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

# بررسی تغییرات ریختی جویبارماهی سفیدرود *Oxynemacheilus bergianus*, Derzhavin, 1934 در دو حوضه آبریز دریای‌خزر و دریاچه‌نمک با استفاده از روش ریخت‌سنجی هندسی

**عطا مولودی صالح[1]، سهیل ایگدری[2*]**

[1] دانشجوی دکتری بوم‌شناسی آبزیان شیلاتی، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

[2] دانشیار، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

**نوع مقاله:**
پژوهشی اصیل

**تاریخچه مقاله:**
دریافت: ۹۹/۰۱/۰۶
پذیرش: ۹۹/۰۴/۱۳

**نویسنده مسئول مکاتبه:**
سهیل ایگدری، دانشیار، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
ایمیل: soheil.eagderi@ut.ac.ir

**چکیده**

**جویبارماهی سفیدرود (*Oxynemacheilus bergianus*) در چندین حوضه‌های آبریز ایران یافت می‌شود. با توجه به پراکنش بالای آن، مطالعه حاضر به‌منظور بررسی تنوع‌ریختی آن در دو حوضه دریای‌خزر و دریاچه نمک با استفاده از روش ریخت‌سنجی هندسی به اجرا درآمد. برای این منظور تعداد ۱۱۵ قطعه ماهی از پنج منطقه پراکنش این گونه (رودخانه‌های سفیدرود و قزل‌اوزن (حوضه دریای‌خزر)، جاجرود، کردان، قم‌رود (حوضه دریاچه نمک) صید و با استفاده از روش ریخت‌سنجی هندسی مورد مقایسه قرار گرفتند. نتایج بیانگر الگوهای شکلی کاملاً متنوع در بین جمعیت‌های مورد بررسی بود. نتایج همچنین نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین شکل بدن ماهیان رودخانه‌های مورد مطالعه بود. عمده تفاوت‌های مشاهده شده دربین جمعیت‌های مورد مطالعه مربوط به طول و عمق ساقه دمی، ارتفاع بدن، طول سر و جایگاه باله‌های پشتی، مخرجی و سینه‌ای بود. الگوهای شکلی مشاهده شده می‌تواند بیانگر جدایی ریختی وابسته به زیستگاه و فواصل جغرافیایی باشد که روش ریخت‌سنجی هندسی به‌دلیل توانایی بالا در تفکیک ویژگی‌های ریختی قادر به تفکیک آن‌ها بود.**

***واژه‌های کلیدی:***
**جویبارماهی، حوضه‌های آبریز ایران، ریخت‌سنجی هندسی، ویژگی‌های ریختی**

## ۱ | مقدمه

بررسی ویژگی‌های ریختی اهمیت بالایی در مطالعه زیست‌شناسی ماهی‌ها ایفا می‌کند. آرایه‌شناسی و درک تنوع‌زیستی در طول تاریخ براساس ویژگی‌های ریخت‌شناسی بوده است (Bookstein, 1998). مطالعه ویژگی‌های ریخت‌سنجی به‌صورت سنتی به‌عنوان ابزاری قدرتمند در مطالعات درون و بین گونه‌ای به‌منظور آرایه‌شناسی استفاده می‌شد، به‌دلیل این که روش سنتی دارای معایبی مانند عدم توافق در چگونگی حذف اثر اندازه و عدم همگنی فواصل خطی به‌دلیل تعریف نشدن نقاط یکسان بود (Adams *et al.*, 2004)، بنابراین روش ریخت‌سنجی هندسی به‌عنوان یک روش نوین با تکیه بر داده‌های حاصل از لندمارک‌گذاری روی شکل‌های دو یا سه بعدی، توانست تفاوت‌های الگوی ریختی شکل بدن را به‌خوبی به نمایش گذارد و خطاهایی روش سنتی را نداشت. در این روش باتوجه به حذف اثر اندازه، جهت و موقعیت، تغییرات مشاهده شده ناشی از تنوع الگوی شکل بدن به‌خوبی به نمایش در می‌آید (Slice, 2007).

