نشریه پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی

Journal homepage: http://jair.gonbad.ac.ir

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
دانشگاه گنبد کاووس

بررسی تنوع ریختی جمعیت‌های گربه ماهی سینه خراش کهکشانی *Glyptothorax galaxias* در سرشاخه‌های حوضه آبریز کارون با روش‌های ریخت‌سنجی سنتی و هندسی

معصومه سراوانی[۱]، سید حامد موسوی ثابت[۱،۲*]، سهیل ایگدری[۳]، عادله حیدری [۱]

[۱] گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، گیلان، ایران

[۲] گروه علوم دریایی، پژوهشکده حوضه آبی دریای خزر، دانشگاه گیلان، رشت، گیلان، ایران

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

نوع مقاله:

پژوهشی اصیل

https://doi.org/10.22034/jair.11.1.30

تاریخچه مقاله:

دریافت: ۰۲/۰۲/۱۴

پذیرش: ۰۲/۰۵/۱۰

نویسنده مسئول مکاتبه:

حامد موسوی ثابت، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، گیلان، ایران.

ایمیل: mosavii.h@gmail.com

چکیده

در مطالعه حاضر برای مقایسه ریختی جمعیت‌های *Glyptothorax galaxias* ، ۵۴ نمونه از چهار ایستگاه افسر آباد، ارمند، بازفت و بهشت آباد از سرشاخه‌های حوضه آبریز کارون صید شدند. مقایسه ریخت‌سنجی هندسی بر اساس ۱۵، ۱۳ و ۱۰ نشانگر هم‌ساخت به‌ترتیب از نمای جانبی، شکمی و پشتی رقومی‌سازی و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. روش نقاط نشانه (لندمارک) به‌منظور تعیین شکل کلی بدن افراد جمعیت‌ها مورد استفاده قرار گرفت و آنالیزهای مرتبط شامل CVA, PCA و DFA دندروگرام سلسله مراتبی انجام شدند. نتایج نشان داد که جمعیت ساکن در سرشاخه ارمند جدا از سایر جمعیت‌ها قرار دارد، جمعیت‌های بازفت و بهشت‌آباد کمترین فاصله را دارند و در یک خوشه قرار می‌گیرند و جمعیت‌های بهشت‌آباد و افسرآباد نیز تا حدودی با یکدیگر همپوشانی دارند. بنظر می‌رسد تفاوت زیستگاه‌های مختلف از نظر شدت جریان، شیب رودخانه، شرایط تغذیه و فیزیک و شیمیایی آب، دلیل تفاوت جمعیت‌ها باشد که باید در مطالعات بعدی مورد بررسی قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی:

ریخت سنجی سنتی، ریخت سنجی هندسی، سینه خراش

۱ | مقدمه

هدف از مطالعات ماهی‌شناسی شناخت جنبه‌های مختلف حفاظت از نسل ماهیان در برابر تهدیدهای محیطی به منظور بهره‌برداری‌های علمی و اقتصادی از این ذخایر ژنتیکی در آینده و شرح تأثیرات و عوامل طبیعی و مصنوعی است که بر پراکنش و فراوانی ماهیان آب شیرین چشمه‌ها و رودخانه‌ها تأثیر می‌گذارد. ماهیان به‌ویژه آنهایی که فاقد ارزش تجاری هستند، از دیدگاه حفاظت نسبت به پرندگان و پستانداران کمتر موردتوجه قرارگرفته‌اند، زیرا به سادگی قابل مشاهده نبوده و شاید به این علت نیز ازنظر زینتی کمتر به‌کار رفته‌اند. مطالعه ویژگی‌های ریخت‌شناسی باهدف تعریف و شناسایی واحدهای جمعیتی دارای پیشینه طولانی در دانش زیست‌شناسی ماهی است (Ihssen *et al.*, 1981). تکامل جمعیت‌ها باعث ایجاد سازگاری آنها به شرایط زیستی در مناطق مختلف شده که این امر، خود می‌تواند دلیل به وجود آمدن اختلافات ریختی و ژنتیکی بین جمعیت‌ها و همچنین بین گونه-های ماهیان باشد (Jalili *et al.*, 2015). ویژگی‌های ریختی ماهیان بشدت تحت تأثیر تغییرات محیطی ازجمله نوع بستر، جریان آب، پوشش گیاهی، رقابت، شکار و میزان دسترسی به منابع غذایی دارد (Nicieza, 1995). مطالعه ویژگی‌های ریخت‌شناسی، چه اندازشی (مرفومتریک) چه شمارشی (مریستیک) به منظور تعریف و شناسایی واحدهای جمعیتی، پیشینه‌های طولانی در علم زیست‌شناسی ماهی دارد (Tudela, 1999). در گذشته تصور بر این بود که تغییرات ریختی فقط ژنتیکی است. اما امروز معلوم شده است که منشأ این تغییرات محیطی و ژنتیکی است. پژوهش‌های اخیر مشخص کرده است که اختلافات ریختی بین گروه‌های مختلف ماهیان قطعا آنها را از لحاظ ژنتیکی جدا نکرده و در عوض در برخی مواقع اختلافات ریخت‌شناسی فقط تحت تاثیر محیط بوده و اختلافات ژنتیکی هیچ نقشی ندارند (Swain and Foote, 1999). پاره‌ای از مطالعات نشان داده است که با وجود بالا بودن اختلافات ریختی میان جمعیت‌ها، آنها از لحاظ ژنتیکی یکسان بوده و بدین ترتیب نقش اصلی محیط به‌عنوان عامل اصلی تغییرات ریختی ثابت شده است (Tudela, 1999; Akbarzadeh *et al.*2007).

راسته گربه ماهی سانان Siluriformes شامل ۳۵ خانواده و حدود ۲۸۶۷ گونه می‌باشد. جزء فوق راسته شعاع بالگان Actinopterygii

© ۱۴۰۲ | دانشگاه گنبدکاووس

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-05-24]

[DOI: 10.22034/jair.11.1.30]

