



ریخت‌شناسی اتولیت ساجیتا در چهار گونه از ماهیان مناطق مرجانی آب‌های خلیج فارس و دریای عمان

نرگس جوادزاده^{۱*}، حدیده معبودی^۱، محمد تقی آذیر^۲

۱- گروه شیلات، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

۲- بخش ارزیابی ذخایر، مرکز تحقیقات ماهیان سردابی کشور، تنکابن، ایران

*مسئول مکاتبات: nargesjavadzadeh@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۹۵/۴/۲۰

تاریخ دریافت: ۹۵/۱/۲۳

چکیده

تحقیق حاضر جهت مقایسه ریخت‌شناسی اتولیت ساجیتا در گونه‌های سرخوی چشم درشت (*Lutjanus lutjanus*)، سرخوی مالاباری (*Lutjanus malabaricus*)، سرخوی خونی (*Lutjanus erythropterus*) و فرشته ماهی عربی (*Pomacanthus asfur*) در مناطق مرجانی خلیج فارس و دریای عمان انجام پذیرفت. تعداد ۶ عدد سرخوی چشم درشت، ۸ عدد سرخوی مالاباری، ۵ عدد سرخوی خونی و ۵ عدد فرشته ماهی عربی به روش غواصی صید و مورد مطالعه قرار گرفت. نمونه برداری طی یک دوره یکساله از فروردین ماه ۱۳۹۳ تا فروردین ماه ۱۳۹۴ به طول انجامید. خصوصیات زیست‌سنجی نمونه‌ها شامل طول کل، طول چنگالی، وزن ماهی، همچنین شکل اتولیت و پارامترهای زیست‌سنجی اتولیت ساجیتا از جمله طول، پهنا، وزن، محیط و مساحت اتولیت مورد بررسی قرار گرفت. در بیشتر پارامترهای مورد بررسی، ارتباط معنی‌داری ملاحظه گردید، بیشترین میزان همبستگی بین طول چنگالی ماهی و طول اتولیت در گونه سرخوی مالاباری بود. مساحت و محیط اتولیت حاکی از آن بود که این دو پارامتر در گونه‌های سرخوی مالاباری و فرشته ماهی عربی اختلاف معنی‌داری داشته ($p < 0/05$) ولی در گونه‌های سرخوی چشم درشت و سرخوی خونی اختلاف معنی‌دار نبود ($p > 0/05$). پارامتر وزن اتولیت در گونه‌های سرخوی چشم درشت و سرخوی مالاباری و هم‌منظور گونه‌های سرخوی خونی و فرشته ماهی عربی اختلاف معنی‌داری نداشت ($p > 0/05$) ولی بین این دو گونه با گونه‌های سرخوی چشم درشت و سرخوی مالاباری اختلاف معنی‌دار دیده شد ($p < 0/05$). دو پارامتر طول اتولیت و پهنای اتولیت در تمام گونه‌ها اختلاف معنی‌دار نشان داد ($p < 0/05$)، بنابراین می‌توان گفت در گونه‌های مورد مطالعه، دو پارامتر طول اتولیت و پهنای اتولیت به عنوان شاخص‌های تعیین‌کننده گونه به کمک اتولیت می‌باشند.

کلمات کلیدی: اتولیت، سرخوی چشم درشت، سرخوی مالاباری، سرخوی خونی، فرشته ماهی عربی، خلیج فارس، دریای عمان.

مقدمه

تعادل ماهی، اکولوژی لارو ماهی، شناسایی گونه‌ها، شناسایی ذخایر ماهی و بازسازی زیستگاه ماهی می‌باشند. با استفاده از رابطه بین طول ماهی و وزن اتولیت، تعیین طول ماهی از طول اتولیت امکان پذیر می‌باشد، به علاوه از اتولیت‌هایی که در مسیر گوارشی یافت می‌شوند، می‌توان اندازه و گونه ماهی خورده شده را تخمین زد. این اطلاعات برای آنالیز محتوای گوارشی ماهیانی که از سایر ماهیان تغذیه می‌نمایند بسیار مفید می‌باشد. در برخی تحقیقات از اتولیت‌ها و مهره‌ها در شناسایی و تخمین

اتولیت یا سنگ گوش ساختاری از جنس کربنات کلسیم است که در گوش داخلی ماهی قرار دارد و جهت شنیدن و حفظ تعادل به کار می‌رود، اتولیت‌ها به ویژه ساجیتا اولین بافت‌های سختی هستند که در مراحل جنینی و نوزادی ماهیان استخوانی ظاهر می‌شوند و علایم رشد اولیه آنها پس از تشکیل تا پایان عمر دست نخورده باقی می‌ماند [۴]. اندازه و شکل اتولیت‌ها بر طبق گونه و اندازه ماهیان متغیر می‌باشد و علاوه بر تعیین سن و رشد، اتولیت‌ها موضوع مطالعات گوناگون نظیر زیست‌شناسی ماهی (شنوایی و



اندازه ماهی در مطالعات رابطه صید و صیاد استفاده شده است [۳]. در بین سه جفت اتولیت ماهیان استخوانی، ساجیتا بزرگترین اتولیت در اکثر گونه‌ها می‌باشد [۲۳] و بیشترین تغییرات ریختی را در میان گونه‌ها دارد [۱۷] و ۲۰. مشخصات ریختی اتولیت ساجیتا در بین گونه‌ها متفاوت است و در واقع شاخص آن گونه می‌باشد و اغلب گونه‌ها را می‌توان به وسیله ریخت‌شناسی مشخص ساجیتا شناسایی کرد [۱۸].

