دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "پژوهش‌های ماهی شناسی کاربردی"
دوره سوم، شماره چهارم، زمستان ۹۴
http://jair.gonbad.ac.ir

# ریخت‌شناسی اتولیت ساجیتا در گونه‌های طوطی ماهی یشمی *Scarus fuscopurpureus* Klunzinger, 1871، پروانه ماهی سه‌نواری *Heniochus acuminatus* Linnaeus, 1758 و پروانه ماهی تک‌نواری *Chaetodon rafflesii* Anonymous (Bennet, 1830) در مناطق مرجانی خلیج فارس و دریای عمان

نرگس جوادزاده*[1]، حدیده معبودی[1]، محمدتقی آژیر[2]
[1] استادیار گروه شیلات، دانشگاه آزاداسلامی واحد اهواز، اهواز، ایران
[2] کارشناس‌ارشد مرکز تحقیقات ماهیان سردآبی کشور، تنکابن، ایران
تاریخ ارسال: ۹۴/۵/۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۴/۷/۲۴

**چکیده**

**این پژوهش، به‌منظور بررسی و مقایسه پارامترهای ریخت‌سنجی اتولیت ساجیتا در گونه‌های طوطی ماهی یشمی (*Scarus fuscopurpureus*)، پروانه ماهی سه‌نواری (*Heniochus acuminatus*) و پروانه ماهی تک‌نواری (*Chaetodon rafflesii*) در مناطق مرجانی آب‌های خلیج فارس و دریای عمان انجام پذیرفت. نمونه‌برداری طی یکسال از فروردین ماه ۱۳۹۳ تا فروردین ماه ۱۳۹۴ به طول انجامید. در این مدت ۲۶ عدد طوطی ماهی یشمی، ۸ عدد پروانه ماهی سه نواری و ۱۱ عدد پروانه ماهی تک نواری صید و مورد مطالعه قرار گرفت. صید ماهیان از طریق غواصی 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 مورد بررسی قرار گرفت. در بیشتر پارامترهای مورد بررسی، ارتباط معنی‌دار ملاحظه گردید، بین طول و وزن اتولیت، بین طول چنگالی ماهی و طول اتولیت و بین طول ماهی و وزن ماهی همبستگی بالایی مشاهده شد. بیشترین میزان همبستگی بین پارامترهای اشاره شده در گونه *S. fuscopurpureus* به دست آمد، همچنین نتایج نشان داد کلیه خصوصیات ریخت‌سنجی اتولیت ساجیتا در بین گونه‌های مورد مطالعه اختلاف معنی‌دار دارند. نتایج حاصل از بررسی مساحت اتولیت و وزن اتولیت حاکی از آن است که این دو پارامتر در تمامی گونه‌های مورد مطالعه اختلاف معنی‌دار نشان می‌دهند. پارامتر عرض اتولیت در هیچ یک از نمونه‌ها اختلاف معنی‌دار نشان نداد. دو پارامتر طول اتولیت و محیط اتولیت در گونه**

*نویسنده مسول: nargesjavadzadeh@yahoo.com



[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-02 ]

*C. rafflesii* اختلاف معنی‌دار داشتند ولی در گونه‌های *S. Fuscopurpureus* و *H. acuminatus* اختلاف معنی‌دار نشان ندادند. بنابراین می‌توان اظهار کرد که در گونه‌های مورد مطالعه در تحقیق حاضر، دو پارامتر مساحت اتولیت و وزن اتولیت به‌عنوان شاخص‌های تعیین گونه به کمک اتولیت می‌باشند.

**واژه‌های کلیدی**: *C. rafflesii*، *S. Fuscopurpureus*، *H. acuminatus*، اتولیت، خلیج فارس، دریای عمان

**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. به‌دلیل ساختار آهکی و معماری خاص، تنوع زیستی در این مناطق فوق‌العاده بالاست، به‌طوری‌که پس از جنگل‌های استوایی دومین زیستگاه غنی جهان را تشکیل می‌دهند (Magsoudlou, 2011). آب‌سنگ‌های مناطق حاره در بین عرض جغرافیایی ۳۰ درجه شمالی و ۳۰ درجه جنوبی در آب‌های کم عمق 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 (Sattari *et al.*, 2006). آب‌سنگ‌های مرجانی ایران به دلیل قرار گرفتن در منطقه‌ای که دارای شرایط زیست محیطی نه چندان مناسب برای رشد و زندگی است نظیر عمق کم آب، نوسانات دما، شوری زیاد و تردد کشتی‌های نفت‌کش از نظر بوم‌شناختی تحت فشار قرار گرفته و در آستانه تحمل بوم‌شناسی خود قرار دارند (Magsoudlou, 2011).

