مطالعه اتولیت ساجیتا در گیش ماهی کاذب *Lactarius lactarius* در آب های خلیج فارس

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

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

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

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۲/۰۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۸/۱۰
کد مقاله: ۱۳۹۳۰۴۰۳۰۳
این مقاله برگرفته از طرح پژوهشی است.

چکیده

مطالعه حاضر به منظور بررسی شکل و پارامترهای ریخت‌سنجی اتولیت ساجیتا در گونه *Lactarius lactarius* از خانواده Lactarridae (تراولی های دروغین) در آب‌های خلیج فارس صورت گرفت. نمونه‌برداری از مهر ماه ۱۳۹۰ تا دی ماه ۱۳۹۱ در آب‌های استان خوزستان و بوشهر انجام پذیرفت. طی این مدت تعداد ۴۲ نمونه از گونه فوق صید و مورد مطالعه قرار گرفت. مدت زمان ترال کشی ۲ الی ۲/۵ ساعت به صورت روزانه و عمق ترال‌کشی از ۱۰ تا ۱۰۰ متر در نظر گرفته شد. خصوصیات زیست-سنجی نمونه شامل طول کل، طول چنگالی، وزن ماهی و همچنین شکل اتولیت و پارامترهای زیست‌سنجی اتولیت ساجیتا از جمله طول، عرض، وزن، محیط و مساحت اتولیت در گونه فوق مورد بررسی قرار گرفت. همچنین رابطه بین طول و وزن ماهی نیز بررسی شد، نتایج حاکی از وجود همبستگی قطعی بین طول و وزن ماهی (R^2= 0.8844) و رشد ایزومتریک در گونه *L. lactarius* بود.

واژگان کلیدی: اتولیت، گیش‌ماهی کاذب، Lactarridae، *Lactarius lactarius*، خلیج فارس.

