دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "پژوهش‌های ماهی شناسی کاربردی"
دوره ششم، شماره اول، بهار ۹۷
http://jair.gonbad.ac.ir

ریخت‌شناسی سنگریزه شنوایی ساژیتا در هامورماهیان جنس *Epinephelus* Bloch, 1793 در خلیج فارس و دریای عمان

فرزانه عدالتی[۱و۲]، مجید عسکری حصنی[۱*]، آزاد تیموری[۱و۲]، محمدرضا لشکری[۳]

[۱] استادیار گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران
[۲] عضو انجمن پژوهشگران جوان، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران
[۳] استادیار گروه تنوع زیستی، پژوهشگاه علوم و تکنولوژی پیشرفته و علوم محیطی، دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته، کرمان، ایران

تاریخ ارسال: ۹۵/۱۰/۱۱ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۶/۲/۵

چکیده

در این پژوهش، ریخت‌شناسی سنگریزه شنوایی ساژیتا مربوط به ۵ گونه از جنس *Epinephelus* شامل؛ هامور منقوط قرمز (*E. areolatus* (Forsskal, 1775)، هامور خال نارنجی (*E. bleekeri* (Vaillant, 1878)، هامور معمولی (*E. coioides* (Hamilton, 1822)، هامور پنج نواری (*E. diacanthus* (Valeniciennes, 1828) و هامور لکه زیتونی منقوط (*E. stoliczkae* (Day, 1875)، در آب‌های خلیج فارس و دریای عمان مورد مطالعه قرار گرفت. براساس نتایج به‌دست آمده از مقایسه توصیفی و نیز محاسبه سه شاخص ریختی شاخص E (نسبت حداکثر عرض اتولیت به حداکثر طول اتولیت)، شاخص R (نسبت طول روستروم به حداکثر طول اتولیت) و شاخص S (نسبت مساحت شیار سولکوس به مساحت اتولیت)، گونه‌های مورد بررسی خانواده هامور با وجود شباهت‌های کلی در شکل سنگریزه شنوایی ساژیتا، در برخی ویژگی‌های ریختی متفاوت هستند. این تفاوت‌ها بیشتر محدود به روستروم، آنتی روستروم، ناحیه Excisura، و دندانه‌های حاشیه‌های شکمی، پشتی است. شکل شیار سولکوس در اغلب گونه‌های مورد مطالعه، مشابه و دارای یک ناحیه اوستیوم قیفی شکل (Tubular ostium) در ناحیه جلویی و یک ناحیه کوادا به‌صورت بسته و مورب (strongly curved) در ناحیه عقبی است. با این حال گونه *E. stoliczkae* با داشتن اگزیسورا با شیار مشخص با سایر گونه متفاوت است.

*نویسنده مسئول: mahesni@gmail.com

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-10-31]

به‌طورکلی می‌توان نتیجه‌گیری نمود که همانند اغلب ماهیان استخوانی، از گوناگونی در ساختارهای روستروم و آنتی روستروم می توان برای جدایی و تمایز گونه‌های هامورماهیان استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: *Epinephelus* ، **تاکسونومی، ساختار سخت، روستروم، آنتی روستروم، ماهیان دریایی**

مقدمه

خانواده هامورماهیان (Serranidae) متعلق به رده ماهیان استخوانی بوده که در سراسر دنیا به‌عنوان ماهیان با ارزش اقتصادی و شیلاتی شناخته می‌شوند. اعضای خانواده هامورماهیان معمولاً در سراسر آب‌های اقیانوسی مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری حضور دارند (Shpigel and Fishelson, 1989). هامورماهیان تغییرات شوری ۴۵-۱۵ ppt را تحمل کرده و دمای بین ۲۲ تا ۲۸ درجه سانتی‌گراد را برای پرورش ترجیح می‌دهند (Randall, 1965; Cunha *et al.*, 2013; Park *et al.*, 2014).

خانواده هامورماهیان شامل ۳ زیرخانواده، ۴۸ جنس و ۳۲۰ گونه می‌باشد (Nelson, 2016). جنس *Epinephelus* (Bloch, 1973) در میان اعضای این خانواده تنوع گونه‌ای بالایی دارد، به‌طوریکه تاکنون تعداد ۸۹ گونه از این جنس در جهان توصیف و گزارش شده است (Nelson, 2016). از این تعداد ۲۷ گونه در خلیج فارس و دریای عمان حضور دارند (Owfi, 2015). یکی از ویژگی‌های هامورماهیان شباهت ریختی بین گونه‌های مختلف می‌باشد که شناسایی آنها را برای تاکسونومیست‌ها مشکل می‌سازد. علاوه براین، از آنجایی که این ماهیان ارزش تجاری و اقتصادی بالایی دارند و با توجه به وجود شباهت‌های ظاهری در این ماهیان، شناسایی ریختی آنها مهم و ضروری است.

