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

نرگس جوادزاده[1*]
حدیده معبودی[2]
محمدتقی آژیر[3]

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.

چکیده

به‌منظور مطالعه و مقایسه پارامترهای ریخت سنجی اتولیت ساجیتا در گونه‌های راشگو چهار خط (*Eleutheroonema tetradactylum*)، راشگو پنج رشته (*Polynemus plebeius*) و راشگو شش خط (*Polynemus sextarius*) در مناطق مرجانی آب‌های خلیج‌فارس 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 موردبررسی 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 موردمطالعه 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 ($P<0/05$). درنتیجه 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 قابل‌تفکیک از دو گونه دیگر می‌باشد.

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

مقدمه

آبسنگ‌های مرجانی با وسعت ۲۸۴۳۰۰ کیلومترمربع 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، به‌طوری‌که 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 ازجمله می‌توان منطقه اقیانوس هند–آرام (ایندوپاسیفیک)، منطقه شرق اقیانوس آرام،

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2025-07-08]

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 ازنظر بوم‌شناختی تحت‌فشار قرارگرفته و در آستانه تحمل بوم‌شناسی خود قرار دارند.

خانواده راشگو ماهیان (Polynemidae) جز ماهیان ممتاز شیلاتی در آب‌های خلیج‌فارس 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 آب-های 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 لابیرنت 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 درواقع شاخص هرگونه می‌باشد و اغلب گونه‌ها را می‌توان به‌وسیله ریخت ساجیتا شناسایی کرد (Hunt, 1992). امروزه در علم طبقه‌بندی از ساختارهای متفاوتی استفاده می‌شود، به‌عنوان‌مثال 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) خلیج‌فارس (صدیق زاده و همکاران، ۱۳۸۶)، ۱۰ گونه از شگ ماهیان خلیج‌فارس و دریای عمان (همایونی و همکاران، ۱۳۹۰)، بررسی برخی از خصوصیات ریخت سنجی اتولیت ساجیتا در گونه‌های سوکلا (*Rachycentron canadum*)، گربه‌ماهی خاکی (*Arius dussumieri*)، گربه‌ماهی‌بزرگ (*Arius thalassinus*)، عروس ماهی نواری (*Drepane longimana*) و عروس ماهی منقوط (*Drepane punctata*) در آب‌های خلیج‌فارس و دریای عمان (جواد زاده و همکاران، ۱۳۹۲)، مطالعه اتولیت ساجیتا در گیش ماهی کاذب *Lactarius lactarius* در آب‌های خلیج‌فارس (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 خلیج‌فارس 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 خلیج‌فارس و دریای عمان انجام پذیرفت.

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2025-07-08]

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری از سواحل مرجانی خلیج‌فارس (کلیه مناطق مرجانی ازجمله 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.

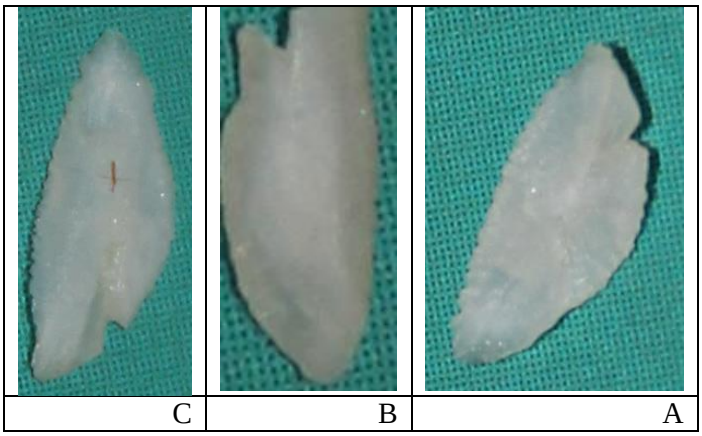
محل نمونه‌برداری	مختصات جغرافیایی	
کیش	۵۳.۵۲.۴۲E	۲۶.۳۲.۵۶N
	۵۳.۵۰.۵۲E	۲۶.۳۱.۴۷N
رمین	۶۰.۴۶.۰۷E	۲۵.۱۴.۴۳N
	۶۰.۴۷.۲۰E	۲۵.۱۴ .۴۴N
پسابندر	۶۱.۲۷.۰۵E	۲۵.۰۳.۷۷N
	۶۱.۲۶.۸۷E	۲۵.۰۳.۹۴N
چابهار	۶۰.۳۵.۲۸E	۲۵.۱۶.۳۸N
	۶۰.۲۷.۳۷E	۲۵.۱۴.۴۷N
پزم	۶۰.۱۲.۵۴E	۲۵.۱۹.۲۱N
	۶۰.۱۸.۰۸E	۲۵.۱۹.۲۹N
لنگه	۵۴.۳۷.۲۷E	۲۶.۲۹.۱۸N
	۵۴.۵۵.۵۷E	۲۶.۲۹.۴۹N

