

مقایسه ریخت‌شناسی اتولیت ساجیتا در ماهیان گونه‌های *Eleutheroonema tetradactylum* و *Polynemus sextarius* و *Polynemus plebeius* در مناطق مرجانی خلیج فارس و دریای عمان

چکیده

به‌منظور مطالعه و مقایسه پارامترهای ریخت‌سنجی اتولیت ساجیتا در گونه‌های راشگو چهار خط (*Eleutheroonema tetradactylum*)، راشگو پنج رشته (*Polynemus plebeius*) و راشگو شش خط (*Polynemus sextarius*) در مناطق مرجانی آب‌های خلیج فارس و دریای عمان، نمونه‌برداری به روش غواصی و به مدت یک سال از فروردین‌ماه ۱۳۹۳ تا فروردین‌ماه ۱۳۹۴ انجام پذیرفت. طی این مدت تعداد ۵۲ قطعه راشگو چهار خط، ۲۳ قطعه راشگو پنج رشته و ۴۵ عدد راشگو شش خط مورد بررسی قرار گرفت. پارامترهای زیست‌سنجی مانند طول، عرض، وزن، محیط و مساحت اتولیت ساجیتا و همچنین خصوصیات زیست‌سنجی نمونه‌ها شامل طول کل، طول چنگالی و وزن ماهی مورد مطالعه قرار گرفت. بر اساس نتایج حاصل، بین طول و وزن اتولیت، بین طول چنگالی ماهی و طول اتولیت و همچنین بین طول ماهی و وزن ماهی همبستگی بالایی مشاهده شد. بیشترین میزان همبستگی بین پارامترهای اشاره‌شده در گونه راشگو چهار خط به دست آمد. نتایج حاصل از بررسی وزن اتولیت نشان داد که این پارامتر در گونه‌های راشگو چهار خط و راشگو شش خط اختلاف معنی‌دار ندارد ($P > 0.05$)، ولی در گونه راشگوی مخطط (پنج رشته) با دو گونه دیگر اختلاف معنی‌دار وجود دارد ($P < 0.05$). مساحت اتولیت در گونه‌های راشگوی مخطط (پنج رشته) و راشگو شش خط اختلاف معنی‌داری نداشت ($P > 0.05$)، ولی در گونه راشگو چهار خط با دو گونه دیگر اختلاف معنی‌دار نشان داد ($P < 0.05$). پارامترهای طول اتولیت، عرض اتولیت و محیط اتولیت در تمام گونه‌ها اختلاف معنی‌داری داشتند ($P < 0.05$). در نتیجه می‌توان گفت گونه راشگوی مخطط از طریق پارامترهای طول، عرض، وزن و محیط اتولیت از دو گونه دیگر قابل جداسازی است. همچنین گونه راشگو چهار خط نیز با استفاده از پارامترهای طول، عرض، مساحت و محیط اتولیت قابل تفکیک از دو گونه دیگر می‌باشد.

واژگان کلیدی: اتولیت ساجیتا، راشگو ماهیان، خلیج فارس و دریای عمان.

نرگس جوادزاده^{۱*}

حدیده معبودی^۲

محمدتقی آژیبر^۳

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

* مسئول مکاتبات:

nargesjavadzadeh@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۷/۲۳

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۲/۱۴

کد مقاله: ۱۳۹۷۰۱۰۴۷۳

این مقاله برگرفته از طرح پژوهشی می‌باشد.

مقدمه

آب‌سنگ‌های مرجانی با وسعت ۲۸۴۳۰۰ کیلومتر مربع که کمتر از ۰/۲ درصد سطح اقیانوس‌ها و دریاهای جهان را می‌پوشانند، از متنوع‌ترین زیستگاه‌های دریایی جهان محسوب می‌شوند که ساکن آب‌های استوایی و نیمه استوایی می‌باشند. به دلیل ساختار آهکی و معماری خاص، تنوع زیستی در این مناطق فوق‌العاده بالا است، به طوری که پس از جنگل‌های استوایی دومین زیستگاه غنی جهان را تشکیل می‌دهند (مقصود لو، ۱۳۹۰). آب‌سنگ‌های مناطق حاره در بین عرض جغرافیایی ۳۰ درجه شمالی و ۳۰ درجه جنوبی در آب‌های کم‌عمق یافت می‌شوند. چهار منطقه عمده اقیانوسی واجد آب‌سنگ‌های مناطق حاره هستند که از جمله می‌توان منطقه اقیانوس هند-آرام (ایندوپاسیفیک)، منطقه شرق اقیانوس آرام،

منطقه غرب اقیانوس اطلس (غرب هند) و منطقه شرق اقیانوس اطلس (غرب افریقا) را نام برد (ستاری، ۱۳۸۵). آبسنگ‌های مرجانی ایران به دلیل قرار گرفتن در منطقه‌ای که دارای شرایط زیست‌محیطی نه‌چندان مناسب برای رشد و زندگی است نظیر عمق کم آب، نوسانات درجه حرارت، شوری زیاد و تردد کشتی‌های نفت‌کش از نظر بوم‌شناختی تحت فشار قرار گرفته و در آستانه تحمل بوم‌شناسی خود قرار دارند.

خانواده راشگو ماهیان (Polynemidae) جز ماهیان ممتاز شیلاتی در آب‌های خلیج فارس و دریای عمان می‌باشند. بدن چهارگوش با سر مخروطی دارند. فک‌ها دارای دندان‌های سوزنی شکل است. چشم‌ها دارای پلک سوم واضح و بزرگ هستند که آن‌ها را قادر به زندگی در آب‌های گل‌آلود می‌سازد. فلس‌ها بزرگ شانه‌ای شکل تا روی سر و معمولاً سرپوش آب‌ششی گسترش می‌یابد. خط جانبی تقریباً مستقیم و تا بالای باله دمی امتداد دارد. دارای دو باله پشتی‌اند که باله پشتی اول خاردار می‌باشد. باله پشتی دوم، باله مخرجی و باله دمی دارای فلس‌های زیادی هستند. باله‌های سینه‌ای دارای شعاع‌های پایینی آزاد و جدا از بقیه می‌باشند، معمولاً به‌صورت رشته درآمده‌اند. رشته‌های طویل شعاع‌های آزاد باله‌های سینه‌ای به‌عنوان اندام لامسه انجام‌وظیفه می‌نمایند (یاسمی، ۱۳۸۷).