جویبارماهیان بدون خار (Nemacheilidae) بعد از کپورماهیان فون غالب ماهی‌های آب‌های داخلی ایران را تشکیل می‌دهند. جنس *Oxynoemacheilus* از این خانواده دارای بیش از ۴۱ گونه می‌باشد که از شرق بلغارستان تا ایران پراکنش داشته و براساس آخرین فهرست تعداد ۱۷ گونه از این جنس در ایران یافت می‌شود (Esmaeili *et al.*, 2018). این ماهیان (جنس *Oxynoemacheilus*) یکی از اعضای عمده ماهیان آب شیرین ایران با پراکنش گسترده می‌باشند. گونه جویبارماهی سفیدرود (*O. bergianus*) از رودخانه سفیدرود توصیف شد ولی به‌تدریج حضور آن در دیگر حوضه‌های آبی داخلی ایران مانند حوضه دریاچه نمک ثبت گردید. این گونه به‌واسطه داشتن باله‌دمی صاف و کمی فرورفته، اندازه کوچک و لکه‌های خاکستری تیره تا قهوه‌ای روی قاعده باله‌دمی و پهلوها، لب فوقانی و تحتانی با زایده استخوانی میانی و شیاردار، فقدان تاج ساقه‌دمی، پهلوهای فلس‌دار و خط جانبی کامل در طول پهلوها (Tabatabayi *et al.*, 2013; Eagderi *et al.*, 2014; Keivany *et al.*, 2016; Jalili *et al.*, 2018; Coad, 2020)، باله‌دمی صاف تا حدودی فرورفته نسبت به دیگر اعضای هم‌جنس خود قابل شناسایی است. جویبارماهی سفیدرود در پهلوها دارای چندین خال خاکستری تیره نامنظم می‌باشد، در بخش


© ۱۳۹۹ | دانشگاه گنبدکاووس

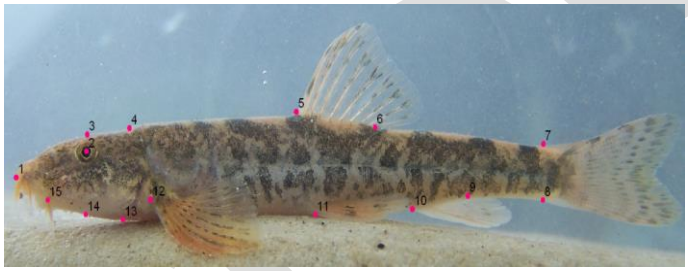
[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-14 ]
[ DOI: 10.22034/jair.8.4.71 ]

پشتی لکه‌هایی به شکل مربع که تیره رنگ و متقاطع هستند، وجود دارد. باتوجه به پراکنش بالای جویبارماهی سفیدرود در آب‌های داخلی ایران، در مطالعه حاضر سعی شد تا نمونه‌برداری جامعی صورت گرفته و ویژگی‌های ریختی آن در پنج جمعیت شامل دو حوضه دریای‌خزر و دریاچه‌نمک با استفاده از روش ریخت‌سنجی هندسی مورد مقایسه قرار گیرد. نتایج حاصل به درک بهتر الگوی شکل بدن در نواحی مورد پراکنش و در تشخیص آن‌ها کمک خواهد نمود.

