولدین با نسبت جنسیتی ۵ ماده به ازای یک نر در تانک‌های فایبر‌گلاسی ۵ لیتری نگهداری شدند و به منظور تغییب آن‌ها برای زادآوری از گیاهان مصنوعی در محیط استفاده شد. بلاfaciale بعد از به دنیا آمدن بچه ماهیان به‌منظور بررسی اثر تغذیه در دو سطح تغذیه‌ای تیماربندی شدند. برای این‌منظور در مجموع ۶۰ عدد لارو (برای هر تیمار ۳۰ عدد)، به مدت ۲ ماه و برای هر تیمار سه تکرار (۱۰ ماهی در هر تکرار) در ۶ آکواریوم ۳۰ لیتری پرورش داده شدند. تیمارهای آزمایش شامل تیمارهای تغذیه‌ای در دو سطح (۱) تغذیه با ناپلیوس تازه تفریخ‌شده آرتمیا و (۲) تغذیه با غذای فرموله شده بیومار (ساخت کشور فرانسه، ۵۸ درصد پروتئین خام، ۱۵ درصد چربی خام، ۰/۵ درصد فیبر خام، ۱۱/۵ درصد رطوبت و ۱/۶ درصد خاکستر و اندازه ۰/۵ میلی-متر) بود. کلیه تیمارها دو بار در روز (صبح و عصر) غذاده شده و در طول دوره آزمایش فاکتورهای محیطی شامل دما، شوری آب، اکسیژن محلول و pH در همه آکواریوم‌ها یکسان و به ترتیب ۲۶ درجه سانتی‌گراد، صفر (قسمت در هزار)، ۷/۵ میلی‌گرم در لیتر و ۷/۲ بود.

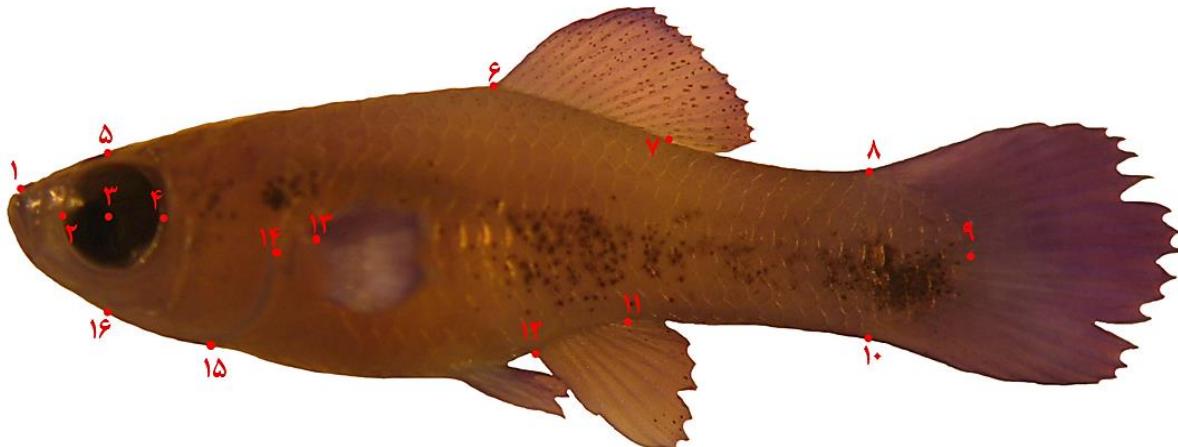
تغییرات ریختی به‌واسطه تفاوت‌های ژنتیکی و تغییرات محیطی ایجاد می‌شود. انعطاف‌پذیری ریختی، پتانسیل فنوتیپی ژنتیکی برای تغییر در برابر محرک‌های محیطی مختلف است و از آن‌جا که انتخاب روی فنوتیپ عمل می‌کند، ماهیت و میزان تغییرات محیطی می‌تواند بر نرخ و جهت - Waddington, 1942; Schmalhausen, 1949; (West-Eberhard, 1989) و برهم کنش‌های اکولوژیک اثرگذار باشد (Schmalhausen, 1949; West-Eberhard, 1989). شکل بدن ماهی، ویژگی است که در میان افراد یک گونه تحت تأثیر آرایش ژنتیکی فرد، عوامل محیطی همانند گیره، دما (Martin, 1949) و تغذیه (Lovell, 1989) قرار دارد. عوامل محیطی در تعیین شکل ماهیان در طی فرآیند Relyea (and Hoverman 2003; Jalili *et al.*, 2015) فردزایی به عنوان عواملی قدرتمند شناخته شده‌اند (دبوری از شکارچی و شرایط فیزیکو‌شیمیایی آب تغییر کند (Langerhans and Reznick, 2010).