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 داخل لایبرنت غشایی قرار دارند و شامل کریستال‌های کربنات کلسیم هستند که درون ماتریکس پروتئینی اتولین در اطراف یک هسته رسوب می‌کنند (Furlani et al., 2007; Harvey et al., 2000). در بین سه جفت اتولیت ماهیان استخوانی، ساجیتا بزرگ‌ترین اتولیت در اکثر گونه‌ها می‌باشد (Paxton, 2000) و بیشترین تغییرات ریختی را در میان گونه‌ها دارد و اساساً در تعیین سن و اندازه، تفکیک ذخایر، رده‌بندی، مهاجرت و تحقیقات دیرینه‌شناسی استفاده می‌شود (Harvey et al., 2000; Kinacigil et al., 2000). مشخصات ریختی اتولیت ساجیتا در بین گونه‌ها متفاوت است و در واقع شاخص هرگونه می‌باشد و اغلب گونه‌ها را می‌توان به‌وسیله ریخت ساجیتا شناسایی کرد (Hunt, 1992). امروزه در علم طبقه‌بندی از ساختارهای متفاوتی استفاده می‌شود، به‌عنوان مثال در شناسایی جنس و گونه از شکل و اندازه اتولیت به‌عنوان یکی از مطمئن‌ترین روش‌های طبقه‌بندی استفاده می‌گردد (Furlani et al., 2007; Campana and Neilson, 1985).

از مطالعات انجام‌شده بر روی ریخت‌شناسی اتولیت ماهیان می‌توان به مقایسه تفاوت‌های مورفولوژی و مورفومتریک اتولیت ۱۰ گونه از گیش ماهیان (Carangidae) دریای عمان (منصورکیایی و همکاران، ۱۳۹۱)، ۶ گونه از تون ماهیان (Scombridae)، شگ ماهیان (Clupeidae) و موتو ماهیان (Engraulidae) خلیج فارس (صدیق زاده و همکاران، ۱۳۸۶)، ۱۰ گونه از شگ ماهیان خلیج فارس و دریای عمان (همایونی و همکاران، ۱۳۹۰)، بررسی برخی از خصوصیات ریخت سنجی اتولیت ساجیتا در گونه‌های سوکلا (*Rachycentron canadum*)، گربه‌ماهی خاکی (*Arius dussumieri*)، گربه‌ماهی بزرگ (*Arius thalassinus*)، عروس ماهی نواری (*Drepane longimana*) و عروس ماهی منقوط (*Drepane punctata*) در آب‌های خلیج فارس و دریای عمان (جواد زاده و همکاران، ۱۳۹۲)، مطالعه اتولیت ساجیتا در گیش ماهی کاذب *lactarius Lactarius* در آب‌های خلیج فارس (جواد زاده و همکاران، ۱۳۹۳)، ریخت‌شناسی اتولیت ساجیتا در گونه‌های سرخوی چشم درشت (*Lutjanus lutjanus*)، سرخوی مالاباری (*Lutjanus malabaricus*)، سرخوی خونی (*Lutjanus erythropterus*) و فرشته‌ماهی عربی (*Pomacanthus asfur*) در مناطق مرجانی آب‌های خلیج فارس و دریای عمان (جواد زاده و همکاران، ۱۳۹۵)، مطالعه ۸ گونه از ماهیان اقیانوس اطلس (Hunt, 1992)، ۵۹ گونه از ماهیان دریای مدیترانه (Radtke et al., 1996)، ۱۰ گونه از جراح ماهیان (Acanthuridae) (Choat and Axe, 1996)، ۶۳ گونه از ماهیان دریای برینگ و خلیج آلاسکا (Harvey et al., 2000)، ۱۷ گونه از گیش ماهیان در سواحل آرژانتین (Volpedo and Chererria, 2003)، ۴ گونه از شوریده ماهیان (Sciaenidae) (Waessle et al., 2003)، اشاره کرد. تحقیق حاضر باهدف بررسی و مقایسه خصوصیات ریخت سنجی اتولیت ساجیتا در سه گونه از راشگو ماهیان در مناطق مرجانی آب‌های خلیج فارس و دریای عمان انجام پذیرفت.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری از سواحل مرجانی خلیج فارس (کلیه مناطق مرجانی از جمله سواحل کیش) و دریای عمان (سواحل رمین، منطقه حدفاصل گوردیم تا پزم و منطقه جزیره شیطان در پسابندر) طی یک دوره یک‌ساله از فروردین‌ماه ۱۳۹۳ تا فروردین‌ماه ۱۳۹۴ به روش غواصی انجام پذیرفت (جدول ۱).

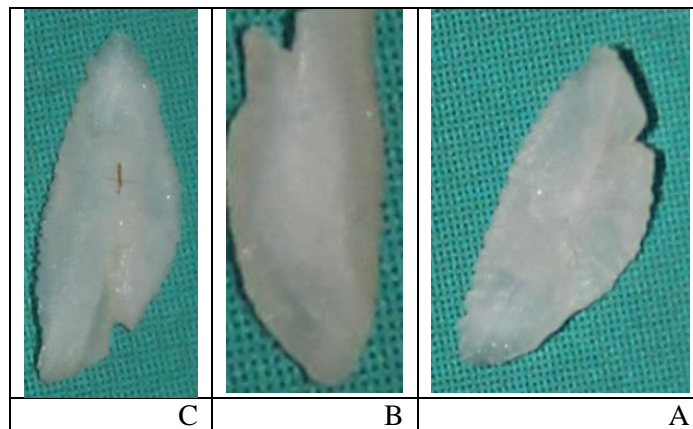
جدول ۱: مختصات جغرافیایی مناطق نمونه‌برداری.

