مقایسه برخی خصوصیات ریخت‌سنجی اتولیت ساجیتا در گونه‌های سوکلا (*Rachycentron canadum*)، گربه‌ماهی خاکی (*Arius dussumieri*)، گربه‌ماهی بزرگ (*Arius thalassinus*)، عروس‌ماهی نواری (*Drepane longimana*) و عروس‌ماهی منقوط (*Drepane punctata*) در آب‌های خلیج فارس و دریای عمان

نرگس جوادزاده[1*]
نگار قطب الدین[2]
محمد تقی آژیر[3]

۱، ۲. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات خوزستان، استادیار گروه شیلات، اهواز، ایران
۳. مرکز تحقیقات ماهیان سردابی کشور، تنکابن، مازندران

***مسئول مکاتبات:**
nargesjavadzadeh@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۴/۱۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۷/۲۰
این مقاله برگرفته از طرح پژوهشی است.

چکیده

این بررسی به منظور مطالعه شکل و پارامترهای ریخت‌سنجی اتولیت ساجیتا در ۵ گونه سوکلا (*Rachycentron canadum*)، گربه‌ماهی خاکی (*Arius dussumieri*)، گربه‌ماهی بزرگ (*Arius thalassinus*)، عروس‌ماهی نواری (*Drepane longimana*) و عروس‌ماهی منقوط (*Drepane punctata*) در آب‌های خلیج فارس و دریای عمان انجام پذیرفت. نمونه‌برداری از مهر ماه ۱۳۹۰ تا دی ماه ۱۳۹۱ به طول انجامید. در طول این مدت تعداد ۲۱۶ نمونه از گونه‌های فوق صید و مورد مطالعه قرارگرفت. مدت زمان ترال‌کشی ۲ الی ۲/۵ ساعت و عمق ترال‌کشی از ۱۰ متر تا ۱۰۰ متر به صورت روزانه در نظر گرفته شد. عملیات صید و نمونه‌برداری در طول ۲۴ ساعت انجام پذیرفت. نمونه‌برداری از آب‌های استان خوزستان و بوشهر در پاییز و زمستان ۱۳۹۰ و از آب‌های استان هرمزگان و سیستان و بلوچستان در شهریور ماه ۱۳۹۱ انجام پذیرفت. خصوصیات زیست‌سنجی نمونه‌ها شامل طول کل، طول چنگالی، وزن ماهی و همچنین شکل اتولیت و پارامترهای زیست‌سنجی اتولیت ساجیتا از جمله طول، عرض، وزن، محیط و مساحت اتولیت در مورد هر گونه به صورت جداگانه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاکی از وجود اختلاف معنی‌دار در کلیه خصوصیات ریخت سنجی اتولیت ساجیتا در بین گونه‌های متفاوت بود. طول اتولیت و ارتفاع اتولیت در گونه‌های *A. dussumieri* و *A. thalassinus* اختلاف معنی‌دار نداشت (P>۰/۰۵)، ولی هر دو پارامتر در گونه‌های *R. canadum*، *D. longimana* و *D. punctata* اختلاف معنی‌دار نشان داد (P<۰/۰۵). دو پارامتر عرض اتولیت و وزن اتولیت در تمامی نمونه‌ها اختلاف معنی‌دار با هم نشان دادند (P<۰/۰۵). محیط اتولیت در گونه‌های *A. dussumieri* و*A. thalassinus* اختلاف معنی‌دار داشت (P<۰/۰۵) ولی در گونه‌های *R. canadum*، *D. longimana* و *D. punctata* اختلاف معنی‌دار نشان ندادند (P>۰/۰۵). مساحت اتولیت در گونه‌های *R. canadum*، *A. dussumieri* و *A. thalassinus* اختلاف معنی‌دار داشتند (P<۰/۰۵)، ولی در گونه‌های *D. longimana* و *D. punctata* اختلاف معنی‌دار نشان ندادند (P>۰/۰۵). بنابراین تفاوت‌های ساختاری اتولیت ساجیتا در گونه‌های مختلف می‌تواند در شناسایی گونه‌ای مورد استفاده قرار گیرد.

واژگان کلیدی: اتولیت، ریخت‌سنجی، خلیج فارس، دریای عمان.

مقدمه

اتولیت‌ها ساختارهای سفید و متراکمی هستند که در شنوایی و تعادل نقش دارند. تمام ماهیان استخوانی دارای سه جفت اتولیت یا سنگ گوش داخلی هستند (Campana and Neilson, 1985). اتولیت‌ها در ماهیان عملکردی مشابه گوش داخلی را در انسان دارند و علاوه

