تعیین جنسیت مطلوب برای مقایسه ریخت‌شناختی جمعیت‌های ماهی گورخری (*Aphanius dispar*) با استفاده از روش ریخت‌سنجی هندسی

سهیل ایگدری[1*]

*soheil.eagderi@ut.ac.ir

۱- گروه شیلات، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

تاریخ دریافت: شهریور ۱۳۹۲ تاریخ پذیرش: دی ۱۳۹۵

چکیده

دوشکلی جنسی پدیده‌ای معمول در بین برخی آرایه‌های ماهیان از جمله ماهیان گورخری جنس *Aphanius* می‌باشد. در مطالعات ریخت‌سنجی آرایه‌ها یا جمعیت‌های ماهیان برای بررسی فرآیندهای زیستی مثل سازگاری و تکامل، وجود دوشکلی جنسی، آنالیز مجزا برای هر دو جنس را ضروری می‌کند. از این‌رو این تحقیق با هدف تعیین جنس مطلوب در گونه *Aphanius dispar* برای مطالعات ریخت‌سنجی به اجرا درآمد. برای این منظور تعداد ۱۸۰ عدد ماهی (نر و ماده) از سه جمعیت رودخانه‌های سرباز، مهران و شور نمونه‌برداری گردید. سپس از نیمرخ نمونه‌ها عکسبرداری گردید و برروی تصاویر دو بعدی حاصل، تعداد ۱۷ نقطه لندمارک (نقطه نشانه) تعیین و با استفاده از نرم‌افزار TpsDig2 رقومی شد. داده‌های حاصل هر جنس به‌صورت جداگانه و تمام جنس‌ها به‌صورت کلی، پس از آنالیز پروکراست، با استفاده از تحلیل‌های چندمتغیره PCA، CVA و MANOVA مورد تحلیل قرار گرفتند. نتایج تمایز جمعیت‌های مورد مطالعه را از نظر شکل نشان داد ولی در آنالیز جداگانه جنس‌های نر و ماده، تفاوت معنی‌داری در شکل بدن جمعیت‌های رودخانه‌های شور و مهران یافت نشد. در بررسی دوشکلی جنسی نواحی سر و تنه یک ویژگی اصلی بین جنس‌های این گونه بود. براساس نتایج در این گونه جنس نر به‌عنوان جنس مطلوب‌تر برای بررسی مقایسه ریختی بین جمعیت‌های مختلف پیشنهاد می‌گردد.

کلمات کلیدی: ریخت‌سنجی، دوشکلی جنسی، حوضه مکران، حوضه هرمزگان، آفانیوس.

* نویسنده مسئول

[Downloaded from isfj.ir on 2026-06-23]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1395.25.5.1.9]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110315]

مقدمه

دوشکلی جنسی یک پدیده رایج در بین جانوران می‌باشد (Herler *et al*., 2010). اساساً دو جنس نر و ماده از نظر ساختار تولیدمثلی با یکدیگر تفاوت دارند و علاوه بر این، تفاوت‌ها در ریخت خارجی که مستقیماً به تولید مثل ارتباط نداشته باشد، نیز دیده می‌شود (Andersson, 1995). سه مکانیسم برای تمایز و ایجاد دوشکلی جنسی در جانوران بیان شده است که عبارتند از: (۱) گزینش-جنسی، (۲) دوشکلی آشیانی و (۳) رقابت غذایی (Hedrick & Temeles, 1989). در مکانیسم گزینش جنسی تغییر شکل عمدتاً در جنس نر گونه‌هایی مشاهده می‌شود که ماده‌ها یک فرآیند گزینشی را برای انتخاب جفت در طی فرآیند جفت‌گیری از خود نشان می‌دهند (O'Donald, 1967; Hedrick & Temeles, 1989). مکانیسم دوشکلی آشیانی به‌واسطه محدودیت‌های تولیدمثلی و برخلاف حالت اول، تغییر شکل و گزینش برروی جنس ماده صورت می‌گیرد (Hedrick & Temeles, 1989). تمایز جنسی به‌واسطه رقابت غذایی به‌منظور کاهش رقابت بین دو جنس به‌وقوع می‌پیوندد و ممکن است منجر به سازگاری عملکردی به عادات متفاوت تغذیه‌ای گردد (Spoljaric & Reimchen, 2008).

ماهیان گورخری جنس *Aphanius* (از خانواده کپورماهیان دندان‌دار: Cyprinodontidae) از ماهیانی با دوشکلی جنسی بارز می‌باشند. ماهی گورخری (*Aphanius dispar*) از جمله گونه‌های این جنس است که بیشتر در آب‌های لب‌شور حوضه‌های آبریز جنوب ایران یافت می‌شود (Lotan, 1971; Andrews, 1983). این گونه در آب‌های کم‌عمق، در میان پوشش گیاهی و بر روی سنگ‌ها و یا سطوح حاوی مواد پوسیده نرم دیده می‌شود (Coad, 1996, 2000). در این گونه، نرهای بالغ دارای نوارهای باریک نارنجی و آبی کم‌رنگ و دوایر سفیدرنگ بر روی پهلوهای خود می‌باشند. باله پشتی آنها دارای حلقه-های آبی روشن برروی زمینه نارنجی می‌باشد. باله دمی نرها دارای ۲ و ۳ نوار تیره و روشن متناوب است که به-صورت هلالی شکل است. برروی بدن ماده‌ها ۲۰-۸ نوار باریک دیده می‌شود که به رنگ قهوه‌ای تیره است. جنس ماده دارای حلقه‌های نارنجی رنگ بر روی سرپوش آبششی و حلقه‌های آبی بر روی باله شکمی می‌باشد (Coad, 2016). به‌علاوه ماده‌های هم اندازه این گونه، کم وزن تر از نرها بوده و یا به عبارت دیگر فاکتور وضعیت آنها کمتر می‌باشد (Coad, 2016).