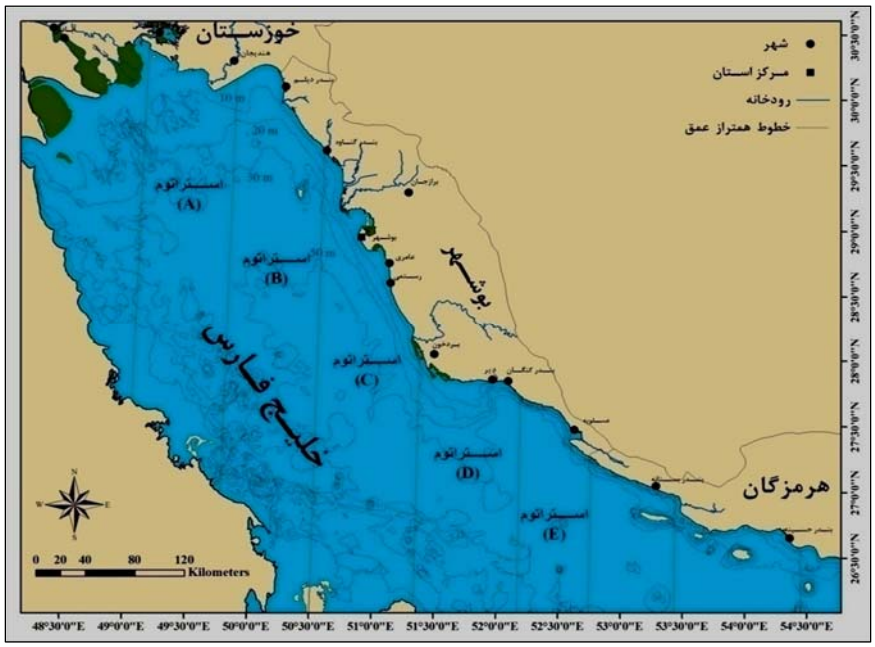
مقدمه

خانواده Lactarridae (تراولی‌های دروغین) تنها یک گونه به نام *Lactarius lactarius* با نام فارسی گیش کاذب دارد که در تحقیق حاضر مورد مطالعه قرار گرفت، بدن در گونه فوق مستطیلی شکل، به وسیله فلس‌های دایره ای با اندازه متوسط پوشیده شده است. شکاف دهان بزرگ، مایل، با فک پایینی پیش آمده. لبه پیش سرپوش آبششی کامل است. اولین باله پشتی با ۷ یا ۸ خار ضعیف که از هم جدا نبوده. باله پشتی دوم و باله مخرجی رشد بیشتری داشته، دارای پوشش فلسی و بدون بالچه های جدا از هم. ۳ عدد خار در باله مخرجی که از آن جدا نمی باشد. خط جانبی مسلح نمی باشد. کیسه شنا در جلو و عقب دوشاخه است (بلگواد و لوپنتین، ۱۳۷۷). گوش داخلی ماهیان استخوانی از لابیرنت‌های استخوانی و غشایی تشکیل شده است. لابیرنت غشایی، مشخصا" شامل سه اتاقک کم و بیش مجزا از یکدیگر (به نام‌های اوتریکول، ساکول و لاژنا) و سه کانال یا مجرای نیم‌دایره است. مجاری و اوتریکول، قسمت فوقانی اندام و ساکول و لاژنا، قسمت تحتانی آن را تشکیل می‌دهند. این قسمت‌ها در بعضی از ماهیان تقریبا از یکدیگر مجزا هستند و در بعضی دیگر کاملا" از هم مجزا شده‌اند. ساکول از سطح شکمی به اوتریکول متصل شده است و لاژنا که به قسمت خلفی ساکول چسبیده، به خوبی قابل تشخیص است، اما در بسیاری از گونه‌ها نمی‌توان آن را مشخص کرد. در هر سه بخش فوق الذکر، بسترهایی از سلول‌های نورومست وجود دارد که روی آنها سنگریزه‌های شنوایی به نام اتولیت قرار می‌گیرند (ستاری، ۱۳۸۱). اتولیت‌ها ساختارهای سفید و متراکمی هستند که در شنوایی و تعادل نقش دارند. تمام ماهیان استخوانی دارای سه جفت اتولیت یا سنگ گوش داخلی هستند (Campana and Neilson, 1985). اتولیت‌ها در ماهیان عملکردی مشابه گوش داخلی را در انسان دارند و علاوه بر حس شنوایی در حس

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

مواد و روش‌ها

در تحقیق حاضر تعداد ۴۲ نمونه گیش‌ماهی کاذب (*L. lactarius*) در فاصله زمانی (مهر ماه ۱۳۹۰ تا دی ماه ۱۳۹۱) تهیه گردید. صید نمونه ها توسط شناور ترالر کاویان تحت مالکیت شرکت کاویان صید جنوب با قابلیت ترال‌کشی به صورت عمقی، نیمه عمقی (میان آبی) و سطحی، انجام شد. مدت زمان ترال‌کشی ۲ الی ۲/۵ ساعت و عمق ترال‌کشی از ۱۰ متر تا ۱۰۰ متر در نظر گرفته شد. عملیات صید و نمونه‌برداری در طول ۲۴ ساعت انجام پذیرفت. منطقه مورد نظر محدوده آب های استان خوزستان و استان بوشهر بود. جهت سهولت در امر نمونه‌برداری کل منطقه فوق به ۵ استراتوم به ترتیب از غرب به شرق (A,B,C,D,E) تقسیم‌بندی شد. در هر استراتوم ۴ لایه عمقی به ترتیب ۲۰-۱۰، ۳۰-۲۰، ۵۰-۳۰ و ۱۰۰-۵۰ متر مشخص و جدا گردید (شکل ۱).



شکل ۱: نقشه محل صید (آب‌های استان خوزستان و بوشهر).

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

دوربین دیجیتال از دو سطح پشتی و شکمی تهیه گردید. به منظور بررسی ویژگی‌های اتولیت از سه شاخص اندازه، کشیدگی و ضخامت استفاده شد (جدول ۱).