## ۲ | مواد و روش‌ها

درطی سال‌های ۱۳۹۷ تا ۱۳۹۸ تعداد ۱۱۵ نمونه جویبارماهی سفیدرود از رودخانه‌های سفیدرود (۳۸°۵۳'۰۰"N, ۴۹°۵۱'۰۱"E) و قزل‌اوزن (۳۵°۵۹'۵۳"N, ۴۷°۵۰'۰۵"E) (حوضه دریای خزر) و رودخانه‌های کردان (۳۵°۵۶'۰۰"N, ۵۰°۴۹'۰۰"E)، جاجرود (۳۵°۳۹'۰۰"N, ۵۱°۴۴'۰۰"E) و قم‌رود (۳۴°۲۲'۵۱"N, ۵۰°۳۶'۰۷"E) (حوضه دریاچه نمک) با استفاده از الکتروشوکر ۲۲۰ ولت صید شدند. از هر جمعیت تعداد ۱۵ تا ۳۰ عدد برای مطالعه ریختی پس از صید در فرمالین بافری ۵ درصد تثبیت شدند. در آزمایشگاه با استفاده از دوربین دیجیتال عکاسی کانون مستقر برروی یک کپی‌استند از سمت چپ سطح جانبی ماهی‌ها عکس‌برداری شد. جهت استخراج داده‌ها به روش ریخت‌سنجی هندسی لندمارک-پایه، تعداد ۱۵ نقطه لندمارک تعریف و بر روی تصویرهای دو بعدی با استفاده از نرم‌افزار tpsDig2 رقومی گردیدند (شکل ۱). روی‌هم‌گذاری جایگاه لندمارک‌ها جهت حذف تغییرات غیرشکل (شامل مقیاس، جهت و موقعیت) توسط آنالیز پروکراست (Generalized Procrustes Analysis) در نرم‌افزار PAST-2.1 صورت گرفت (Hammer *et al*., 2001).

داده‌های شکل بدن جمعیت‌های مورد مطالعه با استفاده آنالیزهای چندمتغیره تجزیه به مولفه‌های اصلی (PCA)، آنالیز خوشه‌ای (Cluster Analysis) با انتخاب الگوریتم‌های Paired group و Eucilidean در نرم‌افزار PAST-2.1 و تجزیه همبستگی کانونی (CVA) براساس ارزش عدد p حاصل از آزمون جایگشت (Permutation test) با ده هزار تکرار در نرم‌افزار Morpho J مورد تحلیل قرار گرفتند. مصورسازی تغییرات شکل بدن براساس میانگین شکل جمعیت‌ها نسبت به شکل میانگین کل ( Consensus configuration) با استفاده از شبکه تغییر شکل در نرم‌افزار Morpho J صورت پذیرفت (Klingenberg, 1998).




**شکل ۱- نقاط لندمارک تعریف شده برای استخراج شکل بدن در جمعیت‌های جویبارماهی سفیدرود: ۱- ابتدایی‌ترین نقطه پوزه، ۲- مرکز حدقه چشم، ۳- محل تقاطع خط عمود بر محور طولی بدن که از مرکز حدقه عبور می‌کند با لبه بالایی سر، ۴- نقطه انتهایی بخش سر، ۵- ابتدای قاعده‌ی باله‌ی پشتی، ۶- انتهای قاعده‌ی باله‌ی پشتی، ۷- انتهای بالایی ساقه دمی، ۸- انتهای پایینی ساقه دمی، ۹- انتهای قاعده‌ی باله‌ی مخرجی، ۱۰- ابتدای قاعده‌ی باله‌ی مخرجی، ۱۱- ابتدای قاعده باله‌ی شکمی، ۱۲- قدامی‌ترین نقطه‌ی قاعده‌ی باله‌ی سینه‌ای، ۱۳- نقطه پایین شکاف سرپوش آبششی، ۱۴- محل تقاطع پاره‌خطی که از لندمارک‌های ۲ و ۳ می‌گذرد با لبه زیرین سر و ۱۵- ابتدایی‌ترین نقطه شروع جفت سبیلک زیرین.**

