بررسی مورفومتریک اتولیت‌های برخی از گونه‌های تجاری ماهیان آب‌های فریدون‌کنار

- **شادی وکیلی**: گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم زیستی، واحد ورامین- پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین- پیشوا، ایران
- **مریم عیدی***: گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم زیستی، واحد ورامین- پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین- پیشوا، ایران
- **آریا اشجع‌اردلان**: گروه بیولوژی دریا، دانشکده علوم و فنون دریا، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: مرداد ۱۳۹۸ تاریخ پذیرش: آبان ۱۳۹۸

چکیده

این مطالعه به‌منظور بررسی شکل و خصوصیات ریخت‌شناسی اتولیت‌های تعدادی از ماهیان اقتصادی آب‌های فریدون‌کنار انجام گردید. در این تحقیق، ۱۲ گونه از ماهیان تجاری آب‌های فریدون‌کنار تهیه و خصوصیات بیومتریک آن‌ها مورد بررسی و اتولیت ساجیتای آن‌ها خارج شد. این گونه‌ها متعلق به خانواده‌های کپورماهیان شامل ماهی کپور نقره‌ای (*Hypophthalmichthys molitrix*)، ماهی کپورعلف‌خوار (*Ctenopharyngodon idella*)، ماهی کپورمعمولی (*Cyprinus carpio*)، ماهی سیم (*Abramis brama*)، ماهی سفید (*Rutilus kutum*)، ماهی کپورسرگنده (*Hypophthalmictys nobilis*)، خانواده کفال‌ماهیان شامل ماهی کفال‌پوزه‌باریک (*Chelon saliens*)، خانواده اردک‌ماهیان شامل اردک‌ماهی (*Esox lucius*)، خانواده سوف‌ماهیان شامل ماهی سوف معمولی (*Sander luciopera*)، خانواده شگ‌ماهیان شامل ماهی کیلکا آنچوی (*Clupeonella engrauliformis*) و ماهی کیلکا زالون (*Clupeonella grimmi*) و از خانواده آزادماهیان ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynohus mykiss*) بودند. سپس، شکل، طول، عرض و ضخامت اتولیت‌های راست و چپ بررسی شد. نتایج نشان دادند بزرگ‌ترین اتولیت با طول ۸/۲۷ میلی‌متر متعلق به گونه *Chelon saliens* و کوچک‌ترین اتولیت با طول ۲/۱۵ میلی‌متر متعلق به گونه *Hypophthalmichthys molitrix* بودند. از آن‌جایی‌که این ماهی‌ها بزرگ‌ترین و کوچک‌ترین ماهی های مورد مطالعه نبودند، پس ارتباط معنی‌داری بین اندازه ماهی و اتولیت نشان داده نشد. شکل و اندازه اتولیت در این چند خانواده بسیار متنوع بود و در دو گونه از جنس *Clupeonella* شامل *lupeonella engrauliformis* و *Clupeonella grimmi* یکسان بود. بنابراین، ریخت‌شناسی اتولیت‌ها نقش مهمی در شناسایی گونه‌های نزدیک دارد.

کلمات کلیدی: اتولیت،کپورماهیان، اردک‌ماهیان، سوف‌ماهیان، شگ‌ماهیان، کفال‌ماهیان، آزادماهیان، فریدون‌کنار

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: maryameidi@gmail.com

(DOI): 10.22034/aej.2020.113144

مقدمه

دریای خزر یک دریاچه لب‌شور است که در بین پنج کشور ایران، آذربایجان، ترکمنستان، قزاقستان و روسیه واقع است. کشور ایران از طریق استان‌های گیلان، مازندران و گلستان به‌دریای خزر مربوط است. دریای خزر به سبب تنوع گونه‌ای منحصر به فرد آن، دارای ارزش اکولوژیک و اقتصادی بسیاری می‌باشد. بدون تردید ماهیان استخوانی دریای خزر از نقطه نظر تجاری-اقتصادی و تامین بخش عمده‌ای از پروتئین‌های مورد نیاز و هم‌چنین اشتغال‌زایی، کسب درآمد و امرار معاش و زندگی قشر وسیعی از جامعه مخصوصاً ساحل‌نشینان اهمیت به‌سزایی دارد. در دریای خزر بیش از ۱۲۵ گونه ماهی وجود دارد که ۵ گونه از آن‌ها ماهیان غضروفی (خاویاری) و بقیه انواع دیگر ماهیان استخوانی دریای خزر را تشکیل می‌دهند (احدی‌زاده، ۱۳۹۲). تالاب فریدون‌کنار با توجه به نقشی که در حیات اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی و سیاسی ایفاء می‌کند، یکی از تالاب‌های مهم بین‌المللی معرفی شده و مورد حمایت می‌باشد. این تالاب با مساحت ۵۴۲۷ هکتار از سمت شمال به شهر فریدون‌کنار، از شرق به جاده سرخرود- آمل و از جنوب به جاده موسوم به جاده گاز و از غرب به جاده اجاکسر محدود می‌گردد. تالاب فریدون‌کنار علاوه بر حائز بودن ارزش ویژه بین‌المللی، واجد ارزش‌های متعددی در رابطه با جذب گردشگران داخلی و خارجی می‌باشد. هم‌چنین، این تالاب از جنبه‌های بیولوژیک، زیباشناختی، علمی و اجتماعی اهمیت به‌سزایی داشته و می‌تواند مورد بررسی قرار گیرد. تالاب فریدون‌کنار از لحاظ تنوع ماهیان نیز بسیار غنی است که شاخص‌ترین خانواده Cyprinidae می‌باشد (حسینی و همکاران، ۱۳۹۳). از گوناگونی در ریخت و ساختار درونی ماهیان به‌منظور شناسایی جمعیت‌ها و گونه‌های مختلف آن‌ها استفاده می‌شود. ساختارهای سخت ازجمله مواردی هستند که اهمیت زیادی در رده‌بندی ماهیان دارند. ساختارهای سخت ماهیان ازجمله، فلس، اوپرکولوم، کلیتروم، استخوان یوروهیال و اتولیت می‌توانند به کامل شدن اطلاعات در مورد سن، سرعت رشد سالانه و روزانه، نرخ مرگ و میر و بازماندگی، فصول تخم‌ریزی، دگردیسی (از مرحله لاروی به جوانی)، حداکثر اندازه و رشد، مهاجرت، موقعیت تاکسونومیکی، آلودگی آب و غیره کمک کند (باغبانی، ۱۳۸۸). گوش داخلی ماهیان استخوانی از لابیرنت‌های استخوانی و غشایی تشکیل شده است. لابیرنت‌های غشایی شامل سه اتاقک کم و بیش مجزا از یکدیگر به‌نام‌های اوتریکول (Utriculus)، ساکول (Sacculus) و لاژنا (Lagena) 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 تقریباً از یکدیگر مجزا بوده و در بعضی دیگر کاملاً از هم مجزا شده‌اند. ساکول از سطح شکمی به اوتریکول متصل شده و لاژنا که به قسمت خلفی ساکول چسبیده به‌خوبی قابل تشخیص است، اما در بسیاری از گونه‌ها نمی‌توان آن را مشخص کرد. در هر سه بخش فوق‌الذکر، بسترهایی از سلول‌های نورومست (Neuromasts Cells) وجود دارند که روی آن‌ها سنگریزه‌های شنوایی به‌نام 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 و Neilson، ۱۹۸۵). اتولیت‌ها در ماهیان عملکردی مشابه گوش داخلی در انسان را دارند (پرافکنده حقیقی، ۱۳۸۷). سنگریزه‌های موجود در اتاقک‌های اوتریکول، ساکول و لاژنا را به‌ترتیب لاپیلوس (Lapillus)، ساجیتا (Sagitta) و آستریسکوس (Asteriscus) می‌نامند (ستاری، ۱۳۸۱). در میان سه جفت اتولیت ماهیان استخوانی، ساجیتا بزرگ‌ترین اتولیت در اکثر گونه‌ها می‌باشد و بیش‌ترین تغییرات ریختی را در میان گونه‌ها دارد و اساساً در تعیین سن و اندازه، رده‌بندی، تفکیک ذخایر و تحقیقات دیرینه‌شناسی استفاده می‌شود (Harvey و همکاران، ۲۰۰۰؛ Kinacigi و همکاران، ۲۰۰۰). مشخصات ریختی اتولیت‌های ساجیتا در بین گونه‌ها متفاوت است و اغلب گونه‌ها را می‌توان به‌وسیله ریخت‌شناسی مشخص ساجیتا شناسایی کرد (Harvey و همکاران، ۲۰۰۰؛ Hunt، ۱۹۹۲). الگوی رشد اتولیت‌های ساجیتا برای شناسایی درون‌گونه‌ای و تشخیص جمعیت‌های مختلف یک گونه نیز استفاده می‌شود، زیرا رشد آن‌ها علاوه بر فاکتورهای ژنتیکی تحت تاثیر عوامل محیطی بر گونه‌های یکسان با استفاده از اتولیت در مطالعات اکومورفولوژی واجد اهمیت می‌باشد (Bermejo، ۲۰۰۷). این تحقیق به‌منظور مطالعه شکل اتولیت و بررسی وجود تفاوت‌ها و شباهت‌های برخی از گونه‌های تجاری آب‌های فریدون‌کنار انجام گردید.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری: به‌منظور مطالعه برخی از گونه‌های تجاری ماهیان آب‌های بندر فریدون‌کنار، نمونه‌های مورد نظر از بازار ماهی‌فروشان شهر فریدون‌کنار تهیه شد.