مختصات جغرافیایی	محل نمونه‌برداری
۲۶.۳۲.۵۶N ۵۳.۵۲.۴۲E	کیش
۲۶.۳۱.۴۷N ۵۳.۵۰.۵۲E	
۲۵.۱۴.۴۳N ۶۰.۴۶.۰۷E	رمین
۲۵.۱۴.۴۴N ۶۰.۴۷.۲۰E	
۲۵.۰۳.۷۷N ۶۱.۲۷.۰۵E	پسابندر
۲۵.۰۳.۹۴N ۶۱.۲۶.۸۷E	
۲۵.۱۶.۳۸N ۶۰.۳۵.۲۸E	چابهار
۲۵.۱۴.۴۷N ۶۰.۳۷.۳۷E	
۲۵.۱۹.۲۱N ۶۰.۱۲.۵۴E	پزم
۲۵.۱۹.۲۹N ۶۰.۱۸.۰۸E	
۲۶.۲۹.۱۸N ۵۴.۳۷.۲۷E	لنگه
۲۶.۲۹.۴۹N ۵۴.۵۵.۵۷E	

در مجموع تعداد ۵۲ عدد راشگو چهار خط، ۲۳ عدد راشگو پنج رشته و ۴۵ عدد راشگو شش خط مورد مطالعه قرار گرفت. ماهیان در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد به صورت منجمد به آزمایشگاه انتقال یافتند، پس از انجماد زبایی، مشخصات زیست‌سنجی هر نمونه شامل طول کل (TL)، طول چنگالی (FL) و وزن کل (W) اندازه‌گیری و ثبت گردید. به منظور خارج ساختن اتولیت ساجیتا، از روش میان آب‌ششی استفاده شد (Secor et al., 1992; Jawad et al., 2008; Linkowski, 1991; Green et al., 2009). پس از شستشو و برداشتن لایه محافظ دور اتولیت‌ها، 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 تأثیر 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. توزین اتولیت‌ها با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم انجام گرفت. 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 نرم‌افزار Image tool محاسبه گردید. روابط بین طول و وزن ماهی و همچنین طول و وزن اتولیت بر اساس مدل نمایی $W = aL^b$ برای تمام گونه‌ها محاسبه گردید که در آن W معرف وزن، L طول، a ضریب ثابت و b توان است، (Biswas, 1993) رابطه طول چنگالی ماهی و طول اتولیت با استفاده از رابطه خطی $Y = aX + b$ به دست آمد که در آن Y طول ماهی، X طول اتولیت و a و b ضرایب ثابت هستند (دهقانی و همکاران، ۱۳۹۲). تصاویر اتولیت به کمک دوربین دیجیتال از دو سطح پشتی و شکمی تهیه گردید.

نتایج

شکل ۱ تصاویر اتولیت مربوط به نمونه‌های مورد بررسی را نشان می‌دهد.



شکل ۱: A: *Eleutheroonema tetradactylum*, B: *Polynemus plebeius*, C: *Polynemus sextarius*

در جداول ۲ تا ۴ رابطه بین طول اتولیت و وزن اتولیت، رابطه بین طول چنگالی ماهی و طول اتولیت، رابطه بین طول ماهی و وزن ماهی و همچنین دامنه طولی ماهیان صیدشده (سانتی‌متر) گونه‌های مورد مطالعه آورده شده است.

جدول ۲: روابط به دست آمده زیست‌سنجی و اتولیت گونه *Eleutheroonema tetradactylum*.

رابطه بین طول و وزن اتولیت	$OW=2846*10^{-3}OL^{0.0705} (R^2=0.9334)$
رابطه بین طول چنگالی ماهی و طول اتولیت	$FL= 7.8098x - 0.5576 (R^2=0.9487)$
رابطه بین طول و وزن ماهی	$W= 0.0892 L^{2.856} (R^2=0.8753)$
دامنه طولی ماهیان صیدشده (سانتی‌متر)	۱۵-۲۴

جدول ۳: روابط به دست آمده زیست‌سنجی و اتولیت گونه *Polynemus plebeius*.

رابطه بین طول و وزن اتولیت	$OW=4686*10^{-3}OL^{0.0492} (R^2=0.9094)$
رابطه بین طول چنگالی ماهی و طول اتولیت	$FL= 42.398x + 5.225 (R^2=0.9162)$
رابطه بین طول و وزن ماهی	$W=0.7845 L^{2.4587} (R^2=0.6169)$
دامنه طولی ماهیان صیدشده (cm)	۱۱-۲۱

جدول ۴: روابط به دست آمده زیست‌سنجی و اتولیت گونه *Polynemus sextarius*.

رابطه بین طول و وزن اتولیت	$OW=8972*10^{-3}OL^{0.1548} (R^2=0.9301)$
رابطه بین طول چنگالی ماهی و طول اتولیت	$FL= 26.54x + 7.7513 (R^2=0.9433)$
رابطه بین طول و وزن ماهی	$W= 0.7846 L^{2.9968} (R^2=0.7933)$
دامنه طولی ماهیان صیدشده (سانتی‌متر)	۱۲-۲۸

نتایج حاکی از وجود همبستگی بالا بین طول و وزن اتولیت، بین طول چنگالی ماهی و طول اتولیت و همچنین بین طول ماهی و وزن ماهی بود. بیشترین میزان همبستگی بین پارامترهای اشاره‌شده در گونه راشگو چهار خط به دست آمد. خصوصیات زیست‌سنجی اتولیت از جمله طول اتولیت (OL)، پهنای اتولیت (OB)، وزن اتولیت (OW)، محیط اتولیت (OP) و مساحت اتولیت (OS) در جدول ۵ و خصوصیات زیست‌سنجی نمونه‌ها به همراه میانگین و دامنه طول کل، طول استاندارد و وزن کل در جدول ۶ آورده شده است.

جدول ۵: مشخصات زیست‌سنجی اتولیت‌ها در سه گونه راشگو ماهی از مناطق مرجانی خلیج فارس و دریای عمان.

	OL(mm)	OB(mm)	OW(g)	OP(mm)	OS(mm ²)
<i>E. tetradactylum</i>	۲/۷±۰/۲	۱/۵±۰/۱۱	۰/۰۲۴±۰/۰۰۲	۱۹/۴±۱/۲۵	۰/۲۴±۰/۰۵
<i>P. plebeius</i>	۲/۲±۰/۴	۱/۴±۰/۱۳	۰/۰۳۴±۰/۰۰۸	۱۳/۸±۱/۹۸	۰/۱۱±۰/۰۲
<i>P. sextarius</i>	۱/۹±۰/۳	۰/۸±۰/۰۲	۰/۰۲۴±۰/۰۰۷	۷/۴±۱/۲۴	۰/۰۸±۰/۰۱

جدول ۶: خصوصیات زیست‌سنجی سه گونه راشگو ماهی از مناطق مرجانی خلیج فارس و دریای عمان.

