



ریخت‌شناسی سنگریزه شنوایی ساژیتا در ماهی کفال طلایی *Liza aurata* (Risso, 1810) در زیستگاه‌های ساحلی حوضه جنوبی دریای خزر

محبوبه بامشاد^۱، مجید عسکری حصنی^{۲*}، آزاد تیموری^۳، سید مسعود مجدزاده^۲

تاریخ دریافت: دی ۹۴

تاریخ پذیرش: فروردین ۹۵

چکیده

در پژوهش حاضر ریخت‌شناسی اتولیت ساژیتا و روابط طولی و وزنی ماهیان با ریخت‌سنجی اتولیت در ۴ جمعیت از ماهیان *Liza aurata* (Risso, 1810) در زیستگاه‌های مختلف ساحلی حوضه جنوبی دریای خزر مورد مطالعه قرار گرفت. نمونه‌های مورد نیاز پس از جمع‌آوری از مناطق ساحلی نکا، سرخ‌رود، چالوس و بندر انزلی در الکل ۷۵ درصد تثبیت و به آزمایشگاه منتقل شد. در آزمایشگاه اتولیت چپ ساژیتا از هر ماهی استخراج شد و پس از شفاف‌سازی، عکس‌برداری با دوربین متصل به استریومیکروسکوپ انجام شد. بر اساس نتایج، طول اتولیت ۲/۹ تا ۳/۳ درصد طول استاندارد به دست آمد. رگرسیون خطی بین طول کل ماهی با طول اتولیت به صورت $TL = 4/6042O_L - 3/5555$ و $R^2 = 0/8492$ بود و معادله توانی به صورت $O_W = 19/389TL^{0/129}$ و $R^2 = 0/755$ به دست آمد. به طور کلی ارتباط مثبتی بین طول بدن ماهی و ویژگی‌های ریخت‌سنجی اتولیت وجود داشت. بر اساس نتایج ریخت‌شناسی، شکل کلی اتولیت در جمعیت‌های مورد مطالعه غالباً مستطیلی کشیده با دندان‌های نامنظم در لبه شکمی و پشتی بود. همچنین آنتی‌روستروم مشخصی در اتولیت‌های مورد مطالعه وجود نداشت. مجرای اوستیا در انتهای قدامی سولکوس باز و قیفی شکل بود، در حالی که در انتهای خلفی بسته و لوله‌ای شکل بود که به حاشیه خلفی-شکمی اتولیت منتهی می‌شد. از آنجا که مهم‌ترین ویژگی ریختی اتولیت که در جدایی گونه‌های کفال ماهیان نقش دارد موقعیت سولکوس است، به نظر می‌رسد این ویژگی در بروز گوناگونی‌های بین‌جمعیتی نیز نقش مهمی را ایفا کند.

واژگان کلیدی: کفال ماهیان، طول ماهی، روابط طولی-وزنی، تاکسونومی، دریای خزر، اتولیت.

- ۱- کارشناس ارشد بیوسیستماتیک جانوری، گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران.
- ۲- استادیار گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران.
- ۳- دانشیار گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران.

* نویسنده مسئول: mahesni@gmail.com

مقدمه

گونه‌ها، شناسایی ذخایر ماهیان و بازسازی زیستگاه‌ها استفاده می‌شود (Begg et al., 2006 Mendoza, 2001). از آنجایی که ساژیتا بزرگ‌ترین سنگریزه شنوایی در بیش‌تر ماهیان استخوانی است، بنابراین به طور گسترده‌ای از آن در مطالعات بوم‌شناسی، تاکسونومیکی، تبارزایی و شیلاتی استفاده می‌شود (Campana, 2005; Morat et al., 2014 Esmaili et al., 2008). سنگریزه شنوایی از جمله اولین ساختارهای آهکی است که در مراحل جنینی تشکیل می‌شود و ریخت کلی آن در مراحل جنینی شکل می‌گیرد (Furlani et al., 2007). در هر گونه، سنگریزه شنوایی شکل و ویژگی‌های خاصی دارد که مختص همان گونه است و به طور کلی در ماهیان مختلف شکل‌ها و اندازه‌های بسیار متنوعی دارد (Paxton, 2000; Campana, 2006 Tracey et al., 2005). علاوه بر اندازه و شکل کلی سنگریزه شنوایی، از موقعیت قرار گرفتن سولکوس و نیز مقایسه نسبی بخش‌های مختلف آن در رده‌بندی ماهیان استفاده می‌شود (Stevenson and Esmaili, 2001 Campana, 1992). یکی از روش‌های کاربردی استفاده از صفات ریخت‌سنجی اتولیت، بررسی

کفال طلایی با نام علمی *Liza aurata* (Risso, 1810) متعلق به خانواده کفال‌ماهیان، از گونه‌های اصلی تجاری ماهیان استخوانی دریای خزر است و از گذشته تا کنون جز ماهیان بسیار مهم خوراکی محسوب شده، ارزش اقتصادی بسیار بالایی دارد. کفال طلایی گونه‌ای مهاجر است و برای زمستان‌گذرانی از قسمت میانی و شمالی دریای خزر به قسمت جنوبی مهاجرت می‌کند (Probatov and Tereshchenko, 1951). این گونه عمدتاً در آب‌های دریایی، جایی که تخم‌های شناور رشد می‌کنند، تخم‌ریزی می‌کند (Halfman et al., 1997).

