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

مقایسه ریخت‌سنجی هندسی سیاه‌ماهی خال‌دار مند *Capoeta mandica* Bianco & Bănărescu, 1982 در حوضه بوشهر

محسن عرب[1]، یزدان کیوانی*[2]
[1]کارشناسی ارشد شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران
[2]دانشیار گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی،دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران

نوع مقاله:
پژوهشی اصیل

تاریخچه مقاله:
دریافت: ۹۶/۰۱/۳۱
پذیرش: ۹۶/۰۶/۱۳

نویسنده مسئول مکاتبه:
یزدان کیوانی، دانشیار گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی،دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران
ایمیل: keivany@cc.iut.ac.ir

چکیده

تعداد ۷۸ قطعه سیاه‌ماهی خال‌دار مند (*C. mandica*) از چهار رودخانه حوضه بوشهر با استفاده از تور پره به‌منظور مطالعه تفاوت‌های ریختی صید شد. نمونه‌ها بعد از جمع‌آوری و بی‌هوشی با محلول ۱٪ گل میخک، در فرمالین ۱۰٪ تثبیت و برای اندازه‌گیری‌های بعدی به آزمایشگاه منتقل شدند. برای آنالیزهای آماری از آزمون‌های تحلیل همبستگی کانونی (CVA)، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA) و تحلیل خوشه‌ای (CA)، استفاده شد. این آزمون‌ها نشان دادند که بین جمعیت‌های خیرآباد و فهلیان تفاوت معنی‌داری وجود دارد. نتایج نشان می‌دهد که روش‌های ریخت‌سنجی قادر به تفکیک جمعیت‌های مختلف از یکدیگر هستند، اگرچه برای اطلاعات بیشتر نیازمند مطالعات مولکولی می‌باشد.

واژه‌های کلیدی:
***C. mandica*، بیومتری، زیست‌سنجی، کپورماهیان**

۱ | مقدمه

ماهیان در بین مهره‌داران بیش‌ترین تنوع را داشته و تاکنون بیش از ۳۵۰۰۰ گونه از آن‌ها شناسایی شده که حدود ۴۰٪ از آن‌ها جزو ماهیان آب شیرین محسوب می‌شوند (Froese and Pauly, 2019). مطالعه ماهیان از جنبه‌های مختلف از جمله ریخت‌شناسی، بوم‌شناسی و رفتارشناسی برای مدیریت اکوسیستم‌ها و حفاظت آنها و نیز مدیریت بهره‌برداری از ذخایر و تکثیر و پرورش آنها از اهمیت خاصی برخوردار است. ماهیان آب‌های شیرین ایران حتی بدون درنظر گرفتن ماهیان آب‌های لب‌شور دریای خزر، بسیار متنوع و از نظر مطالعات ماهی‌شناسی حائز اهمیت هستند. حدود ۱۰۶ جنس از ۲۹ خانواده در آب‌های داخلی کشور حضور دارند که از این تعداد حدود ۱۶۲ گونه (۶۳٪) متعلق به راسته کپورماهی‌شکلان است. خانواده کپورماهیان دارای ۴۴ جنس با ۱۱۱ گونه می‌باشد. یکی از جنس‌های مهم این خانواده سیاه‌ماهی است که در ایران دارای بیش از ۱۰ گونه است و تعداد گونه‌های آن در آینده نیز دچار تغییرات زیادی خواهد شد (Keivany *et al.*, 2016; Esmaeili *et al.*, 2017).

سیاه‌ماهی خال‌دار مند (*Capoeta mandica* Bianco and Banarescu, 1982) در زیستگاه‌های آب شیرین حوضه بوشهر یافت می‌شود. این ماهی دارای بدنی دوکی‌شکل، دهان نیمه‌تحتانی، دندان حلقی ۳ ردیفی با فرمول ۲,۳,۴-۴,۳,۲ بوده و مهم‌ترین مشخصه تشخیص این ماهی وجود خال‌های سیاه رنگ پراکنده روی سطح بدن آن است (Coad, 2019). شناسایی ماهیان، تفکیک جمعیت‌های مختلف متعلق به یک گونه در رودخانه‌ها و زیستگاه‌های مختلف در برنامه‌های حفاظت و بهره‌برداری اصولی از اهمیت بالای برخوردار است. برای شناسایی جمعیت‌ها و ذخایر مختلف ماهیان روش‌های متفاوتی وجود دارد که از جمله آن‌ها می‌توان به شناسایی براساس ویژگی‌های ژنتیکی، ویژگی‌های ریخت‌سنجی سنتی و ریخت‌سنجی هندسی اشاره کرد (Samaee *et al.*, 2009; Keivany and Arab, 2017). روش مدرن ریخت‌سنجی هندسی لندمارک پایه دارای قابلیت‌های وسیعی در

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-08]
[DOI: 10.29252/jair.8.2.1]

مطالعات زیست‌شناسی است. این روش به‌طور موفقیت‌آمیزی در مطالعات ریخت‌شناسی استفاده شده است (Jalili *et al.*, 2015; Razavipour *et al.*, 2015; Mouludi-Saleh *et al.*, 2017; Keivany *et al.*, 2017).