	تعداد	میانگین وزن کل (g)	دامنه وزن کل (g)	میانگین طول کل (cm)	دامنه طول کل (cm)	میانگین طول استاندارد (cm)	دامنه طول استاندارد (cm)
<i>E. tetradactylum</i>	۵۲	۲۶۱/۲۵ ± ۱۸/۵۴	۱۰۱-۳۸۷	۶۲	۳۵-۶۷	۵۹	۳۲-۶۴
<i>P. plebeius</i>	۲۳	۲۴۳/۱۶ ± ۲۹/۴۷	۱۸۹-۴۰۹	۴۷	۴۳-۵۰	۴۳	۴۱-۴۷
<i>P. sextarius</i>	۴۵	۲۰۱/۸۷ ± ۸۴/۳۲	۱۰۸-۳۹۱	۴۸	۴۲-۵۶	۴۶	۳۹-۵۳

نتایج نشان داد که علاوه بر تفاوت در شکل ظاهری اتولیت گونه‌های موردبررسی، تفاوت‌های بیومتری نیز در آن‌ها قابل دید است. با توجه به نتایج بیشترین طول، بیشترین پهنای، بیشترین محیط و بیشترین مساحت اتولیت مربوط به گونه راشگو چهار خط با میانگین طول کل ۶۲ سانتی-متر و میانگین وزن 261.25 ± 18.54 گرم و بیشترین وزن اتولیت مربوط به گونه راشگو پنج رشته با میانگین طول کل ۴۷ سانتی-متر و میانگین وزن 243.16 ± 29.47 گرم بود. آنالیز واریانس و سطح معنی‌داری منابع تغییرات صفات زیست‌سنجی اتولیت در گونه‌های مورد مطالعه در جدول ۷ نشان داده شده است. جدول ۸ بیانگر مقایسه میانگین‌های مورفومتریکی اتولیت در گونه‌های موردبررسی به روش آزمون دانکن می‌باشد.

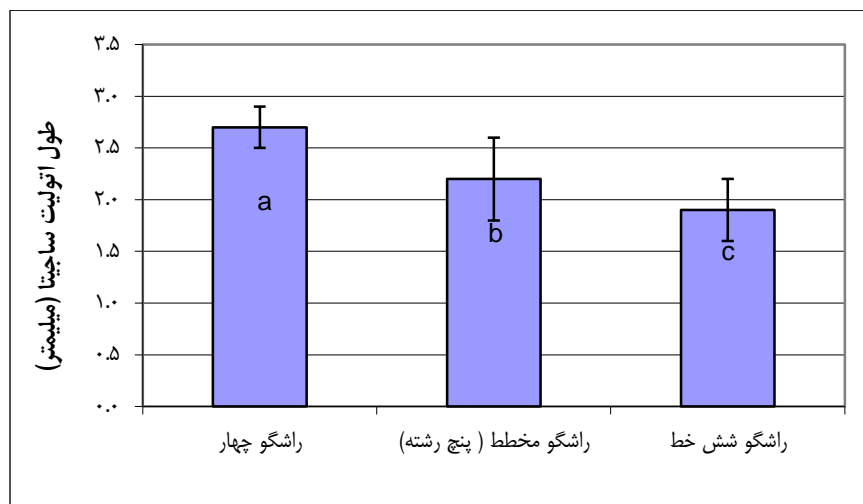
جدول ۷: آنالیز واریانس و سطح معنی‌داری منابع تغییرات صفات زیست‌سنجی اتولیت در گونه‌های مورد مطالعه.

منابع تغییرات	درجه آزادی	مساحت اتولیت	وزن اتولیت	طول اتولیت	عرض اتولیت	محیط اتولیت
مربع میانگین	۲	۰/۰۰۵۴**	۰/۰۳۵۸**	۴/۶۰۵۸**	۲/۲۸۴۵**	۱۳۴/۳۵۸۴**
خطای کل	۱۱۷	۰/۰۰۲۵	۰/۰۰۸۴	۰/۰۴۵۱	۰/۰۳۵۱	۰/۰۰۷۸
ضریب تغییرات (%CV)		۲۴/۵۱	۱۸/۸۱	۲۸/۰۳	۱۹/۶۷	۸/۹۸

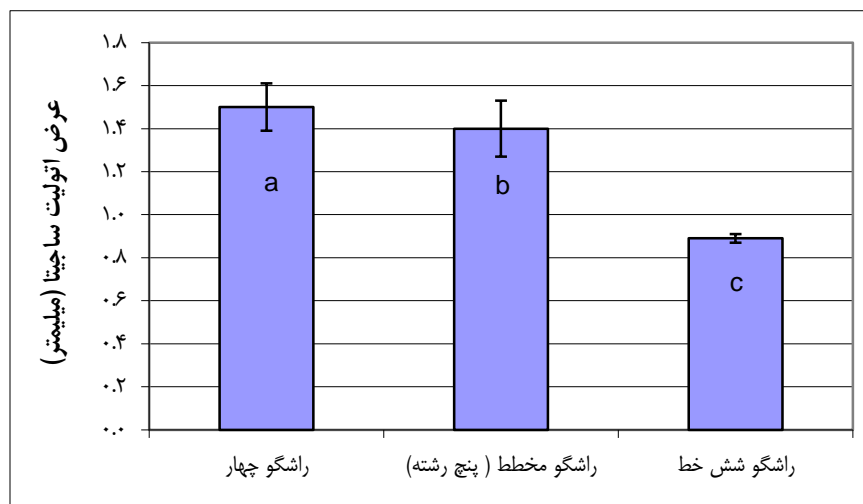
جدول ۸: مقایسه میانگین‌های مورفومتریکی اتولیت در گونه‌های مورد بررسی به روش آزمون دانکن.