گوش داخلی ماهیان استخوانی از لابیرنت‌های استخوانی و غشایی تشکیل شده است. لابیرنت غشایی شامل سه اتاقک کم و بیش مجزا به نام‌های اوتریکول (Utriculus)، ساکول (Sacculus) و لاگنا (Lagena) به همراه سه کانال یا مجرای نیم‌دایره است. مجاری و اوتریکول، قسمت فوقانی این اندام و ساکول و لاگنا، قسمت تحتانی آن را تشکیل می‌دهند. در هر سه بخش، بسترهایی از سلول‌های نورومست وجود دارد که روی آنها سنگریزه‌های شنوایی به نام اتولیت قرار می‌گیرند (Parafkandeh Haghighi, 2008; Furlani *et al*., 2007; Bermejo, 2007; Sattari, 2002). اتولیت‌ها ساختارهای سفید و متراکمی هستند که در شنوایی و تعادل نقش دارند. تمام ماهیان استخوانی دارای سه جفت اتولیت یا سنگ‌گوش داخلی هستند (Campana and Neilson,1985). سنگریزه‌های موجود در اتاقک‌های اوتریکول، ساکول و لاگنا را به‌ترتیب لاپیلوس (Lapillus)، ساجیتا (Sagitta) و آستریسکوس (Asteriscus) می‌نامند (Sattari, 2002). 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



[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-02 ]

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 هر گونه 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).

در خانواده طوطی ماهیان (Scaridae)، دندان‌ها در فک بالا و پایین به هم جوش خورده و صفحات دندانی را ایجاد می‌کنند که این صفحات شباهت زیادی به منقار طوطی دارند. بدن از فلس‌های درشت دایره‌ای پوشیده شده است. باله پشتی کشیده و دراز است. اغلب افراد این خانواده رنگارنگ بوده، بعضی گونه‌ها دوجنسی هستند. در آب‌های مناطق صخره‌ای مرجانی ۲ تا ۳ متری بستر آب زندگی می‌کنند (Emadi and Ghasemimajd, 2006). در خانواده پروانه ماهیان (Chaetodontidae)، بدن کاملاً حالت فشرده دارد. باله پشتی به‌صورت یکسره، ۶ تا ۱۶ عدد خار و بین ۱۵ تا ۳۰ عدد شعاع نرم دارد. باله مخرجی ۳ تا ۵ خار (معمولاً ۳ عدد) و بین ۱۴ تا ۲۳ عدد شعاع نرم دارد. باله دمی معمولاً حالت گرد داشته و حدود ۱۵ عدد شعاع منشعب دارد. دهان کوچک و انتهایی می‌باشد. ماهیان دریازی هستند که در مناطق استوایی تا معتدله اقیانوس‌های آرام، اطلس و هند (به‌ویژه مناطق استوایی هند-غرب آرام) یافت می‌شود (Nelson, 2006). از مطالعات انجام شده روی ریخت‌شناسی اتولیت ماهیان می‌توان به تحقیقات روی ۱۰ گونه از گیش ماهیان (Carangidae) دریای عمان (Mansurkiaee *et al.*, 2011)، ۱۷ گونه از گیش ماهیان در سواحل آرژانتین (Volped and Chererria, 2003)، ۶۳ گونه از ماهیان دریای برینگ و خلیج آلاسکا (Harvey *et al.*, 2000)، ۵۹ گونه از ماهیان دریای مدیترانه (Radtke *et al.*, 1996)، ۸ گونه از ماهیان اقیانوس اطلس (Hunt, 1992)، ۱۰ گونه از جراح ماهیان (Acanthuridae) (Choat and Axe, 1996)، ۴ گونه از هامور ماهیان (Serranidae) (Waessle *et al.*, 2003)، ۶ گونه از تون ماهیان (Scombridae)، شگ ماهیان (Clupeidae) و موتو ماهیان (Engraulidae) خلیج فارس (Sadighzadeh *et al.*, 2007)، ۱۰ گونه از شگ ماهیان خلیج فارس و دریای عمان (Homauni *et al.*, 2011) اشاره کرد. تحقیق حاضر به دلیل عدم وجود منابع علمی کافی در خصوص مشخصات مورفولوژیک اتولیت در ماهیان مناطق مرجانی و با هدف مقایسه و بررسی خصوصیات ریخت‌سنجی اتولیت ساجیتا در گونه‌های طوطی ماهی یشمی (*S. fuscopurpureus*)، پروانه ماهی سه نواری (*H. acuminatus*) و پروانه ماهی تک نواری (*C. rafflesii*) در مناطق مرجانی آب‌های خلیج فارس و دریای عمان انجام پذیرفت.



[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-02 ]

## مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری طی یک دوره یک‌ساله از فروردین ماه ۱۳۹۳ تا فروردین ماه ۱۳۹۴در 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) انجام پذیرفت. صید ماهیان از طریق غواصی انجام پذیرفت همچنین از گرگورهای سیمی و قفس‌های صید شاه میگو نیز استفاده گردید. در مجموع تعداد ۲۶ عدد طوطی ماهی یشمی، ۸ عدد پروانه ماهی سه نواری و ۱۱ عدد پروانه ماهی تک نواری صید و مورد مطالعه قرار گرفت. نگهداری ماهیان به‌منظور اندازه‌گیری پارامترهای مختلف اتولیت در مایعاتی مانند فرمالین، فرمالدئید و الکل، بر روی اتولیت اثرات سوء دارد. بنابراین بهترین روش انجماد ماهی‌ها در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد وکمتر یا نگهداری آنها در الکل ۹۵ درصد است (Green *et al.*, 2009). پس از انجمادزدایی نمونه‌ها در آزمایشگاه، مشخصات زیست‌سنجی هر نمونه شامل طول کل (TL)، طول چنگالی (FL) و وزن کل (W) اندازه‌گیری و ثبت گردید. با توجه به اینکه اتولیت‌ها در کپسول شنوایی در حد فاصل وسط سقف دهان و محل اتصال فوقانی آبشش به سقف دهان قرار دارند، از بین روش‌های مرسوم استخراج اتولیت، از روش میان آبششی استفاده شد ( Secor *et al.*, 1992; Jawad *et al.*, 2008; Linkowski, 1991; Green *et al.*, 2009). در این روش به‌منظور استخراج اتولیت‌ها (ساجیتا) بخش پشتی جمجمه هر ماهی در مقابل حاشیه عقبی استخوان پیش‌سرپوش 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 توسط آب نیمه‌گرم، در نهایت رطوبت‌گیری انجام پذیرفت. پس از این 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 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 نرم افزار Image tool محاسبه گردید. روابط بین طول و وزن ماهی و همچنین طول و وزن اتولیت براساس 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 $Y = aX + b$ به‌دست آمد که در آن Y طول ماهی، X طول اتولیت و

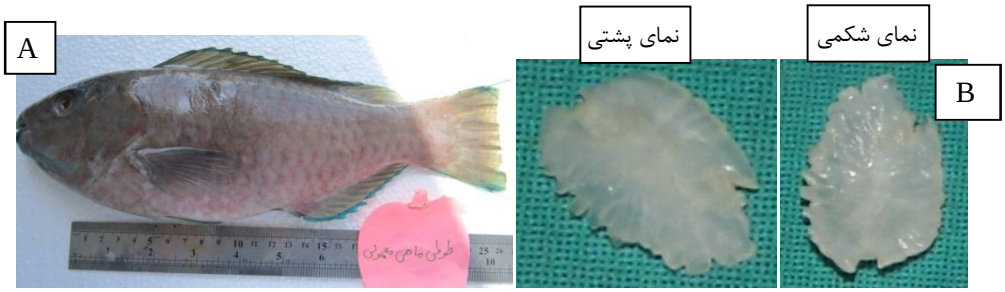


[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-02 ]

a و b ضرایب ثابت هستند (Dehghani *et al.*, 2012). تصاویر اتولیت به کمک دوربین دیجیتال از دو سطح پشتی و شکمی تهیه گردید.

## نتایج

شکل‌های ۱ تا ۳ تصاویر نمونه‌های ماهیان و اتولیت مربوط به آنهارا نشان می‌دهد.



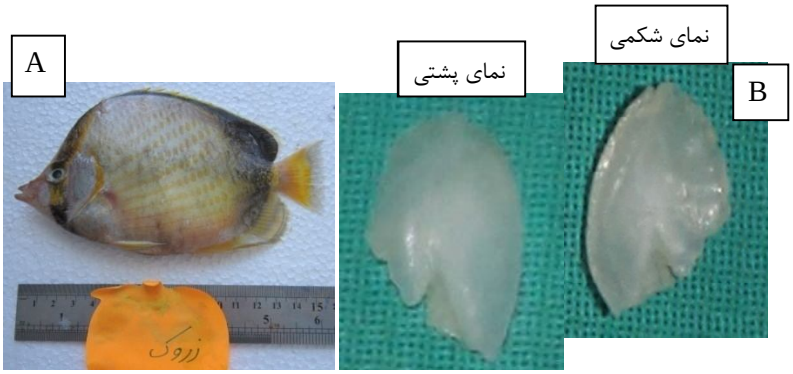

**شکل ۱: گونه *S. fuscopurpureus* (A)- نمای پشتی و شکمی اتولیت (B)**




**شکل ۲: گونه *H. acuminatus* (A) - نمای پشتی و شکمی اتولیت (B)**



[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-02 ]




**شکل۳: گونه *C. rafflesii* (A)- نمای پشتی و شکمی اتولیت (B)**

در جداول ۱ تا ۳ 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 صید شده (cm) گونه‌های مورد مطالعه آورده شده است.

**جدول ۱: روابط به‌دست آمده زیست‌سنجی و اتولیت گونه *S. fuscopurpureus***

| | |
|---|---|
| $OW = ۹/۵۶۸\ OL^{۰/۸۵۷۶}$ $(R^2 = ۰/۹۰۸۷)$ | رابطه بین طول و وزن اتولیت |
| $FL = ۲/۴۶۱۸\ x + ۰/۱۰۵۱$ $(R^2 = ۰/۹۱۶۳)$ | رابطه بین طول چنگالی ماهی و طول اتولیت |
| $W = ۰/۰۰۴۶\ L^{۳/۱۷۹۱}$ $(R^2 = ۰/۹۶۴۲)$ | رابطه بین طول و وزن ماهی |
| ۲۵-۳۲ | دامنه طولی ماهیان صید شده (cm) |