زیست‌سنجی ماهی‌ها: به‌منظور زیست‌سنجی نمونه‌ها، طول کل، طول استاندارد و طول سر ماهی‌ها با خط‌کش و با دقت ۱ میلی‌متر زیست‌سنجی گردید. هم‌چنین، هر ماهی با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۱۰۰ گرم وزن گردید.

استخراج اتولیت: برای جلوگیری از کاهش انقباض ساختمان‌های رشدی در اتولیت، پس از مرگ ماهی، اتولیت استخراج شد. در شروع مطالعه روی هر یک از نمونه‌ها، شرایط و جهت اتولیت باید مورد توجه قرار گیرد (آستریسکوس، لاپیلوس و ساجیتا) تا بتوان

(DOI): 10.22034/aej.2020.113144

مورفولوژی‌مرتبط به اتولیت و جهت آن‌ها را با توجه به مکان قرارگیری در جمجمه، تعیین کرد. برای شکل گرفتن و مشخص شدن مرفولوژی اتولیت‌ها، باید اتولیت‌های راست و چپ را خارج کرد و به‌صورت جداگانه نگه‌داری کرد. اتولیت‌ها درکپسول شنوایی در حد فاصل وسط سقف دهان و محل اتصال فوقانی آبشش به سقف دهان قرار دارند. با توجه به اندازه ماهی، شکل سر و استخوان‌های آن، میزان استحکام استخوان‌ها و این‌که اتولیت‌ها چقدر در عمق استخوان‌ها فرو رفته‌اند، می‌توان روش‌های مختلفی برای استخراج آن‌ها به‌کار برد. در این تحقیق، اتولیت‌ها با استفاده از روش میان آبشش‌ها استخراج گردید. ابتدا محل تحتانی آبشش‌ها به زیر دهان ماهی به‌وسیله قیچی جدا گردید. آبشش‌های قطع شده را برداشته و بافت‌های اطراف به کمک چاقو و اسکالپل، تمیز گردید. پس از برداشتن آبشش ماهی، اتولیت‌ها از طریق شکافتن کپسول شنوایی مشاهده شد. اتولیت ساجیتا با کمک پنس از سر ماهی خارج شد. از هر ماهی دو سنگ گوش ساجیتای راست و چپ نمونه‌برداری شد. پس از شستشوی سنگ گوش پوسته غشائی روی آن جدا گردیدو جهت بررسی شکل ظاهری از آن‌ها عکس گرفته شد. به‌منظور تشخیص اتولیت سمت چپ از راست، می‌توان آن‌ها را با استفاده از جهت روستروم و آنتی‌روستروم تفکیک کرد. اگر سطح دیستال اتولیت رو به بالا باشد، روستروم در سمت راست قرار گرفته و نشان‌دهنده آن است که این اتولیت مربوط به گوش داخلی سمت راست است. اتولیت‌ها پس از استخراج شسته شده و در داخل میکروتیوپ گذاشته شد و پس از آن در فریزر نگه‌داری شد. بر چسب مربوط به شماره‌ماهی و تفکیک آن‌ها به چپ و راست روی همه ظروف نوشته شد. به‌منظور زیست‌سنجی، طول، عرض و ضخامت اتولیت‌ها با کولیس‌دیجیتالی‌با دقت ۰/۰۰۱ میلی‌متر زیست‌سنجی گردید (Jawad و همکاران، ۲۰۰۸).

نمونه‌های مورد مطالعه: کل نمونه‌های مورد مطالعه ۱۸ عدد ماهی شامل ۲ نمونه کفال، ۲ نمونه کپور، ۲ نمونه سیم، ۲ نمونه اردک‌ماهی، ۲ نمونه فیتوفاگ، ۲ نمونه ماهی سفید، ۱ نمونه کیلکای زالون، ۱ نمونه کیلکای آنچوی، ۱ نمونه بیگ‌هد، ۱ نمونه سوف، ۱ نمونه ماهی کپور علف‌خوار و ۱ نمونه قزل‌آلا می‌باشد.

نتایج

مطالعات مورفومتریک نمونه‌های مورد مطالعه: در جدول ۱ نتایج مربوط به زیست‌سنجی‌ماهی‌ها ارائه شده است. براساس این جدول بیش‌ترین میزان وزن کل، طول کل، طول استاندارد و طول سر مربوط به ماهی کپور علفخوار به‌ترتیب با مقادیر ۱۷۰۰ گرم، ۵۰، ۳۸ و ۸/۵سانتی‌متربود و کم‌ترین مقدار وزن کل، طول کل، طول استاندارد و طول سر مربوط به ماهی کیلکای آنچوی به‌ترتیب با مقادیر ۷۰ گرم، ۱۳، ۱۰ و ۳ سانتی‌متر بودند.

جدول ۱: زیست‌سنجی ماهی‌ها از نظر وزن، طول کل، طول استاندارد و طول سر

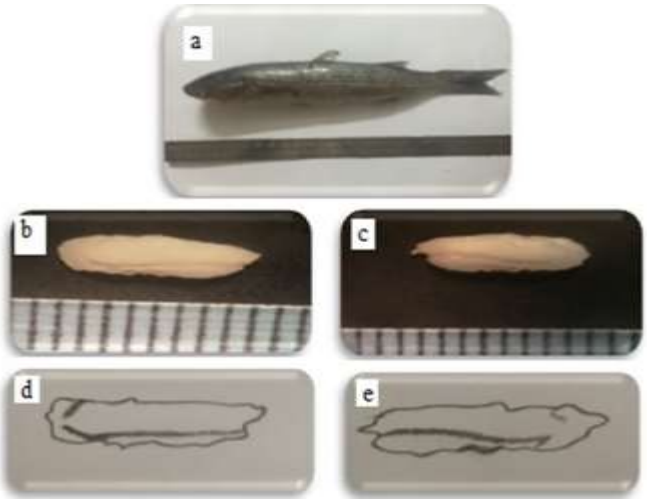
نام عمومی	نام علمی ماهی	وزن (گرم)	طول کل (سانتی‌متر)	طول استاندارد (سانتی‌متر)	طول سر (سانتی‌متر)
کفال (نمونه ۱)	*Chelon saliens*	۴۰۰	۳۵/۵	۲۷	۷
کفال (نمونه ۲)	*Chelon saliens*	۲۰۰	۲۷	۲۰/۵	۵/۵
کپور (نمونه ۱)	*Cyprinus carpio*	۴۰۰	۲۶	۱۹/۵	۶
کپور (نمونه ۲)	*Cyprinus carpio*	۶۰۰	۳۰	۲۴	۷
سیم (نمونه ۱)	*Abramis brama*	۳۰۰	۲۷	۲۱/۵	۵
سیم (نمونه ۲)	*Abramis brama*	۲۵۰	۲۵/۵	۱۹	۴
اردک ماهی (نمونه ۱)	*Esox lucius*	۴۰۰	۳۷	۳۱	۱۰
اردک ماهی (نمونه ۲)	*Esox lucius*	۳۰۰	۳۱/۵	۲۶	۸/۵
فیتوفاگ (نمونه ۱)	*Hypophthalmichthys molitrix*	۹۰۰	۴۲	۳۱	۱۰
فیتوفاگ (نمونه ۲)	*Hypophthalmichthys molitrix*	۱۲۰۰	۴۵	۳۵	۱۱
ماهی سفید (نمونه ۱)	*Rutilus kutum*	۶۰۰	۳۷	۳۰	۷
ماهی سفید (نمونه ۲)	*Rutilus kutum*	۵۰۰	۳۶/۵	۲۹/۵	۶
کیلکای زالون	*Clupeonella grimmi*	۸۰	۱۷	۱۳	۴
کیلکای آنچوی	*Clupeonella engrauliformis*	۷۰	۱۳	۱۰	۳
بیگ هد	*Hypophthalmichthys nobilis*	۹۰۰	۴۰	۲۸/۵	۱۱/۵
سوف	*Sander lucioperca*	۱۲۰۰	۵۰	۳۸	۱۰
کپور علفخوار	*Ctenopharyngodon idella*	۱۷۰۰	۵۰	۳۸	۸/۵
قزل‌آلا	*Oncorhynchus mykiss*	۷۰۰	۳۶	۳۰/۵	۷

(DOI): 10.22034/aej.2020.113144

ریخت‌شناسی اتولیت ساجیتای گونه‌های مورد مطالعه: سنگریزه ساجیتای راست و چپ هر نمونه به‌تفکیک جداسازی شد که ریخت‌شناسی اتولیت ساجیتای گونه‌های مورد مطالعه به‌شرح زیر است:

ریخت‌شناسی اتولیت خانواده کفال‌ماهیان

ماهی کفال (Risso, 1810) *Chelon saliens*: رنگ اتولیت سفید گچی،شکل ظاهری اتولیت در کفال‌ماهیان تقریباً به‌صورت بیضی‌شکل

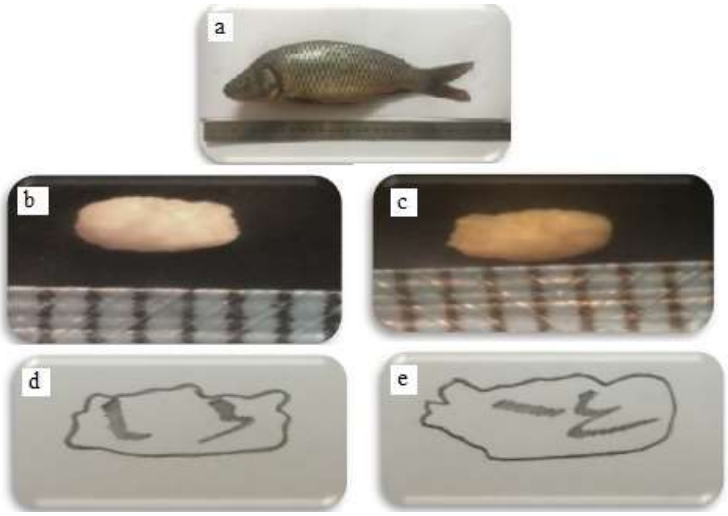


شکل ۱: a: گونه *Chelon saliens*. b: نمای اتولیت راست توسط لوپ با بزرگ‌نمایی ×۳۰. c: نمای اتولیت چپ توسط لوپ با بزرگ‌نمایی ×۳۰. d: نمای شماتیک اتولیت راست که در آن Sulcus به‌صورت نقطه‌چین نشان داده شده است. e. نمای شماتیک اتولیت چپ که در آن Sulcus به‌صورت نقطه‌چین نشان داده شده است.

