

انتوژنی ریخت‌شناسی اتولیت سه جمعیت از کپور ماهی دندان دار معمولی *Aphanius dispar* (Rüppell, 1829)

فضل‌آبادی، ص.؛^۱ عسکری حسنی، م.؛^{۱*} تیموری، آ.؛^۱ معتمدی، م.؛^۱

^۱ گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

*Email: mahesni@gmail.com

در مطالعه حاضر انتوژنی ریخت‌شناسی اتولیت در سه جمعیت متفاوت از کپور ماهی دندان دار معمولی *Aphanius dispar* (Rüppell, 1829) مطالعه گردید. برای این منظور از سه زیستگاه میناب، رودخانه شور و چشمه آب گرم خورگو از زیر حوضه هرمزگان نمونه‌برداری انجام شد. از هر زیستگاه تعداد ۳۷-۴۸ نمونه در قالب چهار سایز کلاس بر اساس طول استاندارد (SL) صید شد. نمونه‌ها بعد از تثبیت در اتانول ۹۶٪ به آزمایشگاه بیوسیستماتیک جانوری دانشگاه شهید باهنر کرمان منتقل گردیدند. در آزمایشگاه بعد از اندازه‌گیری‌های ریخت‌شناسی و شمارشی، سنگریزه شنوایی یا اتولیت استخراج و عکس‌برداری از اتولیت‌ها صورت گرفت. نتایج نشان دادند اتولیت این سه زیستگاه از لحاظ شکل کلی دارای تفاوت بودند. این تفاوت‌ها بیشتر مربوط به نواحی روستروم و آنتی روستروم می‌باشد. همچنین اتولیت‌های سایز کلاس اول (طول استاندارد > ۱۵ میلی‌متر) در رودخانه شور گرد، در چشمه آب گرم خورگو روستروم و آنتی روستروم در حال شکل‌گیری و در میناب اتولیت‌ها تقریباً گرد و روستروم و آنتی روستروم در بعضی از نمونه‌ها در حال شکل‌گیری است. بیشترین تفاوت در سایز کلاس چهارم (طول استاندارد < ۲۸ میلی‌متر) مشاهده گردید که تمامی برجستگی‌ها و شیارهای شاخص اتولیت این گونه به صورت رشد یافته هست. مطالعات قبلی نشان داده‌اند که رشد اتولیت تحت تأثیر عوامل ژنتیکی و عوامل محیطی هست. از آنجایی که ریخت‌شناسی اتولیت در سایز کلاس اول در سه زیستگاه تفاوت‌های اندکی داشتند می‌توان چنین نتیجه گرفت: در مراحل اولیه رشد جانور، رشد اتولیت تحت تأثیر عوامل ژنتیکی و ارثی است. با توجه به تفاوت در شرایط محیطی هم‌زمان با رشد اتولیت این عوامل در رشد و شکل‌گیری اتولیت تأثیر گذاشته و باعث ایجاد تفاوت در ریخت‌شناسی اتولیت گردیده است که ممکن است در نتیجه سازگاری‌های محیطی این جانور در زیستگاه‌های با شرایط محیطی متفاوت در جهت بالا بردن کارایی و نقش این ساختار در گوش داخلی باشد.

کلمات کلیدی: انتوژنی، کپور ماهیان دندان دار، زیر حوضه‌های هرمزگان.

مقدمه:

جنس *Aphanius* Nardo, 1827 تنها جنس از خانواده (Cyprinodontidae) یا کپور ماهیان دندان دار در دنیای قدیم می‌باشد [17]. این جنس دارای پراکنش گسترده‌ای در نواحی ساحلی مدیترانه‌ای و نواحی ساحلی - شبه‌جزیره ایی شمال غرب هند تا شمال شرقی سومالی، شامل دریای سرخ و خلیج فارس [4] و [5] و [7] و [8] و نواحی مدیترانه‌ای و نزدیک به کمربند‌های کوهزایی شرقی در ترکیه و ایران می‌باشد.

