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

بررسی مقایسه‌ای تغییرات ریخت‌شناسی جمعیت‌های بلنی‌ماهیان جنس *Omobranchus* در سواحل ایرانی خلیج‌فارس و دریای عمان با استفاده از روش ریخت‌سنجی هندسی

مریم شریفی‌نیا[1]، سید حامد موسوی ثابت[2*]، محمدصادق علوی یگانه[3]، مهدی قنبری فردی[4]

[1] دانشجوی دکتری، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، گیلان، ایران

[2] دانشیار، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، گیلان، ایران

[3] استادیار، گروه زیست شناسی دریا، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، مازندران، ایران

[4] استادیار، گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، سیستان و بلوچستان، ایران

نوع مقاله:
پژوهشی اصیل
DOI: 10.22034/jair.8.5.1

تاریخچه مقاله:
دریافت: ۰۰/۰۹/۲۴
پذیرش: ۰۰/۱۱/۱۰

نویسنده مسئول مکاتبه:
سید حامد موسوی ثابت، دانشیار، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه-سرا، گیلان، ایران

ایمیل: mousai-sabet@guilan.ac.ir

چکیده

هدف از انجام این مطالعه بررسی تغییرات شکل بدن جمعیت‌های مختلف بلنی‌ماهیان جنس *Omobranchus* در سواحل ایرانی خلیج‌فارس و دریای عمان، با استفاده از روش ریخت‌سنجی هندسی لندمارک پایه بود. بدین منظور، تعداد ۱۲۰ عدد بلنی ماهی متعلق‌به جنس *Omobranchus* شامل گونه‌های *O. fasciolatus* (۸۰ عدد، از ایستگاه‌های هنگام، هرمز و دریابزرگ)، *O. punctatus* (۱۰ عدد از ایستگاه بندر عامری) و *O. mekranensis* (۳۰ عدد از ایستگاه دریابزرگ) در فصل زمستان از صخره‌ها و گودال‌های ساحلی ایستگاه‌های بندر عامری، هنگام و هرمز در خلیج‌فارس و ایستگاه دریابزرگ در دریای عمان جمع‌آوری شدند. به‌منظور بررسی و مقایسه ویژگی‌های ریخت‌شناسی جمعیت‌های مختلف بلنی‌ماهیان، از سطح جانبی سمت چپ بدن ماهی‌ها عکس‌برداری شده و تعداد ۱۴ عدد لندمارک با استفاده از نرم‌افزار TpsDig روی تصاویر دوبعدی قرار داده شد. داده‌های حاصل پس از تحلیل پروکراست با روش‌های آماری چند متغیره PCA و CVA و تحلیل خوشه‌ای (CA) تجزیه‌وتحلیل شدند و الگوهای تغییر شکل هر جمعیت نسبت به شکل میانگین کل جمعیت‌ها در شبکه تغییر شکل مصورسازی شد. نتایج نشان داد که تفاوت معنی‌داری در ویژگی‌های ریختی پنج جمعیت موردبررسی وجود داشت ($p<۰/۰۰۰۱$) و مهم‌ترین صفات بیان‌کننده تغییرات بین گروهی براساس نمودار لودینگ شامل لندمارک‌های فرورفتگی بین دو باله پشتی، نقاط ابتدا و انتهای باله مخرجی در مؤلفه اصلی اول و نقطه ابتدایی باله مخرجی، فرورفتگی بین دو باله پشتی و نقطه پایینی سرپوش آبششی در مؤلفه اصلی دوم بودند. نتایج این مطالعه می‌تواند به درک بهتر الگوی تغییرپذیری ریختی این ماهیان در آب‌های سواحل جنوبی ایران کمک کند.

واژه‌های کلیدی:
بلنی ماهیان، تغییرات شکل بدن، لندمارک پایه، ویژگی‌های ریخت‌شناسی.

۱ | مقدمه

شکل بدن شاخصی مهم برای رفتارهای شناگری و انتخاب زیستگاه در ماهیان است و نه تنها انعکاس‌دهنده ویژگی‌های ژنتیکی است بلکه می‌تواند منعکس‌کننده وضعیت محیطی زیستگاه ماهی نیز باشد (Guill *et al.*, 2003). انعطاف‌پذیری ریختی جمعیت‌های یک گونه در زیستگاه‌های متنوع، پدیده‌ای است که درنتیجه اثر فاکتورهای محیطی بر روی اجداد جمعیت‌های یک گونه در پدیده گونه‌زایی ایجاد می‌شود. به‌عبارت دقیق‌تر، تنوع ریخت‌شناسی ممکن است نتیجه انعطاف‌پذیری ریختی، سازگاری‌های منطقه‌ای، تغییرات خصوصیات اکولوژیکی، عوامل زیستی یا رابطه متقابل هر یک از این فرآیندها باشد. بنابراین، تکامل جمعیت‌ها باعث ایجاد سازگاری آن‌ها به شرایط زیستی در مناطق مختلف شده است که این امر، خود می‌تواند دلیل به‌وجود آمدن اختلافات ریخت‌شناختی و ژنتیکی بین جمعیت‌های مختلف یک گونه و همچنین بین گونه‌های مختلف ماهیان باشد (Adams and Collyer, 2009). از این‌رو شناخت این تفاوت‌های ریختی بین جمعیت‌های یک گونه از نظر حفاظت و درک روند تکامل آن‌ها به‌عنوان واحدهای تکاملی اهمیت به‌سزایی دارد (Nasri *et al.*, 2013). ریخت‌سنجی هندسی یک روش کمی تجزیه‌وتحلیل اشکال است که به‌طور گسترده برای مقایسه و تعیین تغییرات ساختارهای بیولوژیک استفاده شده و ابزار تحلیلی و گرافیکی ارزشمندی جهت اندازه‌گیری و تجسم تنوعات ریخت‌شناسی میان ارگانیسم‌ها می‌باشد (Mousavi- Sabet and Anvari Far, 2013) و در اهدافی همچون آشکارسازی تأثیر ویژگی‌های زیستگاه بر روی شکل بدنی، پاسخ‌های انعطاف‌پذیری، شناسایی گونه‌ها و مطالعات

© ۱۴۰۰ | دانشگاه گنبدکاووس

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-05]
[DOI: 10.22034/jair.8.5.1]

ارزیابی ذخایر ماهیان مورد استفاده قرار می‌گیرد (Demandt and Bergek, 2009).

در دهه‌های اخیر با پیشرفت‌هایی که در زمینه تهیه تصاویر دیجیتال صورت گرفته است، ریخت‌سنجی هندسی در کنار روش ریخت‌سنجی سنتی در توصیف تفاوت بین شکل‌های زیستی برای تشخیص گونه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد (Adams *et al*., 2004). توسعه سیستم‌های تحلیل تصویر، پیشرفت و متنوع سازی روش‌های ریخت‌شناسی را تسهیل کرده و پتانسیل استفاده از مورفومتری به‌عنوان ابزاری برای شناسایی ذخایر را گسترش می‌دهد (Mojekwu and Anumudu, 2015). در روش ریخت‌سنجی هندسی لندمارک پایه، مقایسه بین اشکال با جمع‌آوری اطلاعات مکانی نقاط مجزایی که لندمارک نامیده می‌شوند، انجام می‌گیرد. نتایجی که توسط این روش به‌دست می‌آید، مستقیماً به کیفیت لندمارک‌ها بستگی داشته و مجموعه لندمارک‌های تعریف شده برای نمونه مورد مطالعه، باید در تمام نمونه‌ها موجود باشد. امروزه، روش لندمارک‌گذاری جهت تعیین مقدار تغییر شکل نقاط مورفومتریک در فضای مختصات، همان‌طور که پیش از این توسط تامپسون (Thompson, 1917) مفهوم‌سازی شده بود، توسعه‌یافته است. این روش‌ها میزان تغییر در شکل را از یک شکل مرجع اندازه‌گیری می‌کنند و الگوهای تغییر ریختی درون و بین گروه‌ها را می‌توان درصورتی‌که هر فرد از یک" میانگین "منحرف شود، اندازه-گیری کرد (Cadrin, 2000).