صفات	گونه		
	P. sextarius	P. plebeius	E. tetradactylum
طول اتولیت	۲/۷c	۳/۱b	۳/۷a
عرض اتولیت	۱/۷c	۲/۵b	۳/۴a
وزن اتولیت	۰/۰۰۱a	۰/۰۴۲b	۰/۰۳a
محیط اتولیت	۱۶c	۲۲b	۲۴a
مساحت اتولیت	۰/۱۶b	۰/۲۰b	۰/۲۲a

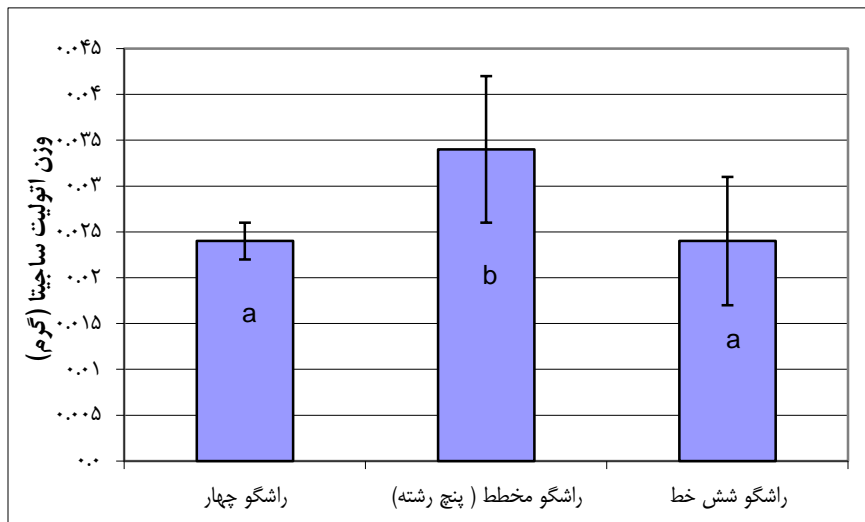
شکل‌های ۲ الی ۶ مربوط به مقایسه پارامترهای ریخت‌سنجی اتولیت در گونه‌های مختلف مورد مطالعه می‌باشد (گونه‌های با حروف مشابه اختلاف معنی‌دار ندارند).



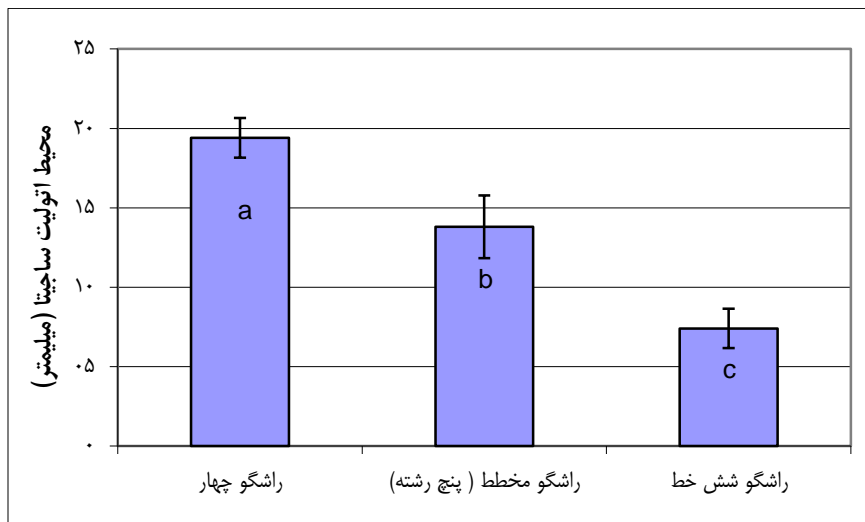
شکل ۲: نمودار ستونی مقایسه طول اتولیت در گونه‌های مختلف مورد مطالعه.



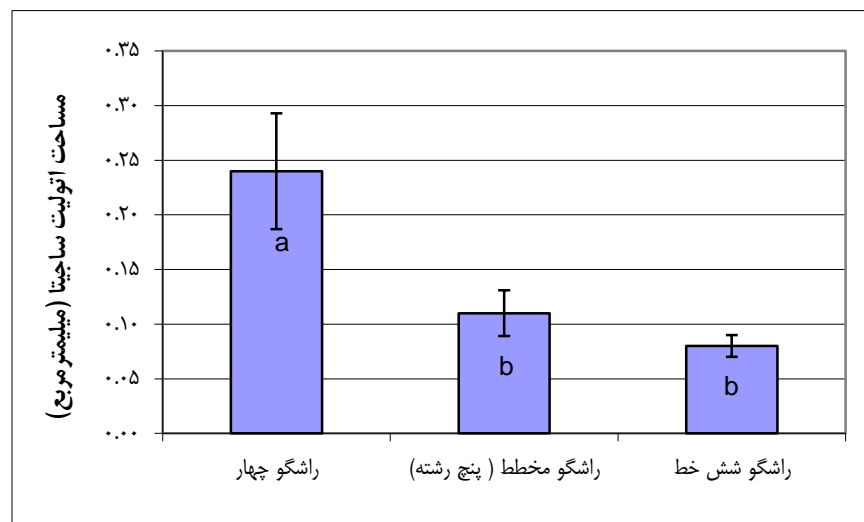
شکل ۳: نمودار ستونی مقایسه عرض اتولیت در گونه‌های مختلف مورد مطالعه.



شکل ۴: نمودار ستونی مقایسه وزن اتولیت در گونه‌های مختلف مورد مطالعه.



شکل ۵: نمودار ستونی مقایسه محیط اتولیت در گونه‌های مختلف مورد مطالعه.



شکل ۶: نمودار ستونی مقایسه مساحت اتولیت در گونه‌های مختلف مورد مطالعه.

نتایج حاکی از آن است که کلیه خصوصیات ریخت‌سنجی اتولیت ساجیتا در بین گونه‌های مورد مطالعه اختلاف معنی‌دار نشان دادند. نتایج حاصل از بررسی وزن اتولیت نشان داد که این پارامتر در گونه‌های راشگو چهار خط و راشگو شش خط اختلاف معنی‌دار ندارد ($P > 0.05$)، ولی در گونه راشگوی مخطط (پنج رشته) با دو گونه دیگر اختلاف معنی‌دار نشان داد ($P < 0.05$). پارامتر مساحت اتولیت در گونه‌های راشگوی مخطط (پنج رشته) و راشگو شش خط اختلاف معنی‌دار نداشت ($P > 0.05$)، ولی در گونه راشگو چهار خط با دو گونه دیگر اختلاف معنی‌دار است ($P < 0.05$). پارامترهای طول اتولیت، عرض اتولیت و محیط اتولیت در تمام گونه‌ها اختلاف معنی‌دار دارند ($P < 0.05$).