ماهیان تنها دارای گوش داخلی هستند که بخش تحتانی آن دارای سه حفره اوتریکول، ساکول و لاژنا است و در درون آن‌ها به ترتیب سنگریزه‌های شنوایی یا اتولیت‌هایی به نام‌های آستریسکوس (*Asteriscus*)، لاپیلوس (*Lapillus*) و ساژیتا (*Sagitta*) قرار دارند. سنگریزه‌های شنوایی ساختارهای سفید و متراکمی از کرینات کلسیم هستند که نقش مهمی در شنوایی و تعادل ماهی دارند. به علاوه، از این ساختارها در تعیین سن، وضعیت رشد، زیستگاه، آلودگی، بوم‌شناسی ماهیان، شناسایی

چالوس و بندر انزلی (۱۵-۱۰ نمونه از هر ایستگاه) در پاییز سال ۱۳۹۳ با استفاده از تور پره، تورهای گردان ساحلی و تورهای گوشگیر صید (شکل ۱) و به آزمایشگاه تحقیقاتی منتقل شد. موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌ها نیز توسط GPS ثبت شد (جدول ۱).

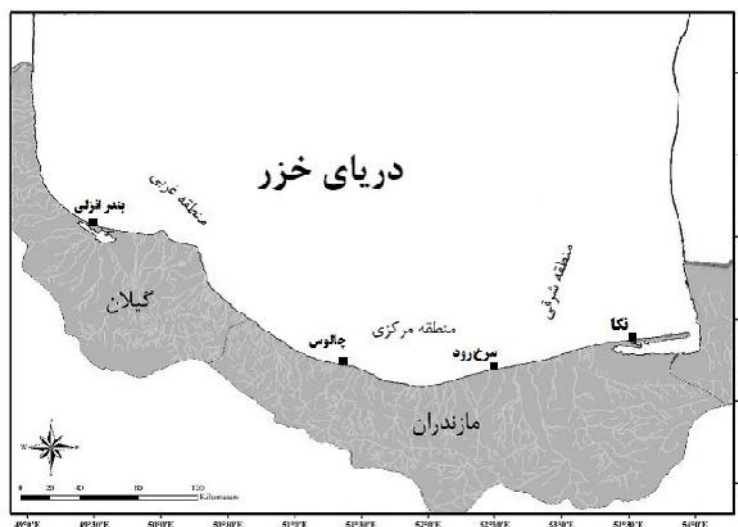
بعد از انتقال ماهیان به آزمایشگاه، تمامی ماهیان زیست‌سنجی، شماره‌گذاری و سپس در الکل ۷۵٪ تثبیت شدند. طی زیست‌سنجی صفاتی مانند طول کل، طول استاندارد و وزن ثبت شد. به منظور استخراج سنگریزه شنوایی ساژیتا، جمجمه از ناحیه پشتی تشریح و سنگریزه شنوایی سمت چپ و راست استخراج شد. برای تمیز کردن سنگریزه‌ها، آن‌ها بلافاصله به مدت ۶ ساعت در محلول هیدروکسید پتاسیم ۱ درصد و سپس به مدت ۱۲ ساعت در آب مقطر قرار داده شدند و پس از آن به طور کامل با آب مقطر شستشو شدند. نمونه‌های استخراج شده برای عکس‌برداری به صورت خشک نگهداری شدند. عکس‌برداری از سطح پروکسیمال اتولیت با استفاده از دوربین Dino-Lite متصل به استریومیکروسکوپ انجام شد (Reichenbacher et al., 2007). سپس ریخت‌شناسی سنگریزه‌های شنوایی از جمله شکل سنگریزه شنوایی، موقعیت و شکل

روابط بین طول و وزن اتولیت با طول بدن ماهی است که به صورت رگرسیون‌های خطی بیان می‌شود (Lychakov et al., 2006). تا کنون مطالعات جامعی در مورد تعیین رگرسیون خطی بین صفات ریخت‌سنجی اتولیت و طول ماهی کفال طلایی در دریای خزر صورت نگرفته است؛ از طرفی با بررسی گوناگونی‌های بین‌جمعیتی کفال ماهیان می‌توان به وجود انعطاف‌پذیری‌های اکولوژیکی احتمالی و یا فرم‌های اکولوژیکی احتمالی در آن‌ها پی‌برد. زیرا با تغییر شرایط محیطی ساختار و معمولاً شکل سنگریزه‌ها نیز دچار تغییر می‌شود. به طور کلی علاوه بر عوامل اکولوژیکی، تغییرات ژنی هم نقش به‌سزایی در ساختار و شکل اتولیت‌ها دارند، بنابراین ابزار مناسبی برای مطالعات تاکسونومیک و اکولوژیکی هستند. در پژوهش حاضر، رابطه بین طول و وزن ماهیان با صفات ریخت‌سنجی اتولیت و همچنین ریخت‌شناسی اتولیت ساژیتا در ماهی کفال طلایی *L. aurata* در زیستگاه‌های مختلف ساحلی دریای خزر مورد مطالعه و بحث قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

