نشریه پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی
Journal homepage: http://jair.gonbad.ac.ir
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
دانشگاه گنبد کاووس

مطالعه اختلافات ریختی سنگریزه شنوایی به روش ریخت‌سنجی هندسی در دو گونه گاوماهی *Bathygobius meggitti* (Hora and Mukerji, 1936) و *Istigobius ornatus* (Rüppell,1830) درسواحل حوضه مکران، دریای عمان

عطیه امامیان[1]، فاطمه طباطبایی یزدی[2*]، حمیدرضا احمدنیای مطلق[3]، امید صفری[4]

[1] دانشجوی کارشناسی‌ارشد محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
[2] استادیار گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
[3] استادیار گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
[4] دانشیار گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

نوع مقاله:
پژوهشی اصیل

تاریخچه مقاله:
دریافت: ۰۰/۰۵/۲۸
پذیرش: ۰۰/۰۶/۲۶
DOI: 10.22034/jair.9.4.51

نویسنده مسئول مکاتبه:
فاطمه طباطبایی‌یزدی، استادیار گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

ایمیل: f.tabatabaei@um.ac.ir

چکیده

این مطالعه با هدف مطالعه تنوع ریختی به بررسی تفاوت‌های ریختی سنگریزه شنوایی در دو گونه *Bathygobius meggitti* و *Istigobius ornatus* از خانواده گاو ماهیان و جمعیت‌های آن‌ها، در سواحل مکران، جنوب شرقی ایران، می‌پردازد. به این منظور تعداد ۵۶ نمونه گاوماهی طی فصول بهار و تابستان ۱۳۹۷ از سه ایستگاه تیس، لیپار و دریا بزرگ صید و جمع‌آوری گردید و سنگریزه شنوایی چپ و راست گونه‌ها استخراج شد. تعداد چهار نقطه لندمارک در حداکثر طول و عرض منطقه رشد سنگریزه شنوایی و تعداد ۱۲۸ شبه لندمارک در اطراف سنگریزه شنوایی به کمک نرم افزارهای تخصصی ریخت‌سنجی هندسی رقومی گردید و به کمک نرم‌افزار R جهت بررسی مورد آنالیز آماری قرار گرفتند. نتایج آنالیز شبه لندمارک و لندمارک نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین گونه‌ها و درون جمعیت‌ها بود. برای هر دو گونه *B. meggitti* و *I. ornatus* بیشترین تفاوت در جمعیت‌های تیس مشاهده شد. در گونه *B. meggitti* در سطح درون گونه‌ای بین دو جمعیت تیس و دریای بزرگ و در گونه *I. ornatus* بین دو جمعیت تیس و دریای بزرگ تفاوت‌های معنی‌داری وجود داشت. نتایج آنالیز لندمارک نیز شان داد که تفاوت معنی‌داری در اندازه ناحیه رشد سنگریزه شنوایی در بین گونه‌ها و درون گونه‌ها وجود دارد که می‌تواند به تکمیل اطلاعات رده‌بندی و آرایه‌شناسی گونه‌های مورد مطالعه و شناخت بهتر تنوع زیستی کمک نماید.

واژه‌های کلیدی:
گاوماهیان، ریخت‌شناسی، تنوع‌زیستی، سنگریزه شنوایی، انعطاف‌پذیری ریختی

۱ | مقدمه

ماهیان متنوع‌ترین گونه‌های جانوری از لحاظ فیزیولوژی، رفتاری و ریخت‌شناسی در میان مهره‌داران محسوب می‌شوند (Mouludi-Saleh and Eagderi, 2020). خانواده گاو ماهیان متعلق به زیر راسته Gobioides شامل ۹ خانواده با حدود ۲۶۸ جنس و بیش از ۲۰۰۰ گونه هستند (Nelson, 2006). گاوماهیان نقش مهمی در عملکردهای اکوسیستم ایفا می‌کند و به تنوع زیستی فون ماهیان کمک می‌کند (MunozArroyo *et al*., 2020; Nitta and Nagasawa, 2020; Patimar *et al*., 2020). وجود تنوع ریختی علاوه‌بر صفات خارجی، در ساختارهای درونی ماهیان نیز مشاهده می‌شود. برخی از این ساختارها مانند سنگریزه‌های شنوایی دارای تنوع در سطح گونه‌ای بوده و یا در سطح جنس و خانواده دارای تنوع می‌باشند اما درون خانواده‌ها اتولیت‌ها بسیار به‌هم شباهت دارند (Gaemers, 1983; Esmaeili, 2001; Bermejo *et al*., 2007). اتولیت‌ها یا سنگریزه‌های شامل بلوره‌های کربنات کلسیم (Aragonite) هستند که درون ماتریکس پروتئینی (Otolin) داخل یک جفت کپسول (Otic) در هر سمت جمجمه قرار دارد و با تعادل، حرکت، و شنوایی مرتبط هستند. در طی نمو اولیه ماهی، اتولیت‌ها اولین ساختار کلسیمی شده در بدن ماهی هستند که ظاهر می‌شوند (Harvey, 2000). رشد اتولیت‌ها از طریق رسوب ناهمسان کربنات کلسیم (آراگونیت) و پروتئین در طی دوره‌های روزانه می‌باشد (Degens *et al*., 1969). در یک جفت سنگریزه شنوایی، سنگریزه‌های چپ و راست بسیار مشابه‌اند، اما تصویر آینه‌ای یکدیگر نیستند (Campana and Casselman, 1993). از سنگریزه-های شنوایی جهت تعیین سن روزانه و سالیانه، بررسی فاکتورهای مختلف رشد، فصل تولیدمثل، زمان تفریخ، زمان شروع اولین تغذیه،

© ۱۴۰۰ | دانشگاه گنبدکاووس

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-11]
[DOI: 10.22034/jair.9.4.51]

زمان دگردیسی، مهاجرت، بررسی آلودگی زیستگاه، حداکثر طول و وزن قابل کسب توسط ماهی، بررسی تاریخ طبیعی گذشته ماهی، تعیین تفاوت‌های درون جمعیتی جهت ارزیابی ذخایر و نیز بررسی رژیم غذایی ماهیان، پرندگان و پستانداران دریایی استفاده می‌شود (Popper and Lu, 2000; Nolf, 2013). در حفاظت از تنوع زیستی و مدیریت شیلات، شناسایی جمعیت‌های آبزیان اهمیت بالایی دارد (Ghojoghi *et al.*, 2014).