**جدول ۲: روابط به دست آمده زیست سنجی و اتولیت گونه *H. acuminatus***

| | |
|---|---|
| $OW = ۳۷۴۸ * ۱۰^{-۵}\ OL^{۰/۰۴۸۶}$ $(R^2 = ۰/۸۹۳۳)$ | رابطه بین طول و وزن اتولیت |
| $FL = ۲/۶۹۸\ x + ۵/۵۶۲۵$ $(R^2 = ۰/۸۹۵۷)$ | رابطه بین طول چنگالی ماهی و طول اتولیت |
| $W = ۰/۸۴۵۶\ L^{۲/۹۹۵}$ $(R^2 = ۰/۸۵۷۴)$ | رابطه بین طول و وزن ماهی |
| ۱۳-۱۶ | دامنه طولی ماهیان صید شده (cm) |

**جدول ۳: روابط به دست آمده زیست سنجی و اتولیت گونه *C. rafflesii***

| | |
|---|---|
| $OW = ۳۴۴۸ * ۱۰^{-۵}\ OL^{۰/۰۳۲۵}$ $(R^2 = ۰/۸۹۵۹)$ | رابطه بین طول و وزن اتولیت |
| $FL = ۵۴/۲۵۵\ x - ۲/۲۹۶$ $(R^2 = ۰/۸۹۹۱)$ | رابطه بین طول چنگالی ماهی و طول اتولیت |
| $W = ۱/۳۷۸۴\ L^{۲/۱۴۵}$ $(R^2 = ۰/۸۶۳۱)$ | رابطه بین طول و وزن ماهی |
| ۱۱-۱۵ | دامنه طولی ماهیان صید شده (cm) |



[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-02 ]

براساس نتایج، در بیشتر پارامترهای مورد بررسی، ارتباط معنی‌دار ملاحظه گردید. بین طـول و وزن اتولیت، بین طول چنگالی ماهی و طـول اتولیـت و بـین طـول مـاهی و وزن مـاهی همبسـتگی بـالایی مشاهده شد. بیشترین میزان همبسـتگی بـین پارامترهـای اشـاره شـده در گونـه *S. Fuscopurpureus* به‌دست آمد. خصوصیات زیست‌سنجی اتولیت از جمله طول اتولیـت (OL)، پهنـای اتولیـت (OB)، وزن اتولیت (OW)، محیط اتولیت (OP) و مساحت اتولیت (OS) در جـدول ۴ و خصوصـیات زیسـت‌سـنجی نمونه‌ها به همراه میانگین و دامنه طول کل، طول استاندارد و وزن کل در جدول ۵ آورده شده است.

**جدول ۴: مشخصات زیست سنجی اتولیت‌ها**

| گونه | تعداد | س | Sd | OB(mm) | Sd | OW(g) | Sd | OP(mm) | Sd | OS($mm^2$) | Sd |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *S. fuscopurpureus* | ۲۶ | ۲/۱ | ۰/۲۱۲ | ۱/۵ | ۰/۱۳۲ | ۰/۰۰۶ | ۰/۰۰۰۷ | ۱۰/۰۸ | ۰/۵۸۹ | ۰/۱۳۱ | ۰/۰۰۵ |
| *H.acuminatus* | ۸ | ۱/۹ | ۰/۱۴۲ | ۱/۳ | ۰/۰۹۵ | ۰/۰۰۳ | ۰/۰۰۰۲ | ۹/۱۲ | ۰/۷۵۴ | ۰/۱۱۹ | ۰/۰۰۴ |
| *C. rafflesii* | ۱۱ | ۱/۷ | ۰/۰۹۵ | ۱/۱۸ | ۰/۰۵۴ | ۰/۰۰۱ | ۰/۰۰۰۴ | ۸/۱۶ | ۰/۴۲۶ | ۰/۱۰۶ | ۰/۰۰۲ |

**جدول ۵: خصوصیات زیست سنجی نمونه‌های مورد مطالعه**

| گونه | تعداد | میانگین طول کل (cm) | دامنه طول کل (cm) | میانگین طول استاندارد(cm) | دامنه طول استاندارد(cm) | میانگین وزن کل (g) | دامنه وزن کل(g) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *S. fuscopurpureus* | ۲۶ | ۱۸ | ۱۶-۲۲ | ۱۵ | ۱۳-۱۷ | ۱۵۲±۱۸/۳۵ | ۱۳۰-۱۸۶ |
| *H.acuminatus* | ۸ | ۱۱ | ۹-۱۶ | ۹ | ۷-۱۳ | ۶۷/۷۶±۱۲/۴۷ | ۴۵-۹۸ |
| *C. rafflesii* | ۱۱ | ۱۳ | ۸-۱۹ | ۱۰ | ۶-۱۷ | ۵۹±۸/۴۵۵ | ۳۷-۸۴ |

نتایج نشان داد که علاوه بر تفاوت در شکل ظاهری اتولیت گونـه‌هـای مـورد بررسـی، تفـاوت‌هـای زیست‌سنجی نیز در آنها قابل مشاهده است. با توجه به نتایج بیشترین طول، بیشـترین پهنـا، بیشـترین وزن، بیشترین محیط و مساحت اتولیت مربـوط بـه گونـه *S. fuscopurpureus* بـا میـانگین طـول کـل ۱۸سانتی‌متر و میانگین وزن ۱۸/۳۵± ۱۵۲ گرم اسـت. کمتـرین طـول، کمتـرین پهنـا، کمتـرین وزن، کمترین محیط و مساحت اتولیت نیز مربوط به گونه *C. Rafflesii* با میانگین طول کل ۱۳ سانتی‌متـر و میانگین وزن ۸/۴۵±۵۹ گرم مـی باشـد. آنـالیز واریـانس و سـطح معنـی‌داری منـابع تغییـرات صـفات زیست‌سنجی اتولیت در گونه‌های مورد مطالعه در جـدول ۶ نشـان داده شـده اسـت. جـدول ۷ بیـانگر مقایسه میانگین‌های مورفومتریکی اتولیت درگونه‌های مورد بررسی به روش آزمون دانکن می‌باشد.



