

مطالعه اتولیت فانوس ماهی *Benthoosema pterotum* از نظر ریخت‌شناسی

- سید پژمان حسینی شکرابی*: دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران صندوق پستی: ۱۴۵۱۵-۷۷۵
 - تورج ولی نسب: مؤسسه تحقیقات شیلات ایران، تهران صندوق پستی: ۱۴۱۵۵-۶۱۱۶
 - عبدالرحیم پذیرا: دانشگاه آزاد اسلامی واحد بوشهر، بوشهر صندوق پستی: ۷۵۱۹۶۱۹۵۵۵
- تاریخ دریافت: مهر ۱۳۸۸ تاریخ پذیرش: آذر ۱۳۸۸

چکیده

به منظور برآورد وضعیت رشدی فانوس ماهی *Benthoosema pterotum* غالب دریای عمان، تعداد ۲۷۴ نمونه جمع‌آوری و رابطه طول و وزن آنها محاسبه شد. رابطه طول و وزن، بدون اختلاف معنی‌دار بین نرها ($R^2 = 0/90$ با $W = 0,00001L^{2,989}$) و ماده‌ها ($R^2 = 0/94$ با $W = 0,00007L^{2,990}$)، نشان داد که الگوی رشدی به صورت ایزومتریک می‌باشد ($R^2 = 0/93$). سطح مقطع نازکی (۸۰-۶۰ میکرومتر) از اتولیت‌های ساجیتا با استفاده از روش پولیش تهیه گردید. این سطح مقطع‌ها نشان دادند که حلقه‌های رشد از نقطه نظر قطر و شکل، به سه ناحیه رشدی؛ داخلی، میانی و خارجی که دور هسته محاط شده‌اند، تقسیم می‌شوند. علاوه بر این، نمای ظاهری اتولیت‌های ساجیتا راست و چپ و پارامترهای ریخت‌شناسی مربوطه با جزئیات به مرحله اجرا درآمد. نتایج حاصله نشان داد که اتولیت از تخم‌مرغی شکل و شیار سولکوس دارای دو ناحیه مجزا، دهانه و دم می‌باشد. این اطلاعات می‌تواند در مطالعات محتویات معده ماهیان شکارچی که از این گونه تغذیه می‌کنند، مورد استفاده قرار گیرد.

لغات کلیدی: فانوس ماهی، *Benthoosema pterotum*، رشد، ساختمان میکرونی اتولیت، دریای عمان

مقدمه

گونه *Benthosema pterotum* (Alcock, ۱۸۹۰) یا Skinnycheek lanternfish (فانوس ماهی لاغر رخسار)، جزو ماهیان میان‌زی، رده شعاع بالگان (Actinopterygi)، در خانواده Myctophidae تقسیم‌بندی شده است (۲۰، ۳۰ و ۳۶). ذخایر مزوپلاژیک دریای عمان شامل خانواده‌ها و گونه‌های بسیار متعددی است که در این میان بیش از ۹۵ درصد توده زنده آنرا خانواده Myctophidae با هشت جنس فرا گرفته و گونه شاخص و غالب آن *B. pterotum* می‌باشد. بطوریکه حداقل ۹۶ درصد و گاهی اوقات تا ۹۹ درصد ترکیب صید در لایه مزوپلاژیک دریای عمان را تشکیل می‌دهد (۳، ۱۳، ۱۴، ۲۲ و ۴۵).

اولین بار قبل از میلاد، ارسطو اتولیت را مشاهده و آنرا گزارش نمود (۳۹). ماهیان استخوانی دارای سه جفت اتولیت در هر طرف از سر هستند که به سنگ گوش پیکانی (Sagitta)، توبریزه (Lapillus) و ستاره‌ای (Astericus) معروف می‌باشند و در اکثر آنها ساجیتا در بین سه سنگ گوش از همه بزرگتر بوده و همچنین سنگ گوش‌های آذرین و ستاره‌ای به علت کوچکی در اندازه، کمتر در محتویات معده ماهیان شکارچی یافت شده است (۴۰). سنگ گوش ساجیتا دارای خصوصیات منحصر بفردی است که برای رده‌بندی و سیستماتیک ماهیان مخصوصاً شعاع بالگان (بجز Ostariophysons) مورد استفاده قرار می‌گیرد (۹، ۳۱ و ۴۰).

در شعاع بالگان سطح میانی یا Proximal اتولیت ساجیتا نسبت به سطح پشتی یا Distal خصوصیات کاربردی جهت فعالیت‌های سیستماتیک دارد و سطح پشتی اکثراً دارای سطح صاف یا بی‌نظم می‌باشد (۱۰)، بطوریکه طرح و شکل اتولیت ساجیتا برای شناسایی در حد خانواده و راسته (۹، ۳۱ و ۴۰)، فرورفتگی یا برآمدگی‌هایی که در سطح میانی اتولیت ساجیتا وجود دارد در رده‌بندی تا حد گونه می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد (۹، ۱۷، ۱۸، ۱۹، ۴۰ و ۴۱). البته شواهدی درخصوص اهمیت ویژگی‌های ظاهری اتولیت در رده‌بندی و سیستماتیک فسیل ماهیان انقراض یافته نیز وجود دارد (۱۸). محققین زیادی، از جمله Nolf در سال ۱۹۸۵ اشکال اتولیت اغلب ماهیان را در حد خانواده نشان داده و هم‌چنین در سال ۱۹۹۳ برخی از اشکال تحقیقی قبلی خود را درخصوص سوف ماهی شکلان (Percoidei) گسترش و تکمیل نمود، Smale و همکاران در

سال ۱۹۹۵ اشکال اتولیت، ویژگی‌های آن را در قالب اطلسی طی تحقیق ۲۰ ساله برای ماهیان دریایی جنوب آفریقا انجام داده است. Bourret و Rivaton در سال ۱۹۹۹ ویژگی‌های ۹۹۸ اتولیت از ماهیان منطقه هند - آرام را بیان نمودند که در این میان اتولیت ماهیان اعماق نیز به چشم می‌خورد. جمع‌آوری، آماده‌سازی و تحلیل خصوصیات ریختی و داخلی اتولیت ماهیان دریایی، اطلاعات زیستی قابل اطمینانی را برای مدیریت و ارزیابی ذخایر فراهم می‌آورد (۱۷).

ترکیب شیمیایی اتولیت‌ها بخصوص میزان عناصر کمیاب آنها می‌تواند جمعیت‌هایی که بخش عمده‌ای از حیات خود را در مناطق مجزا گذرانده‌اند، تفکیک نماید (۷). پرافکنده و رضوانی در سال ۱۳۸۴ با تعیین عناصر کمیاب در اتولیت ماهی کلمه (*Rutilus rutilus*)، به تفکیک و تمایز جمعیت این ماهیان در مناطق آستارا، انزلی، بابلسر و بندر ترکمن پرداخته‌اند.