می‌باشند. اکثر گربه ماهی شکلان دارای یک تا چهار جفت سبیلک هستند و دلیل نام‌گذاری آنها به گربه ماهی وجود سبیلک‌های اطراف دهان آنهاست. دارای چشمان کوچک، بعضا باله چربی و شعاع سخت در باله‌ها می‌باشند. بیشتر اعضای این راسته فاقد فلس هستند. پراکنش خانواده Sisoridae در جنوب آسیا از ترکیه و روسیه تا چین و بورنئو می‌باشند. دارای ۲۵ جنس و ۲۶۶ گونه در جهان که ساکن آب های شیرین و لب شور هستند و فاقد گونه دریایی می‌باشند. باله چربی بزرگ دارند (بجز جنس *Sisor* باله به یک خار کوچک تبدیل شده-است). در بعضی از گونه‌ها باله چربی به باله دمی چسبیده شده باله دمی با پایه کوچک دارای شعاع سخت یا فاقد شعاع سخت است و بعضی گونه‌ها اندام چسبنده در ناحیه سینه‌ای دارند. اکثرا گونه‌هایی کوچک هستند اما طول برخی گونه‌ها تا ۲ متر هم می‌رسد. غالب گونه-ها ساکن آب‌های سریع کوهستانی می‌باشند (Jouladeh-Roudbar *et al.*,2016). گربه ماهی‌های Sisoridae از جنس *Glyptothorax* در ایران پراکنش دارند و در تمامی شاخه‌های حوضه خلیج فارس از دجله و فرات در جنوب تا مند یافت می‌شوند (Jouladeh-Roudbar *et al.*, 2020). در حوضه آبریز رودخانه‌های کارون، حوضه آبریز دجله و حوضه آبریز خلیج فارس پراکنش دارند. گونه *G. galaxias* بعلت نقاط نقره‌ای ستاره‌ای شکل متعدد بر روی بدن به گربه ماهی کهکشانی نام‌گذاری شده‌است (Mousavi-Sabet *et al*, 2021). مطالعه حاضر ازاین‌رو حائز اهمیت است که در حفاظت از گونه‌ها در سراسر دنیا، گونه‌های بومی که ازنظر ذخیره ژنتیکی دارای ارزش خاصی هستند، به دلیل محدود شدن آنها در زیستگاه‌های ویژه هر کشور اولویت بیشتری را در مدیریت حفاظت بخود اختصاص می‌دهند (Almaça, 1984, Mouludi-Saleh *et al.*, 2017). به علت وسعت کشور ایران و تنوع زیستگاه‌ها و محیط های آبی و کمبود منابع موثق در خصوص وضعیت پراکنش و فراوانی ماهی‌های ایران، رودها و رودخانه‌های حوضه‌های آبریز به عنوان زیستگاه‌های مهم آبزیان آب‌های داخلی از اکوسیستم‌هایی هستند که کمتر به آنها پرداخته شده است. باتوجه به اینکه گونه *G. galaxias* بومی حوضه آبریز خلیج فارس ایران است و مطالعات صورت گرفته روی این گونه بسیار اندک و محدود است. بنابراین، بررسی همه‌جانبه این-گونه از جهات مختلف ریخت‌شناسی ضروری است.

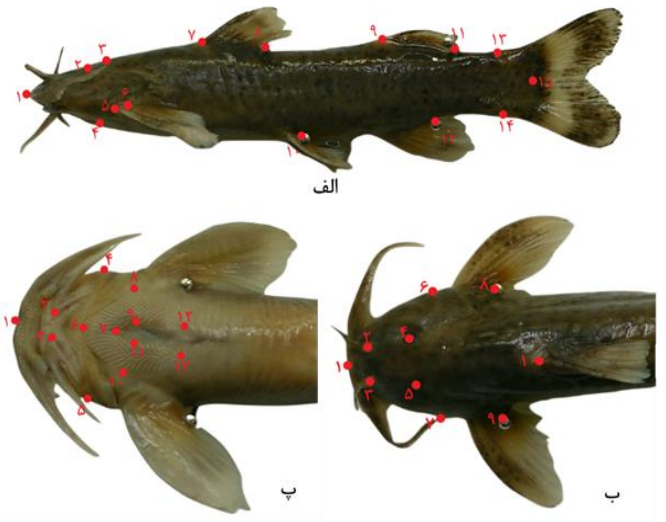
۲ | مواد و روش‌ها

در مطالعه حاضر برای مقایسه ریخت‌سنجی هندسی (Geometric Morphometric Truss Network System) چهار جمعیت‌های *G. galaxias* از حوضه آبریز کارون ۵۴ قطعه ماهی در چهار ایستگاه افسر آباد، ارمند، بازفت، بهشت آباد با دستگاه ماهیگیر الکتریکی صید شدند (جدول- ۱). نمونه های صید شده پس از بیهوشی با محلول عصاره پودر گل میخک ۱ درصد در فرمالین ۱۰ درصد تثبیت و به آزمایشگاه ماهی‌شناسی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان منتقل شدند. برای شناسایی نمونه‌ها از کلیدهای شناسایی از تحقیق موسوی ثابت و همکاران (Mousavi-Sabet 2021) استفاده شد.

جدول ۱- تعداد گربه ماهیان جمع آوری شده از ایستگاه‌های مورد مطالعه

ایستگاه	موقعیت جغرافیایی	تعداد گونه *G. galaxias*
افسر آباد	۳۲°۰۸′۵۹″N ۵۰°۲۵′۵۹″E	۱۶
ارمند	۳۱°۴۰′۱۳″N ۵۰°۴۶′۱۳″E	۱۲
بازفت	۳۲°۱۲′۳۶″N ۵۰°۰۲′۰۵″E	۱۲
بهشت آباد	۳۲°۰۱′۳۶″N ۵۰°۳۷′۲۳″E	۱۴

در این مطالعه جهت بررسی ریختی نمونه‌ها، از روش سیستم شبکه‌ای تراس (Truss Network) و ریخت‌سنجی هندسی شامل روش آنالیز شکلی (Landmarks Method) استفاده شد از تمامی نمونه ها تحت شرایط یکسان عکسبرداری شد. ۱۳، ۱۰و ۱۵ نقطه به ترتیب روی سطوح، شکمی، پشتی، جانبی بدن ماهی انتخاب شدند در تعیین نقطه نشانگر سعی شد که محل نقطه‌گذاری درکلیه تصاویر، دقیق و مشابه باشند. نقطه‌نشانه‌ها (Landmark) توسط نرم‌افزار tpsDig2 version 2.16 انجام شد (Rohlf, 2006).



شکل ۱- نقطه نشانه ها، الف- نمای جانبی، ب- نمای پشتی، پ- نمای شکمی

به‌علت اینکه ویژگی‌های ریخت‌شناسی درطول دوران حیات ثابت نیست و ارتباط مستقیمی با اندازه بدن ماهی دارد برخلاف ویژگی‌های شمارشی (Poulet *et al.*, 2004)، از این‌رو اولین قدم در تحلیل آماری داده های ریخت سنجی، اصلاح داده های خام ریخت‌سنجی به متغیر-های که مستقل از اندازه بدن بوده و تنها اختلاف شکل رانشان می-دهند می‌باشد (Turan, 2000). در این پژوهش به منظور حذف اثر اندازه، داده‌های ریخت‌سنجی قبل از تجزیه و تحلیل به کمک فرمول الیوت، استاندارد شدند (Elliot, 1995). استاندارد کردن داده‌های ریخت‌سنجی، تغییرات ناشی از رشد آلومتریک را کاهش می‌دهد (Karakousis *et al.*, 1991).