[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-02 ]

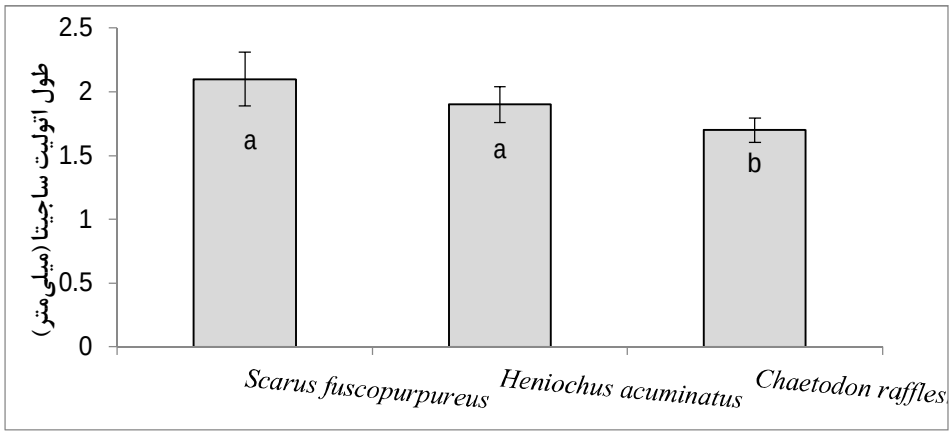
**جدول ۶: آنالیز واریانس و سطح معنی‌داری منابع تغییرات صفات زیست‌سنجی اتولیت در گونه‌های مورد مطالعه**

| منابع تغیرات | درجه آزادی | OS | OM | OL | OB | OP |
|---|---|---|---|---|---|---|
| مربع میانگین | ۲ | ۰/۰۱۴** | ۰/۰۰۰۲** | ۳/۶۱۰** | ۱/۷۶۰ | ۸۳/۱۷۴** |
| خطای کل | ۸۳ | ۰/۰۰۴ | ۰/۰۰۷ | ۰/۰۶۲ | ۰/۰۴۲ | ۰/۰۳۸ |
| ضریب تغیرات (CV) | | ۳۰/۴۶ | ۴/۶۱ | ۲۲/۲۷ | ۲۷/۵۷ | ۱۵/۰۹ |

**جدول ۷: مقایسه میانگین‌های مورفومتریکی اتولیت درگونه‌های مورد بررسی به روش آزمون دانکن**

| صفت / گونه | *S. fuscopurpureus* | *H. acuminatus* | *C. rafflesii* |
|---|---|---|---|
| OS | ۰/۰۱۳$^{a}$ | ۰/۱۱۹$^{b}$ | ۰/۱۰۶$^{c}$ |
| OM | ۰/۰۰۶$^{a}$ | ۰/۰۰۳$^{b}$ | ۰/۰۰۱$^{c}$ |
| OL | ۲/۱$^{a}$ | ۱/۹$^{a}$ | ۱/۷$^{b}$ |
| OB | ۱/۵$^{a}$ | ۱/۳$^{a}$ | ۱/۱$^{a}$ |
| OP | ۱۰/۰۸$^{a}$ | ۹/۱۲$^{a}$ | ۸/۱۶$^{b}$ |

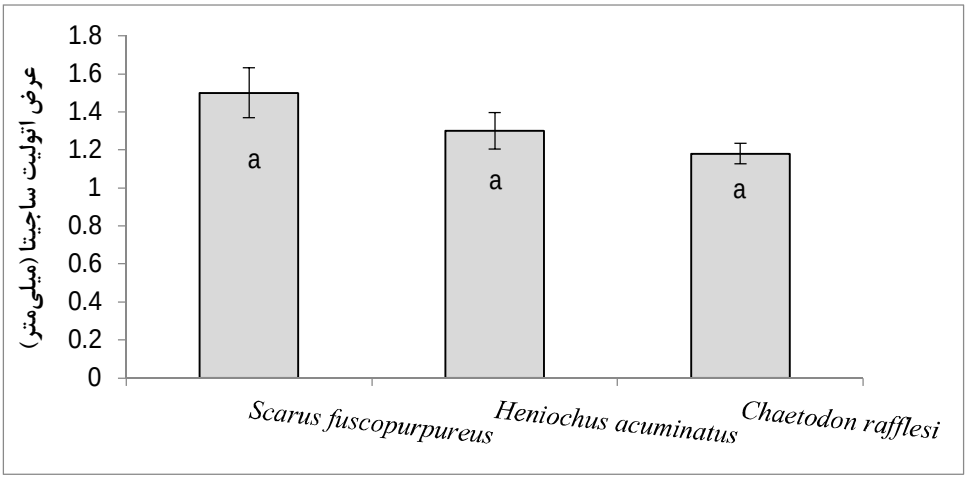
تصاویر ۴ الی ۸ مربوط به مقایسه پارامترهای ریخت‌سنجی اتولیت در گونه‌های مختلف مورد مطالعه می‌باشد (گونه‌های با حروف مشابه اختلاف معنی‌دار ندارند).