درمجموع تعداد ۵۲ عدد راشگو چهار خط، ۲۳ عدد راشگو پنج رشته و ۴۵ عدد راشگو شش خط موردمطالعه قرار گرفت. ماهیان در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد به‌صورت منجمد به آزمایشگاه انتقال یافتند، پس از انجماد زدایی، مشخصات زیست‌سنجی هر نمونه شامل طول کل (TL)، طول چنگالی (FL) و وزن کل (W) اندازه‌گیری و ثبت گردید. به‌منظور 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، درنهایت رطوبت‌گیری انجام پذیرفت. پس‌ازاین مرحله اتولیت‌های کدر توسط سود ۱ درصد به مدت ۲ دقیقه شستشو داده شدند و سپس به‌منظور جلوگیری از اکسید شدن، اتولیت‌ها را با توجه به‌اندازه 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 موردمطالعه 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 ریخت سنجی 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.

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2025-07-08]

نتایج

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



شکل ۱:A: *Eleutheroonema tetradactylum*، B:*Polynemus plebeius* و 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 موردمطالعه آورده شده است.

جدول ۲: روابط به‌دست‌آمده زیست‌سنجی و اتولیت گونه *Eleutheroonema tetradactylum* .

رابطه بین طول و وزن اتولیت	$OW=2846*10^{-5}OL^{0.0705}$ (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 به‌دست‌آمده زیست‌سنجی و اتولیت گونه *Polynemus plebeius* .

رابطه بین طول و وزن اتولیت	$OW=4686*10^{-5}OL^{0.0492}$ (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

جدول٤: روابط به‌دست‌آمده زیست‌سنجی و اتولیت گونه *Polynemus sextarius* .

رابطه بین طول و وزن اتولیت	$OW=8972*10^{-5}OL^{0.1548}$ (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

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2025-07-08]

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 ازجمله 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 خلیج‌فارس و دریای عمان.

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

جدول ٦: خصوصیات زیست‌سنجی سه گونه راشگو ماهی از مناطق مرجانی خلیج‌فارس 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)
E tetradactylum	۵۲	۲۶۱/۲۵ ± ۱۸/۵۴	۱۰۱-۳۸۷	۶۲	۳۵-۶۷	۵۹	۳۲-۶۴
P. plebeius	۲۳	۲۴۳/۱۶ ± ۲۹/۴۷	۱۸۹-۴۰۹	۴۷	۴۳-۵۰	۴۳	۴۱-۴۷
P. sextarius	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 پهنا، بیشترین محیط و بیشترین مساحت اتولیت مربوط به گونه راشگو چهار خط با میانگین طول کل ۶۲ سانتی-متر و میانگین وزن ۱۸/۵۴±۲۶۱/۲۵ گرم و بیشترین وزن اتولیت مربوط به گونه راشگو پنج رشته با میانگین طول کل ۴۷ سانتی‌متر و میانگین وزن ۲۹/۴۷±۲۴۳/۱۶ گرم بود. آنالیز واریانس و سطح معنی‌داری منابع تغییرات صفات زیست‌سنجی اتولیت در گونه‌های موردمطالعه در جدول ۷ نشان داده‌شده 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 موردمطالعه.