بحث و نتیجه‌گیری

اتولیت‌ها توسط بسیاری از محققین به منظور تشخیص گونه‌های یک جنس از جنس دیگر استفاده می‌شوند (Kinacigil *et al.*, 2000). الگوی رشد اتولیت‌های ساجیتا برای شناسایی درون گونه‌ای و تشخیص ذخایر یک گونه نیز استفاده می‌شود زیرا رشد آن‌ها علاوه بر فاکتورهای ژنتیکی تحت تأثیر فاکتورهای محیطی مانند تغییرات فصلی، دما، زیستگاه و عادات غذایی بوده است و بررسی تأثیر عوامل محیطی بر گونه‌های یکسان با استفاده از اتولیت در مطالعات اکومورفولوژی واجد اهمیت می‌باشد (Bermejo, 2007). اتولیت‌ها از نظر شکل و اندازه در گروه‌های مختلف ماهیان بسیار پیچیده و متفاوت هستند. تنوع در شکل و اندازه اتولیت از ویژگی‌های گونه‌ای ماهیان حکایت می‌کند. معمولاً هر سه جفت اتولیت از نظر محل قرارگیری، اندازه، شکل و ساختمان در ماهیان با یکدیگر متفاوت هستند (Furlani *et al.*, 2007; Bermejo, 2007). خصوصیات مورفولوژیکی اتولیت ساجیتا در رده شعاع بالگان حتی بعد از مرگ آن‌ها نیز می‌تواند حاوی اطلاعات قابل اعتمادی در رابطه با رده-بندی و سیستماتیک نمونه‌ها تا حد گونه باشد (Furlani *et al.*, 2007).

همان‌طور که اشاره گردید بیشترین میزان همبستگی بین پارامترهای زیست‌سنجی در گونه راشگو چهار خط به دست آمد. با توجه به همبستگی که بین اتولیت و اندازه ماهی وجود دارد می‌توان با داشتن اندازه اتولیت، اندازه ماهی را به دست آورد (منصورکیایی و همکاران، ۱۳۹۰). کمالی و همکاران (۱۳۸۵) در مطالعه تعیین سن سرخو معمولی (*Lutjanus johni*) با استفاده از برش سنگ گوش، همبستگی بالایی را بین طول کل با وزن ماهی گزارش نمودند. در مطالعه منصورکیایی و همکاران (۱۳۹۰) با عنوان مقایسه تفاوت‌های مورفولوژی و مورفومتریکی اتولیت برخی

گونه‌های گیش ماهیان دریای عمان، نتایج نشان داد که در بیشتر پارامترهای مورد مطالعه ارتباط معنی‌دار وجود دارد. در مطالعه عطایی دریایی و همکاران (۱۳۹۲) بر روی پارامترهای اندازه و شکل سنگ گوش‌ماهی موتو معمولی (*Encrasicicholina punctifer*) در خلیج فارس و دریای عمان نیز، پارامترهای طول کل، طول چنگالی، طول استاندارد، ارتفاع بدن، وزن بدن و پارامترهای اندازه اتولیت همبستگی معناداری را نشان دادند. در مطالعه دهقانی و همکاران (۱۳۹۲) با عنوان رابطه بین طول ماهی، طول و وزن اتولیت ساردین سند (*Sardinella sindensis*) از آب‌های ساحلی جاسک (دریای عمان)، نتایج نشان داد که یک رابطه خطی نسبتاً قوی بین طول اتولیت و طول ماهی وجود دارد. همچنین بین وزن اتولیت و طول ماهی نیز رابطه توانی قوی مشاهده شد. جواد زاده و همکاران (۱۳۹۳) در مطالعه اتولیت ساجیتا در گیش کاذب (*Lactarius lactarius*) در آب‌های خلیج فارس، همبستگی قطعی بین طول و وزن ماهی ($R^2 = 0/8844$) و همچنین رابطه خطی مشخص بین طول چنگالی و طول اتولیت و رابطه نمایی مشخص بین طول اتولیت و وزن اتولیت را عنوان نمودند. در مطالعه Appelbaum و Thomas (۱۹۷۸)، همبستگی بالا ($R^2 = 0/85$)، بین طول اتولیت و طول کل در ماهی *Anguilla Anguilla* به‌دست‌آمده آمد، Harvey و همکاران (۲۰۰۰) در بررسی برخی از گونه‌های ماهیان شمال شرق اقیانوس آرام ارتباط طول ماهی و طول اتولیت را به‌صورت خطی و با همبستگی بالا با میزان ($R^2 < 0/700$) به دست آوردند. Waessle و همکاران (۲۰۰۲) با مطالعه برخی از گونه‌های خانواده شوریده ماهیان بین طول اتولیت و طول کل رابطه خطی و بین وزن اتولیت و طول کل رابطه نمایی با میزان ($R^2 > 0/937$) به دست آوردند. همچنین در مطالعه ماهیان سواحل مرجانی هاوایی، رابطه خطی بین طول اتولیت و طول استاندارد با همبستگی بالا و رابطه نمایی بین طول اتولیت و وزن مشاهده گردید (Dye et al. 2007). مطالعه Ismen و همکاران (۲۰۱۳) بر روی خصوصیات مورفومتریک اتولیت و پارامترهای جمعیت ماهی *Pagrus pagrus* در خلیج Saros نیز نشان داد که بین طول اتولیت و وزن اتولیت، بین طول کل و طول اتولیت و بین طول اتولیت و وزن کل همبستگی بالایی وجود دارد. مطالعه Annabi و همکاران (۲۰۱۳)، همبستگی بالایی را بین طول اتولیت با طول ماهی *Aphanius fasciatus* نشان داد، که کلیه مطالعات ذکر شده با تحقیق حاضر همخوانی دارند.