تعداد ۵۶ قطعه ماهی کفال طلایی (*Liza aurata*) از مناطق ساحلی نکا، سرخرود،

ریخت‌شناسی از جمله طول و ارتفاع اتولیت توسط کولیس دیجیتال با احتمال خطای ۰/۰۱ میلی‌متر و وزن اتولیت توسط ترازوی دیجیتال با احتمال خطای ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. مقایسه قرار گرفت. همچنین صفات سولکوس (Sulcus)، شکل لبه پشتی و شکمی، شکل سولکوس آکوستیکوس (Sulcus Acusticus) و شکل روستروم (Rostrum) و آنتی روستروم (Antirostrum) مورد مطالعه و مقایسه قرار گرفت. همچنین صفات



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های مورد مطالعه

جدول ۱: مختصات جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه‌برداری کفال طلایی در حوضه جنوبی دریای خزر

ایستگاه	زیرحوضه	موقعیت جغرافیایی		تعداد نمونه	میانگین طول استاندارد (سانتی‌متر)
		عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی		
نکا	جنوب شرقی	۵۲° ۳۳' ۵۲"	۳۶° ۵۵' ۸"	۱۵	۲۴/۷۲±۲/۱۹
سرخ‌رود	جنوب میانی	۴۸° ۲۶' ۴۸"	۳۶° ۴۳' ۹"	۱۱	۲۳/۶۸±۱/۸۱
چالوس	جنوب میانی	۲۶° ۲۲' ۲۶"	۳۶° ۴۴' ۳۸"	۱۰	۲۲/۲۳±۰/۵۳
بندر انزلی	جنوب غربی	۳۷° ۲۹' ۳۷"	۳۶° ۳۱' ۱۵"	۷	۱۹/۵۸±۳/۷۰

ریخت‌سنجی اتولیت ساژیتا مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

نتایج

در مطالعه حاضر ۵۶ نمونه ماهی کفال طلایی صید شد که نتایج زیست‌سنجی نمونه‌های صید شده و اتولیت آن‌ها در جدول ۲ مشخص شده است. نسبت طول اتولیت به طول استاندارد برابر با ۲/۹ تا ۳/۳ درصد طول استاندارد به دست آمد. بر اساس بررسی روابط طولی- وزنی بین طول کل و وزن ماهیان بر اساس رگرسیون خطی معادله $y=15/107x-249/32$ و $R^2=0/9334$ به دست آمد که ضریب همبستگی بین این دو صفت به طور معنی‌داری بالا بود. رگرسیون خطی بین طول کل ماهی با طول اتولیت به صورت $TL=4/6042O_L-3/5555$ و $R^2=0/8492$ بود که ضریب همبستگی بالایی (۰/۸۴۹۲) را نشان داد و رگرسیون خطی بین طول کل ماهی با وزن اتولیت به صورت معادله $TL=0/3549O_W+18/142$ و $R^2=0/7914$ به دست آمد که ضریب همبستگی نسبتاً بالایی (۰/۷۹۱۴) را نشان داد.

روابط طول کل ماهی با وزن اتولیت و طول اتولیت با وزن اتولیت با توجه به رابطه ۱ (رابطه توانی) محاسبه شد (دهقانی و همکاران، ۱۳۹۲).

رابطه ۱:

$$W=aL^b$$

a و b: ضرایب ثابت. W: وزن اتولیت. L: طول ماهی یا طول اتولیت.

رابطه طول کل و طول استاندارد با صفات ریختی اتولیت از رابطه ۲ (رابطه خطی) که با توجه به آنالیز خطی در نرم‌افزار Microsoft Excel 2008 به دست آمد، محاسبه شد.

رابطه ۲:

$$y=ax+b$$

y: طول کل یا استاندارد. x: وزن، طول یا ارتفاع اتولیت. a و b: ضرایب ثابت.

میزان همبستگی نیز با استفاده از رگرسیون خطی بررسی شد. رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Microsoft Excel 2007 و پردازش اطلاعات و محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS 21 انجام شد. در نهایت اطلاعات ریخت‌شناسی ماهی و ریخت‌شناسی و

رگرسیون خطی بین طول کل ماهی و ارتفاع با ضریب همبستگی متوسط (۰/۵۲۰۲) به اتولیت $R^2=0/5202$ و $y=7/6851x+0/6323$ دست آمد.