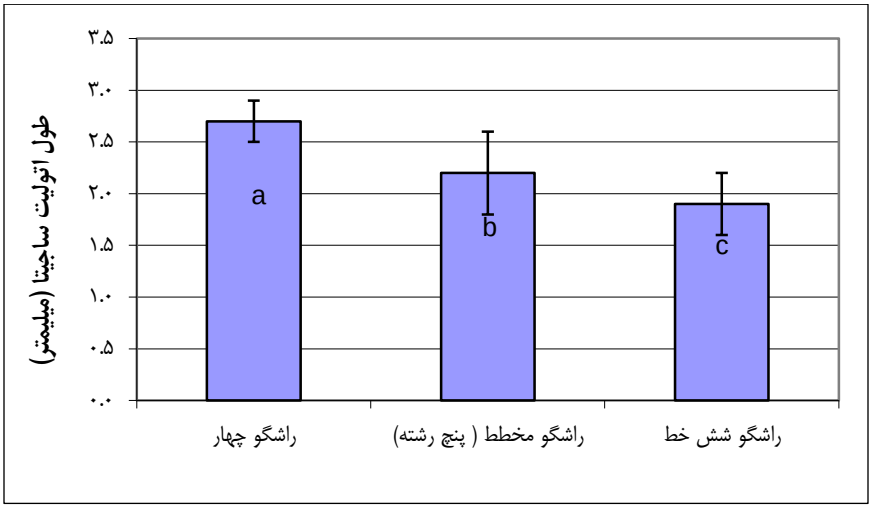
منابع تغییرات	درجه آزادی	مساحت اتولیت	وزن اتولیت	طول اتولیت	عرض اتولیت	محیط اتولیت
مربع میانگین	۲	۰/۰۰۵۴**	۰/۰۳۵۸**	۴/۶۰۵۸**	۲/۲۸۴۵**	۱۳۴/۳۵۸۴**
خطای کل	۱۱۷	۰/۰۰۲۵	۰/۰۰۸۴	۰/۰۴۵۱	۰/۰۳۵۱	۰/۰۰۷۸
ضریب تغییرات (cv٪)		۲۴/۵۱	۱۸/۸۱	۲۸/۰۳	۱۹/۶۷	۸/۹۸

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2025-07-08]

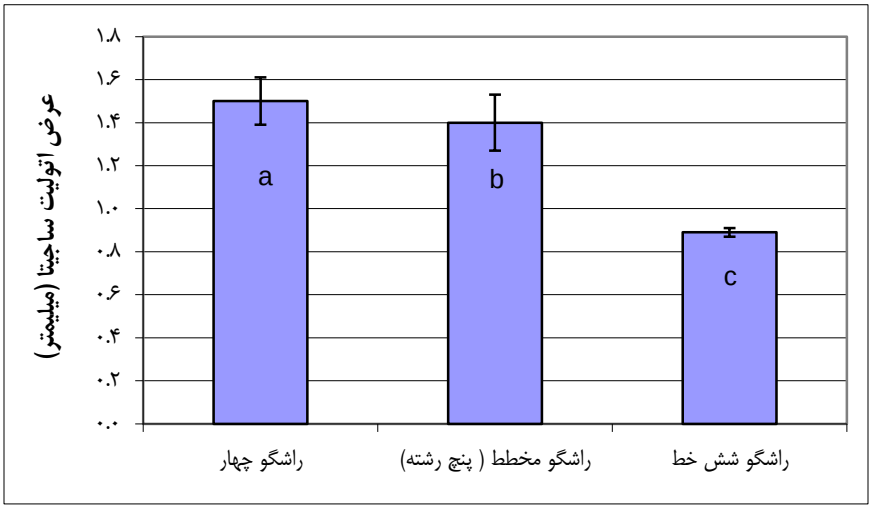
جدول۸: مقایسه میانگین‌های مورفومتریکی اتولیت در گونه‌های موردبررسی به روش آزمون دانکن.