بلنی‌ماهیان (Blenniidae)، خانواده‌ای از ماهیان استخوانی راسته سوف ماهی‌شکلان (Perciformes) است که نمایندگان آنها معمولاً ماهیان دریایی کف‌زی با بدن‌هایی کوچک هستند که در امتداد سواحل دریاهای گرم و معتدل زندگی می‌کنند. این خانواده با ۵۸ جنس و ۴۰۵ گونه (Eschmeyer *et al*., 2021) بزرگ‌ترین خانواده زیرراسته Blennioidei بوده که بیشتر در آب‌های کم‌عمق ساحلی، دریاهای مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری و همچنین چند گونه در آب‌های شیرین و لب‌شور یافت می‌شوند (Hastings and Springer, 2009). ماهیان این خانواده به‌دلیل فراوانی و پراکنش گسترده در مناطق صخره‌های بین جزر و مدی و زیر جزر و مدی به‌عنوان مدل‌های مناسب و مهمی در مطالعات تکاملی و بوم‌شناسی و جغرافیای زیستی موردتوجه محققین هستند (Mundary and Jones, 1998; Depcznski and Bellwood, 2003). جنس *Omobranchus* ماهیانی کوچک، گوشت‌خوار، کف‌زی ساکن زیستگاه‌های سواحل دریایی کم-عمق و آب‌های مصبی اقیانوس هند-آرام غربی هستند (Hastings and Springer, 2009) که البته چندین گونه از آن‌ها احتمالاً از طریق حمل‌ونقل کشتی‌های اقیانوس‌پیما به سایر مناطق دنیا وارد شده‌اند. این گونه‌ها معمولاً در صخره‌ها و ریف‌های صدفی و حاشیه باتلاق‌های مانگرو ساکن هستند. تعداد اندکی از آنها در اعماق بیشتر از دو متر وجود دارند و بسیاری از آنها در عمق کمتر از نیم متر زیست می‌کنند.

در ایران مطالعات محدودی بر روی خانواده Blenniidae انجام گرفته است. که احتمالاً می‌تواند به‌دلیل نداشتن ارزش اقتصادی و همچنین دشواری نمونه‌برداری ناشی از پیچیدگی‌های زیستگاهی، اندازه کوچک، حرکات سریع، رنگ‌های استتاری و ناتوانی ابزارهای معمولی صید مانند ترال، پرساین و تله برای صید آن‌ها می‌باشد. چک‌لیست‌های ارائه شده توسط قنبری‌فردی و ملک (Ghanbarifardi and Malek, 2007)، مهربان و اسماعیلی (Mehraban and Esmaeili, 2018) و استکانی و همکاران (Estekani *et al*., 2019)، حضور ۱۷ گونه از این خانواده را در آب‌های ساحلی جنوب ایران تأئید می‌کند. در سطح جهانی نیز در رابطه با مطالعات ریخت‌سنجی بلنی‌ماهیان کارهای زیادی انجام نشده است و به‌غیر از ارائه یک سری کلیدهای شناسایی که عمدتاً مبتنی بر صفات شمارشی و توصیفی هستند، در رابطه با صفات اندازشی و ریختی داده‌های زیادی در دسترس نیست.

بنابراین، باتوجه به محدود بودن مطالعات ریخت‌سنجی انجام شده برروی این ماهیان، هدف از انجام این مطالعه بررسی تغییرات شکل بدن جمعیت‌های مختلف بلنی‌ماهیان جنس *Omobranchus* در سواحل ایرانی خلیج‌فارس و دریای عمان، با استفاده از روش ریخت-سنجی هندسی لندمارک پایه می‌باشد.

۲ | مواد و روش‌ها

جهت انجام این مطالعه، تعداد ۱۲۰ عدد بلنی‌ماهی متعلق به جنس *Omobranchus* شامل گونه‌های *O. fasciolatus* (۸۰ عدد، از ایستگاه‌های هنگام، هرمز و دریابزرگ)، *O. punctatus* (۱۰ عدد از ایستگاه بندر عامری) و *O. mekranensis* (۳۰ عدد از ایستگاه دریابزرگ) در فصل زمستان از صخره‌ها و گودال‌های ساحلی ایستگاه-های بندر عامری (28°30′N 51°06′E)، هنگام (26°40′N 55°53′E) و هرمز (27°53′N 56°26′E) در خلیج‌فارس و ایستگاه دریابزرگ (25°16′N 60°39′E) در دریای عمان صید شدند. نمونه-برداری در زمان حداکثر جزر و با استفاده از تور دستی انجام گرفت و سپس نمونه‌ها در فرمالین ۵٪ تثبیت و جهت انجام مطالعات ریخت-سنجی به آزمایشگاه منتقل شدند.

به‌منظور بررسی و مقایسه ویژگی‌های ریخت‌شناسی جمعیت‌های مختلف بلنی‌ماهیان جنس *Omobranchus* از روش ریخت‌سنجی هندسی (Bookstein, 1985) استفاده شد. در ابتدا با استفاده از دوربین Canon Power Shot SX 30 IS و به کمک یک پایه عمود بر سطح از سمت چپ سطح جانبی نمونه‌ها تحت شرایط یکسان و با فاصله‌ی ثابت ۳۰ سانتی‌متر عکس‌برداری شده و تصاویر مربوط به هر ایستگاه به‌صورت جداگانه به رایانه منتقل شد.

تصاویر توسط نرم‌افزار tpsUtil-1.44 مرتب شده و با استفاده از نرم‌افزار tpsDig-2.16 و با استفاده از ابزار Digitize landmarks، تعداد ۱۴ لندمارک روی سطح جانبی بدن ماهی انتخاب گردید (شکل ۱). در لندمارک گذاری از نقاطی از بدن ماهی استفاده شد که در همه ماهیان مشابه (هومولوگ) باشند و در حین ایجاد لندمارک سعی گردید که محل نقطه‌گذاری در تمامی تصاویر دقیق و مشابه باشند. جهت اطمینان از صحت لندمارک گذاری از نرم‌افزار tpsSmall و tpsRegr استفاده شد. از آنجا که ویژگی‌های ریخت‌شناسی برخلاف ویژگی‌های شمارشی در سرتاسر دوران زندگی ثابت نمی‌باشد و با اندازه بدن ماهی

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-05]

[DOI: 10.22034/jair.8.5.1]

ارتباط دارد (Poulet *et al*., 2004)، در آنالیزهایی که براساس شکل انجام می‌گیرد، باید اثر اندازه را در آن‌ها از میان برد، این کار با Procrustes کردن داده‌ها در نرم‌افزار PAST انجام گردید (Rohlf, 1999). به‌این‌ترتیب جدا کردن گونه‌ها فقط براساس شکل صورت می‌گیرد.