آنالیز شکل از جمله ابزارهای مهم در مطالعات زیست‌شناسی برای درک شباهت‌ها و تفاوت‌ها و تنوع‌های ریختی ناشی از فرآیند تغییرپذیری ریختی است (Bookstein, 1991). از جمله ابزارها در مطالعه تغییرپذیری ریختی شکل بدن، مطالعات ریخت‌سنگی است و در این بین روش ریخت‌سنگی هندسی ابزاری نوین جهت آنالیز اشکال هندسی می‌باشد که استخراج اطلاعات فضایی متغیرهای ریختی و آنالیز آن‌ها را با استفاده از آزمون‌های Zelditch *et al.*, 2004) در این روش مقایسه بین فرم‌های زیستی براساس مختصات نقاط مجزا، لندهای امکان‌پذیر می‌سازد (در این روش مختصات نقاط مجزا، لندهای امکان‌پذیر می‌سازد (Bookstein, 1991; Rohlf and Marcus, 1993).

ماهی دم‌شمشیری (*Xiphophorus helleri*) از جمله ماهیان زینتی شناخته شده است که متعلق به آبهای گرم‌سیری و شیرین بوده و جز ماهیان پلازیک محسوب می‌گردد. این گونه به دلیل داشتن دهان فوکانی از سطح آب تغذیه می‌کند و همه‌چیزخوار است (Goodwin, 2003). با توجه به رژیم همه‌چیزخواری ماهی

روی همگذاری شدند (Rohlf, 2001). بررسی اختلاف بین شکل بدن در تیمارهای مورد مطالعه، با استفاده از آنالیز DFA (Discriminate Functional Analysis) و T-test Hoteling's PAST در نرم‌افزار MorphoJ WireFrame در نرم‌افزار J (Klingenberg, 1998) صورت گرفت.

ریخت‌سنگی هندسی: به منظور استخراج داده‌های شکل بدن به روش ریخت‌سنگی هندسی بعد از دوره پرورش، ماهیان در محلول گل میخک بیهوش و سپس از سمت چپ جانبی آنها با استفاده از لوب مجهر به دوربین دیجیتال (Cannon) با قدرت تفکیک ۶ مگاپیکسل مستقر شده بر روی Copystand عکس‌برداری گردید. تعداد ۱۶ لندهارک توسط نرم‌افزار TPSDig2 بر روی تصاویر دو بعدی رقومی گردیدند (شکل ۱). جهت حذف تغییرات غیر شکل شامل اندازه، جهت و موقعیت، داده‌ها بر اساس آنالیز پروکراست