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

شکل‌های ۲ الی ۶ مربوط به مقایسه پارامترهای ریخت سنجی اتولیت در گونه‌های مختلف موردمطالعه می‌باشد (گونه‌های با حروف مشابه اختلاف معنی‌دار ندارند).

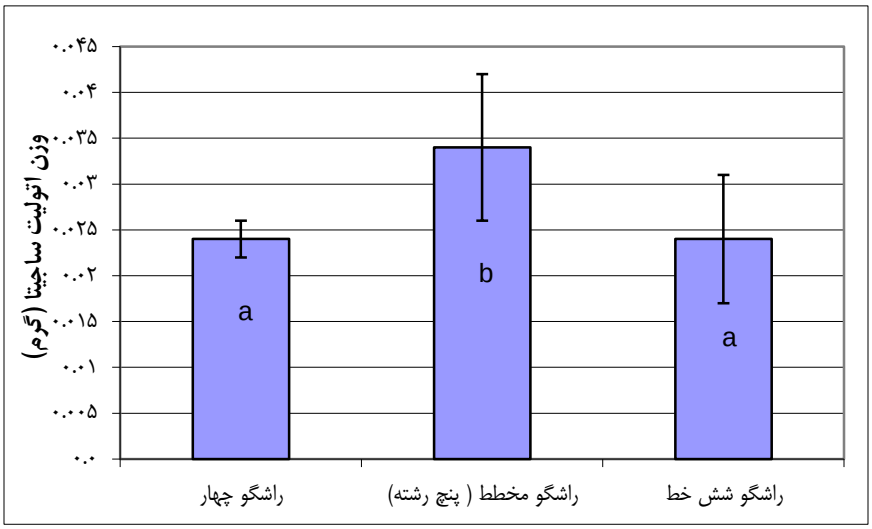


شکل۲: نمودار ستونی مقایسه طول اتولیت در گونه‌های مختلف موردمطالعه.

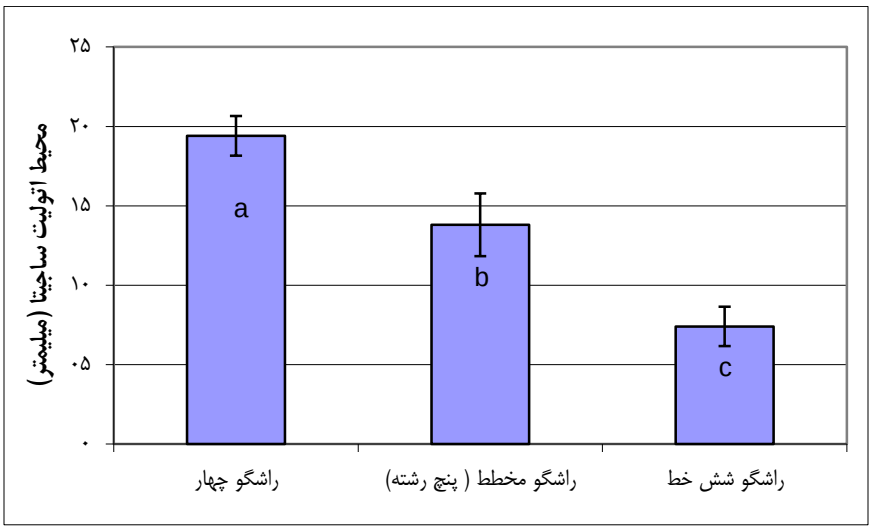


شکل۳: نمودار ستونی مقایسه عرض اتولیت در گونه‌های مختلف موردمطالعه.