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-05-24]
[DOI: 10.22034/jair.11.1.30]

برای جداسازی ایستگاه‌ها با استفاده از رابطه ماتریسی خصوصیات ریخت‌شناسی، از تجزیه و تحلیل تابع متمایزکننده (Discriminant Factor analysis, DFA) و آزمون تجزیه مولفه‌های اصلی (Principle componets Analysis, PCA) انجام شد و در مورد هر یک از صفات استخراج شده، صفات اصلی مشخص شدند. در تجزیه به عامل‌ها از ضریب کایزر (Kaiser-Meyer-Olkin, KMO) استفاده شد، مقدار بزرگتر از ۰/۰۵ این ضریب به معنی این است که روش تجزیه به عامل‌ها مناسب است (Elliott *et al.*, 1995; Nimalathasan, 2009). همچنین آنالیز خوشه‌ای (Cluster Analysis, CA) مطلق بر اساس فاصله اقلیدسی (Euclideance distance) توسط نرم افزار رسم گردید (Rohlf, 2006). برای کلیه تجزیه و تحلیل های آماری و ترسیمی از نرم افزارهای SPSS Version 16، Excel ، NTSYSpc Version 2.02i و (Paleontological Statistics) PAST Version 2.06 و Morpho J استفاده شد. برای بررسی میزان حداکثر جدایی بین گروه‌ها از آزمون تحلیل متغیرهای کانونی (Canonical discrimination Analysis, CVA) استفاده می‌شود (Turan, 2000).

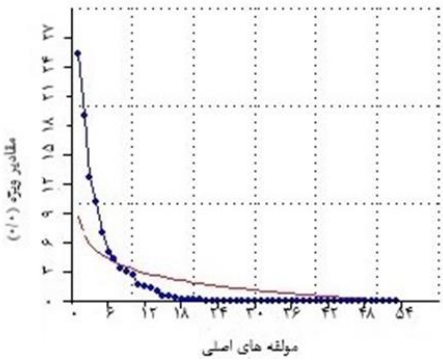
اساس ریخت‌سنجی هندسی برپایه مقایسه دو به دو موضوعات است و پراکنش آنها را لحاظ نمی‌کند، پس اندازه و تعداد نمونه‌ها و هم تعداد نشانگرها در اکثر موارد مورد مطالعه مطرح نیست و نیز نشانگرهایی که روی یک فرد قرار می‌گیرد باید به وضوح با نشانگرهای فرد دیگر مرتبط باشد به این معنا که نشانگرها متناظر باید درنقاطی روی سطح موضوع که دارای مفهوم خاص مشابهی درتمام نمونه است را ثابت کند (Pavlinov, 2001). بنابراین از هر ایستگاه نمونه‌ها به صورت تصادفی انتخاب و تعداد مشخصی نشانگر در نقاطی خاص و مشترک و در هر سه سطح ماهی ، جانبی، پشتی و شکمی بین هر یک از نمونه ها انتخاب شد.

۳ | نتایج

در تجزیه تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) برای گونه *G. galaxias* تعداد ۱۴ فاکتور در نمای جانبی با مقادیر بزرگتر از ۱ انتخاب شدند که ۹۷/۷۵۰ درصد از واریانس و تنوع صفات ریختی را شامل می شود (جدول ۲). فاکتورهای اول و دوم (PC1، PC2) مهمترین نقش را در تغییرات داده‌ها ایجاد کرده‌اند که ۴۴/۲۹۸ درصد از واریانس و تغییرات شکل بدن مربوط به دو مؤلفه اصلی است که نتیجه PCA برای نمای پشتی و شکمی *G. galaxias* به ترتیب نشان داد که ۵۸/۴۸۱ درصد و ۴۳/۴۴۲ درصد از واریانس و تغییرات شکل بدن مربوط به دو مولفه اصلی است.

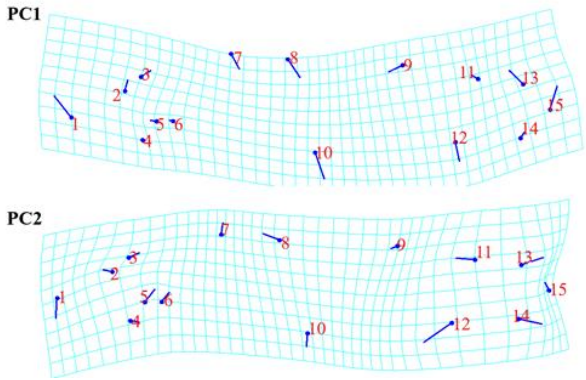
جدول ۲- مقادیر ویژه، درصد واریانس و واریانس تجمعی با سیستم شبکه‌ای تراس حاصل از آنالیز فاکتورهای اصلی از آنالیز PCA ازگونه *G. galaxias*

فاکتور	مقدار ویژه	درصد واریانس	درصد واریانس تجمعی
۱	۲۶/۵۳۱	۲۵/۲۶۵	۲۵/۲۶۵
۲	۱۹/۹۸۳	۱۹/۰۳۱	۴۴/۲۹۸
۳	۱۳/۲۷۶	۱۲/۶۴۴	۵۶/۹۴۲
۴	۱۰/۶۸۶	۱۰/۱۷۷	۶۷/۱۱۹
۵	۷/۲۹۸	۶/۹۵۱	۷۴/۰۷۰
۶	۵/۱۸۲	۴/۹۳۵	۷۹/۰۰۵
۷	۴/۶۱۸	۴/۳۹۸	۸۳/۴۰۴
۸	۳/۴۴۴	۳/۲۸۰	۸۶/۶۸۴
۹	۳/۰۷۹	۲/۹۳۲	۸۹/۶۱۶
۱۰	۲/۷۹۴	۲/۶۶۱	۹۲/۲۲۷
۱۱	۱/۷۳۵	۱/۶۵۲	۹۳/۹۲۹
۱۲	۱/۵۷۷	۱/۵۰۲	۹۵/۴۳۱
۱۳	۱/۳۸۰	۱/۳۱۵	۹۶/۷۴۶
۱۴	۱/۰۵۴	۱/۰۰۴	۹۷/۷۵۰



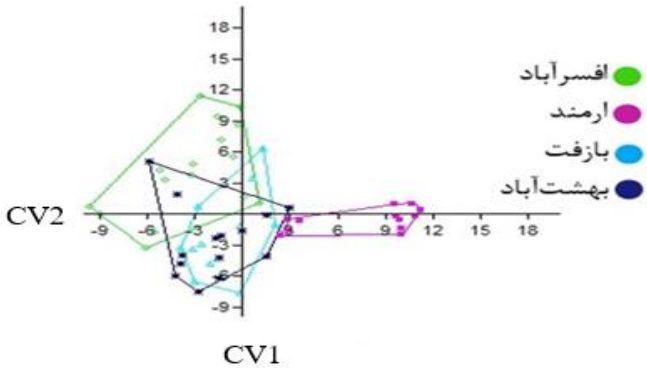
شکل ۲- نمودار سنگریزه(Scree plot) برای نشان دادن برش خط جولیف و محدوده مؤلفه های اصلی در سطح معنی دار در آنالیز PCA نمای جانبی برای گونه *G. galaxias*