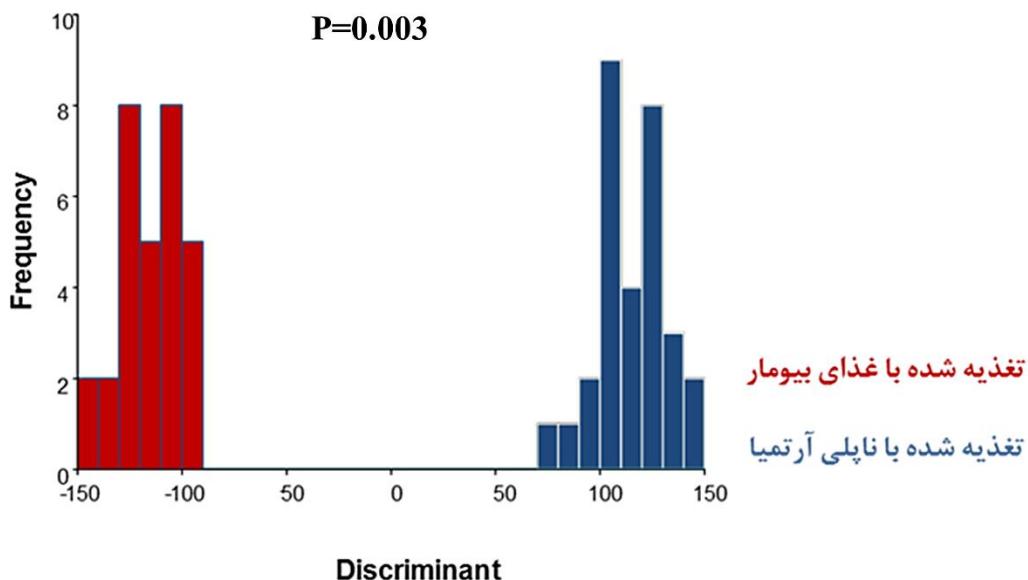


شکل ۱: نقاط لندهارک تعیین شده بر روی ماهی دم‌شمیری به منظور استخراج داده‌های شکل بدن. ۱- ابتدایی ترین بخش پوزه در قسمت فک بالا (نونک پوزه)، ۲- ابتدایی چشم، ۳- قسمت مرکزی چشم، ۴- انتهایی چشم، ۵- امتداد خط عمود بر مرکز چشم در بالای سر، ۶- ابتدای قاعده باله پشتی، ۷- انتهایی قاعده باله پشتی، ۸- نقطه‌ی بالای انتهایی ساقه دمی، ۹- انتهایی دم، ۱۰- نقطه‌ی پایین انتهایی ساقه دمی، ۱۱- انتهایی قاعده باله مخرجی (لگنی)، ۱۲- ابتدایی قاعده‌ی باله مخرجی، ۱۳- ابتدایی قاعده‌ی باله‌ی سینه‌ای، ۱۴- انتهایی ترین قسمت سرپوش آبششی در جلوی بدن، ۱۵- ابتدایی ترین قسمت سرپوش آبششی و ۱۶- امتداد خط عمود بر مرکز چشم در پایین بدن.

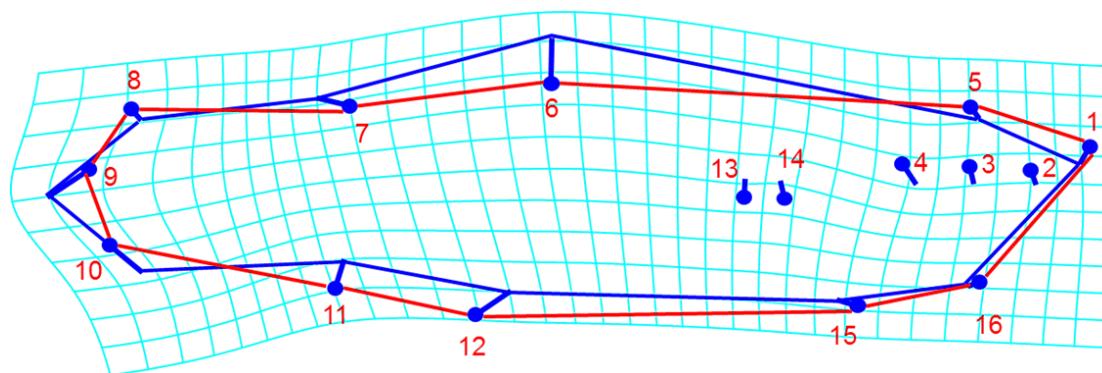
نایلی آرتیا سبب (۱) شکمی‌تر شدن جایگاه نونک پوزه (دهان انتهایی‌تر)، (۲) کاهش عمق تن، (۳) افزایش طول باله‌ی پشتی و (۴) افزایش طول دم در مقایسه با تیمارهای تغذیه شده با غذای بیومار گردید.