باتوجه به اهمیت شناسایی ذخایر ماهیان و سایر آبزیان در مدیریت کارآمد شیلاتی و بهره‌برداری بهینه ذخایر یک گونه از ماهی و از آنجایی که تاکنون مطالعه جامعی در زمینه ساختار جمعیتی این گونه درآب‌های داخلی کشور انجام نشده است (Fazeli *et al.*, 2015)، هدف از این مطالعه مقایسه ریخت‌سنجی هندسی جمعیت‌های سیاه‌ماهی خال‌دار در حوضه آبی بوشهر است. این روش توانایی بسیار بالایی را در مطالعات زیست‌شناسی به‌ویژه با استفاده از ابزارهای آماری چندمتغیره برای توصیف الگوهای تغییر، شباهت و تنوع از خود نشان می‌دهد (Adams *et al.*, 2004; Salini *et al.*, 2004; Tzeng, 2004; Ergüden and Turan, 2005).

۲ | مواد و روش‌ها

چهار جمعیت از سیاه‌ماهی خال‌دار مند از حوضه بوشهر برای این مطالعه مورد نمونه‌برداری قرار گرفت (جدول ۱). برای صید نمونه‌ها از تور پره به طول ۵ متر، ارتفاع ۲ متر و چشمه ۵ میلی‌متری استفاده شد. نمونه‌ها بعد از صید در محلول عصاره گل میخک ۱٪ بیهوش شدند و سپس در فرمالین ۱۰٪ تثبیت شده و برای ادامه آزمایشات به موزه ماهی‌شناسی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان منتقل گردیدند. درپایان به محلول الکل ۷۰٪ برای نگه‌داری انتقال یافتند.

جدول ۱- مشخصات مناطق نمونه‌برداری سیاه‌ماهی خال‌دار مند (*C. mandica*) در چهار رودخانه حوضه بوشهر

رودخانه	تعداد نمونه	مختصات جغرافیایی	
اهرم	۱۰	۲۸° ۵۲′ ۲۲"N	۵۱° ۱۹′ ۳۷"E
خیرآباد	۲۱	۳۰° ۲۴′ ۵۱" N	۵۰° ۱۹′ ۵۷" E
فهلیان	۳۸	۳۰° ۱۱′ ۰۲" N	۵۱° ۳۱′ ۲۷" E
مند	۹	۲۸° ۱۸′ ۰۹" N	۵۲° ۲۶′ ۵۱" E

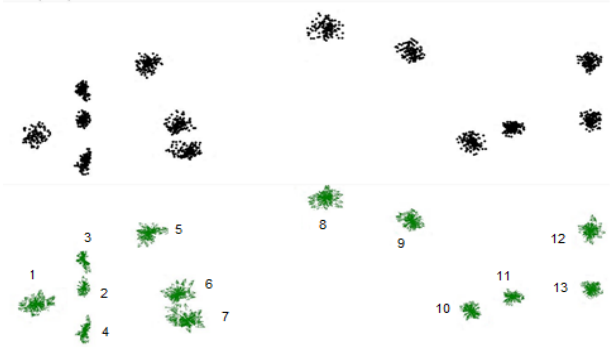
برای جمع‌آوری داده‌های توصیف‌کننده شکل و آنالیز شکل بدن، از روش ریخت‌سنجی هندسی لندمارک‌پایه استفاده شد. نمونه‌ها پس از قرارگیری روی صفحه مسطح، از نیمرخ چپ آنها تصاویر دوبعدی با استفاده از دوربین کداک با قدرت تفکیک ۶ مگاپیکسل نصب شده بر روی پایه عکس‌برداری و ایجاد نوردهی مناسب تهیه گردید. برای عکس‌برداری تمامی شرایط شامل تنظیمات دوربین، میزان فوکوس، میزان بزرگ‌نمایی، اندازه لنز، فاصله دوربین از سطح نمونه‌ها و همچنین نور زمینه یکسان بود. روی تصاویر دوبعدی تهیه شده از نمونه‌ها، تعداد ۱۳ لندمارک هم‌ساخت به‌منظور تخمین اندازه و توصیف شکل بدن، تعریف و رقومی‌سازی شدند. تمام عکس‌ها با استفاده از نرم‌افزار tpsDig $_{2.16}$ رقومی-سازی شدند.