خانواده سرخو ماهیان (Lutjanidae) در آب‌های خلیج فارس و دریای عمان وجود دارند. بدن عریض تا بیضی دارند. دهان آنها به اندازه متوسط و دارای دندان می‌باشد، فلس‌های کوچک تا متوسط شانه‌ای و به ندرت دایره‌ای و خط جانبی موازی محور پشتی دارند. دارای یک باله پشتی‌اند که قسمت‌های خاردار و نرم آن به هم متصل می‌باشد. باله دمی لبه دار، بریده یا دوشاخه می‌باشد. از این خانواده ۲۵ گونه از ۷ جنس در آب‌های ایرانی خلیج فارس و دریای عمان معرفی شده است [۱۰]. در خانواده فرشته ماهیان (Pomacanthidae)، بدن شدیداً حالت فشرده دارد. حاشیه پیش سرپوش آبششی یک خار قوی دارد. باله مخرجی ۳ عدد خار دارد. بسیاری از گونه‌ها دارای یک عدد زائده طویل شده بر روی حاشیه بالایی و عقبی قسمت نرم باله پشتی و باله مخرجی هستند. باله دمی گرد است و ۱۵ شعاع منشعب دارد. ماهیان دریازی هستند که در مناطق استوایی اقیانوس اطلس و آرام (به ویژه در غرب اقیانوس آرام) حضور دارند. در آب‌های کم عمق (اعماق کمتر از ۲۰ متر یافت) می‌شوند. معمولاً در اطراف جزایر مرجانی حضور دارند [۲۲]. از مطالعات انجام شده بر روی ریخت‌شناسی اتولیت ماهیان می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: مطالعه ریخت‌شناسی اتولیت در برخی از ماهیان اقتصادی سطح‌زی خلیج فارس [۵] که در این تحقیق امکان استفاده از این خصوصیات برای شناسایی گونه از روی اتولیت مورد بررسی قرار گرفت. خصوصیات ریخت‌سنجی اتولیت‌های ساجیتا در ۱۰ گونه از شگ‌ماهیان خلیج فارس و دریای عمان مقایسه گردید

[۹]. در مقایسه تفاوت‌های مورفولوژی و مورفومتريک اتولیت برخی گونه‌های گیش ماهیان (Carangidae) دریای عمان [۸]. در بیشتر پارامترهای مورد مطالعه ارتباط معنی‌داری ملاحظه گردید. همچنین در تمام گونه‌های مورد مطالعه، رابطه بین طول و وزن ماهی همبستگی بالایی داشت، با توجه به همبستگی که بین اتولیت و اندازه ماهی وجود دارد می‌توان با داشتن اندازه اتولیت، اندازه ماهی را به دست آورد. در بررسی برخی از خصوصیات ریخت‌سنجی اتولیت ساجیتا در گونه‌های سوکلا (*Rachycentron canadum*)، گربه‌ماهی خاکی (*Arius dussumieri*)، گربه‌ماهی بزرگ (*Arius thalassinus*)، عروس‌ماهی نواری (*Drepane longimana*) و عروس ماهی منقوط (*Drepane punctata*) در آب‌های خلیج فارس و دریای عمان [۱] اعلام گردید که تفاوت‌های ساختاری اتولیت ساجیتا در گونه‌های مختلف می‌تواند در شناسایی گونه‌ای مورد استفاده قرار گیرد. در مطالعه رابطه بین طول ماهی، طول و وزن اتولیت ساردین سند (*Sardinella sindensis*) از آب‌های ساحلی جاسک (دریای عمان) [۳]، 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. در مطالعه پارامترهای اندازه و شکل سنگ گوش ماهی موتو معمولی (*Encrasicholina punctifer*) در خلیج فارس و دریای عمان [۶] بررسی پارامترهای طول کل، طول چنگالی، طول استاندارد، ارتفاع بدن، وزن بدن و پارامترهای اندازه اتولیت همبستگی معناداری را نشان دادند. در مطالعه اتولیت ساجیتا در گیش کاذب (*Lactarius lactarius*) در آب‌های خلیج فارس [۲]، 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 عنوان شد. در مطالعه رشد، بلوغ و مرگ و میر گونه گیش کاذب (*L. lactarius*) در ساحل Andhara Pradesh-Orissa [۲۵] همبستگی بالا ($0.9/0 =$



[۲۶]. سپس اتولیت‌ها شسته شده و لایه محافظ دور آنها توسط آب نیمه گرم برداشته شد، در نهایت رطوبت‌گیری انجام شد. سپس اتولیت‌های کدر توسط سود ۱٪ 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 کاملا سرد و منجمد گردند [۲۰]. 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 شد. همچنین سایر پارامترهای ریخت‌سنجی اتولیت‌ها ساجیتا شامل طول اتولیت (OL): بیشترین اندازه انتهای جلویی تا عقبی اتولیت)، پهناي اتولیت (OB): حداکثر اندازه بین لبه پشتی تا شکمی اتولیت)، محیط اتولیت (OP) و مساحت اتولیت (OS)، به کمک نرم افزار Image tool محاسبه شد. روابط بین طول و وزن ماهی و همچنین طول و وزن اتولیت براساس مدل نمایی $W = al^b$ برای تمام گونه‌ها محاسبه شد که در آن W معرف وزن برحسب گرم، L طول برحسب سانتی‌متر، a ضریب ثابت و b توان است [۱۳]، رابطه طول چنگالی ماهی و طول اتولیت با استفاده از رابطه خطی $Y=aX+b$ بدست آمد که در آن Y طول ماهی برحسب سانتی‌متر، X طول اتولیت برحسب میلی‌متر و a و b ضرایب ثابت هستند [۳]. تصاویر اتولیت به کمک دوربین دیجیتال از دو سطح پشتی و شکمی تهیه شد.