نتایج

نتایج DFA و Hoteling's T-test اختلاف معنی‌داری را بین شکل بدن ماهیان در دو تیمار غذایی نشان داد که بیانگر تأثیر نوع غذایی بر روی شکل بدن ماهی دم‌شمیری در طی دو ماه اولیه تکوین می‌باشد (شکل ۲). براساس نتایج، تغذیه با



شکل ۲: آنالیز DFA شکل بدن در دو جمعیت مورد مطالعه در دو تیمار تغذیه شده با غذای دستی بیومار و ناپلئوس آرتمیا.



شکل ۳: نمودار مقایسه شکل بدن ماهیان دم شمشیری (*Xiphophorus helleri*) تغذیه شده با ناپلی آرتمیا و غذای بیومار به صورت گراف Wireframe (رنگ آبی تیمار تغذیه شده با ناپلی آرتمیا و رنگ قرمز، تیمار تغذیه شده با غذای بیومار را نشان می‌دهد).

تحقیقاتی که بر روی نوع رژیم‌غذایی دو گونه کفشك ماهی اروپایی *Pleuroectes platessa* و *Platichthys felsus* نیز نشان داد که نوع رژیم‌غذایی با تغییرات سر رابطه‌ی مستقیم دارد (Russo *et al.*, 2008). نتایج این مطالعات مطابق با نتایج تحقیق حاضر بود. در حقیقت، تغذیه با ناپلی آرتمیا ماهی را قادر به فعالیت بیشتر جهت جستجوی غذا می‌کند. عمل جستجوی غذا به طور غیرمستقیم می‌تواند منجر به باریک شدن شکل بدن (دوکی شدن بیشتر) شود که این تغییرات به نوبه خود بر بازده عمل جستجوی غذا اثرگذار است (Angelo *et al.*, 2000). ماهیان باریک با سرهای کوچک و ساقه دمی درازتر شناگرهای بهتری هستند و می‌توانند فعالانه

بحث

مطالعه‌ای که اثر دو نوع رژیم‌غذایی، آرتمیا و جلبک اسپیروولینا و دیگری غذای دستی بر شکل ماهی گامبوزیا (*Gambusia affinis*) انجام شد، نشان داد که ماهیان تغذیه شده با آرتمیا و جلبک اسپیروولینا، بالهی سینه‌ای گستردته‌تر و ارتفاع بدن و ارتفاع سر کمتری نسبت به ماهیان تغذیه شده با غذای دستی داشتند (Ruel *et al.*, 2005). نتایج مطالعه دیگر در مورد تاثیر دو نوع رژیم‌غذایی کرم‌خونی و ناپلی آرتمیا بر روی شکل‌پذیری ماهی سیچلاید (*Geophagus*) نشان داد که ماهیان تغذیه شده با ناپلی آرتمیا ارتفاع سر و بدن کمتری داشتند (Wimberger, 1992; Greenwood, 1965).