مواد و روش کار

تعداد ۲۷۴ نمونه از فانوس ماهیان در فصول مجاز صید طی سال ۱۳۸۸ (بهار و تابستان) توسط گشت‌های دریایی به روش ترال میان آبی در محدوده آب‌های ایرانی دریای عمان توسط شناور صیادی پرانتالی یک (Prantalay ۱) از اعماق مختلف (۲۶۰-۱۵۰ متری) صید شدند (شکل ۱). گونه *B. pterotum* از میان دیگر فانوس ماهیان توسط کلید شناسایی Hulley (۱۹۸۶) شناسایی شد و در انبار سردخانه شناور در کیسه‌های علامت‌گذاری شده منجمد گردید (۱۸- درجه سانتیگراد) و به حالت منجمد تا خشکی منتقل شدند.

پس از انجمادزدایی نمونه‌ها در آزمایشگاه، زیست‌سنجی نمونه‌ها (طول کل یا TL و طول استاندارد یا SL) با استفاده از کولیس دیجیتال (با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر) و همچنین وزن ماهی‌ها توسط ترازوی دیجیتال (با دقت ۰/۰۰۱ گرم) ثبت شد. جنسیت نمونه‌ها با توجه به وجود غدد نوزا در لبه فوقانی ساقه دمی (Supracaudal luminous organ) در نرها و غدد نوزای تحتانی (Infracaudal luminous organ) در ماده‌ها از روی ظاهر تشخیص داده شد (۶، ۸، ۱۷ و ۴۱).

اتولیت ساجیتای راست و چپ هر ماهی به روش از میان آبششی خارج شده (۱۷، ۲۵ و ۴۱)، سپس هر اتولیت در یک شیشه ساعت حاوی آب ولرم شستشو داده، سپس در گلیسرین

ماهیانی با طول استاندارد ۴۲/۱۸-۲۶/۰۰ میلی‌متر و نابالغ ۲۶/۰۰-۱۶/۶۰ میلی‌متر توسط دستگاه طلاکوب مدل Fisons SC ۷۶۱۰ به مدت دو دقیقه لایه‌ای از طلا به قطر ۳۰۰ آنگستروم طلاکوب شدند و در نهایت از این نمونه‌ها در داخل میکروسکوپ الکترونی تصویر (SEM) (Scanning Electron Microscopy) تهیه شد.

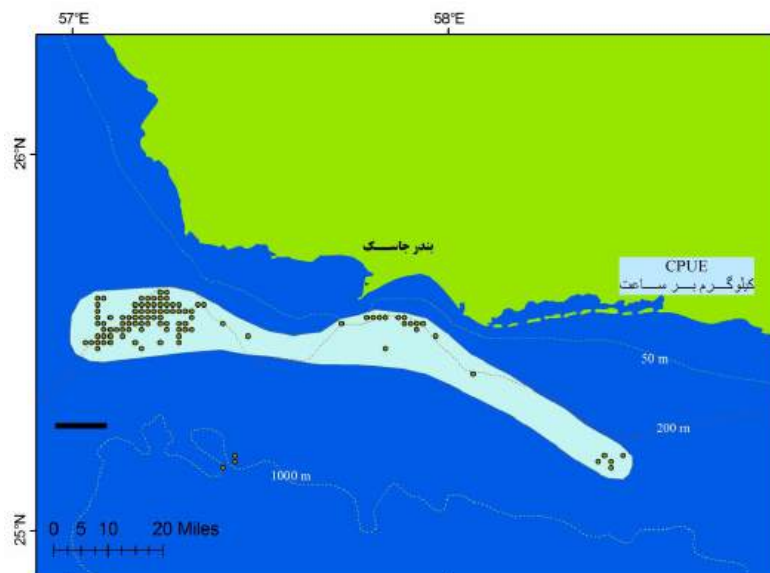
برای بررسی تغییرات طول کل و وزن و تعیین ارتباط آنها از رابطه $W = aL^b$ استفاده گردید (۳۸). در این رابطه W = وزن ماهی (گرم)، a = عرض از مبدا، L = طول کل (میلی‌متر)، b = شیب خط بین طول و وزن می‌باشد. تمامی محاسبات، معادلات و ترسیم نمودارهای رگرسیون توسط نرم‌افزارهای Excel ۲۰۰۷ و SPSS ۱۵ انجام شد.

نتایج

آزمون مربع کای برای جنسیت اختلاف معنی‌داری را نشان داد ($P < ۰/۰۰۰$). نسبت جنسیت نر: ماده برابر ۰/۳۶:۰/۶۴ گزارش شد. آنالیز ANOVA یکطرفه دانکن ($\alpha = ۰/۰۵$) براساس جنسیت برای طول کل، طول استاندارد و وزن فانوس ماهی اختلاف معنی‌داری را نشان داد ($P < ۰/۰۱$). نتایج زیست‌سنجی ماهیان نشان می‌دهد که حداقل، حداکثر و میانگین طول کل فانوس ماهی به تفکیک جنسیت (نر و ماده) برابر ۲۰/۹۰، ۵۱/۵۵ و ۳۵/۷۹±۰/۷۷۹، ۲۳/۷۰، ۵۱/۶۰ و ۴۰/۰۷±۰/۴۲۸ میلی‌متر برای ماده می‌باشد (جدول ۱).

۷۰ درصد به مدت ۱۲ ساعت غوطه‌ور گردیدند و مجدد اتولیت‌ها با آب شستشو و با دستمال کاغذی تمیز و خشک شدند و در انتها به صورت خشک هر کدام از اتولیت‌های راست و چپ هر ماهی بطور مجزا در داخل میکروتیوب نگهداری شدند (۶، ۸، ۱۷ و ۴۱).