ماهیان یک گونه به‌واسطه‌ی جداسازی زیستگاه، جمعیت‌های متفاوتی را تشکیل می‌دهند، در واقع، به واسطه‌ی ویژگی‌های آن محیط، طی فرآیند سازگاری، دچار تغییرات ریختی متفاوتی شده و از سایر جمعیت‌های آن گونه متمایز می‌شوند (Wootton, 1991). از این‌رو مطالعه‌ی ویژگی‌های ریخت‌شناسی با هدف شناسایی واحدهای جمعیتی و تاثیر عوامل محیطی، از پیشینه‌ای طولانی در دانش زیست‌شناسی ماهی برخوردار است (Tudela, 1999). در این مطالعات، روش ریخت‌سنجی سنتی بر پایه‌ی مجموعه‌ای از اندازه‌گیری‌های فواصل استوار است و از لحاظ توصیف تفاوت‌های شکل بدن دارای ضعف‌ها و معایبی است (Zelditch *et al*., 2004; Adams *et al*., 2004). در مقابل در روش ریخت‌سنجی هندسی نقاط لندمارک برای تجزیه و تحلیل شکل نمونه‌ها استفاده می‌شود. داده‌های حاصل از این روش برای استخراج شکل و با هدف حذف داده‌ی غیر شکل مورد استفاده قرار می‌گیرد و علاوه بر قابلیت آنالیز آماری، قابلیت مصورسازی تفاوت‌های ریختی را نیز دارد (Bookstein, 1991).

بنابراین با توجه به موارد فوق این سوال پیش می‌آید که برای مقایسه ریختی در گونه‌هایی که دارای دوشکلی جنسی هستند، کدام‌یک از جنس‌ها برای مقایسه جمعیت‌ها می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد؟ چراکه ممکن است مقایسه دو جنس به‌صورت مجزا نتایج کاملاً متفاوتی را داشته باشد. از این‌رو این مطالعه با هدف تعیین جنسیت مطلوب ماهی گورخری (*Aphanius dispar*) برای مقایسه ریختی با استفاده از روش ریخت سنجی هندسی لندمارک پایه به اجرا در آمد.

مواد و روش‌ها

در مجموع ۳ جمعیت ماهی گورخری *A. dispar* از دو حوضه مکران و هرمزگان به‌ترتیب از رودخانه سرباز (زیر پل اول شهر سرباز) (26°37'53.9"N, 61°15'35.1"E)،

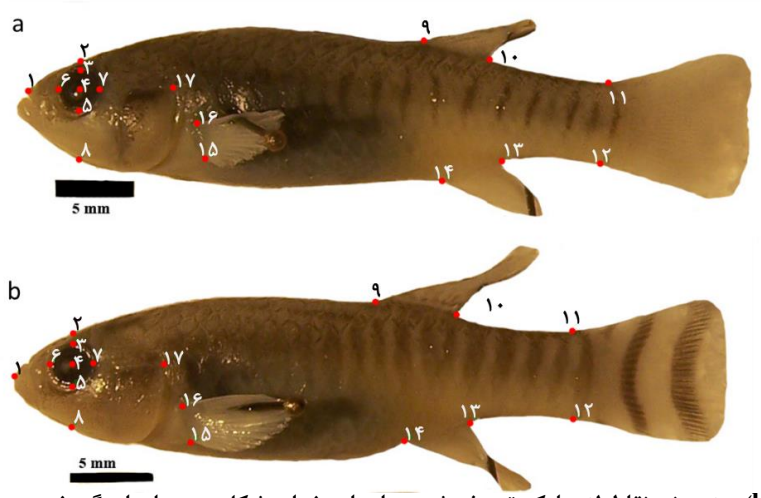
[Downloaded from isfj.ir on 2026-06-23]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1395.25.5.1.9]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110315]

رودخانه شور (۲۰ کیلومتری بندرعباس) (27°19'34"N, 56°28'3.4"E) و رودخانه مهران (زیر پل آخر دژگان) (26°52'51.7"N, 55°16'21.8"E) انتخاب و تعداد ۳۰ عدد از هر جنس در هر زیستگاه توسط تور ساچوک نمونه‌برداری گردید (در مجموع ۱۸۰ نمونه گردآوری شد). نمونه‌های رودخانه سرباز ساکن آب شیرین و دو رودخانه دیگر دارای آب شور یا لب شور بودند. نمونه‌های صید شده پس از عکس‌برداری، در فرمالین بافری ۱۰ درصد تثبیت و به آزمایشگاه منتقل شدند. به منظور کاهش تغییرات شکل بدن ناشی از رشد آلومتریک، تنها نمونه‌های بالغ که اندازه ی بیش از ۳۰ میلی‌متر داشتند انتخاب شدند. به‌علاوه نمونه‌های مورد بررسی فاقد هرگونه بدشکلی ریختی بودند. به‌منظور انجام مطالعات ریخت‌سنجی، نمونه‌های هر ایستگاه بر اساس شکل ظاهر به دو گروه نر و ماده تقسیم شدند. جداسازی جنس‌ها بر اساس مشاهده ظاهری الگوهای رنگی نمونه‌ها صورت پذیرفت (Coad, 2016). سپس از نیمرخ چپ نمونه‌ها با استفاده از Copystand مجهز به دوربین دیجیتال Canon با قدرت تفکیک ۱۴ مگاپیکسل عکس‌برداری گردید. برای استخراج داده‌های شکل در روش ریخت‌سنجی هندسی تعداد ۱۷ لندمارک تعریف گردید (شکل ۱). لندمارک‌ها با استفاده از نرم افزار TpsDig2 برروی تصاویر گرفته شده رقومی شدند (Rohlf, 2006). رویهم‌گذاری جایگاه لندمارک‌ها با استفاده از آنالیز پروکراست (GPA) به‌منظور حذف تغییرات غیرشکل صورت پذیرفت (Zelditch, 2004).