بر حس شنوایی در حس تعادل نیز نقش دارند (پرافکنده حقیقی، ۱۳۸۷). سنگریزه‌های موجود در اتاقک‌های اوتریکول، ساکول و لاژنا را به ترتیب لاپیلوس (Lapillus)، ساجیتا (Sagitta) و آستریسکوس (Asteriscus) می‌نامند (ستاری، ۱۳۸۱). در بین سه جفت اتولیت ماهیان استخوانی، ساجیتا بزرگ‌ترین اتولیت در اکثر گونه‌ها می‌باشد و بیش‌ترین تغییرات ریختی را در میان گونه‌ها دارد و اساساً در تعیین سن و اندازه، رده‌بندی، تفکیک ذخایر، مهاجرت و تحقیقات دیرینه‌شناسی استفاده می‌شود (Harvey *et al*., 2000; Kinacigi *et al*., 2000). مشخصات ریختی اتولیت‌های ساجیتا در بین گونه‌ها متفاوت است و اغلب گونه‌ها را می‌توان به وسیله ریخت‌شناسی مشخص ساجیتا شناسایی کرد (Harvey *et al*., 2000; Hunt, 1992). بنابراین اتولیت‌های یافت شده به وسیله دیرینه شناسان از دوره‌های گذشته زمین شناسی نشان می‌دهد که آن‌ها بهترین سند برای تحقیقات سیستماتیک ماهیان استخوانی هستند (Harvey *et al*., 2000; Kinacigi *et al*., 2000). همچنین الگوی رشد اتولیت‌های ساجیتا برای شناسایی درون گونه‌ای و تشخیص جمعیت‌های مختلف یک گونه نیز استفاده می‌شوند، زیرا رشد آن‌ها علاوه بر فاکتورهای ژنتیکی تحت تاثیر فاکتورهای محیطی مانند تغییرات فصلی، دما، زیستگاه و عادات غذایی بوده است و بررسی تاثیر عوامل محیطی بر گونه‌های یکسان با استفاده از اتولیت در مطالعات اکومورفولوژی واجد اهمیت می‌باشد (Bermejo, 2007). امروزه در علم شناسایی و طبقه‌بندی از روش‌های متفاوتی استفاده می‌گردد، مثلاً در شناسایی خانواده بر اساس مشخصات مورفولوژیکی، بعضاً از کالبد شکافی بهره می‌جویند. در زمینه شناسایی جنس، گونه و زیر گونه از شکل و اندازه اتولیت به عنوان یکی از مطمئن‌ترین روش‌های طبقه‌بندی استفاده می‌گردد. خدادادی و عمادی (۱۳۸۳) هامور معمولی (*Epinephelus coioides*) را در آب‌های ساحلی استان خوزستان با استفاده از برش و تهیه مقطع از اتولیت تعیین سن نمودند. کمالی و همکاران (۱۳۸۵) تعیین سن سرخوی معمولی (*Lutjanus johni*) را با استفاده از برش اتولیت انجام دادند. صدیق‌زاده و همکاران (۱۳۸۶) ریخت‌شناسی اتولیت در برخی از ماهیان اقتصادی سطح‌زی خلیج فارس را مورد مطالعه قرار داد. در این تحقیق امکان استفاده از این خصوصیات برای شناسایی گونه از روی اتولیت مورد بررسی قرار گرفت. وی همچنین خانواده سرخو ماهیان دریای عمان را نیز بر همین اساس شناسایی کرده است. ربانی‌ها و همکاران (۱۳۸۷) لارو ماهیان دریایی را با بررسی میکروسکوپی اتولیت مورد مطالعه قرار داد. در این تحقیق لارو ماهیان خانواده‌های Atherinidae، Ophididae، Solidae، Clupeidae مورد بررسی قرار گرفتند. همایونی و همکاران (۱۳۹۰) به مقایسه خصوصیات ریخت‌سنجی اتولیت‌های ساجیتا در ۱۰ گونه از شگ‌ماهیان خلیج فارس و دریای عمان پرداخت. ولی‌نسب و حسینی شکرابی (۱۳۹۰) به بررسی الگوی رشد و تعیین سن روزانه فانوس‌ماهی *Benthosema pterotum* در دریای عمان پرداختند. در این مطالعه از اتولیت ساجیتا به منظور تعیین سن استفاده گردید. Nolf (۱۹۸۵) اشکال اتولیت را در اغلب ماهیان در حد خانواده نشان داده است. Smale و همکاران (۱۹۹۵) اشکال اتولیت و ویژگی‌های آن را در ماهیان دریایی جنوب افریقا به صورت یک اطلس طی تحقیقی ۲۰ ساله تهیه نموده است. Rivaton و Bourret (۱۹۹۹) ویژگی‌های ۹۹۸ اتولیت از ماهیان منطقه هند ـ آرام را بیان نموده، که در این میان اتولیت ماهیان مزوپلاژیک و دیگر ماهیان اعماق نیز به چشم می‌خورد. Campana (۲۰۰۴) در کتاب Photographic Atlas of Fish Otoliths of the Northwest Atlantic Ocean تصویر ۵۸۰ جفت اتولیت از ۲۸۸ گونه ماهی متعلق به ۹۷ خانواده از ماهیان شمال غرب اقیانوس اطلس را به صورت اطلس تهیه کرده است. Furlani و همکاران (۲۰۰۷) تحقیقات کاملی در خصوص ریخت‌شناسی و ریخت‌سنجی اتولیت ساجیتا در شعاع بالگان انجام دادند و دریافتند در شعاع بالگان سطح میانی ساجیتا (Proximal) نسبت به سطح پشتی (Distal) دارای خصوصیات کاربردی جهت فعالیت‌های سیستماتیک است و سطح Distal اکثراً دارای سطح صاف یا بی‌نظم می‌باشد. طرح و شکل ساجیتا برای شناسایی در حد خانواده و راسته (Tuset *et al*., 2008) و فرورفتگی یا برآمدگی‌هایی که در سطح میانی اتولیت وجود دارد، در رده‌بندی تا حد جنس و گونه می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد (Tuset *et al*., 2008; Green *et al*., 2009).

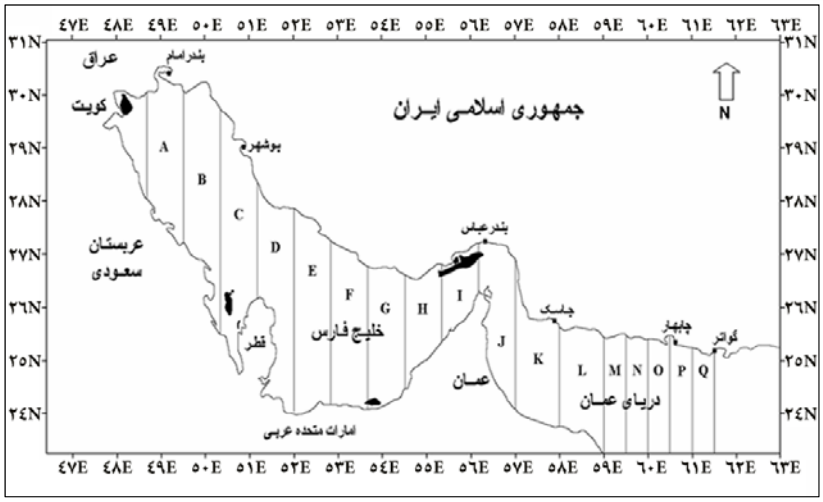
بدن ماهیان خانواده Drepaneidae (عروس ماهیان) مرتفع و از دو طرف فشرده است. سر کوتاه، فلس‌های دایره‌ای شکل، باله پشتی دو قسمتی که بخش اول دارای ۱۳ تا ۱۴ شعاع سخت بوده و بخش دوم از شعاع‌های نرم تشکیل شده است. باله مخرجی دارای ۳ شعاع سخت و باله سینه‌ای طویل و نوک‌تیز می باشد. افراد بالغ به صورت انفرادی، جفت یا گله‌ای روی مناطق سنگی یا صخره‌های مرجانی تا عمق ۴۰

متری دیده می‌شوند (عمادی و قاسمی مجد، ۱۳۸۶). ماهیان خانواده Ariidae (گربه ماهیان) بدنی قطور، کشیده و یک باله پشتی دارند که در ابتدای آن خار سمی است. یک باله چربی بزرگ در انتهای بدن دارند. باله‌های سینه‌ای بزرگ و در ابتدای آن‌ها خار بزرگی است. باله‌های شکمی و مخرجی بزرگی دارند. باله دمی تقریباً چنگالی است. چهار عدد سبیلک و دو سوراخ بینی و خط جانبی مشخص دارند. چون ماهیان نر و ماده تخم‌های لقاح یافته را در گلو با هم تعویض می کنند، گلوماهیان نامیده می‌شوند و به این وسیله عمل حفاظت از تخم و نوزاد را انجام می‌دهند.