به منظور بررسی ساختمان میکرونی درون اتولیت، تعداد ۲۰ عدد سطح مقطع طولی-جلویی (Frontal) از اتولیت ساجیتای رده‌های مختلف طولی فانوس ماهیان به روش پولیش تهیه شد. بدین منظور، ابتدا اتولیت‌ها از سطح پشتی در رزین ترموپلاستیک روی لام قالب‌گیری شدند و سپس این سطح توسط کاغذ سمباده ۲۰۰۰ مرطوب شده تا مرکز اتولیت پولیش شود و با حرارت دادن، رزین را ذوب نموده، اتولیت را برگردانده و این بار سطح میانی اتولیت بر روی لام قالب‌گیری شده، سپس این سطح توسط کاغذ سمباده خیس شماره ۲۰۰۰ و ۲۵۰۰ مرطوب شده با ۳ میلی‌لیتر آلومینا تا پدیدار شدن منشاء حلقه‌های رشد، عمل پولیش ادامه یافت. در نهایت قطر سطح مقطع‌ها ۸۰-۶۰ میکرومتر بدست آمد (۲۶، ۲۷، ۲۸، ۳۵، ۴۲). همچنین خصوصیات ریخت‌سنجی مقاطع توسط دستگاه آنالیز تصویری مدل LEICA DMLB (با دقت ۰/۰۱ میکرومتر) در دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، اندازه‌گیری شد (۲۱ و ۳۵). برای توصیف دقیق خصوصیات خارجی سطح میانی و پشتی اتولیت‌ها، ۲۰ عدد اتولیت از جنس نر و ماده ماهیان بالغ فانوس



شکل ۱: مناطق تورکشی جهت صید فانوس ماهی *Benthosema pterotum* در آبهای ایرانی دریای عمان

قطر ناحیه FZ = ۳/۵۸ میکرومتر،
 قطر حلقه‌های رشد روزانه ناحیه CZ = ۰/۴۴ میکرومتر،
 قطر حلقه‌های رشد روزانه ناحیه MZ = ۲/۴۳ میکرومتر،
 قطر حلقه‌های رشد ناحیه EZ = ۲/۶۲ میکرومتر
 و در لبه‌های اتولیت ۱/۵۴ میکرومتر، مشاهده شد.

شکل ظاهری اتولیت‌های فانوس ماهیان بالغ و نابالغ بررسی شده نشان داد که، اتولیت از نوع تخم‌مرغی شکل (Oval)، دندان‌های اتولیت در ناحیه شکمی و پشتی از نوع دندان موشی (Crenate) و حالت متمایل بودن آنها نه به سمت روستروم و نه آنتی روستروم بوده بلکه از نوع Irregular می‌باشد. البته در ناحیه پشتی اکثراً تنها یک دندان مشاهده شد. نحوه قرارگیری شیار سولکوس (Sulcus) از نوع میانی (Median) و نحوه باز شدن شیار سولکوس به بیرون از نوع دهانی (Ostial) است. شیار سولکوس به دو بخش مجزا دهانه (Ostium) و دم (Cauda) تقسیم شده که از نظر اندازه این دو ناحیه متفاوت بودند (وسعت بخش دهانه شیار سولکوس، از ناحیه دم بیشتر بود) و نوع شیار سولکوس را نامتقارن (Heterosulcoid) نامیده است. دو برآمدگی مجزا (Colliculum) در دو قسمت دهانه و دم مشاهده شده، که از نظر اندازه برآمدگی دهانه از دم بزرگتر بود ولی از نظر نوع شکل هر دو دوکی شکل (Fusiform) بودند. یک برآمدگی (Collum) مشخص دو ناحیه دهانه و دم را از هم جدا نموده، که از نظر شکل، دیوار مانند (Wall-Like) گزارش شد.

در ناحیه قدامی اتولیت، ناحیه شکمی روستروم (Rostrum) و در ناحیه پشتی، آنتی روستروم (Antirostrum) مشاهده شد، که طول روستروم از طول آنتی روستروم بزرگتر و نوک روستروم و آنتی روستروم نیز پهن و گرد (Discoidal) بود. اتولیت‌ها شیار (Excisural) نداشتند. یک ناحیه مسطح برآمده (Dorsal raised depression) در قسمت پشتی و فرورفتگی حاصله از آن (Dorsal Trough) مشاهده شد. قسمت پشتی شیار سولکوس در دو ناحیه دهانی و دم کاملاً برآمده و مشخص (دارای Crista Superior)، بوده ولی در قسمت شکمی تنها در ناحیه دم، این ناحیه (دارای Crista inferior) مشاهده شد. ناحیه مقابل روستروم اکثراً صاف و ناحیه مقابل آنتی روستروم یک دندان مشاهده شد. سطح پشتی (Distal) اتولیت‌ها محدب، صاف و بدون هیچ ویژگی مشاهده شد (شکل ۳). اختلاف معنی‌داری در خصوص صفات ذکر شده بین اتولیت راست و چپ هر نمونه و جنس نر و ماده فانوس ماهی مشاهده نشد.

بطور کل رابطه طول کل با وزن ماهی برابر با $W = 0.000007TL^{3.002}$ تعیین شد ($R^2 = 0.93$)، هم‌چنین این رابطه بدون تفاوت معنی‌داری به تفکیک در جنس نر و ماده، برابر با $W = 0.00001L^{2.989}$ و $W = 0.000007L^{2.990}$ بوده که نشان‌دهنده رشد ایزومتریک فانوس ماهی می‌باشد (نمودار ۱).

در تمام سطح مقاطع تهیه شده از اتولیت ساجیتا فانوس ماهی سه منطقه مجزا و مشخص از مرکز اتولیت یا N (Nucleus) تا لبه انتهایی اتولیت با ویژگی‌های خاصی از نقطه نظر حلقه‌های رشد روزانه، زیر میکروسکوپ نوری (با بزرگ‌نمایی کل $1000\times$) مشاهده شد. این سه منطقه رشدی شامل منطقه مرکزی یا CZ (Central Zone)، منطقه میانی یا MZ (Middle Zone) و منطقه خارجی یا EZ (External Zone) می‌باشد.

در منطقه CZ حلقه‌های رشد روزانه به دور حلقه ابتدایی رشد یا Central Primordium (CP) محاط گشته و حلقه‌های رشد بطور ضعیف در این ناحیه تشکیل شده است. در انتهای ناحیه CZ حلقه رشدی قوی‌تر از سایر حلقه‌ها تشکیل شده، که یک منطقه جداکننده یا Fraction Zone (FZ) را بین دو ناحیه CZ و MZ ایجاد کرده است. در منطقه MZ خطوط رشد روزانه واضح‌تر و پررنگ‌تر ولی از نظر قطر و پهنای حلقه‌های رشد به کوچکی منطقه CZ مشاهده شد و در منطقه EZ خطوط رشد بطور مشخص و واضح ملاحظه گردید. با نزدیک شدن به لبه خارجی اتولیت کاهش قطر حلقه‌های رشد دیده شد (شکل ۲). باید دقت نمود که فقط در منطقه MZ خطوط رشد روزانه کاذب (Subdaily increment) مشاهده می‌شود که با کم نمودن میزان نور میکروسکوپ نوری تنها خطوط رشد روزانه کامل و پررنگ، نمایان می‌گردد.

بطور میانگین، در نمونه‌های اتولیت فانوس ماهیان بالغ:

$$SL = 42/118 - 26/100 \text{ میلیمتر،}$$

$$\text{حد فاصل N تا FZ} = 81/11 \text{ میکرومتر،}$$

$$\text{قطر ناحیه MZ} = 60/90 \text{ میکرومتر،}$$

$$\text{قطر ناحیه FZ} = 3/46 \text{ میکرومتر،}$$

$$\text{قطر حلقه یا رشد ناحیه CZ} = 0/47 \text{ میکرومتر،}$$

$$\text{قطر حلقه‌های رشد ناحیه MZ} = 2/30 \text{ میکرومتر،}$$

$$\text{قطر حلقه‌های رشد ناحیه EZ} = 2/68 \text{ میکرومتر}$$

و در لبه‌های اتولیت ۱/۶۳ میکرومتر است.