برای مقایسه اندازه نمونه‌های مورد مطالعه، از اندازه مرکز (Centroid size) استفاده گردید. اندازه مرکز توسط نرم-افزار PAST استخراج و اندازه مرکز جنس‌های نر و ماده هر جمعیت توسط آزمون T.test در نرم‌افزار PAST مورد مقایسه قرار گرفتند. برای درک میزان دوشکلی جنسی شکل بدن هر جمعیت، نمونه‌های جنس‌های نر و ماده آنها با استفاده از تحلیل تابع تشخیصی (DFA) براساس ارزش P حاصل از آزمون جایگشت با ۱۰۰۰ تکرار مورد مقایسه قرار گرفتند.

در مرحله اول داده‌های شکل بدن هر جنس به‌صورت مجزا توسط تحلیل‌های چند متغیره تجزیه به مولفه‌های اصلی (PCA) و تجزیه همبستگی کانونی (CVA) و آنالیز واریانس چند متغیره (MANOVA) با استفاده از نرم‌افزار PAST مورد تحلیل قرار گرفتند. در مرحله دوم آنالیزهای فوق برای هر دو جنس نر و ماده سه جمعیت مورد مطالعه انجام تا میزان تمایز ریختی هر جنس به صورت مجزا و هر دو جنس در سه جمعیت به صورت کلی مورد بررسی قرار گیرد. تغییرات شکل بدن هر جنس به‌صورت مجزا بر اساس شکل میانگین کل و با استفاده از نرم‌افزار MorphoJ مصورسازی گردید و دو به دو با یکدیگر مورد مقایسه قرار گرفتند تا درجه تمایز شکل بدن جمعیت‌ها در هر جنس مورد ارزیابی قرار گیرد. این مقایسه براساس فاصله پروکراست می‌باشد که سنجش استاندارد در بررسی تفاوت شکل در روش ریخت‌سنجی هندسی می‌باشد (Rohlf, 2001).

[Downloaded from isfj.ir on 2026-06-23]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1395.25.5.1.9]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110315]



شکل ۱: (a) جنس ماده و (b) جنس نر. نقاط لندمارک تعریف شده برای استخراج شکل بدن ماهیان گورخری *Aphanius dispar*: ۱- ابتدایی‌ترین بخش پوزه در قسمت فک بالا (نوک پوزه)، ۲- امتداد خط عمود بر مرکز چشم در بالای سر، ۳- ابتدایی‌ترین نقطه چشم از بالا، ۴- مرکز چشم، ۵- انتهایی‌ترین نقطه چشم از پایین، ۶- انتهایی‌ترین نقطه چشم (سمت چپ)، ۷-ابتدایی‌ترین نقطه چشم (سمت راست)، ۸- امتداد خط عمود بر مرکز چشم در پایین بدن، ۹- ابتدای قاعده باله پشتی، ۱۰- انتهای قاعده باله پشتی، ۱۱- حداکثر تورفتگی ساقه دمی در بالای ساقه دمی، ۱۲- حداکثر تورفتگی ساقه دمی در محل پایین ساقه دمی، ۱۳- انتهای قاعده باله مخرجی، ۱۴- ابتدای قاعده باله مخرجی، ۱۵- قاعده پایین باله سینه‌ای، ۱۶- قاعده بالای باله سینه‌ای و ۱۷- انتهایی‌ترین قسمت سرپوش آبششی در جلوی بدن.

Figure 1: (a) female and (b) male *Aphanius dispar*. Defined landmark points to extract the body shape data: (1) anterior-most point of the snout tip on the upper jaw, (2) dorsal edge of the head, perpendicular to the center of eye, (3) dorsal edge, (4) center, (5), ventral edge, (6) anterior-most and (7) posterior end of eye, (8) ventral edge of the head perpendicular to the center of eye, (9) anterior and (10) posterior ends of the dorsal fin base, (11) postero-dorsal end of the caudal peduncle at its connection to the caudal fin, (12) postero-ventral end of the caudal peduncle at its connection to the caudal fin, (13) posterior and (14) anterior ends of the anal fin base, (15) dorsal and (16) ventral origin of the pectoral fin, and (17) posterior end of the opercle.

نتایج

در تمام جمعیت‌های مورد مطالعه تحلیل تابع تشخیصی نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین جنس‌های نر و ماده از نظر شکل بدن وجود دارد ($P<0.05$). نرهای دو جمعیت رودخانه شور و رودخانه مهران دارای سر بزرگ‌تر و تنه عمیق‌تری بودند ولی در رودخانه سرباز تنها در طول قاعده باله های مخرجی و شکمی تفاوت وجود داشت.