امروزه استفاده از ویژگی‌های ریختی و مارکرهای ژنتیکی (یا ترکیبی از هر دو) در شناسایی جمعیت‌ها و مرزبندی گونه استفاده می‌شود (Teimori *et al*., 2012c; Priest *et al*., 2015; Zischke *et al*., 2016). همچنین، استفاده از ساختارهای آناتومیکی و سخت مانند فلس (Laith, 2005)، استخوان یوروهیال (Jawad *et al*., 2016) و سنگریزه شنوایی (اتولیت) (Teimori *et al*., 2012a,b)، کمک مهمی به شناسایی گونه‌ها و حتی جمعیت‌ها در اختیار ماهی‌شناسان قرار داده است.

سنگریزه‌های شنوایی، ساختارهای سفید و متراکمی از جنس کربنات کلسیم هستند که در شنوایی و تعادل ماهی نقش مهمی ایفا می‌کنند. علاوه بر این و همانطور که در بالا اشاره گردید، از این ساختار در مطالعات ماهی‌شناسی از قبیل تشخیص گونه (Harvey *et al*., 2000)، بررسی تنوع زیستی (Teimori *et al*., 2012a) و شناسایی ذخایر ماهی استفاده می‌شود (Begg *et al*., 2001; Mendoza, 2006; Burke *et al*., 2008; Teimori *et al*., 2012a). سنگریزه‌های شنوایی از آنجا اهمیت دارد که ریخت‌شناسی آن در اغلب موارد خاص گونه‌ای (Species specific) است (Nolf, 1985). علاوه بر این،

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-10-31]

تغییرات در ریخت‌شناسی آن تا حدی ناشی از تغییرات ژنتیکی است که در اثر انتخاب طبیعی بوجود آمده است (Teimori *et al*., 2012b) که از این تغییرات در تاکسونومی و بازسازی روابط تکاملی ماهیان استفاده می‌شود (Teimori *et al*., 2014). از نظر ریختی، هر اتولیت دارای یک روستروم (Rostrum) و آنتی‌روستروم (Antirostrum) می‌باشد (شکل ۱). در اتولیت بعضی از گروه‌های ماهیان، روستروم و آنتی روستروم کاملاً مشخص بوده، درحالی‌که این ساختارها در گروه‌های دیگر ماهیان ممکن است نامشخص یا وجود نداشته باشد. هر اتولیت همچنین دارای یک فرورفتگی طولی مشخص در قسمت میانی و سطح پروکسیمال است که شیار سولکوس آکوستیکوس خوانده می‌شود. گوناگونی در ویژگی‌های ریختی آن شامل تنوع در شکل کلی، شکل حاشیه‌های پشتی و شکمی، وجود و عدم وجود زائده در حاشیه‌های پشتی و شکمی، موقعیت شیار سولکوس و نحوه باز شده شیار سولکوس در ناحیه جلویی و عقبی اتولیت است (Tuset *et al*., 2008). نام‌گذاری قسمت‌های مختلف اتولیت و ویژگی‌های آن در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱- نمای اتولیت چپ ساژیتا در هامورماهیان (Serranidae) و نامگذاری قسمت‌های مختلف آن

مطالعاتی که تاکنون روی اتولیت هامورماهیان خلیج فارس انجام شده است، تقریبا در تمام موارد محدود به استفاده برای تعیین سن آنها بوده است (Khodadai and Emadi, 2004). با این حال مطالعاتی با رویکرد تاکسونومیکی و با استفاده از اتولیت روی هامورماهیان در منطقه مدنظر تحقیق پیش رو، انجام نشده است. این مطالعه به‌عنوان مقدمه‌ای برای شناخت و ارزیابی اهمیت اتولیت در شناسایی هامورماهیان بوده است. با درنظر گرفتن اهمیت شناسایی هامورماهیان و باتوجه به نقشی که تنوع ریختی اتولیت می‌تواند در شناسایی گونه‌های ماهیان داشته باشد، لذا در این تحقیق

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-10-31]

ریخت‌شناسی اتولیت مربوط به ۵ گونه از جنس *Epinephelus* متعلق به هامورماهیان در منطقه خلیج فارس و دریای عمان مورد مطالعه قرار گرفت تا ارزش احتمالی آنها در تفکیک و شناسایی این گونه‌ها مورد ارزیابی قرار گیرد.