در نمونه‌های اتولیت فانوس ماهیان نابالغ:

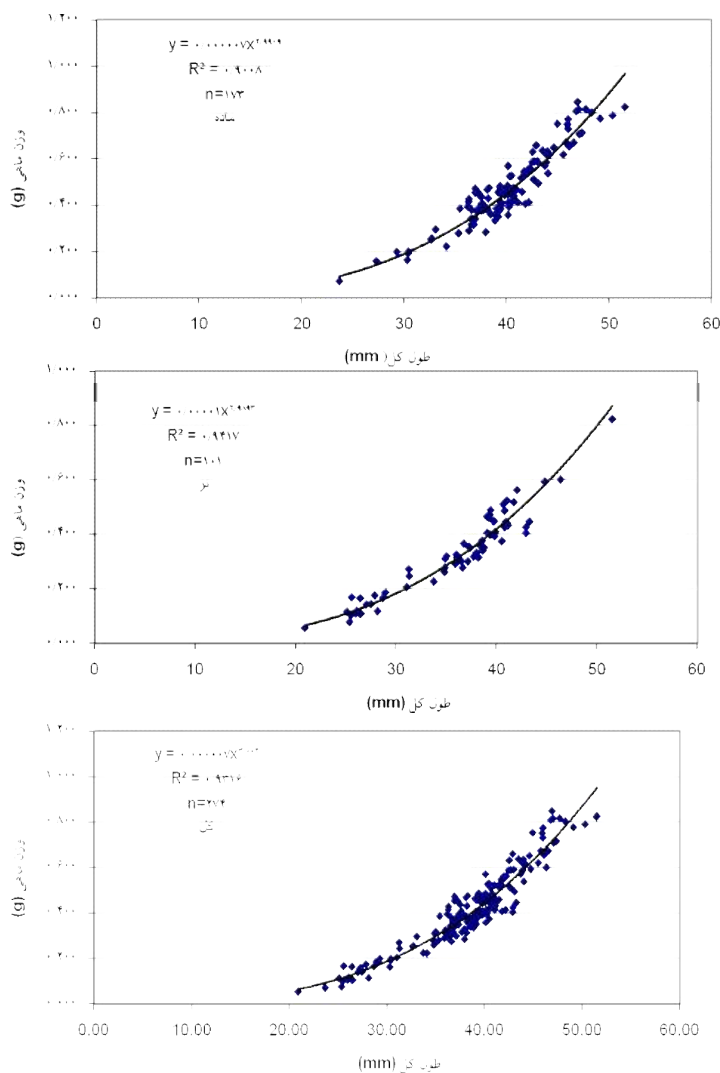
$$SL = 26/100 - 16/60 \text{ میلیمتر،}$$

$$\text{حد فاصل N تا FZ} = 42/07 \text{ میکرومتر،}$$

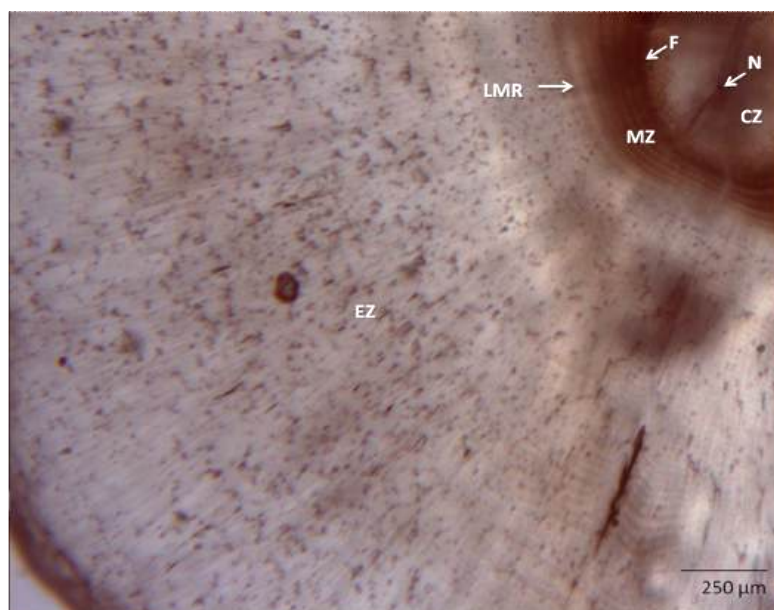
$$\text{قطر ناحیه MZ} = 37/79 \text{ میکرومتر،}$$

جدول ۱: میانگین‌های طول و وزن فانوس ماهی به همراه مقادیر خطای انحراف معیار طی سال ۱۳۸۸ ($P < 0.05$)