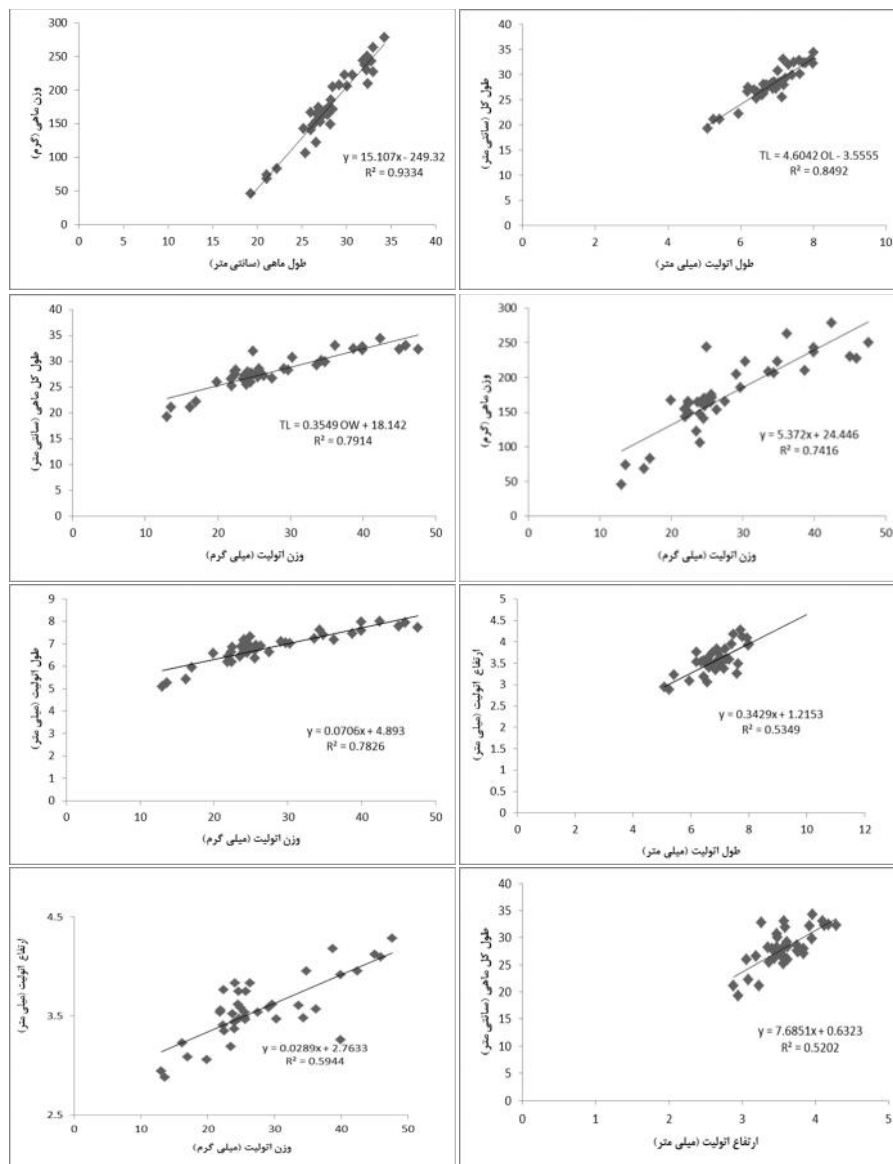
جدول ۲: نتایج حاصل از زیست‌سنجی ماهیان *Liza aurata* (Risso, 1810) و اتولیت آن‌ها در حوضه جنوبی دریای خزر

صفت	میانگین \pm خطای استاندارد	حداقل	حداکثر
طول کل ماهی (سانتی‌متر)	۲۸/۰ \pm ۳/۴۳	۱۹/۳	۳۴/۳
طول چنگالی (سانتی‌متر)	۲۵/۳ \pm ۳/۰۲	۱۷/۷	۳۰/۶
طول استاندارد (سانتی‌متر)	۲۳/۰۵ \pm ۲/۸۰	۱۵/۵۰	۲۷/۵۰
وزن ماهی (گرم)	۱۷۴/۸۸ \pm ۳۵/۵۸	۴۶/۰۰	۲۷۸/۶۰
طول اتولیت (میلی‌متر)	۶/۸۷ \pm ۰/۶۸	۵/۱۰	۷/۹۰
ارتفاع اتولیت (میلی‌متر)	۳/۵۷ \pm ۰/۳۲	۲/۹۰	۴/۳۰
وزن اتولیت (میلی‌گرم)	۲۸/۰ \pm ۸/۶	۱۳/۰	۴۷/۶

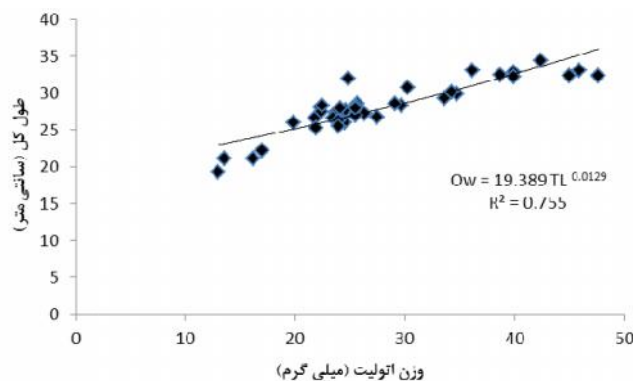
رابطه بین طول کل ماهی و وزن اتولیت با استفاده از معادله توانی محاسبه و نمودار مربوط به آن رسم شد که این معادله توانی به صورت $R^2=0/7555$ و $O_w=19/389TL^{0.149}$ به دست آمد (شکل ۳).