مواد و روش کار

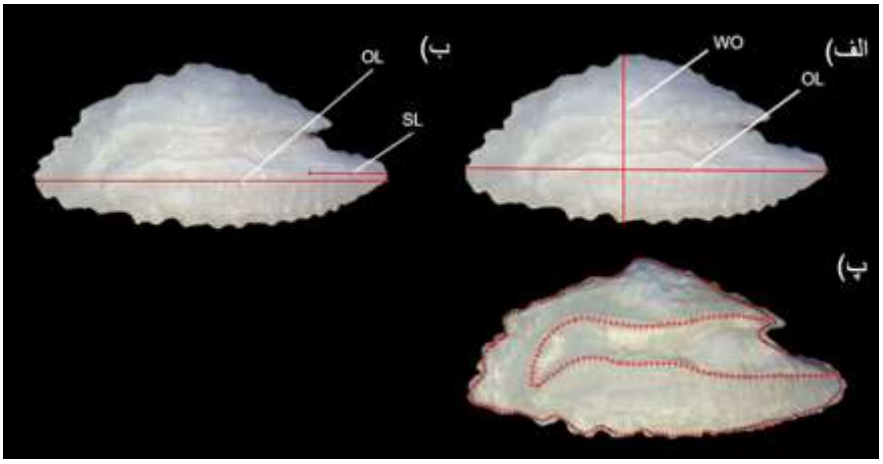
نمونه‌ها با همکاری صیادان محلی از دو ایستگاه بندرعباس و چابهار در ۳ نوبت از تاریخ آبان ۱۳۹۴ تا اردیبهشت ۱۳۹۵ جمع‌آوری، در الکل ۷۵ درصد تثبیت و به آزمایشگاه بیوسیستماتیک جانوری دانشگاه باهنر کرمان انتقال داده شدند. نام ایستگاه، گونه‌ها و تعداد نمونه‌ها در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱- نام گونه‌ها و تعداد نمونه‌های مطالعه شده هر گونه از جنس *Epinephelus* در هر ایستگاه (خلیج فارس و دریای عمان، ۱۳۹۴)

نام گونه	تعداد	ایستگاه	حوضه
E. areolatus	۲	بندرعباس	خلیج فارس
E. bleekeri	۱۵	بندرعباس	خلیج فارس
E. coioides	۱۰	بندرعباس	خلیج فارس
E. dicanthus	۹	چابهار	دریای عمان
E. stiloczkae	۱۸	چابهار	دریای عمان

در آزمایشگاه با ایجاد یک شکاف به کمک تیغ جراحی در ناحیه شکمی جمجمه‌ی سر و با استفاده از یک پنس ظریف، اتولیت‌های سمت چپ و راست استخراج، در آب مقطر شستشو و پس از خشک شدن عکس برداری شدند. برای انجام مطالعات ریخت‌شناسی، از سطح پروکسیمال اتولیت ساجیتای سمت چپ با استفاده از دوربین دیجیتال (Dino-lite) متصل به استریومیکروسکوپ (OLYMPUS) مدل SZ40 عکس‌برداری شد. ریخت‌شناسی اتولیت‌ها با در نظر گرفتن واژه‌شناسی ارائه شده در اطلس اتولیت توست و همکاران (Tuset *et al*., 2008) توصیف گردید. تمامی نمونه‌های ماهیان پس از کدگذاری در ظرف‌های مخصوص در الکل ۷۰ درصد و اتولیت‌های مطالعه شده نیز در ظرف‌های مخصوص کدگذاری شده به‌صورت خشک در موزه جانورشناسی دانشگاه شهید باهنر کرمان نگهداری شدند.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-10-31]



شکل۲- صفات شاخص اتولیت جنس *Epinephelus*، الف) حداکثر طول و حداکثر عرض اتولیت (WO)، ب) طول روستروم (RL) و طول اتولیت (OL)، پ) مساحت اتولیت (OS)، ت) مساحت شیار سولکوس (SS)

پس از ریخت‌سنجی اتولیت‌ها، سه شاخص ریختی به شرح زیر محاسبه و مطالعه گردید (Volpedo *et al.*, 2008) (شکل ۲). شاخص E شامل نسبت حداکثر عرض اتولیت (WO) به حداکثر طول اتولیت (OL) (شکل ۲- الف)، شاخص R شامل نسبت طول روستروم (RL) به حداکثر طول اتولیت (OL) (شکل ۲- ب) و شاخص S شامل نسبت مساحت شیار سولکوس (SS) به مساحت اتولیت (OS) می‌باشد (شکل ۲- پ).

نتایج

ریخت‌شناسی مقایسه‌ای اتولیت در گونه‌های مورد مطالعه به تفکیک گونه در شکل ۳ نشان داده شده و صفات ریخت‌شناسی مربوط به هر گونه در جدول ۲ آورده شده است. در گونه *E. areolatus* حاشیه شکمی اتولیت دارای زوائد کنگره‌دار (Crenate) و حاشیه پشتی دارای زوائد دندانه دار درشت و نامنظم، ناحیه اگزیسورا دارای فرورفتگی (Notch) گرد (Round)، مجرای اوستیا در ناحیه جلویی قیفی شکل و در انتهای عقبی به‌صورت واضح، بسته و لوله‌ای شکل و با شیب تندی (strongly) خمیده است. ناحیه جلویی اتولیت، نوک تیز (Peaked) و ناحیه انتهایی نیز، گرد و دارای دندانه‌های نامنظم است.