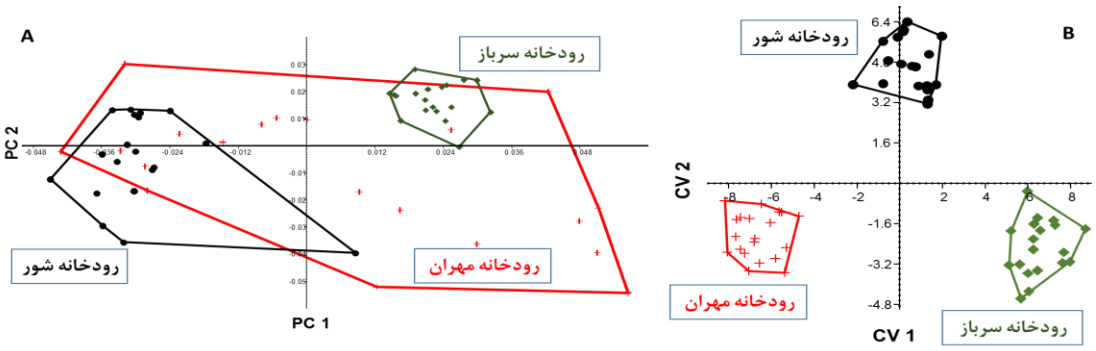
نتایج آنالیز شکل بدن جنس نر سه جمعیت ماهی گورخری با استفاده از تحلیل تجزیه به مولفه‌های اصلی نشان داد که دو مولفه اول در مجموع ۷۰ درصد از تغییرات شکل را شامل می‌شوند (PC1=۵۴/۳۷٪ و PC2=۱۵/۶۳٪) (شکل ۲A). در این تحلیل جنس‌های نر دو جمعیت رودخانه سرباز و رودخانه شور کاملاً جدا شدند. تحلیل تجزیه همبستگی کانونی نیز این سه جمعیت را کاملاً از هم تفکیک نمود. در آنالیز واریانس چندمتغیره تفاوت شکل بدن دو جمعیت رودخانه‌های شور و مهران معنی‌دار نبود ($p=0.262$)؛ ولی شکل بدن جنس نر دو جمعیت رودخانه‌های شور و مهران با جنس جمعیت رودخانه سرباز کاملا معنی‌دار بود ($p<۰/۰۵$) (شکل 2B).

تحلیل تجزیه مولفه‌های اصلی جنس ماده سه جمعیت مورد مطالعه را کاملاً از هم تفکیک نمود و نشان داد که دو مولفه اول در مجموع ۵۶/۶۸ درصد تغییرات را شامل می‌شوند (PC1=۳۷/۷۵٪ و PC2=۱۸/۹۳٪) (شکل ۳A). تحلیل تجزیه همبستگی کانونی نیز جنس ماده سه جمعیت مورد مطالعه را تفکیک نمود و نتایج مشابه جنس نر یعنی عدم تفاوت معنی‌دارد و جمعیت رودخانه‌های شور

[Downloaded from isfj.ir on 2026-06-23]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1395.25.5.1.9]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110315]

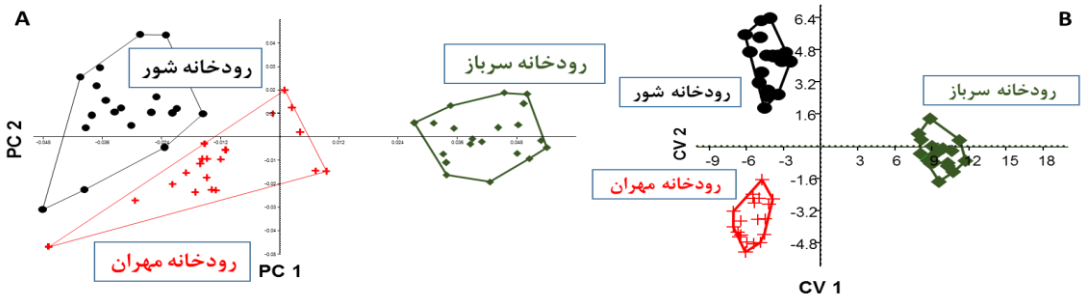
و مهران (p=0.116) و تفاوت جمعیت رودخانه سرباز با دو جمعیت دیگر به‌دست آمد (p=۰/۰۴۵) (شکل ۳B).
نتایج تجزیه مولفه‌های اصلی همزمان دو جنس ماهی گورخری، جمعیت رودخانه سرباز را کاملاً از دو جمعیت دیگر متمایز نمود (PC1=۴۲/۵۷٪ و PC2=۱۵/۳۵٪) (شکل ۴). تحلیل تجزیه همبستگی کانونی نیز سه جمعیت را کاملاً از هم تفکیک نمود و تفاوت آنها نیز براساس آنالیز واریانس چندمتغیره معنی‌دار بود (p<۰/۰۰۰۱). در ضمن فواصل مهالانوبیس بین جمعیت-های مورد مطالعه نیز در جدول ۱ آورده شده است. مقایسه اندازه مرکز نشان داد که هیچ تفاوت معنی‌داری بین جنس‌های نر و ماده جمعیت ها وجود ندارد (p<۰/۰۵) و این احتمالاً به دلیل انتخاب نمونه‌های بزرگ برای کاهش تغییرات شکل بدن ناشی از رشد آلومتریک می‌باشد.