بیشتر کپور ماهیان دندان دار محدوده تحمل وسیعی از دما و شوری رادارند و اندازه کوچک به آن‌ها این اجازه را می‌دهد که به جمعیت‌هایی پایدار برای زنده ماندن در زیستگاه‌های محدود و با شرایط نامساعد محیطی تبدیل شوند و همچنین رقیب‌های مستقیم و شکارچی‌های عمده بسیار کمی دارند [3] و [18]. در میان گونه‌های جنس آفانیوس کپور دندان عربی یا A.

dispar بیشترین دامنه پراکندگی را دارا می‌باشد [4] و [18]. ماهیان فاقد گوش خارجی و میانی بوده و تنها دارای گوش داخلی هستند که به نام لابیرنت (*Labyrinth*) خوانده می‌شود که به جز عمل شنوایی در اعمال تعادلی نیز دخالت دارد [12] و [15].

بخش تحتانی گوش داخلی دارای سه حفره (اوتریکول، ساکول، لاژنا) است که درون آن‌ها سنگریزه‌های شنوایی یا اتولیتها قرار دارند. ساختار بزرگ‌ترین اتولیت در بیشتر ماهیان استخوانی می‌باشد و غالباً مورد مطالعه و بررسی قرار می‌گیرد [14]. در امتداد نمای میانی آن یک تورفتگی به نام *Sulcus acusticus* یا به اختصار شیار سولکوس می‌باشد. ناحیه جلویی شامل: برجستگی پائینی روستروم، شیار میانی *Excicura* و برجستگی بالایی آنتی روستروم می‌باشد. آنتی روستروم برجستگی کوچک‌تر می‌باشد [16].

علاوه بر اندازه و شکل کلی، ویژگی‌های دیگر اتولیت از قبیل ارتفاع نسبی، طول نسبی میانی و شکل لبه پشتی (*dorsal tip*) می‌تواند اطلاعات ارزشمندی ارائه نماید. از این ساختار در تعیین سن، وضعیت رشد، زیستگاه، آلودگی، اکولوژی ماهی، شناسایی گونه هاو ... استفاده می‌شود [1] و [2] و [11]. این ساختار از زمان جنینی در ماهیان تشکیل می‌گردد [6] و [12]؛ بنابراین، هرگونه تغییرات ژنتیکی و محیطی می‌تواند بر روی شکل، اندازه و ساختار آن تأثیرگذار باشد [9] و [10]. در مطالعاتی که تاکنون صورت گرفته مشخص شده که ریخت‌شناسی اتولیت بین افراد نابالغ و بالغ بسیار متفاوت می‌باشد و همچنین مشخص شده که این تفاوت‌های ریخت‌شناسی با توجه به شرایط مختلف اکولوژیکی و نحوه زندگی ماهی متفاوت می‌باشد [14]. با توجه به نقشی که اتولیت در گوش داخلی ماهیان ایفا می‌کند مطالعات اندک صورت گرفته در این زمینه هنوز به طور کامل سازوکار رشد این ساختار و تأثیر عوامل مختلف محیطی و حتی ژنتیکی بر روی این ساختار سخت در گوش داخلی را مشخص ننموده است.

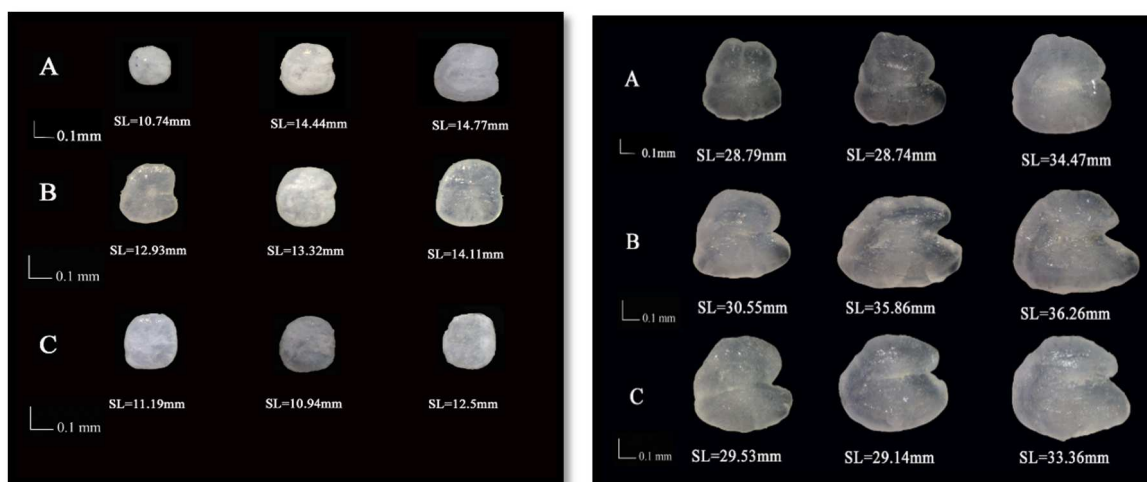
مواد و روش‌ها:

نمونه‌برداری از سه زیستگاه میناب با مختصات جغرافیایی طول $56^{\circ}34.02'E$ و عرض $27^{\circ}6'5.91"N$ رودخانه شور طول $56^{\circ}27'43.06"E$ و عرض $N7^{\circ}16'59.49$ ، شمه آب گرم خورگو طول $E56^{\circ}28'9.35$ و عرض $N27^{\circ}37'29.58$ با استفاده از تور دستی صورت گرفت. از هر ایستگاه به طوبه‌طور تعداد ۳۷-۴۷ نمونه در اندازه‌های بر اساس طول استاناستاندارد (ید شد). نمونه‌ها بعد از تثبیت در الکل اتیلیک ۹۶٪ به آزمایشگاه بیوسستماتیک جانوری بخش زیست‌شناختی شهید باهنر کرمان منتقل گردیدند. در آزمایشگاه بعد از اندازه‌گیری‌های ریخت‌شناسی و شمارشی، مجسمه از ناحیه شکمی باز شده و اتولیت‌های سمت چپ و راست با دقت خارج گردیدند. و ب؛ و تمیز کردن، بلافاصله آن را به مدت ۶ ساعت در محلول هیدروکسید پتاسیم ۱ درصد و به مدت ۱۲ ساعت در آب مقطر قرار داده و سپس با آب مقطر شستشو داده شده و جهت عکس‌برداری به صورت خشک نگهداری شدند. عکس‌برداری از سطح پروکسیمال با استفاده از استریو میکروسکوپ *OLYMPUS* مدل *SZ* مدل *SZ* دوربین *Dino-Lite* مدل *AM-3X* انجام شد [13].

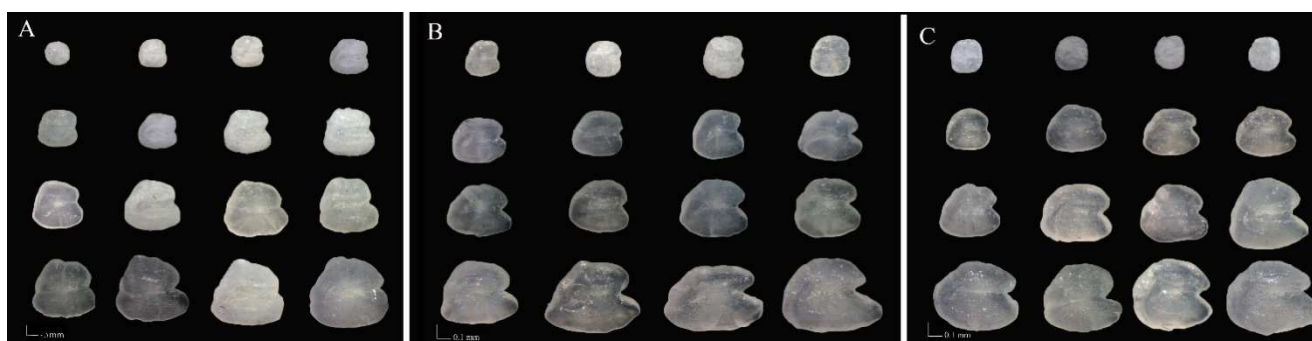
نتایج و بحث:

نتایج نشان دادند که اتولیت‌های سایز کلاس اول (طول استاندارد > ۱۵ میلی‌متر) در زیستگاه میناب تقریباً گرد و روستروم و آنتی روستروم در بعضی از نمونه‌ها در حال شکل‌گیری است شکل ۱ (الف - نمای اتولیت سایز کلاس ۱، A). همچنین برجستگی پشتی (*Dorsal tip*) در برخی نمونه‌ها مشاهده می‌گردد. در نمونه‌های رودخانه شور تمامی اتولیت‌ها تقریباً گرد و برجستگی‌های روستروم و آنتی روستروم رشد نیافته است شکل ۱ (الف - نمای اتولیت سایز کلاس ۱، C). در نمونه‌های مربوط به چشمه آب گرم خورگو برجستگی‌های روستروم و آنتی روستروم تا حدودی رشد یافته و شکل کلی اتولیت تقریباً با شکل نمونه‌های بالغ در سایز کلاس چهارم مطابقت می‌کنند. شکل ۱ (الف - نمای اتولیت سایز کلاس ۱، B). بیشترین تفاوت در سایز

کلاس چهارم (طول استاندارد 28 میلی‌متر) مشاهده گردید که تمامی برجستگی‌ها و شیارهای شاخص اتولیت این گونه به صورت رشد یافته می‌باشد. از جمله تغییرات این سایز کلاس وجود برجستگی پشتی (*Dorsal tip*) در اتولیت‌های ایستگاه میناب است که این ویژگی در اتولیت دو ایستگاه رودخانه شور و چشمه آب گرم خورگو مشاهده نگردید همچنین برجستگی‌های روستروم و آنتی روستروم از دو جمعیت دیگر رشد کمتری نشان می‌دهند. در چشمه آب گرم خورگو برجستگی روستروم نسبت به دو ایستگاه دیگر رشد بیشتری نشان می‌دهد در ایستگاه خورگو برجستگی‌های روستروم و آنتی روستروم از ایستگاه میناب توسعه یافته‌تر و از چشمه آب گرم خورگو رشد کمتری نشان می‌دهند شکل ۱ (ب- نمای اتولیت سایز کلاس ۴). اتولیت این سه ایستگاه از لحاظ شکل کلی دارای تفاوت بودند شکل ۲.



شکل ۱ الف. نمای پروکسیمال از اتولیت سمت چپ، سایز کلاس ۱ و ب. نمای پروکسیمال از اتولیت سمت چپ، سایز کلاس ۴، (A) میناب، (B) خورگو، (C) رودخانه شور.



شکل ۲ نمای پروکسیمال از اتولیت سمت چپ شامل چهار سایز کلاس ۱ تا ۴ به ترتیب از بالا به پایین، (A) میناب، (B) خورگو، (C) رودخانه شور.

نتیجه‌گیری کلی:

مطالعات قبلی نشان داده‌اند که رشد اتولیت تحت تأثیر عوامل ژنتیکی و عوامل محیطی می‌باشد. از آنجایی که ریخت‌شناسی اتولیت در سایز کلاس اول در سه زیستگاه تفاوت‌های اندکی داشتند می‌توان چنین نتیجه گرفت: در مراحل اولیه رشد جانور رشد اتولیت تحت تأثیر عوامل ژنتیکی و ارثی است. با توجه به تفاوت در شرایط محیطی هم‌زمان با رشد اتولیت این عوامل در رشد و شکل‌گیری اتولیت تأثیر گذاشته و باعث ایجاد تفاوت در ریخت‌شناسی اتولیت گردیده است که ممکن است در نتیجه‌ی سازگاری‌های محیطی این جانور در زیستگاه‌های با شرایط محیطی متفاوت در جهت بالا بردن کارایی و نقش این ساختار در گوش داخلی باشد.