با حاشیه نامنظم است. شیار Sulcus در قسمت خارجی مشاهده می‌شود و روستروم قابل‌تشخیص است (شکل ۱).

ریخت شناسی اتولیت خانواده کپورماهیان

ماهی کپورمعمولی (Linnaeus, 1758) *Cyprinus carpio*: رنگ اتولیت سفید گچی است، روستروم بسیار محدود و شکل ظاهری اتولیت در این گونه به‌صورت بیضی کشیده می‌باشد (شکل ۲).



شکل ۲: a: گونه *Cyprinus carpio*. b: نمای اتولیت راست توسط لوپ با بزرگ‌نمایی ×۳۰ .c: نمای اتولیت چپ توسط لوپ با بزرگ‌نمایی ×۳۰. d. نمای شماتیک اتولیت راست که در آن قسمت Sulcus به‌صورت نقطه چین نشان داده شده است. e: نمای شماتیک اتولیت چپ که در آن قسمت Sulcus به‌صورت نقطه چین نشان داده شده است.

ماهی سیم (Linnaeus, 1758) *Abramis brama*: رنگ اتولیت سفید گچی و روستروم بسیار محدود است. شکل ظاهری اتولیت در این گونه گرد متمایل به بیضی نامنظم می‌باشد (شکل ۳).

ماهی کپور علفخوار (Valenciennes, 1844) *Ctenopharyngoden idella*: رنگ اتولیت سفید یخی و شکننده است. براساس برداشتن اتولیت از محفظه گوش داخلی می‌توان موقعیت روستروم را تشخیص داد و شکل ظاهری اتولیت در این گونه شبیه بادبزن می‌باشد و لبه شکمی دارای هلال‌های کوچک که ظاهر بادبزن را تداعی می‌کند و لبه پشتی برآمده است (شکل ۴).

ماهی کپور سرگنده (Richardson, 1845) *Hypophthalmichthys nobilis*: رنگ اتولیت سفید یخی است و براساس برداشتن اتولیت از محفظه گوش داخلی می‌توان موقعیت روستروم را تشخیص داد. شکل ظاهری در این گونه تقریباً گرد می‌باشد (شکل ۵).

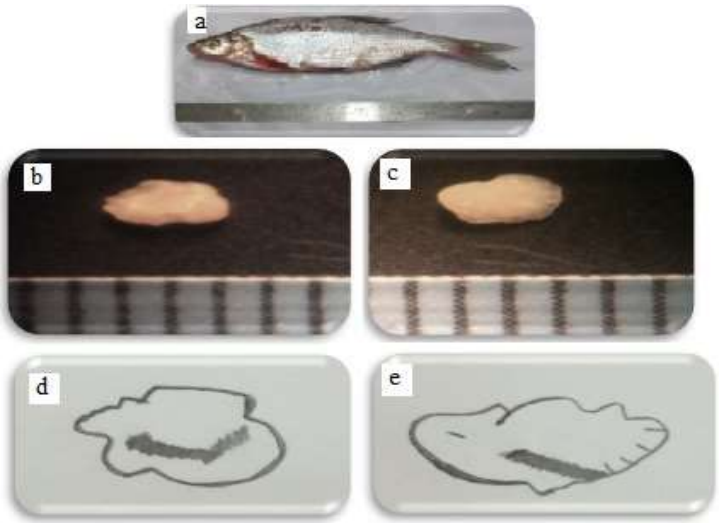
ماهی سفید (Nordmann, 1840) *Rutilus fitisi*: رنگ اتولیت سفید گچی، شکل ظاهری اتولیت در این ماهی بیضی‌شکل، کناره‌های نسبتاً نامنظم و روستروم بسیار محدود است (شکل ۶).

ماهی فیتوفاگ (valenciennes, 1844) *Hypophthalmichtys molitrix*: رنگ اتولیت سفید گچی است، شکل ظاهری اتولیت تقریباً چهارگوش و روستروم به‌خوبی مشخص است و به‌صورت زائده‌ای نوک‌تیز از سطح خارجی اتولیت نمایان می‌باشد (شکل ۷).

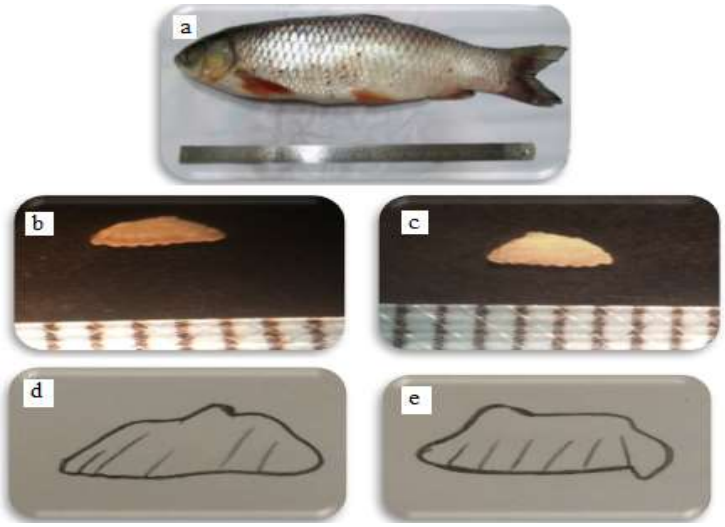
ریخت‌شناسی اتولیت خانواده شگ‌ماهیان

از این خانواده اتولیت دو گونه شامل ماهی زالون *Clupeonella grimmi* (Kesslev, 1877) و ماهی کیلکا آنچوی *Clupeonella engrauliformis* (Blecker, 1860) بررسی گردید. نتایج نشان دادند شکل ظاهری اتولیت شبیه ماهی است که روستروم شبیه دم ماهی می‌باشد. رنگ اتولیت سفید یخی است (شکل‌های ۸ و ۹).