در گونه *E. bleekeri* حاشیه شکمی دارای زوائد کنگره‌دار (Crenate)، حاشیه پشتی دارای دندانه‌های کوچک، طول و عمق شیار سولکوس آکوستیکوس زیاد و بازشدگی آن باریک، در حاشیه شکمی اتولیت برآمدگی‌هایی اندک و از نوع Crenate وجود دارد و در حاشیه پشتی غالباً دندانه‌های کوچکی مشاهده می‌شود.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-10-31]

در گونه *E. coioides* حاشیه شکمی فاقد دندانه مشخص و دارای زوائد اندک کنگره‌دار (Crenate)، حاشیه پشتی دارای چند دندانه (Dentate)، ناحیه Postrostrum صاف و گاهی با کنگره‌های نامنظم، ناحیه اگزیسورا دارای فرورفتگی (Notch) نوک تیز (Acute) و کم عمق (Shallow) می‌باشد.

در گونه *E. dicanthus* حاشیه شکمی تا حدودی صاف و فاقد دندانه، حاشیه پشتی دارای دندانه‌ها بزرگ، به‌صورت نامنظم و تعداد محدود است. دندانه‌های حاشیه پشتی و عقبی اتولیت در اغلب نمونه‌های مطالعه شده این گونه، از نظر شکل و موقعیت قرارگیری شبیه به هم هستند. نحوه قرارگیری شیار سولکوس در ناحیه خط میانی و نوع بازشدگی شیار از نوع دهانی (Ostial)، ناحیه اگزیسورا فاقد فرورفتگی (Notch) است.

در گونه *E. stoliczkae* حاشیه شکمی اتولیت دارای دندانه‌های درشت، نامنظم و حاشیه پشتی دارای زوائد کنگره‌دار (Crenate) و موجی نامنظم می‌باشد. ناحیه اگزیسورا دارای فرورفتگی (Notch) نوک تیز (Acute) و عمیق (Deep) است. طول ناحیه کوادا تقریباً هم اندازه با طول ناحیه اوستیوم می‌باشد.



شکل ۳- ریخت‌شناسی مقایسه‌ای اتولیت ساجیتا در گونه‌های مورد مطالعه جنس *Epinephelus*

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-10-31]

جدول ۲- گوناگونی‌های ریختی در اتولیت ساجیتا درگونه‌های مورد مطالعه جنس *Epinephelus*

ناحیه انتهایی	حاشیه پشتی	حاشیه شکمی	ناحیه اگزیسورا	گونه
گرد و دارای حاشیه موج‌دار (Sinuate) و زوائد نامنظم (Irregular)	زوائد دندانه دار درشت و نامنظم	تا حدودی صاف، دارای دندانه‌های ریز و نامنظم	دارای فرورفتگی (Notch) گرد (Round)	*E. areolatus*
گرد و دندانه دار (Dentate)	دارای دندانه‌های کوچک	زوائد کنگره‌دار (Crenate)	دارای فرورفتگی (Notch) نوک تیز (Acute)	*E. bleekeri*
مورب (Oblique)	دارای چند دندانه (Dentate) به‌طور منظم	زوائد اندک کنگره‌دار (Crenate)	دارای فرورفتگی (Notch) نوک تیز (Acute) کم عمق (Shallow)	*E. coioides*
مورب (Oblique)	دندانه‌ها بزرگتر، به صورت نامنظم	اغلب صاف و بدون دندانه	فاقد فرورفتگی (Notch)	*E. dicanthus*
گرد و دارای حاشیه موج‌دار (Sinuate) و زوائد نامنظم (Irregular)	دارای زوائد کنگره‌دار (Crenate)	دارای دندانه‌های درشت و نامنظم	دارای فرورفتگی (Notch) نوک تیز (Acute) عمیق (Deep)	*E. stoliczkae*

شاخص‌های ریختی اتولیت ساژیتا: شاخص نسبی E میل شکلی اتولیت ساجیتا (دایره‌ای شکل یا کشیده) را در گونه‌های مختلف نشان می‌دهد. نتایج نشان داد میانگین شاخص E برای گونه *E. coioides* کم‌ترین (۱/۸±۴۰/۷۸) و برای گونه *E. areolatus* بیش‌ترین (۱/۳±۴۷/۳۰) است. میانگین شاخص نسبی R در گونه *E. coioides* کم‌ترین (۲/۲±۱۴/۷) و در *E. stoliczkae* بیش‌ترین (۳/۶±۱۹/۲) می‌باشد. شاخص نسبی S در گونه *E. dicanthus* کم‌ترین (۱/۴±۲۴/۴) و در *E. stoliczkae* بیش‌ترین (۳/۰±۲۶/۷) می‌باشد (جدول ۳).