تغییرات غیرشکلی با استفاده از روش رویهم‌گذاری GPA حذف شدند که شامل مراحل: ۱) مراکز هریک از نمونه‌ها در سیستم مختصات عمومی، ۲) مقیاس‌ها از هر یک از نمونه‌ها برای واحد اندازه مرکزی و ۳) محورهای بهینه هر نمونه برای چرخش معمول می‌باشد. از آنجایی‌که مختصات داده‌های حاصل از لندمارک‌ها فاقد هم‌خوانی با هندسه اقلیدسی می‌باشند، بنابراین به‌منظور استفاده از این داده‌ها، میزان همبستگی فواصل پروکراست (فاصله بین هر لندمارک با نقطه اجماع هر لندمارک) با خواص تانژانت در نرم‌افزار Tps small مورد بررسی قرار گرفت و باتوجه به میزان همبستگی نزدیک به یک، در تحلیل‌های آماری از فواصل پروکراست برای استخراج داده‌های شکل بدن استفاده گردید.

کلیه آزمون‌های آماری در این مطالعه با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS$_{19}$، PAST$_{2.17b}$، tpsDig$_{2.10}$، tps Utility program$_{1.38}$، tps Relative Warps$_{1.45}$، tpsSmall$_{1.20}$، MorphoJ$_{1.02}$ و Excel$_{2013}$ انجام گرفتند.

۳ | نتایج

لندمارک‌گذاری از دقت قابل قبولی برخوردار بود و کلیه لندمارک‌ها در موقعیت هدف قرار داشتند و جابه‌جایی در موقعیت تعداد ناچیزی لندمارک دیده می‌شود (شکل ۱).

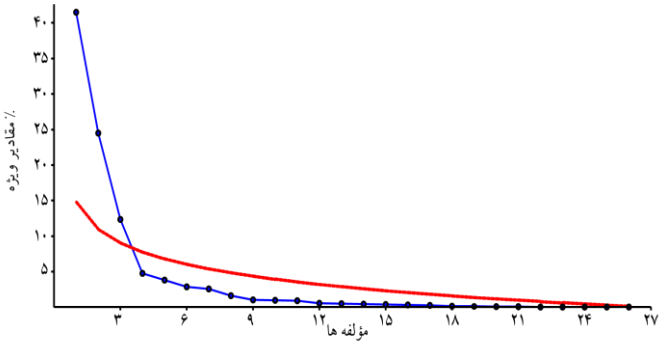


شکل ۱- میزان جابجایی و تغییرات در موقعیت لندمارک‌ها نسبت به شکل میانگین نمونه‌های مورد مطالعه سیاه‌ماهی خال‌دار مند (*C. mandica*)

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-08]

[DOI: 10.29252/jair.8.2.1]

مطابق نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی(PCA)، سه مؤلفه اول که بالاتر از نقطه برش جولیف قرار دارند، به‌عنوان عوامل اصلی تفکیک-کننده جمعیت‌ها انتخاب شد (شکل ۲). این سه مؤلفه در مجموع ۷۸/۳۷ درصد واریانس را به‌خود اختصاص دادند (جدول ۲). نحوه توزیع جمعیت‌های مورد مطالعه و نیز تغییرات شکل بدنی جمعیت‌ها در راستای دو محور PC_1 و PC_2 در نمودار تجزیه به مؤلفه‌های اصلی براساس دو مؤلفه اول و دوم در شکل‌های ۳ و ۴ آورده شده است.

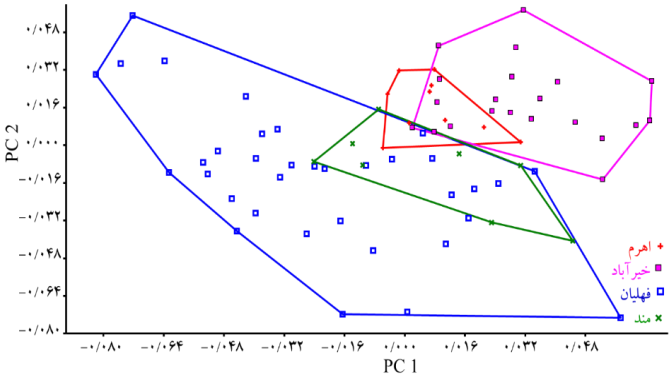


شکل ۲- نمودار اسکری‌پلات تحلیل مؤلفه‌های اصلی ریخت‌سنجی هندسی سیاه‌ماهی خال‌دار مند (*C. mandica*) و نمایش خط جولیف (خط قرمز) که نشان‌دهنده مرز مؤلفه‌های اصلی معنی‌دار است.