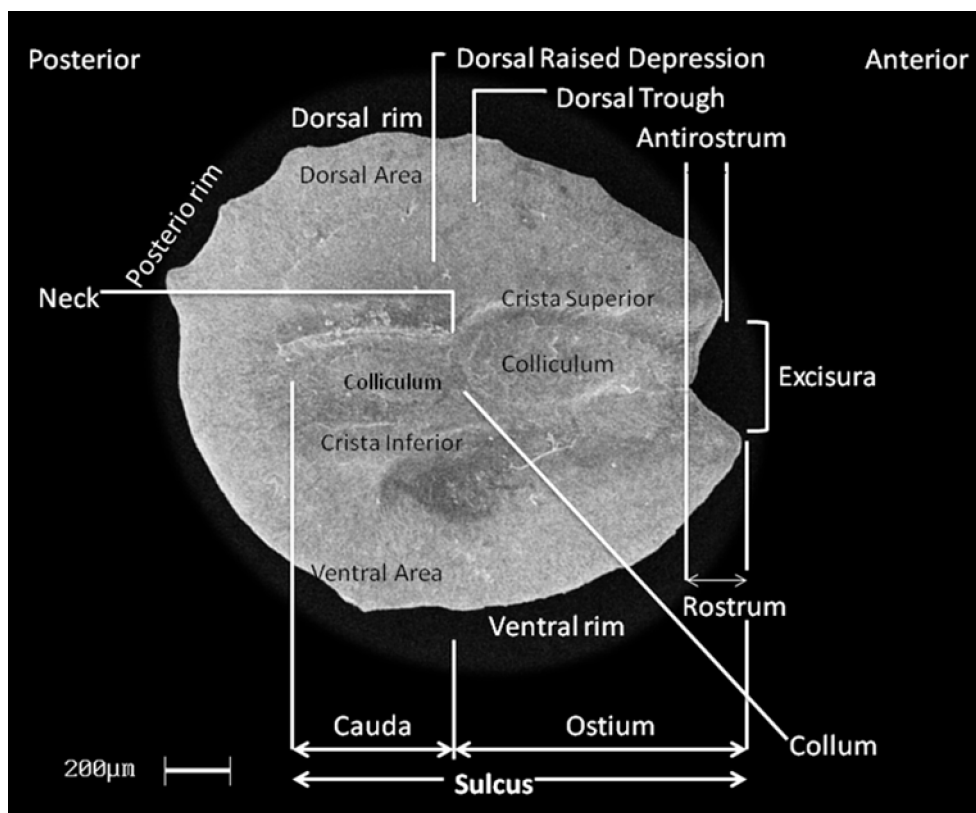
خطای انحراف معیار	حداقل	حداکثر	میانگین	تعداد		
۰/۷۷۹	۲۰/۹۰	۵۱/۵۰	۳۵/۷۹	۱۰۱	نر	طول کل ماهی (میلیمتر)
۰/۴۲۸	۲۳/۶۷	۵۱/۵۵	۴۰/۰۷	۱۷۳	ماده	
۰/۴۱۹	۲۰/۹۰	۵۱/۵۵	۳۸/۵۳	۲۷۴	کل	
۰/۶۳۶	۱۶/۶۰	۴۰/۹۱	۲۸/۶۶	۱۰۱	نر	طول استاندارد ماهی (میلیمتر)
۰/۳۳۶	۱۹/۶۶	۴۲/۱۸	۳۲/۵۳	۱۷۳	ماده	
۰/۳۴۲	۱۶/۶۰	۴۲/۱۸	۳۱/۱۳	۲۷۴	کل	
۰/۰۱۸۷	۰/۰۵۶	۰/۸۲۲	۰/۴۳۲	۱۰۱	نر	وزن ماهی (گرم)
۰/۰۱۴۸	۰/۰۷۳	۰/۸۴۸	۰/۴۷۶	۱۷۳	ماده	
۰/۰۱۲۷	۰/۰۵۶	۰/۸۴۸	۰/۴۲۴	۲۷۴	کل	



نمودار ۱: تغییرات وزن کل بر حسب طول کل فانوس ماهی



شکل ۲: ساختمان درونی اتولیت ساجیتا *Benthoosema pterotum*
 N، مرکز. CZ، ناحیه مرکزی. F، حلقه رشد جدا کننده. MZ، ناحیه میانی. LMR، آخرین حلقه رشد ناحیه میانی و EZ، ناحیه خارجی.



شکل ۳: تصویر SEM و خصوصیات سطح میانی (Proximal) اتولیت ساجیتا *Benthoosema pterotum*

بحث

با توجه به نمودارهای رگرسیون طول کل و وزن فانوس ماهی گونه *B. pterotum* (نمودار ۱)، مقدار ضریب b در حدود ۳ با ضریب هم بستگی بالا ($R^2 = 0.935$) مشاهده شد که در نتیجه گونه مورد نظر (بدون اختلاف بین جنس نر و ماده) دارای رشد ایزومتریک می‌باشد. تحقیقی مشابهی توسط Karuppasamy و همکاران در سال ۲۰۰۸ ارتباط وزن و طول کل فانوس ماهی *B. pterotum* در ناحیه شرقی دریای عرب را مورد سنجش قرار داده و ضریب $b = 3/13$ با مقدار $R^2 = 0.974$ برای جنس نر و $b = 3/14$ با مقدار $R^2 = 0.973$ برای جنس ماده گزارش نموده‌اند و در نتیجه الگوی رشد این گونه را ایزومتریک (بدون وجود اختلاف معنی‌دار در بین جنس نر و ماده) بیان نمودند. نتایج این تحقیق همسو با نتایج رابطه طول با وزن و الگوی رشدی فانوس ماهی موجود در دریای عمان می‌باشد. لازم به ذکر است که تعدادی از محققین ارتباط نمایی بین طول و وزن ماهی را بیان نموده و به توصیف رشد ایزومتریک در صورت برابر بودن $b = 3$ ، پرداخته‌اند (۵، ۲۳ و ۳۸). در تمام سطح مقطع‌های تهیه شده از اتولیت ساجیتای فانوس ماهی *B. pterotum* سه منطقه مجزا از مرکز تا لبه انتهایی اتولیت مشاهده شده که این سه منطقه رشدی با خصوصیات ریختی متفاوت شامل منطقه مرکزی یا CZ، منطقه میانی یا MZ و منطقه خارجی یا EZ می‌باشد. تحقیقی مشابهی نیز توسط Ozawa و Penaflo در سال ۱۹۹۰ روی ساختمان درونی اتولیت ساجیتای فانوس ماهی *B. pterotum* در آبهای ژاپن انجام شد. این محققین سه ناحیه مجزا از نقطه نظر ریختی به نامهای ناحیه داخلی (Inner Zone)، میانی (Middle Zone) و خارجی (Outer Zone) را گزارش نمودند، که همسو با این تحقیق می‌باشد. همچنین Ozawa و Penaflo در سال ۱۹۹۰ ریخت‌سنجی خصوصیات میکرونی درون اتولیت نمونه‌های بالغ (میلیمتر ۳۰/۰-۲۰/۰ SL) این فانوس ماهی را نیز محاسبه کرده، بطوریکه قطر ناحیه داخلی را ۱۰۰ میکرومتر با حلقه‌های رشدی به قطر ۴ میکرومتر، قطر ناحیه جدا کننده را ۹ میکرومتر و قطر ناحیه میانی را ۱۰۱ میکرومتر با حلقه‌های رشدی به قطر ۱۵ میکرومتر گزارش نموده‌اند، که بعلافت دقت کم وسیله اندازه‌گیری، این ارقام از نتایج محاسبه شده در این تحقیق در خصوص ریخت‌سنجی نواحی رشدی درون اتولیت، بیشتر گزارش شده است. هم‌چنین مطالعه صورت گرفته توسط Gjoaeter در سال ۱۹۸۷ با بررسی اتولیت ساجیتا شش گونه از فانوس ماهیان از جمله گونه *B. pterotum* وجود سه ناحیه مشخص در اتولیت این گونه فانوس ماهی را اثبات نمود و تنها به بررسی مشخصات ظاهری این نواحی