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-10-31]

جدول ۳- شاخص‌های صفات نسبی اتولیت ساجیتا و اندازه استاندارد بدن ماهی گونه‌های مورد مطالعه جنس *Epinephelus*، داده‌ها برحسب میلی‌متر است.

گونه	شاخص‌های صفات نسبی									Sl
	E			R			S			
	میانگین± انحراف معیار	حداقل	حداکثر	میانگین± انحراف معیار	حداقل	حداکثر	میانگین± انحراف معیار	حداقل	حداکثر	میانگین± انحراف‌معیار
E. areolatus	۴۷/۳±۱/۳	۴۶/۳	۴۸/۲	۱۷/۰±۴/۵	۸۳/۶	۸۸/۶	۲۴/۹±۰/۸	۲۴/۳	۲۵/۵	۲۲۰/۳±۳/۲
E. bleekeri	۴۶/۹±۸/۴	۴۰/۶	۴۱/۷	۱۷/۷±۲/۲	۱۲/۴	۲۱/۰	۲۵/۴±۳/۲	۱۷/۰	۲۹/۲	۲۲۴/۲±۲۱/۷
E. coioides	۴۰/۷۸±۱/۸	۳۸/۸	۴۳/۶	۱۴/۷±۲/۲	۱۱/۷	۱۷/۷	۲۵/۱±۴/۳	۲۰/۴	۳۱/۰	۲۱۹/۵±۲۵/۳
E. dicanthus	۴۵/۶±۱/۸	۴۲/۵	۴۷/۶	۱۶/۱±۲/۶	۱۲/۰	۱۹/۷	۲۴/۴±۱/۴	۲۲/۶	۲۸/۸	۲۳۰/۰±۱۳/۳
E. stoliczkae	۴۷/۰±۲/۸	۴۰/۹	۵۲/۹	۱۹/۲±۳/۶	۱۳/۴	۲۷/۵	۲۶/۷±۳/۰	۲۲/۶	۳۲/۹	۲۱۰/۰±۱۸/۵

بحث و نتیجه‌گیری

اتولیت یکی از ساختارهای سخت مناسب جهت پژوهش‌های تاکسونومی ماهیان است. اتولیت دارای دو منشاء ژنتیکی و محیطی است (Teimori *et al*., 2012c, 2014; Reichenbacher *et al*., 2009). نتایج مطالعاتی که توست و همکاران (Tuset *et al*., 2003 & 2008) روی شاخص‌های شکلی مربوط به ریخت اتولیت برخی گونه‌ها و جمعیت‌های اقیانوس اطلس و حوضه مدیترانه داشته‌اند نشان می‌دهد که شکل، ضخامت، طول و عرض اتولیت در گونه‌های مختلف و حتی در جمعیت‌های مختلف یک گونه متفاوت است. این تفاوت‌ها ناشی از تفاوت‌های ژنتیکی و تفاوت در فاکتورهای زیستی مانند عادات غذایی، تولید مثل یا عوامل محیطی مانند دما، شوری و pH باشد.

در مطالعه حاضر، براساس نتایج به‌دست آمده اتولیت پنج گونه ماهی هامور مورد مطالعه، در برخی از شاخص‌ها از جمله شاخص‌های E و R تفاوت نشان دادند. شاخص‌های E و R تفاوت‌های بین گونه‌ای بیشتری نشان می‌دهد، به‌طوریکه با استفاده از شاخص E (حداکثر عرض اتولیت به حداکثر طول اتولیت) به راحتی می‌توان گونه‌های *E. areolatus* و *E. coioides* را از یکدیگر تشخیص داد. مطالعات ریخت‌شناسی در اتولیت ساجیتا دیگر ماهیان هم اهمیت این شاخص را در شناسایی گونه‌ها نشان داده است (Reichenbacher *et al*., 2007; Teimori *et al*., 2012b,c). علاوه بر این، با در نظر گرفتن شاخص R (نسبت طول روستروم به حداکثر طول اتولیت) گونه *E. coioides* از سایر گونه‌ها تشخیص داده می‌شود. مطالعات نشان داده است که تغییرات ریختی مربوط به ساختارهای روستروم و آنتی‌روستروم منشاء ژنتیکی دارند و در شناسایی گونه‌هایی از کپورماهیان دندان‌دار مورد استفاده قرار گرفته است (Reichenbacher *et al*., 2009; Annabi *et al*., 2013; Teimori *et al*., 2014).

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-10-31]

ساختار ریختی اتولیت ۵ گونه مورد مطالعه، علی رغم شباهت‌های کلی با یکدیگر متفاوت بودند. شکل کلی اتولیت در گونه‌ها به‌صورت بیضی کشیده با روستروم مشخص، آنتی‌روستروم تقریباً نامشخص، بازشدن شیار به‌صورت دهانی (Ostial)، ناحیه انتهایی شیار لوله‌ای شکل (Tubular) است. شیار سولکوس از نوع قیفی شکل (Funnel- Like) و نحوه قرارگیری شیار سولکوس در راستای خط میانی اتولیت می‌باشد. علیرغم شباهت‌های کلی این گونه‌ها که متعلق به یک جنس (*Epinephelus*) هستند در برخی از ساختارهای اتولیت خود دارای تفاوت می‌باشند. این تفاوت‌ها در روستروم، آنتی‌روستروم، ناحیه Excisura، ناحیه دمی (Cauda) شیار سولکوس و شکل و نوع زوائد حاشیه شکمی، پشتی و انتهایی دیده می‌شود.