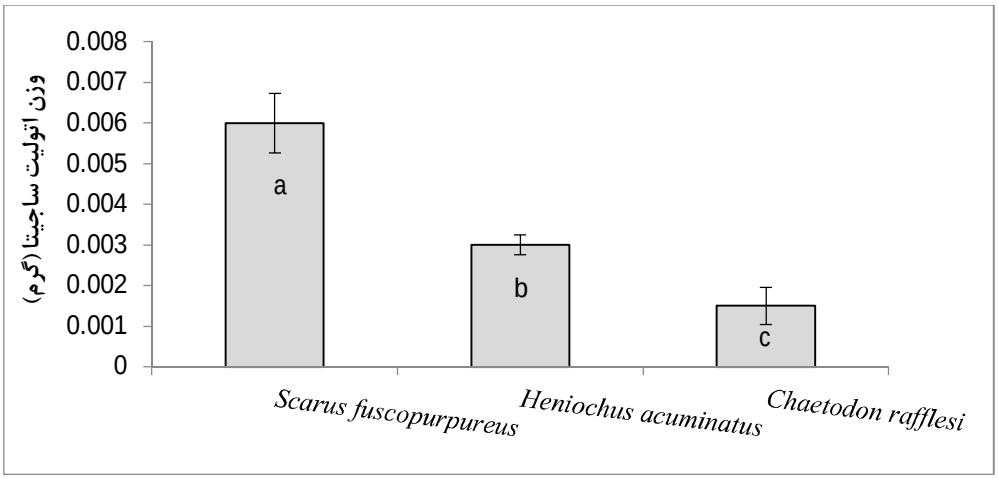

**شکل ۴: نمودار ستونی مقایسه طول اتولیت در گونه‌های مختلف مورد مطالعه**



[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-02 ]



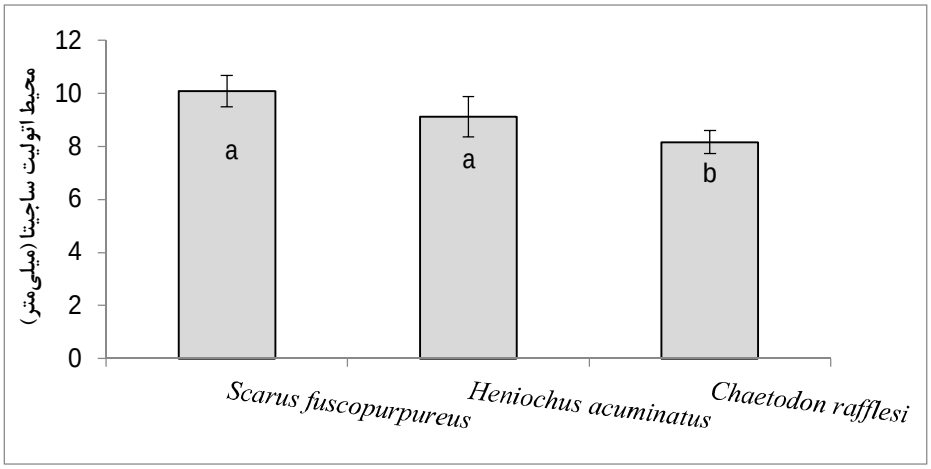

**شکل۵: نمودار ستونی مقایسه عرض اتولیت در گونه‌های مختلف مورد مطالعه**



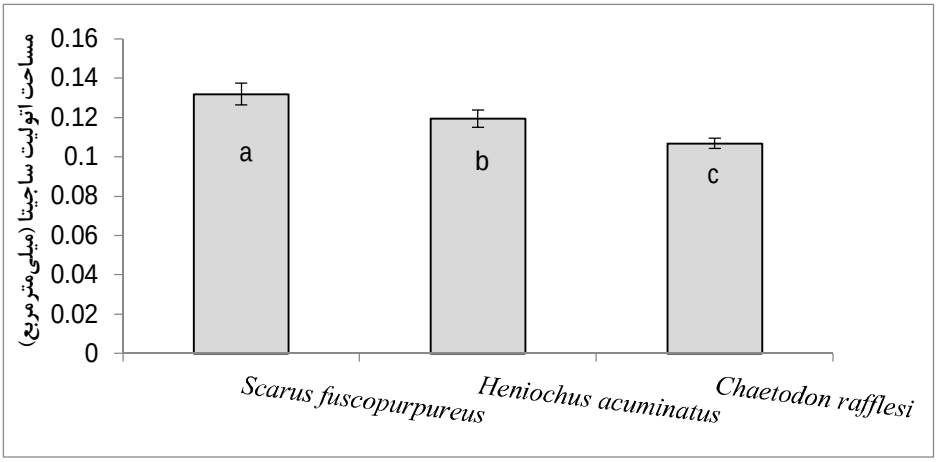

**شکل۶: نمودار ستونی مقایسه وزن اتولیت در گونه‌های مختلف مورد مطالعه**



[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-02 ]