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-05-24]
[DOI: 10.22034/jair.11.1.30]

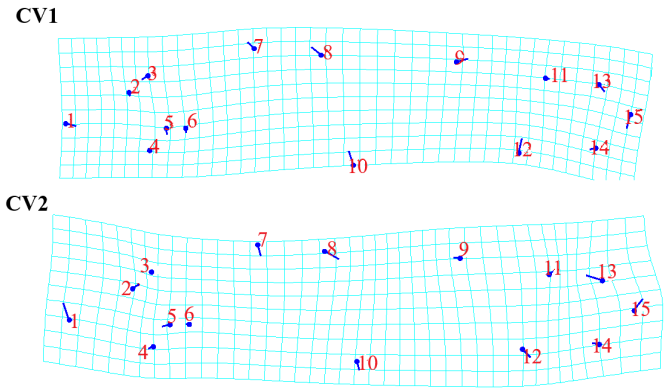


شکل ۳- تغییرات شکل بدن جمعیت‌های *G. galaxias* در حوضه آبریز کارون در جهت هریک از محورهای PC1 و PC2

نمودار سنگ ریزه‌ای در PCA برای نمای جانبی گونه *galaxias G.* نشان می‌دهد که ۱۴ مؤلفه بالای خط شکسته جولیف قرار دارند که ۹۷/۷۵۰ درصد از تنوع صفات ریختی را شامل می‌شود و تغییرات را در سطح معناداری نشان می‌دهد (شکل ۲). نمودار سنگ‌ریزه‌ا ی برای گونه *G. galaxias* نشان می‌دهد که در نمای پشتی هفت مولفه و در نمای شکمی ۱۱ مولفه بالای خط شکست جولیف قرار دارند که به ترتیب ۹۱/۸۰۴ درصد و ۹۵/۲۳۶ درصد از تغییرات را در سطح معنادار نشان می‌دهد.



شکل ۴- نتایج حاصل از آزمون CVA جانبی برای چهار جمعیت از *G. galaxias* درحوضه آبریز کارون



شکل ۵- تغییرات شکل بدن جمعیت‌های *G. galaxias* در حوضه آبریز کارون در جهت هریک از محورهای CV1 وCV2

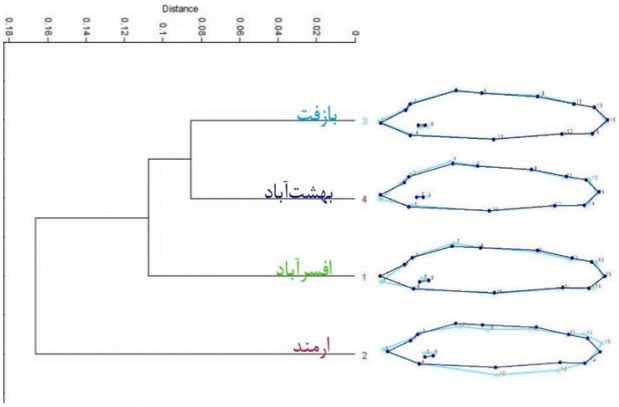
نمودار حاصل از آنالیز CVA/ MANOVA جانبی برای چهار جمعیت از گونه *G. galaxias* بر اساس دو متغیر اول و اصلی، چهار جمعیت نشان داد که جمعیت‌های مربوط به ایستگاه بهشت‌آباد و بازفت نسبت بهم تا حدودی همپوشانی دارند و جمعیت های مربوط به ایستگاه ارمند، فاصله بیشتر و همپوشانی کمتری نسبت به سایر جمعیت‌های این گونه دارد(شکل ۴). نتایج CVA نمای پشتی و جانبی جمعیت‌های این گونه نیز همپوشانی را نشان می‌دهد. نتایج حاصل از جدول فواصل ماهالانوبیس (Mahalanobis distance) نشان می‌دهد هرچه فاصله عددی بین گونه ها کوچکتر باشد شباهت آن دوگونه بهم بیشتر است و هرچه فاصله عددی بین دوگونه کمتر باشد آن دو گونه

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-05-24]
[DOI: 10.22034/jair.11.1.30]

شباهت کمتری دارند و از هم متمایز می‌شوند. فاصله مذکور بین جهار جمعیت مورد مطالعه حاکی از معنی‌دار بودن اختلاف می‌باشد فواصل ماهالانوبیس شکل بدن حاصل از آزمون CVA در جمعیت‌های *G. galaxias* نشان داد که کمترین فاصله و میزان تفاوت بین دو جمعیت بهشت‌آباد و بازفت و بیشترین فاصله و تفاوت مشاهده شده بین دو جمعیت ارمند و بازفت می باشد (جدول ۳). براساس نتیجه تجزیه خوشه ای، ضمن تأیید نتایج PCA، جمعیت ها در ۳ گروه مجزا قرار می‌گیرند. ابتدا جمعیت رودخانه ارمند از سایرین جدا شده است و سپس جمعیت رودخانه افسرآباد و در نهایت دو جمعیت بازوفت و بهشت آباد در یک گروه قرار می‌گیرند (شکل ۶).

جدول ۳- فاصله مهالانوبیس برای چهار جمعیت از *G. galaxias* درحوضه آبریز کارون

ایستگاه	افسرآباد	ارمند	بازفت
ارمند	۱۲/۲۶۶۴		
بازفت	۱۱/۶۶۸۱	۱۴/۵۵۲۴	
بهشت آباد	۱۰/۰۴۷۲	۱۲/۰۸۸۰	۷/۶۲۲۷



۶- تجزیه وتحلیل خوشه‌ای و نمایش تفاوت شکلی هریک از جمعیت‌ها *G. galaxias* درحوضه آبریز کارون