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

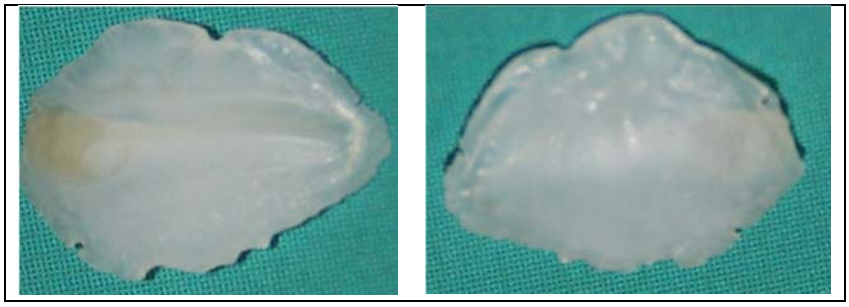
شاخص	مشخصه	دامنه
شاخص اندازه اتولیت OSI (نسبت طول اتولیت به طول کل ماهی)	کوچک	OSI≤۰/۰۳
	متوسط	۰/۰۴>OSI>۰/۰۳
	بزرگ	OSI≥۰/۰۴
شاخص کشیدگی اتولیت OLI (نسبت طول اتولیت به عرض اتولیت)	پهن	OLI≤۱/۷
	متوسط	۲/۷>OLI>۱/۷
	کشیده	OLI≥۲/۷
شاخص ضخامت OTI (نسبت ضخامت اتولیت به میانگین طول و عرض اتولیت)	ضخیم	OTI≤۰/۲
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

کلیه محاسبات و رسم نمودارها توسط نرم افزار Excel و برنامه آماری spss ویرایش ۱۶ انجام گردید.

نتایج

بدن در گونه *Lactarius lactarius* تقریباً مستطیلی شکل است، فلس‌های دایره‌ای، دهان بزرگ و فوقانی، آرواره پایینی بیرون زده و لبه پیش‌سرپوش آبششی کامل است. دارای دو عدد باله پشتی و خط جانبی کاملا واضح می باشد نام فارسی نمونه گیش کاذب است. شکل های ۲ و ۳ تصاویری از نمونه و اتولیت مربوط به آن را نشان می دهد.

شکل ۲: گونه *Lactarius lactarius* (منبع: نگارنده).



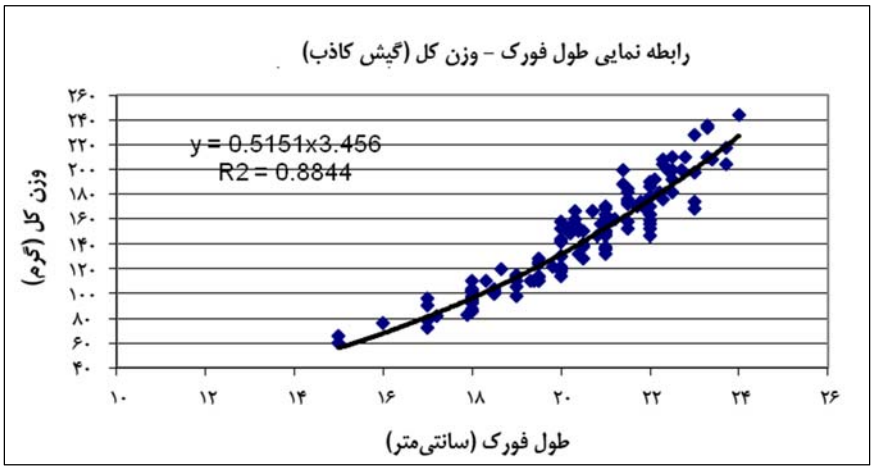
شکل ۳: نمای پشتی و شکمی اتولیت در گونه *Lactarius lactarius*.

شاخص اندازه (OSI) برابر با ۰/۴۷۵، شاخص کشیدگی (OTI) برابر با ۰/۱۸۴ و شاخص ضخامت (OLI) برابر با ۱/۷۷۴ می‌باشد. خصوصیات زیست‌سنجی گونه به همراه کلیه پارامترهای مربوط به اتولیت از جمله: ROL: طول اتولیت راست، ROB: پهنای اتولیت راست، ROD: ضخامت اتولیت راست، ROW: وزن اتولیت راست، LOL: طول اتولیت چپ، LOB: پهنای اتولیت چپ ، LOD: ضخامت اتولیت چپ ، LOW: وزن اتولیت چپ، OP: محیط اتولیت و OS: مساحت اتولیت، در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۲: مشخصات زیست‌سنجی گونه *Lactarius lactarius* و اتولیت مربوط به آن.