پژوهش‌ها حاکی از آن است که ساختارهای مختلف اتولیت ساجیتا در بین گونه‌های مختلف متفاوت است و خاص آن گونه به‌شمار می‌رود، از این رو می‌توان با کمک مطالعات ریخت‌شناسی آن‌ها گونه‌ها را شناسایی و تفکیک نمود (Harvey *et al*., 2000).

تیموری و همکاران (Teimori *et al*., 2012a) در بررسی ویژگی‌های ریختی بدن ماهیان و سنگریزه‌های شنوایی جمعیت‌های گونه *Aphanius dispar* (Ruppell, 1829) جنوب ایران به این نتیجه رسیدند که الگوی گوناگونی‌های درون گونه‌ای در ریخت‌شناسی بدن ماهیان مشابه و منطبق با ریخت‌شناسی سنگریزه‌های شنوایی آن‌ها می‌باشد. صادق‌زاده و همکاران (Sadighzadeh *et al*., 2007) با بررسی خود بر ریخت‌شناسی و شکل اتولیت برخی از ماهیان سطح‌زی خلیج فارس، به این نتیجه رسیدند که با وجود شباهت‌های زیاد اتولیت در یک خانواده، در اتولیت‌های بین جنس‌ها و گونه‌های یک جنس، تفاوت دیده می‌شود.

بامشاد و همکاران (Bamshad *et al*., 2016) در بررسی خود بر ریخت‌شناسی اتولیت ساجیتای چهار جمعیت از گونه کفال طلایی *Liza aurata* (Risso, 1810)، به این نتیجه دست یافتند که براساس تفاوت ریختی (موقعیت شیار سولکوس) در اتولیت می‌توان آن‌ها را شناسایی و تفکیک نمود. جوادزاده و همکاران (Javadzadeh *et al*., 2016) در مطالعه اتولیت ساجیتا در سه گونه طوطی ماهی یشمی (*Scarus fuscopurpureus*)، پروانه ماهی سه‌نواری (*Heniochus acuminatus*) و پروانه ماهی تک‌نواری (*Chaetodon rafflesii*) در مناطق مرجانی آب‌های خلیج فارس و دریای عمان به این نتیجه رسیدند که در گونه‌های مطالعه شده، دو شاخص مساحت اتولیت و وزن اتولیت می‌توانند به‌عنوان شاخص‌های تعیین گونه، به‌کار روند.

زیشکی و همکاران (Zischke *et al*., 2016) ریخت شناسی چهار گونه Mackerel (*Scomberomorus spp*.) را مورد مطالعه قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که دو گونه از این چهار

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-10-31]

گونه دارای بیش‌ترین تفاوت ریختی در اتولیت ساجیتای خود می‌باشند و این تفاوت بیشتر ماهیت ژنتیکی دارد و نشان‌دهنده تفاوت زیاد در اطلاعات ژنتیکی آن‌ها می‌باشد.

بررسی‌های ریختی اتولیت و ویژگی‌های ریختی ساختار آن حاوی اطلاعات ارزشمندی در خصوص طبقه‌بندی و همچنین ژنتیکی می‌باشد. بنابراین این ساختار ابزار مناسبی جهت شناسایی و تفکیک گونه‌های ماهیان از یکدیگر می‌باشد (Esmaeili *et al*., 2014; Teimori *et al*., 2012a). در مطالعه‌ای که تیموری و همکاران (Teimori *et al*., 2012a) روی *Aphanius arakensis* داشتند، به این نتیجه رسیدند که دو گونه از نظر ماهیت ژنتیکی و ریخت اتولیت با یکدیگر تفاوت زیادی دارند و باعث جدایی دو گونه از یکدیگر می‌شود در حالی‌که شکل بدن آن‌ها به‌دلیل تشابه زیستگاه، به یکدیگر شبیه می‌باشد.

مطالعات نشان داده است که تغییرات طول و ارتفاع این ساختارها، به‌طور ویژه تحت تأثیر فاکتورهای ژنتیکی است (Annabi *et al*., 2013 Teimori *et al*., 2012c, 2014; Reichenbacher *et al*., 2009). علاوه بر این، ویژگی‌های دیگر ریختی اتولیت که در بررسی تغییرات تاکسونومیکی نقش دارند شامل: ارتفاع نسبی، طول نسبی میانی، شکل لبه پشتی و تحتانی اتولیت می‌باشند (Reichenbacher *et al*., 2007). این ویژگی‌ها می‌توانند اطلاعات ارزشمندی در زمینه شناسایی و تفکیک گونه‌ها و گوناگونی‌های درون گونه‌ای ارائه دهند (Reichenbacher *et al*., 2007, 2013; Teimori *et al*., 2012a,c).