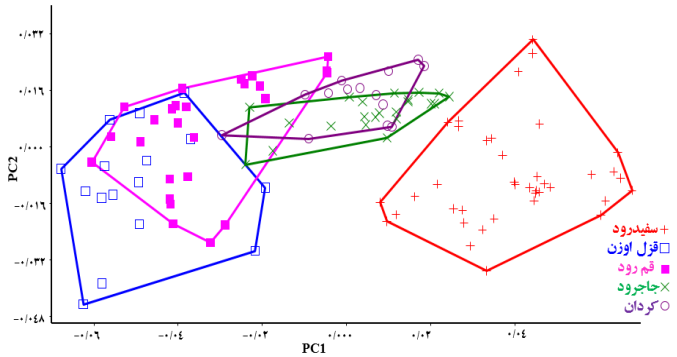
## ۳ | نتایج

الگوهای ریختی مربوط به پنج جمعیت جویبارماهی سفیدرود با استفاده از ریخت‌سنجی هندسی با پراکنش بالا مورد بررسی قرار گرفت. نتایج تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی، دو مؤلفه را به‌عنوان مؤلفه‌های اصلی در ایجاد تغییرات بین جمعیت‌های مورد مطالعه ارائه نمود که در مجموع ۶۵/۹۴ درصد از واریانس را به‌خود اختصاص می‌دادند. در شکل ۲، نمودار تجزیه‌وتحلیل مؤلفه‌های اصلی براساس دو مؤلفه اول پراکنش گروه‌های مورد بررسی را نشان داد. براساس نتایج بین جمعیت‌های مورد مطالعه هم‌پوشانی اندکی دیده می‌شود هرچند که جمعیت رودخانه سفیدرود به‌طور قابل‌توجهی از بقیه جمعیت‌ها متمایز می‌باشد.

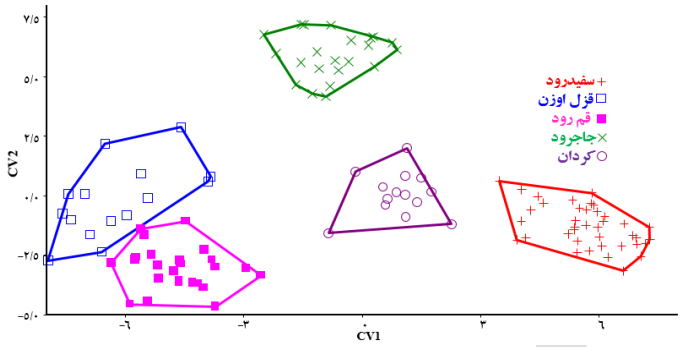
در تجزیه‌وتحلیل تغییرات کانونیک (CVA) جمعیت‌های مورد مطالعه کاملاً از یکدیگر تفکیک شدند و از نظر شکل بدن اختلاف معنی‌داری را نشان دادند (Walk's lambda =۰/۰۰۰۳۲، F=۲۱/۹ و p=۰/۰۰۰۲). (شکل ۳). فواصل مهالانوبیس و پروکراست به‌عنوان درجه تمایز بین جمعیت‌های مورد مطالعه در جدول‌های ۱ و ۲ ارائه شده است. براساس نتایج بیشترین فاصله ماهالانوبیس و پروکراست بین جمعیت‌های رودخانه سفیدرود با قزل اوزن و کمترین آن به‌ترتیب بین جمعیت‌های رودخانه قزل‌اوزن با قم‌رود و رودخانه کردان با جاجرود بود.

[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-14 ]

[ DOI: 10.22034/jair.8.4.71 ]