به‌رغم اهمیت اکولوژیک گاو ماهیان، روابط فیلوژنی درون‌گونه‌ای و بین‌گونه‌ای آن‌ها به‌طور کامل و دقیق شناخته‌نشده است (Thacker, 2011). برای تشخیص شباهت و اختلاف در بسیاری از جمعیت‌ها، ریخت‌شناسی یکی ابزارهای بسیار مفید است و به‌طور گسترده برای بررسی جمعیت‌های ماهیان مورداستفاده قرار می‌گیرد (Khataminejad *et al.*,2013). در کشور ما این خانواده از ماهیان از نظر بوم‌شناختی و حفاظتی موردتوجه نمی‌باشد و اغلب مطالعات انجام‌شده محدود به گونه‌هایی با اندازه بزرگ‌تر است (Bahalkeh *et al.*, 2016). خانواده بزرگ گاوماهیان، که بعد از کپورماهیان ازلحاظ فراوانی، جمعیت بالایی را به‌خود اختصاص داده است، نقش مهمی را در زنجیره غذایی ایفا می‌نماید. مطالعه بیشتر این خانواده به‌دلیل جایگاه اکولوژیک خانواده گاوماهیان در چرخه غذایی آبزیان منطقه، به‌عنوان رقیب و منبع غذایی بسیاری از ماهیان اقتصادی و تأثیری که از این طریق بر جمعیت این گونه‌ها و انتقال آلودگی به آن‌ها به‌دلیل بسترزی بودن می‌گذارند، ضرورت می‌یابد (Polgar, 2008). باتوجه به اینکه تاکنون ارزیابی جامعی از وضعیت حفاظتی برخی از گونه‌های این خانواده صورت نگرفته است و علاوه بر شناسایی تنوع ریختی این آبزیان، به شناسایی بهتر تنوع زیستی آبزیان کشور کمک می‌نماید (Abdoli, 2017). نتایج تحقیقات ریخت‌سنجی هندسی به‌عنوان یک روش کارآمد می‌تواند دو شکلی جنسی ماهیان دریایی به‌خصوص گاوماهیان را به‌خوبی تمایز دهد (Patimar *et al.*, 2020). بنابراین باتوجه به اینکه دو شکلی جنسی در گاوماهیان با این روش به اثبات رسیده است در این مطالعه با هدف بررسی و مطالعه اختلافات ریختی سنگریزه شنوایی کمانی به روش ریخت‌سنجی هندسی در دو گونه از گاوماهیان سواحل مکران پرداخته شد.

۲ | مواد و روش‌ها

به‌منظور انجام این تحقیق تعداد ۵۶ نمونه گاوماهی به‌صورت تصادفی در طی فصول بهار و تابستان ۱۳۹۷ از سه ایستگاه تیس، دریا بزرگ و لیپار واقع در دریای مکران، با استفاده از تور ترال دستی با چشمه دو سانتی‌متر صید گردید (شکل ۱). نمونه‌ها در الکل ۹۶ درصد نگهداری و به آزمایشگاه دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست دانشگاه فردوسی مشهد منتقل شدند. سپس با کمک کلیدهای شناسایی اقدام به شناسایی و جداسازی نمونه‌ها شد (Randall, 1995; Larson and Murdy, 2001; Fishbase, 2021)، که بر این اساس ۴۱ نمونه متعلق به گونه *B. meggitti* و ۱۵ نمونه متعلق به گونه *I. ornatus* بود (جدول ۱).

جدول ۱- موقعیت جغرافیایی و تعداد نمونه‌های صید شده منطقه مورد مطالعه از هر ایستگاه به تفکیک گونه

ردیف	نام ایستگاه	تیپ بستر	مختصات جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا (متر)	تعداد نمونه	
					I. ornatus	*B.meggitti*
۱	تیس	گلی	25°21'25.08"N 60°36'20.46"E	۹	۱۱	۱۶
۲	دریای بزرگ	صخره‌ای	25°16'39.19"N 60°39'47.05"E	۶	۲	۱۰
۳	لیپار	سنگریزه‌ای	25°15'3.29"N 60°49'53.79"E	۵۷	۲	۱۵

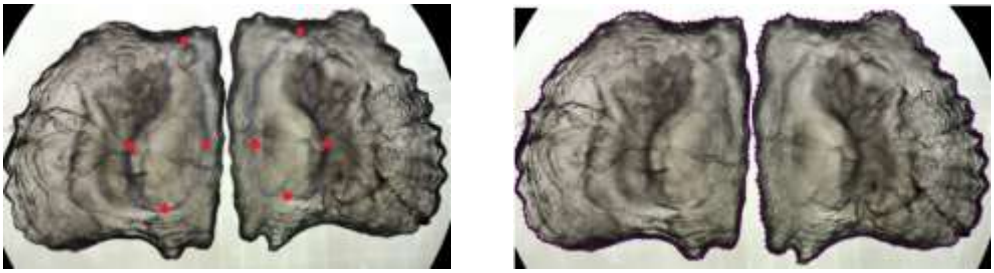


شکل ۱- موقعیت جغرافیایی سه ایستگاه تیس، لیپار و دریا بزرگ در سواحل مکران

بعد از انتقال ماهیان به آزمایشگاه، تمامی ماهیان، شماره‌گذاری و سپس در الکل ۷۵ درصد تثبیت شدند. به‌منظور استخراج سنگریزه شنوایی ، جمجمه از ناحیه پشتی تشریح و سنگریزه شنوایی سمت چپ و راست استخراج شد و بلافاصله به‌طور کامل با آب مقطر شستشو داده و نمونه‌های استخراج‌شده برای عکس‌برداری به‌صورت خشک نگهداری شدند. عکس‌برداری از سنگریزه‌های شنوایی در نمای پشتی به وسیله ترکیب میکروسکوپ Nicon (استریو میکروسکوپ) و دوربین عکاسی Canon با بزرگ‌نمایی ۱۰ انجام گردید. از برنامه TpsUtil برای امکان فراخوانی مرتب عکس‌ها استفاده شد (Rohlf, 2002). سپس با استفاده از برنامه TpsDig عملیات لندمارک گذاری و شبه لندمارک گذاری انجام شد. در محیط Tps-Dig تعداد ۱۲۸ نقطه شبه لندمارک اطراف تصاویر سنگریزه شنوایی سمت راست و چپ که از سطح پشتی (Dorsal) عکس‌برداری شده بود، درنظر گرفته شد. همچنین در قسمت سالکوس (Sulcus) سنگریزه شنوایی عملیات لندمارک گذاری

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-11]
[DOI: 10.22034/jair.9.4.51]

با تعداد ۴ لند مارک انجام شد. این لند مارک‌ها در حداکثر طول و عرض منطقه سالکوس قرار داده شد. به‌منظور بررسی تفاوت‌های اندازه منطقه سالکوس فاصله جفت لندمارک‌های روبه‌رو را در همه نمونه‌ها و بر اساس آن‌ها میانگین و انحراف معیار را نیز به‌دست آمد. محاسبه معنی‌دار بودن تفاوت‌های اندازه و شکل نمونه‌ها با استفاده از آنالیز واریانس یک طرفه ANOVA انجام شد. لازم به‌ذکر است جهت کاهش خطا از هر تصویر سمت راست و چپ هر نمونه، هرکدام دو بار عملیات شبه لندمارک گذاری و لندمارک گذاری انجام گردید (شکل ۲) و میانگین آن‌ها برای محاسبات ریخت‌سنجی استفاده شد. برای حذف اثر چرخش، جابجایی و مقیاس یکنواخت، تجزیه‌و تحلیل Procrustes با استفاده از زبان R و کدهای (Claude, 2008) انجام شد. این آنالیز باعث می‌شود که کلیه نشانه‌گذاری‌های همولوگ برهم منطبق می‌گردند (Bookstein, 1989). سایر آنالیزها برروی مقادیر حاصل تحلیل Procrustes انجام شد (Rohlf and Slice, 1990).