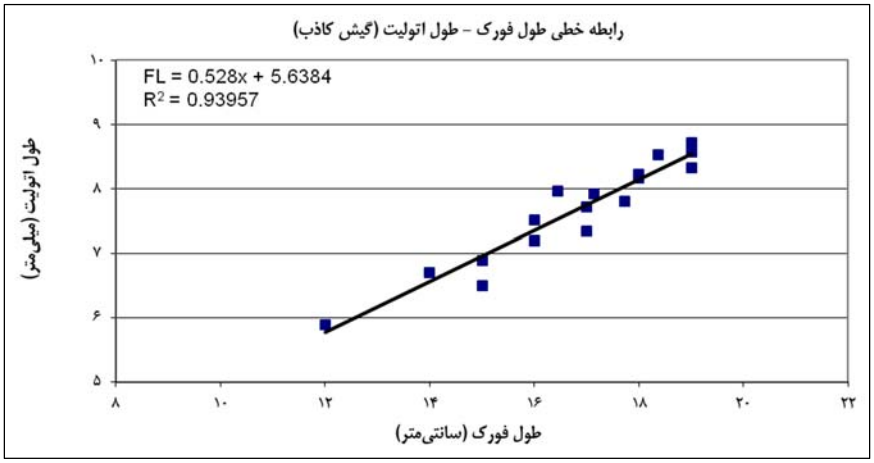
بیو متری	TL (cm)	SL (cm)	FL (cm)	TW (gr)	ROL (mm)	ROB (mm)	ROD (mm)	ROW (gr)	LOL (mm)	LOB (mm)	LOD (mm)	LOW (gr)	OP	OS
بیشینه	۱۹	۱۶	۱۷	۱۳۵	۹/۳۴	۵/۷۷	۱/۴۵	۰/۱۰۹	۹/۱۲	۵/۳۵	۱/۸۴	۰/۱۰۴	۱۱/۲۷۶	۰/۰۵۸
کمینه	۱۲	۹	۱۰	۷۲	۵/۹۰	۳/۶۴	۰/۹۲	۰/۰۶۹	۵/۷۶	۳/۳۸	۱/۱۶	۰/۰۵۵	۷/۷۲۰	۰/۰۲۰
میانگین	۱۶	۱۳	۱۵	۹۹	۷/۳۱	۴/۱۲	۱/۰۵	۰/۰۸۵	۷/۴۳	۴/۲۶	۱/۱۹	۰/۰۸۶	۸/۶۷۴	۰/۰۳۰
انحراف معیار	۴/۲	۳/۸	۲/۳	۲۴	۱/۲۵	۰/۹۸	۰/۸۴	۰/۰۰۷	۱/۵۴	۰/۸۹	۰/۳۱	۰/۰۰۵		

شکل ۴ تغییرات طول چنگالی و وزن کل در گیش کاذب را نشان می‌دهد. رابطه بین طول چنگالی ماهی و طول اتولیت همچنین رابطه بین طول اتولیت و وزن اتولیت به ترتیب در اشکال ۵ و ۶ نشان داده شده‌اند.