منابع:

1. Begg, G. A., Overholtz, W. J., Munroe, N. J., 2001. The use of internal otolith morphometrics for identification of haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) stocks on Georges Bank. *Fishery Bulletin*, 99(1), 1-14.
2. Burke, N. D., Brophy, P. A., 2008. Otolith shape analysis: its application for discriminating between stocks of Irish Sea and Celtic Sea herring (*Clupea harengus*) in the Irish Sea. *ICES Journal of Marine Science*, 65, 1670-1675.
3. Clavero, M., Blanco-Garrido, F., Prenda, J., 2007. Population and microhabitat effects of interspecific interactions on the endangered Andalusian toothcarp (*Aphanius baeticus*). *Environmental Biology of Fishes*, 78, 173-182.
4. Coad, B. W. 2000. Distribution of *Aphanius* species in Iran. *Journal of the American Killifish Association*, 33, 183-191.
5. Esmaeili, H. R., Teimori, A., Gholami, Z., Zarei, N., Reichenbacher, B., 2012. Re-validation and re-description of an endemic and threatened species, *Aphanius pluristriatus* (Jenkins, 1910) (Teleostei, Cyprinodontidae), from southern Iran. *Zootaxa*, 3208, 58-67.
6. Furlani, D., Gales, R., Pemberton, D., 2007. Otoliths of common Australian temperate fish: a photographic guide. CSIRO Publishing, 208p.
7. Hrbek, T., Meyer, A., 2003. Closing of the Tethys Sea and the phylogeny of Eurasian killifishes (Cyprinodontiformes: Cyprinodontidae). *Journal of Evolutionary Biology*, 16, 17-36
8. Hrbek, T., Keivany, Y., Coad, B. W. 2006. New species of *Aphanius* (Teleostei, Cyprinodontidae) from Isfahan Province of Iran and a reanalysis of other Iranian species. *Copeia*, 2, 244-255.
9. Lombarte, A., Lieonart, J., 1993. Otolith size changes related with body growth, habitat depth and temperature. *Environmental Biology of Fishes*, 37, 297-306.
10. Lombarte A., Palmer M., Matallanas J., Gómez-Zurita J., Morales- Nin B. 2010. Ecomorphological trends and phylogenetic inertia of otolith sagittae in ototheniidae. *Environmental Biology of Fishes*, 89, 607-618.
11. Mendoza, R. P. R., 2006. Otoliths and their applications in fishery science. *Ribarstvo*, 64 (3), 89-102.
12. Popper, A. N., Ramcharitar, J. U., Campana, S. E., 2005. Why otoliths? Insights from inner ear physiology and fisheries biology. *Marine and Freshwater Research*, 56, 497-504.
13. Reichenbacher, B., Sienknecht, U., Kuchenhoff, H., Fenske, N., 2007. Combined otolith morphology and morphometry for assessing taxonomy and diversity in fossil and extant killifish (*Aphanius prolebias*). *Journal of Morphology*, 268, 898-915.
14. Reichenbacher, B., Kamrani, E., Esmaeili, H. R., Teimori, A., 2009. The endangered cyprinodont *Aphanius ginaonis* (Holly, 1929) from southern Iran is a valid species: evidence from otolith morphology. *Environmental Biology of Fishes*, 86, 507-521.

15. Teimori, A., Schulz-Mirbach, T., Esmaeili, H. R., Reichenbacher, B., 2012. Geographical Differentiation of *Aphanius dispar* (Teleostei: Cyprinodontidae) from Southern Iran. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, 50, 251–337.
16. Tuset, V. M. Lombarte, A. and Assis, C. A. 2008. Otolith atlas for the western Mediterranean, north and central eastern Atlantic. *Scientia Marina*, 72S1, 7-198.
17. Villwock, W., 1999. Biogeography of cyprinodontiform fishes (Teleostei: Cyprinodontidae) of the Mediterranean region. In: Valenciana, G. (Ed.), *Peces cyprinodontidos ibericos: Fartet y Samaruc*. Conselleria de Medio Ambiente, Valencia, pp. 13–33.
18. Wildekamp, R.H. 1993. A world of killies. *Atlas of the Oviparous Cyprinodontiform fishes of the World, Vol. 1*, American Killifish Association, Mishawaka, 311 pp.