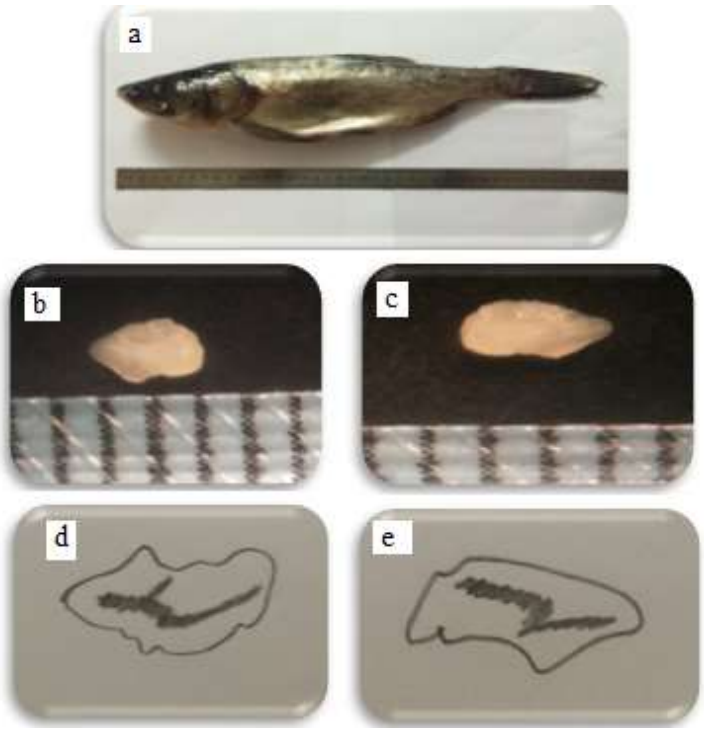
(DOI): 10.22034/aej.2020.113144



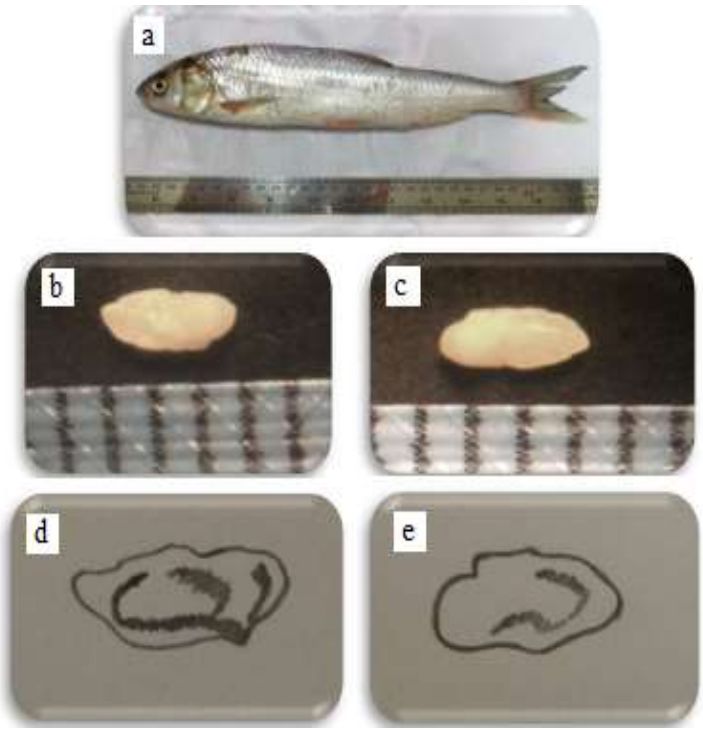
شکل ۳: a: گونه *Abramis brama* b: نمای اتولیت راست توسط لوپ با بزرگ‌نمایی ×۳۰. c: نمای اتولیت چپ توسط لوپ با بزرگ‌نمایی ×۳۰. d: نمای شماتیک اتولیت راست که در آن قسمت Sulcus به‌صورت نقطه‌چین نشان داده شده است. e: نمای شماتیک اتولیت چپ که در آن قسمت Sulcus به‌صورت نقطه‌چین نشان داده شده است.



شکل ۴: a: گونه *Ctenopharyngoden idella*. b: نمای اتولیت راست توسط لوپ با بزرگ‌نمایی ×۳۰. c: نمای اتولیت چپ توسط لوپ با بزرگ‌نمایی ×۳۰. d: نمای شماتیک اتولیت راست که در آن قسمت Sulcus به‌صورت نقطه چین نشان داده شده است. e: نمای شماتیک اتولیت چپ که در آن قسمت Sulcus به‌صورت نقطه‌چین نشان داده شده است.

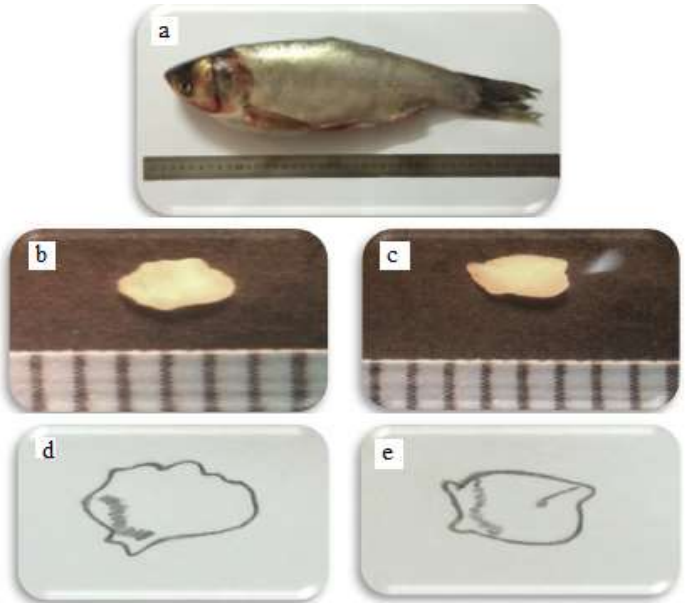


شکل ۵: a: گونه *Hypophthalmichthys nobilis*. b: نمای اتولیت راست توسط لوپ با بزرگ‌نمایی ×۳۰. c: نمای اتولیت چپ توسط لوپ با بزرگ‌نمایی ×۳۰. d: نمای شماتیک اتولیت راست که در آن قسمت Sulcus به‌صورت نقطه‌چین نشان داده شده است. e: نمای شماتیک اتولیت چپ که در آن قسمت Sulcus به‌صورت نقطه‌چین نشان داده شده است.

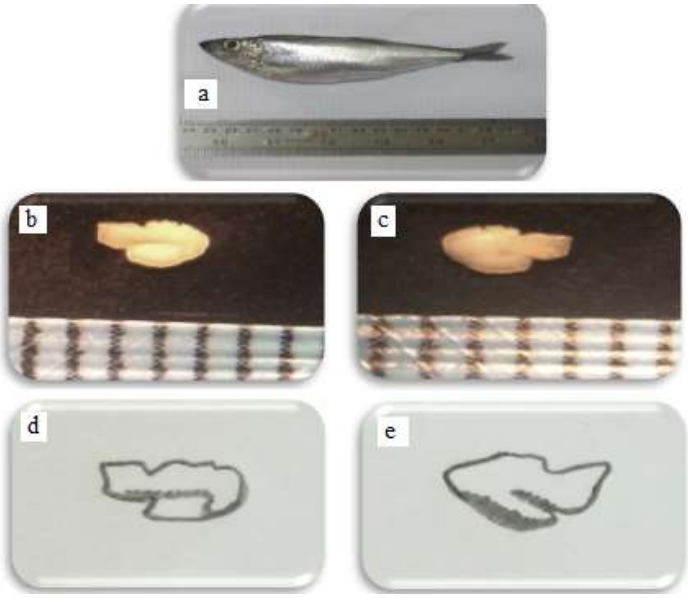


شکل ۶: a: گونه *Rutilus fitisi*. b: نمای اتولیت راست توسط لوپ با بزرگ‌نمایی ×۳۰. c: نمای اتولیت چپ توسط لوپ با بزرگ‌نمایی ×۳۰. d: نمای شماتیک اتولیت راست که در آن قسمت Sulcus به‌صورت نقطه‌چین نشان داده شده است. e: نمای شماتیک اتولیت چپ که در آن قسمت Sulcus به‌صورت نقطه‌چین نشان داده شده است.

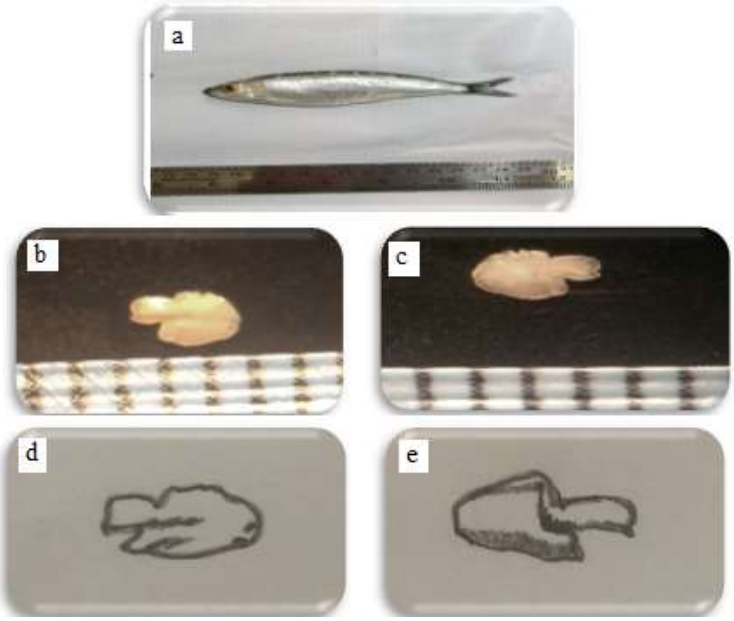
(DOI): 10.22034/aej.2020.113144



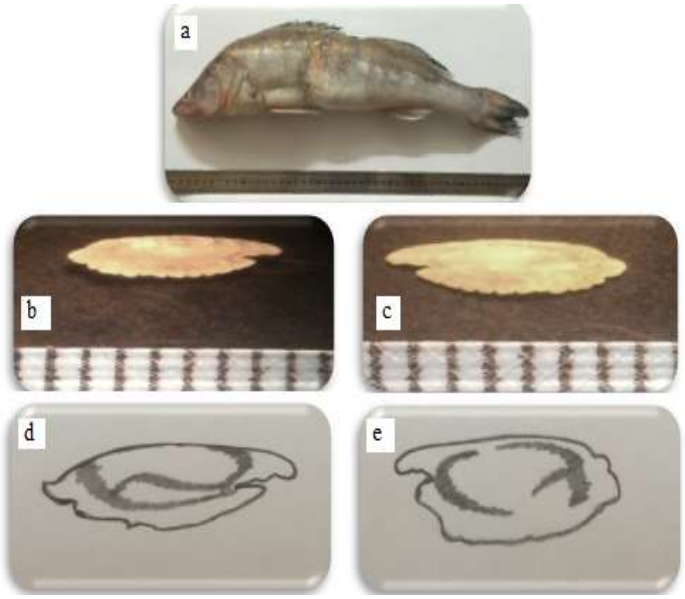
شکل ۷: a: گونه *Hypophthalmichtys molitrix*. نمای اتولیت راست توسط لوپ با بزرگ‌نمایی ×۳۰. c: نمای اتولیت چپ توسط لوپ با بزرگ‌نمایی ×۳۰. d: نمای شماتیک اتولیت راست که در آن قسمت Sulcus به‌صورت نقطه‌چین نشان داده شده است. e: نمای شماتیک اتولیت چپ که در آن قسمت Sulcus به‌صورت نقطه‌چین نشان داده شده است.