در سوکلا ماهیان (Rachycentridae) بدن کشیده و سر پهن و فشرده است. دهان انتهایی و بزرگ، دندان‌ها کرکی شکل، فک پایینی اندکی جلوتر است. فلس‌ها کوچک و در پوست ضخیم جایگزین شده اند. خط جانبی مستقیم است. اولین باله پشتی از خارهای کوتاه مجزا از هم و بدون غشا تشکیل شده است. باله شکمی زیر باله سینه‌ای، باله پشتی دوم و باله مخرجی نسبتاً طویل و قرینه‌اند. لبه‌های سرپوش و پیش سرپوش آبشش دندان‌های ظریفی دارد (یاسمی، ۱۳۸۷). تحقیق حاضر با هدف مطالعه شکل و پارامترهای ریخت‌سنجی اتولیت ساجیتا در ۵ گونه سوکلا (*Rachycentron canadum*)، گربه‌ماهی خاکی (*Arius dussumieri*)، گربه‌ماهی بزرگ (*Arius thalassinus*)، عروس‌ماهی نواری (*Drepane longimana*) و عروس‌ماهی منقوط (*Drepane punctata*) در آب‌های خلیج فارس و دریای عمان انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور انجام تحقیق حاضر تعداد ۲۱۶ نمونه از ۵ گونه متعلق به خانواده‌های Drepaneidae، Ariidae و Rachycentridae در فاصله زمانی مهر ماه ۱۳۹۰ تا دی ماه ۱۳۹۱ تهیه گردید. تعداد نمونه‌ها برای ماهی سوکلا (*Rachycentron canadum*)، گربه‌ماهی خاکی (*Arius dussumieri*)، گربه‌ماهی بزرگ (*Arius thalassinus*)، عروس‌ماهی نواری (*Drepane longimana*) و عروس‌ماهی منقوط (*Drepane punctata*) به ترتیب ۳، ۴۸، ۷۶، ۲۴ و ۶۵ عدد بود. صید نمونه‌ها توسط شناور ترالر کاویان تحت مالکیت شرکت کاویان صید جنوب با قابلیت ترال‌کشی به صورت عمقی، نیمه عمقی (میان آبی) و سطحی انجام پذیرفت. مدت زمان ترال‌کشی ۲ تا ۲/۵ ساعت و عمق ترال‌کشی از ۱۰ متر تا ۱۰۰ متر در نظر گرفته شد. عملیات صید و نمونه‌برداری در طول ۲۴ ساعت انجام شد. منطقه مورد نظر محدوده آب‌های استان خوزستان، بوشهر، هرمزگان و سیستان و بلوچستان بود. جهت سهولت در امر نمونه‌برداری کل منطقه فوق به ۱۷ استراتوم به ترتیب از غرب به شرق (A,B,C,..,Q) تقسیم بندی شد. در هر استراتوم ۴ لایه عمقی به ترتیب ۲۰-۱۰، ۳۰-۲۰، ۵۰-۳۰ و ۱۰۰-۵۰ متر مشخص و جدا شد (شکل ۱).



شکل ۱: نقشه محل صید آب‌های خلیج فارس و دریای عمان.

مشخصات زیست‌سنجی هر نمونه شامل طول کل، طول چنگالی و وزن کل ماهی اندازه‌گیری و ثبت گردید. سپس جهت خارج کردن اتولیت‌ها (ساجیتا) بخش پشتی جمجمه هر ماهی در مقابل حاشیه عقبی استخوان پیش سرپوش آبششی به وسیله اسکالپل شکافته شد و پس از نمایان شدن مغز و تخلیه آن به کمک پنس، اتولیت‌ها خارج شده و پس از شستشو و برداشتن لایه محافظ دور آنها، در نهایت رطوبت‌گیری انجام پذیرفت. پس از این مرحله اتولیت‌های کدر توسط سود ۱ درصد به مدت ۲ دقیقه شستشو داده شدند و سپس به منظور جلوگیری از اکسید شدن، اتولیت‌ها را با توجه به اندازه در قالب‌های کوچک پارافین جامد که از قبل تحت تاثیر حرارت به حالت مایع درآمده بودند، قرار داده تا کاملاً سرد و منجمد گردند (Kinacigil *et al*., 2000). شکل اتولیت‌ها توسط استریومیکروسکوپ مورد مطالعه قرار گرفت. زیست‌سنجی اتولیت‌ها به کمک کولیس و با دقت ۰/۱ میلی‌متر انجام شد. وزن اتولیت (OM) با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. همچنین سایر پارامترهای ریخت‌سنجی اتولیت ساجیتا شامل طول اتولیت (OL: بیشترین اندازه انتهای جلویی تا عقبی اتولیت)، عرض اتولیت (OB: حداکثر اندازه بین لبه پشتی تا شکمی اتولیت)، محیط اتولیت (OP) و مساحت اتولیت (OS)، به کمک نرم افزار Image tool محاسبه گردید. تصاویر اتولیت به کمک دوربین دیجیتال از دو سطح پشتی و شکمی تهیه گردید. به منظور بررسی ویژگی‌های اتولیت از سه شاخص اندازه، کشیدگی و ضخامت استفاده شد (صدیق‌زاده و همکاران، ۱۳۸۶) (جدول ۱).

جدول ۱: طبقه بندی ابعادی شاخص‌ها (صدیق زاده و همکاران،۱۳۸٦).

شاخص	مشخصه	دامنه
شاخص اندازه اتولیت OSI (نسبت طول اتولیت به طول کل ماهی)	کوچک	OSI≤۰/۰۳
	متوسط	۰/۰۴>OSI>۰/۰۳
	بزرگ	OSI≥۰/۰۴
شاخص کشیدگی اتولیت OLI (نسبت طول اتولیت به عرض اتولیت)	پهن	OLI≤۱/۷
	متوسط	۲/۷>OLI>۱/۷
	کشیده	OLI≥۲/۷
شاخص ضخامت OTI (نسبت ضخامت اتولیت به میانگین طول و عرض اتولیت)	ضخیم	OTI≤۰/۲
	متوسط	۰/۲>OTI>۰/۳
	نازک	OTI≥۰/۳

مقایسه خصوصیات ریخت‌سنجی اتولیت ساجیتا در گونه‌های مختلف به منظور تعیین سطح معنی‌دار بودن اختلافات به کمک آزمون دانکن توسط برنامه آماری spss انجام گردید.