- monitor fish shapevariability of *Diplodus puntazzo* (Teleostea:Sparidae). Aquacultural Engineering, 21: 271-283.
- Bookstein, F.L., 1991.** Morphometric tools for landmark data. Geometry and Biology. Cambridge University Press. 512 P.
- Cahu, C.L., Zamborino Infante, J.L., Eseaffre, A.M., Bergot, P. and Kaushik, S., 1998.** Preliminary results on sea bass *Dicentrarchus labrax* larvae rearing with compound diet from first feeding, comparison with carp (*Cyprinus carpio*) larvae. Aquaculture, 169: 1-7.
- Darcy, G.H., 1985.** Synopsis of biological data on the sand perch, *Diplectrum formosum* (Pisces, Serranidae). NOAA Technical Report, NMFS. 26: 1-21.
- Greenwood, P.H., 1965.** Environmental effects on the pharyngeal mill of a cichlid fish, *Astatoeochromis alluaudi* and their taxonomic implications. Proceedings of the Linnaean Society of London. 176: 1-10.
- Goodwin, D., 2003.** The aquarium fish hand book. Island Books publ. Co.Devon, England. 256 p.
- Halver, J.E., 1989.** FAO online catalogues, Fishery Research. 118 P.
- Jalili P., Eagderi S. and Keivany Y., 2015.** Body shape comparison of Kura bleak (*Alburnus filippii*) in Aras and Ahar-Chai rivers using geometric morphometric approach Research in Zoology, 5(1): 20- 24.
- Klingenberg, C.P., 1998.** Heterochrony and allometry: the analysis of evolutionary change in ontogeny. Biological Reviews, 73: 79-123.
- Lovell, T., 1989.** Nufrition and feeding of fish. New York: Van Nostrand Reinhold. 350 P.
- از ماهیان و سختپوستان تغذیه کنند (Darcy, 1985) افزایش ارتفاع بدن معمولاً به عنوان یک استراتژی برای مقابله با شکار شدن بوده و یک سازگاری برای قابلیت مانور سریع را پیشنهاد می کند (Langerhans *et al.*, 2003; Lattuca *et al.*, 2007). اگرچه ماهیان تغذیه شده با جیره دستی به نسبت ماهیان تغذیه شده با ناپلی آرتمیا به علت دریافت غذا از سطح آب نیازمند تحرك و فعالیت کمتری هستند، اما با این حال بدن پهن تری دارند. در واقع، افزایش ارتفاع بدن در ماهیان تغذیه شده با جیره دستی می تواند ناشی از میزان پروتئین و چربی بالا در جیره آنها باشد که موجب افزایش طول و ارتفاع بدن می شود.
- تغییر شکل سر و دهان عمداً منعکس کننده تفاوت در تغذیه و ترکیب غذایی مورد استفاده است (Langerhans *et al.*, 2003). براین اساس برای تغذیه با ناپلی آرتمیا، ماهی دم شمشیری غذا را باید در ستون آب دریافت کند که این امر موجب دهان انتهایی تر، افزایش طول بالهی پشتی، و کشیده تر شدن بدن می شود، در حالی به هنگام تغذیه با غذای دستی بیومار، ماهی باید غذا را از سطح آب دریافت کند که این امر موجب موقعیت فوقانی دهان می شود (محمدنژاد و همکاران، ۱۳۹۰)، که این ریخت دهان برای هر نوع تغذیه مکانیسم سازگاری برای دریافت بهتر غذا در مراحل اولیه تکوین است. به عنوان نتیجه گیری کلی می توان بیان داشت که نوع تغذیه اثر معنی داری بر شکل بدن ماهی دم شمشیری در مراحل اولیه تکوین دارد و انعطاف پذیری ریختی در این دوران به عنوان یک استراتژی برای سازگاری با ویژگی های محیطی است.
- ## منابع
- محمدنژاد شموشکی، م.، حیدری، س. و موسوی ثابت، س.ح.، ۱۳۹۰. مقایسه تغذیه ای جیره بیومار، دلگوسله، کرم فشرده، کرم خونی، گاماروس و آرتمیا بر روی شاخص های رشد و بازماندگی ماهی سورم (*severus*). فصلنامه علمی- پژوهشی زیست جانوری، ۳(۳): ۴۱-۴۹.
- Angelo, L., Busilacchi, S., Cludovic, C. and Cataudella, F.S., 2000.** Comparing geometric morphometrics and outline fitting methods to