شکل ۸: ماهی کیلکا زالون (*Clupeonella grimmi*). a: گونه *Clupeonella grimmi*. b: نمای لوپ اتولیت راست توسط لوپ با بزرگ‌نمایی ×۳۰. c: نمای اتولیت چپ توسط لوپ با بزرگ‌نمایی ×۳۰. d: نمای شماتیک اتولیت راست که در آن قسمت Sulcus به‌صورت نقطه‌چین نشان داده شده است. e: نمای شماتیک اتولیت چپ که در آن قسمت Sulcus به‌صورت نقطه‌چین نشان داده شده است.



شکل ۹: ماهی کیلکا آنچوی (*Clupeonella engrauliformis*) . a: گونه *Clupeonella engrauliformis*. b: نمای اتولیت راست توسط لوپ با بزرگ‌نمایی ×۳۰. c: نمای اتولیت چپ توسط لوپ با بزرگ‌نمایی ×۳۰. d: نمای شماتیک اتولیت راست که در آن قسمت Sulcus به‌صورت نقطه‌چین نشان داده شده است. e: نمای شماتیک اتولیت چپ که در آن قسمت Sulcus به‌صورت نقطه‌چین نشان داده شده است.



شکل ۱۰: ماهی سوف (*Sander lucioperca*). a: گونه *Sander lucioperca*. b: نمای اتولیت راست توسط لوپ با بزرگ‌نمایی ×۳۰. c: نمای اتولیت چپ توسط لوپ با بزرگ‌نمایی ×۳۰. d: نمای شماتیک اتولیت راست که در آن قسمت Sulcus به‌صورت نقطه‌چین نشان داده شده است. e: نمای شماتیک اتولیت چپ که در آن قسمت Sulcus به‌صورت نقطه‌چین نشان داده شده است.

(DOI): 10.22034/aej.2020.113144

ریخت‌شناسی اتولیت خانواده سوف‌ماهیان

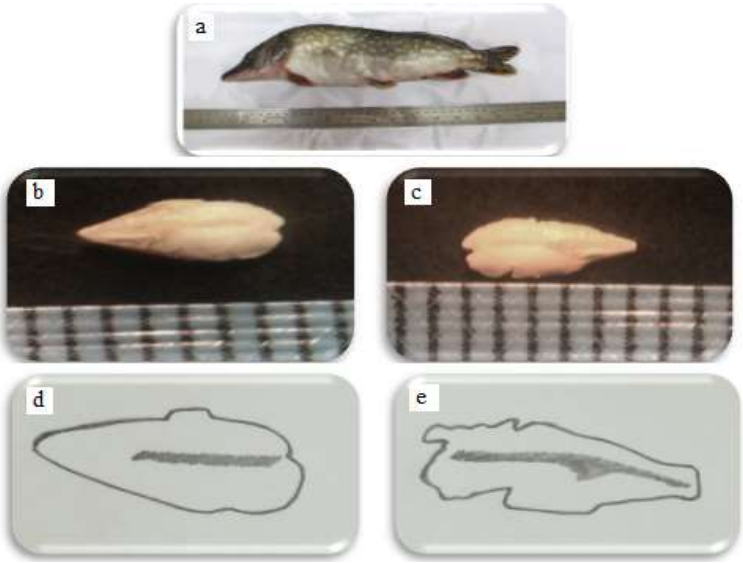
***Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758):** شکل ظاهری اتولیت بیضی، لبه شکمی دارای هلال‌های ریز و متعدد و لبه پشتی صاف است. روستروم به‌خوبی مشخص است. شیار Sulcus در طول اتولیت قابل تشخیص است، رنگ اتولیت سفید یخی است (شکل ۱۰).

ریخت‌شناسی اتولیت خانواده اردک‌ماهیان

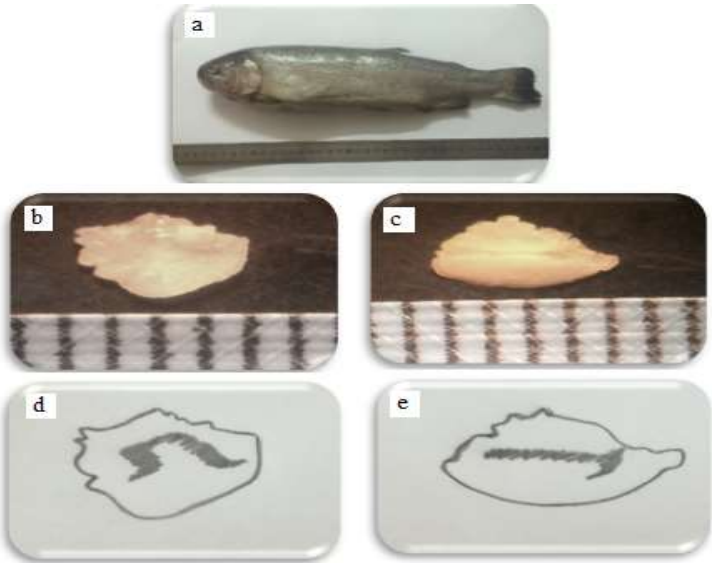
اردک ماهی *Esox lucius* (Linnaeus, 1758): اتولیت در این ماهی کشیده و تا حدودی قلبی‌شکل است. رنگ آن سفید گچی و در سطح خارجی دارای شیار Sulcus می‌باشد که به سمت Rostrum عمیق‌تر می‌گردد (شکل ۱۱).

ریخت‌شناسی خانواده آزادماهیان

ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792): اتولیت در این ماهی به‌صورت گرد متمایل به مثلث می‌باشد و رنگ آن سفید یخی است (شکل ۱۲).



شکل ۱۱: اردک ماهی (*Esox lucius*). a: گونه *Esox lucius*. b: نمای اتولیت راست توسط لوپ با بزرگ‌نمایی ×۳۰. c: نمای اتولیت چپ توسط لوپ با بزرگ‌نمایی ×۳۰. d: نمای شماتیک اتولیت راست که در آن قسمت Sulcus به‌صورت نقطه‌چین نشان داده شده است. e: نمای شماتیک اتولیت چپ که در آن قسمت Sulcus به‌صورت نقطه‌چین نشان داده شده است.



شکل ۱۲: ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*). a: گونه *Oncorhynchus mykiss*. b: نمای اتولیت راست توسط لوپ با بزرگ‌نمایی ×۳۰. c: نمای اتولیت چپ توسط لوپ با بزرگ‌نمایی ×۳۰. d: نمای شماتیک اتولیت راست که در آن قسمت Sulcus به‌صورت نقطه‌چین نشان داده شده است. e: نمای شماتیک اتولیت چپ که در آن قسمت Sulcus به‌صورت نقطه‌چین نشان داده شده است.

زیست‌سنجی اتولیت‌ها: نتایج به‌دست آمده از زیست‌سنجی اتولیت ماهیان مورد مطالعه، به تفکیک اتولیت راست و اتولیت چپ در جدول ۲ نشان داده شده است. بزرگ‌ترین اتولیت در ماهی کفال (*Chelon saliens*) مشاهده شد که از نظر اندازه بزرگ‌ترین ماهی در این تحقیق نبود. هم‌چنین، در ماهی کیلکا آنچوی با طول کل بدن ۱۳ سانتی‌متر و طول استاندارد ۱۰ سانتی‌متر که در این مطالعه کوچک‌ترین ماهی بود، کوچک‌ترین اتولیت دیده شد. نتایج نشان داد رابطه معنی‌داری بین اندازه ماهی و اندازه اتولیت وجود ندارد.

نتایج نشان داد شکل اتولیت در نمونه‌های مربوط به یک خانواده مشابه نیست و مخصوصاً در خانواده کفال‌ماهیان تنوع زیادی وجود دارد. شکل اتولیت در دو گونه *Clupeonella grimmi* و *Clupeonella engrauliformis* مشابه و ماهی مانند است (جدول ۳).

(DOI): 10.22034/aej.2020.113144

جدول ۲: زیست‌سنجی اتولیت‌ها از نظر طول، عرض و ضخامت اتولیت راست و چپ

نام علمی ماهی	ضخامت اتولیت (میلی‌متر)		عرض اتولیت (میلی‌متر)		طول اتولیت (میلی‌متر)	
Chelon saliens	۱/۴۷	۱/۴۱	۳/۳۱	۳/۰۹	۸/۱۲	۸/۲۷
Chelon saliens	۱/۲۹	۱/۳۰	۲/۷۵	۲/۸۶	۶/۸۲	۷/۱۵
Cyprinus carpio	۱/۶۷	۱/۶۱	۲/۲۵	۲/۳۲	۳/۳۱	۳/۴۹
Cyprinus carpio	۱/۴۰	۱/۴۵	۲/۱۶	۲/۲۴	۳/۲۵	۳/۴۰
Abramis brama	۱/۰۲	۱/۱۸	۲/۲۴	۲/۳۴	۲/۷۷	۲/۵۸
Abramis brama	۰/۶۸	۰/۷۲	۱/۹۶	۱/۹۵	۲/۲۰	۲/۳۳
Esox lucius	۰/۹۲	۰/۹۸	۲/۸۱	۲/۷۰	۵/۱۶	۵/۲۵
Esox lucius	۰/۷۵	۰/۸۷	۲/۶۱	۲/۵۵	۴/۲۱	۴/۲۲
Hypophthalmichthys molitrix	۰/۷۵	۰/۸۰	۲/۱۵	۲/۳۵	۲/۳۰	۲/۳۷
Hypophthalmichthys molitrix	۰/۷۲	۰/۵۵	۲/۲۰	۲/۳۰	۲/۲۵	۲/۳۵
Rutilus kutum	۰/۵۰	۱/۱۵	۱/۷۵	۱/۷۰	۲/۶۲	۲/۵۰
Rutilus kutum	۰/۳۵	۰/۴۷	۱/۷۰	۱/۶۶	۲/۶۰	۲/۴۵
Clupeonella grimmi	۰/۴۹	۰/۴۷	۱/۷۷	۱/۶۹	۲/۷۴	۲/۶۶
Hypophthalmichthys	۰/۳۲	۰/۳۰	۱/۹۰	۱/۶۹	۲/۲۶	۲/۱۵
Hypophthalmichthys nobilis	۰/۷۰	۰/۵۰	۲/۰۷	۲/۰۵	۲/۳۵	۲/۴۰
Sander lucioperca	۰/۶۱	۰/۶۰	۲/۴۴	۲/۴۰	۶/۲۰	۶/۳۵
Ctenopharyngodon idella	۰/۶۲	۰/۷۰	۲/۰۸	۲/۰۰	۴/۰۰	۳/۳۵
Oncorhynchus mykiss	۰/۶	۰/۵	۲/۱۳	۲/۳۵	۴/۴۵	۳/۱۵