جدول ۲- مقادیر واریانس و مقادیر ویژه چهار مؤلفه اصلی اول شکل بدن جمعیت‌های سیاه‌ماهی خال‌دار مند (*C. mandica*) در حوضه بوشهر

مؤلفه‌ها (PCs)	مقادیر ویژه (٪)	واریانس
۱	۰/۰۰۱۲۵	۴۱/۵۳
۲	۰/۰۰۰۷۴	۲۴/۴۸
۳	۰/۰۰۰۳۷	۱۲/۳۶
جمع		۷۸/۳۷

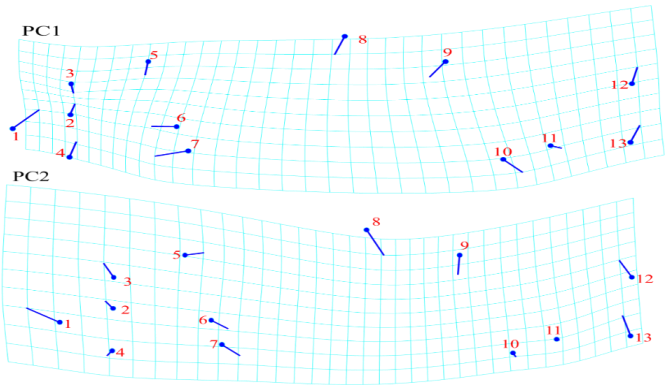
مطابق شکل ۳ جمعیت‌های خیرآباد با فهلیان و مند با خیرآباد فاقد همپوشانی هستند درحالی‌که جمعیت مند با جمعیت فهلیان و جمعیت اهرم با جمعیت خیرآباد و فهلیان دارای اشتراکاتی است. در بررسی تغییرات الگوی شکل بدنی جمعیت‌های مورد مطالعه، مطابق شکل ۴ با حرکت در جهت مثبت محور PC_1 شکل بدنی جمعیت‌ها تمایل به تغییر موقعیت دهان (موقعیت لندمارک۱)، تغییر موقعیت باله سینه‌ای (موقعیت لندمارک‌های ۵ و ۶)، کاهش اندازه سر (موقعیت لندمارک‌های ۱، ۳، ۵، ۶ و ۴) و کاهش ارتفاع بدن (لندمارک‌های ۸ و ۹) دارند. همچنین با حرکت در جهت مثبت محور PC_2 شکل بدنی جمعیت‌ها تمایل به تغییر موقعیت دهان (موقعیت لندمارک۱)، تغییر موقعیت باله سینه‌ای (موقعیت لندمارک‌های ۵ و ۶)، افزایش اندازه سر (موقعیت لندمارک‌های ۱، ۳، ۵، ۶ و ۴) و کاهش ارتفاع بدن (لندمارک‌های ۸ و ۹) دارند.



شکل ۳- نمودار PCA شکل بدن جمعیت‌های سیاه‌ماهی خال‌دار مند (*C. mandica*) در حوضه بوشهر

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-08]

[DOI: 10.29252/jair.8.2.1]

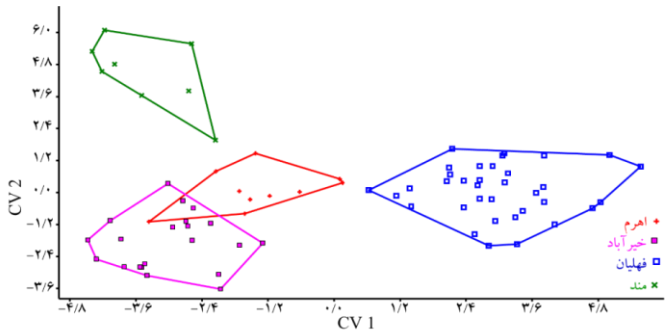


شکل ۴- تغییرات شکل بدن جمعیت‌های سیاه‌ماهی خال‌دار منند (*C. mandica*) در حوضه بوشهر در جهت محورهای PC1 و PC2