در مطالعه حاضر سنگریزه شنوایی گونه کفال طلایی از خانواده کفال‌ماهیان (شکل ۴) در ۴ ایستگاه از سواحل جنوبی دریای خزر بررسی شد.

رگرسیون خطی بین وزن ماهی و وزن اتولیت $R^2=0/7416$ و $y=5/372x+24/446$ به دست آمد و همچنین رگرسیون خطی بین طول و وزن اتولیت و طول و ارتفاع اتولیت و ارتفاع با وزن اتولیت به ترتیب به صورت $R^2=0/7826$ و $y=0/0706x+4/893$ ، $R^2=0/5349$ و $y=0/3429x+1/215$ و $R^2=0/5944$ و $y=0/0289x+2/763$ بود (شکل ۲).



شکل ۲: نمودارهای مربوط به معادله و رگرسیون خطی بین صفات مختلف ماهی کفال طلایی و اتولیت آن



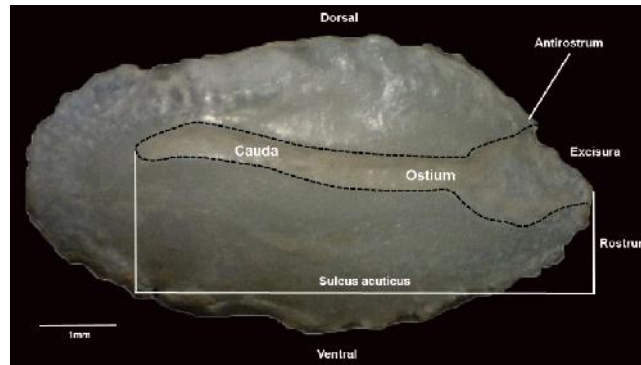
شکل ۳: معادله توانی و رگرسیون بین طول کل ماهی و وزن اتولیت ماهی کفال طلائی



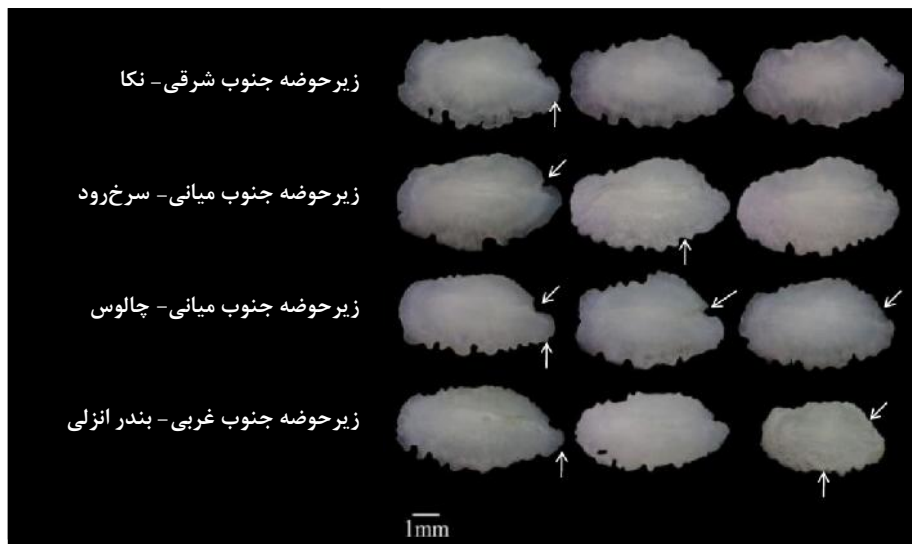
شکل ۴: تصویر نمونه‌ای از کفال طلائی *Liza aurata* (Risso, 1810) جمع‌آوری شده در مطالعه حاضر (عکس از نگارنده)

در این مطالعه شکل کلی سنگریزه شنوایی در جمعیت‌های مورد مطالعه غالباً مستطیل کشیده بود و روستروم بلند و تیز و آنتی‌روستروم نامشخص داشت. شکل حاشیه شکمی (Ventral) سنگریزه شنوایی محدب و نامنظم و شکل حاشیه پشتی (Dorsal) مقعر و دنداندار بود. نحوه قرارگیری شیار روی اتولیت غالباً در ناحیه بالایی-میانی آن بود و نحوه باز شدن شیار ناحیه دهانی (Ostial) نسبتاً کشیده بود. مجرای اوستیا در انتهای قدامی شیار اتولیت، باز و قیفی شکل (Funnel-like) بود، در حالی که در انتهای خلفی بسته و لوله‌ای شکل بود و به حاشیه شکمی خلفی سنگریزه شنوایی منتهی می‌شد. طول دم (Cauda) نسبت به دهانه (Ostium) بزرگ‌تر (تقریباً دو برابر) بود. ناحیه جلویی