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2025-07-08]

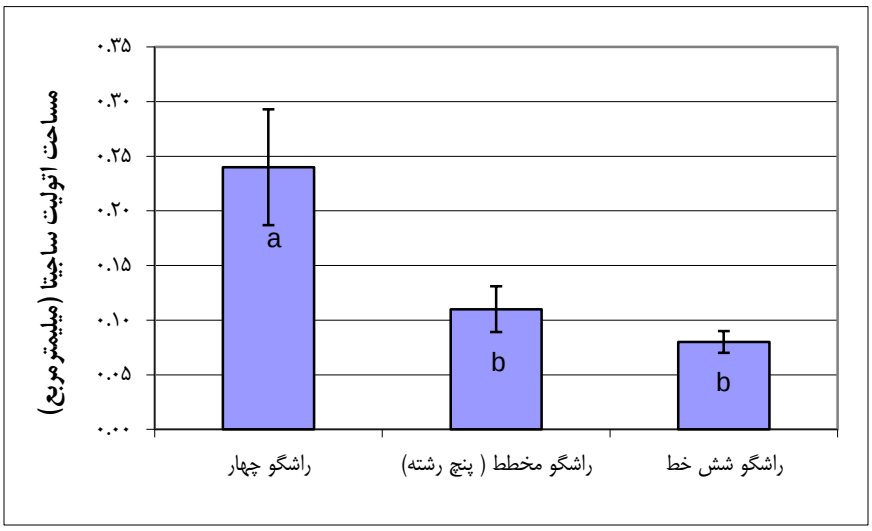


شکل٤: نمودار ستونی مقایسه وزن اتولیت در گونه‌های مختلف موردمطالعه.



شکل٥: نمودار ستونی مقایسه محیط اتولیت در گونه‌های مختلف موردمطالعه.

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2025-07-08]



شکل٦: نمودار ستونی مقایسه مساحت اتولیت در گونه‌های مختلف موردمطالعه.

نتایج حاکی از آن است که کلیه خصوصیات ریخت سنجی اتولیت ساجیتا در بین گونه‌های موردمطالعه 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>۰/۰۵)، ولی در گونه راشگوی مخطط (پنج رشته) با دو گونه دیگر اختلاف معنی‌دار نشان داد (P<۰/۰۵). پارامتر مساحت اتولیت در گونه‌های راشگوی مخطط (پنج رشته) و راشگو شش خط اختلاف معنی‌دار نداشت (P>۰/۰۵)، ولی در گونه راشگو چهار خط با دو گونه دیگر اختلاف معنی‌دار است (P<۰/۰۵). پارامترهای طول اتولیت، عرض اتولیت و محیط اتولیت در تمام گونه‌ها اختلاف معنی‌دار دارند (P<۰/۰۵).

بحث و نتیجه‌گیری

اتولیت‌ها توسط بسیاری از محققین به‌منظور تشخیص گونه‌های یک جنس از جنس دیگر استفاده می‌شوند (Kinacigil *et al.*, 2000). الگوی رشد اتولیت‌های ساجیتا برای شناسایی درون‌گونه‌ای و تشخیص ذخایر یک‌گونه 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 ازنظر 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 ازنظر 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 قابل‌اعتمادی 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 رابین طول کل با وزن ماهی گزارش نمودند. در مطالعه منصورکیایی و همکاران (۱۳۹۰) با عنوان مقایسه تفاوت‌های مورفولوژی و مورفومتریک اتولیت برخی

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2025-07-08]

گونه‌های گیش ماهیان دریای عمان، نتایج نشان داد که در بیشتر پارامترهای موردمطالعه ارتباط معنی‌دار وجود دارد. در مطالعه عطایی دریایی و همکاران (۱۳۹۲) بر روی پارامترهای اندازه و شکل سنگ گوش‌ماهی موتو معمولی (*Encrasicholina punctifer*) در خلیج‌فارس 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 خلیج‌فارس، همبستگی قطعی بین طول و وزن ماهی (R^2=۰/۸۸۴۴) 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 = ۰/۸۵)، 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 < ۰/۷۰۰) به دست آوردند. Waessle و همکاران (۲۰۰۲) بامطالعه 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 > ۰/۹۳۷) 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 رابین طول اتولیت با طول ماهی *Aphanius fasciatus* نشان داد، که کلیه مطالعات ذکرشده با تحقیق حاضر همخوانی دارند.