- Martin, W.R., 1949.** The mechanics of environmental control of body form in fishes. Univrsig of Toronfo. Riological SerieJ, No. 58. Publications of the Ontario Fish Research Lab, No, 70. 46 P.
- Langerhans, R.B., Layman, C.A., Langerhans, A.K. and DeWitt, T.J., 2003.** Habitat-associated morphological divergence in two Neotropical fish species. Biological Journal of the Linnean Society, 80: 689-698.
- Langerhans, R.B. and Reznick, D.N., 2010.** Ecology and evolution of swimming performance in fishes: predicting evolution with biomechanics. In: Fish locomotion: an ecoethological perspective (eds. Domenici, P. and Kapoor, B. G.) 200-248. Science Publishers Inc, Enfield. 156 P.
- Lattuca, M., Battini, A. and Macchi, P.J., 2007.** Trophic interactions among native and introduced fishesin a northern Patagonian oligotrophic lake. Journal of Fish Biology, 72: 1306-1320.
- Person Le Ruyet, J., Alexandre, J.C., Thebaud, L. and Mugnier, C., 1993.** Marine fish larvaefeeding: Formulate diets or live preys. Journal of the World Aquaculture Society, 24: 211-224.
- Relyea, R.A. and Hoverman, J.T., 2003.** The impact of larval predators and competitors on the morphology and fitness of juvenile treefrogs. Oecologia, 134: 596-604.
- Russo, T., Pulcini, D., O'Leary, Á., Cataudella, S. and Mariani, S., 2008.** Relationship between body shape and trophic niche segregation in two closely related sympatric fishes. J Fish Biology, 73: 829-852.
- Rohlf, F.J. and Marcus, L.F., 1993.** A revolution in Morphometrics. Trends in Ecology and Evolution, 3: 129 -132.
- Rohlf, F.J., 2001.** Comparative methods for the analysis of continuous variables: Geometric interpretations. Journal of Evolution, 55: 2143-2160.
- Schmalhausen, I.I., 1949.** Factors of evolution. Philadelphia: The Blakiston Co. 112 P.
- Waddington, C.H., 1942.** Canalization of development and the inheritance of acquired characters. Nature, 150: 563-565.
- West-Eberhard, M.J., 1989.** Phenotypic plasticity and the origins of diversity. Annual Review of Ecology and Systematics, 20: 249-278.
- Wimberger, P.H., 1992.** Plasticity of jaw and skull morphology in the neotropical cichlids *Geophagus brasiliensis* and *G. steindachneri*. Journal of Evolution, 45: 1545-1563.
- Zelditch, M.L., Lundrigan, B.L. and Garland, T., 2004.** Developmental regulation of skull morphology. I. Ontogenetic dynamics of variance. Evolution and Development, 6(3): 194-206.

The effect of food type on phenotypic plasticity of sword tail, *Xiphophorus helleri*, during early ontogeny

Moshayedi F.¹; Eagderi S.^{1*}; poorbagher H.¹

* soheil.eagderi@ut.ac.ir

1-Fisheries Department, Natural Resource Faculty, University of Tehran, Karaj. Iran.

Abstract

Phenotypic plasticity is an important mechanism of phenotypic adaptation in response to environmental conditions. This study was conducted to investigate the effect of food type on the body shape of swordtail, *Xiphophorus helleri*, during early development using geometric morphometric method. For this purpose, two treatments including feed by *Artemia* naupli and commercial Biomar diet were used in three replicated during two months. The results showed that feeding by *Artemia* naupli is led to more ventral position of the snout (terminal mouth), decreasing body depth, elongation of dorsal fin and increasing tail length in compared to those fed by commercial diet. Therefore, the results revealed that food type has a significant effect on the body shape of swordtail during early development and body shape can be changed due to feed type.

Keywords: Ornamental fish, Body shape, Feeding, Geometric morphometric.