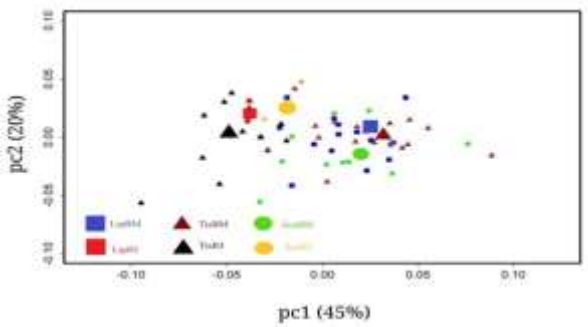
شکل۲- لندمارک گذاری و شبه لندمارک گذاری برروی سنگریزه شنوایی

به‌منظور نمایش پراکنش افراد در فضای حاصل از کلیه متغیرها و بررسی تغییرات در بین نمونه‌ها تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) انجام شد. هدف از انجام این آنالیز تجزیه مقادیر پیوسته چندمتغیره کمی به یک سری متغیرهای مستقل می‌باشد. از آنجا که داده‌های چندمتغیره مربوط به دو یا چند جمعیت و از نوع کمی بودند از روش تحلیل ممیزی (LDA) شد (Reyment *et al*., 1980). ازآنالیز مقایسه جفتی (pairwise Comparison) جهت مقایسه معنی‌داری تفاوت شکلی سنگریزه شنوایی جمعیت‌های مختلف استفاده شد. در این مطالعه از پکیج (https://github.com/MomX/Momocs) و (https:// github.com/geomorphR/geomorph) برای آنالیزآماری داده-های ریختی در محیط نرم‌افزار R استفاده شد.

۳ | نتایج

براساس نتایج آنالیز Principal Components analysis (PCA) داده‌های چند متغیره بین دو گونه *B. meggitti* و *I. ornatus* دو مؤلفه اول مجموعاً بیش از ۶۵ درصد تغییرات را نشان دادند. سنگریزه شنوایی گونه *I. ornatus* نسبت به گونه *B. meggitti* دارای اندازه کوچک‌تر و کشیدگی کمتری بودند و می‌توان گفت جمعیت‌های گونه *B. meggitti* که در طرف راست محور PCA1 قرار گرفته‌اند، به‌طور میانگین سنگریزه شنوایی کشیده‌تری در قسمت انتهایی می‌باشند (شکل۳). نتایج آنالیز تحلیل ممیزی LDA (Linner discriminant analys) داده‌های چندمتغیره بین‌گونه‌ای نیز جمعیت‌های گونه *B. meggitti* و جمعیت‌های گونه *I. ornatus* را از یکدیگر جدا کرد. تغییرات شکلی سنگریزه شنوایی در دو گونه *B. meggitti* و *I. ornatus* در طول محور LD1 به‌صورت LDA1 - و LDA2+ نشان داده شد (شکل۴).

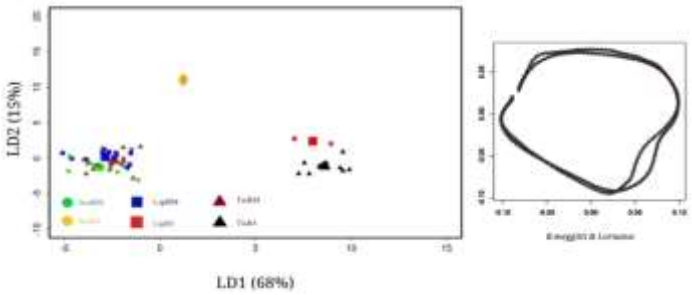
نتایج آنالیز PCA بر روی متغییرهای شکلی جمعیت‌های گونه *B. meggitti* نشان داد که مؤلفه اول (۵۰٪) PC1 و مؤلفه دوم (۲۵٪) PC2 یعنی مجموعاً بیش از ٪ ۷۵تغییرات دارند. طبق محور PC1 جمعیت دریای بزرگ و تیس دراین گونه را می‌توان از یکدیگر جدا فرض نمود (شکل ۵).



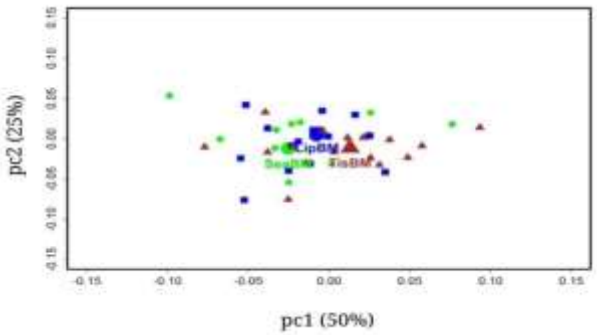
شکل۳- نمودار مؤلفه‌های اصلی (PCA) محاسبه‌شده برای دو گونه از خانواده گاوماهیان در حوضه مکران دریای عمان

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.22034/jair.9.4.51]



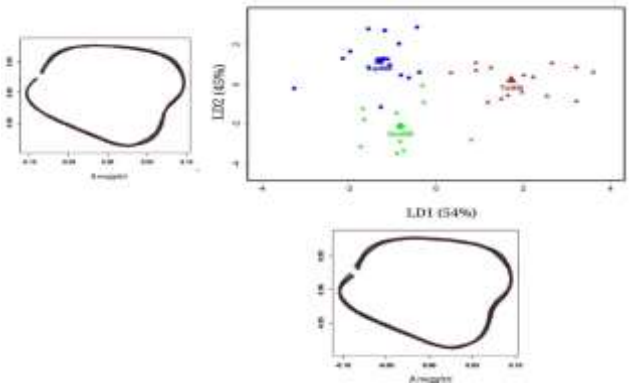
شکل۴- نمودار LDA محاسبه‌شده برای جمعیت‌های دو گونه از خانواده گاوماهیان حوضه مکران و تغییرات شکلی در طول محور LDA1



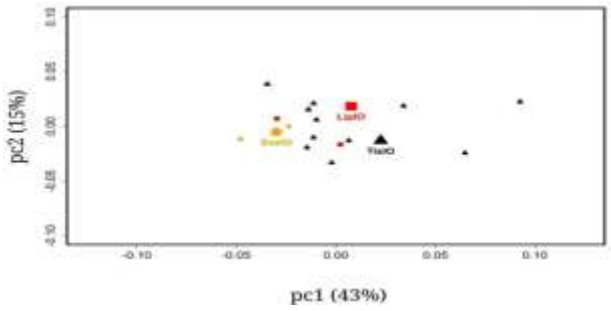
شکل۵- نمودار PCA در جمعیت‌های گونه *B. meggitti*

نتایج آنالیز LDA بین سه جمعیت‌های این‌گونه در سه ایستگاه تیس، لیپار و دریای بزرگ نشان داد که دو مؤلفه اول و دوم به‌ترتیب ۵۴ درصد و ۴۵ درصد از تفاوت‌های شکلی را نشان دادند. همچین تغییرات شکلی سنگریزه شنوایی در بین جمعیت‌های گونه *B. meggitti* در طول محور LD1 و LD2 به‌صورت LDA - و LDA + به‌ترتیب نمایش داده شده است. براساس نتایج، جمعیت‌های دریای بزرگ و تیس این گونه را می‌توان از یکدیگر جدا فرض کرد اما همانطورکه در تصاویر مشخص شده است، تغییرات شکلی جمعیت‌های این‌گونه اختلاف چندانی را در سنگریزه‌های شنوایی نشان ندادند (شکل۶).