مقایسه شکل بدن ۳ جمعیت ماده مورد مطالعه با استفاده از شبکه تغییر شکل نشان داد که نمونه‌های رودخانه سرباز دارای بدن و ساقه دمی عمیق‌تری می‌باشند (شکل ۵). علاوه براین جنس ماده جمعیت رودخانه سرباز دارای سر کوچک‌تر و دهان فوقانی‌تر و باله سینه‌ای قدامی‌تر هستند (شکل ۵). تفاوت جنس ماده دو جمعیت رودخانه مهران و شور مربوط به موقعیت قدامی‌تر باله پشتی و ساقه دم کوتاه‌تر ماهیان رودخانه شور می‌باشد (شکل ۵). جنس‌های نر رودخانه سرباز نیز بدنی عمیق‌تر، باله سینه‌ای قدامی، سر کوچک‌تر و ساقه دمی طویل‌تر و کم پهن‌تری نسبت به جمعیت‌های دو رودخانه حوضه هرمزگان یعنی شورو مهران داشتند (شکل ۶). نمونه‌های نر رودخانه شور نیز بدن و ساقه دمی کم عرض‌تری نسبت به نمونه‌های رودخانه مهران داشتند (شکل ۶).



شکل ۲: (A) نمودار تحلیل‌های PCA و (B) CVA داده‌های ریخت‌سنجی جمعیت‌های جنس نر ماهی گورخری (*Aphanius dispar*) سه جمعیت مورد مطالعه.

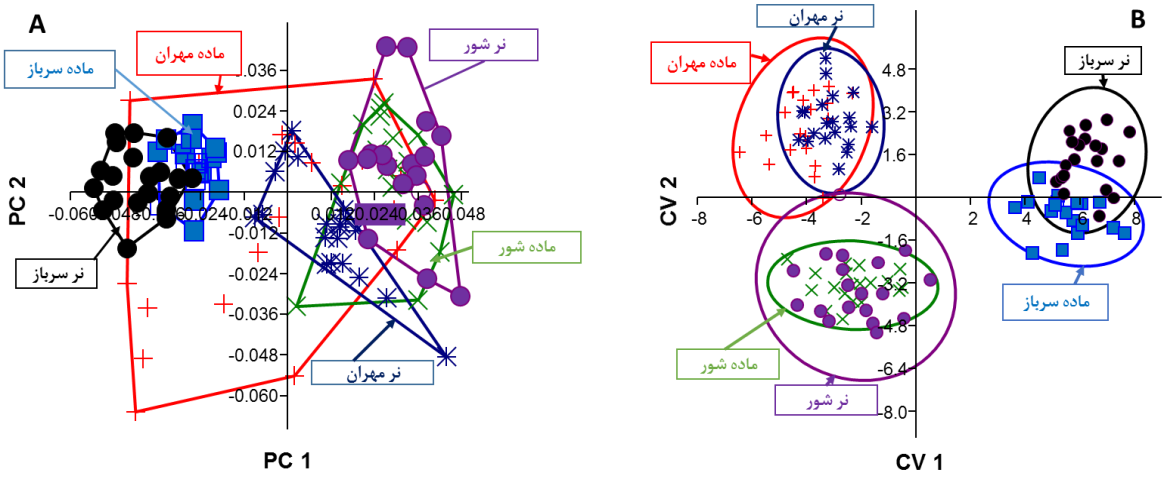
Figure 2: (A) PCA and (B) CVA plots of morphometric data of three studied male *Aphanius dispar* populations.



شکل ۳: (A) نمودارهای تحلیل‌های PCA و (B) CVA داده‌های ریخت‌سنجی جمعیت‌های جنس ماده ماهی گورخری (*Aphanius dispar*) سه جمعیت مورد مطالعه.

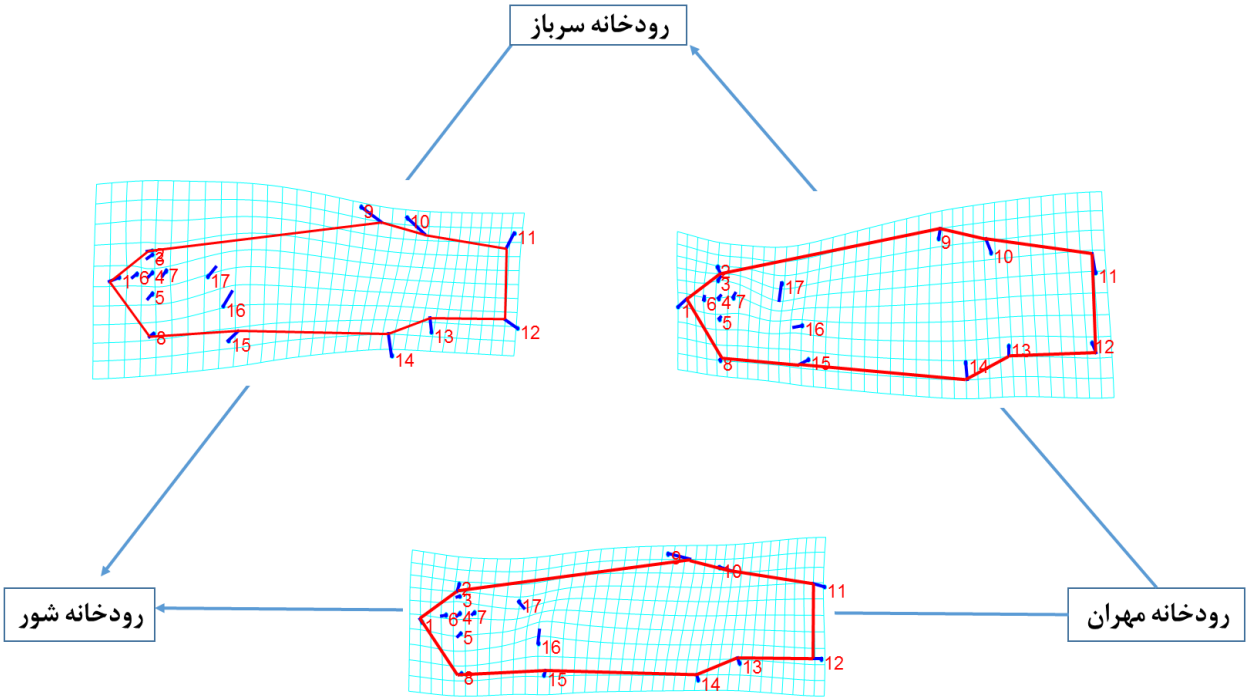
Figure 3: (A) PCA and (B) CVA plots of morphometric data of three studied female *Aphanius dispar* populations.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-06-23]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1395.25.5.1.9]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110315]