سپس به‌منظور مقایسه شکل هندسی جمعیت‌های مختلف بلنی ماهیان جنس *Omobranchus* از روش‌های تجزیه‌وتحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) و تجزیه‌وتحلیل تغییرات متعارف (CVA) استفاده شد. هدف از انجام آزمون تجزیه وتحلیل مؤلفه‌های اصلی یافتن متغیرهای فرضی (مؤلفه‌ها) است که به بهترین شکل ممکن بیان‌کننده الگوی تغییرات در داده‌های چندمتغیره باشند (Davis, 1986). برای انتخاب مؤلفه‌های اصلی معنی‌دار از آزمون خط شکست و نقطه برش جولیف استفاده گردید (Aguilar-Medrano *et al*., 2011; Jolliffe, 2002). بدین‌صورت که مؤلفه‌های دارای مقادیر ویژه بیشتر از حد برش جولیف به‌عنوان مؤلفه‌های معنی‌دار و مولفه‌هایی که زیر خط شکست قرار می‌گیرند، مؤلفه‌های غیر معنی‌دار محسوب شدند (Jackson, 1993). در روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی از ضریب KMO (Kaiser Meyer Olkin) نیز استفاده گردید که اگر مقدار این ضریب بزرگ‌تر از ۰/۶ باشد بیان‌کننده این است که روش تجزیه به عامل‌ها مناسب است.

در تجزیه‌وتحلیل تغییرات متعارف نیز یک سری متغیرهای کانونیک استخراج شده که همانند مؤلفه‌های اصلی بیانگر ترکیب خطی متغیرهای اصلی هستند با این تفاوت که در روش CVA فرض تشابه بین جمعیت‌ها براساس مقایسه جفتی گروه‌ها و براساس فواصل ماهالانوبیس و پروکراست از نظر آماری مقایسه شده و براساس سطح معنی‌داری مشخص سنجیده می‌شود. بنابراین با استفاده از روش PCA مهم‌ترین مؤلفه‌های مؤثر بر تغییرات بین و درون گروهی بررسی و با استفاده از آزمون CVA فرض تشابه بین آنها از نظر آماری سنجیده می‌شود (Hammer, 2012). مصورسازی تفاوت شکل بدنی جمعیت‌های مورد مطالعه نسبت به یکدیگر در نمودار Wireframe برای نمایش تفاوت‌های شکل بدنی انجام شد. تمامی تجزیه و تحلیل‌های آماری در نرم‌افزارهای Morpho J و PAST- 2.1 انجام گردید (Klingenberg, 2011; Hammer, 2012).



شکل ۱- نقاط لندمارک تعریف شده برای استخراج شکل بدن در جمعیت‌های بلنی ماهیان جنس *Omobranchus*: ۱) ابتدایی‌ترین نقطه پوزه، ۲) مرکز چشم، ۳) نقطه لبه بالایی سر در امتداد مرکز چشم، ۴) نقطه انتهایی بخش سر، ۵) نقطه پایین سرپوش آبششی، ۶) نقطه ابتدای قاعده باله پشتی، ۷) نقطه انتهایی سرپوش آبششی، ۸) نقطه ابتدای قاعده باله مخرجی، ۹) فرورفتگی میان دو باله پشتی، ۱۰) نقطه انتهای قاعده باله مخرجی، ۱۱) نقطه انتهای قاعده باله پشتی، ۱۲) قسمت بالای ساقه دمی در بخش بیشترین تورفتگی ساقه دمی، ۱۳) قسمت پایین ساقه دمی در بخش بیشترین تورفتگی ساقه دمی، ۱۴) نقطه میانی ساقه دمی.

۳ | نتایج

مطابق نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA)، سه مؤلفه اصلی به‌عنوان عوامل اصلی تفکیک کننده جمعیت‌ها انتخاب شده که دو مؤلفه اول و دوم به‌ترتیب با ۵۷/۲۰ و ۱۷/۲۵ درصد و مجموعاً با بیان ۷۴/۴۵ درصد واریانس کل برای رسم نمودار پراکنش گونه‌ها به‌کار برده شدند. نحوه توزیع شکل گونه‌های مورد مطالعه در راستای دو محور مؤلفه‌های اصلی اول و دوم (PC1 و PC2) در نمودار تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در شکل ۲ آورده شده است. براساس نمودار حاصل، جمعیت *O. punctatus* بندر عامری به‌طور کامل از سایر گونه‌ها تفکیک شده است. سه جمعیت *O. fasciolatus* متعلق به ایستگاه‌های هرمز، هنگام و دریابزرگ در فاصله نزدیک به یکدیگر قرار گرفته و میان دو جمعیت مربوط به ایستگاه‌های هرمز و هنگام همپوشانی بالایی مشاهده می‌شود. جمعیت *O. mekranensis* دریابزرگ نیز از سایر گونه‌ها تفکیک شده و تا حد کمی با جمعیت *O. fasciolatus* دریابزرگ مشابهت دارد.



شکل ۲- نمودار تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA) شکل بدن جمعیت‌های بلنی ماهیان مورد مطالعه

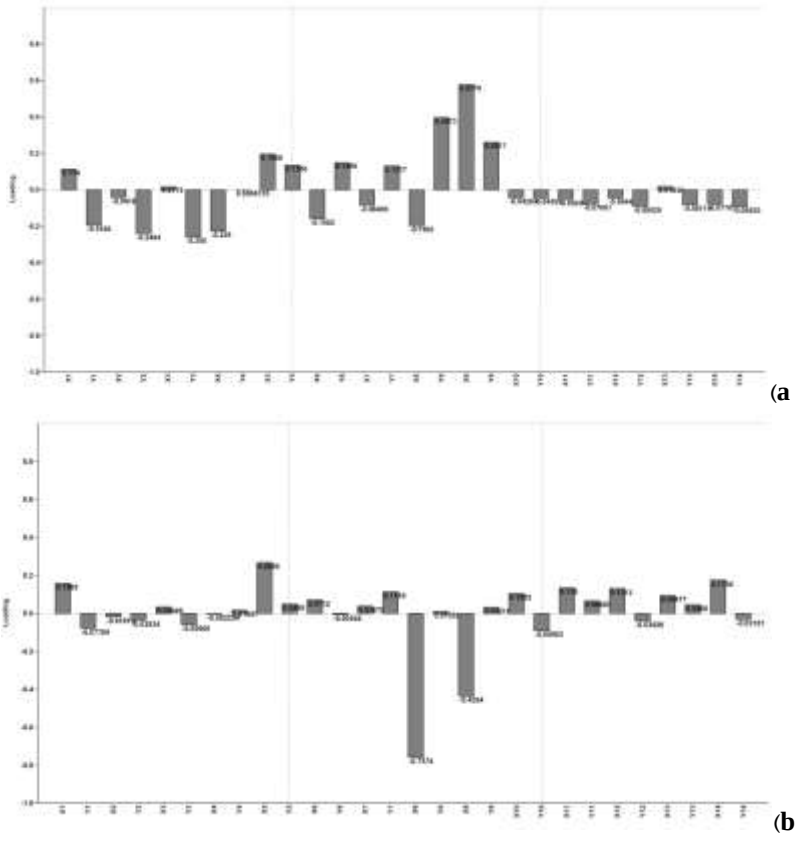
[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-05]