نتایج

در این تحقیق به منظور مطالعه شکل و پارامترهای ریخت‌سنجی اتولیت ساجیتا، تعداد ۲۴ نمونه شامل گونه‌های سرخوی خونی (شکل ۱)، سرخوی مالاباری (شکل ۲)، سرخوی چشم درشت (شکل ۳) و فرشته ماهی عربی (شکل ۴) در آب‌های خلیج فارس و دریای عمان صید و

R^2 ، بین طول و وزن این ماهی بیان گردید. اشکال اتولیت و ویژگی‌های آن در ماهیان دریایی جنوب افریقا به صورت اطلس تهیه شده است [۲۷]. در بررسی ۶۳ گونه از ماهیان دریای برینگ و خلیج آلاسکا [۱۷] ارتباط طول ماهی و طول اتولیت به صورت خطی و با همبستگی بالا با میزان ($R^2 < 0/700$) به دست آمد، همچنین ۱۷ گونه از گیش ماهیان در سواحل آرژانتین مورد مطالعه قرار گرفتند [۲۸]. تحقیق حاضر با هدف مقایسه و بررسی خصوصیات ریخت‌سنجی اتولیت ساجیتا در چهار گونه سرخوی چشم درشت (*Lutjanus lutjanus*)، سرخوی مالاباری (*Lutjanus malabaricus*)، سرخوی خونی (*Lutjanus erythropterus*) و فرشته ماهی عربی (*Pomacanthus asfur*) در مناطق مرجانی آب‌های خلیج فارس و دریای عمان انجام شد.

مواد و روش کار

نمونه‌برداری طی یک دوره یک‌ساله از فروردین ماه ۱۳۹۳ تا فروردین ماه ۱۳۹۴ در 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 شد. صید ماهیان از طریق غواصی و همچنین با استفاده از گرگورهای سیمی و قفس‌های صید شاه میگو انجام شد. در طول این مدت تعداد ۶ عدد از گونه سرخوی چشم درشت، ۸ عدد از گونه سرخوی مالاباری، ۵ عدد از گونه سرخوی خونی و ۵ عدد از گونه فرشته ماهی عربی صید شده و مورد بررسی قرار گرفت. به منظور نگهداری ماهیان تا زمان انتقال به آزمایشگاه از روش انجماد در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد استفاده شد، پس از انجمادزدایی، مشخصات زیست‌سنجی هر نمونه شامل طول کل (TL)، طول چنگالی (FL) و وزن کل (W) ماهی اندازه‌گیری و ثبت شد. 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 [۱۶، ۱۹، ۲۱،



اتولیت نیز مربوط به گونه فرشته ماهی عربی با میانگین طول کل ۱۹ سانتی‌متر و میانگین وزن $57/27 \pm 11/83$ گرم می‌باشد. 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 مورد بررسی به روش آزمون دانکن می‌باشد.

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 و محیط اتولیت حاکی از آن بود که این دو پارامتر در گونه‌های سرخوی مالاباری و فرشته ماهی عربی اختلاف معنی‌داری داشته ($p < 0/05$) ولی در گونه‌های چشم درشت و سرخوی خونی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($p > 0/05$). پارامتر وزن اتولیت در گونه‌های سرخوی چشم درشت و سرخوی مالاباری و همینطور گونه‌های سرخوی خونی و فرشته ماهی عربی اختلاف معنی‌داری نداشت ($p > 0/05$) ولی بین این دو گونه با گونه‌های سرخوی چشم درشت و سرخوی مالاباری اختلاف معنی‌دار دیده شد، دو پارامتر طول اتولیت و پهنای اتولیت در تمامی گونه‌ها اختلاف معنی‌دار نشان داد ($p < 0/05$).

اشکال ۵ الی ۹ مربوط به مقایسه پارامترهای ریخت‌سنجی اتولیت در گونه‌های مختلف مورد مطالعه می‌باشد (گونه‌های با حروف مشابه اختلاف معنی‌دار ندارند).

مورد مطالعه قرار گرفت. اشکال، گویای تصاویری از سطح پشتی و شکمی اتولیت مربوط به نمونه‌ها می‌باشند.