جدول ۳: رنگ و شکل اتولیت در نمونه‌های مورد مطالعه

خانواده	نام علمی	شکل ظاهری اتولیت	رنگ اتولیت
کفال‌ماهیان	*Chelon saliens*	بیضی‌شکل	سفید گچی
کپورماهیان	*Cyprinus carpio*	بیضی‌کشیده	سفید گچی
کپورماهیان	*Abramis brama*	گرد متمایل به بیضی نامنظم	سفید گچی
کپورماهیان	*Hypophthalmichthys molitrix*	چهارگوش	سفید گچی
کپورماهیان	*Rutilus kutum*	بیضی‌شکل با کناره‌های نامنظم	سفید گچی
کپورماهیان	*Hypophthalmichthys nobilis*	گرد	سفید یخی
کپورماهیان	*Ctenopharyngodon idella*	بادبزن	سفید یخی
اردک‌ماهیان	*Esox lucius*	قلبی‌شکل	سفید گچی
شگ‌ماهیان	*Clupeonella grimmi*	ماهی‌مانند	سفید یخی
شگ‌ماهیان	*Clupeonella engrauliformis*	ماهی‌مانند	سفید یخی
سوف‌ماهیان	*Sander lucioperca*	بیضی‌شکل	سفید یخی
آزادماهیان	*Oncorhynchus mykiss*	گرد متمایل به مثلث	سفید یخی

بحث

معمولاً از اتولیت ساجیتا برای رده‌بندی ماهی‌ها استفاده می‌کنند و علت آن اندازه بزرگ‌تر و مشخص‌بودن تفاوت‌های ظاهری آن می‌باشد. این تفاوت‌ها علاوه بر این‌که به‌عنوان راهی برای رده‌بندی ماهیان به‌کار می‌رود، در تشخیص نوع زندگی ماهیان نیز کاربرد دارد، به‌طوری‌که وضعیت سطح‌زی یا بسترزی بودن آن‌ها مشخص می‌شود (Jawad، ۲۰۰۷). برای توصیف اتولیت در گونه‌های مختلف از صفات ظاهری مانندوضعیت‌دندانه‌هادرسطح‌شکمی و پشتی،وضعیت‌شیار سولکوس، اندازه ساجیتا شامل طول، عرض و ضخامت و اندازه روستروم و آنتی روستروم‌استفاده‌می‌شود. اتولیت ازجمله ساختارهای سخت در ماهیان می‌باشد که تاکنون توسط Sawhney و Johal (۱۹۹۹) و

(DOI): 10.22034/aej.2020.113144

Bermejo (۲۰۰۷) از جنبه‌های مختلف مورد مطالعه قرار گرفته است. استخراج و آنالیز عناصر شیمیایی موجود در این ساختار توسط Yoshinaga و همکاران (۱۹۹۹) انجام گرفت. با توجه به اهمیت این عناصر شیمیایی در مطالعات اکولوژیکی و زیست‌شناسی ماهیان، امروزه نیز در مناطقی از دنیا اتولیت به‌طور گسترده مورد مطالعه قرار می‌گیرد. بامشاد و همکاران (۱۳۹۵) ۴ جمعیت از ماهی *Liza aurata* را در زیستگاه‌های مختلف ساحلی حوضه جنوبی دریای خزر مورد بررسی قرار دادند. نمونه‌ها از مناطق ساحلی نکا، سرخرود، چالوس و بندر انزلی جمع‌آوری شد و اتولیت چپ ساژیتا از هر ماهی استخراج شد. نتایج نشان داد ارتباط مثبتی بین طول بدن ماهی و ویژگی‌های ریخت‌سنجی اتولیت وجود دارد. براساس نتایج ریخت‌شناسی، شکل کلی اتولیت در جمعیت‌های مورد مطالعه غالباً مستطیلی کشیده با دندانه‌های نامنظم در لبه شکمی و پشتی بود. هم‌چنین، آنتی‌روستروم مشخصی در اتولیت‌های مورد مطالعه وجود نداشت. مجرای اوستیا در انتهای قدامی سولکوس باز و قیفی شکل بود، درحالی‌که در انتهای خلفی بسته و لوله‌ای‌شکل بود که به حاشیه خلفی- شکمی اتولیت منتهی می‌شد. از آن‌جایی‌که مهم‌ترین ویژگی ریختی اتولیت که در جدایی گونه‌های کفال‌ماهیان نقش دارد، موقعیت سولکوس است، به نظر می‌رسد این ویژگی در بروز گوناگونی‌های بین‌جمعیتی نیز نقش مهمی را ایفاء می‌کند. اسماعیلی و همکاران (۱۳۸۷) ریخت‌شناسی سنگریزه شنوایی (اتولیت) را در تعدادی از ماهیان آب شیرین از حوضه‌های آبریز مختلف شامل کر (چشمه- جویبار قدمگاه)، خلیج (رودخانه قره آغاج)، هرمز (چشمه آب گرم خورگو)، حوضه دجله و کارون (تالاب چغاخور) و نیز مزارع پرورش ماهی شش پیر و مرودشت استان فارس بررسی کردند. سنگریزه شنوایی بین گونه‌های ماهیان دارای تنوع شکلی قابل ملاحظه‌ای می‌باشد، لذا وجود این ویژگی‌ها می‌تواند سنگریزه شنوایی را همانند استخوان دم لامه به‌عنوان یکی از ابزارهای مناسب رده‌بندی در ماهیان قرار دهد. در ماهیان استاریوفیزی آستریسکوس نسبت به ساژیتا دارای اندازه بزرگ‌تری است. آستریسکوس معمولاً گرد و تخم مرغی شکل بوده و ساژیتا معمولاً سوزنی یا میله‌ای شکل می‌باشد. اسماعیلی و همکاران (۱۳۸۸) ریخت‌شناسی اتولیت را در ۱۳ گونه ماهی از ۱۲ جنس، ۴ خانواده و ۴ راسته مختلف شامل کپورماهی شکلان، سوف‌ماهی شکلان، اردک‌ماهی شکلان و کفال‌ماهی شکلان بررسی کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که شکل، اندازه و ساختار اتولیت در ماهیان مورد مطالعه دارای تنوع می‌باشد. تنوع شکلی هر سه نوع اتولیت خاص گونه‌ای است. در خانواده کپورماهیان اتولیت آستریسکوس، در خانواده گاوماهیان، کفال ماهیان و اردک‌ماهیان اتولیت ساژیتا بزرگ‌تر از دو اتولیت دیگر است. علاوه بر این، تنوع شکل بالایی (گرد، دایره‌ای، تخم مرغی و مربعی شکل) در اتولیت آستریسکوس تمام گونه‌های ۴ خانواده مورد مطالعه دیده شد (اسماعیلی و همکاران، ۱۳۸۸). یاسمی و همکاران (۱۳۹۳) پارامترهای ریخت شناسی و زیست سنجی اتولیت ساجیتای ۳۵ قطعه ماهی از دو گونه کفال طلایی (*Liza aurata*) از دریای خزر و مید (*Liza aurata*) از خلیج فارس را از نظر طول، عرض، ضخامت و نمای ظاهری از لحاظ روستروم، پست‌روستروم، آنتی‌روستروم، شیار سولکوس، لبه شکمی و پشتی بررسی کردند. نتایج نشان دادند که شکل ظاهری اتولیت‌ها در دو گونه متفاوت بودند، اما از لحاظ شاخص‌های اندازه‌گیری اتولیت، هر دو گونه دارای شاخص طولی و کشیدگی متوسط و شاخص ضخامت نازک بودند. بین طول اتولیت راست و چپ و ضخامت اتولیت راست و چپ در گونه کفال طلایی رابطه معنی‌داری مشاهده شد، اما بین پهنای اتولیت راست و چپ، بین طول و پهنای اتولیت و بین طول و ضخامت اتولیت رابطه معنی‌داری مشاهده نشد. بین طول اتولیت راست و چپ و بین پهنای اتولیت راست و چپ در گونه مید رابطه معنی‌داری مشاهده شد، اما بین ضخامت اتولیت راست و چپ، بین طول و پهنای اتولیت و بین طول و ضخامت اتولیت این گونه رابطه معنی‌داری مشاهده نشد. متفاوت بودن روابط رگرسیونی بین شاخص‌های اندازه‌گیری شده اتولیت در این دو گونه نشان‌دهنده تأثیر عرض جغرافیایی و دما بر خصوصیات زیست‌سنجی اتولیت این دو گونه از کفال ماهیان می‌باشد. وجود تفاوت‌های ریختی در اتولیت ماهیان نشان می‌دهد از این ساختار می‌توان اطلاعات گسترده‌ای به‌دست آورد. در حال حاضر از این ساختار در مطالعات دیرین‌شناسی نیز استفاده می شود. وجود اتولیت در لایه‌های مختلف زمین شناسی و مطالعه آن‌ها اطلاعات گسترده تکاملی را در رابطه با فیلوژنی گروه‌های مختلف ماهیان در اختیار محققین قرار می‌دهد (باغبانی، ۱۳۸۸). از این ساختار هم‌چنین برای بررسی شرایط اکولوژیکی جمعیت‌های مختلف ماهیان در گذشته نیز استفاده می‌شود. به‌همین خاطر اتولیت می‌تواند به‌عنوان یک ابزار مناسب در دیرین‌شناسی ماهیان مورد استفاده قرار گیرد. اتولیت‌ها شکل مشخص و معینی دارند که خاص گونه است. بنابراین، ماهی‌شناسان و تاکسونومیست‌ها از شکل و اندازه اتولیت برای احیاء کردن گونه‌ها و ترکیب رژیم غذایی شکارچی‌های ماهی‌خوار استفاده می‌کنند (Campana و Neilson، ۱۹۸۵؛ Campana، ۲۰۰۴). جمع‌آوری اتولیت در گونه‌های مختلف ماهی‌ها و تهیه اطلس ماهی‌شناسی براساس شکل اتولیت، پایه‌ای برای این گونه مطالعات می‌باشد. Campana (۲۰۰۴) اطلس تصویری از اتولیت ماهیان اقیانوس اطلس شمال‌غربی را منتشر کرد. در پژوهش حاضر، ۱۲ گونه از ماهیان اقتصادی آب‌های فریدون‌کنار از خانواده‌های کفال‌ماهیان، سوف‌ماهیان، شگ‌ماهیان، اردک‌ماهیان، آزادماهیان مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد رابطه‌ای بین اندازه اتولیت و طول بدن ماهی وجود ندارد، به‌عبارت دیگر بزرگ‌ترین