[DOI: 10.22034/jair.8.5.1]

مهم‌ترین صفات بیان‌کننده تغییرات بین گروهی براساس نمودار لودینگ (بار عاملی) مشخص گردید (شکل ۳). بررسی نمودار مقادیر بارهای عاملی مختصات لندمارک‌ها در هریک از مؤلفه‌های اصلی اول و دوم سهم هر لندمارک را در بیان تغییرات بین گروهی نشان می‌دهد. بر اساس قدرمطلق مقادیر بار عاملی مختصات لندمارک‌ها، مهم‌ترین لندمارک‌های مؤثر در هر مؤلفه اصلی و بیان کننده بیشترین تغییرات در مؤلفه اصلی اول به‌ترتیب شامل لندمارک‌های ۹، ۸ و ۷ در مؤلفه اصلی دوم نیز به‌ترتیب لندمارک‌های ۸، ۹ و ۵ بودند. بنابراین، مهم‌ترین صفات دارای تنوع در لندمارک‌های: فرورفتگی بین دو باله پشتی، ابتدای باله مخرجی و نقطه انتهایی سرپوش آبششی در مؤلفه اصلی اول و نقطه ابتدایی قاعده باله مخرجی، فرورفتگی بین دو باله پشتی و نقطه انتهایی سر در مؤلفه اصلی دوم مشاهده شد.

برای سنجش فرض تشابه شکل هندسی جمعیت‌های مختلف جنس *Omobranchus* از آزمون تجزیه وتحلیل تغییرات متعارف (CVA) استفاده گردید. آماره‌های لامبدای ویلکس (Wilks lambda) معادل $13/292\times10^{-5}$ (F=19/ 9 و p<۰/۰۰۱) و اثر پیلای معادل 3/347 (F=10/99 و p<۰/۰۰۱) نشان دادند که بین گونه‌های مورد مطالعه اختلاف آماری معنی‌داری وجود دارد. آزمون تحلیل همبستگی کانونیک (CVA) بر اساس ارزش p حاصل از آزمون جایگشت (Permutation test) نشان داد که حدود ۱۰۰ درصد واریانس مربوط به ۴ مؤلفه اول می‌باشد و دو مؤلفه اول به‌ترتیب با بیان ۴۷/۴۸۳٪ و ۷/۳۹۴٪ و مجموع ۵۴/۸۷۷٪ واریانس به‌عنوان عوامل اصلی رسم نمودار انتخاب شدند (جدول ۱).

مطابق با نمودار تحلیل همبستگی کانونی شکل بدن جمعیت‌های بلنی‌ماهیان (شکل ۴)، جمعیت‌های *O. punctatus* بندر عامری و *O. mekranensis* دریابزرگ با فاصله از جمعیت‌های گونه *O. fasciolatus* قرار گرفته‌اند. سه جمعیت *O. fasciolatus* مربوط به ایستگاه‌های دریابزرگ، هرمز و هنگام نیز در فاصله نزدیک نسبت به یکدیگر قرار داشته و دو جمعیت مربوط به ایستگاه‌های هنگام و هرمز اندکی با یکدیگر همپوشانی نشان می‌دهند.



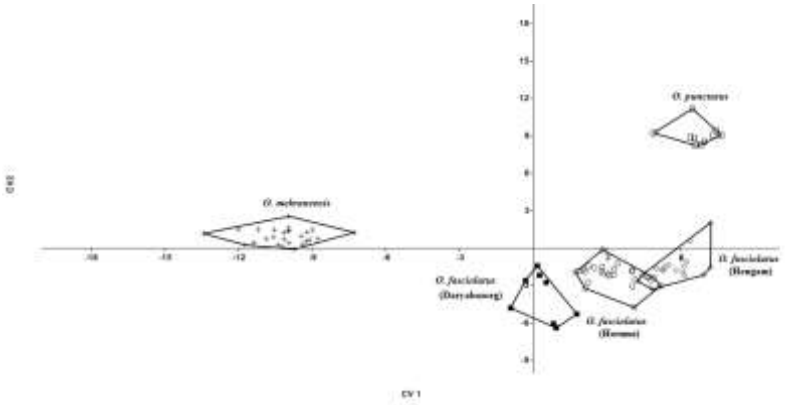
شکل ۳- نمودار مقادیر بارهای عاملی مختصات لندمارک‌ها در هریک از مؤلفه‌های اصلی اول (a) و دوم (b). تجزیه وتحلیل تغییرات متعارف (CVA) داده‌های ریخت‌سنجی هندسی

جدول ۱- مقادیر ویژه، درصد واریانس و درصد تجمعی هر یک از محورهای آنالیز CVA

CV	مقادیر ویژه	٪ واریانس	٪ درصد تجمعی
۱	47/483	78/06	78/06
۲	7/394	12/15	90/21
۳	4/37	7/18	97/40
۴	1/57	2/59	100

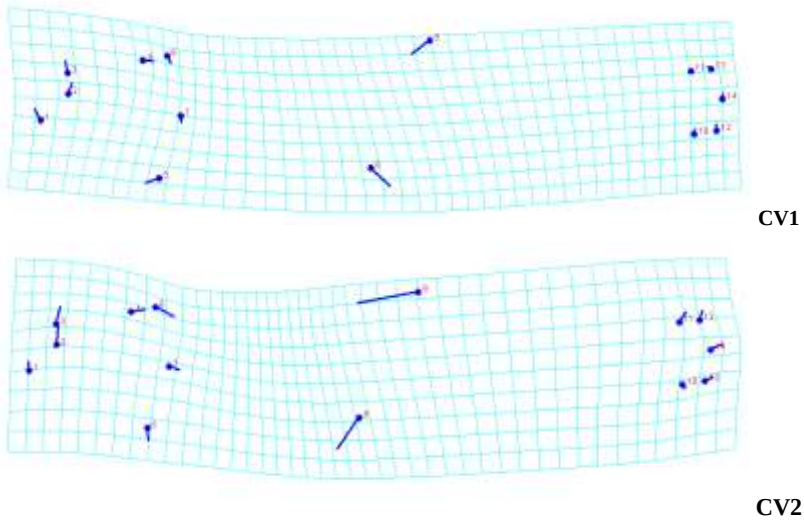
[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-05]

[DOI: 10.22034/jair.8.5.1]



شکل ۴- نمودار تحلیل همبستگی کانونی (CVA) شکل بدن جمعیت‌های بلنی‌ماهیان مورد مطالعه

نمایش مقادیر جابجایی لندمارک‌ها براساس متغیرهای کانونیک ۱ و ۲ به‌صورت خط سیر پیرامونی (شکل ۵) نشان داد که مهم‌ترین لندمارک‌های مؤثر در CV1 شامل: لندمارک‌های ۸، ۹، ۵، ۱ و ۲ و در CV2 شامل لندمارک‌های ۹، ۸، ۵، ۳ و ۲ هستند. باتوجه به نتایج آزمون CVA، بیشترین تغییرات مربوط به ویژگی‌هایی چون: طول قاعده باله مخرجی، طول قاعده باله پشتی دوم، اندازه سر و موقعیت پوزه و چشم بوده است. فواصل ماهالوبینس (Mahalanobis) بین شکل بدن گروه‌های مطالعه شده در جدول۲ آورده شده است. مطابق مقادیر فاصله ماهالانوبیس که نشان‌دهنده تمایز جمعیت‌ها می‌باشد و به‌نوعی با تمایز رابطه مستقیم دارد، بیشترین فاصله به‌ترتیب در بین جمعیت‌های *O. mekranensis* و *O. punctatus*، *O. mekranensis* و *O. fasciolatus* هنگام و کمترین فاصله به‌ترتیب مابین جمعیت‌های *O. fasciolatus* هرمز و *O. fasciolatus* هنگام، *O. fasciolatus* هرمز و *O. fasciolatus* دریابزرگ وجود دارد.