در جداول ۱ 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 صید شده (cm) گونه‌های مورد مطالعه آورده شده است. با توجه به جداول ۱ تا ۴، در بیشتر پارامترهای مورد بررسی، ارتباط معنی‌دار ملاحظه گردید، به طوری که 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 پارامتر طول چنگالی ماهی و طول اتولیت در گونه سرخوی مالاباری با میزان $R^2 = 0.8954$ 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. نتایج حاکی از آن است که علاوه بر تفاوت در شکل ظاهری اتولیت گونه‌های مورد بررسی، تفاوت‌های بیومتری نیز در آنها قابل دید است. با توجه به اطلاعات جدول ۵ بیشترین طول، بیشترین پهنای، بیشترین وزن، بیشترین محیط و مساحت اتولیت مربوط به گونه سرخوی چشم درشت با میانگین طول کل ۱۵ سانتی‌متر و میانگین وزن $23/42 \pm 189/94$ گرم است، کمترین طول، کمترین پهنای، کمترین وزن، کمترین محیط و مساحت

جدول ۱- روابط به دست آمده زیست‌سنجی و اتولیت گونه *L. erythropterus*

رابطه بین طول و وزن اتولیت	$OW = 1852 * 10^{-5} OL^{0.0201} (R^2 = 0.8905)$
رابطه بین طول چنگالی ماهی و طول اتولیت	$FL = 5624x - 5.329 (R^2 = 0.8919)$
رابطه بین طول و وزن ماهی	$W = 0.4258 L^{2.986} (R^2 = 0.6281)$
دامنه طولی ماهیان صید شده (cm)	۱۲-۴۸



جدول ۲- روابط به دست آمده زیست‌سنجی و اتولیت گونه *L. malabaricus*

رابطه بین طول و وزن اتولیت	$OW=2356*10^{-5}OL^{0.0552}$ ($R^2=0.8930$)
رابطه بین طول چنگالی ماهی و طول اتولیت	$FL= 5.184x - 72.88$ ($R^2=0.8954$)
رابطه بین طول و وزن ماهی	$W= 0.0784 L^{2.6842}$ ($R^2=0.8700$)
دامنه طولی ماهیان صید شده (cm)	۱۲-۵۵

جدول ۳- روابط به دست آمده زیست‌سنجی و اتولیت گونه *L. lutjanus*

رابطه بین طول و وزن اتولیت	$OW=4856*10^{-5}OL^{0.0103}$ ($R^2=0.8908$)
رابطه بین طول چنگالی ماهی و طول اتولیت	$FL= 4256x - 24.396$ ($R^2=0.8926$)
رابطه بین طول و وزن ماهی	$W= 0.0486 L^{2.8742}$ ($R^2=0.8000$)
دامنه طولی ماهیان صید شده (cm)	۱۰-۲۳

جدول ۴- روابط به دست آمده زیست‌سنجی و اتولیت گونه *P. asfur*

رابطه بین طول و وزن اتولیت	$OW=9486*10^{-5}OL^{0.0528}$ ($R^2=0.8917$)
رابطه بین طول چنگالی ماهی و طول اتولیت	$FL= 26.54x + 7.7513$ ($R^2=0.8931$)
رابطه بین طول و وزن ماهی	$W=0.8706 L^{2.868}$ ($R^2=0.8573$)
دامنه طولی ماهیان صید شده (cm)	۱۶-۲۷

جدول ۵- مشخصات زیست‌سنجی اتولیت‌ها

گونه	تعداد	OL (mm)	Sd	OB (mm)	Sd	OW (g)	Sd	OP (mm)	Sd	OS (mm ²)	Sd
<i>L. erythropterus</i>	۵	۳/۱	۰/۱۸	۱/۸	۰/۰۷	۰/۰۴	۰/۰۰۶	۱۶	۰/۶	۰/۱۸	۰/۰۱۱
<i>L. malabaricus</i>	۸	۲/۸	۰/۲	۱/۴	۰/۰۸	۰/۰۴	۰/۰۰۴	۱۴	۰/۶	۰/۱۵	۰/۰۱۷
<i>L. lutjanus</i>	۶	۳/۵	۰/۳	۲/۲	۰/۱۱	۰/۰۵	۰/۰۰۸	۱۷	۰/۸	۰/۲۲	۰/۰۲۵
<i>P. asfur</i>	۵	۱/۷	۰/۱۲	۱/۱	۰/۱۲	۰/۰۱	۰/۰۰۵	۸/۴	۰/۳	۰/۰۸	۰/۰۱۲

جدول ۶- خصوصیات زیست‌سنجی نمونه‌های مورد مطالعه

گونه	تعداد	میانگین وزن کل (g)	دامنه وزن کل (g)	میانگین طول استاندارد (cm)	دامنه طول استاندارد (cm)	میانگین طول کل (cm)	دامنه طول کل (cm)
<i>L. erythropterus</i>	۵	۲۰۲/۲۸±۳۴/۳۹	۸۲-۳۴۵	۲۵	۹-۴۶	۲۹	۱۲-۴۸
<i>L. malabaricus</i>	۸	۲۳۴/۴۸±۵۶/۹۴	۷۱-۳۷۸	۲۸	۹-۵۲	۳۱	۱۲-۵۵
<i>L. lutjanus</i>	۶	۱۸۹/۹۴±۲۳/۴۲	۹۳-۲۸۶	۱۲	۸-۲۱	۱۵	۱۰-۲۳
<i>P. asfur</i>	۵	۵۷/۲۷±۱۱/۸۳	۲۳-۸۶	۱۶	۱۳-۲۴	۱۹	۱۶-۲۷