نتایج آنالیز PCA در بین جمعیت‌های گونه *I. ornatus* در سه ایستگاه تیس، لیپار و دریای بزرگ در دو مؤلفه اول مجموعاً بیش از ۵۰ درصد PC1=٪۴۳ و PC2=٪۱۵ از اختلافات شکلی را نشان دادند (شکل۷).



شکل۶- نمودار LDA و تغییرات شکلی سنگریزه شنوایی در جمعیت‌های گونه *B. meggitti*



شکل۷- نمودار PCA در جمعیت‌های گونه *I. ornatus*

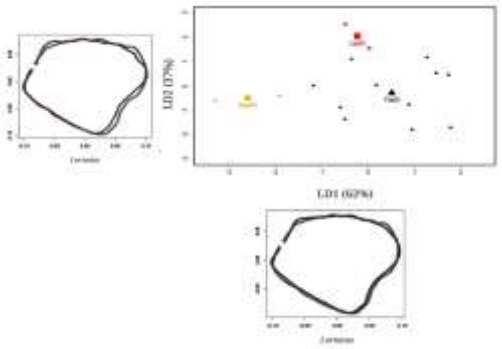
[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.22034/jair.9.4.51]

نتایج آنالیز تحلیل ممیزی (LDA) بین جمعیت‌های گونه *I. ornatus*در سه ایستگاه تیس، لیپار و دریای بزرگ نشان داد که مؤلفه اول ۶۲ درصد و مؤلفه دوم ۳۷ درصد از تغییرات دارند. همچین تغییرات شکلی سنگریزه شنوایی کمانی در بین جمعیت‌های گونه *I. ornatus* در طول محور LD1 و LD2 به‌صورت LDA - و LDA + به‌دست آمد که به‌ترتیب نمایش داده شد. نتایج نشان داد که سنگریزه-های شنوایی جمعیت دریای بزرگ در این گونه نسبت به دو جمعیت دیگر آن دارای تغییرات بیشتری می‌باشد براین اساس، حاشیه سمت راست سنگریزه شنوایی جمعیت دریای بزرگ نسبت به دو جمعیت دیگر این گونه دارای دندانه‌های مثلثی شکل می‌باشد، درحالی‌که دو جمعیت دیگر فاقد آن هستند(شکل ۸).

در مقایسه جفتی (pairwise Comparison) جمعیت‌های گونه‌ها دو به دو با هم مقایسه شدند. در سطح بین‌گونه‌ای، بین جمعیت‌های تیس در دو گونه *B. meggitti* و *I. ornatus* تفاوت معنی‌داری با سطح معنی‌داری ۰/۰۱ مشاهده شد. درسطح درون گونه‌ای، تفاوت معنی‌داری بین دو جمعیت تیس و دریای بزرگ در گونه *B. meggitti* با سطح معنی داری ۰/۰۱ و بین دو جمعیت تیس و دریای بزرگ در گونه *I. oranatus* با سطح معنی‌داری ۰/۰۵ مشاهده شد (جدول۲).

براساس نتایج آنالیز Principal Components analysis (PCA) داده‌های چندمتغیره بین دو گونه *I. ornatus* و *B. megitti* مؤلفه‌های اول و دوم PCA مجموعاً بیش از ۶۵ درصد از تفاوت‌های شکلی ناحیه سالکوس سنگریزه شنوایی را بیان کردند (شکل۹). نتایج آنالیز تحلیل ممیزی (LDA) روی داده‌های چندمتغیره بین‌گونه‌ای نشان‌دهنده تفاوت‌های شکلی ناحیه سالکوس (Sulcus) سنگریزه شنوایی در این دو گونه از خانواده گاوماهیان بود (شکل۱۰).

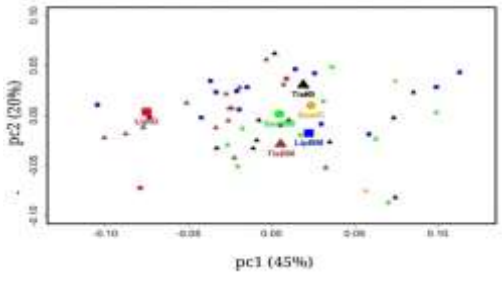


شکل۸- نمودار LDA و تغییرات شکلی سنگریزه شنوایی در جمعیت‌های گونه *I. ornatus*

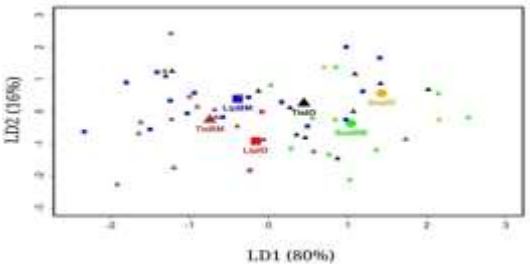
جدول ۲- مقایسه جفتی سنگریزه شنوایی بین سه جمعیت لیپار، تیس و دریای بزرگ دو گونه *I. ornatus* و *B. meggitti*

مقایسه جفتی گروه‌ها	P-Value
I. ornatus (Lipar) - *B. meggitti* (Lipar)	۰/۰۱۷۸*
B. meggitti (Sea) - *B. meggitti* (Lipar)	۱/۰۰۰
B. meggitti (Sea) - *I. ornatus* (Lipar)	۱/۰۰۰
I. ornatus (Sea) - *B. meggitti* (Lipar)	۰/۰۱۷۸*
I. ornatus (Sea) - *I. ornatus* (Lipar)	۰/۵۵۵
I. ornatus (Sea) - *B. meggitti* (Sea)	۱/۰۰۰
B. meggitti (Tis) - *B. meggitti* (Lipar)	۱/۰۰۰
B. meggitti (Tis) - *I. ornatus* (Lipar)	۰/۰۱۷۸*
B. meggitti (Tis) - *B. meggitti* (Sea)	۰/۰۰۰۵**
B. meggitti (Tis) - *I. ornatus* (Sea)	۰/۰۱۷۸*
I. ornatus (Tis) - *B. meggitti* (Lipar)	۱/۰۰۰
I. ornatus (Tis) - *I. ornatus* (Lipar)	۱/۰۰۰
I. ornatus (Tis) - *B. meggitti* (Sea)	۰/۰۰۰۵**
I. ornatus (Tis) - *I. ornatus* (Sea)	۰/۰۲۴۰*
I. ornatus (Tis) - *B. meggitti* (Tis)	۰/۰۰۰۵**