شکل۴: (A) نمودارهای تحلیل‌های PCA و (B) CVA داده‌های ریخت‌سنجی جمعیت‌های ماهی گورخری (*Aphanius dispar*) سه جمعیت مورد مطالعه.

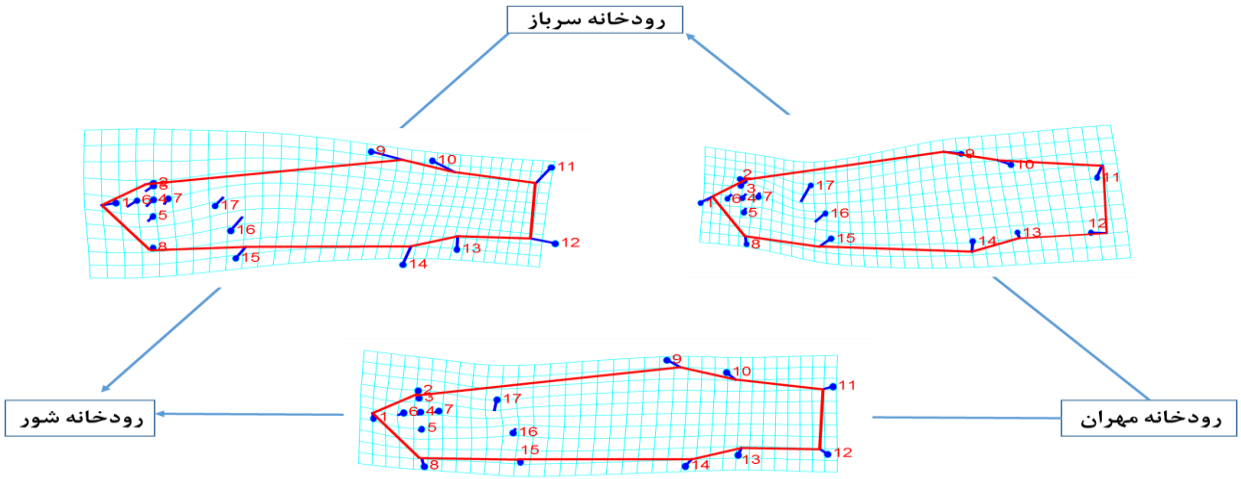
Figure 4: (A) PCA and (B) CVA plots of morphometric data of three studied *Aphanius dispar* populations.



شکل ۵: مقایسه شکل بدن جنس ماده سه جمعیت ماهی گورخری (*Aphanius dispar*) مورد مطالعه (شبکه‌های تغییر شکل تفاوت شکل بدن را به‌صورت تغییر از یک جمعیت به جمعیت دیگر نشان می‌دهد).

Figure 5: Body shape comparisons of three studied female *Aphanius dispar* populations (Deformations grids show body shape differences between populations).

[Downloaded from isfj.ir on 2026-06-23]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1395.25.5.1.9]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110315]



شکل ۶: مقایسه شکل بدن جنس نرسه جمعیت ماهی گورخری (*Aphanius dispar*) مورد مطالعه (شبکه‌های تغییر شکل تفاوت شکل بدن را به‌صورت تغییر از یک جمعیت به جمعیت دیگر نشان می‌دهد).

Figure 6: Body shape comparisons of three studied male *Aphanius dispar* populations (Deformations grids show body shape differences between populations).

جدول ۱: فاصله‌های مهالانوبیس بین جمعیت‌های مورد مطالعه ماهی گورخری (*Aphanius dispar*).

Table 1: Mahalanobis distances between studied *Aphanius dispar* populations.

	ماده مهران	نر مهران	ماده سرباز	نر سرباز	ماده شور
نر مهران	۴/۵۰۰۸				
ماده سرباز	۱۰/۴۵۲۳	۹/۷۷۱۲			
نر سرباز	۱۰/۷۸۷۳	۹/۸۹۶۶	۳/۹۰۲۵		
ماده شور	۶/۷۲۲۶	۶/۴۱۷۷	۸/۴۵۵۹	۹/۸۹۰۹	
نر شور	۶/۹۸۱۵	۵/۵۱۷۸	۸/۶۹۸۹	۹/۶۸۵۴	۳/۳۰۳۴

بحث

در این تحقیق، جمعیت‌های مختلف ماهی گورخری مورد مطالعه درجات مختلفی از دوشکلی جنسی را نشان دادند. تمایز جنسی نواحی سر و تنه یک ویژگی اصلی بین جنس های این گونه بود. براساس نتایج چنین تفاوتی در نواحی سر و تنه دو جنس در جمعیت ماهیان گورخری رودخانه سرباز مشاهده نگردید. در جمعیت‌های رودخانه‌های مهران و شور، تنها گونه همزیست ماهی گورخری، ماهی سیچلید ایرانی (*Iranocichla hormozenesis*) بود ولی در رودخانه سرباز ماهیان بسیاری از جمله ماهی سرماری (*Chana gachua*) و دو گونه لوتک (*Cyprinion watsoni* و *C. malmesi*) حضور داشتند. رقابت بین گونه‌ای، اساساً دوشکلی جنسی را به‌واسطه محدودیت آشیان اکولوژیکی برای هر دو جنس کاهش می‌دهد. به‌عنوان مثال دوشکلی جنسی در مارمولک‌ها در یک محیط با گونه‌های کم بیشتر است تا زیستگاه‌هایی که گونه‌های بسیاری زیست می‌کنند (Butler *et al.*, 2007). بنابراین تفاوت کمتر دو جنس جمعیت رودخانه سرباز می‌تواند به‌دلیل تنوع بالای گونه‌های زیستگاه آن‌ها باشد.