(DOI): 10.22034/aej.2020.113144

اتولیت در بزرگ‌ترین ماهی یافت نشد. از طرف دیگر، شکل اتولیت در گونه‌های مختلف خانواده کفال‌ماهیان بسیار متنوع بود، به‌طوری‌که در ماهی کفال پوزه‌باریک، ماهی کپورمعمولی، ماهی سیم، ماهی کپور علفخوار، ماهی کپور سرگنده، ماهی سفید و فیتوفاگ به‌ترتیب بیضی شکل، بیضی‌کشیده، گرد متمایل به بیضی، بادبزنی، تقریباً گرد، بیضی شکل و چهارگوش بود. شکل اتولیت در گونه‌های کیلکا زالون و کیلکا آنچوی از خانواده شگ‌ماهیان که از یک جنس بودند، مشابه و به‌صورت ماهی‌شکل همراه با دم بود. شکل اتولیت در خانواده سوف‌ماهیان، ماهی سوف معمولی به‌صورت بیضی و در خانواده اردک‌ماهیان، اردک ماهی به‌صورت کشیده و قلبی‌شکل و در خانواده آزادماهیان، ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان به‌صورت گرد متمایل به مثلث مشاهده شد. چندین مطالعه دیگر تایید می‌کنند که نسبت بین اتولیت و رشد ماهی با دما و تغییردهنده‌های دیگر تحت‌تاثیر قرار می‌گیرد. مثلاً ماهیانی که مدت‌زمان رشد آن‌ها کند تر است، اتولیت بزرگ‌تری دارند (Strelcheck وهمکاران، ۲۰۰۳). صدیق‌زاده و همکاران (۱۳۸۶) ریخت‌شناسی اتولیت در برخی از ماهیان اقتصادی سطح‌زی خلیج‌فارس را مورد مطالعه قرار داد. این مطالعه به‌منظور بررسی شکل و خصوصیات ریخت‌شناسی اتولیت‌های تعدادی از ماهیان اقتصادی سطح‌زی خلیج‌فارس و امکان استفاده از این خصوصیات برای شناسایی گونه‌ها توسط اتولیت، انجام گردید. در این مطالعه، اتولیت ساژیتای ۶ گونه از ماهیان اقتصادی سطح‌زی خلیج فارس استخراج و خصوصیات ریخت‌شناسی آن‌ها مورد بررسی‌قرار گرفت. این گونه‌ها، متعلق به خانواده‌های تون‌ماهیان شامل ماهی شیر (*Scomberomorus commerson*) ، قباد (*S. guttatus*) و هوور (*Thunnus tonggol*)، شگ‌ماهیان شامل ساردین سند (*Sardinella sindensis*)وساردین رنگین‌کمان (*Dussumieria acuta*) از موتوماهیان، موتوی منقوط (*Encrasicholina punctifer*) بودند. در این مطالعه، در مرحله اول گونه نمونه‌ها انتخاب و ویژگی‌های زیست سنجی آن‌ها ثبت و اتولیت‌های آن‌ها استخراج گردید. در مرحله بعد شکل اتولیت‌هامورد مطالعه قرار گرفت. سپس خصوصیات زیست‌سنجی اتولیت‌های چپ و راست هر نمونه با اندازه‌گیری طول، عرض، ضخامت و وزن ثبت گردید. در این بررسی، ضخامت، کشیدگی و اندازه اتولیت به‌عنوان شاخص‌های مقایسه اتولیت‌ها تعیین گردید. نتایج این بررسی نشان‌داد اتولیت ماهیان سطح‌زی در مقایسه با ماهیان کف‌زی، کوچک بوده و درخصوص تون‌ماهیان ظریف و شکننده است. اتولیت ماهیان سطح‌زی درشت از خانواده تون‌ماهیان شامل ماهی شیر، قباد و هوور، کوچک، کشیده و دارای ضخامت کم می‌باشند. هم‌چنین نتایج این مطالعه نشان داد که اتولیت ماهیان سطح‌زی ریز شامل ساردین سند، ساردین رنگین‌کمان و موتو، کوچک و دارای ضخامت و کشیدگی متوسط است. نتایج این بررسی نشان داد که اتولیت‌های گونه‌های مربوط به یک خانواده از ماهیان مورد مطالعه با وجودداشتن شباهت‌های ظاهری فراوان، دارای تفاوت‌های قابل تشخیص، جهت تفکیک از یکدیگر هستند. همایونی و همکاران (۱۳۹۰) به مقایسه خصوصیات ریخت‌سنجی اتولیت‌های ساجیتا در ۱۰ گونه از شگ‌ماهیان خلیج‌فارس و دریای عمان پرداختند. اتولیت ساجیتا ۱۰ گونه از شگ‌ماهیان خلیج‌فارس و دریای عمان (گونه‌های *Anodontostoma chacunda*، *Dussumieria acuta*، *Dussumieria elopsoides*، *Ilisha megaloptera*، *Ilisha melastoma*، *Nematolosa nasus*، *Sardinella gibbosa*، *Sardinella longiceps*، *Sardinella sindensis* و *Tenualosa ilisha*) طی سال‌های ۱۳۸۶ تا ۱۳۸۷ مورد مطالعه قرار گرفت. مقایسه پارامترهای ریخت سنجی اتولیت ساجیتا (طول، عرض، وزن، محیط، مساحت و تعداد دندانه‌ها) در تمامی گونه‌ها انجام شد. نتایج نشان داد بین اتولیت ساجیتای گوش راست و چپ از لحاظ اندازه و خصوصیات ریختی در تمامی گونه‌ها اختلاف معنی‌داری وجود ندارد، جز دو گونه *A. chacunda* و گونه *N. nasus* که طول اتولیت راست و چپ اختلاف معنی‌داری نشان می‌دهد، بنابراین در انجام بررسی‌ها از اتولیت ساجیتای چپ استفاده شده است. بررسی پارامترهای ریخت‌سنجی اتولیت نشان داد که محیط اتولیت و تعداد دندانه‌ها شاخص مناسبی جهت تعیین تغییرات بین گونه‌ای می‌باشد و ثابت کرد که اتولیت‌های ساجیتا دارای صفات ریختی ویژه‌ای است که در شناسایی این گونه‌ها مفید هستند. در پژوهش باغبانی (۱۳۸۸) که روی شماری از ماهیان آب‌های داخلی ایران انجام گرفت، به‌طورکلی ۶ ریخت متفاوت برای اتولیت‌های این ماهیان درنظر گرفته شد که شامل اشکال گرد، دستگیره‌ای بلند، دستگیره‌ای کوتاه، دوکی‌شکل، تخم‌مرغی، مربعی و کشیده بودند. در این مطالعه شکل اتولیت در اردک ماهی به شکل دستگیره‌ای بلند، خانواده کپورماهیان به شکل تقریباً دایره‌ای، در خانواده سوف‌ماهیان در گونه‌های مختلف اشکال مربعی، کشیده و دوکی‌شکل دیده شد و ماهی کفال با اتولیت ساجیتای کشیده معرفی شد. در پژوهش واثقی نیک (۱۳۹۴) که روی تعدادی از ماهیان اقتصادی آب‌های انزلی صورت گرفت، اتولیت خانواده‌های کپورماهیان، سوف‌ماهیان، شگ ماهیان و اردک‌ماهیان مورد بررسی قرار گرفت که اشکال اتولیت در خانواده کپورماهیان دایره‌ای تا بیضی‌شکل، در خانواده کفال‌ماهیان و سوف‌ماهیان به‌صورت بیضی و در خانواده شگ‌ماهیان به‌صورت ماهی شکل گزارش شد. ساختار اتولیت در مطالعات رده‌بندی ماهیان ارزشمند و مهم است. اتولیت در هر یک از پژوهش‌ها نشان‌دهنده اشکال یکسان برای اتولیت گونه‌های مشابه در هر یک از پژوهش‌ها می‌باشد. استخراج اتولیت راست و چپ نمونه‌های مورد مطالعه می‌تواند به‌عنوان یک کلید شناسایی برای هر یک از گونه‌های ذکر شده برای محققین مورد استفاده قرار گیرد. در نتیجه مطالعه اتولیت ابزار مناسبی

(DOI): 10.22034/aej.2020.113144

برای تشخیص افتراقی گونه‌های تجاری ماهیان آب‌های فریدون‌کنار است.