(Anterior) سنگریزه شنوایی نوک‌تیز و نکا و سرخ‌رود نسبت به جمعیت‌های دیگر زاویه‌دار و ناحیه خلفی (Posterior) گرد کمی توسعه‌یافته‌تر بود (شکل ۶). نامنظم بود (شکل ۵). شیار در جمعیت‌های



شکل ۵: نمای جانبی از سطح پروکسیمال اتولیت ساژیتای چپ *L. aurata* (عکس از نگارنده)



شکل ۶: نمای جانبی اتولیت ساژیتا در جمعیت‌های مختلف گونه *L. aurata*

بحث

در مطالعه حاضر نسبت طول اتولیت به طول استاندارد برابر با $2/9$ تا $3/3$ درصد طول استاندارد به دست آمد که بر اساس تقسیم‌بندی Paxton (۲۰۰۰) اتولیت کفال طلایی جزء اتولیت‌های کوچک تا متوسط تقسیم‌بندی می‌شود. اندازه اتولیت ارتباط زیادی با محل زندگی نمونه (اپی‌پلاژیک، بنتوپلاژیک، مزوپلاژیک)، ساختار کیسه شنا، وجود توانایی در سایر حواس از جمله بینایی و وضعیت حضور نمونه در منطقه جزر و مدی و یا خارج از آن دارد. نسبت طول اتولیت به طول استاندارد در ماهیان ساحلی بین $0/13$ تا $6/09$ درصد طول استاندارد است (Paxton, 2000). همانگونه که در شکل‌های ۲ و ۳ مشاهده می‌شود رابطه خطی بالای معنی‌داری بین صفات مختلف زیست‌سنجی ماهی کفال طلایی از جمله طول کل و وزن ماهی با صفات ریخت‌سنجی اتولیت آن از جمله طول، ارتفاع و وزن اتولیت به دست آمد همچنین رابطه توانی بالای معنی‌داری بین طول کل ماهی و وزن اتولیت به دست آمد. نتایج به دست آمده مشابه نتایج مطالعات سایر پژوهشگران بر روی ماهیان استخوانی دیگر از جمله ماهی *Chodrostoma regium* (Aydin et al., 2004) است. ماهی ساردین *Sardinella lemuru* (2004)، ماهی ساردین *Rastrelliger kanagurta* (Jawad et al., 2011)، ماهی ساردین *Sardinops sagax* (2011)، ماهی هامور معمولی *Epinephelus coioides* (خدادادی و عمادی، ۱۳۸۳) و ماهی ساردین سند (*Sardinella sindensis*) (دهقانی و همکاران، ۱۳۹۲) است که رابطه بالای معنی‌دار و مستقیمی را بین صفات ریختی بدن و اتولیت ماهیان مختلف مشاهده کردند. نتایج مدل رگرسیون خطی نشان داد با افزایش طول ماهی، ابعاد و وزن اتولیت نیز به صورت خطی افزایش می‌یابد که این نتایج مشابه مطالعات سایر پژوهشگران بر روی ماهیان در مناطقی از جمله شمال غرب اقیانوس اطلس (Hunt, 1979)، شمال شرق اقیانوس آرام (Harvey et al., 2000)، حوضه مدیترانه و اقیانوس آرام (Morat et al., 2008) و دریای عمان (Jawad et al., 2011) است. ارتباط رگرسیون خطی بین طول ماهی و ابعاد اتولیت تا زمانی که ماهی در حال رشد است ادامه دارد پس از آن ارتباط خطی تقریباً ثابت خواهد ماند و فقط ضخامت و وزن اتولیت افزایش می‌یابد (Aydin et al., 2004). معمولاً همبستگی خطی بین ابعاد اتولیت و

(شکل ۶). مطالعات نشان داده است که مشخصات ریختی اتولیت‌های ساژیتا در بین گونه‌ها متغیر بوده، شاخص آن گونه است و اغلب گونه‌ها را می‌توان به وسیله ریخت‌شناسی سنگریزه شنوایی ساژیتا شناسایی کرد (Harvey et al., 2000 Hunt, 1992). منصور کیائی (۱۳۸۸)، در بررسی سنگریزه شنوایی ساژیتا در ۵۲۴ قطعه ماهی از ۱۸ گونه مختلف گیش‌ماهیان (Carangidae) خلیج فارس و دریای عمان به این نتیجه دست یافت که شکل سنگریزه شنوایی در گونه‌های مختلف متفاوت است و از آن می‌توان به عنوان کلیدی برای شناسایی گونه‌ها استفاده کرد. Teimori و همکاران (۲۰۱۲) ویژگی‌های ریختی جمعیت‌های گونه *Aphanius dispar* و نیز سنگریزه‌های مربوط به آن‌ها را در جنوب ایران مورد مطالعه قرار دادند. این مطالعه نشان داد که الگوی گوناگونی‌های داخل گونه‌ای در ریخت‌شناسی بدن ماهیان و نیز ریخت‌شناسی سنگریزه‌های شنوایی آن‌ها منطبق با یکدیگر است (Teimori et al., 2012).