**شکل ۲- نمودار تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA) شکل بدن جمعیت‌های سگ ماهی جویباری مورد مطالعه**




**شکل ۳- نمودار تحلیل همبستگی کانونی (CVA) شکل بدن جمعیت‌های سگ ماهی جویباری مورد مطالعه**

**جدول ۱- فواصل ماهالانوبیس شکل بدن حاصل از آزمون CVA در جمعیت‌های سگ ماهی جویباری مورد مطالعه**

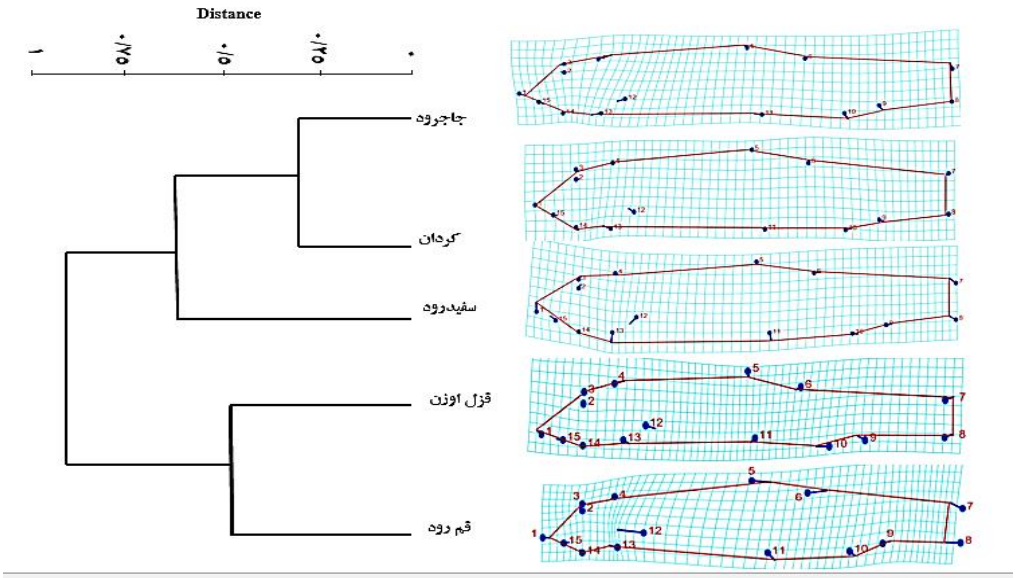
| | قزل | قم رود | جاجرود | کردان |
|---|---|---|---|---|
| قمرود | ۶/۱۹۷ | | | |
| جاجرود | ۸/۰۴۶ | ۸/۹۰۲ | | |
| کردان | ۸/۵۱۳ | ۷/۵ | ۷/۱۴۲ | |
| سفیدرود | ۱۱/۷۷۷ | ۱۰/۴۲۷ | ۹/۵۲۲ | ۶/۳۵۴ |

**جدول ۲- فواصل پروکراست شکل بدن حاصل از آزمون CVA در جمعیت‌های سگ ماهی جویباری مورد مطالعه**

| | قزل اوزن | قم رود | جاجرود | کردان |
|---|---|---|---|---|
| قمرود | ۰/۰۳۲۲ | | | |
| جاجرود | ۰/۰۶۲۴ | ۰/۰۴۶۹ | | |
| کردان | ۰/۰۶۱۴ | ۰/۰۴۲۴ | ۰/۰۲۰۶ | |
| سفیدرود | ۰/۰۸۹۹ | ۰/۰۷۵ | ۰/۰۴۲۵ | ۰/۰۴۳۶ |

آنالیز خوشه‌ای، جمعیت‌های مورد مطالعه را براساس شکل بدن در دو خوشه اصلی قرار داد (شکل ۴). میانگین شکل بدن ماهی‌های هر جمعیت نسبت به شکل میانگین کل در شبکه تغییر شکل براساس الگوی جابجایی لندمارک‌ها در مقابل هر آرایه ارائه شده است (شکل ۴). براساس الگوی جابجایی لندمارک‌ها ماهی‌های رودخانه جاجرود دارای ساقه دمی مرتفع‌تر بودند. همچنین طول قفای پشت سر به‌دلیل جابجایی خلفی لندمارک ۴ افزایش نشان داد و جابجایی قدامی در جایگاه‌های باله سینه‌ای نیز مشاهده گردید. جمعیت رودخانه جاجرود به همراه کردان بر روی یک شاخه قرار گرفتند. در ماهی‌های رودخانه کردان طول ساقه‌دمی کاهش یافته و باله‌مخرجی جایگاه خلفی‌تری دارد. تفاوت شکل بدن جمعیت رودخانه سفیدرود به‌صورت کاهش طول ناحیه دم، جایگاه فوقانی پوزه و افزایش ارتفاع سر و تنه بود. الگوی شکل بدن ماهی‌های رودخانه قزل‌اوزن شامل ساقه دمی درازتر، بدنی با ارتفاع کمتر در ناحیه باله‌پشتی و باله‌سینه‌ای خلفی‌تر می‌باشد. جمعیت ماهیان رودخانه قم‌رود سر و ساقه‌دمی کوتاه‌تری داشته و باله سینه‌ای جایگاه جلویی‌تر و باله‌پشتی جایگاه خلفی‌تری داشتند. افراد این جمعیت با جمعیت رودخانه قزل‌اوزن در یک خوشه قرار گرفتند.