یکی از روش‌های شناسایی گونه‌ها، استفاده از خصوصیات شکل ظاهری اتولیت‌های مربوط به هرگونه می‌باشد زیرا شکل اتولیت‌های هرگونه 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 ثابت‌شده است. مطالعات بر روی اتولیت ازنظر مورفولوژی و ارتباط آن با خصوصیات ظاهری و مورفومتریک ماهیان در خانواده‌های مختلف ماهیان خلیج‌فارس، نیز مشاهده‌شده 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 همان‌گونه است بنابراین بررسی ویژگی‌های ریخت سنجی اتولیت شامل طول اتولیت، وزن اتولیت و غیره می‌تواند اطلاعات ارزشمندی درزمینهٔ 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 موردمطالعه اختلاف معنی‌دار نشان دادند. همایونی و همکاران (۱۳۹۰) در مطالعه‌ای با عنوان مقایسه خصوصیات ریخت سنجی اتولیت‌های ساجیتا در ۱۰ گونه از شگ‌ماهیان خلیج‌فارس و دریای عمان، اظهار داشتند که محیط اتولیت و تعداد دندانه‌های اتولیت را می‌توان به‌عنوان پارامترهای شاخص جهت تعیین بین‌گونه‌ای 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

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2025-07-08]

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. درنهایت هرچند 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 موردمطالعه در تحقیق حاضر، کلیه پارامترهای ریخت سنجی اتولیت را می‌توان به‌عنوان شاخص‌های تعیین گونه به کمک اتولیت معرفی نمود.

سپاسگزاری

مقاله حاضر مستخرج از طرح تحقیقاتی تحت عنوان "تهیه بانک اتولیت ماهیان زینتی خلیج‌فارس 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 آبزیان، انتشارات موسسه تحقیقات شیلات ایران، تهران. ۳۰ ص.

جواد زاده، ن.، قطب‌الدین، ن.، و آژیر، م. ت.، ۱۳۹۲. مقایسه برخی از خصوصیات ریخت سنجی اتولیت ساجیتا در گونه‌های سوکلا (*Rachycentron canadum*)، گربه‌ماهی خاکی (*Arius dussumieri*)، گربه‌ماهی‌بزرگ (*Arius thalassinus*)، عروس ماهی نواری (*Drepane longimana*) و عروس ماهی منقوط (*Drepane punctata*) در آب‌های خلیج‌فارس و دریای عمان، مجله زیست‌شناسی دریا، ۵ (۲۰). صفحات ۸۶-۷۳.

جواد زاده، ن.، قطب‌الدین، ن.، و آژیر، م. ت.، ۱۳۹۳. مطالعه اتولیت ساجیتا در گیش ماهی کاذب *Lactarius lactarius* در آب‌های خلیج‌فارس. مجله زیست‌شناسی دریا. ۶ (۲۴). صفحات ۷۰-۶۱.

جواد زاده، ن.، معبودی، ح.، و آژیر، م. ت.، ۱۳۹۵. ریخت‌شناسی اتولیت ساجیتا در چهار گونه از ماهیان مناطق مرجانی آب‌های خلیج‌فارس 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 آبزیان، 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.، ۱۳۸٦. مروری بر ریخت‌شناسی اتولیت در برخی از ماهیان اقتصادی سطح زی خلیج‌فارس. 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 خلیج‌فارس و دریای عمان. مجله آبزیان 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 خلیج‌فارس. انتشارات موسسه ملی اقیانوس‌شناسی. تهران. ۱۵۰ ص.

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2025-07-08]

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 ریخت سنجی اتولیت-های 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 مورفومتری 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 leptocepali, 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 forAssessment, 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.

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2025-07-08]

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.

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2025-07-08]