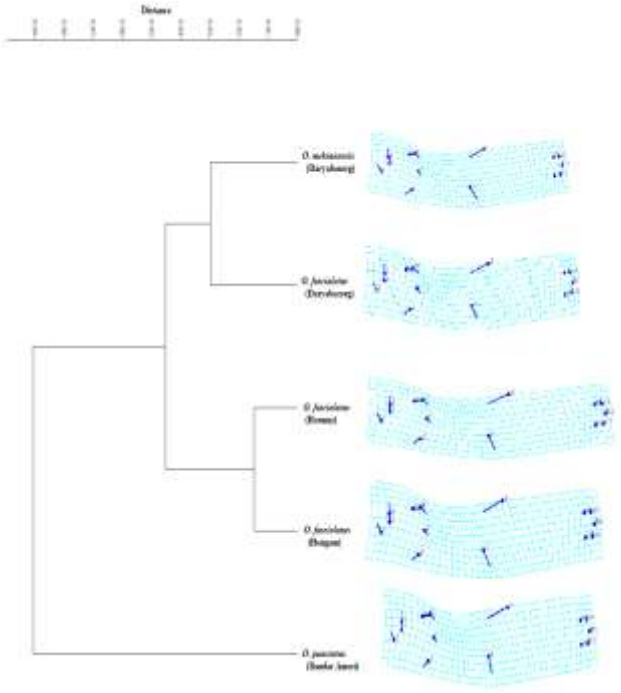
شکل ۵- نمایش مقادیر جابجایی لندمارک‌ها براساس متغیرهای کانونیک ۱ و ۲ (CV1 و CV2).

جدول ۲-فواصل Mahalanobis شکل بدن حاصل از آزمون CVA در جمعیت‌های بلنی‌ماهیان مورد مطالعه

گونه‌ها	*O. punctatus* (Bandar Ameri)	*O. fasciolatus* (Daryabozorg)	*O. fasciolatus* (Hormuz)	*O. fasciolatus* (Hengam)
O. fasciolatus (Daryabozorg)	۱۲/۷۱			
O. fasciolatus (Hormuz)	۹/۸۰	۸/۱۰		
O. fasciolatus (Hengam)	۸/۵۷	۹/۱۱	۴/۳۱	
O. mekranensis (Daryabozorg)	۱۸/۳۴	۱۲/۵۰	۱۳/۴۵	۱۵/۷۹

تجزیه‌وتحلیل خوشه‌ای (Cluster) داده‌های ریخت‌سنجی هندسی: براساس تجزیه‌وتحلیل خوشه‌ای مختصات لندمارک‌های هندسی، جمعیت‌های بلنی ماهی جنس *Omobranchus* سواحل جنوبی ایران به گروه‌های مجزا دسته‌بندی شده‌اند (شکل ۶). ضریب کوپرنیک تحلیل خوشه‌ای برابر با ۰/۸۷۵ محاسبه شد. براساس نمودار خوشه‌ای حاصله، جمعیت *O. punctatus* بندر عامری از سایر گونه‌ها جدا شده است. سایر جمعیت‌ها در دو گروه مجزا شامل دو جمعیت *O. mekranensis* و *O. fasciolatus* (دریابزرگ) در یک شاخه و دو جمعیت *O. fasciolatus* (هرمز) و *O. fasciolatus* (هنگام) در شاخه دیگر قرار گرفته‌اند.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-05]
[DOI: 10.22034/jair.8.5.1]



شکل ۶ - نمودار تحلیل خوشه‌ای شکل بدن نسبت به شکل میانگین در جمعیت‌های بلنی ماهیان مورد مطالعه

الگوهای شکل بدنی گونه‌های مختلف بلنی‌ماهیان مورد مطالعه بر اساس ترسیم شبکه تغییر شکل هر گونه با شکل اجماع کل در کنار نمودار خوشه‌ای نمایش داده‌شده است (شکل ۶). براساس الگوی جابجایی لندمارک‌ها، هر پنج جمعیت مورد مطالعه دارای تغییر در لندمارک‌های ۸ و ۹ و لندمارک‌های ۴، ۵، ۶، ۲ و ۱ (لندمارک‌های مربوط به بخش سر) بودند. در این جمعیت‌ها، افزایش اندازه سر، تغییر در موقعیت چشم و پوزه، کاهش طول باله پشتی اول (شعاع‌های غیرمنشعب)، افزایش طول باله پشتی دوم (شعاع‌های منشعب) و افزایش فاصله پیش باله مخرجی مشاهده شد. در جمعیت *O. mekranensis* باله پشتی اول کوتاهتر از سایر جمعیت‌ها بود. همچنین، در سه جمعیت مربوط به گونه *O. fasciolatus*، سر اندازه بزرگتری نسبت به دو گونه دیگر داشت.

۴ | بحث و نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این مطالعه نشان می‌دهد که هر یک از گونه‌ها و جمعیت‌های جنس *Omobranchus* موردبررسی، بر اساس ویژگی‌های ریختی قابل تفکیک هستند و این تفاوت‌ها، جدایی ریختی وابسته به زیستگاه را در این جمعیت‌ها آشکار می‌سازد. ضریب KMO در مورد خصوصیات ریخت‌سنجی هندسی ۰/۶۳۵ به‌دست آمد که نشان‌دهنده مناسب بودن کارآیی روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی برای این داده-هاست. باتوجه به مقدار Wilks lambda (معادل $۹/۲۹۲\times۱۰^{-۵}$) که بین صفر و یک است و طبق مطالعات صورت گرفته هرچه به سمت صفر میل کند نشان‌دهنده جدایی جمعیت‌ها و هرچه به سمت یک میل کند نشان‌دهنده عدم جدایی جمعیت‌هاست، در طبقه‌بندی جمعیت‌ها براساس تجزیه‌وتحلیل متغیرهای کانونی درباره صفات ریخت‌سنجی هندسی گروه‌بندی صحیحی صورت گرفته بود و بین جمعیت‌های مورد مطالعه اختلاف آماری معنی‌داری وجود داشت. این امر می‌تواند به‌واسطه جدایی جغرافیایی و تمایز ریختی میان جمعیت‌های مورد مطالعه باشد. چراکه احتمال جریان ژنی در بین گونه‌های مورد مطالعه حداقل در دوره زمانی نزدیک اندک می‌باشد. جدایی می‌تواند سبب جدایی جغرافیایی یا اساساً ریختی جمعیت‌های ماهیان گردد (Eagderi *et al.*, 2013; Nasri *et al.*, 2013). به‌علاوه تفاوت‌های ریختی مشاهده شده علاوه بر جدایی جغرافیایی می‌تواند به‌واسطه رانش ژنی و سایر عوامل مرتبط با انتخاب طبیعی باشد (Samaee and Patzner, 2011).