**شکل۷: نمودار ستونی مقایسه محیط اتولیت در گونه‌های مختلف مورد مطالعه**




**شکل۸: نمودار ستونی مقایسه مساحت اتولیت در گونه‌های مختلف مورد مطالعه**

نتایج نشان دهنده آن است که کلیه خصوصیات ریخت‌سنجی اتولیت ساجیتا در بین گونه‌های متفاوت مورد مطالعه اختلاف معنی‌دار نشان دادند. نتایج حاصل از بررسی مساحت اتولیت و وزن اتولیت حاکی از آن است که این دو عامل در تمامی گونه‌های مورد مطالعه اختلاف معنی‌دار نشان می‌دهند ($p<۰/۰۵$). پارامتر عرض اتولیت در هیچ‌یک از نمونه‌ها اختلاف معنی‌دار نشان نمی‌دهد ($p>۰/۰۵$). دو پارامتر طول اتولیت و محیط اتولیت در گونه *C. rafflesii* اختلاف معنی‌دار دارند



[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-02 ]

($p<۰/۰۵$) ولی در گونه‌های *S. fuscopurpureus* و *H. acuminatus* اختلاف معنی‌دار نشان نمی‌دهند ($p>۰/۰۵$).

## بحث و نتیجه‌گیری

اتولیت‌ها در ماهیان استخوانی اجسامی پلی‌کریستالی هستند که به‌عنوان اندام‌های تعادلی و شنوایی در گوش داخلی انجام وظیفه می‌کنند و از بلورهای کربنات کلسیم به شکل آراگونیت و فیبرهای پروتئینی به نام اتولین تشکیل می‌شوند (Forsberg, 2001). 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. معمولا 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 رده‌بندی و سیستماتیک نمونه‌ها تا حد گونه باشد (Furlani *et al.*, 2007).

همان‌طور که اشاره گردید بین طول و وزن اتولیت، بین طول چنگالی ماهی و طول اتولیت و بین طول ماهی و وزن ماهی همبستگی بالایی مشاهده شد. بیشترین میزان همبستگی بین پارامترهای اشاره شده در گونه *S. fuscopurpureus* به‌دست آمد. در مطالعه اپلبام و توماس (Appelbaum and Thomas, 1978) همبستگی بالا ($R^2 = ۰/۸۵$)، بین طول اتولیت و طول کل درماهی *A. Anguilla* به‌دست آمد، در مطالعه منصورکیایی و همکاران (Mansurkiaee *et al.*, 2011) با عنوان مقایسه تفاوت‌های مورفولوژی و مورفومتریک اتولیت برخی گونه‌های گیش ماهیان دریای عمان، نتایج نشان داد که در بیشتر پارامترهای مورد مطالعه ارتباط معنی‌دار وجود دارد. 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 and Longenecker, 2004). هاروی و همکاران (Harvey *et al.*, 2000) در بررسی برخی از گونه‌های ماهیان شمال شرق اقیانوس آرام ارتباط طول ماهی و طول اتولیت را به صورت خطی و با همبستگی بالا با میزان ($R^2< ۰/۷۰۰$) بدست آوردند. واسل و همکاران (Waessle *et al.*, 2003) 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 $R^2> ۰/۹۳۷$ بدست آورد. مطالعه عنابی و همکاران (Annabi *et al.*, 2013) نیز همبستگی بالایی را بین طول اتولیت با طول ماهی *Aphanius fasciatus* نشان داد که مطالعات ذکر شده با تحقیق حاضر همخوانی دارند.

تفاوت‌های ظاهری اتولیت ماهیان گروه‌های مختلف و حتی ماهیان متعلق به یک خانواده مشخص و ثابت شده است. مطالعات روی اتولیت از نظر مورفولوژی و ارتباط آن با خصوصیات ظاهری و



[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-02 ]

مورفومتریک ماهیان در خانواده‌های مختلف ماهیان خلیج فارس، نیز مشاهده شده است (Sadighzadeh *et al.*, 2007). اتولیت‌های ساجیتا ساختار بسیار متنوعی دارند که حتی در گونه‌های مختلف یک خانواده نیز تفاوت‌هایی 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. باتوجه به هبستگی که بین اتولیت و اندازه ماهی وجود دارد می‌توان با داشتن اندازه اتولیت، اندازه ماهی را بدست آورد (Mansurkiaee *et al.*, 2011). هر اتولیت دارای شکل و ویژگی‌های خاصی است که مختص همان گونه است. بنابراین بررسی ویژگی‌های ریخت‌سنجی اتولیت شامل طول اتولیت، وزن اتولیت و غیره می‌تواند اطلاعات ارزشمندی در زمینه شناسایی و تفکیک گونه‌ها ارایه دهد (Sadighzadeh *et al.*, 2007). با توجه به نتایج تحقیق حاضر کلیه خصوصیات ریخت‌سنجی اتولیت ساجیتا در بین گونه‌های متفاوت مورد مطالعه اختلاف معنی‌دار نشان دادند. همایونی و همکاران (Homauni *et al.*, 2011) 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 بین گونه‌ای در اتولیت ساجیتای شگ‌ماهیان خلیج‌فارس و دریای عمان معرفی نمود، که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد. در مطالعه سلیمان میگونی و همکاران (Soleimanmeiguni *et al.*, 2013) با عنوان تعیین سن ماهی سرخوی چمن (*Lutjanus malabaricus*) با استفاده از اتولیت (سنگ‌گوش) 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 این گونه 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 با توجه به نتایج می‌توان اظهار کرد که در گونه‌های مورد مطالعه در تحقیق حاضر، دو پارامتر مساحت اتولیت و وزن اتولیت را می‌توان به‌عنوان شاخص‌های تعیین گونه به کمک اتولیت معرفی نمود.