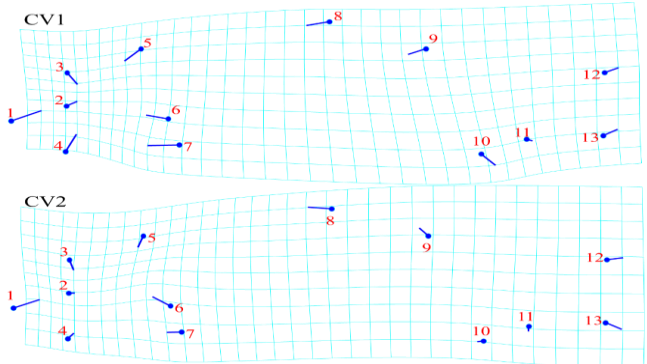
تحلیل همبستگی کانونی (CVA) براساس ارزش p حاصل از آزمون جایگشت نشان داد که تفاوت معنی‌داری (p<۰/۰۰۰۰۱ و f=۷/۷۷۴) (Wilks lambda=۰/۰۱۱۳۱) بین شکل بدن جمعیت‌های مورد مطالعه وجود دارد (شکل ۵). در این شکل همه جمعیت‌ها تا حد زیادی از یکدیگر جدا شدند. همچنین در شکل ۶، تغییرات شکل بدنی جمعیت‌های مورد مطالعه ارائه شده است. باتوجه به شکل، با حرکت در جهت مثبت محور CV_1 شکل بدنی جمعیت‌های مورد مطالعه تمایل به کاهش اندازه سر (لندمارک‌های ۱، ۳، ۵، ۶ و ۴)، تغییر موقعیت باله پشتی (لندمارک‌های ۸ و ۹) و افزایش طول ساقه دمی (لندمارک‌های ۱۲ و ۱۳) دارند و نیز با حرکت در جهت مثبت محور CV_2 شکل بدنی جمعیت‌های مورد مطالعه تمایل به کاهش اندازه سر (لندمارک‌های ۱، ۳، ۵، ۶ و ۴)، تغییر موقعیت باله پشتی (لندمارک‌های ۸ و ۹)، افزایش طول ساقه دمی (لندمارک‌های ۱۲ و ۱۳) دارند. فاصله ماهالانوبیس و فاصله پروکراست به عنوان درجه تمایز جمعیت‌های مورد مطالعه براساس ویژگی‌های شکل بدن در جدول ۴ آورده شده است، به نوعی با تمایز رابطه مستقیم دارد. بیش‌ترین فاصله ماهالانوبیس بین جمعیت‌های فهلیان با مند، خیرآباد با مند و فهلیان با خیرآباد دیده می‌شود.

جدول ۳- فواصل ماهالانوبیس شکل بدن حاصل از آزمون CVA در جمعیت‌های سیاه‌ماهی خال‌دار منند (*C. mandica*) در حوضه بوشهر

جمعیت‌ها	اهرم	فهلیان	خیرآباد
فهلیان	۴/۵۱		
خیرآباد	۳/۵۹	۶/۰۱۹	
مند	۵/۵۷	۷/۴۳	۶/۲۱



شکل ۵- نمودار CVA تحلیل شکل بدن جمعیت‌های سیاه‌ماهی خال‌دار منند (*C. mandica*) در حوضه بوشهر



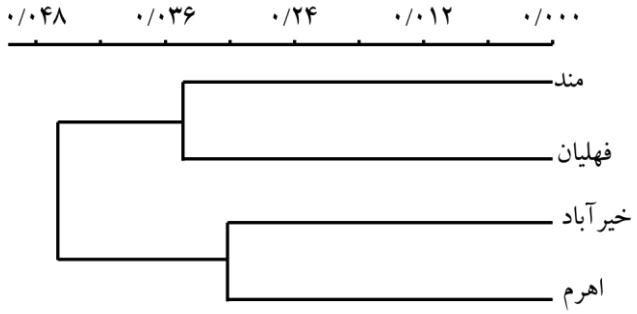
شکل ۶- تغییرات شکل بدنی نمونه‌ها سیاه‌ماهی خال‌دار منند (*C. mandica*) در جهت هریک محورهای CV_1 و CV_2

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-08]
[DOI: 10.29252/jair.8.2.1]

جدول ۴- فواصل پروکراست شکل بدن حاصل از آزمون CVA در جمعیت‌های سیاه‌ماهی خال‌دار مند (*C. mandica*) در حوضه بوشهر

جمعیت‌ها		اهرم	فهلیان	خیرآباد
فهلیان		۰/۰۴۴		
خیرآباد		۰/۰۳۰	۰/۰۶۵	
	مند	۰/۰۳۱	۰/۰۳۴	۰/۰۴۳

در شکل ۷، تحلیل خوشه‌ای (CA) جمعیت‌های مورد مطالعه ارائه شده است. ضریب کوپرنیک تحلیل خوشه‌ای برابر با ۰/۵۵۲۳ محاسبه شد. مطابق با تحلیل خوشه‌ای جمعیت‌های سیاه‌ماهی خال‌دار در حوضه بوشهر، به دو دسته تقسیم شده‌اند به‌طوری‌که دو جمعیت مند و فهلیان در یک گروه و دو جمعیت خیرآباد و اهرم در گروه دیگر قرار گرفته‌اند.