نتایج حاصل از آزمون تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA)، تجزیه وتحلیل تغییرات متعارف (CVA) و تجزیه‌وتحلیل خوشه‌ای (Cluster) با یکدیگر مطابقت داشته و نشان می‌دهند که سه جمعیت گونه *O. fasciolatus* متعلق به ایستگاه‌های هرمز، هنگام و دریابزرگ در فاصله نزدیکتری با یکدیگر نسبت به سایر جمعیت‌ها قرار گرفته‌اند. همچنین، جمعیت‌های *O. fasciolatus* ایستگاه‌های هرمز و هنگام تا حدودی با یکدیگر همپوشانی داشته‌اند که می‌تواند به‌دلیل نزدیکی جغرافیایی این دو ایستگاه به یکدیگر و داشتن شرایط زیست‌محیطی تقریباً مشابه در دو ایستگاه باشد. همچنین باتوجه به نتایج آزمون PCA، دو جمعیت *O. mekranenis* و *O. fasciolatus* دریابزرگ، که هر دو متعلق به یک ایستگاه (دریابزرگ، دریای عمان) بوده‌اند، اندکی با یکدیگر همپوشانی داشته و براساس نتایج آزمون Cluster نیز در یک گروه قرار گرفته‌اند. جمعیت *O. punctatus* بندر عامری نیز در فاصله زیادی نسبت به سایر جمعیت‌ها قرار داشته که می‌تواند ناشی‌از فاصله جغرافیایی

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-05]

[DOI: 10.22034/jair.8.5.1]

این جمعیت با سایر جمعیت‌ها باشد. ویژگی‌های ریخت‌شناسی می‌تواند در پاسخ به تفاوت در شرایط محیطی، انعطاف پذیری بالایی را نشان دهد (Wimberger, 1990). بنابراین، شرایط متمایز محیطی مناطق مورد مطالعه ممکن است تمایز ریخت‌شناسی را در این ایستگاه‌ها ایجاد کند. تمایز بین نمونه‌های ایستگاه‌های نزدیک به‌هم ممکن است به‌دلیل انزوای جغرافیایی باشد. جدایی ریختی ماهی‌های ساکن در زیستگاه‌های مختلف ممکن است از دو تفاوت عمده بین این محیط‌ها ناشی شود: (۱) سرعت آب و (۲) در دسترس بودن منابع و ترکیبات آب (Langerhans *et al*., 2003). تمام تغییرات مورفولوژیکی بین جمعیت ماهی‌ها ممکن است تحت تأثیر ترکیب ژنتیکی افراد باشد، اما ممکن است مجموعه‌ای از سازگاری‌ها را نیز با ترکیبی از عوامل محیطی مانند دما، شوری، اکسیژن محلول، شدت نور، عمق آب، شدت جریان آب، در دسترس بودن غذا، نوع تغذیه و زیستگاه منعکس کند (Antonucci *et al*., 2009; Spoljaric and Reimchen, 2011). شرایط اکولوژیک حاکم بر ایستگاه‌های مورد مطالعه متفاوت است که می‌تواند به‌دلیل تفاوت در شدت باد و امواج باشد. تأثیر مستقیم و غیرمستقیم امواج بر روی بلنی ماهیان مناطق دیگر گزارش شده است (La Mesa and Vacchi, 2005; Santin and Willis, 2007). ازآنجایی‌که در این مطالعه شاخص‌های زیست‌محیطی اندازه‌گیری و بررسی نشده‌اند، می‌توان تنها به استناد مطالعات مشابه تفاوت‌های ریختی مشاهده شده را به شرایط زیست‌محیطی نسبت داد.

شکل‌بدن علاوه‌بر اینکه بیانگر خصوصیات ژنتیکی موجودات است، می‌تواند منعکس کننده شرایط زیستگاهی و پاسخ‌های سازشی موجود زنده به آن‌ها نیز باشد. در اکوسیستم‌های آبی چنین سازگاری‌هایی درنتیجه نیاز به سازش با شرایط هیدرودینامیک صرفه‌جویی در انرژی و اساساً اقتصاد زیستی بیان شده است (Peznick and Langerhans, 2010). اساساً خصوصیات ساختارها و عملکرد آنها دو مقوله جدایی ناپذیر هستند. بدیهی است که فرم، شکل و خصوصیات یک ساختار بر عملکرد آن مؤثر است (Helfman *et al*., 2009). شکل خاص ماهیان و رفتارهای حرکتی آنها تحت تأثیر خصوصیات فیزیکی آب است (Videler, 1991). خصوصیات باله‌های شنا همانند تعداد شعاع‌های باله‌ها، ارتفاع و طول قاعده آنها و همچنین خصوصیات شعاع‌های غیر منشعب باله پشتی به‌عنوان سکان شنا عواملی هستندکه بر قابلیت شنا و مانورپذیری و حفظ تعادل شنا در محیط‌های آبی مؤثر هستند (Webb, 1982). بنابراین تغییرات و تفاوت‌های خصوصیات فیزیکوشیمیایی آب محیط زندگی و تفاوت‌های اقلیمی را می‌توان به‌عنوان عوامل بالقوه محرک تفاوت‌های ریختی در بلنی ماهیان پیشنهاد کرد. علاوه بر این رقابت نیز می‌تواند عامل دیگری در بروز تفاوت‌ها در بین جمعیت‌های هم‌جا (Sympatric) یا جمعیت‌های ایزوله شود. اختلافات ریختی بین گونه‌ها یا جمعیت‌های هم‌جا اغلب به‌عنوان تکامل جهت پرهیز از رقابت و در جمعیت‌های ایزوله یا دور از هم، نتیجه سازگاری با شرایط منطقه‌ای تفسیر می‌گردد (Karakusis, 1991).

باتوجه به نتایج حاصل از آزمون‌های PCA و CVA جمعیت‌های مورد مطالعه، بیشترین میزان تغییرات مربوط به اندازه سر، طول قاعده باله پشتی و مخرجی و موقعیت چشم و پوزه بوده است و این تفاوت‌ها سبب تمایز معنی‌دار شکل بدن بین جمعیت‌های مورد مطالعه شده است. تغییر در شکل بدن و به‌ویژه سر به‌طور غیرمستقیم به‌واسطه تغییرات در عمل جستجوی غذا بوده و بر بازده عمل جستجوی غذا تأثیر می‌گذارد (Anderson *et al*., 2005). به‌عنوان‌مثال، بررسی‌های مختلف نشان داده شده است که علت تفاوت در اندازه سر و موقعیت چشم در ماهی سه‌خاره به‌دلیل نحوه تغذیه متفاوت بوده است (Langerhans *et al*., 2003). بنابراین، تغییر در موقعیت چشم بلنی ماهیان می‌تواند حاکی از تغییر استراتژی تغذیه‌ای این ماهیان باشد. تغییر در موقعیت لندمارک‌های ناحیه دهان و سرپوش آبششی جمعیت‌های بررسی شده نیز می‌تواند ناشی از تغییرات اکسیژن محلول در مناطق موردبررسی باشد چراکه در دماهای بالاتر میزان اکسیژن محلول کاهش یافته و از طرفی میزان اکسیژن خواهی ماهی افزایش می‌یابد و بنابراین ماهی برای جبران این مشکل می‌تواند سازگاری‌های ریختی مانند تغییر در سرپوش آبششی به سمت بزرگ شدن و موقعیت دهان به سمت بالا را ایجاد کند تا بتوانند اکسیژن موردنیاز خود را تأمین کند (Kramer and McClure, 1982).