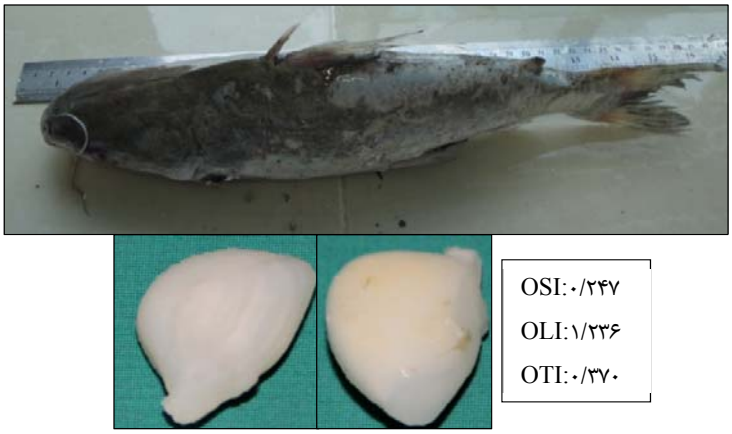
نتایج

در این تحقیق به منظور مطالعه شکل و پارامترهای ریخت‌سنجی اتولیت ساجیتا در ۵ گونه، تعداد ۲۱۶ نمونه شامل گونه‌های سوکلا (*Rachycentron canadum*) (شکل ۲)، گربه‌ماهی خاکی (*Arius dussumieri*) (شکل ۳)، گربه‌ماهی بزرگ (*Arius thalassinus*) (شکل ۴)، عروس ماهی نواری (*Drepane longimana*) (شکل ۵) و عروس‌ماهی منقوط (*Drepane punctata*) (شکل ۶) در آب‌های خلیج فارس و دریای عمان صید و مورد مطالعه قرارگرفت:

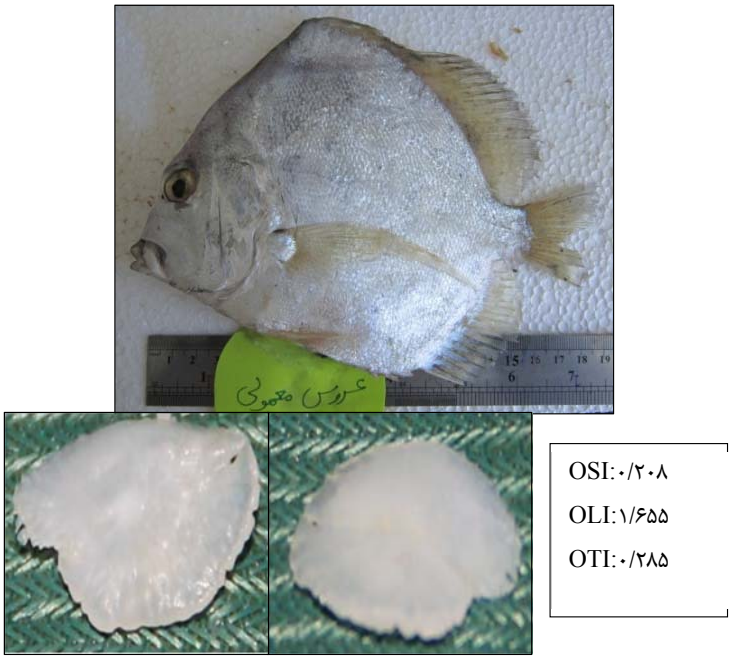
اشکال ۲ تا ۵ گویای تصاویری از نمونه‌ها و اتولیت مربوط به آن‌ها به همراه شاخص‌های اندازه، کشیدگی و ضخامت می‌باشد.

شکل ۲: گونه *Rachycentron canadum* و نمای پشتی و شکمی اتولیت مربوط به آن در آب‌های خلیج فارس و دریای عمان (۱۳۹۱).

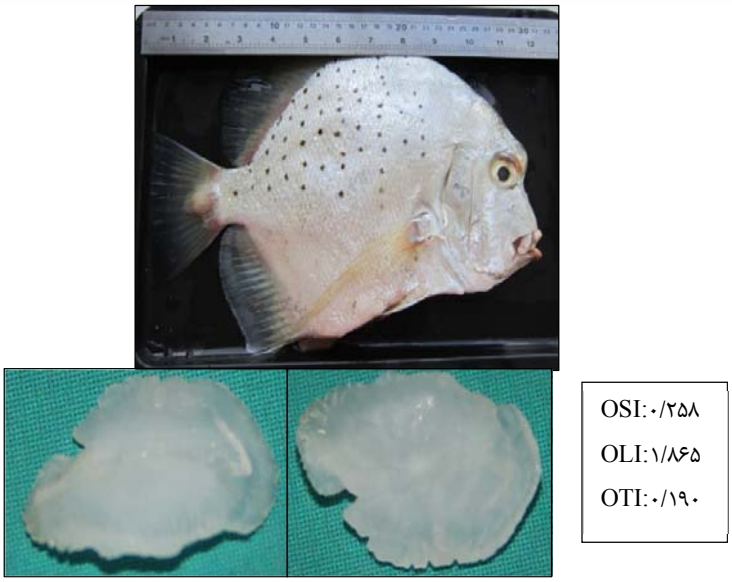
شکل ۳: گونه *Arius dussumieri* و نمای پشتی و شکمی اتولیت مربوط به آن در آب‌های خلیج فارس و دریای عمان (۱۳۹۱).



شکل ٤: گونه *Arius thalassinus* و نمای پشتی و شکمی اتولیت مربوط به آن در آب‌های خلیج فارس و دریای عمان (۱۳۹۱).



شکل ٥: گونه *Drepane longimana* و نمای پشتی و شکمی اتولیت مربوط به آن در آب‌های خلیج فارس و دریای عمان (۱۳۹۱).



شکل ٦: گونه *Drepane punctata* و نمای پشتی و شکمی اتولیت مربوط به آن در آب‌های خلیج فارس و دریای عمان (۱۳۹۱).

خصوصیات زیست‌سنجی گونه‌ها به همراه کلیه پارامترهای مربوط به اتولیت آنها در جدول ۲ تا ۶ آورده شده است.

جدول ۲: مشخصات زیست‌سنجی گونه *Rachycentron canadum* و اتولیت مربوط به آن.