**تشکر و قدردانی**

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.



[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-02 ]

## منابع


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): 269-279.

Appelbaum S., Thomas H. 1978. Otolith length/fish length relationship of leptocepali, elvers and sub-adult (reared) eels *Anguilla anguilla*. Environmental Biology of Fishes, 3(2): 245-247.

Bermejo S. 2007. Fish age classification based on length, weight, sex and otolith morphological features. Fisheries Research, 84: 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: 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: 15-26.

Dehghani M., Kamrani E., Salarpouri A., Kamali E. 2012. The relationship between fish length, otolith weight and length in *Sardinella sidensis* in Jask water, Oman Sea. Aquatic Ecology Journal, 2(1): 24-34. (In Persian).

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, 134 P.

Emadi H., Ghasemimajd P. 2006. Consumers guide in: Distinguishing fish and shrimp. Abzian Scientific Publications, Tehran. 251 p. (In Persian).

Forsberg J.E. 2001. Aging manual for Pacific halibut: procedures and methods used at the international pacific halibut commission, Seattle, Washington, USA, 54 P.

Furlani D., Gales R., Pemberto D. 2007. Otoliths of Australian temperate fish a photographic guide. CSIRO, 216 P.

Green B.S., Mapastone B.D., Carlos G., Begg G.A. 2009. Tropical fish Otoliths: Information for Assessment, Management and Ecology. Springer, 313 P.

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 P.

Homauni H., Valinassab T., Seifabadi S.J. 2011. Comparison of morphometric characteristics of otolith for ten Clupeid species of the Persian Gulf. Iranian Scientific Fisheries Journal, 20(2): 141-152. (In Persian).

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

Jawad L.A., Jufaili S.A., Al-Shuhaily S.S. 2008. Morphology of the otolith of the greater Lizard fish *saurdia tumbi*. Journal of Natural History, 212: 2321-2333.




[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-02 ]

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: 357-364.

Linkowski T.B. 1991. Otolith microstructure and growth patterns during the early life history of lanternfishes (family Myctophidae). Canadian Journal of Zoology, 69: 177-179.

Magsoudlou A. 2011. Hard corals of the Iranian coastal waters of the Persian Gulf. Iranian National Institute for Oceanography publication, Tehran, 150 P. (In Persian).

Mansurkiaee A., valinassab T., Vosughi G.H., GhavamMostafavi P., Jamalzadeh H.R. 2011. Morphology and morphometric characterizes of the otolith of some carangidae in the Oman Sea. Marine Biology Journal, 3 (10): 3-10. (In Persian).

Nelson J. 2006. Fishes of the world, department of biological sciences, University of Alberta, Edmonton. Alberta, T6G2E9, Canada, 601 P.

Parafkandeh Haghighi F. 2008. Age determination in aquatic animals. Fisheries Research Organization Publications, Tehran, 139 P. (In Persian).

Paxton J.R. 2000. Fish otoliths: do sizes correlate with taxonomic groups, habitat and/or luminescence Philosophical. Transactions of the Royal Society of London, (355): 1299-1303.

Radtke R.L., Showers W., Moksness E., Lenz P. 1996. Environmental information stored in otoliths: insights from stable Isotopes. Marin Biology, 127: 161-70.

Sadighzadeh Z., Vosughi G.H, Valinasab T., Fatemi M.R. 2007. Introduction to study of morphologic characters of otoliths of some economic pelagic fishes of Persian Gulf. Journal of Veterinary Medicine, 1(3): 1-10. (In Persian).

Sattari M. 2002. Fish biology 1, anatomy, and physiology. Naghshe Mehr Publications, Tehran, 659 P. (In Persian).

Sattari M., Shahsavani D., Shafii S. 2006. Fish Biology (Part 3: Ecology). Hagshenas Publications, Rasht, Iran, 502 P. (In Persian).

Secor D.H., Dean J.M., Laban E.H. 1992. Manual for otolith removal and preparation for microstructure. In: Stevenson DK, Campana SE (Eds.). Otolith microstructure examination and analysis. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences, pp. 117. 126.

Soleimanmeiguni P., Valinasab T., Ataiemehr B., Kamali E. 2013. Age Determinatione of *Lutjanusma labaricus* by using of otolith in Hormozgan water (Persian Gulf, Hormozgan). Iranian Journal of Biology, 3(26): 305- 313. (In Persian).

Volped A.E., Chererria D.D. 2003. Ecomorphological patterns of the sagitta In fish on the continental shelf off Argentine. Fisheries Research, 60: 559-560.

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



[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-02 ]