- در جدول معنی‌داری در سطح ۰/۰۱ با ** و در سطح ۰/۰۵ با * مشخص شده است



شکل۹- نمودار مؤلفه‌های اصلی (PCA) بین جمعیت‌های دو گونه

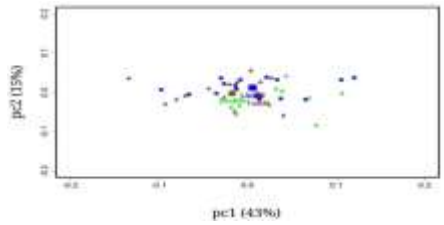


شکل۱۰- نمودارتحلیل ممیزی (LDA) بین جمعیت‌های دو گونه

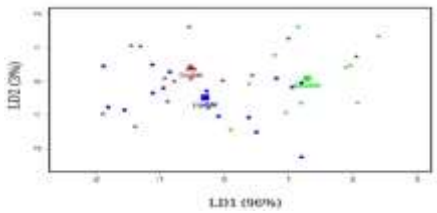
[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.22034/jair.9.4.51]

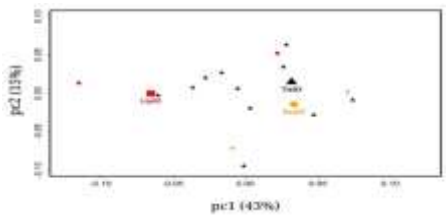
براساس نتایج آنالیز PCA گونه *B. meggitti* در بین جمعیت‌های لیپار، تیس و دریای بزرگ ، مؤلفه‌های PC1 و PC2 مجموعاً بیشتر از ۵۰ درصد اختلافات را نشان دادند (شکل۱۱). همچنین نتایج آنالیز تحلیل ممیزی (LDA) در بین جمعیت‌های لیپار، تیس و دریای بزرگ در گونه *B. meggitti* حاکی از جدایی دو جمعیت دریای بزرگ و تیس در این گونه براساس شکل ناحیه سالکوس بود. همان‌طور که در آنالیز تحلیل ممیزی سنگریزه شنوایی جمعیت‌های تیس و دریای بزرگ این گونه از یکدیگر جدا شدند (شکل۱۲). نتایج آنالیز PCA گونه *I. ornatus* در بین سه جمعیت لیپار، تیس و دریای بزرگ نشان داد که مؤلفه‌ها (PC1:٪۴۳ و PC2:٪۱۵) مجموعاً بیش از ۵۰ درصد تفاوت دارند (شکل۱۳). نتایج آنالیز تحلیل ممیزی (LDA) بین سه جمعیت لیپار، تیس و دریای بزرگ درگونه *I. ornatus* که به‌منظور بررسی اختلافات شکلی ناحیه سالکوس(Sulcus) سنگریزه شنوایی انجام شد، نشان‌دهنده اختلافات شکلی ناحیه سالکوس جمعیت دریای بزرگ این گونه با دو جمعیت دیگر آن بود. همانطور که در آنالیز تحلیل ممیزی سنگریزه شنوایی جمعیت دریای بزرگ از سایر جمعیت‌های این گونه جدا گردید، در آنالیز تحلیل ممیزی ناحیه سالکوس سنگریزه شنوایی نیز، تغییرات این جمعیت نسبت به جمعیت‌های دیگر این گونه مشاهده شد (شکل۱۴). در آنالیز مقایسه جفتی (Pairwise Comparison) هرکدام از نمونه‌ها در سطح بین‌گونه‌ای، بین منطقه تیس دو گونه *I. ornatus* و *B. meggitti* تفاوت معنی‌داری در سطح معنی‌داری ۰/۰۱ مشاهده شد. در سطح درون‌گونه‌ای، تفاوت معنی‌داری بین جمعیت‌های تیس و دریای بزرگ در گونه *B. meggitti* در سطح معنی‌داری ۰/۰۱ مشاهده شد. همچنین در گونه *I. ornatus* نیز بین جمعیت‌های تیس و دریای بزرگ و بین دو جمعیت تیس و لیپار تفاوت معنی‌داری در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ مشاهده گردید (جدول۳). به‌منظور بررسی تفاوت‌های اندازه ناحیه سالکوس (Sulcus) در بین دو گونه *I. ornatus*و *B. meggitti* و جمعیت‌های آنها فاصله جفت نقاط لندمارک روبه‌رو (طول و عرض ناحیه سالکوس) و میانگین آن‌ها به‌دست آمد. نتایج آنالیز واریانس یک‌طرفه تفاوت معنی‌داری بین اندازه ناحیه سالکوس سنگریزه شنوایی دو گونه *B. meggitti* و*I. ornatus* و بین جمعیت‌های آنها نشان نداد. میانگین و انحراف معیار طول و عرض ناحیه سالکوس به‌ترتیب برای گونه *B. meggitti* ۰/۰۳± ۱/۲۷ و ۰/۰۴± ۰/۵ برای گونه *I. ornatus* به‌ترتیب ۰/۰۳±۱/۲۸ و ۰/۰۶± ۰/۵ به‌دست آمد.



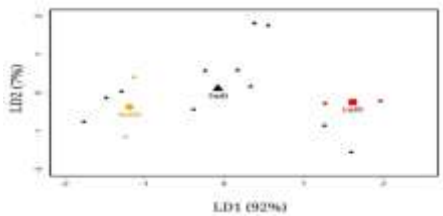
شکل ۱۱- نمودار PCA در جمعیت‌های گونه *B. meggitti*



شکل ۱۲- نمودار LDA در جمعیت‌های گونه *B. meggitti*



شکل۱۳- نمودار PCA در جمعیت‌های گونه *I. ornatus*



شکل۱۴- نمودار LDA در جمعیت‌های گونه *I. ornatus*

جدول ۳- مقایسه جفتی منطقه سالکوس سنگریزه شنوایی بین سه جمعیت لیپار، تیس و دریای بزرگ دو گونه *I. orndatus* و *B. meggitti*

مقایسه جفتی گروه‌ها	P-Value
I. ornatus (Lipar) - *B. meggitti* (Lipar)	۰/۰۱۶۷*
B. meggitti (Sea) - *B. meggitti* (Lipar)	۱/۰۰۰
B. meggitti (Sea) - *I. ornatus* (Lipar)	۱/۰۰۰
I. ornatus (Sea) - *B. meggitti* (Lipar)	۰/۰۱۶۷*
I. ornatus (Sea) - *I. ornatus* (Lipar)	۰/۵۰۰۰
I. ornatus (Sea) - *B. meggitti* (Sea)	۱/۰۰۰
B. meggitti (Tis) - *B. meggitti* (Lipar)	۱/۰۰۰
B. meggitti (Tis) - *I. ornatus* (Lipar)	۰/۰۱۶۷*
B. meggitti (Tis) - *B. meggitti* (Sea)	۰/۰۰۰۵**
B. meggitti (Tis) - *I. ornatus* (Sea)	۰/۰۱۶۷*
I. ornatus (Tis) - *B. meggitti* (Lipar)	۱/۰۰۰
I. ornatus (Tis) - *I. ornatus* (Lipar)	۰/۰۲۲۲*
I. ornatus (Tis) - *B. meggitti* (Sea)	۰/۰۰۰۵**
I. ornatus (Tis) - *I. ornatus* (Sea)	۰/۰۲۲۲*
I. ornatus (Tis) - *B. meggitti* (Tis)	۰/۰۰۰۵**