۴ | بحث و نتیجه‌گیری

شناسایی گونه‌ها و جمعیت‌های ماهیان در حفاظت از تنوع زیستی و تحقیقات مربوط به ویژگی‌های زیستی آنها از قبیل رشد، مرگ‌ومیر، هماوری، روابط تغذیه‌ای و چرخه حیات ضروری است (Ibanez *et al.*, 2007). در روشهای سنتی، شناسایی گونه‌ها و حتی جمعیت‌ها برپایه ویژگی‌های قابل اندازه‌گیری ریختی و شمارشی انجام می‌شود (Swain, D. P and Holtby, L. B, 1986) در گذشته تصور بر این بود که تغییرات ریختی فقط ژنتیکی است. اما امروز معلوم شده است که منشا این تغییرات محیطی و ژنتیکی است. پژوهش‌های اخیر مشخص کرده است که اختلافات ریختی بین گروه‌های مختلف ماهیان قطعا آنها را از لحاظ ژنتیکی جدا نکرده و در عوض در برخی مواقع اختلافات ریخت-شناسی فقط تحت تأثیر محیط بوده و اختلافات ژنتیکی هیچ نقشی ندارند (Swain & Foote,1999). در مطالعه تأثیر سرعت جریان آب برتنوع شکل ماهی، *S. trutta* مشخص شد که این ماهی در سرعت جریان‌های تند دارای بدن دوکی شکل و سر درازتر است. همچنین ساقه دمی بلندتر در این ماهی، هزینه شنا را به دلیل کاهش نیروی مقاوم حرکت در جریان‌های تند آب کاهش می‌دهد و کارایی از لحاظ مصرف انرژی بهبود می‌یابد (Poulet *et al.*, 2005). در مطالعه جمعیت‌های سس‌ماهی کورا (*Barbus lacerta*) در سه حوضه دجله، خزر و ارومیه، روش ریخت‌سنجی هندسی تفاوت‌های زیادی را در شکل بدنی از جمله طول و ارتفاع سر، ارتفاع بدن، موقعیت باله مخرجی، طول ساقه دمی و موقعیت باله پشتی در جمعیت‌های مورد مطالعه نشان داد (Jamali- Ashtiyani *et al.*, 2015). طبق مطالعات مختلف در بین مهره‌داران، ماهیان با نرخ بیشتری در اثر شرایط محیطی دچار تفاوت‌ها و تغییرات ریختی می‌شوند، بطوری که عوامل محیطی از قبیل دما، غذای در دسترس و حتی فاصله مهاجرت می‌توانند بطور بالقوه باعث ایجاد تفاوت‌های ریختی در ماهیان شوند (Turan *et al.*, 2006). در بررسی تفاوت‌های ریختی جمعیت‌های سگ ماهی جویباری سفیدرود *Oxynemacheilus bergianus* (Derzhaving, 1934) حوضه دریاچه نمک با استفاده از روش ریخت سنجی هندسی، نتایج نشان داد اعضای جمعیت رودخانه قم‌رود بواسطه داشتن سر و ساقه دمی درازتر و کم عمق و جایگاه قدامی باله پشتی از دو جمعیت دیگر قابل شناسایی بودند. جمعیت کردان نیز بواسطه باله مخرجی عمیق‌تر و موقعیت قدامی باله سینه‌ای و جمعیت رودخانه جاجرود بواسطه عمق بیشتر سر و بدن از یکدیگر تفکیک شدند (Eagderi *et al*, 2013) در مطالعه‌ای تنوع جمعیتی سیاه ماهی هراتی *Capoeta heratensis* با استفاده از روش ریخت سنجی هندسی مورد بررسی قرارگرفت. نتایج حاصل از آنالیز CVA تفاوت معنی‌داری را بین اشکال این سه جمعیت نشان داد. جمعیت متعلق به رودخانه هریرود دارای بدن پهن‌تر و نوک پوزه بالاتر، جمعیت متعلق به رودخانه آل دارای بدن باریکتر، جمعیت متعلق به رودخانه بیدواز نوک پوزه پایین تر و باله سینه‌ای در موقعیت

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-05-24]
[DOI: 10.22034/jair.11.1.30]