بیو متری	TL (سانتی‌متر)	SL (سانتی‌متر)	TW (گرم)	ROL (میلی‌متر)	ROB (میلی‌متر)	ROD (میلی‌متر)	ROW (گرم)	LOL (میلی‌متر)	LOB (میلی‌متر)	LOD (میلی‌متر)	LOW (گرم)	OP	OS
بیشینه	۷۶	۷۳	۲۸۴۳	۱/۷۱	۱/۵۹	۰/۲۳۵	۰/۰۰۱۶	۱/۶۳	۱/۶۱	۰/۲۴	۰/۰۰۱۸	۵/۸۲۶	۰۶E-۳/۵۳
کمینه	۲۵	۲۳	۹۵۰	۰/۵۶	۰/۵۲	۰/۰۷۷	۰/۰۰۰۵	۰/۵۴	۰/۵۳	۰/۰۸	۰/۰۰۰۵	۵/۸۲۶	۰۷E-۲/۷۳
میانگین	۵۸	۵۲	۱۸۵۰	۰/۹۵	۰/۸۵	۰/۰۹۴	۰/۰۰۰۸	۰/۷۶	۰/۸۵	۰/۱۸	۰/۰۰۰۹	۵/۸۲۶	۰۷E-۸/۱۴
انحراف معیار	۷/۲	۶/۵	۱۵۳	۰/۰۵	۰/۰۲۴	۰/۰۰۶	۰/۰۰۰۰۵	۰/۰۴	۰/۰۶	۰/۰۴	۰/۰۰۰۰۶		

جدول ۳: مشخصات زیست‌سنجی گونه *Arius dussumieri* و اتولیت مربوط به آن.

بیو متری	TL (سانتی‌متر)	SL (سانتی‌متر)	FL (سانتی‌متر)	TW (گرم)	ROL (میلی‌متر)	ROB (میلی‌متر)	ROD (میلی‌متر)	ROW (گرم)	LOL (میلی‌متر)	LOB (میلی‌متر)	LOD (میلی‌متر)	LOW (گرم)	OP	OS
بیشینه	۶۱	۵۱	۵۶	۱۱۵۰	۱۳/۵۶	۱۰/۵۹	۴/۳	۰/۵۶۳	۱۳/۵	۱۱/۰۱	۴/۱	۰/۵۶۴	۲۴۲/۵۸۵	۲/۵۴۲
کمینه	۱۲	۷	۹	۸۵	۵/۱	۳/۸۲	۲/۱۱	۰/۰۹۴	۵/۲۴	۳/۸۶	۲/۱۸	۰/۰۹۴	۹/۷۱۸	۰/۰۴۱
میانگین	۴۵	۳۲	۳۸	۶۹۰	۸/۴۳	۶/۳	۳/۱	۰/۲۵۶	۸/۵۱	۶/۷۲	۳/۲۳	۰/۳۵۱	۴۴/۶۲۲	۰/۴۱۶
انحراف معیار	۳/۲	۴/۶	۳/۸	۸۵/۶	۱/۸	۱/۰۲	۰/۹۸	۰/۰۸۴	۱/۰۵	۱/۲۴	۰/۹۵	۰/۰۸۵		

جدول ٤: مشخصات زیست‌سنجی گونه *Arius thalassinus* و اتولیت مربوط به آن.

بیو متری	TL (سانتی‌متر)	SL (سانتی‌متر)	FL (سانتی‌متر)	TW (گرم)	ROL (میلی‌متر)	ROB (میلی‌متر)	ROD (میلی‌متر)	ROW (گرم)	LOL (میلی‌متر)	LOB (میلی‌متر)	LOD (میلی‌متر)	LOW (گرم)	OP	OS
بیشینه	۵۲	۴۳	۴۸	۱۰۲۴	۱۴/۶	۱۳/۵	۳/۸	۰/۴۷۶	۱۳/۸	۱۳/۱	۳/۵۶	۰/۴۴۵	۱۶۶/۵۴۰	۱/۷۲۶
کمینه	۱۰	۵	۷	۷۶	۲/۸	۲/۵۹	۰/۷۳	۰/۰۹۱	۲/۴	۲/۴۵	۰/۷۱	۰/۰۸۸	۹/۴۵۰	۰/۰۳۸
میانگین	۳۶	۲۹	۳۲	۶۱۰	۸/۹	۷/۲	۲/۹۸	۰/۳۲۱	۸/۸	۷/۲۱	۲/۴۳	۰/۲۹۵	۷۰/۸۲۸	۰/۶۹۸
انحراف معیار	۳/۶	۴/۲	۵	۴۶	۱/۲۵	۱/۶	۰/۲۱	۰/۰۴۱	۱/۶۲	۱/۰۱	۰/۰۸	۰/۰۵۷		

جدول ٥: مشخصات زیست‌سنجی گونه *Drepane longimana* و اتولیت مربوط به آن.

بیو متری	TL (سانتی‌متر)	SL (سانتی‌متر)	TW (گرم)	ROL (میلی‌متر)	ROB (میلی‌متر)	ROD (میلی‌متر)	ROW (گرم)	LOL (میلی‌متر)	LOB (میلی‌متر)	LOD (میلی‌متر)	LOW (گرم)	OP	OS
بیشینه	۲۹	۲۶	۹۸۶	۷/۵۴	۳/۹۵	۱/۲۳	۰/۰۷۱	۷/۱۵	۳/۷۶	۱/۴۷	۰/۰۶۸	۷/۹۰۲	۰/۰۲۲
کمینه	۱۲	۹	۳۵۴	۳/۱۲	۱/۶۳	۰/۵۱	۰/۰۲۹	۲/۹۶	۱/۵۶	۰/۶۱	۰/۰۲۸	۶/۰۹۸	۰/۰۰۲
میانگین	۲۲/۸	۲۰	۶۸۲	۴/۷۵	۲/۸۷	۱/۰۸۷	۰/۰۵۰	۵/۴۲	۲/۴۵	۱/۰۵	۰/۰۳۵	۶/۷۵۹	۰/۰۱۰
انحراف معیار	۴/۵	۲/۳	۸۶	۰/۵۷	۰/۰۸۴	۰/۰۰۴۲	۰/۰۰۲	۰/۹۸	۰/۴۲	۰/۳۵	۰/۰۰۲		

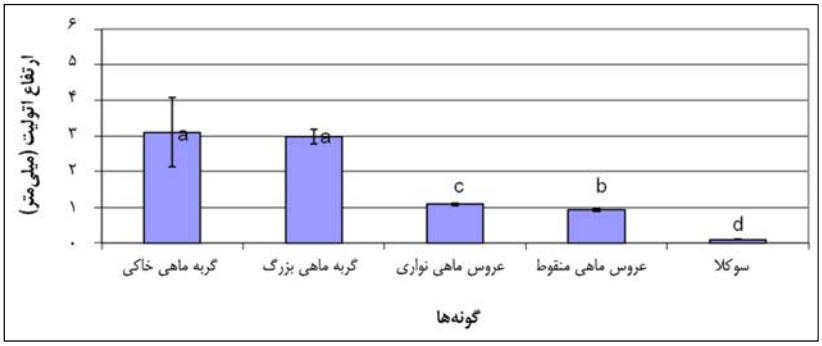
جدول ٦: مشخصات زیست‌سنجی گونه *Drepane punctata* و اتولیت مربوط به آن.