مطالعات متعددی استفاده از روش ریخت‌سنجی هندسی را به عنوان یک ابزار مناسب جهت تفکیک ریختی جمعیت‌های ماهیان مختلف عنوان کرده‌اند (Mousavi Sabet and Anvarifar, 2013; Sharifiniya and Mousavi Sabet, 2016; Eagderi *et al*., 2013, 2019; Ghanbarifardi *et al*., 2020; Mouludi-Saleh *et al*., 2020; Mouludi-Saleh and Eagderi, 2021). امانتی و همکاران (Amanati *et al*., 2021) تنوع ریختی سه گونه بلنی ماهی جنس *Istiblennius* را در سواحل دریای مکران بررسی کردند. بر اساس نتایج حاصل از این مطالعه، تفاوت‌های ریختی میان سه گونه مورد مطالعه به‌طور عمده مربوط به ویژگی‌های ارتفاع بدن، ساقه دمی و موقعیت باله‌های مخرجی و پشتی بوده است که می‌تواند مرتبط با شرایط اکولوژیکی و تیپ بستر در سه ایستگاه مختلف و یا رژیم غذایی متفاوت آنها باشد. در رابطه با مطالعات ریخت‌سنجی گونه‌های مختلف بلنی ماهیان کارهای زیادی انجام نشده است و به‌غیر از ارائه یک سری کلیدهای شناسایی که عمدتاً مبتنی بر صفات شمارشی و توصیفی هستند، در رابطه با صفات اندازشی داده‌های زیادی در دسترس نیست. از این‌رو، نتایج این مطالعه می‌تواند به درک بهتر الگوی تغییرپذیری ریختی این ماهیان در آبهای سواحل جنوبی ایران کمک کند.

پست الکترونیک نویسنده:

سید حامد موسوی ثابت: mousavi-sabet@guilan.ac.ir

REFERENCES

Adams D.C., Collyer M.L. 2009. A general framework for the analysis of phenotypic trajectories in evolutionary studies. Evolution, 63: 1143-1154.

Adams D.C., Rohlf F.J., Slice D.E. 2004. Geometric morphometrics: ten years of progress following the 'revolution'. Italian journal of zoology, 71: 5-16.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-05]

[DOI: 10.22034/jair.8.5.1]

Aguilar-Medrano R.O., Frederich B., De Luna E., Balart E.F. 2011. Patterns of morphological evolution of the cephalic region in damselfishes (Perciformes: Pomacentridae) of the Eastern Pacific. Biological Journal of the Linnean Society, 102 (3): 593-613.

Andersson J., Frank J., Tony S. 2005. Interactions between predator-and diet-induced phenotypic changes in body shape of crucian carp, 273: 431-437.

Antonucci F., Costa C., Aguzzi J., Cataudella S. 2009. Ecomorphology of morphofunctional relationships in the family of Sparidae: A quantitative statistic approach. Journal of Morphology, 270 (7): 843–855.

Cadrin S.X. 2000. Advances in morphometric identification of fishery stocks. Reviews in Fish Biology and Fisheries, 10: 91-112.

Davis J.C. 1986. Statistics and data analysis in geology. John Wiley & Sons, New York, USA.

Demandt M.H., Bergek S. 2009. Identification of cyprinid hybrids by using geometric morphometrics and microsatellites. Journal of Applied Ichthyology, 25 (6): 695-701.

Depcznski M., Bellwood D.R. 2003. The role of crytobenthic reef fish in coral reef tropho dynamics. Marine Ecology Progress series, 256: 183-191.

Eagderi S., Moshaiedi F., Nasri M. 2019. The morphological variation of four population of Urmia Kingfish (*Alburnus atropatenae*) in Urmia Lake basin using geometric morphometric technique. Experimental animal Biology, 7 (4): 19-28. (In Persian).

Eagderi S., Esmaeilzadegan E., Maddah A. 2013. Body shape variation in riffle minnows (*Alburnoides eichwaldii* De Filippii, 1863) populations of Caspian Sea basin. Taxonomy and Biosystematics, 5 (14): 1-8.

Eschmeyer WN., Fricke R., Van der Laan R. 2021. Eschmeyer's catalog of Fishes: Genera, Species, and References.http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain. asp.

Estekani S., Attaran-Farimani G., Ghasemzadeh J. 2019. Study on Blennies fishes (Blenniidae Rafinesque, 1810) from Makoran coastal waters (Southeast of Iran). Iranian Journal of Fisheries Sciences, 19 (2) 1006-1014.

Ghanbarifardi M., Aliabadian M.., Esmaeili H.R. 2020. Shape variation of the Indian Ocean slender mudskipper, *Scartelaos tenuis* (Day, 1876) from the Persian Gulf and Oman Sea (Gobioidei: Gobiidae). Iranian Journal of Fisheries Sciences, 19(2) 612 -622.

Ghanbarifardi M., Malek M. 2007. Permanent intertidal fish from the Persian Gulf and Gulf of Oman, Iran. Iranian Journal of Animal Biosystematics, 3: 1-14.

Guill J.M., Hood C.S., Heins D.C. 2003. Body shape variation within and among three species of darters (Perciformes: Percidae). Ecology of Freshwater Fish, 12: 134-140.

Hammer O. 2012. PAST: Paleontological Statistics. Oslo: Natural History Museum University of Oslo. 226 p.

Hasting P.A., Springer V.G. 2009. Systematics of the Blenniidae (Combtooth Blennies). Science Publishers, pp: 69-91.

Helfman G.S., Collette B.B., Facey D.E., Bowen B.W. 2009. The Diversity of Fishes: Biology, Evolution and Ecology. 2. Wiley-Blackwell.

Jackson D.A. 1993. Stopping rules in Principal Components Analysis: a comparison of heuristical and statistical approaches. Ecology, 74: 2204-2214.

Jolliffe F. 2002. Principal Components in Regression Analysis. Principal Component Analysis. pp: 167-98.

Karakousis Y., Triantaphyllidis C., Economidis P.S. 1991. Morphological variability among seven populations of brown trout, *Salmon trutta* L., in Greece. Journal of Fisheries and Biology, 38:807-817.

Klingenberg F. 2011. Morpho J: An integrated software package for geometric morphometrics. Molecular Ecology Resources, 11, 353-357.

Kramer D.L., McClure M. 1982. Aquatic surface respiration, a widespread adaptation to hypoxia in tropical freshwater fishes. Environmental Biology and Fisheries 7, 47-55.

La Mesa E., Arneri V., Lylesias M. 2005. The transparent goby, *Aphia minuta*" Review of Biology and fisheries of a paedomorphic European fish, Reviews in Fish Biology and Fisheries, 15: 89-109.

Langerhans R.B., Layman C.A., Langerhans A.K., Dewitt T.J. 2003. Habitat-associated morphological divergence in two Neotropical fish species. Biological journal of the Linnean Society, 80: 689-698.

Langerhans R.B., 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.) 200-248. Science Publishers Inc, Enfield.

Mehraban H.R., Esmaeili H.R. 2018.comb- tooth blennies of the intertidal zones of Persian Gulf and Gulf of Oman: Morphology, taxonomy, distribution and conservation status (Blenniiformes: Blenniidae). Iranian Society of Ichthyology, 5 (3): 192-211.