تشکر و قدردانی

نتایج تحقیق حاضر مستخرج از پایان‌نامه کارشناسی ارشد بیوسیستماتیک دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین- پیشوا می‌باشد.

منابع

۱. **احدی‌زاده، س.، ۱۳۹۲.** بررسی ویژگی‌های سن و رشد کیلکای معمولی در حوضه جنوبی دریای خزر. پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی‌ارشد. دانشکده علوم و فنون دریایی.

۲. **اسماعیلی، ح.ر.؛ تیموری، آ. و پیروار ز.، ۱۳۸۷.** ریخت‌شناسی سنگریزه شنوایی (اتولیت) در تعدادی از ماهیان آب شیرین ایران. مجله علمی شیلات ایران. دوره ۱۷، شماره ۴، صفحات ۱۶۳ تا ۱۶۸.

۳. **اسماعیلی، ح.ر.؛ غلامی، ز.؛ حجت‌انصاری، ط. و باغبانی، س.، ۱۳۸۸.** ریخت‌شناسی سنگریزه شنوایی(اتولیت)دربرخی‌از گونه‌های ماهیان حوضه جنوبی دریای خزر. مجله زیست‌شناسی کاربردی. دوره ۲۲، شماره ۲، صفحات ۱۸ تا ۲۷.

۴. **باغبانی، س.،** ۱۳۸۸. ریخت‌شناسی استخوان یوروهیال، اتولیت و فلس و اهمیت آن‌ها در رده‌بندی شماری از ماهیان آب‌های داخلی ایران. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد علوم جانوری، دانشکده علوم، دانشگاه شیراز.

۵. **بامشاد، م.؛ عسگری‌حصنی، م.؛ تیموری، ا. و مجدزاده، س.م.، ۱۳۹۵.** ریخت‌شناسی سنگریزه شنوایی ساژیتا در ماهی کفال طلایی در زیستگاه‌های ساحلی حوضه جنوبی دریای خزر. فیزیولوژی و بیوتکنولوژی آبزیان. سال ۴، شماره ۱، صفحات ۳۳ تا ۴۸.

۶. **پرافکنده‌حقیقی، ف.، ۱۳۸۷.** تعیین سن در آبزیان. انتشارات موسسه تحقیقات شیلات ایران. تهران. ۱۳ صفحه.

۷. **حسینی، م.؛ پورقاسم، ز. و معافی‌مدنی، ز.، ۱۳۹۳.** معرفی تالاب فریدون‌کنار به‌عنوان تالاب بین‌المللی و منطقه مهم زیستگاه درنای سیبری. کنگره ملی زیست‌شناسی و علوم زیستی ایران. مرکز راه‌کارهای دستیابی به توسعه پایار، انجمن حمایت از طبیعت ایران، تهران.

۸. **ستاری، م.، ۱۳۸۱.** ماهی‌شناسی، تشریح و فیزیولوژی، انتشارات نقش مهر. ۲۰ صفحه.

۹. **صدیق‌زاده، ز.؛ وثوقی، غ.؛ ولی‌نسب، ت. و فاطمی، م.ر.، ۱۳۸۶.** مروری بر ریخت‌شناسی اتولیت در برخی از ماهیان اقتصادی سطح‌زی خلیج‌فارس. مجله پژوهش‌های بالینی دام‌های بزرگ (دامپزشکی). دوره ۱، شماره ۳، صفحات ۱ تا ۱۰.

۱۰. **واثقی‌نیک، ر.، ۱۳۹۴.** تشخیص افتراقی برخی از ماهیان تجاری آب‌های انزلی با استفاده از اتولیت. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ورامین - پیشوا.

۱۱. **همایونی، ه.؛ ولی‌نسب، ت. و سیف‌آبادی، ج.، ۱۳۹۰.** مقایسه خصوصیات ریخت‌سنجی اتولیت‌های ساجیتا در ۱۰ گونه از شگ ماهیان خلیج‌فارس و دریای عمان. مجله علمی شیلات ایران. دوره ۲۰، شماره ۲، صفحات ۱۴۱ تا ۱۵۲.

۱۲. **یاسمی، م.؛ آناهید، ت.؛ نظری‌بچگان، ع.ل. و زاهدی، م.ر.، ۱۳۹۳.** بررسی و مقایسه خصوصیات مورفولوژی و مورفومتری اتولیت دو گونه ازکفال ماهیان؛ کفال طلایی دریای خزر و گاریز خلیج فارس. مجله محیط زیست جانوری. دوره ۶، شماره ۲، صفحات ۹ تا ۱۶.

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

۱۴. **Campana, S.E. and Neilson, J. D., 1985.** Micro structure of fish otoliths. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science Vol. 42, pp: 1014-1032.

۱۵. **Campana, S.E., 2004.** Photographic atlas of fish otoliths of the Northwest Atlantic Ocean. Ottawa: NRC Research Press. pp: 1-284.

۱۶. **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, pp: 1-36.

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

۱۸. **Jawad, L. A., 2007.** Comparative morphology of the otolith of the triplefins (family: Tripterygiidae). Journal of Natural History Vol. 41, No. 13-16, pp: 901-924.

۱۹. **Jawad, L. A., Al-Jufaili, S. A. and Al-Shuhaily, S.S., 2008.** Morphology of the otolith of the greater Lizardfish Saurdia

(DOI): 10.22034/aej.2020.113144

tumbil (pisces: synodontidae). Journal of Natural History Vol. 42, No. 35-36, pp: 2321-233.

۲۰. **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 Vol. 24, pp: 357-364.

۲۱. **Sawhney, A.K. and Johal, M.S., 1999.** Potential application of elemental analysis of fish otoliths as pollution indicator. Bulletin of environmental contamination and toxicology Vol. 63, No. 6, pp: 698-702.

۲۲. **Strelcheck, A.J.; Fitzhugh, G.R.; Coleman, F.C. and Koenig, C.C., 2003.** Otolith–fish size relationship in juvenile gag (***Mycteroperca microlepis***) of the eastern Gulf of Mexico: a comparison of growth rates between laboratory and field populations. Fisheries Research Vol. 60, No. 2-3, pp: 255-265.

۲۳. **Yoshinaga, J.; Morita, M. and Edmonds, J. S., 1999.** Determination of copper, zinc, cadmium and lead in a fish otolith certified reference material by isotope dilution inductively coupled plasma mass spectrometry using off-line solvent extraction. Journal of Analytical Atomic Spectrometry Vol. 14, No. 10, pp: 1545-1659.

(DOI): 10.22034/aej.2020.113144

Scientific Research Journal of Animal Environment Vol. 12, No. 3, Autumn 2020

Evaluation of some commercial fish species otoliths in Fereydunkenar's water

- **Shadi Vakili:** Department of Biology, Biological College, Varamin-Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin-Pishva, Iran
- **Maryam Eidi*:** Department of Biology, Biological College, Varamin-Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin-Pishva, Iran
- **Aria Ashja Ardalan:** Department of marine Biology, Faculty of Marine Science and Technology, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Received: July 2019 Accepted: October 2019

Keyword: Otolith, Commercial fish, Fereydunkenar

Abstract

This study aimed to evaluate the morphological characteristics of fish otoliths in the waters of Fereydunkenar and. In this study, 12 species of the commercial fishes in the waters of Fereydunkenar were selected and biometric characteristics were done and the sagitta otoliths were extracted. The species were *Ctenopharyngodon idella*, *Hypophthalmichthys molitrix*, *Cyprinus carpio*, *Rutilus kutum*, *Abramis brama* and *Hypophthalmichthys nobilis* (Family: Cyprinidae), *Chelon saliens* (Family: Mugilidae), *Esox lucius* (Esocidae), *Sander lucioperca* (Family: Percidae), *Clupeonella engrauliformis*, *Clupeonella grimmi* (Family: Clupeidae), *Oncorhynchus mykiss* (Family: Salmonidae). Then, the shape, length, width and thickness of left and right otoliths were measured. The results showed the largest otolith (length of 8.27 mm) was from *Chelon saliens* and the smallest otolith (length of 2.15 mm) was from *Hypophthalmichthys* species. Since, these fishes were not the biggest and smallest of samples, there is not significant correlation between size of fish and otolith. The shape and size of otoliths were very different in these families and was same in two species of genus *Clupeonella* (*Clupeonella engrauliformis*, *Clupeonella grimmi).* So, the morphology of otolith has an important role for determination of closed species.

* Corresponding Author's email: maryameidi@gmail.com