شکل ۷- تحلیل خوشه‌ای شکل بدن در جمعیت‌های سیاه‌ماهی خال‌دار مند (*C. mandica*) در حوضه بوشهر

۴ | بحث و نتیجه‌گیری

براساس نتایج این تحقیق روش ریخت‌سنجی هندسی به‌خوبی قادر به آشکارسازی تفاوت‌های ریختی موجود بین دو جمعیت مختلف یک گونه ساکن در زیستگاه‌های مختلف است. نتایج ریخت‌سنجی هندسی حوضه بوشهر نشان داد که جمعیت‌های مورد مطالعه در این حوضه از لحاظ شکل بدنی با یکدیگر متفاوت هستند و بیش‌ترین تفاوت به‌دست آمده با استفاده از آزمون‌های مؤلفه‌های اصلی، آزمون همبستگی کانونی، فواصل ماهالانوبیس، فواصل پروکراست و آزمون خوشه‌ای بین جمعیت‌های خیرآباد و فهلیان دیده شد. ایسه به روش ریخت‌سنجی هندسی بین حوضه‌ای هم تفاوت‌هایی در ارتفاع بدن و ارتفاع ساقه دمی و نیز اندازه سر ارایه کرد؛ عمده تفاوت‌های مشاهده شده در جمعیت‌های مورد مطالعه در ارتفاع سر، ارتفاع ساقه دمی و ارتفاع بدن می‌باشد. این یک اصل عمومی است که صفات مورفولوژیکی می‌توانند انعطاف بالایی را در پاسخ به شرایط محیطی مختلف نشان دهند (Zamani-Faradonbe and Eagderi, 2016; Banimasani *et al*., 2018, 2019; Wimberger, 1992; Cadrin and Friedland, 2005; Tajik and Keivany, 2018). بنابراین، تفاوت‌ها در شکل بدنی ممکن است با سازگاری‌های ریختی با شرایط زیستگاه جدید مرتبط باشند. برای مثال، وجود بدنی مرتفع و ساقه دمی قطور می‌تواند به‌عنوان سازگاری برای سرعت بالا و قدرت مانور بالا باشد و از سوی دیگر شکل بدنی دوکی شکل (باریک و کشیده) به‌عنوان سازگاری با جریان‌های بالا و مقابله با نیروی شوینده و حمل‌کننده آب باشد. هرچند لانگرهانس و همکاران (Langerhans *et al*., 2003) تغییرات و تفاوت‌ها در شکل سر سر و موقعیت دهان را به‌عنوان سازگاری و تغییرات در رژیم غذایی و نحوه نحوه تغذیه قلمداد می‌کنند.

پژوهش‌های اخیر مشخص کرده است اختلاف ریخت‌شناسی بین گروه‌های مختلف ماهیان الزاماً آنها را از لحاظ ژنتیکی از همدیگر تفکیک نمی‌کند و در عوض در پاره‌ای از موارد تفاوت‌های ریخت‌شناسی صرفاً ناشی از محیط بوده و اختلافات ژنتیکی هیچ نقشی در آن ندارد (Swain and Foote, 1999; Ghorbani-Ranjbari and Keivany, 2018; Ghorbani-Ranjbari *et al*., 2017) بدین ترتیب نقش محیط به‌عنوان عامل اصلی تغییرات ریختی به اثبات رسیده است (Jerry and Cairns, 1998; Tudela, 1999). حیدری و همکاران (Heidari *et al*., 2013) با استفاده از روش ریخت‌سنجی هندسی بر پایه لندمارک اقدام به بررسی اثر دو سد تاریک و منجیل بر جمعیت‌های سیاه‌ماهی (*C. capoeta gracilis*) رودخانه سفیدرود پرداختند. نتایج مطالعات آنها نشان داد که بین جمعیت‌های مورد مطالعه از لحاظ شکل بدنی تفاوت اساسی در اثر احداث سد و تغییرات زیستگاه ایجاد شده است.

انوری‌فر و همکاران (Anvarifar *et al*., 2012a, b) در بررسی و تجزیه ارتباطی بین صفات ریخت‌سنجی و نشانگرهای RAPD در سیاه‌ماهی (*C. capoeta gracilis*) در رودخانه تجن ساری، بیان نمودند که تفاوت‌های محیطی سبب بروز تفاوت‌های ژنتیکی و در نهایت تفاوت‌های ریخت‌سنجی می‌شوند. بین ضریب تغییرات و وراثت‌پذیری صفات ریخت‌شناسی رابطه عکس وجود دارد. به‌طوری‌که هر چه میزان ضریب تغییرات بیشتر شود وراثت‌پذیری کاهش می‌یابد و سهم

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-08]
[DOI: 10.29252/jair.8.2.1]

تغییرات محیطی در تغییرپذیری صفات ریخت‌شناسی بیشتر می‌شود (Mamuris *et al*., 1998).