[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-14 ]
[ DOI: 10.22034/jair.8.4.71 ]
eproof




**شکل ۴- نمودار تحلیل خوشه ای شکل بدن نسبت به شکل میانگین در جمعیت‌های سگ ماهی جویباری مورد مطالعه**

## ۴ | بحث و نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان‌دهنده الگوی شکل بدن متنوع جویبارماهی سفیدرود در رودخانه‌های مورد بررسی بود. گایل و همکاران (Guill *et al*., 2003) با استفاده از روش ریخت‌سنجی هندسی لندمارک پایه تفاوت‌های ریختی سه گونه از سوف‌ماهیان (*Etheostoma caeruleum*, *Etheostoma nigrum* و *Etheostoma stigmaeum*) را مطالعه نمودند و این روش توانایی بالایی در جداسازی ریختی آن‌ها نشان داد. ایگدری و همکاران (Eagderi *et al*., 2014) در بررسی خود روی تفاوت‌های ریختی جمعیت‌های سگماهی جویباری سفیدرود حوضه دریاچه نمک با استفاده از روش ریخت‌سنجی هندسی صفات سر و ساقه دمی درازتر و کم عمق و جایگاه قدامی باله پشتی را از صفات بارز در تفکیک جمعیت‌های مورد مطالعه عنوان کردند. موسوی‌ثابت و انوری‌فر (Mousavi-Sabet and Anvarifar, 2013) نیز با استفاده از همین روش دو گونه جویبار ماهی خاردار جنس *Cobitis* را با یکدیگر مقایسه کردند که دو گونه *C. faridpaki* و *C. keyani* از یکدیگر تفکیک شدند. مطالعات متعددی استفاده از این روش (ریخت‌سنجی هندسی) را به‌عنوان یک ابزار مناسب جهت تفکیک ریختی جمعیت‌های مختلف ماهیان عنوان کرده‌اند (Eagderi *et al*., 2013; Ghojoghi and Eagderi, 2014; Eagderi *et al*., 2019; Mouludi-Saleh *et al*., 2019, 2020).