یکی از روش‌های شناسایی گونه‌ها، استفاده از خصوصیات شکل ظاهری اتولیت‌های مربوط به هر گونه می‌باشد زیرا شکل اتولیت‌های هر گونه اختصاصی است. شکل ظاهری اتولیت ماهیان در خانواده‌های مختلف به‌طور بارزی متفاوت می‌باشد (یاسمی و همکاران، ۱۳۹۳). تفاوت‌های ظاهری اتولیت ماهیان گروه‌های مختلف و حتی ماهیان متعلق به یک خانواده مشخص و ثابت شده است. مطالعات بر روی اتولیت از نظر مورفولوژی و ارتباط آن با خصوصیات ظاهری و مورفومتریک ماهیان در خانواده‌های مختلف ماهیان خلیج فارس، نیز مشاهده شده است (صدیق زاده و همکاران، ۱۳۸۶). اتولیت‌های ساجیتا ساختار بسیار متنوعی دارند که حتی در گونه‌های مختلف یک خانواده نیز تفاوت‌های ریختی داشته که با توجه به تفاوت‌های ریختی می‌توانند با یکدیگر مقایسه شوند و بدین ترتیب شناسایی گونه‌ای امکان‌پذیر خواهد بود. با استفاده از این شاخص‌های ریختی می‌توان شناسایی گونه‌های شکار شده را از طریق آنالیز محتویات معده شکارچیان انجام داد. هر اتولیت دارای شکل و ویژگی‌های خاصی است که مختص همان گونه است بنابراین بررسی ویژگی‌های ریخت سنجی اتولیت شامل طول اتولیت، وزن اتولیت و غیره می‌تواند اطلاعات ارزشمندی در زمینه شناسایی و تفکیک گونه‌ها ارائه دهد (صدیق زاده و همکاران، ۱۳۸۶). با توجه به نتایج تحقیق حاضر کلیه خصوصیات ریخت سنجی اتولیت ساجیتا در بین گونه‌های متفاوت مورد مطالعه اختلاف معنی‌دار نشان دادند. همایونی و همکاران (۱۳۹۰) در مطالعه‌ای با عنوان مقایسه خصوصیات ریخت سنجی اتولیت‌های ساجیتا در ۱۰ گونه از شگ‌ماهیان خلیج فارس و دریای عمان، اظهار داشتند که محیط اتولیت و تعداد دندان‌های اتولیت را می‌توان به‌عنوان پارامترهای شاخص جهت تعیین بین گونه‌ای در اتولیت ساجیتای شگ‌ماهیان خلیج-فارس و دریای عمان معرفی نمود، که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد. در مطالعه سلیمان میگونی (۱۳۹۲)، با عنوان تعیین سن ماهی سرخوی چمن (*Lutjanus malabaricus*) با استفاده از اتولیت (سنگ گوش) در آب‌های هرمزگان افزایش معنی‌داری بین طول و وزن اتولیت راست و چپ در ارتباط با وزن ماهی و همچنین افزایش معنی‌داری بین طول میانی اتولیت راست و چپ در ارتباط با طول استاندارد ماهی

مشاهده شد. دلیل این امر را این‌گونه بیان کردند که طول و وزن اتولیت با طول و وزن ماهی و همچنین با متابولیسم ماهی در ارتباط است؛ بنابراین رشد اتولیت می‌تواند بیانگر رشد ماهی نیز باشد. در نهایت هر چند که شباهت‌های اتولیت‌های چندگونه از یک خانواده بسیار زیاد است و کار تفکیک آن‌ها از یکدیگر را بسیار دشوار می‌سازد، اما وجود اختلافات جزئی برای شناسایی و تفکیک گونه‌ها از روی شکل ظاهری و خصوصیات زیست‌سنجی اتولیت کفایت می‌نماید (یاسمی و همکاران، ۱۳۹۳)، بنابراین با توجه به نتایج می‌توان اظهار داشت که در گونه‌های مورد مطالعه در تحقیق حاضر، کلیه پارامترهای ریخت‌سنجی اتولیت را می‌توان به‌عنوان شاخص‌های تعیین‌کننده گونه به کمک اتولیت معرفی نمود.

سپاسگزاری

مقاله حاضر مستخرج از طرح تحقیقاتی تحت عنوان "تهیه بانک اتولیت ماهیان زینتی خلیج فارس و دریای عمان" می‌باشد که در دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز انجام پذیرفت، بدین‌وسیله از مسئولین محترم آزمایشگاه واحد به سبب همکاری در استفاده از امکانات تشکر می‌شود.

منابع

- بنایی، م. و رعیت پیشه، م.، ۱۳۸۵. اکولوژی دریا (اکوسیستم‌های دریایی و اقیانوس)، انتشارات نقش مهر. تهران. ۲۶۸ ص.
- پرافکنده حقیقی، ف.، ۱۳۸۷. تعیین سن در آبزبان، انتشارات موسسه تحقیقات شیلات ایران، تهران. ۳۰ ص.
- جواد زاده، ن.، قطب‌الدین، ن.، و آذیر، م. ت.، ۱۳۹۲. مقایسه برخی از خصوصیات ریخت‌سنجی اتولیت ساجیتا در گونه‌های سوکلا (*Rachycentron canadum*)، گربه‌ماهی خاکی (*Arius dussumieri*)، گربه‌ماهی بزرگ (*Arius thalassinus*)، عروس ماهی نواری (*Drepane longimana*) و عروس ماهی منقوط (*Drepane punctata*) در آب‌های خلیج فارس و دریای عمان، مجله زیست‌شناسی دریا، ۵ (۲۰). صفحات ۸۶-۷۳.
- جواد زاده، ن.، قطب‌الدین، ن.، و آذیر، م. ت.، ۱۳۹۳. مطالعه اتولیت ساجیتا در گیش ماهی کاذب *lactarius Lactarius* در آب‌های خلیج فارس. مجله زیست‌شناسی دریا. ۶ (۲۴). صفحات ۷۰-۶۱.
- جواد زاده، ن.، معبودی، ح.، و آذیر، م. ت.، ۱۳۹۵. ریخت‌شناسی اتولیت ساجیتا در چهار گونه از ماهیان مناطق مرجانی آب‌های خلیج فارس و دریای عمان. فصلنامه علمی پژوهشی زیست‌شناسی جانوری، ۸ (۴). صفحات ۱۲-۱.
- دهقانی، م.، کامرانی، ا.، سالارپوری، ع. و کمالی، ع.، ۱۳۹۲. رابطه بین طول ماهی، طول و وزن اتولیت ساردین سند (*Sardinella sindensis*) از آب‌های ساحلی جاسک (دریای عمان). فصلنامه بوم‌شناسی آبزبان، ۲ (۱). صفحات ۳۴-۲۴.
- ستاری، م. ۱۳۸۵. ماهی‌شناسی، اکولوژی و جغرافیای جانوری ماهیان. انتشارات حق‌شناس. رشت. ۵۱۷ ص.
- سلیمان میگونی، پ.، ولی نسب، ت.، عطایی مهر، ب. و کمالی، ع.، ۱۳۹۲. تعیین سن ماهی سرخوی چمن (*Lutjanus malabaricus*) با استفاده از اتولیت در آب‌های هرمزگان. مجله پژوهش‌های جانوری (مجله زیست‌شناسی ایران)، ۲۶ (۳). صفحات ۳۰۵-۳۱۳.
- صدیق زاده، ز.، وثوقی، غ.، ولی نسب، ت. و فاطمی، م. ر.، ۱۳۸۶. مروری بر ریخت‌شناسی اتولیت در برخی از ماهیان اقتصادی سطح زی خلیج فارس. مجله دامپزشکی دانشگاه آزاد اسلامی، ۳ (۱۰). صفحات ۱۰-۱.
- عطایی دریایی، ن.، کامرانی، ا.، سالار زاده، ع.، و سالارپوری، ع.، ۱۳۹۲. پارامترهای اندازه و شکل سنگ گوش‌ماهی موتو معمولی *Encrasicholina punctifer* در خلیج فارس و دریای عمان. مجله آبزبان و شیلات، ۴ (۱۳). صفحات ۴۴-۳۷.
- 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). صفحات ۱۱۸-۱۰۹.
- مقصودلو، ع.، ۱۳۹۰. مرجان‌های سخت آب‌های ساحلی ایران در خلیج فارس. انتشارات موسسه ملی اقیانوس‌شناسی. تهران. ۱۵۰ ص.