به‌طور کلی نتایج این پژوهش علاوه بر تأیید مطالعات گذشته در زمینه شناسایی و تفکیک گونه‌ها براساس ریخت‌شناسی اتولیت نشان داد که ریخت‌شناسی اتولیت همچنین می‌تواند به‌عنوان روشی جهت تفکیک گونه‌های متعلق به یک جنس در خانواده هامورماهیان به‌کار رود. دراین مطالعه نتایج نشان داد که یکسری از صفات کلی اتولیت گونه‌های یک جنس به یکدیگر شباهت دارد. از جمله شکل کلی شیار سولکوس، شکل و نوع بازشدگی ناحیه استیوم (Ostium) که از نوع قیفی شکل می‌باشد شکل ناحیه دمی شیار (Caudal) و برخی صفات در گونه‌های متعلق به یک جنس تفاوت دارد. از صفت‌های مهمی که می‌توان این گونه‌ها را از یکدیگر تفکیک نمود، شکل ناحیه Excisura، دندانه‌های حاشیه شکمی، پشتی و انتهایی می‌باشد. گونه‌های هامور بررسی شده در این مطالعه به‌دلیل تفاوت در ساختارهای اتولیت خود از یکدیگر جدا می‌گردند. این تفاوت‌ها ناشی از عوامل محیطی و ژنتیکی می‌باشد و به‌دلیل آن که خصوصیات اتولیتی بیش‌تر تحت تأثیر فاکتورهای ژنتیکی می‌باشد می‌توان گفت که عوامل ژنتیکی در جدایی و تفاوت ساختارهای اتولیتی پنج گونه مورد مطالعه با یکدیگر نقش بیش‌تری را دارد و می‌توان شاخص‌های اتولیت و ریخت‌شناسی اتولیت در این گونه‌ها را به‌عنوان یک شاخص جهت تفکیک و جدایی گونه‌ها به‌کار برد.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-10-31]

منابع

Annabi A., Said Kh., Reichenbacher B. 2013. Inter-population differences in otolith morphology are genetically encoded in the Killifish *Aphanius fasciatus* (Cyprinodontiformes). Scientia Marina, 77(2): 269-279.

Bamshad M., Askari Hesni M., Teimori A., Madjdzadeh S.M. 2016. Morphology of the sagittal otolith in *Liza aurata* (Risso, 1810) from coastal habitats of Caspian Sea southern basin. Aquatic Physiology and Biotechnology, 4(1): 33-48. (In Persian).

Begg G.A., Overholtz W.J., Munroe N.J. 2001. The use of internal otolith morphometrics for identification of haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) stocks on Georges Bank. Fishery Bulletin, 99(1): 1–14.

Burke N., Brophy D., King P.A. 2008. Shape analysis of otolith annuli in Atlantic herring (*Clupea harengus*); a new method for tracking fish populations. Fisheries Research, 91(2): 133-143.

Esmaeili H.R., Teimori A., Gholami Z., Reichenbacher B. 2014. Two new species of the tooth-carp *Aphanius* (Teleostei: Cyprinodontidae) and the evolutionary history of the Iranian inland and inland-related *Aphanius* species. Zootaxa, 3786(3): 246-268.

Cunha M.E., Ré P., Quental-Ferreira H., Gavaia P.J., Pousão-Ferreira P. 2013. Larval and juvenile development of dusky grouper *Epinephelus marginatus* reared in mesocosms. Journal of Fish Biology, 83(3): 448-65.

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

Javadzadeh N., Mabudi H., Azhir M.T. 2016. Morphometric characteristics of sagitta otolith in *Scarus fuscopurpureus* (Klunzinger, 1871), *Heniochus acuminatus* Linnaeus, 1758 and *Chaetodon rafflesii* Anonymous (Bennet), 1830 of the coral reefs of Persian Gulf and Oman Sea. Journal of Applied Ichthyological Research, 3(4): 35-48. (In Persian).

Jawad L.A., Laghai Khahe Jahromi F., Teimori A., Mehraban H.M., Esmaeili H.M. 2016. Comparative morphology of the urohyal bone of fishes collected from the Persian Gulf and Oman Sea. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 1(6): 1-17.

Khodadai, M., Emadi, H., 2004. Aging of *Epinephelus coioides* by using of section of sagita in province waters (Persian Gulf, Khouzestan). Pajouhesh va Sazandegi In Animal and Fisheries Sciences, 17(263): 2-11.