جدول ۷- آنالیز واریانس و سطح معنی داری منابع تغییرات صفات زیست‌سنجی اتولیت در گونه‌های مورد مطالعه

OP	OB	OL	OM	OS	درجه آزادی	منابع تغییرات
۱۹۱/۸۲**	۲/۶۴**	۷/۷۰**	۰/۰۰۱۴**	۰/۰۲۴**	۳	مربع میانگین
۰/۰۴	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۱	۹۰	خطای کل
۹/۰۹	۳۰/۵۷	۱۸/۲۷	۱۴/۶۱	۲۷/۴۶		ضریب تغییرات (%CV)

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

گونه	<i>L. lutjanus</i>	<i>L. erythropterus</i>	<i>L. malabaricus</i>	<i>P. asfur</i>	صفت
	۰/۲۲ ^a	۰/۱۸ ^a	۰/۱۵ ^b	۰/۰۸ ^c	OS
	۰/۰۵ ^a	۰/۰۴۷ ^a	۰/۰۴۱ ^b	۰/۰۱۵ ^b	OM
	۳/۵ ^a	۳/۱ ^b	۲/۸ ^c	۱/۷ ^d	OL
	۲/۳ ^a	۱/۸ ^b	۱/۴ ^c	۱/۱ ^d	OB
	۱۷ ^a	۱۶ ^a	۱۴ ^b	۸/۴ ^c	OP



شکل ۱- نمای پشتی و شکمی اتولیت در گونه *L. erythropterus*



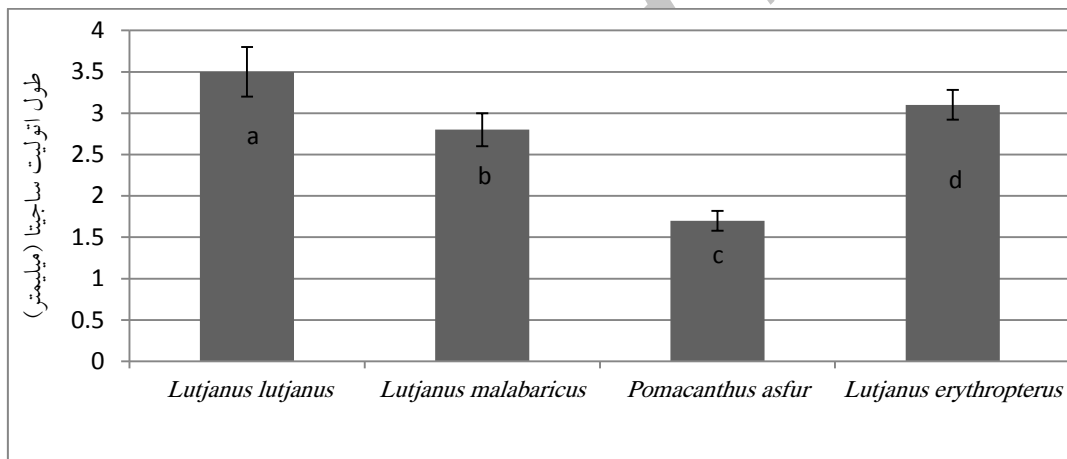
شکل ۲- نمای پشتی و شکمی اتولیت در گونه *L. malabaricus*



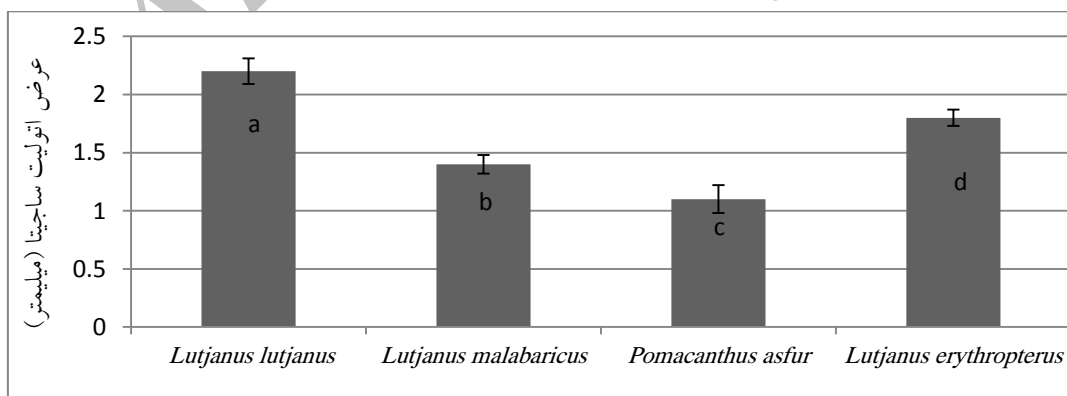
شکل ۳- نمای پشتی و شکمی اتولیت در گونه *L. lutjanus*