پرداخت که با نتایج بدست آمده در این تحقیق مشابه می‌باشد. محققین بسیاری وجود مناطق رشدی در ساختمان میکرونی درون اتولیت فانوس ماهیان مختلف را نشان داده‌اند (۱۱، ۱۶، ۲۵، ۲۶ و ۲۸)، بطوریکه Takagi و همکاران در سال ۲۰۰۶ با بررسی دو گونه از فانوس ماهیان (خانواده Myctophidae)، سه ناحیه مشخص در اتولیت ساجیتای آنها به نامهای ناحیه لاروی، ناحیه پست لاروی و ناحیه دگردیسی گزارش نمودند و همچنین ساختمان میکرونی اتولیت ساجیتای سه گونه از فانوس ماهیان توسط Gartner در سال ۱۹۹۱a,b نیز مطالعه شده که وجود نواحی رشدی مجزا در درون ساختار میکرونی درون اتولیت را بیان می‌نماید. نتایج تحقیقات مذکور همسو با اثبات وجود نواحی رشدی مجزا از نظر ریخت‌شناسی و ریخت‌سنجی در فانوس ماهی گونه *B. pterotum* می‌باشد. قابل توجه است که هر یک از نواحی درون اتولیت فانوس ماهیان مربوط به مرحله خاصی از تاریخچه زندگی آن ماهی محسوب می‌شود (۱۱، ۱۲، ۱۵، ۲۵، ۲۶، ۳۴، ۴۲ و ۴۷)، از این رو پیشنهاد می‌شود تحقیق در این زمینه برای گونه *B. pterotum* موجود در دریای عمان نیز انجام شود. نتایج نشان داده است که اتولیت ساجیتا فانوس ماهی *B. pterotum* از نظر شکل تخم مرگی، دارای شیار سولکوس میانی مستقیم واجد دو بخش مجزای دهانه و دم بوده، در لبه‌های اتولیت دندان‌هایی به شکل دندان موشی مشاهده و دارای روستروم و آنتی روستروم با لبه گرد می‌باشد. با مطالعه فسیل‌های یافته شده در آب‌های ژاپن، مشخصات اتولیت ساجیتا گونه *B. pterotum* تخم‌مرگی شکل با روستروم و آنتی‌روستروم لبه گرد و شیار سولکوس میانی گزارش شده (۳۳) که همسو با نتایج این تحقیق می‌باشد. تحقیقات Ozawa و Penaflo در سال ۱۹۹۰ تنها به بیان شکل کلی اتولیت بالغین و نابالغین فانوس ماهی *B. pterotum* در جنوب آبهای ژاپن پرداخته و آنرا تخم‌مرگی شکل (Oval) بیان نموده، که مشابه نتایج این تحقیق می‌باشد. بررسی‌های Tuset و همکاران در سال ۲۰۰۸ بر روی اتولیت ساجیتای ۳۴۸ گونه از ماهیان دریایی منطقه شرقی و شمال مدیترانه و قسمت شرقی و مرکزی اقیانوس آرام منجر به جمع‌آوری کلید شناسایی جهت رده‌بندی، شناسایی فسیل‌ها و محتویات معده ماهیان شکارچی با توجه به نتایج مورفولوژیکی آنها (از جمله شکل اتولیت، نوع شیار سولکوس، نحوه باز شدن شیار سولکوس، خصوصیات شیار سولکوس و نوع روستروم و آنتی روستروم) منجر شد. لازم به ذکر است که ۹ گونه از خانواده Myctophidae نیز در این تحقیق شناسایی شده که در این میان اتولیت ساجیتا گونه *Benthosema glaciale* از نوع پهن و گرد (Discoidal) با دندان‌هایی با شکلی بی‌نظم (Irregular) و

۲- کیایی، آ.م.؛ ولی‌نسب، ت.؛ وثوقی، غ. و مصطفوی، پ.ق.، ۱۳۸۸. مقایسه تفاوت‌های مورفولوژیک و مورفومتریک اتولیت ۵ گونه از گیش ماهیان خلیج فارس. همایش بین‌المللی خلیج فارس. دانشگاه آزاد اسلامی واحد بوشهر، آذر ماه ۱۳۸۸.

۳- ولی‌نسب، ت.، ۱۳۸۴. ارزیابی ذخایر و پراکنش فانوس ماهیان (*Benthosema pterotum*) در آب‌های ایرانی دریای عمان. مجله علمی پژوهشی شیلات ایران، سال چهاردهم، شماره ۲، پاییز ۱۳۸۴، صفحات ۱۰ تا ۱۱.

۴- Alcock, A.W., ۱۸۹۰. On the bathypelagic fishes collected in the Bay of Bengal during the season ۱۸۸۹-۱۸۹۰. Animals and Magazine of Natural History. Series ۶. No. ۳۳, Vol. ۶, pp. ۱۹۷-۲۲۲.

۵- Biswas, S.P., ۱۹۹۳. Manual of method in fish biology. South Asian Publishers PVT Ltd. New Delhi, India. ۱۵۷P.

۶- Butler, J.L., ۱۹۸۹. Growth during the larval and juvenile stages of the northern anchovy, *Engraulis mordax*, in the California Current during ۱۹۸۰-۱۹۸۴. Fish. Bull. U.S. ۸۷:۶۴۵-۶۵۲.

۷- Campana, S.E.; Gagne, J.A. and McLaren, J.W., ۱۹۹۵. Elemental fingerprinting of fish otolith using ID-ICPMS. Marine Ecology Programme Ser. ۱۲۲:۱۱۵-۱۲۰.

۸- Chilton, D.E. and Beamish, R.J. ۱۹۸۲. Age determination methods for fishes studied by the ground fish program at the Pacific Biological Station. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. ۶۰: ۱۰۲P.

۹- Dye, T.S. and Longenecker, K.R., ۲۰۰۴. 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. ۱۳۴P.

۱۰- Furlani, D.; Gales, R. and Pemberton, D., ۲۰۰۷. Otoliths of common Australian temperate fish: A

دارا بودن شیار خفیفی در ناحیه دهانه شیار سولکوس (*Excisura*) گزارش شد. این ویژگی‌ها با اتولیت ساجیتا *B. pterotum* کاملاً متفاوت بوده ولی از نظر میانی بودن، نحوه دهانی باز شدن شیار سولکوس و دارا بودن روستروم و آنتی روستروم گرد با فانوس ماهی *B. pterotum* مشابه می‌باشد. با توجه به این اطلاعات می‌توان نتیجه گرفت که شکل ظاهری اتولیت ساجیتا قادر به تفکیک دو گونه از یک جنس *Benthosema* می‌باشد. همچنین Niass و Ozawa با توجه به خصوصیات ریختی اتولیت ساجیتای دو ذخیره از گونه *Lampadena anomala* (خانواده Myctophidae) یکی در ناحیه شمالی اقیانوس آرام و دیگری در ناحیه اقیانوس اطلس را تنها با تفاوت از نظر شکل دندان‌های حاشیه اتولیت و دیگر پارامترها مثل ستون فقرات تفکیک نموده، که می‌توان اهمیت مورفولوژی اتولیت در تفکیک زیر گونه‌ها را نیز مشاهده کرد.