باید این نکته را در نظر داشت که در صورت نمونه‌برداری در فصول مختلف سال این احتمال وجود دارد که این اختلاف زمانی باعث ایجاد تغییراتی در شکل بدنی شود. بنابراین، باید تمام تلاش به‌کار گرفته شود که نمونه‌برداری در زمان مشابهی انجام شود تا تغییرات و تفاوت‌های بدنی به فصل سال مرتبط نباشد. باتوجه به تأثیر اندازه بر بسیاری از صفات ریختی ماهیان (Tzeng, 2004) با استفاده از روش الیوت و همکاران (Elliott *et al*., 1995) و استفاده از روش آزمون پروکراست، عامل اختلاف اندازه نمونه‌ها از مجموعه داده‌های به‌دست آمده حذف می‌گردد. بنابراین، می‌توان انتظار داشت که تفاوت‌های شکلی مشاهده شده واقعی باشند.

۵ | تشکر و قدردانی

بدینوسیله از آقایان دکتر سالار درافشان، دکتر منوچهر نصری، دکتر سعید اسدالله و مهندس علی میرزایی، مهندس علی نظام‌الاسلامی، مهندس ابوالفضل روزدار و مهندس سید محمدعلی موسوی جهت همکاری در نمونه‌برداری تشکر و قدردانی می‌گردد. هزینه‌های مالی اجرای این پژوهش توسط دانشگاه صنعتی اصفهان تأمین شده است.

پست الکترونیک نویسندگان

محسن عرب: m.mohsenarab@gmail.com
یزدان کیوانی: keivany@cc.iut.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(1): 5-16.

Anvarifar H., Farahmand H., Nematollahi M.A., Rahmani H., Karami M., Khalili B. 2012a. Analytical relationships between morphometric traits and RAPD markers in SiahMahi, *Capoeta capoeta gracilis*, in Tajan river of Sari. Modern Genetics, 7(2): 165-173.

Anvarifar H., Farahmand H., Rahmani H., Nematollahi M.A., Karami M., Akbarzade A. 2012b. Investigation of morphometric variation and differentiation in Siah Mahi, *Capoeta capoeta gracilis*, in Tajan river. Iranian Journal of Biology, 25(4): 517-537.

Banimasani M., Keivany Y., Ebrahimi E. 2018. Comparative study of *Capoeta barroisi* populations in Qomrud, Kor and Sheldon rivers using meristic and geometric morphometric data. Journal of Animal Environment, 10(1): 145-152.

Banimasani M., Keivany Y., Ebrahimi E. 2019. Comparative geometric morphometric study of *Capoeta fusca* populations in Kavir and Harirud basins. Experimental Animal Biology, 7(4): 107-115.

Cadrin S.X., Friedland K.D. 2005. Morphometric outlines. In: Cadrin SX, Kerr LA, Mariani S (Eds.). Stock identification methods: applications in fishery Science. Elsevier Academic Press, London, UK, pp: 173-183.

Coad B.W. 2019. Freshwater fishes of Iran. www.briancoad.com (accessed 20 December 2019).

Elliott N.G., Haskard K., Koslow J.A. 1995. Morphometric analysis of orange roughly (*Hoplostethus atlanticus*) off the continental slope of southern Australia. Oceanographic Literature Review, 9(42): 790.

Ergüden D., Turan C. 2005. Examination of genetic and morphologic structure of sea-bass (*Dicentrarchus labrax* L., 1758) populations in Turkish coastal waters. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 29(3): 727-733.

Esmaeili H.R., Mehraban H., Abbasi K., Keivany Y., Coad B.W. 2017. Review and updated checklist of freshwater fishes of Iran: Taxonomy, distribution and conservation status. Iranian Journal of Ichthyology, 4(Suppl. 1): 1-114.

Fazeli F., Zarei Z., Pazira A., Maghsoudloo T., Vatandoost S. 2015. Life history traits of *Capoeta trutta* (Heckel, 1843) from Seymareh river, western Iran (Teleostei: Cyprinidae). Iranian Journal of Ichthyology, 2(4): 280-286.

Froese R., Pauly D. 2019. FishBase. Accessed 24 September, 2019. www.fishbase.org.

Ghorbani-Ranjbari Z., Keivany Y. 2018. Geometric morphometric comparison of *Barilius mesopotamicus* (Berg, 1932) populations in Bushehr basin. Journal of Animal Research (Iranian Journal of Biology), 31(2): 242-254.

Ghorbani-Ranjbari Z., Keivany Y., Zamani-Faradonbe M. 2017. Geometric morphometric comparison of *Barilius mesopotamicus* (Berg 1932) populations in Diala and Tigris River Basins. Journal of Fisheries, 70(3): 231-242.

Heidari A., Mousavi-Sabet H., Khoshkholgh M., Esmaeili H.R., Eagderi E. 2013. The impact of Manjil and Tarik dams (Sefidroud River, southern Caspian Sea basin) on morphological traits of Siah Mahi *Capoeta gracilis* (Pisces: Cyprinidae). International Journal of Aquatic Biology, 1(4): 195-201.