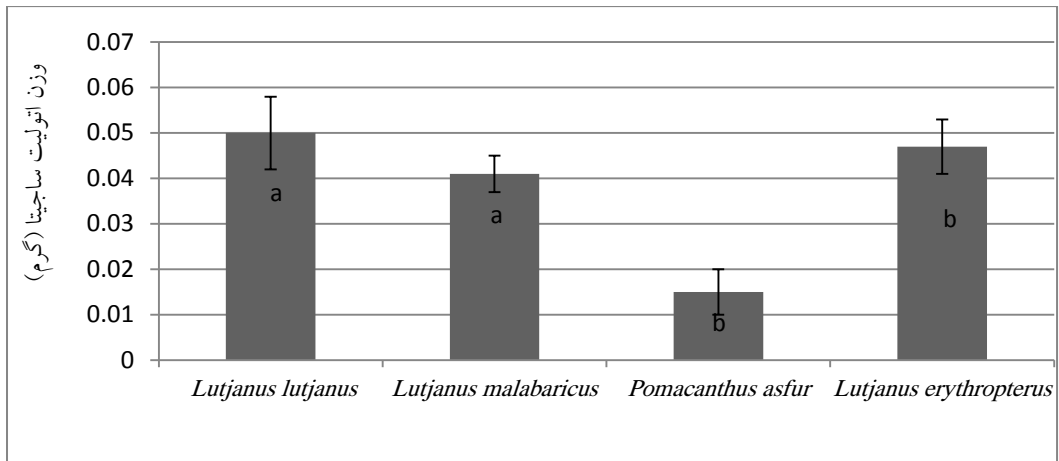
شکل ۴- نمای پشتی و شکمی اتولیت در گونه *P. asfur*



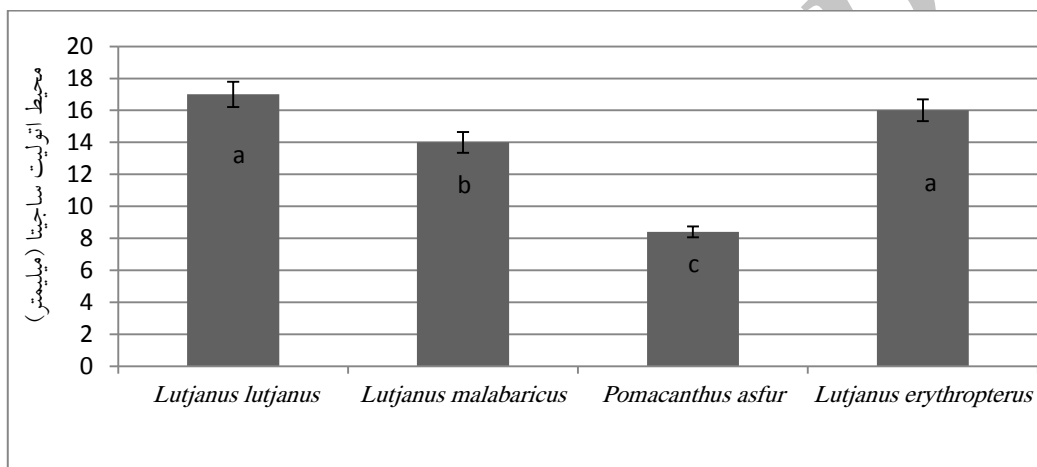
شکل ۵- مقایسه طول اتولیت در گونه‌های مختلف مورد مطالعه



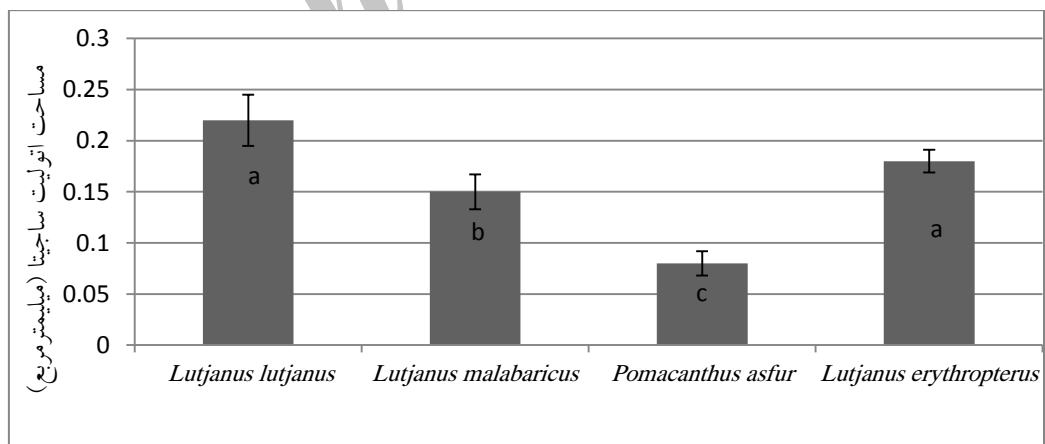
شکل ۶- مقایسه عرض اتولیت در گونه‌های مختلف مورد مطالعه