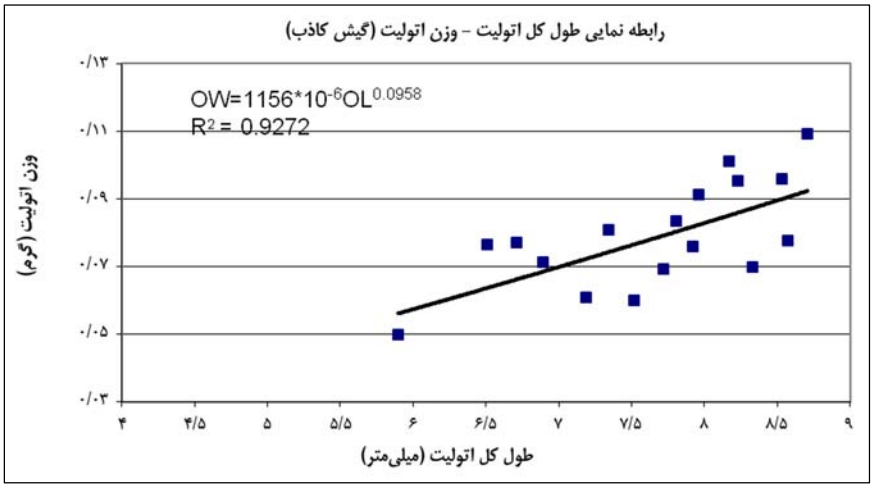


شکل ٤: تغییرات طول چنگالی و وزن کل در گیش کاذب.

با توجه به اینکه در محاسبه رابطه بین طول و وزن مطابق معادله $W=aL^b$ ضریب همبستگی ($R^2= 0.8844$) به دست آمد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت رابطه طول و وزن همبستگی قطعی دارد و رشد ماهی از نوع ایزومتریک است.



شکل ٥: رابطه بین طول چنگالی و طول اتولیت در گیش کاذب.



شکل ٦: رابطه بین طول اتولیت و وزن اتولیت در گیش کاذب.

نتایج نشان‌دهنده رابطه خطی مشخص بین طول چنگالی و طول اتولیت و همچنین رابطه نمایی مشخص بین طول اتولیت و وزن اتولیت با میزان همبستگی زیاد می باشد.

بحث و نتیجه گیری

اتولیت اولین ساختار آهکی است که در مراحل جنینی تشکیل می‌شود و در تمام طول زندگی ماهی بدون تغییر باقی می‌ماند (Furlani *et al*., 2007). اتولیت ساجیتا گیرنده اصلی صوت در ماهیان است، در حقیقت زمانیکه امواج صوتی موجب ارتعاش اپیتلیوم حساس و اتولیت ساجیتا می‌شوند، ماهیان قادر به شنیدن صوت هستند. اختلافات موجود در شکل ساجیتا موجب می‌شود که میزان و کیفیت‌های متفاوتی از اصوات بر غشای حساس اثر کند و درنهایت منجر به تحریکات متفاوتی شود (پرافکنده حقیقی، ۱۳۸۷). اتولیت‌ها از نظر شکل و اندازه در گروه‌های مختلف ماهیان بسیار پیچیده و متفاوت هستند. تنوع در شکل و اندازه اتولیت از ویژگی‌های گونه‌ای آنها حکایت می‌کند. 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). شکل و اندازه اتولیت‌ها می‌تواند با محل جغرافیایی، عمق اقیانوس‌ها و کیفیت فیزیکی و شیمیایی محیط در ارتباط باشند (Campana and Neilson, 1985). نتایج مربوط به بررسی رابطه طول و وزن گیش کاذب نشان دهنده وجود همبستگی قطعی بین این دو پارامتر و همچنین رشد ایزومتریک در ماهی می‌باشد، Reuben و همکاران (۱۹۹۳) در مطالعه رشد، بلوغ و مرگ‌ومیر گونه گیش کاذب در ساحل Andhara Pradesh-Orissa رشد ایزومتریک در هر دو جنس نر و ماده این ماهی را عنوان نمودند. گونه *L. lactarius* از نظر اکولوژیک جز نمونه‌های demersal محسوب می‌شود و عمق محل زندگی این نمونه بین ۱۵ تا ۱۰۰ متر گزارش شده است (Sommer *et al*., 1996). نتایج حاصل از مطالعه حاضر نشان داد که اتولیت در گونه *L. lactarius* دارای اندازه بزرگ، کشیدگی متوسط و ضخامت کم می‌باشد. همچنین با توجه به نوع زندگی و عمق محل زیست گونه *L. lactarius* اندازه بزرگ اتولیت قابل توجیه می‌باشد، چنانچه در مطالعه صدیق‌زاده و همکاران (۱۳۸۶) آورده شده است، اتولیت اغلب ماهیان کفزی، بزرگ یا دارای اندازه متوسط می‌باشد. از آنجا که اتولیت در امر تعادل نیز نقش دارند، لذا این موضوع قابل انتظار است که آبزیانی که شناگران ماهری هستند، یا آنهایی که به حالت شناور در آب می‌مانند و سرعت شنای کمی دارند یا در کف دریا می‌خزند، دارای اشکال متفاوتی از اتولیت باشند (پرافکنده حقیقی، ۱۳۸۷). 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 (کمالی و همکاران، ۱۳۸۵). وجود اتولیت بزرگ در این ماهی نشان‌دهنده کف‌زی بودن ماهی است چنانچه در مطالعه سلیمان میگویی و همکاران (۱۳۹۲)، با عنوان تعیین سن ماهی سرخوی چمن (*Lutjanus malabaricus*) با استفاده از اتولیت در آب‌های هرمزگان، اشاره شده است، اندازه متوسط تا بزرگ اتولیت نشان دهنده نیاز ماهی در زمینه تشخیص امواج صوتی در دریا می باشد. از سوی دیگر اندازه اتولیت با میزان رشد نیز در ارتباط است (سلیمان میگویی و همکاران، ۱۳۹۲). اتولیت‌های بزرگ در ماهیانی دیده می شود که شنوایی خوبی دارند یا اینکه برقراری روابط در بین آنها بسیار مهم می باشد. به طور کلی مدارک مختلف نشان می‌دهند ماهیانی که حرکت کندتری دارند یا کفزی می‌باشند اتولیت‌های بزرگتری دارند مانند گونه‌هایی از خانواده‌های Megalopsidae، Serranidae، Sciaenidae، Gadidae و Centrarchidae (Campana and Neilson, 1985) که این موضوع با نتایج حاصل از تحقیق حاضر همخوانی دارد. در نهایت باتوجه به مطالب فوق‌الذکر اندازه بزرگ اتولیت در گونه *L. lactarius* با نحوه زندگی و نوع حرکت آن ارتباط دارد.