داشتن سر بزرگ در جنس نر می‌تواند یک ویژگی سازشی برای این جنس باشد. تغییر شکل در ناحیه سر و دهان عمدتاً منعکس کننده تفاوت در تغذیه شامل نوع و جهت تغذیه و ترکیب غذایی مورد استفاده است (Langerhans *et al.*, 2003). Hendry و همکاران (۲۰۰۲) بیان داشتند که علت تفاوت در اندازه سر و موقعیت چشم در ماهی سه خاره (*Gasterosteus aculeatus*) به خاطر نحوه تغذیه متفاوت بوده است. از این‌رو احتمالاً استراتژی تغذیه‌ای دو جنس نر و ماده ماهی

[Downloaded from isfj.ir on 2026-06-23]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1395.25.5.1.9]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110315]

گورخری متفاوت می‌باشد. این تفاوت غذایی به‌منظور کاهش رقابت بین دو جنس به‌وقوع می‌پیوندد و ممکن است منجر به سازگاری عملکردی به عادات متفاوت تغذیه‌ای برای اجتناب از رقابت باشد (Spoljaric & Reimchen, 2008).

نتایج نشان داد که جنس‌های نر و ماده جمعیت رودخانه سرباز نسبت به دو جمعیت حوزه هرمزگان دارای بدن و ساقه دمی عمیق‌تر و باله سینه‌ای قدامی هستند. بدن پهن یک سازگاری برای قابلیت مانور سریع را پیشنهاد می‌کند (Langerhans *et al*., 2003). به‌علاوه در بین عوامل زیستی، مهمترین عامل موثر بر ارتفاع بدن می‌تواند فشار شکار باشد. افزایش ارتفاع بدن می‌تواند یک استراتژی برای مقابله با شکار شدن باشد که در آن به‌واسطه‌ی افزایش ارتفاع بدن به نسبت دهان و دستگاه گوارش شکارچیان به‌وقوع می‌پیوندد (Lattuca *et al*., 2007). ساقه دمی عریض‌تر نیز می تواند قابلیت شنا در ماهیان را (Fisher and Hogan, 2007) به‌واسطه تسریع شروع حرکت افزایش دهد (Webb, 1984). از این‌رو ویژگی بدن و ساقه دمی عمیق‌تر در ماهی گورخری رودخانه سرباز برای کسب غذا و فرار از شکارچیان به‌ویژه در زیستگاهی مثل رودخانه سرباز که ماهیان شکارچی متعددی مثل ماهی سرماری (*Channa gachua*) وجود دارد، اهمیت عملکردی بیشتری خواهد داشت.

نتایج مقایسه مجزای جنس‌های نر و ماده نشان داد که روش ریخت‌سنجی هندسی به‌عنوان یک روش کارآمد می‌تواند جمعیت‌های مورد مطالعه را به‌خوبی تمایز دهد. چراکه نتایج مقایسه شکل بدن هر دو جنس براساس تحلیل‌های آماری چندمتغیره مشابه یکدیگر بود. به‌عبارت دیگر جنس‌های نر و ماده دو جمعیت رودخانه‌های مهران و شور از نظر شکل بدن تفاوت معنی‌داری نداشتند. رودخانه‌های شور و مهران شرایط زیستگاهی (آب شور) و گونه های همزیست (ماهی سیچلید ایرانی) مشابهی داشتند و همچنین فاصله جغرافیایی کمتری نسبت به یکدیگر نسبت به رودخانه سرباز داشتند. از این‌رو این تحقیق پیشنهاد می‌کند که ویژگی‌های زیستگاهی در کنار جدایی جغرافیایی از عوامل تعیین کننده تغییرات تکاملی که منجر به تغییر ویژگی‌های ریختی ماهیان زیست کننده در آن می‌شود، هستند. Langerhans و همکاران (۲۰۰۳) ارتباط فاصله جغرافیایی و تمایز ریختی در ماهیان را گزارش نموده‌اند.

براساس نتایج جمعیت ماهیان نر موجود در سه حوضه به‌طور کامل از یکدیگر جدا شدند و جمعیت ماهیان ماده اگرچه براساس شکل بدن از هم متمایز شدند ولی تا حدی با یکدیگر دارای همپوشانی داشتند. عمده داده‌های شکل بدن ماده ها در آنالیز تجزیه به مولفه اصلی در ۴ مولفه ولی در جنس نر در دو مولفه خلاصه شده بود. بنابراین در این ماهی جنس نر جنس مطلوب‌تر برای بررسی مقایسه ریختی بین این جمعیت های آن پیشنهاد می‌گردد.

منابع

Adams, D.C., Rohlf, F.J. and Slice, D.E., 2004. Geometric Morphometrics: Ten Years of Progress Following the ‘Revolution’. Italian Journal of Zoology, 71: 5-16.
DOI: 10.1080/11250000409356545

Andersson, M., 1995. Sexual Selection. Princeton University Press, Princeton. 624P.