بیو متری	TL (سانتی‌متر)	SL (سانتی‌متر)	TW (گرم)	ROL (میلی‌متر)	ROB (میلی‌متر)	ROD (میلی‌متر)	ROW (گرم)	LOL (میلی‌متر)	LOB (میلی‌متر)	LOD (میلی‌متر)	LOW (گرم)	OP	OS
بیشینه	۳۴	۳۱	۱۲۵۴	۸/۱۱	۴/۴۸	۱/۲۵	۰/۰۸۸	۸/۲۱	۴/۳۸	۱/۱۹	۰/۰۸۴	۹/۱۹۹	۰/۰۳۶
کمینه	۱۰	۸	۳۵۶	۲/۳۹	۱/۳۲	۰/۳۷	۰/۰۲۶	۲/۴۱	۱/۲۹	۰/۳۵	۰/۰۲۴	۶/۰۲۸	۰/۰۰۲
میانگین	۲۵	۲۲	۷۸۴	۶/۴۵	۳/۴۵	۰/۹۴	۰/۰۵۸	۶/۵۵	۳/۳۴	۰/۹۸	۰/۰۶۰	۷/۰۹۲	۰/۰۱۳
انحراف معیار	۴/۵	۲/۸	۶۸	۱/۰۳	۰/۷۴	۰/۰۵	۰/۰۰۳	۱/۱	۰/۶۹	۰/۰۶۱	۰/۰۰۷		

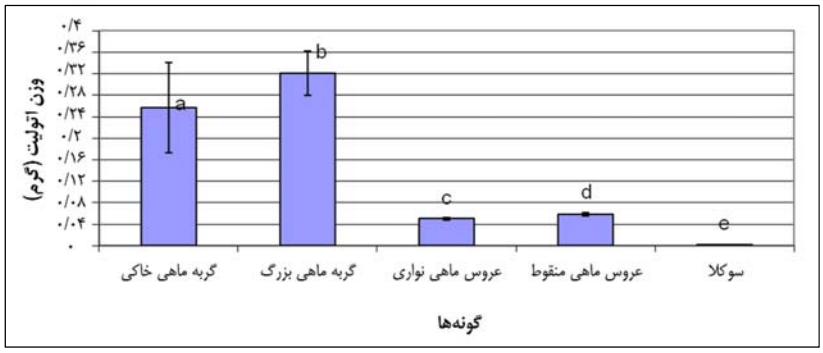
اشکال ۱۲ الی ۱۷ مربوط به مقایسه پارامترهای ریخت‌سنجی در گونه‌های مختلف مورد مطالعه می باشد (گونه‌های با حروف مشابه اختلاف معنی‌دار ندارند).

شکل۱۲: مقایسه طول اتولیت در گونه‌های مختلف مورد مطالعه.

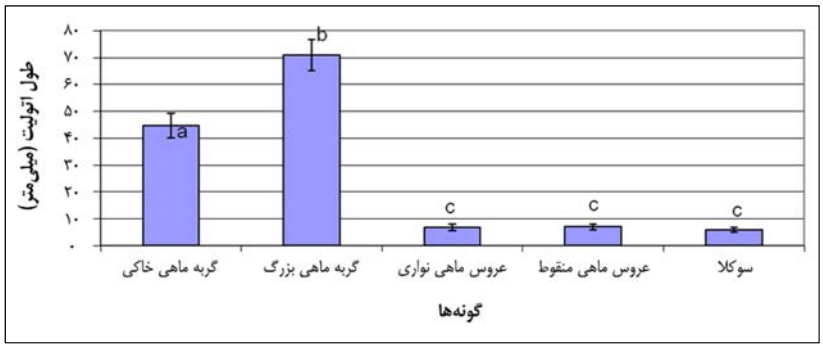
شکل۱۳: مقایسه عرض اتولیت در گونه‌های مختلف مورد مطالعه.



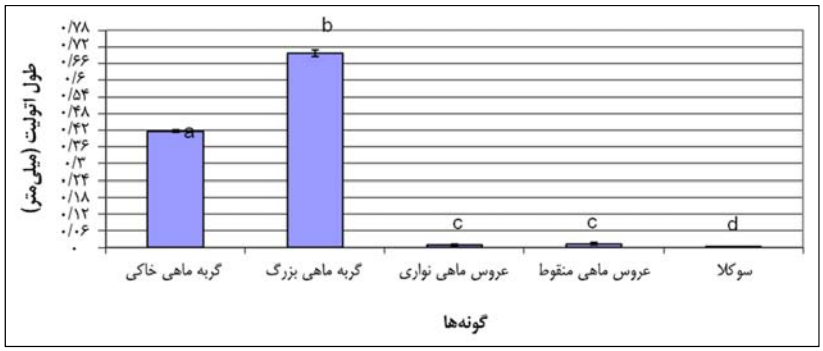
شکل۱٤: مقایسه ارتفاع اتولیت در گونه‌های مختلف مورد مطالعه.



شکل۱۵: مقایسه وزن اتولیت در گونه‌های مختلف مورد مطالعه.



شکل۱۶: مقایسه محیط اتولیت در گونه‌های مختلف مورد مطالعه.



شکل۱۷: مقایسه مساحت اتولیت در گونه‌های مختلف مورد مطالعه.

نتایج نشان‌دهنده آن است که کلیه خصوصیات ریخت‌سنجی اتولیت ساجیتا در بین گونه‌های متفاوت مورد مطالعه اختلاف معنی‌دار نشان دادند. نتایج حاصل از بررسی طول اتولیت و ارتفاع اتولیت حاکی از آن است که این دو پارامتر در گونه‌های *A. dussumieri* و *A. thalassinus* اختلاف معنی‌دار ندارند ($p>۰/۰۵$) ولی هر دو پارامتر در گونه‌های *R. canadum* ، *D. longimana* و *D. punctata* اختلاف معنی‌دار نشان می‌دهند ($p<۰/۰۵$). دو پارامتر عرض اتولیت و وزن اتولیت در تمامی نمونه‌ها اختلاف معنی‌دار با هم نشان می‌دهد ($p<۰/۰۵$). محیط اتولیت در گونه‌های *A. dussumieri* و *A. thalassinus* اختلاف معنی‌دار دارند ($p<۰/۰۵$)، ولی در گونه‌های *R. canadum*، *D. longimana* و *D. punctata* اختلاف معنی‌دار نشان نمی‌دهند ($p>۰/۰۵$). مساحت اتولیت در گونه‌های *R.*

canadum، *A. dussumieri* و *A. thalassinus* اختلاف معنی‌دار دارند (p<۰/۰۵) ولی در گونه‌های *D. longimana* و *D. punctata* اختلاف معنی دار نشان نمی‌دهند (p>۰/۰۵).