شکل ۷- مقایسه وزن اتولیت در گونه‌های مختلف مورد مطالعه



شکل ۸- مقایسه محیط اتولیت در گونه‌های مختلف مورد مطالعه



شکل ۹- مقایسه مساحت اتولیت در گونه‌های مختلف مورد مطالعه



بحث

میزان $R^2 > 0/937$ را نشان داد. همچنین مطالعه مورفولوژی اتولیت در ماهی *Aphanius fasciatus* [۱۱] نیز همبستگی بالایی را بین طول اتولیت با طول ماهی نشان داد، 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 بر روی اتولیت از نظر مورفولوژی و ارتباط آن با خصوصیات ظاهری و مورفومتریکی ماهیان در خانواده‌های مختلف ماهیان خلیج فارس، نیز مشاهده شده است [۵]. اتولیت‌های ساجیتا ساختار بسیار متنوعی دارند که حتی در گونه‌های مختلف یک خانواده نیز تفاوت‌های ریختی داشته که با توجه به این تفاوت‌ها 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 همبستگی که بین اتولیت و اندازه ماهی وجود دارد می‌توان با داشتن اندازه اتولیت، اندازه ماهی را به دست آورد [۸]. 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 ارائه دهد [۵]. با توجه به نتایج تحقیق حاضر کلیه خصوصیات ریخت‌سنجی اتولیت ساجیتا در بین گونه‌های متفاوت مورد مطالعه اختلاف معنی‌دار نشان دادند. نتایج حاصل از بررسی مساحت و محیط اتولیت حاکی از آن بود که این دو پارامتر در گونه‌های سرخوی مالاباری و فرشته ماهی عربی اختلاف معنی‌داری داشته ($p < 0/05$) ولی در گونه‌های چشم درشت و سرخوی خونی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($p > 0/05$). پارامتر وزن اتولیت در گونه‌های سرخوی چشم درشت و سرخوی مالاباری و همینطور گونه‌های سرخوی خونی و فرشته ماهی عربی اختلاف

همانطور که نتایج نشان داد 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 پارامتر طول چنگالی ماهی و طول اتولیت در گونه سرخوی مالاباری با میزان $R^2=0.8954$ به دست آمد. در مطالعه رابطه بین طول ماهی، طول و وزن اتولیت ساردین سند (*Sardinella sindensis*) از آب‌های ساحلی جاسک (دریای عمان) [۳]، 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 که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد. در مطالعه‌ای دیگر همبستگی بالا ($R^2 = 0/9$)، بین طول و وزن ماهی گیش کاذب (*Lactarius lactarius*) به دست آمد [۲۵]. در مطالعه بر روی ماهی *Anguilla anguilla* نیز همبستگی بالا ($R^2 = 0/85$)، بین طول اتولیت و طول کل ماهی اعلام گردید [۱۲]. در مقایسه تفاوت‌های مورفولوژی و مورفومتریکی اتولیت برخی گونه‌های گیش ماهیان دریای عمان [۸]، عنوان شد که در بیشتر پارامترهای مورد مطالعه در گیش ماهیان ارتباط معنی‌داری ملاحظه گردید. همچنین در تمام گونه‌های مورد مطالعه، رابطه بین طول و وزن ماهی همبستگی بالایی داشت، چنانچه در مطالعه تعیین سن سرخو معمولی (*Lutjanus johni*) با استفاده از برش سنگ گوش [۷]، نیز همبستگی بالایی بین طول کل با وزن ماهی گزارش گردید. 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 شد [۱۴]. در بررسی برخی از گونه‌های ماهیان شمال شرق اقیانوس آرام [۱۷] ارتباط طول ماهی و طول اتولیت به صورت خطی و با همبستگی بالا با میزان ($R^2 < 0/700$) به دست آمد. از سوی دیگر مطالعه برخی از گونه‌های خانواده شوریده ماهیان [۲۹] بین طول اتولیت و طول کل رابطه خطی و بین وزن اتولیت و طول کل رابطه نمایی با



منابع

۱. جوادزاده، ن.، قطب‌الدین، ن.، آذیر، م. ت. ۱۳۹۲. مقایسه برخی از خصوصیات ریخت‌سنجی اتولیت ساجیتا در گونه‌های سوکلا (*Rachycentron canadum*)، گربه ماهی خاکی (*Arius dussumieri*)، عروس‌ماهی نواری (*Drepane longimana*) و عروس‌ماهی منقوط (*Drepane punctata*) در آب‌های خلیج فارس و دریای عمان، مجله زیست‌شناسی دریا، دوره ۵، شماره ۲۰، صفحات ۸۶-۷۳.
۲. جوادزاده، ن.، قطب‌الدین، ن.، آذیر، م. ت. ۱۳۹۳. مطالعه اتولیت ساجیتا در گیش ماهی کاذب *Lactarius Lactarius* در آب‌های خلیج فارس، مجله زیست‌شناسی دریا، دوره ۶، شماره ۲۴، صفحات ۷۰-۶۱.
۳. دهقانی، م.، کامرانی، ا.، سالارپوری، ع.، کمالی، ع. ۱۳۹۲. رابطه بین طول ماهی، طول و وزن اتولیت ساردین سند (*Sardinella sindensis*) از آب‌های ساحلی جاسک (دریای عمان)، فصلنامه بوم‌شناسی آبیان، دوره ۲، شماره ۱، صفحات ۳۴-۲۴.
۴. سلیمان‌میگونی، پ.، ولی‌نسب، ت.، عطایی‌مهر، ب.، کمالی، ع. ۱۳۹۲. تعیین سن ماهی سرخوی چمن (*Lutjanus malabaricus*) با استفاده از اتولیت در آب‌های هرمزگان، مجله پژوهش‌های جانوری (مجله زیست‌شناسی ایران)، دوره ۲۶، شماره ۳، صفحات ۳۰۵-۳۱۳.
۵. صدیق‌زاده، ز.، وثوقی، غ.، ولی‌نسب، ت.، فاطمی، م. ر.، ۱۳۸۶. مروری بر ریخت‌شناسی اتولیت در برخی از ماهیان اقتصادی سطح‌زی خلیج فارس. مجله دامپزشکی دانشگاه آزاد اسلامی، سال سوم، شماره ۱۰، صفحات ۱-۱۰.
۶. عطایی‌دریایی، ن.، کامرانی، ا.، سالارزاده، ع.، سالارپوری، ع. ۱۳۹۲. پارامترهای اندازه و شکل سنگ‌گوش ماهی موتو معمولی *Encrasicholina punctifer* در خلیج فارس و دریای عمان. مجله آبیان و شیلات، سال چهارم، شماره ۱۳، صفحات ۴۴-۳۷.
۷. کمالی، ع.، ولی‌نسب، ت.، عمادی، ح. ۱۳۸۵. تعیین سن سرخوی معمولی (*Lutjanus johni*) با استفاده از برش