جلوتر نسبت به حالت میانگین بود. براساس نتایج جمعیت بیدواز از لحاظ ریختی دارای بیشترین تفاوت با دو جمعیت دیگر بود. تفاوت‌های مشاهده شده را میتوان به وجود تنوع در زیستگاه و عادات تغذیه‌ای و همچنین جدایی جغرافیایی جمعیت‌های مورد مطالعه نسبت داد (Eagderi *et al*, 2017). مطالعه خصوصیات ریختی تأثیرگذار در تفکیک جنسیتی ماهی *Gambusia holbrooki* با استفاده از سیستم شبکه ای تراس نشان داد که تفاوت ها در دو جنس در خصوصیاتی شامل طول سر، عرض سر، ارتفاع بدن، طول پیش پشتی، طول پیش شکمی، طول پیش مخرجی، طول چنگالی، طول باله پشتی، طول باله مخرجی، ارتفاع ساقه دمی و طول ساقه دمی مشاهده شد بود. ماهیان نر و ماده *G. holbrooki* در اکثر خصوصیات ریختی با هم متفاوت بوده اند (Mousavi-Sabet *et al.*, 2018). مطالعاتی در مورد دوشکلی جنسی گورماهی صوفیا با استفاده از روش ریخت‌سنجی هندسی انجام شد نتایج نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین شکل بدن جنس‌های نر و ماده در هر دو جمعیت وجود داشت (p<۰/۰۵). اختلافات ریخت-شناسی بین جمعیت‌های مختلف یک گونه میتواند ناشی از جدایی ژنتیکی و همچنین ناشی از تفاوت ویژگی‌های محیطی باشد (Eagderi *et al.*,2020). عوامل محیطی متعدد می‌تواند شکارچیان، قابلیت اشغال نیچ اکولوژیکی جدید، افزایش کارایی تغذیه، استتار و غیره باشد. در مطالعه انعطاف‌پذیری ریختی مرتبط با زیستگاه بر اساس ریخت‌سنجی هندسی شکل بدن ماهی خیاطه مشخص گردید که جمعیت‌های مختلف این ماهی که در رودخانه‌های با شرایط متفاوت ساکن هستند، دارای تفاوت‌های ریختی قابل ملاحظه‌ای می‌باشند (Eagderi *et al*, 2013). در مطالعه تفکیک جمعیت‌های سه گونه از جنس *Paracobitis* مشخص شد تفاوت معنی دار در ویژگی های ریختی نه تنها سه گونه مورد بررسی بلکه بین جمعیت های مختلف آنها نیز وجود دارد (p<۰/۰۰۰۱). این تفاوت ها مربوط به طول و عرض سر، پهنای بدن، طول ساقه دمی، جایگاه چشم و موقعیت باله پشتی بودند (Jafari *et al.*, 2015). در مطالعه‌ای ویژگی های ریخت شناختی ۵ گونه از ماهیان جنس مروارید ماهی به نام‌های *Alburnus chalcoides*، *A. filippii*، *A. atropatenae*، *A. mossulensis* و *A. hohenackeri* به روش سیستم شبکه ای تراس مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج حاصل از ترسیم مولفه اول به دوم در آزمون تفکیک متعارف نشان داد که سه گونه *A. filippii*, *A. atropatenae* و *A. mossulensis* دارای هم پوشانی بالا با یکدیگرند و گونه‌های *A. chalcoides* و *A. hohenackeri* از سایر گونه ها به طور کامل جدا شدند. نتایج حاصل از آزمون کلاستر نیز جدایی کامل گونه ها به لحاظ خصوصیات ریخت‌سنجی از یکدیگر را نشان داد (Khatami-Nezhad *et al.*, 2018). در مطالعه‌ای، تنوع ریختی ماهی نازک (*Chondrostoma regium*) بررسی شد. تعداد ۲۷ صفت اندازشی و ۱۱ صفت شمارشی اندازه گیری و شمارش شد. براساس نتایج تجزیه و تحلیل واریانس یک طرفه، ۲۰ ویژگی اندازشی اصلاح شده و ۱۰ ویژگی شمارشی دارای تفاوت معنی‌دار بود (p< ۰/۰۵). در صفات اندازشی، دو مؤلفه اول نشان دهنده ۵۵/۰۲ درصد تنوع صفات بین افراد بود. آنالیز CVA صفات اندازشی نشان داد جمعیت ها هم پوشانی زیادی دارند و تنها جمعیت رودخانه زاب از سایر جمعیت‌ها جدا شد؛ ولی در صفات شمارشی بیشتر جمعیت‌ها از یکدیگرتفکیک شد. براساس نتایج، بین جمعیت‌های مختلف ماهی نازک تفاوت های ریختی معنی‌داری وجود دارد و در اعضای این گونه صفات شمارشی، قابلیت تفکیک کنندگی بیشتری نسبت به صفات اندازشی دارند (Dastanpoor *et al.*, 2021). در بررسی مقایسه ویژگی‌های ریختی ماهی سفید (Kamenskii,1901) *Rutilus kutum* در سواحل جنوبی دریای خزر استفاده از روش ریخت سنجی هندسی انجام شد. تجزیه وتحلیل خوشه‌ای با پشتیبانی ۴۸۱ دو جمعیت ماهی سفید کیاشهر و بندر ترکمن را در یک گروه و جدا از سایر جمعیت‌ها قرارداد. باتوجه به اینکه جمعیت ماهیان سفید کیاشهر و بندر ترکمن ازنظر شکلی در یک گروه قرار گرفتند با توجه به فاصله جغرافیایی نسبتاً بالای این دو جمعیت، شباهت مشاهده شده بین آنها را میتوان حاصل انعطاف‌پذیری ریختی در پاسخ به شرایط محیطی مشابه آنها دانست. نتایج این مطالعه قابلیت انعطاف‌پذیری ریختی بالایی را برای این ماهی نشان داد(Ghojoghi *et al.*, 2018). تفاوت‌هایی که در نواحی باله‌های پشتی و مخرجی و ساقه دمی مشاهده می‌شود به‌عنوان تفاوت‌های ریختی مرتبط با حرکت در نظر گرفته می-شود. تفاوت های مربوط به ارتفاع بدن و ابعاد سر هم می‌توانند به‌عنوان سازگاری‌های مربوط به شرایط هیدرودینامیکی و یا تغذیه‌ای قلمداد شوند (Hawkins and Quinn, 1996; Fisher and Hogan, 2007). چنین تفاوت‌هایی را میتوان تحت عنوان تنوع ژنتیکی یا تنوع درون-گونه‌ای تعریف کرد. هر جمعیت در طول زمان برای سازگاری بهینه با شرایط اکولوژیکی خود یک سری انعطاف‌پذیری‌های ریختی را بروز می-دهد که با گذشت زمان در ژنتیک آن جمعیت تثبیت می گردد (Smith and Skulason, 1996). توضیح دلایل ایجاد تفاوت‌های ریختی در میان ماهیان و جمعیت‌های آنها بسیار دشوار است، ولی به-طورکلی صفات ریختی تحت کنترل و در واکنش با دو عامل یعنی شرایط محیطی و اطلاعات ژنتیکی افراد جمعیت‌ها است (Swain and Holtby, 1986). مطالعات اخیر نشان می‌دهد که اختلافات ریخت-شناسی بین جمعیت‌های مختلف یک گونه می‌تواند ناشی از جدایی ژنتیکی و همچنین ناشی از اختلافات محیطی باشد (Tudela, 1999, Turan, 2000). به‌طور کل ویژگی‌های ریخت‌شناسی ماهیان در مقایسه با سایر مهره‌داران بیشتر دچار تغییرات درون و بین‌گونه‌ای شده و نسبت به تغییرات ناشی از محیط حساسیت بیشتری دارند. بنابراین، اثرات بعضی از فاکتورهای محیطی نظیر درجه حرارت، شوری، دسترسی به غذا و یا فاصله مهاجرت میتواند بطور بالقوه تفکیک ریختی ماهیان را تعیین کند (۳۱، ۳۵ و ۳۶) از طرف دیگر، شرایط محیطی متفاوت سبب جدایی جمعیت‌های ساکن رودخانه‌های مختلف می‌شود (Yamamoto *et al.*, 2004., Samaee *et al.*, 2009). موسوی ثابت و انوری فر (Mousavi-Sabet and Anvarifar, 2013) نیز با استفاده روش ریخت‌سنجی هندسی دو گونه جویبار ماهی خاردار جنس *Cobitis* را با یکدیگر مقایسه کردند که دو گونه *C. keyani* و *C. faridpaki* از هم تفکیک شدند. در مطالعه حاضر، تفاوت‌های چهار

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-05-24]
[DOI: 10.22034/jair.11.1.30]

جمعیت *G. galaxias* در حوضه آبریز کارون به روش ریخت‌سنجی تراس و هندسی به‌وسیله آزمون‌های DFA, CVA, PCA و خوشه‌ای و با توجه به فواصل جدول مهالانوبیس مشخص شد. نتایج نشان داد که جمعیت‌های مورد مطالعه دارای الگوهای شکل بدن متفاوتی می‌باشند. جمعیت رودخانه ارمند جدا از سه جمعیت افسرآباد، بازفت و بهشت آباد و با فاصله بیشتری قرار دارد و جمعیت‌های بازفت و بهشت‌آباد کمترین فاصله را دارند و در یک خوشه قرار می‌گیرند و جمعیت‌های بهشت‌آباد و افسرآباد نیز تا حدودی با یکدیگر همپوشانی دارند. تفاوت جمعیت رودخانه ارمند نسبت به سایر جمعیت‌ها در نمای جانبی، باله چربی در موقعیت عقب‌تر و پوزه کوتاه‌تر و در موقعیت عقب‌تر قرار گرفته است و طول بدن کمتر می باشد. در نمای پشتی نیز جمعیت ارمند سری پهن‌تر دارد، پوزه کوتاه‌تر، چشم‌ها و باله چربی در موقعیت جلوتر قرار گرفته است. در نمای شکمی سبیلک‌ها در موقعیت عقب‌تر و ابتدای بادکش در موقعیت جلوتر و طول بادکش بیشتر است. همچنین نتایج مطالعات مولکولی گونه‌های *Glyptothorax* توسط موسوی ثابت و همکاران (Mousavi-Sabet *et al*., 2021) نیز نتایج مطالعه حاضر را تأیید می‌کند.