بحث و نتیجه‌گیری

همان‌طور که ذکر گردید اتولیت در ماهیان شبیه اتوکونیا در سایر مهره داران است. اتولیت‌ها بزرگتر از اتوکونیاها هستند و از نظر شکل و اندازه در گروه‌های مختلف ماهیان بسیار پیچیده و متفاوت هستند. تنوع در شکل و اندازه اتولیت از ویژگی‌های گونه‌ای آنها حکایت می‌کند. اتوکونیاها همانند اتولیت‌ها در عمل تعادلی نقش دارند. معمولاً هر سه جفت اتولیت از نظر محل قرارگیری، اندازه، شکل و ساختمان در ماهیان با یکدیگر متفاوتند. اندازه اتولیت در گونه‌هایی که ساختمان بدن آنها گرد است، مثل روغن ماهی (Cod) و یا ماهی Haddock کمی بزرگتر است و در برش‌ها نیز حلقه‌ها را راحت‌تر می‌توان مطالعه کرد. ماهیان پرنده هم دارای اتولیت بزرگی هستند که احتمالاً در ارتباط با سازش آنها برای حفظ تعادل خود هنگام خروج از آب است. ماهیان پهن دارای اتولیت نازک‌تری هستند و ممکن است بتوان بدون نیاز به تهیه برش، بخصوص در ماهیان جوان، حلقه‌های رشد را مطالعه کرد. ضخامت اتولیت‌ها در ماهیان مسن‌تر بیشتر است و ممکن است مستقیماً حلقه‌های رشد را نشان ندهند. به طور کلی ساجیتاهای بزرگ‌تر در گونه‌ها و جمعیت‌هایی که دارای رشد سوماتیک پایینی هستند uncoupling نامیده می‌شوند. در این حالت اتولیت ساجیتا به صورت مستقل از رشد سوماتیک بدن رشد می‌کند. شایان ذکر است که در برخی از تحقیقات، نتایج متفاوتی نسبت به آنچه گفته شد به دست آمده است، یعنی نمونه‌هایی دیده شده‌اند که دارای رشد آهسته‌تری هستند، ولی اتولیت ساجیتا در آنها بزرگتر از افرادی است که رشد سریع‌تری دارند (پرافکنده حقیقی، ۱۳۸۷). البته گزارش‌هایی در خصوص توانایی اثربخش بودن نرخ رشد بر شکل ساجیتا وجود دارد (Wilson, 1985). اغلب گزارش‌ها حتی در مورد برخی از گونه‌های عمق‌زی، نشان می‌دهد که رشد سریع‌تر می‌تواند تا حدودی در شکل اتولیت موثر باشد (Botha, 1971; Lombarte, 1992; Lombarte and Lieonart, 1993).

گونه‌های *A. dussumieri*، *A. thalassinus*، *D. longimana* و *D. punctata*، از نظر اکولوژیک جز نمونه‌های demersal محسوب می‌شود، درحالی‌که نمونه *R. canadum* یک گونه پلاژیک بزرگ می‌باشد و نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که اتولیت در گونه‌های *A. dussumieri* و *A. thalassinus* دارای اندازه بزرگ، کشیدگی پهن و ضخامت زیاد می‌باشد، اتولیت در گونه *D. longiman* بیضی شکل، پنج‌وجهی و دارای اندازه بزرگ، کشیدگی پهن و با ضخامت متوسط می‌باشد. اتولیت در گونه *D. punctata* بیضی شکل، با اندازه بزرگ، کشیدگی متوسط و ضخامت کم است و در نهایت اتولیت در گونه *R. canadum* مستطیلی شکل و دارای اندازه کوچک، کشیدگی پهن و ضخامت کم می‌باشد که این موضوع در مطالعه Sadighzadeh و همکاران (۲۰۱۲) نیز آورده شده است. از آنجا که اتولیت در امر تعادل نیز نقش دارند، لذا این موضوع قابل انتظار است که آبزیانی که شناگران ماهری هستند، یا آن‌هایی که به حالت شناور در آب می‌مانند و سرعت شنای کمی دارند یا در کف دریا می‌خزند، دارای اشکال متفاوتی از اتولیت باشند (پرافکنده حقیقی، ۱۳۸۷). اتولیت‌های بزرگ در ماهیانی دیده می‌شود که شنوایی خوبی دارند یا این که برقراری روابط در بین آن‌ها بسیار مهم می‌باشد، مانند نمونه‌هایی از خانواده Gadidae، Batrachoididae، Sciaenidae و ...

به طور کلی مدارک مختلف نشان می دهند که شناگران سریع پلاژیک مانند نمونه‌هایی از خانواده Istiophoridae، Scombridae، Carangidae اتولیت‌های بسیار کوچک دارند (Campana and Neilson, 1985) همچنین با توجه به اندازه بزرگ نمونه *R. canadum* و شنای بسیار سریع و نیرومند در اطراف جزایر مرجانی و تشکیلات صخره‌ای آب‌های ساحلی (بلگواد و لوپنتین، ۱۳۷۷) اندازه کوچک اتولیت در این نمونه قابل توجیه است. از سوی دیگر ماهیانی که حرکت کندتری دارند یا کف‌زی می‌باشند، اتولیت‌های بزرگتری دارند مانند گونه‌های خانواده Megalopsidae، Serranidae، Sciaenidae، Gadidae و Centrarchidae (Campana and Neilson, 1985) که این موضوع با نتایج حاصل از تحقیق حاضر همخوانی دارد. گونه‌های خانواده Ariidae در آب‌های ساحلی به ویژه در نزدیکی

دهانه رودخانه‌ها سکونت دارند و شنای کندی در آب‌های نزدیک بستر دریا دارند (بلگواد و لوپنتین، ۱۳۷۷)، در نتیجه باتوجه به مطالب فوق الذکر اندازه بزرگ اتولیت در گونه‌های *A. dussumieri* و *A. thalassinus* با نحوه زندگی و نوع حرکت آنها ارتباط دارد.