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): 20-24.

Jerry D.R., Cairns S.C. 1998. Morphological variation in the catadromous Australian bass, from seven geographically distinct riverine drainages. Journal of Fish Biology, 52(4): 829-843.

Keivany Y., Arab M. 2017. Geometric morphometric comparison of trout barb, *Capoeta trutta* (Teleostei: Cyprinidae) in the Tigris River basin. Iranian Journal of Ichthyology, 4(3), 220-230.

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.

Keivany Y., Tahmasebi A., Farhadian O. 2017. Body shape variation of Kura barb (*Barbus* spp.) in Iranian basins. Journal of Experimental Animal Biology, 7(2): 97-103.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-08]

[DOI: 10.29252/jair.8.2.1]

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

Mamuris Z., Apostolidis A.P., Panagiotaki P., Theodorou A.J., Triantaphyllidis C. 1998. Morphological variation between red mullet populations in Greece. Journal of Fish Biology, 52: 107-117.

Mouludi-Saleh A., Keivany Y., Jalali S.A.H. 2017. Geometric Morphometric Comparison of Namak Chub (*Squalius namak*, Khaefi *et al*., 2016) in Rivers of Lake Namak Basin of Iran. Research in Zoology, 7(1): 1-6.

Razavipour P., Eagderi S., Poorbagher H., Javanshir Khooi A., Keivany Y. 2015. Phenotypic plasticity of the Tuini fish, *Capoeta damascina*, (Actinopterygii: Cyprinidae) populations in Iranian part of Tigris basin using geometric morphometric approach. Journal of Animal Research, 28: 170-179.

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(1): 53-69.

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(5): 583-590.

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

Tajik Z., Keivany Y. 2018. Body shape comparison of Urmia bleak populations, *Alburnus atropatenae*. Journal of Animal Environment, 10(2): 149-160.

Tudela S. 1999. Morphological variability in a Mediterranean, genetically homogeneous population of the European anchovy, *Engraulis encrasicolus*. Fisheries Research, 42(3): 229-243.

Tzeng T.D. 2004. Morphological variation between populations of spotted mackerel (*Scomber australasicus*) off Taiwan. Fisheries Research, 68(1): 45-55.

Wimberger P.H. 1992. Plasticity of fish body shape–the effects of diet, development, family and age in two species of *Geophagus* (Pisces: Cichlidae). Biological Journal of the Linnaean Society, 45: 197-218.

Zamani-Faradonbe M., Eagderi S. 2016. Morphological comparison of Kura barb in upstream and downstream of Sangban Dam. Journal of Wetland Ecobiology, 7(4): 87-96. (In Persian).

نحوه استناد به این مقاله:

عرب م.، کیوانی ی. مقایسه ریخت‌سنجی هندسی سیاه‌ماهی خال‌دار مند *Capoeta mandica* Bianco & Bănărescu, 1982 در حوضه بوشهر. نشریه پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی دانشگاه گنبدکاووس. ۱۳۹۹، ۸-۱ :(۲)۸ .

Arab M., Keivany Y. Geometric morphometric comparison of Mond trout barb (*Capoeta mondica*) in the Bushehr basin. Journal of Applied Ichthyological Research, University of Gonbad Kavous. 2020, 8(2): 1-8.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-08]

[DOI: 10.29252/jair.8.2.1]

Geometric morphometric comparison of Mond trout barb *Capoeta mandica* Bianco & Bănărescu, 1982 in the Bushehr basin

Arab M[1]., Keivany Y[*2].
[1] M.Sc. of Fisheries, Faculty of Natural Resources, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran
[2] Associate prof., Dept. of Fisheries, Faculty of Natural Resources, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

Type:

Original Research Paper

Paper History:

Received: 20-4-2017
Accepted: 4-9- 2017

Corresponding author:
Keivany Y. Fisheries Department, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

Email: keivany@cc.iut.ac.ir

Abstract
Seventy-eight specimens of trout barb (*C. mondica*) were captured from four rivers of the Bushehr Basin by seine net for geometric morphometric analysis. After anesthetizing of animal in 1% clove oil, samples were fixed in 10% neutral buffered formalin and transferred to the Isfahan University of Technology Ichthyology Museum for further studies. Geometric morphometric methods were applied to accomplish biometric studies. For statistical analysis, canonical variable analysis (CVA), principle component analysis (PCA), and cluster analysis (CA) were employed. The PCA, CVA, and CA showed differences between KheirAbad and Fahlian populations. This result showed that geometric morphometric methods can be used to separate the populations of the Bushehr Basin. However, further molecular studies are required to address more details.

Keywords: *C. mondica*, Biometry, Geometric, Cyprinidae

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-08]

[DOI: 10.29252/jair.8.2.1]