سپاسگزاری

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

منابع

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

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

خدادادی، م. و عمادی، ح.، ۱۳۸۳. تعیین سن هامور معمولی (*Epinephelus coioides*) با استفاده از برش و تهیه مقطع از سنگ گوش در آب های ساحلی استان خوزستان. پژوهش و سازندگی، صفحات ۶۳ و ۱۰.

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

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

سلیمان میگویی، 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 زیست شناسی ایران)، صفحات ۲۶ و ۳.

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

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، صفحات ۲ و ۱۰.

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

همایونی، ه.، ولی نسب، ت. و سیف آبادی، ج.، ۱۳۹۰. مقایسه خصوصیات ریخت‌سنجی اتولیت–های ساجیتا در ۱۰ گونه از شگ‌ماهیان خلیج فارس و دریای عمان. مجله علمی شیلات ایران، صفحات ۲ و ۱۲.

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

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

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

Furlani, D., Gales, R. and Pemberton, D., 2007. Otoliths of common Australian temperate fish: A photographic guide. Collingwood, Australia, 216p. ISBN: 9780643092556.

Green, B. S., Mapastone, B. D., Carlos, G. and Begg, G. A., 2009. Tropical Fish Otoliths: Information forAssessment, Management and Ecology. Springer pub, London. 313p. ISBN: 978-1-4020-3582-1.

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

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

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

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

Reuben, S., Vljayakumaran, K. and Chandrasekhar, 1993. Growth, maturiyu and mortality of false travelly *Lactarius lactarius* Bloch & Schneider from Andhra Pradesh-Orissa coast. Indian Journal of fisheries, 40(3):156-161.

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

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

Sommer, C., Schneider, W. and Poutiers, J. M., 1996. FAO species identification field guide for fishery purposes. The living marine resources of Somalia. FAO, Rome. 376 p.

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

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