تشریح دلایل تفاوت‌های ریختی بین جمعیت‌ها مشکل می‌باشد (Cadrin, 2000; Poulet *et al*., 2004) و این تفاوت‌های ریختی به‌واسطه اثر متقابل ژنتیک و محیط ایجاد می‌شوند (Salini *et al*., 2004; Pinheiro *et al*., 2005). به‌ویژه خصوصیات زیست‌محیطی در خلال مراحل اولیه تکوینی، افراد را از نظر فنوتیپی بیشتر تحت‌تأثیر می‌دهد (Pinheiro *et al*., 2005). به هرحال داشتن برخی ویژگی‌های ریختی مزایایی را برای سازگاری آن موجود با محیط زیست آن فراهم می‌سازد. عمده تفاوت‌های مشاهده شده دربین جمعیت‌های مورد مطالعه مربوط به طول و عمق ساقه دمی، ارتفاع بدن، طول سر و جایگاه باله‌های پشتی، مخرجی و سینه‌ای بود. جمعیت‌های قزل‌اوزن و قم‌رود به‌واسطه داشتن سر کوچک‌تر و بدن کشیده‌تر در یک خوشه قرار گرفتند. ماهی‌ها با فرم بدنی کشیده‌تر توانایی بیشتری برای غلبه بر جریان‌های سریع‌تر آب دارند. جمعیت رودخانه سفیدرود در بین جمعیت‌های مورد مطالعه بیشترین ارتفاع بدن را دار می‌باشد. بدن پهن می‌تواند شنای ثابت و موثری را در محیط‌هایی با جریان ضعیف را ایجاد کند (Black, 1983). ماهیان رودخانه‌های سفیدرود و کردان دارای سر بزرگ‌تر بودند. تغییر شکل سر به‌طور غیرمستقیم به‌واسطه تغییرات در عمل جستجوی غذا می‌باشد و بر موفقیت جستجو غذا تأثیر می‌گذارد (Andersson *et al*., 2005). ماهیان رودخانه جاجرود نیز تا حدودی از فرم بدن با ارتفاع بیشتری در ناحیه باله‌پشتی و ساقه‌دمی نسبت به رودخانه کردان برخوردار هستند. بنابراین نتایج این مطالعه نیز در راستای مطالعات قبلی توانایی روش ریخت‌سنجی هندسی را به‌عنوان روشی در مطالعات ریختی جویبارماهیان که در آن‌ها روش‌های سنتی فاقد توانایی کافی در تفکیک ریختی هستند، را نشان داد.

جویبارماهیان در ایران از پراکنش و تنوع بالایی برخوردارند و شناسایی و آرایه‌شناسی آن‌ها براساس صفات ریختی مشکل می‌باشد، چراکه تمامی آن‌ها دارای ویژگی‌های ریختی مشابه می‌باشند. نتایج این تحقیق نیز الگوهای شکلی کاملاً متنوع این ماهیان در رودخانه‌های مورد مطالعه بود که می‌تواند حاکی از فواصل جغرافیایی و جدایی زیستگاهی باشد که روش ریخت‌سنجی هندسی به‌دلیل توانایی بالا در تفکیک ویژگی‌های ریختی قادر به تفکیک آن‌ها بود. به هرحال برای شناسایی دقیق‌تر آن‌ها بهتر است براساس داده‌های مولکولی صورت - گیرد.

[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-14 ]
[ DOI: 10.22034/jair.8.4.71 ]
eproof

**پست الکترونیک نویسنده**

عطا مولودی صالح: atta.mouludisaleh@ut.ac.ir

سهیل ایگدری: soheil.eagderi@ut.ac.ir

**REFERENCES**

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.

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

Blake R.W. 1983. Fish locomotion. Journal of Ichthyology, 13: 58-68.

Bookstein F.L. 1998 - A hundred years of morphometrics. Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae, 44: 7-59.

Cadrin S.X. 2000. Advances in morphometric identification of fishery stocks. Reviews in Fish biology and Fisheries, 10(1): 91-112.

Coad B. 2020. Fresh water fshes of Iran. Available from www.Briancoad.com. Accessed 1st March 2020.

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. (In Persian).

Eagderi S., Jafari O., Saeidpoor B., Jalili P. 2014. Morphological differences of *Oxynemacheilus bergianus*, Derzhavin, 1934 in the Namak Lake basin using Geometric morphometric technique. Environmental and Science Engraining, 2(4): 13-18. (In Persian).

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).

Esmaeili H.R., Sayyadzadeh G., Eagderi S., Abbasi K. 2018. Checklist of freshwater fishes of Iran. FishTaxa, 3(3): 91-95.

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. New Technologies in Aquaculture Development (Journal of Fisheries), 8(2): 89-96. (In Persian).

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.

Jalili P., Eagderi S., Poorbagher H., Seçer B. 2018. Phylogeny of *Oxynoemacheilus bergianus* (Derzhavin, 1934) (Nemacheilidae: Cypriniformes) in Iran using osteological characteristics. FishTaxa, 2(4): 201-209.

Keivany Y., Nasri M., Abbasi K., Abdoli A. 2016. Atlas of Inland Water Fishes of Iran. Iran Department of Environment Press, Tehran, Iran. 218 p. (In Persian).