پست الکترونیک نویسندگان

معصومه سراوانی: masoomeh.saravani999@gmail.com

حامد موسوی ثابت: mosavii.h@gmail.com

سهیل ایگدری: soheil.eagderi@ut.ac.ir

عادله حیدری: adeleheidari14@yahoo.com

REFERENCES

Akbarzadeh A., Karami M., Nezami S., Eagdari S., Bakhtiyari M., Khara M. 2007. Analysis of Population Structure of Pikeperch (*Sander lucioperca*), in Iranian Waters of Caspian Sea and Anzali wetland using Truss System. Journal of Faculty Natural Resources, 60: 127-139. (In Persian).

Almaça C., 1984. Form Relationships among Western Palearctic Species of *Barbus* (Cyprinidae, Pisces). Arquiros do Museu Bocage, 2(12): 207-248.

Dastanpoor D., Eagderi S., Farahmand H., Mousavi-Sabet H. 2021. Morphological Variations and Diagnostic Characteristics of *Chondrostoma regium* Populations in Iranian Inland Waters. Journal of Taxonomy and Biosystematics, 13(1):46-54.

Eagderi S., Mouludi-Saleh A., Poorbagher H. 2020. Sexual dimorphism comparison of body shape of *Esmaeilius sophiae* using geometric morphometric method. Scientific Research Journal of Animal Environment, 12(4): 21-36. (In Persian).

Eagderi S., Kelary Ebrahimi S., Ashrafi, S., Jalili P.2017. Population variation of *Capoeta heratensis* in Hari River and Dasht-e Kavir basins using geometric morphometric technique. Journal of Aquaculture Sciences, 5(6): 16-27. (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. (In Persian).

Elliot N.G., Haskard K., Koslow J.A. 1995. Morphometric analysis of orange roughy (*Hoplostethus atianticus*) off the continental slope of southern Australia. *Journal of Fish Biology*. Vol. 46: 202-220.

Fisher R., Hogan J.D. 2007. Morphological predictors of swimming speed: a case study of pre-settlement juvenile coral reef fish. Journal of Experimental Biology 210: 2436-2443.

Freyhof J., Kaya C., Abdullah Y.S., Geiger M.F. 2021. The *Glyptothorax* catfishes of the Euphrates and Tigris with the description of a new species (Teleostei: Sisoridae). *Zootaxa*, 4969 (3), 453–491. https://doi.org/10.11646/zootaxa.4969.3.2.

Hawkins D.K., Quinn T.P. 1996. Critical swimming velocity and associated morphology of juvenile coastal cutthroat trout (Oncorhynchus clarki clarki), steelhead trout (O. mykiss) and their hybrids. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 53: 1487-1496

Ghojoghi F., Eagderi S., Nasri M. 2018. Body shape comparison of Kutum fish Rutilus kutum (Kamensky, 1901) from southern Caspian Sea using Geometric Morphometric methods. Journal of Aquaculture Development. 2018; 12 (1):63-73. URL: http://aqudev.liau.ac.ir/article-1-147-fa.html. (In Persian).

Ibanez A.L., Cowx I.G., O'Higgins P. 2007. Geometric morphometric analysis of fish scales for identifying genera, species, and local populations within the Mugilidae. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science. 64, PP: 1091-1100.

Ihssen P.E., Brooke H.E.; Casselman J.M.; McGlade J. M.; Payne, N.R., Utter F.M. 1981. Stock identification: materials and methods. Canadian Journal of Fisheries & Aquatic Sciences. 38, PP: 1838-1855.

Jafari O, Eagderi S, Nasrolah-Pourmoghadam M, Noferesti H., Mosavi-Sabet H. 2015. Comparison of morphological variations among three species of the genus *Paracobitis* in Iran using geometric morphometrics method with a taxonomical review on the genus in Iran. Taxonomy and Biosystematics, 7 Th Year, No. 22, Spring 2015. (In Persian).

Jalili P., Eagderi S., Keivany Y. 2015. Body shape comparison of Kura bleak (*Alburnus filippii*) in Aras and Ahar-Chai rivers using geometric morphometric approach. Research in Zoology. 5 (1), PP: 20-24. (In Persian). Jamali- ashtiyani, A, Eagderi, S, Khorasani, N and Zamani, M. 2015. Comparison of body shape features of Kura barbel (*Barbus lacerta*, Heckel 1834) in Caspian, Tigris and Uremia Lake basins using geometric morphometrics technique. Scientific Research Journal of Animal Environment. 2015; 7(4): 134- 150. (In Persian).

Jouladeh-Roudbar A, Eagderi S, Vatandost S. 2016. Introduction of catfishes in Iran’s inland waters. Journal of Ornamental Aquatics.2016: 3(1). http://ornamental aquatics .ir/article 1-89 fa.html.

Jouladeh-Roudbar, A., Ghanavi, H.R. & Doadrio, I.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-05-24]

[DOI: 10.22034/jair.11.1.30]

(2020). Ichthyofauna from Iranian freshwater: Annotated checklist, diagnosis, taxonomy, and distribution and conservation assessment. *Zoological Studies*, 59, 21.https://doi.org/10.6620/ZS.2020.59-21. (In Persian).

Khatami-Nezhad S., Mosavi-Sabet H., Sattari M., Vatandost S. 2015. Acomparative study on morphometric characters of five Spirlin species (Cyprinidae: *Alburnus*) in Iranian inland waters using a truss network system. Scientific Research Journal of Animal Environment, 7(1): 16-25.

Karakousis Y., Triantaphyllidis C., Economidis P.S. (1991), Morphological variability among seven population of brown trout, *Salmo trutta* L., in Greece. Journal of fish Biology, 38: 807-817.

Smith T.B., Skulason S. 1996. Evolutionary Significance of Resource Polymorphisms in Fishes, Amphibians and Birds. Annual Review of Ecology and Systematics 27: 111-133.

Mohammadi Sh., Eagderi S., Poorbagher H., Mouludi-Saleh A. 2015. Morphological variation of *Oxynoemacheilus bergianus* (Derzhavin, 1934) from the Namak Lake and Caspian Sea basins using morphometrical method. Journal of Environmental Science and Engineering.V0l. 2, 13-18.