Mojekwu T.O., Anumudu C.I. 2015. Advanced Techniques for Morphometric Analysis in Fish. Journal of Aquatic Researches Development, 6: 35-44.

Mouludi Saleh A., Eagderi S. 2021. Morphological variations of *Oxynemacheilus bergianus* (Derzhavin, 1934) in two inland water basins of Iran using geometric morphometric method. Journal of Applied Ichthyological Research, University of Gonbad Kavous, 8 (4): 71-76.

Mouludi-Saleh A., Eagderi S., Cicek E., Sungur S. 2020. Morphological variation of Transcaucasian chub, *Squalius turcicus* in southern Caspian Sea basin using geometric morphometric technique. Biologia, 51:1-6.

Mousavi-Sabet H., Anvarifar H. 2013. Landmark-based morphometric variation between *Cobitis keyvani* and *Cobitis faridpaki* (Pisces: Cobitidae), with new habitat for *C. faridpaki* in the southern Caspian Sea basin. Folia Zoology, 62 (3):167–175.

Mundary P.L., Jones G.P. 1998. The ecological implication of small body size among coudal reef fish. Annual Review of Oceanography and Marine Biology, 36:373-411.

Nasri M., Eagderi S., Farahmand H., Hashemzade-SegharLoo I. 2013. Body shape comparison of *Cyprinion macrostomum* (Heckel, 1843) and *C. watsoni* (Day,1872)usinggeometricmoprphometric method. Inter-

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-05]

[DOI: 10.22034/jair.8.5.1]

national Journal of Aquatic Biology, 1 (5): 240-244.
Poulet N., Berrebi P., Crivelli A.J., Lek S., Argillier C. 2004. Genetic and morphometric variations in the pikeperch (Sander lucioperca L.) of a fragmented delta. Archiv Fuer Hydrobiologie, 159:531-554.
Rohlf F.J. 1999. Shape statistics: Procrustes superimpositions and tangent spaces. Journal of Classification, 16, 197-223.
Samaee S.M., Patzner R.A. 2011. Morphometric differences among populations of Tu ini, *Capoeta damascina* (Teleostei: Cyprinidae), in the interior basins of Iran. Journal of Applied Ichthyology, 27: 928-933.
Santin S., Willis T.J. 2007. Interdipartimentale di Ricerca per le Scienze Ambientali in Ravenna, Università di Bologna, Via Sant'Alberto 163, 48100 Ravenna, Italy.
Sharifiniya M., Mousavi Sabet H. 2016.comparison of Morphological Variations among Populations of the Crested Loach, Genus *Paracobitis*, in the Southeast Caspian Sea Basin using Geometric Morphometric Method. Joc, 2016; 7 (27): 49-57.
Spoljaric M.A., Reimchen T.E. 2011. Habitat dependent reduction of sexual dimorphis in geometric body shape of Haida Gwaii threespine stickleback. Biological Journal of the Linnean Society, 95: 505-516.
Tabatabaei Yazdi F., Amanati F., Safari O., Shokouh Saljoughi Z. 2021. Inter and intra-specific morphometric comparison of three species belong to *Istiblennius* genus (Whitely, 1943) from Makran coastal basin. Journal of Applied Ichthyological Research, 8 (4): 61-70.
Thompson D.W. 1917. On Growth and Form. Cambridge Univ. Press, London, UK. 346p.
Videler J.J., Wardle C.S. 1991. Fish swimming stride by stride: speed limits and endurance. Reviews in Fish Biology and Fisheries, 1: 23-40.
Webb P.W. 1982. Locomotor patterns in the evolution of actinopterygian fishes. American Zoologist, 22: 329-342.
Wimberger P.H. 1990. Plasticity of fish body shape. The effects of diet, development, family and age in two species of *Geophagus* sp. (Pisces: Cichlidae). Biological Journal of the Linnean Society, 45 (3): 197-218.

نحوه استناد به این مقاله:

شریفی‌نیا م.، موسوی‌ثابت ح.، علوی‌یگانه م.ص.، قنبری‌فردی م. بررسی مقایسه‌ای تغییرات ریخت‌شناسی جمعیت‌های بلنی‌ماهیان جنس *Omobranchus* در سواحل ایرانی خلیج‌فارس و دریای عمان با استفاده از روش ریخت‌سنجی هندسی. نشریه پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی دانشگاه گنبدکاووس. ۱۳۹۹، ۹-۱ :(۵)۸.

Sharifinia M., Mousavi-Sabet H., Alavi-Yeganeh M.S., Ghanbarifardi M. Comparative study on morphological variations among Blennies populations of the genus *Omobranchus*, in the Iranian Coasts of the Persian Gulf and the Gulf of Oman using Geometric Morphometrics Method. Journal of Applied Ichthyological Research, University of Gonbad Kavous. 2021, 8(5): 1-9.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-05]

[DOI: 10.22034/jair.8.5.1]

Comparative study on morphological variations among Blennies populations of the genus *Omobranchus*, in the Iranian Coasts of the Persian Gulf and the Gulf of Oman using Geometric Morphometrics Method

Sharifinia M[1]., Mousavi-Sabet H[2*]., Alavi-Yeganeh M.S[3]., Ghanbarifardi M[4].

[1] PhD Student, Dept. of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Guilan, Iran
[2] Associate Prof., Dept. of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Guilan, Iran
[3] Assistant Prof., Dept. of Marine Biology, Faculty of Natural resources and Marine Science, Tarbiat Modares University, Nur, Iran
[4] Assistant Prof., Dept. of Biology, Faculty of Sciences, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran

Type:

Original Research Paper

DOI: 10.22034/jair.8.5.1

Paper History:

Received: 15-12-2021
Accepted: 30-01- 2022

Corresponding author:

Mousavi-Sabet H. Associate Prof., Dept. of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Guilan, Iran

Email: mousavi-sabet@guilan.ac.ir

Abstract

The main purpose of this study was to determine the body shape variations among the Blenny populations of the genus *Omobranchus* in the Iranian Coasts of the Persian Gulf and the Gulf of Oman, using landmark-based geometric morphometrics. Therefore, a total of 120 specimens of *Omobranchus fasciolatus* (80 specimens from Hengam, Hormuz and Daryabozorg), *Omobranchus punctatus* (10 specimens from Bandar Ameri) and *Omobranchus mekranensis* (30 specimens from Daryabozorg) collected from the rocks and coastal pools, where Bandar Ameri, Hengam and Hormuz located in the Persian Gulf and Daryabozorg located in the Gulf of Oman. In order to measure and compare the morphological features among the mentioned Blennies population, the left side of each specimen was photographed and 14 landmark-points were digitized on two-dimensional images using TpsDig2. Landmark data were analyzed after a generalised procrustes analysis using PCA, CVA and cluster analysis and the patterns of body shape differences among the populations were illustrated in the deformation grids in relation to consensus configuration. The results showed a significant difference among the five studied populations in terms of morphological traits ($P< 0/0001$) and the most important traits expressing intergroup changes based on loading diagram were including landmarks of the notch between two dorsal fins, anterior and posterior points of the anal fin base in the first principal component (PC1) and the anal fin origin, notch of two dorsal fins and the lower point of the opercula in the second principal component (PC2). The results of this study can be helpful to better understanding the patterns of morphological plasticity of these fishes in the southern Coasts of Iran.

Keywords: Blenny, body shape variations, landmark-based, Morphological features.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-05]

[DOI: 10.22034/jair.8.5.1]