به طور کلی نتایج این مطالعه نشان داد ارتباط نزدیک و مثبتی بین طول بدن ماهی و ویژگی‌های ریخت‌سنجی اتولیت وجود دارد و همچنین یک رابطه توانی بین طول ماهی و

طول بدن ماهی در نمونه‌های جوان‌تر بالاتر از نمونه‌های مسن‌تر است البته میزان این همبستگی به عواملی از جمله مواد غذایی، زیستگاه و شرایط محیطی بسیار وابسته است (Jawad et al., 2011). به طور کلی از ساختار و ابعاد اتولیت و نسبت آن با طول ماهی می‌توان در تعیین سن ماهی، تعیین اندازه نمونه‌های شکار شده، بررسی اندازه نمونه‌های فسیل شده و یا حتی تعیین وضعیت رشد ماهی در زیستگاه‌های مختلف پی برد و کاربرد زیادی در مطالعات بوم‌شناسی و ارزیابی جمعیت ماهیان و شرایط تغذیه‌ای آن‌ها دارد.

علاوه بر ریخت‌سنجی و صفات مورفومتریک، شکل و ریخت‌شناسی اتولیت نیز یکی از فاکتورهای مهم در تعیین وضعیت زیستگاهی و بوم‌شناسی ماهیان و همچنین تاکسونومی و شناسایی آن‌ها است. در این مطالعه مشخص شد که مهم‌ترین ویژگی ریختی سنگریزه شنوایی که در جدایی گونه‌های کفال‌ماهیان نقش دارد موقعیت سولکوس است. به نظر می‌رسد این ویژگی در بروز گوناگونی‌های بین‌جمعیتی نیز نقش مهمی را ایفا می‌کند به طوری که شیار در جمعیت‌های نکا و سرخ‌رود نسبت به جمعیت‌های دیگر کمی توسعه یافته‌تر بود

وزن اتولیت دیده می شود که این رابطه رگرسیون خطی و توانی می تواند به عنوان یک شاخص مهم در تعیین رابطه بین اندازه بدن و اتولیت سایر ماهیان استفاده شود. از طرفی ریخت‌شناسی اتولیت می تواند به عنوان یک شاخص تاکسونومیکی در بررسی تغییرات درون جمعیتی و جدایی جمعیت‌های ماهیان مورد استفاده قرار گیرد.

منابع

- (دریای عمان). فصلنامه بوم‌شناسی آبزیان، (۱)۲: ۳۴-۲۴.
- منصور کیانی آ.** ۱۳۸۸. کاربرد مورفومتری و خصوصیات مورفولوژی اتولیت در جداسازی گونه‌های خانواده گیش‌ماهیان (Carangidae) در خلیج فارس و دریای عمان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات. ۱۱۷ص.
- Aydin R., Calta M. and Coban M. 2004.** Relationships between fish lengths and otolith length in the population of *Chodrostoma regium* (Heckel, 1843) inhabiting Keban Dam Lake, Pakistan. Journal of Biological Sciences, 7(9): 1550-1553.
- Begg G.A., Overholtz W.J. and 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.
- Campana S.E. 2005.** Otolith science entering the 21st century. Marine and Freshwater Research, 56: 485-495.
- Esmaili H.R. 2001.** Biology of an exotic fish, silver carp, *Hypophthalmichthys molitrix* (Val., 1844) from Gobindsagar Reservoir, Himachal Pradesh, India. Ph.D. Thesis, Panjab University, India. 147P.
- Esmaili H.R., Teimori A., Gholami Z. and Reichenbacher B. 2014.** Two new species of the tooth-carp *Aphanius* (Teleostei: Cyprinodontidae) and the evolutionary history of the Iranian inland and inland-related *Aphanius* species. Zootaxa, 3786(3): 246-268.
- Furlani D., Gales R. and Pemberton D. 2007.** Otoliths of common Australian temperate fish: A photographic guide. CSIRO Publishing. 208P.
- Gaughan D. and Mitchell R.W.D. 2000.** The biology and stock assessment of the tropical sardine, *Sardinella lemuru*, off the mid-west coast of Western Australia Fish. Final report to Fisheries Research and Development Corporation on Project No.
- خدادادی م. و عمادی ح. ۱۳۸۳.** تعیین سن هامور معمولی *Epinephelus coioides* با استفاده از برش و تهیه مقطع از سنگ گوش در آب‌های ساحلی خوزستان. مجله پژوهش و سازندگی، ۶۳: ۱۱-۲.
- دهقانی م.، کامرانی ا.، سالارپوری ع. و کمالی ع. ۱۳۹۲.** رابطه بین طول ماهی، طول و وزن اتولیت ساردین سند *Sardinella sindensis* (Day, 1879) از آب‌های ساحلی جاسک