Klingenberg C.P. 1998. Heterochrony and allometry: the analysis of evolutionary change in ontogeny. Biological Reviews, 73(1): 79-123.

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.

Mouludi-Saleh A., Eagderi S., Poorbagher H., Kazemzadeh S. 2019. The Effect of Body Shape Type on Differentiability of Traditional and Geometric Morphometric Methods: A Case Study of *Channa gachua* (Hamilton, 1822). European Journal of Biology, 78(2): 165-168.

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 Zoologica, 62(3): 167-175.

Pinheiro A., Teixeira C.M., Rego A.L., Marques J.F., Cabral H.N. 2005. Genetic and morphological variation of *Solea lascaris* (Risso, 1810) along the Portugal coast. Fisheries Research, 73: 67-78.

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. Hydrobiologia, 159: 531-554.

Hammer Ø., Harper D.A.T., Ryan P.D. 2001. Past: paleontological statistics software package for education and data analysis. Palaeontologia Electronica, 4(4): 1-9.

Salini J.P., Milton D.A., Rahman M.J., Hussain M.G. 2004. Allozyme and morphological variation throughout the geographic range of the tropical shad, hilsa (*Tenualosa ilisha*). Fisheries Research. 66: 53-69.

Slice D.E. 2007. Geometric morphometrics. Annual Review of Anthropology, 36: 261-281.

Tabatabayi S., Eagderi S., Kaboli M., Javanshir A., Hashemzadeh Saqarlu I., Zamani M. 2013. Analysis of the environmental factors affecting the distribution of the Loach (*Oxynoemacheillus bergianus*) in Kordan River-Iran. Journal of Fisheries, 66(2): 159-171. (In Persian).

**نحوه استناد به این مقاله:**

مولودی‌صالح ع.، ایگدری س. بررسی تغییرات ریختی جویبارماهی سفیدرود *Oxynemacheilus bergianus*, Derzhavin, 1934 در دو حوضه آبریز دریای‌خزر و دریاچه‌نمک با استفاده از روش ریخت‌سنجی هندسی. نشریه پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی دانشگاه گنبدکاووس. ۱۳۹۹، ۷۶-۷۱ :(۴)۸ .

Mouludi Saleh A., Eagderi S. 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. 2021, 8(4): 71-76.

[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-14 ]

[ DOI: 10.22034/jair.8.4.71 ]

Proof

# Morphological variations of *Oxynemacheilus bergianus* (Derzhavin, 1934) in two inland water basins of Iran using geometric morphometric method

**Mouludi Saleh A[1]., Eagderi S[*2].**

[1]Ph.D. Student, Dept. of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
[2]Associate prof, Dept. of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

**Type:**

Original Research Paper

**Paper History:**

Received: 25-03-2020
Accepted: 03-07- 2020

**Corresponding author:**

Eagderi S. Associate prof, Dept. of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.

Email: soheil.eagderi@ut.ac.ir

## Abstract

*Oxynemacheilus bergianus* is found in several inland water basins of Iran. Due to its wide distribution, this study was conducted to investigate its morphological variation in basins of Caspian Sea and Namak Lake of Iran using geometric morphometric technique. For this purpose, a total of 115 specimens from five river (Sefid and Ghezel Ozan (Caspian Sea basin), Jajrood, Kordan, Qom (Namak Lake basin)) were caught and compared using geometric morphometric method. The results indicated a completely different body shape patterns in the studied populations. The results also showed a significant difference between the body shape of the studied and groups the most differences were related to tail length and depth, body depth, head length and position of the dorsal, anal and pectoral fins. The observed shape patterns can indicate habitat-dependent morphological separation and geographical distances that the geometric morphometric method was highly capable of separating morphological features due to their high capability.

**Keywords:** Loaches, Inland water basins of Iran, Geometric morphometric, Body shape characteristics

[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-14 ]

[ DOI: 10.22034/jair.8.4.71 ]