Andrews, D., 1983. *Aphanius dipar* (sic) a brackish water killie. Journal of American Killifish Association, 16(1): 24-26.

Bookstein, F.L., 1991. Morphometric tools for landmark data: geometry and biology. 435P.

Butler, M.A., Sawyer, S.A. and Losos, J.B., 2007. Sexual dimorphism and adaptive radiation in Anolis lizards. Nature. 447: 202-205. DOI:10.1038/nature05774

Coad, B.W., 1996. Systematics of the tooth-carp genus *Aphanius* Nardo, 1827 (Actinopterygii: Cyprinodontidae) in Fars province, southern Iran. Biologia, Bratislava, 51(2): 163-17.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-06-23]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1395.25.5.1.9]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110315]

Coad, B.W., 2000. Distribution of *Aphanius* species in Iran. Journal of American Killifish Association, 33(6): 183-191.

Coad, B.W., 2016. Freshwater Fishes of Iran. Available from http://www.briancoad.com. Accessed on 10 April 2016.

Fisher, R. and Hogan, J.D., 2007. Morphological predictors of swimming speed: a case study of pre-settlement juvenile coral reef fishes. The Journal of Experimental Biology, 210: 2436-2443. DOI: 10.1242/jeb.004275

Hedrick, A.V. and Temeles, E.J., 1989. The evolution of sexual dimorphism in animals: hypotheses and tests. Trends in Ecological Evolution, 4: 136-138. DOI: 10.1016/0169-5347(89)90212-7

Hendry, A.P., Taylor, E.B. and McPhail, J.D., 2002. Adaptive divergence and the balance between selection and gene flow: lake and stream stickleback in the misty system. Evolution, 56: 1199-1216.

Herler, J., Kerschbaumer, M., Mitteroecker, P., Post, L. and Sturmbauer, C., 2010. Sexual dimorphism and population divergence in the Lake Tanganyika cichlid fish genus *Tropheus*. Frontiers in Zoology, 7: 4. DOI: 10.1186/1742-9994-7-4

Lotan, R., 1971. Osmotic adjustment in the euryhaline teleost *Aphanius dispar* (Cyprinodontidae). Zeitschrift Fur Vergleichende Physiologie, 75(4): 383-387.

Langerhans, R.B., Layman, C.A., Langerhans, A.K. and DeWitt, T.J., 2003. Habitat-associated morphological divergence in two Neotropical fish species. Biological Journal of the Linnean Society, 80: 689-698. DOI: 10.1111/j.1095-8312.2003.00266.x

Lattuca, M.E., Ortubay, S., Battini, M.A., Barriga, J.P. and Cussac, V.E., 2007. Presumptive environmental effects on body shape of *Aplochiton zebra* (Pisces, Galaxiidae) in northern Patagonian lakes. Journal of Applied Ichthyology, 23: 25-33.
DOI:10.1111/j.1439-0426.2006.00789.x

O'Donald, P., 1967. A general model of sexual and natural selection. Heredity, 22: 499–518. DOI:10.1038/hdy.1967.66

Spoljaric, M.A. and Reimchen, T.E., 2008. Habitat dependent reduction of sexual dimorphism in geometric body shape of Haida Gwaii threespine stickleback. Biological Journal of the Linnaean Society. B: 505-516.

Webb, P.W., 1984. Locomotor patterns in the evolution of actinopterygian fishes. American Zoologist, 22: 329-342.

Rohlf, F.J., 2001. Comparative methods for the analysis of continuous variables. geometric interpretations. Evolution, 55: 2143-2160.

Rohlf, J.F., 2006. TpsDig, version 2.10. Department of Ecology and Evolution. State University of New York at Stony Brook.

Tudela, S., 1999. Morphological variability in a Mediterranean, genetically homogeneous population of the European

[Downloaded from isfj.ir on 2026-06-23]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1395.25.5.1.9]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110315]

anchovy, *Engraulis encrasicolus*. Fisheries Research, 42: 229-243.

Wootton, R.G., 1991. Ecology of Teleost Fishes. London, Chapman and Hall. 404P.

Zelditch, M., 2004. Geometric morphometrics for biologists. a primer. Academic Press. 488P.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-06-23]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1395.25.5.1.9]

[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110315]

Determination of suitable sex for morphological comparison in populations of *Aphanius dispar* using geometric morphometrics

Eagderi S.*[1]

*soheil.eagderi@ut.ac.ir

1- Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, P.O. Box 4314, Karaj, Iran.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-06-23]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1395.25.5.1.9]

[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110315]

Abstract

Sexual dimorphism is a phenomenon among some fish species such as the members of the genus *Aphanius*. Among species with sexual dimorphism, morphological analysis needs to be performed separately. Hence, this investigation was carried out to determine suitable sex of *Aphanius dispar* for morphological studies. A total 180 specimens (male and female) were collected from populations of Sarbaz, Mehran and Shour rivers. Digital picture of speciments were taken from their left sides and then 17 landmark points cover their body shape were determined and digitized using tpsDig2 software. The data after GPA, were analyzed using PCA, CVA and MANOVA. The results revealed that studied population can be differitiated based on their body shap but between male and female of the Shour and Mehran rivers did not found significant different ib their separate analysis. Sexual dimorphism in the head and trunk seems to be a general feature in *A. dispar*. Based on the results in *A. dispar*, males can be suggested as proper sex for morphometric studies.

Keywords: Morphometrics, Sarbaz, Mehran, Shour, *Aphanius*.

*Corresponding author