علاوه بر فانوس ماهیان تحقیقات مشابهی قابلیت اتولیت و خصوصیات ریخت‌شناسی آنها در شناسایی و رده‌بندی ماهیان به اثبات رسانده است. بطور مثال، چهار گونه از شوریده ماهیان (*Sciaenidae*) از نظر شکل، نوع دندان و خصوصیات مرتبط با شیار سولکوس از هم تفکیک شدند (۴۶). همچنین پنج گونه از گیش ماهیان خلیج فارس از نقطه نظر تفاوت در محل قرارگیری شیار سولکوس و نوع دندان‌های حاشیه اتولیت از هم تفکیک شدند (۲).

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از راهنمایی و مساعدت‌های آقایان دکتر ابوالقاسم کمالی و دکتر فرخ پرافکنده، مهندس عصاره، مسئول آزمایشگاه شیلات دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، سرکار خانمها مهندس عشقی مسئول آزمایشگاه SEM و مهندس کاشانی مسئول آزمایشگاه Optic، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات جهت همکاری و راهنمایی ارزنده‌شان در خصوص تهیه عکس‌های SEM و آنالیز تصویر نمونه‌ها تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

۱- پرافکنده، ف. و رضوانی، س.، ۱۳۸۴. استفاده از تراکم عناصر کمیاب در اتولیت جهت مطالعه جمعیتی ماهی کلمه دریای خزر (*Rutilus rutilus*). مجله علمی شیلات ایران، سال چهاردهم، شماره ۲، پاییز ۱۳۸۴، صفحات ۱۹ تا ۳۶.

- photographic guide. Collingwood, Australia. ۲۱۶P. ISBN: ۹۷۸-۰۶۴۳-۹۲۵۵۶.
- ۱۱- **Gartner, J.V.** , ۱۹۹۱a. Life histories of three species of lanternfishes (Myctophidae) from the eastern Gulf of Mexico. I. Age and growth patterns. *Marine Biology*. ۱۱۱:۲۱-۲۷.
- ۱۲- **Gartner, J.V.** , ۱۹۹۱b. Life histories of three species of lanternfishes (Myctophidae) from the eastern Gulf of Mexico. II. Morphological and microstructure analysis of sagittal otoliths. *Marine Biology*, ۱۱۱:۱۱-۲۰.
- ۱۳- **Gjosaeter, J.** , ۱۹۷۷. Aspects of the distribution and ecology of the Myctophidae from the west and Northern Arabian Sea. Final report. FAO, Bergen. ۴۱P.
- ۱۴- **Gjosaeter, J. and Tilseth, S.** , ۱۹۸۸. Spawning behaviour, egg and larval development of the myctophidae fish *Bentosema pterotum*. *Marine Biology*, ۹۸:۱-۶.
- ۱۵- **Gjosaeter, H.** , ۱۹۸۷. Primary growth increments in otoliths of six tropical Myctophid species. *Journal of Biology and Oceanography*, ۴:۳۵۹-۳۸۲.
- ۱۶- **Greely, T.M. ; Gartner, J.V. and Torres, J.J.** , ۱۹۹۹. Age and growth of *Electrona antarctica* (Pisces: Myctophidae), the dominant mesopelagic fish of southern Ocean. *Marine Biology*, ۱۳۳:۱۴۵-۱۵۸۸.
- ۱۷- **Green, B.S. ; Mapastone, B.D. ; Carlos, G. and Begg, G.A.** , ۲۰۰۹. Tropical Fish Otoliths: Information for Assessment, Management and Ecology. Springer Publication, London, UK. ۳۱۳P. ISBN: ۹۷۸-۱-۴۰۲۰-۳۵۸۲-۱.
- ۱۸- **Hecht, T.**, ۱۹۹۰. Otoliths: An introduction to their morphology and use in the identification of Southern Ocean fishes. *In: O. Gon, and P.C. Heemstra*, (eds). *Fishes of the Southern Ocean*. J.L.B. Smith Institute of Ichthyology. pp.۶۴-۶۹.
- ۱۹- **Hunt, J.J.**, ۱۹۹۲. Morphological characteristics of otoliths for selected fish in the Northwest Atlantic. *J. Northw. Atl. Fish. Sci.*, ۱۳:۶۳-۷۵.
- ۲۰- **Hulley, P.A.**, ۱۹۸۶. Myctophidae. *In: Smith, M.M. and Heemstra, P.C.* (eds.). *Smiths sea fishes*. Springer-Verlage, Berlin, Germany. pp.۲۸۲-۳۲۱. ISBN: ۳۵۴-۰۱۶۸۵۱۶.
- ۲۱- **Javier, T. and Panfili, J.** , ۲۰۰۰. Otolith microstructure examination and growth patterns of *Vinciguerria nimbaria* (Photichthyidae) in the tropical Atlantic Ocean. *Fisheries Research*, ۴۶:۱۳۱-۱۴۵.
- ۲۲- **Johannesson, K. and Valinassab, T.** , ۱۹۹۴. Survey of mesopelagic fish resources within the Iranian exclusive zone of the Oman Sea. Final Report. FAO Publication, ۸۱P.
- ۲۳- **King, M.**, ۱۹۹۵. *Fisheries biology: assessment and management*. Blackwell Pub. ۳۴۱P.
- ۲۴- **Karuppasamy, P.K. ; George, S. and Menon, N.G.** , ۲۰۰۸. Length-weight relationship of *Bentoseman pterotum* (Myctophid) in the deep scattering layer (DSL) of the eastern Arabian Sea. *Indian J. Fish.* ۵۵:۳۰۱-۳۰۳.
- ۲۵- **Linkowski, T.B.** , ۱۹۹۱. Otolith microstructure and growth patterns during the early life history of lanternfishes (Family Myctophidae). *Can. J. Zool.*, ۶۹:۱۷۷-۱۷۹.
- ۲۶- **Linkowski, T.B. ; Radtke, R.L. and Lenz, P.H.** , ۱۹۹۳. Otolith microstructure, age and growth of two species of *Ceratoscopelus* (Myctophidae) from the eastern North Atlantic. *Journal of Marine Biology*, ۱۶۷:۲۳۷-۲۶۰.
- ۲۷- **Morales-Nin, B.** , ۲۰۰۰. Review of growth regulation processes of otolith daily increment formation. *Fisheries Research*. ۴۶:۵۳-۶۷.