- 95/037: Fisheries Research Report No. 119, Department of Fisheries, Western Australia. 136P.
- Halfman G.S., Collette B.B. and Facey D.E. 1997.** The diversity of fishes, Biology, Ecology and Evolution. Blackwell Science, Oxford. 714P.
- Harvey J.T., Loughlin T.R., Perez M.A. and Oxman D.S. 2000.** Relationship between fish size and otolith length for 63 species of fishes from the eastern North Pacific Ocean. NOAA Technical Report NMFS, 150. 35P.
- Hunt J.J. 1979.** Back-calculation of length at age from otoliths for silver hake of the Scotia Shelf. International Commission for the Northwest Atlantic Fisheries (ICNAF), Selected Papers, 5: 11–17.
- Hunt J.J. 1992.** Morphological characteristics of otoliths for selected fish in the Northwest Atlantic. Journal Northwest Atlantic Fish Science, 13: 63–75.
- Izzo C., Gillanders B.M. and Ward T.M. 2012.** Movement patterns and stock structure of Australian sardine (*Sardinops sagax*) off South Australia and the East Coast: Implications for future stock assessment and management. Final Report to the Fisheries Research and Development Corporation. South Australian Research and Development Institute (SARDI) Research Report Series, No. 611. 103P.
- Jawad L.A., Ambuali A., Al-Mamry J.M. and Al-Busaidi H.K. 2011.** Relationships between fish length and otolith length, width and weight of the Indian Mackerel *Rastrelliger kanagurta* (Cuvier, 1817) collected from the sea of Oman. Ribarstov, 69(2): 51–61.
- Lychakov D.V., Rebane Y.T., Lombarte A., Fuiman L.A. and Takabayashi A. 2006.** Fish Otolith asymmetry: Morphometry and modeling. Hearing Research, 219: 1–11.
- Mendoza R.P.R. 2006.** Otoliths and their applications in fishery science. Ribarstvo, 64(3): 89–102.
- Morat F., Banaru D., Merigot B., Batjakas I.E., Betoulle S., Vignon M., Lecomte-Finger R. and Letourneur Y. 2008.** Relationships between fish length and otolith length for nine teleost fish species from the Mediterranean basin, Kerguelen Islands, and Pacific Ocean. Cybium, 32(3): 265–269.
- Paxton J.R. 2000.** Fish otoliths: Do sizes correlate with taxonomic group, habitat and/or luminescence? Philosophical Transactions of the Royal Society London B, 355: 1299–1303.
- Probatov S.N. and Tereshchenko K.K. 1951.** The Caspian Sea

mulletts and its fisheries. Pishchepromizdat, Moscow. 115P.

Reichenbacher B., Sienknecht U., Kuchenhoff H. and 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.

Stevenson D.K. and Campana S.E. 1992. Otolith microstructure examination and analysis. *Canadian Special Publication of*

Fisheries and Aquatic Sciences, 20: 161–167.

Teimori A., Esmaili H.R., Gholami Z., Zarei N. and Reichenbacher B. 2012. *Aphanius arakensis*, a new species of tooth-carp (Actinopterygii, Cyprinodontidae) from the endorheic Namak Lake basin in Iran. *Zookeys*, 215: 55–76.

Tracey S.R., Lyle J.M. and Duhamel G. 2006. Application of elliptical Fourier analysis of 337 otolith form as a tool for stock identification. *Fish Research*, 77: 138–147.



Morphology of the sagittal otolith in *Liza aurata* (Risso, 1810) from coastal habitats of Caspian Sea southern basin

Mahboubeh Bamshad¹, Majid Askari Hesni^{2*}, Azad Teimori²,
Seyed Massoud Madjdzadeh³

Received: January 2016

Accepted: April 2016

Abstract

To do this objective, the otolith morphology and the relationships between fish length and weight with otolith dimension of *Liza aurata* (Risso, 1810) populations in coastal habitats of the Caspian Sea southern basin were studied. The specimens were sampled from four coastal populations including Nekah, Sorkhrud, Chalus and Bandar Anzali, then fixed in 75% alcohol and transferred to the laboratory for the otolith preparation. The left otoliths were extracted from adult specimens and photographed by camera connected to stereomicroscope. According to the results, otolith diameter ranges was 2.9 to 3.3% Standard Length (SL). Linear regression between fish length and otolith length was $TL=4.6042.OL - 3.5555$, $R^2=0.8492$ and regression model between fish length and otolith weight was $Ow=19.389.TL^{0.0129}$, $R^2=0.755$. The results indicated that there was positive relationship between fish body length and otolith dimensions. The results showed that general shapes of the otoliths in studied populations were mostly rectangular to oblong with irregular and also margins have indentations in ventral and dorsal rims. The antistrostrum was absent. The ostium was opened and funnel-like in anterior part of the sulcus, while it was closed and tubular in the posterior end and positioned in posterior ventral corner. Since the most important otolith characters that used to identify the Mugilidae species are the position of the sulcus, therefore it can be concluded that this character probably plays an important role in among population variations.

Key words: *Mugilidae*, *Fish Length*, *Length-Weight Relationship*, *Taxonomy*, *Caspian Sea*, *Otolith*.

1- M.Sc. in Animal Biosystematics, Department of Biology, Faculty of Sciences, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.

2- Assistant Professor in Department of Biology, Faculty of Sciences, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.

3- Associated Professor in Department of Biology, Faculty of Sciences, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.

*Corresponding Author: mahesni@gmail.com