- منصور کیایی، ا.، ولی نسب، ت.، وثوقی، غ. ح.، قوام مصطفوی، پ. و جمال‌زاده، ح. ر.، ۱۳۹۰. مقایسه تفاوت‌های مورفولوژی و مورفومتریک اتولیت برخی گونه‌های گیش ماهیان (Carangidae) دریای عمان. مجله زیست‌شناسی دریا، ۳ (۱۰). صفحات ۱۰-۳.
- همایونی، ه.، ولی نسب، ت. و سیف‌آبادی، ج.، ۱۳۹۰. مقایسه خصوصیات ریخت‌سنجی اتولیت‌های ساجیتا در ۱۰ گونه از شگ‌ماهیان خلیج‌فارس و دریای عمان. مجله علمی شیلات ایران، ۲۰ (۲). صفحات ۱۵۲-۱۴۱.
- یاسمی، م.، ۱۳۸۷. ماهی‌شناسی با تأکید بر ماهیان آب‌های ایران، انتشارات موسسه آموزش عالی علمی-کاربردی جهاد کشاورزی، تهران، ۲۰۵ ص.
- یاسمی، م.، آناهید، ت.، نظری بجگان، ع. و زاهدی، م. ر.، ۱۳۹۳. بررسی و مقایسه خصوصیات مورفولوژی و مورفومتري اتولیت دو گونه از کفال ماهیان، کفال طلایی دریای خزر (*Liza aurata*) و گاریز (*Liza klunzingeri*) خلیج‌فارس. فصلنامه علمی پژوهشی محیط‌زیست جانوری. ۶ (۲). صفحات ۱۷-۹.
- Annabi, A., Said, Kh., Reichenbacher, B., 2013.** Inter-population differences in otolith morphology are genetically encoded in the killifish *Aphanius fasciatus* (Cyprinodontiformes), *Scientia Marina*, 77(2), Barcelona, Spain, pp. 269-279.
- Appelbaum, S., Thomas, H., 1978.** Otolith length/fish length relationship of leptocephali, elvers and sub-adult (reared) eels *Anguilla anguilla*. *Env. Biol. Fish.* Vol. 3, No. 2, pp. 245-247.
- Bermejo, S., 2007.** Fish age classification based on length, weight, sex and otolith morphological features. *Fisheries Research*, 84. pp. 270-274
- Biswas, S. P., 1993.** Manual of methods in fish biology. South Asian Publishers Pvt Ltd., New Delhi. 157 p.
- Campana, S. E., Neilson, J. D. 1985.** Micro structure of fish otoliths. *Canadian Journal of fisheries and aquatic science*, 42. pp. 1014-1032.
- Choat, J. H., Axe, L. M., 1996.** Growth and Longevity in acanthurid fishes, an analysis of Otolith in cremnts. *Marine Ecology progress Series*, 134. pp. 15-26.
- Dye, T. S., Longenecker, K. R., 2004.** Manual of Hawaiian fish remains identification based on the skeletal reference collection of Alan C. Ziegler and including otoliths. Society for Hawaiian Archaeology Special Publication. 134p.
- Furlani, D., Gales, R., Pemberto, D., 2007.** Otoliths of Australian temperate fish a photographic guide. CSIRO. 216P.
- Green, B. S., Mapastone, B. D., Carlos, G., Begg, G. A., 2009.** Tropical fish Otoliths: Information for Assessment, Management and Ecology. Springer pub. London. 313p.
- Harvey, T. J., Loughlin, R. T., Perez, A. M., 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. pp. 63-75.
- Jawad, L. A., Jufaili, S. A., Al-Shuhaily, S. S., 2008.** Morphology of the otolith of the greater Lizard fish saurdiatumbi. *Journal of Natural History*. 212. pp. 2321-2333.
- Kinacigil, H. T., Akyol, O., Metun, G., Saygl, H., 2000.** A systematic study on the otolith characters of Sparidae (Pisces) in the Bay of Izmir (Aegean Sea). *Turkish Journal Zoology*, 24. pp. 357-364.
- Linkowski, T. B., 1991.** Otolith microstructure and growth patterns during the early life history of lanternfishes (family Myctophidae). *Can. J. Zool.* 69. pp. 177-179.
- Paxton, J. R., 2000.** Fish otoliths: do sizes correlate with taxonomic groups, habitat and/or luminescence Philosophical. *Transactions of the Royal Society of London, B* (355). pp. 1299-1303.
- Radtke, R. L., Showers, W., Moksness, E. and Lenz, P., 1996.** Environmental information stored in otoliths: insights from stable Isotopes. *Marin biology*, 127. pp. 161-70.
- Secor, D. H., Dean, J. M. and Laban, E. H., 1992.** Manual for otolith removal and preparation for microstructure. In Stevenson, D. K., Campana. S. E. [ed]. *Otolith microstructure examination and analysis*. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. Ser. 117. 126p.
- Volped, A. E. and Chererria, D. D., 2003.** Ecomorphological patterns of the sagitta In fish on the continental shelf off Argentine. *Fisheries Research*, 60. pp. 559-560.

Waessle, J. A., Lasta, C. A. and Favero, M., 2003. Otolith morphology and body size relationships for juvenile Sciaenidae in the Rio de la Plata estuary. *Scientia Marina*, 67(2): 233-240.