- ۲۸- Moku, M. ; Ishimaru, K. and Kawaguchi, K. , ۲۰۰۱. growth of larval and juvenile *Diaphus theta* (Myctophidae) in the transitional waters of the Western North Pacific. Journal of Ichthyology Research, ۴۸:۳۸۵-۳۹۰.
- ۲۹- Moku, M. ; Hayashi, A. ; Mori, K. and Watanabe, Y. , ۲۰۰۵. Validation of daily otolith increment formation in the larval myctophid fish *Diaphus* spp.. Journal of Fisheries Biology, ۶۷:۱۴۸۱-۱۴۸۵.
- ۳۰- Nelson, J.S. ۲۰۰۶. Fishes of the worlds. John Wiley and Sons, N.J. USA. ۶۰۱P.
- ۳۱- Nolf, D. , ۱۹۸۵. Otolith Piscium. handbook of Paleoiichthyology. Stuttgart, New York, USA. ۱۰:۱۴۵P.
- ۳۲- Niass, F. and Ozawa, T. ۲۰۰۰. Morphological differences between North Pacific and Atlantic specimens of *Dena anomala* (Family Myctophidae). Ichthyo. Res., ۴۷:۲۹۹-۳۰۲.
- ۳۳- Ohe, F. and Araki, Y. ۱۹۷۳. Some miocene fish otoliths from the Yakuoji Formation, Tsu. Toku University Science Republic., ۶:۴۰۷-۴۱۳.
- ۳۴- Ozawa, T. and Penafior, G.C. ۱۹۹۰. Otolith microstructure and early ontology of a myctophid species *Benthoosema pterotum*. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish. ۵۶:۱۹۸۷-۱۹۹۵.
- ۳۵- Panfili, J. and Ximenes, M.C., ۱۹۹۲. Measurement on ground or sectioned otolith: possibilities of bias. J. Fish. Biol., ۴۱:۲۰۱-۲۰۷.
- ۳۶- Paxton, J.R. and Hulley, P.A., ۱۹۹۹. Myctophidae. In: K.E. Carpenter and V.H. Niem (eds.). The living Marine Resources of the western central Pacific. FAO Species Identification sheets. Fishing area ۵۱ (W. Indian Ocean). ۳:۱۳۹۷-۲۰۶۸.
- ۳۷- Rivaton, J. and Bourret, P. ۱۹۹۹. Les Otolithes des Poissons de l'Indo-Pacifique. Institut de recherche pour le developpement, France. ۱۲:۳۷۸P.
- ۳۸- Sparre, P.; E. Ursine; S.C. Venema., ۱۹۹۲. Introduction to tropical fish stock assessment. Part ۱- manual., FAO, Rome, Italy. ۳۳۷P.
- ۳۹- Stinton, F.C. ۱۹۷۵. Fish Otolith from the English Eocene. Palaeontographic Society. Journal of Oceanography. ۱:۱-۶.
- ۴۰- Smale, M.J.; Watson, G.; Hecht, T. ۱۹۹۵. Otolith Atlas of Southern African Marine Fishes. Ichthyological Monographs. ۱. Grahamstown: JLB Smith Institute of Ichthyology. ۲۵۳P.
- ۴۱- Secor, D.H.; Dean, J.M. and Laban, E.H. ۱۹۹۲. Manual for otolith removal and preparation for microstructure examination. Uni. Of south Carolina, Columbia, SC. ۸۵P.
- ۴۲- Suthers, I.M. , ۱۹۹۶. Spatial variability of recent otolith growth and RNA indices in pelagic juvenile *Diaphus kapalae* (Myctophidae): and effect of flow disturbance near an island. Marine Freshwater Research, ۴۷:۲۷۳-۲۸۲.
- ۴۳- Takagi, K. ; Akihiko, Y. ; Moku, M. and Sassa, C. , ۲۰۰۶. Age and growth of lanternfishes, *Symbolophorus californiensis* & *Ceratoscopelus warmingii* (Myctophidae), in the Kuroshio-Oyashio Transition Zone. Journal of Ichthyology Research. ۵۳:۲۸۱-۲۸۹. DOI: ۱۰.۱۰۰۷/s1۰۲۲۸-۰۰۶-۰۳۴۶-۲.
- ۴۴- Tuset, V.M.; Lombarte, A.; Assis, C.A., ۲۰۰۸. Otolith Atlas for the Western Mediterranean, North and Central Eastern Atlantic. Science of Marine Publication. ۷۲S۱:۲۰۳P.
- ۴۵- Valinassab, T. ; Pierce, G.J. and Johannesson, K. , ۲۰۰۷. Lantern fish (*Benthoosema pterotum*) resources as a target for commercial exploitat-

- ion in the Oman Sea. Journal of Applied Ichthyology, ۲۳:۵۷۳-۵۷۷.
- ۴۶- **Waessle, J.A.; Carlos, A.L. and Favero, M.,** ۲۰۰۲. Otolith morphology and body size relationships for juvenile Sciaenidae in the Rio de la Plata estuary. Sci. Mar., ۲: ۲۳۳-۲۴۰.
- ۴۷- **Young, J.W.; Bulman, C.M.; Blader, S.J.M. and Wayte, S.E.,** ۱۹۸۸. Age and growth of the lanternfish *Lampanyctodes hectoris* (Myctophidae) from eastern Tasmania, Australia. Mar. Biol., ۹۹:۵۶۹-۵۷۶.

Study of lanternfish *Benthoosema pterotum* otolith from morphological view

- **Seyed Pezhman Hosseini Shekarabi***: Science and Research Branch, Islamic Azad University, P.O. Box: ۱۴۱۵-۷۵۵ Tehran, Iran
- **Tooraj Valinassab**: Iranian Fisheries Research Organization, P.O. Box: ۱۴۱۵۵-۶۱۱۶ Tehran, Iran
- **Abdolrahim Pazira**: Islamic Azad University, Bushehr Branch, P.O.Box: ۷۵۱۹۶-۱۹۵۵ Bushehr, Iran

Received: October ۲۰۰۹

Accepted: December ۲۰۰۹

Keywords: Lanternfish, *Benthoosema pterotum*, Growth, Otolith microstructure, Oman Sea

Abstract

To estimate the growth condition of dominant lanternfish (*Benthoosema pterotum*) in the Oman Sea, ۲۷۴ specimens were collected and length-weight (LW) relationships have been calculated. LW, with no significant differences between males ($W=۰,۰۰۰۰۱L^{۲,۹۸۹}$ with $R^2=۰,۹۰$) and females ($W=۰,۰۰۰۰۰۷L^{۲,۹۹۰}$ with $R^2=۰,۹۴$), showed that the growth pattern is isometric ($R^2=۰,۹۳$). The thin section (۶۰-۸۰ μm) of sagitta otoliths with use of polishing method were prepared. These sections showed that increment growth ring, from the width and shape, divided into the central, middle and external growth zones, surrounding nucleus. Furthermore, external view of left and right sagitta otoliths and morphological parameters were evaluated in details. The result of this study showed that the shape of otolith were oval and sulcus had two distinct area, ostium and caudal. This data can be used for the stomach contents studies of predators feeding on this species.