Laith A.J. 2005. Comparative scale morphology and squamation patterns in triplefins (Pisces: Teleostei: Perciformes: Tripterygiidae). Te Papa Museum of New Zealand, Tuhinga, 16: 137-167.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-10-31]

Mendoza R.P.R. 2006. Otoliths and their applications in fishery science. Ribarstvo, 64(3): 89–102.

Nelson J.S. 2016. Fishes of the World, Fifth Edithion. John Wiley and Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, USA, 707P.

Nolf D. 1985. Otolithi Piscium. Handbook of Paleoichthyology. Gustav Fischer, Stuttgart, New York. 288 P.

Owfi F. 2015. A review on systematic and taxonomic of the Persian Gulf fish species, based on geographical distribution pattern and habitat diversity, using by GIS. Ph.D. Thesis, Islamic Azad University,Science and Research Branch, Tehran, Iran. (In Persian).

Park J.M., Cho J.K., Han K.H., Kim N.R., Hwang H.K., Kim K.M., Myeong J.I., Son M.H. 2014. Early Life History of the Sevenband Grouper, *Epinephelus septemfasciatus* from Korea. Development Reproduction, 18(1): 13-23.

Priest M.A., Dibattista J.D., Mcilwain J.L., Taylor B.M., Hussey N.E., Berumen M.L. 2015. A bridge too far: Dispersal barriers and cryptic speciation in an Arabian Peninsula grouper (*Cephalopholis hemistiktos*). Journal of Biogeography, 43(4): 820-832.

Randall J.E. 1965. Food habits of the Nassau grouper (*Epinephelus striatus*). In Association of Island Marine. Labs of Caribbean Report. 6th Meeting, 20: 13-16.

Reichenbacher B., Kamrani E., Esmaeili H.R., Teimori A. 2009. The endangered cyprinodont *Aphanius ginaonis* (Holly, 1929) from southern Iran is a valid species: evidence from otolith morphology. Environmental Biology of Fishes, 86: 507–521.

Reichenbacher B., Krijgsman W., Lataster Y., Pipperr M., Van Baak C.G., Chang L., Kälin D., Jost J., Doppler G., Jung D., Prieto J. 2013. A new magnetostratigraphic framework for the lower Miocene (Burdigalian/Ottnangian, Karpatian) in the North Alpine Foreland Basin. Swiss Journal of Geosciences, 106(2): 309-34.

Reichenbacher B., Sienknecht U., Kuchenhoff H., Fenske N. 2007. Combined otolith morphology and morphometry for assessing taxonomy and diversity in fossil and extant killifish (*Aphanius prolebias*). Journal of Morphology, 268: 898–915.

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

Shpigel M, Fishelson L. 1989. Food habits and prey selection of three species of groupers from the genus *Cephalopholis* (Serranidae: Teleostei). Environmental Biology of Fishes, 24(1): 67-73.

Teimori A., Esmaeili H. R., Erpenbeck D., Reichenbacher B. 2014. A new and unique species of the genus *Aphanius* nardo, 1827 (Teleostei: Cyprinodontidae)

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-10-31]

from Southern Iran: A case of regressive evolution. Zoologischer Anzeiger, 253: 327-337.

Teimori A., Gholami Z., Reichenbacher B. 2012a. *Aphanius arakensis*, a new species of tooth-carp (Actinopterygii, Cyprinodontidae) from the endorheic Namak Lake basin in Iran. ZooKeys, 215: 55–76.

Teimori A., Jawad J.L.A., Al-Kharusi LH., Al-Mamry J.M., Reichenbacher B. 2012b. Late Pleistocene to Holocene diversification and historical zoogeography of the Arabian killifish (*Aphanius dispar*) inferred from otolith morphology. Scientia Marina, 76: 637–645.

Teimori A., Schulz- Mirbach T., Esmaeili H.R., Reichenbacher B. 2012c. Geographical differentiation of *Aphanius dispar* (Teleostei: Cyprinodontidae) from Southern Iran. Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research, 50(4): 289-304.

Tuset V.M., Lombarte A., Assis C.A. 2008. Otolith atlas for the western Mediterranean, north and central eastern Atlantic. Scientia Marina, 72(1): 7-198.

Tuset V.M., Lozano I.J., Gonzalez J.A., Pertusa J.F., García- Díaz M.M. 2003. Shape indices to identify regional differences in otolith morphology of comber. *Serranus cabrilla*, (L., 1758). Journal of Applied Ichthyology, 19(2): 88-93.

Volpedo A.V., Tombari A.D., Echeverría D.D. 2008. Eco-morphological patterns of the sagitta of Antarctic fish. Polar Biology, 31(5): 635-40.

Zischke M.T., Litherland L., Tilyard B.R., Stratford N.J., Jones E.L., Wang Y.G. 2016. Otolith morphology of four mackerel species (*Scomberomorus* spp.) in Australia: Species differentiation and prediction for fisheries monitoring and assessment. Fisheries Research, 176: 39-47.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-10-31]

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-10-31]