- در جدول، معنی‌داری درسطح ۰/۰۱ با ** و در سطح ۰/۰۵ با * مشخص شده است

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.22034/jair.9.4.51]

۴ | بحث و نتیجه‌گیری

تجزیه و تحلیل سنگریزه شنوایی کمک قابل‌توجهی به درک تکامل و روابط تکاملی گونه‌های مختلف می‌کند (Nolf, 1985; 2013; Reichenbacher *et al*., 2009; Teimori *et al*., 2019). اگر چه اثرات ژنتیکی ممکن است عامل اصلی کنترل مورفولوژی سنگریزه شنوایی باشد، اما اثرات محیطی (به‌عنوان مثال دما، شوری و رژیم غذایی) نیز در تنظیم شکل سنگریزه شنوایی نقش مهمی دارند (Bolles and Begg, 2000). بر این اساس، در سال‌های اخیر از تجزیه و تحلیل مورفولوژی سنگریزه شنوایی به‌عنوان روشی برای شناسایی میزان سازگاری ریختی یا به‌عبارت بهتر انعطاف‌پذیری ریختی بین جمعیت‌های یک گونه مورد استفاده قرار می‌گیرد، این واگرایی‌ها خود می‌تواند منجربه گونه‌زایی شود (Campana and Casselman, 1993; Bolles and Begg, 2000; Agüera and Brophy, 2011; Yu *et al*., 2013).

تغییر در زیستگاه اشغال‌شده توسط افراد یک‌گونه مشخص نیز منجر به تغییر در مورفولوژی سنگریزه شنوایی هریک خواهد شد (Yu *et al*., 2014). به نظر می‌رسد تغییرات ریختی شکل سنگریزه شنوایی ازنظر ژنتیکی محدود باشد، اما تحت‌تأثیر عوامل بیولوژیکی (به‌عنوان مثال، رشد و تغذیه آنتوژنتیک) و عوامل محیطی (به‌عنوان مثال، درجه حرارت و شوری آب) قرار می‌گیرد (Campana and Casselman, 1993). میزان شباهت شکل سنگریزه شنوایی در جمعیت‌ها بافاصله زیستگاه‌ها از لحاظ جغرافیایی در ارتباط می‌باشد. و جمعیت‌های موجود در زیستگاه‌های نزدیک از نظر شکل سنگریزه شنوایی شباهت بیشتری به یکدیگر دارند (Sadeghi *et al*., 2020). به‌طورکلی ماهیان در صفات مورفولوژیکی بین‌گونه‌ای و درون‌گونه‌ای بیشتر از سایر مهره‌داران واریانس نشان می‌دهند (Brraich and AKhter, 2015; Hossain *et al*., 2010). این واریانس می‌تواند به‌دلیل ویژگی‌های زیستگاه و یا جدایی جغرافیایی باشد (McElroy and Douglas, 1995).

آنالیزهای انجام‌شده در این تحقیق برای جداسازی گونه‌ها، بررسی اندازه و بررسی اختلافات محل رشد سنگریزه شنوایی مفید واقع گردید. آنالیز LDA در سطح بین‌گونه‌ای که بین گونه *B. meggitti* و *I. ornatus* انجام گرفت، این‌گونه ها را کاملاً از یکدیگر جدا کرد و به‌علاوه نشان داد که دو جمعیت لیپار و تیس گونه *I. ornatus* به یکدیگر نزدیک‌تر هستند و جمعیت دریای بزرگ این‌گونه از دو جمعیت دیگر جدایی بیشتری مشاهده شد. نتایج مقایسه دوبه‌دو جمعیت‌ها در سطح درون‌گونه‌ای نیز بیانگر اختلاف معنی‌دار بین دو جمعیت تیس و دریای بزرگ در هر دو گونه بود و باتوجه به تفاوت نوع بستر منطقه تیس که به‌صورت گلی و منطقه دریای بزرگ به‌صورت صخره‌ای می‌باشد، اختلافات ریختی مشاهده‌شده می‌تواند ناشی از تفاوت نوع بستر باشد (Hosseini *et al*., 2020). باتوجه به اینکه منطقه دریای بزرگ منطقه صخره‌ای می‌باشد نوع زیستگاه و تغذیه و عوامل محیطی به‌صورت محلی می‌تواند از علل این اختلاف ریختی باشد که می‌تواند در صورت واگرایی تدریجی باعث گونه‌زایی از نوع دگرجایی شود.

در مورد گونه *B. meggitti* ، نتایج آنالیز LDA در سطح درون گونه ای با درصد بالایی این سه جمعیت را از همدیگر جدا کرد پس می‌توان گفت که نوع زیستگاه و عوامل جغرافیایی و اکولوژیکی تأثیر بسزایی در جدایی جمعیت‌های این‌گونه داشته است. در موردگونه *I. Ornatus*، آنالیزهای شکلی در سطح درون‌گونه‌ای بین سه جمعیت این‌گونه درصد بالایی از جدایی را نشان داد و جمعیت دریای بزرگ این‌گونه نسبت به دو گونه دیگر جدایی بیشتری مشاهده گردید. در این مورد نیز نوع زیستگاه صخره‌ای دریای بزرگ تأثیر بسزایی در جدایی جمعیت‌های این‌گونه داشته است.

آنالیز اندازه در سطح بین‌گونه‌ای و درون‌گونه‌ای، بیانگر اختلاف اندازه سنگریزه شنوایی بود. در بین جمعیت‌های مورد مطالعه بزرگ‌ترین اندازه متعلق به جمعیت لیپار گونه *I. ornatus* و کوچک‌ترین اندازه متعلق به جمعیت تیس گونه *B. meggitti* بود. حسینی و همکاران (Hosseini *et al*., 2020) عنوان کردند تحلیل صفات مورفومتریک خوشه‌ای گونه *B. meggitti* و *I. ornatus* دارای بیشترین تفاوت هستند که در مطالعه حاضر این تفاوت در تحلیل خوشه‌ای سنگریزه شنوایی این دو گونه نیز مشاهده گردید که نشان می‌دهد که گونه *B. meggitti* هم در صفات مورفومتری ماهی و هم در صفات مورفومتری سنگریزه شنوایی با گونه *I. ornatus* اختلاف معناداری دارد که می‌تواند این دو گونه را متمایز کند. همچنین نتایج آنالیزهای اندازه درون‌گونه‌ای در گونه *I. ornatus* در سه سطح پشتی، جانبی و شکمی جمعیت ایستگاه دریای بزرگ بارزترین تفاوت‌های شکلی را نسبت به سایر جمعیت‌های این‌گونه نشان داد که عمدتاً در قسمت باله‌ها و ساقه دمی دارای تفاوت بودند و نیز در آنالیز اندازه بین‌گونه‌ای در سه سطح پشتی، جانبی و شکمی، عنوان کردند که کوچک‌ترین اندازه متعلق به گونه *I. ornatus* و بزرگ‌ترین اندازه متعلق به گونه *B. meggitti* می‌باشد. در مطالعه حاضر نیز تغییرات شکلی سنگریزه شنوایی در سطح بین گونه‌ای در این دو گونه نیز نشان داد که گونه *B. meggitti* نسبت به گونه *I. ornatus* دارای سنگریزه شنوایی برزگتری می‌باشد در سطح درون گونه‌ای، جمعیت دریای بزرگ گونه *I. ornatus* از لحاظ شکل سنگریزه شنوایی از سایر جمعیت‌های این گونه بیشترین جدایی را دارا بود. این تمایز ریختی می‌تواند وابسته به سازگاری با شرایط متفاوت اکولوژیکی، زیستگاه آنها و وضعیت رقابت بین گونه‌ای باشد (Langerhans *et al*., 2010). مولودی صالح و ایگدری (Mouludi-Saleh and Eagderi, 2020) عنوان کردند که تفاوت‌های شکلی بدنی گونه *Gasterosteus aculeatus* نوعی پاسخ به ویژگی‌های مختلف زیستگاهی می‌باشد که می‌تواند با زیستگاه‌های مختلف دریای خزر سازگار گردد. همچنین نتایج میانگین حداکثر طول و عرض ناحیه رشد سنگریزه شنوایی (Sulcus) نیز بیانگر اختلاف اندازه (هرچند محدود) این ناحیه بین جمعیت‌ها بود. با این وجود، نیاز به بررسی‌های جامع‌تری بر روی گونه‌های مورد مطالعه به‌وسیله مطالعه ژنتیکی وجود دارد.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.22034/jair.9.4.51]