سپاسگزاری

مقاله حاضر مستخرج از طرح تحقیقاتی تحت عنوان "شناسایی گونه‌ای ماهیان خلیج فارس و دریای عمان با استفاده از اتولیت" می‌باشد که در دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات خوزستان انجام پذیرفت. بدین‌وسیله از مسئولین محترم آزمایشگاه واحد علوم و تحقیقات خوزستان به سبب همکاری در استفاده از امکانات تشکر می شود.

منابع

بلگواد، ه. و لوپنتین، ب.، ۱۳۷۷. ماهیان خلیج فارس. (ترجمه: اسمعیل اعتماد و بابا مخیر)، موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران، ۴۱۶ ص.

پرافکنده حقیقی، ف.، ۱۳۸۷. تعیین سن در آبزیان. انتشارات موسسه تحقیقات شیلات ایران، تهران.

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 استان خوزستان. مجله پژوهش و سازندگی، ۶۳، ۱۰.

ربانی‌ها، م.، وثوقی، غ.، فاطمی، م. ر. و جمیلی. ش.، ۱۳۸۷. تعیین سن لارو ماهیان دریایی با استفاده از بررسی میکروسکوپی اتولیت. مجله پژوهش و سازندگی، ۸۱، ۳.

ستاری، م.، ۱۳۸۱. ماهی شناسی، تشریح و فیزیولوژی. انتشارات نقش مهر.

صدیق زاده، ز.، وثوقی، غ.، ولی نسب، ت. و فاطمی، م. ر.، ۱۳۸٦. مروری بر ریخت شناسی اتولیت در برخی از ماهیان اقتصادی سطح زی خلیج فارس. مجله دامپزشکی دانشگاه آزاد اسلامی، ۳، ۱۰.

عمادی، ح. و قاسمی مجد، پ.، ۱۳۸۷. شناخت انواع ماهی و میگوی خوراکی. انتشارات علمی آبزیان، ۲۱۵ ص.

کمالی، ع.، ولی نسب، ت.، و عمادی، ح.، ۱۳۸۵. تعیین سن سرخوی معمولی (*Lutjanus johni*) با استفاده از برش سنگ گوش. مجله علمی شیلات ایران، ۲، ۱۰.

ولی نسب، ت. و حسینی شکرابی، پ.، ۱۳۹۰. الگوی رشد و تعیین سن روزانه فانوس ماهی (*Benthosema pterotum*) در دریای عمان. مجله علمی شیلات ایران، ۲، ۱۴.

همایونی، ه.، ولی نسب، ت. و سیف آبادی، ج.، ۱۳۹۰. مقایسه خصوصیات ریخت سنجی اتولیت‌های ساجیتا در ۱۰ گونه از شگ ماهیان خلیج فارس و دریای عمان. مجله علمی شیلات ایران، ۲، ۱۲.

یاسمی، م.، ۱۳۸۷. ماهی‌شناسی با تاکید بر ماهیان آب‌های ایران. موسسه آموزش عالی علمی-کاربردی جهاد کشاورزی، ۲۰۵ ص.

Bermejo, S., 2007. Fish age classification based on length, weight, sex and otolith morphological features. Fisheries Research, 84: 270-274.

Botha, L., 1971. Growth and otolith morphology of the Cape Hakes *Merluccius capensis* Cast and *M. paradoxus* Franca. Investigation report division of sea fisheries of South Africa No. 97. Capetown. 32 p.

Campana, S. E. and Neilson. J. D., 1985. Micro structure of fish otoliths. Canadian Journal of fisheries and aquatic science, 42:1014-1032.

Campana, S. E., 2004. Photographic atlas of fish otoliths of the Northwest Atlantic Ocean. Ottawa: NRC Research Press, 284p.

Furlani, D., Gales, R. and Pemberton, D., 2007. Otoliths of common Australian temperate fish: A photographic guide. Collingwood, Australia, 216 p.

Green, B. S., Mapastone, B. D., Carlos, G. and Begg, G. A., 2009. Tropical Fish Otoliths: Information for Assessment, Management and Ecology. Springer pub. London. 313 p.

Harvey, T. J., Loughlin R. T., Perez A. M. and Oxman S. D., 2000. Relationship between fish size and otolith length for 63 species of fishes from the Eastern North Pacific Ocean. NOAA Technical Report NMFS 150.

Hunt, J. J., 1992. Morphological characteristics of otoliths for selected fish in the Northwest Atlantic. Journal of Northwest Atlantic Fisheries Sciences, 13:63-75.

Kinacigil, H. T., Akyol, O., Metun, G. and Saygl, H., 2000. A systematic study on the otolith characters of Sparidae (Pisces) in the Bay of Izmir (Aegean Sea). Turkish Journal Zoology, 24:357-364.

Lombarte, A. and Lieonart. J., 1993. Otolith size changes related with body growth, habitat depth and body temperature. Environmental biology of fishes, 37:297-306.

Lombarte, A., 1992. Changes in otolith area: sensory area ratio with body size and depth. Environmental biology of fishes, 33:405-410.

Nolf, D., 1985. Otolith Piscium. Hand book of Paleoichthyology. Stuttgart, NewYork, Vol. 10, 145p.

Rivaton, J. and Bourret, P., 1999. Les Otolithes des Poisons de I'Indo-Pacifique. Institut de recherche pour le developpement, France. Vol. 12, 378 p.

Sadighzadeh Z., Tuset V. M., Dadpour, M. R., Otero-Ferrer, J. L. and Lombarte, A., 2012. Otolith atlas from the Persian Gulf and the Oman Sea fishes. Lap Lambert academic publishing, Deutschland, Germany.

Smale, M. J., Watson, G. and Hecht, T., 1995. Otolith Atlas of Southern African Marine Fishes. Ichthyological Monagraphs. 1. Grahamstown: JLB Smith Institute of Ichthyology, 253p.

Tuset, V. M. Lombarte, A. and Assis, C. A., 2008. Otolith atlas for the western Mediterranean, north and central eastern Atlantic. Sci. Mar. 72S1: 7-198.

Wilson, R. R. Jr., 1985. Depth related changes in sagitta morphology in sex macrourid fishes of the Pacific and Atlantic Oceans. Copeia, 4: 1011-1017.

Woodland, D. J., 2001. Menidae. Moonfish. p. 2791. In K.E. Carpenter and V. Niem (eds.) FAO species identification guide for fishery purposes. The living marine resources of the Western Central Pacific. Vol. 5. Bony fishes part 3 (Menidae to Pomacentridae). FAO, Rome.