معنی‌داری نداشت ($p > 0.05$) ولی بین این دو گونه با گونه‌های سرخوی چشم‌درشت و سرخوی مالاباری اختلاف معنی‌دار دیده شد، دو پارامتر طول اتولیت و پهنای اتولیت در تمامی گونه‌ها اختلاف معنی‌دار نشان داد ($p < 0.05$)، در مطالعه مقایسه خصوصیات ریخت-سنجی اتولیت‌های ساجیتا در ۱۰ گونه از شگ‌ماهیان خلیج فارس و دریای عمان [۹]، اعلام شد که محیط اتولیت و تعداد دندان‌های اتولیت را می‌توان به عنوان 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 تعیین سن ماهی سرخوی چمن (*Lutjanus malabaricus*) با استفاده از اتولیت (سنگ‌گوش) در آب‌های استان هرمزگان [۴] 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.

نتیجه‌گیری

در نهایت با توجه به نتایج می‌توان اظهار کرد که در گونه‌های مورد مطالعه در تحقیق حاضر، دو پارامتر طول اتولیت و پهنای اتولیت را می‌توان به عنوان شاخص‌های تعیین‌کننده به کمک اتولیت معرفی نمود.

تشکر و قدردانی

مقاله حاضر مستخرج از طرح تحقیقاتی تحت عنوان "تهیه بانک اتولیت ماهیان زیتنی 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.



Information for Assessment, Management and Ecology. Springer Pub, London. 313p.

17. 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.

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

19. 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: 2321-2333.

20. 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.

21. 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.

22. Nelson J.S. (2006), *Fishes of the World*, 4th edn. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, 601 pp.

23. 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): 1299-1303.

24. Radtke R.L., Showers W., Moksness E., Lenz P. (1996), Environmental information stored in otoliths: insights from stable Isotopes. *Marin Biology*, 127: 161-170.

25. Reuben S., Akumara K.V., Chandrasekhar M. (1993), Growth, maturity and mortality of false travelly *Lactarius lactarius* from Andhra Pradesh-Orissa coast. *Indian Journal of Fisheries*, 40(3): 156-161.

26. Secor D.H., Dean J. M., Laban E.H. (1992), Manual for otolith removal and preparation for microstructure. In Stevenson, D.K. and Campana. S.E. [ed]. Otolith microstructure examination and analysis

سنگ گوش، مجله علمی شیلات ایران، سال دوم، شماره ۱۰، صفحات ۱۱۸-۱۰۹.

۸ منصور کیایی، ا.، ولی نسب، ت.، وثوقی، غ.ح.، قوام مصطفوی، پ.، جمالزاده، ح. ر. ۱۳۹۰. مقایسه تفاوت های مورفولوژی و مورفومتريک اتولیت برخی گونه‌های گیش ماهیان (Carangidae) دریای عمان، مجله زست شناسی دریا، دوره ۳، شماره ۱۰، صفحات ۱۰-۳.

۹. همایونی، ه.، ولی نسب، ت.، سیف آبادی، ج.، ۱۳۹۰. مقایسه خصوصیات ریخت‌سنجی اتولیت‌های ساجیتا در ۱۰ گونه از شگ‌ماهیان خلیج فارس و دریای عمان، مجله علمی شیلات ایران، دوره ۲۰، شماره ۲، صفحات ۱۵۲-۱۴۱.

۱۰. یاسمی، م. ۱۳۸۷. ماهی شناسی با تاکید بر ماهیان آب‌های ایران، انتشارات موسسه آموزش عالی علمی-کاربردی جهاد کشاورزی، تهران، ۲۰۵ صفحه.

11. 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.

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

13. Biswas S. P. (1993), Manual of methods in fish biology. South Asian Publishers Pvt Ltd., New Delhi, 157 pp.

14. 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 pp.

15. 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.

16. Green B.S., Mapastone B.D., Carlos G., Begg G.A. (2009), Tropical fish Otoliths:



fish on the continental shelf off Argentine. *Fisheries Research*, 60: 559-560.

29. 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): 233-240.

.*Canadian Speciefic Public Fisheries and Aquatic Science Series*, 117: 126.

27. Smale M.J., Watson G., Hecht T. (1995), Otolith Atlas of Southern African Marine Fishes. *Ichthyological Monographs*. 1. Grahamstown: JLB Smith Institute of Ichthyology. 253 pp.

28. Volped A.E., Chererria D.D. (2003), Ecomorphological patterns of the sagitta In

Archive of SID