۵| تشکر و قدردانی

بدین وسیله نگارندگان از جناب آقای دکتر ارسلان بهلکه به‌دلیل همکاری در جمع‌آوری نمونه و اندازه‌گیری‌ها، و از داوران و ویراستارانی که باعث ارتقای مقاله حاضر شدند، سپاسگزاری می‌نمایند. همچنین از معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه فردوسی مشهد برای حمایت از این طرح پژوهشی با کد ۵۱۰۶۰ تشکر به‌عمل می‌آید.

پست الکترونیک نویسندگان

عطیه امامیان: atiye.em1996@gmail.com

فاطمه طباطبایی‌یزدی: f.tabatabaei@um.ac.i

حمیدرضا احمدنیای مطلق: ahmadnia@um.ac.ir

امید صفری: omidsafari@um.ac.ir

REFERENCES

Abdoli A. 2017. Iran Inland Fisheries. Iranian Studies Publications, 272 p. (In Persian).

Agüera A., Brophy D. 2011. Use of saggital otolith shape analysis to discriminate northeast Atlantic and western Mediterranean stocks of Atlantic saury, *Scomberesox saurus* (Walbaum). Fisheries Research, 1(10): 465-471.

Bahalkeh A., Patimar R., Abdoli A, Golzariyanpour K. 2016. Investigating the growth patterns of *Knipowitschia caucasica* (Berg, 1916) in Gomishan wetlands- South East Caspian Sea. Journal of Applied Ichthyological Research, 4(2):15-29. (In Persian).

Bolles K., Begg G. 2000. Distinction between *silver hake* (Merluccius bilinearis) stocks in U.S. waters of the northwest Atlantic based on whole otolith morphometrics. Fishery Bulletin, 3:451-451.

Bermejo S., Monegal B., Cabestany J. 2007. Fish age categorization from otolith images using multi-class support vector machines. Fisheries Research, 84(2), 247-253.

Bookstein F.L. 1989. Principal warps thin-plate splines and the decomposition of deformations. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 11(6): 567 – 585.

Brraich O.S., Akhter S. 2015. Morphometric characters and meristic counts of a fish *Crossocheilus latius* (Hamilton- Buchanan) from Ranjit Sagar wetland India. International Journal of Fisheries and Aquatic Studies, 2:260-265.

Campana S., Casselman J. 1993. Stock discrimination using otolith shape analysis. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 50: 1062-4083.

Degens E., Deuser T., Haedrich R. 1969. Molecular structure and composition of fish otoliths. Marine biology, 2(2), 105-113.

Esmaeili H. 2001. Biology of an exotic fish silver carp *Hypophthalmichthys molitrix* Val 1844 from Gobindsagar Reservoir Himachal Pradesh India. Ph.D. thesis submitted to Panjab University India.

FishBase. 2021. www. Fishbase.org. seen on, 9 March 2021.

Gaemers P. 1983. Taxonomic position of the *Cichlidae* (Pisces, Perciformes) as demonstrated by the morphology of their otoliths. Netherlands Journal of Zoology, 34(4), 566-595.

Ghojoghi F., Eagderi S. 2014. Comparison of morphological characters in Turkmenian and Kura varieties of Caspian roach (Rutilus rutilus caspicus Yakovlev 1870) using geometric morphometric approach. Journal of Applied Ichthyological Research University of Gonbad Kavous, 8 (2):89-96.

Harvey J., Loughlin T.R., Perez M.A., Oxman D.S. 2000. Relationship between fish size and otolith length for 63 species of fishes from the eastern North Pacific Ocean. National Marine Fisheries Service NOAA.

Hossain M.A., Nahiduzzaman M., Saha D., Khanam M.U.H., Alam M.S. 2010. Landmark-based morphometric and meristic variations of the endangered carp Kalibaus *Labeo calbasu* from stocks of two isolated riversthe Jamuna and Halda and a hatchery. Zoology Studies, 49:556-563.

Hosseini N., Tabatabaei Yazdi F., Shokouh Saljoghi Z. 2020. Morphometric characteristics of three species from Gobiidae family in the Makran coast. Journal of Applied Ichthyological Research, University of Gonbad Kavous, 8(3):1-11. (In Persian).

Khataminejad S., Mousavi Sabet H., Sattari M., Vatandoust S., Eagderi S. 2013. A comparative study on body shape of the genus *Alburnus* (Rafinesque, 1820) in Iran using geometric morphometric analysis. Caspian Journal of Environmental Sciences, 2: 205-215. (In Persian).

Langerhans R., Reznick D.N. 2010. Ecology and evolution of swimming performance in fishes: predicting evolution with biomechanics. In Fish locomotion: an ecoethological perspective (eds. Domenici, P. and Kapoor, B. G.). Science Publishers Inc, pp: 200-248.

Larson H., Murdy E. 2001. Families Eleotridae Gobiidae in Carpenter.Species identification guide for fishery purposes. Bony fishes, 4(6):3574-3603.

McElroy D.M., Douglas M.E. 1995. Patterns of morphological variation among endangered populations of *Gila robusta and Gila cypha* (Teleostei: Cyprinidae) in the upper Colorado River basin. Copeia, 1995: 636-649.

Mouludi-Saleh A., Eagderi S. 2020. Habitat-Associated Morphological Divergence of Gasterosteus aculeatus in the Southern Caspian Sea Basin. Iranian Journal of Science and Technology. Transaction A, Science, 45:121-125.

Munoz-Arroyo S., Martinez-Rincon L., Findley L., HernandezOlalde E., Balart F. 2020. Reproductive behaviors and sex roles during a diurnal cycle of the goby *Lythrypnus pulchellus* (Teleostei: Gobiidae). Journal of Ethology, 38(1): 79-98.