Mousavi-Sabet H., Heidari A., Zayyenkarin M. 2018. Morphological Parameters Effective In Sexual Dimorphism Of Livebearers Using Truss Network System: Case Study On Gambusia Holbrooki. J. Aqua. Eco. 2018;8(1):150-154. Url: Http://Jae.Hormozgan .Ac.Ir/Article-1-388-Fa.Html. (In Persian).

Mousavi-Sabet H., Saemi-Komsari M., Ghasemzadeh Sarcheshmeh K., Sattari M., Eagderi S. 2020. Early development and allometric growth patterns in Electric blue Cichlid *Sciaenochromis fryeri* Konings, 1993. Journal of Fisheries Science and Technology. 2020;9(2):79-89. URL:http://jfst.modares .ac.ir/article-6-45996-fa.html. (In Persian).

Mousavi-Sabet H., Eagderi S., Vatandoust S., Freyhof J., 2021. Five new species of the sisorid catfish genus *Glyptothorax* from Iran (Teleostei: Sisoridae). *Zootaxa* 5067 (4): 451–484. https://doi.org /10.11646/zootaxa .5067.4.1.(In Persian).

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. (In Persian).

Nicieza A.G. 1995. Morphological variation between geographically disjunct populations of Atlantic salmon: the effects of ontogeny and habitat shift. Functional Ecology. 9, PP: 448- 456.

Nimalathasan B. 2009. Determinants of key performance indicators (KPIs) of private sector banks in Srilanka: an application of exploratory factor analysis, the annals of the Stefan cel Mare University of Suceava, Fascicle of the Faculty of Economics and Public Administration, 9: 9-17.

Pavlinov I.Y. 2001. Geometric morphometrics, a new analytical approach to comparison of digitized images. Information Technologies in Biodiversity Research. pp: 40-64.

Poulet N., Reyjol Y., Collier H., Lek S. 2005. Does fish scale morphology allow the identification of populations at a local scale? A case study for rostrum dace *Leuciscus leuciscus burdigalensis* in River Viaur (SW France). Aquatic Sciences. 67, PP: 122–127.

Rohlf F.J. 2006. Tps Relw. Department of Ecology and Evolution. State University of New York, Stony Brook, NY. 171p.

Samaee S.M., Patzner R.A., Mansour N. 2009. Morphological differentiation within the population of Siah Mahi, *Capoeta capoeta gracilis*, (Cyprinidae, Teleostei) in a river of the south Caspian Sea basin: a pilot study. Journal of Applied Ichthyology. 25, PP: 583-590. (In Persian).

Swain D.P., Holtby L.B. 1989. Differences in morphology and behavior between juvenile coho salmon, *Oncorhynchus kisutch*, rearing in a lake and in its tributary stream. Canadian Journal of Fisheries & Aquatic Sciences. 46(8):1406-1414.

Swain D.P., Foote C.J. 1999. Stocks and chameleons: The use of phenotypic variation in stock identification, Fisheries Research, 43: 113- 128.

Tudela S. 1999. Morphological variability in a Mediterranean, genetically homogeneous population of the European anchovy, *Engraulis ancrasicolur*. Fisheries Research. 42, PP: 229- 243.

Turan C. 2000. Otolith shape and meristic analysis of herring (*Clupea harengus*) in the North-East Atlantic. Archive of Fishery and Marine Research. 48(3), PP: 213-225.

Turan, C., and Ergudan, D., 2004. Genetic and morphologic structure of *Liza abu* (Heckel, 1843) population from the rivers Orontes, Euphrates and tigris. Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences. 28, PP: 729-734.

Turan C., Oral M., Öztürk B., Düzgüneş E. 2006. Morphometric and meristic variation between stocks of Bluefish, *Pomatomus saltatrix* in the Black, Marmara, Aegean and northeastern Mediterranean Seas. Fisheries Research. 79(1): 139-14.

Yamamoto, S.., Morita, I., Koizumi, K., and Maekawa, S., 2004. Genetic differentiation of white-spotted charr (*Salvelinu leucomaenis*) populations after habitat fragmentation: spatial– temporal changes in gene frequencies. Conservation Genetics, 5: 529-538.

نحوه استناد به این مقاله:

سراوانی م.، موسوی‌ثابت ح.، ایگدری س.، حیدری ع. بررسی تنوع ریختی جمعیت-های گربه ماهی سینه خراش کهکشانی *Glyptothorax galaxias* در سرشاخه‌های حوضه آبریز کارون با روش‌های ریخت‌سنجی سنتی و هندسی. نشریه پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی دانشگاه گنبدکاووس. ۱۴۰۲، ۳۸-۳۰ :(۱)۱۱ .

Saravani M., Mousavi-Sabet H., Eagderi S., Heidari A. Morphological variation of Catfish *Glyptothorax galaxias* populations in the headwaters of the Karun drainage basin watershed using traditional and geometric morphometric methods. Journal of Applied Ichthyological Research, University of Gonbad Kavous. 2023, 11(1): 30-38.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-05-24]

[DOI: 10.22034/jair.11.1.30]

Morphological variation of *Glyptothorax galaxias* populations in the headwaters of the Karun drainage using traditional and geometric morphometric methods

Saravani M[1]., Mousavi-Sabet H[1,2*]., Eagderi S[3]., Heidari A[1].

[1] Dept. of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, P.O. Box 1144, Sowmeh Sara, Guilan, Iran.

[2] The Capian Sea basin Reseaech Center, University of Guilan, Rasht, Iran.

[3] Dept. of fisheries and aquaculture, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.

Type:

Original Research Paper

https://doi.org/10.22034/jair.11.1.30

Paper History:

Received: 04-05-2023
Accepted: 01-08- 2023

Corresponding author:

Mousavi-Sabet H. Dept. of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, P.O. Box 1144, Sowmeh Sara, Guilan, Iran.

Email: mosavii.h@gmail.com

Abstract

In the present study, for the morphological comparison of *Glyptothorax galaxias* populations, 54 samples were caught from the four sampling sites, including Afsarabad, Armand, Bazoft and Beheshtabad from the headwaters of the Karun drainage. The geometric morphometric analysis was done based on 15, 13 and 10 homologous morphologica Landmarks on lateral, ventral and dorsal. Landmark method determined the out shape body and related analysis such as PCA, CVA, DFA and dendogram was performed to show differences among population of *Glyptothorax galaxias*. The results showed that the population of Armand is separate from other populations, Bazoft and BeheshtAbad populations show have the least distance and are placed in the same cluster, and Behesht-Abad and Afsarabad populations overlap with each other. It seems that the difference between different habitats in terms of flow intensity, river slope, nutritional conditions, water physics, and chemistry is the reason for the difference in populations, which should be investigated in future studies.

Keywords: Geometricmorphometric, Traditionalmethod, *Glyptothorax*

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-05-24]

[DOI: 10.22034/jair.11.1.30]