Nelson J. 2006. Fishes of the world, department of biological sciences.university of Alberta Edmonton. AlbertaT6G2E9, 601 p.

Nitta M., Nagasawa K. 2020. *Gobioecetes longibasais* sp (Monogenea: Dactylogyridae) from *Rhinogobius similis* Gill (Perciformes:Gobiidae) from Okinawa-jima Island, the Ryukyu Archipelago, Southern Japan, with a new host record for *Gobioecetes biwaensis* Ogawa and Itoh. Systematic Parasitology, 97(2):193-200.

Nolf D. 1985. Otolithi Piscium. Handbook of paleoichthyology. Vol.10, Stuttgart: Gustav Fischer. 145p.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.22034/jair.9.4.51]

Nolf D. 2013. The diversity of fish otolith, past and present: Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetens chappen Brussels.

Patimar P., Eagderi S., Bahalkeh A. 2020. A study on sexual dimorphism of body shape in Caucasian dwarf goby, *Knipowitschia caucasica* (Berg, 1916) using geometric morphometrics. Journal of Fisheries, 73(4): 497-504. (In Persian).

Patimar R., Qaranjiki A., Bahalkeh A. 2020. Life history traits of the Caspian stellate tadpole-goby *Benthophilus leobergius* Berg, 1949 (Teleostei: Gobiidae) from the southeastern Caspian Sea Iran. Iranian Journal of Ichthyology, 6(4): 254–263. (In Persian).

Popper A., Lu Z. 2000. Structure–function relationships in fish otolith organs. Fisheries Research, 46(1-3)15-25.

Polgar G. 2008. Species - area relationship and potential role as a biomonitor of mangrove communities of Malayan *mudskippers*. Wetlands Ecology and Management, 17 (2): 157- 164.

Randall J. 1995. Coastal fishes of Oman. University of Hawaii Press, Honolulu.

Reichenbacher B., Feulner G.R., Schulz-Mirbach T. 2009. Geographic variation in otolith morphology among freshwater populations of Aphanius dispar (Teleostei, Cyprinodontiformes) from the southeastern. *Arabian Peninsula*. Journal of Morphology, 270:469-484.

Reyment R., Blakith R.E., Campbell N.A. 1980. Multivariate morphometrics. Academic press, 233p.

Rohlf F.J., Slice D. 1990. Extensions of the Procrustes Method for the Optimal Superimposition of Landmarks. Systematic Biology, 39(1):40-59.

Rohlf F.J. 2002. Geometric morphometrics and phylogenyIn Morphology. Shape and Phylogeny, 175-193.

Sadeghi R., Esmaeili H.R., Zarei F., Reichenbacher B. 2020. Population structure of the ornate goby *Istigobius ornatus* (Teleostei: Gobiidae) in the Persian Gulf and Oman Sea as determined by otolith shape variation using ShapeR. Environmental Biology of Fishes, 103(10)1217-1230. (In Persian).

Teimori A., Khajooei A., Motamedi M., Hesni M.A. 2019. Characteristics of sagittae morphology in sixteen marine fish species collected from the Persian Gulf: demonstration of the phylogenetic influence on otolith shape. Regional Studies in Marine Science, 29:100661. (In Persian).

Thacker C.E. 2011. Systematics of gobiidae. Biology of Gobies, 129-136.

Yu X., Bian C., Zan Q., Xu X., Liu X., Chen J., Zhang X. 2013. Risk and toxicity assessments of heavy metals in sediments and fishes from the Yangtze River and Taihu Lake, China. Chemosphere, 93(9):1887-1895.

Yu X., Bian C., Zan Q., Xu X., Liu X., Chen J., Zhang X. 2014. *Mudskipper* genomes provide insights into the terrestrial adaptation of amphibious fishes. Nature communications, 5(1)1-8.

نحوه استناد به این مقاله:

امامیان ع.، طباطبایی‌یزدی ف.، احمدنیای‌مطلق ح.ر.، صفری ا. مطالعه اختلافات ریختی سنگریزه شنوایی به روش ریخت‌سنجی هندسی در دو گونه گاوماهی *Bathygobius meggitti* (Hora and Mukerji, 1936) و *Istigobius ornatus* (Rüppell,1830) در سواحل حوضه مکران، دریای عمان. نشریه پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی دانشگاه گنبدکاووس. ۱۴۰۰، ۵۸-۴۹ :(۴)۹ .

Emamian A., Tabatabaei Yazdi F., Ahmadniaye Motlagh H.R., Safari O. Studying morphological differences of otolith using geometric morphometric in two species of gobiidae *Bathygobius meggitti* (Hora and Mukeriji, 1936) and *Istigobius ornatus* (Ruppell, 183) in Makran coast, Oman Sea. Journal of Applied Ichthyological Research, University of Gonbad Kavous. 2021. 9(4): 49-58.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.22034/jair.9.4.51]

The studying morphological differences of otolith using geometric morphometric in two species of gobiidae *Bathygobius meggitti* (Hora and Mukeriji, 1936) and *Istigobius ornatus* (Ruppell, 183) in Makran coast, Oman Sea

Emamian A[1]., Tabatabaei Yazdi F[2*]., Ahmadniye Motlagh H.R[3]., Safari O[4].

[1] MSc Student of Environment, Faculty of Natural Resources and Environment, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
[2] Assistant Prof., Dept. of Environment, Faculty of Natural Resources and Environment, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
[3] Assistant Prof., Dept. of Environment, Faculty of Natural Resources and Environment, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
[4]Associate Prof., Dept. of Environment, Faculty of Natural Resources and Environment, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

Type:

Original Research Paper

Paper History:

Received: 19-08-2021
Accepted: 17-09- 2021

Corresponding author:

Tabatabaei Yazdi F. Assistant Prof., Dept. of Environment, Faculty of Natural Resources and Environment, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

Email: f.tabatabaei@um.ac.ir

Abstract

This study aims to investigate the morphological variety using morphological differences of otolith in two species of *Bathygobius meggitti* and *Istigobius ornatus* from gobiidae family and their populations in Makran coast, Southeast of Iran. In order to do this, 56 samples of goby were caught and collected from three stations of Tis, Lipar, and Big Sea during spring and summer of 2018. Right and left otoliths of species were taken out. Four landmark points on the maximum length and width of otolith growth and 128 semi-landmark points around otoliths were digitized using professional software of geometric morphology, and R software was used to analyze them statistically. Results of analyzing semi-landmarks and real landmarks showed a significant intra-species and intra-population difference. The highest difference was observed in Tis population for both species, *B.meggitti* and *I.ornatus*. There was significant intra-species difference between two populations of Tis and Big Sea for *B. meggitti* species and a significant difference was observed between two populations of *I. ornatus* species in Tis and Big Seda. In addition, results of landmark analysis showed there was significant Intra- and inter-species difference in the size of otolith growth zone. Such information can improve our knowledge about the phylogeny and taxonomy of these species and help us to know the biodiversity.

Keywords: Gobiidae, Morphology, Biodiversity, Otolith, Morphological flexibility

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.22034/jair.9.4.51]