

## تنوع ریختی جمعیت‌های سه گونه ماهی سفید رودخانه‌ای در حوضه‌های آبی ایران

عطا مولودی‌صالح و یزدان کیوانی\*

دریافت: ۱۳۹۶/۸/۱ / ویرایش: ۱۳۹۷/۱/۲۲ / پذیرش: ۱۳۹۷/۲/۱۵ / انتشار: ۱۳۹۷/۶/۲۹

گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران

\*مسئول مکاتبات: Keivany@cc.iut.ac.ir

**چکیده.** در این مطالعه تنوع‌پذیری ریختی سه گونه از سرده *Squalius* در حوضه‌های آبی ایران به اجرا درآمد. بدین منظور تعداد ۷۰۹ قطعه ماهی سفید رودخانه‌ای از چهار حوضه خزر، ارومیه، نمک و دجله صید شد. نمونه‌های صید شده ابتدا در محلول پودر گل میخک بی‌هوش و در فرمالین ۱۰ درصد بافری تثبیت شده سپس برای مطالعه بیشتر به آزمایشگاه ماهی‌شناسی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان منتقل شدند. در آزمایشگاه تعداد ۱۴ صفت شمارشی محاسبه شد. همچنین از عکس‌های گرفته شده از سمت چپ نمونه‌ها در نرم‌افزار ImageJ تعداد ۱۹ صفت اندازه‌گیری شد و به منظور استخراج داده‌های ریخت‌سنجی هندسی تعداد ۱۳ لندمارک بر روی تصاویر گرفته شده در نرم‌افزار tpsDig2 قرار داده شد. به منظور پی‌بردن به تفاوت‌های میان جمعیت‌های تحت مطالعه از تحلیل‌های کولموگروف-اسمیرنوف، کروسکال-والیس، ANOVA، آزمون دانکن، PCA، CVA و تحلیل خوشه‌ای استفاده شد. نتایج حاصل از PCA و CVA تفاوت معناداری میان جمعیت‌های تحت مطالعه نشان نداد. جمعیت‌های گونه‌های تحت مطالعه در ۱۱ صفت شمارشی و ۱۵ صفت اندازه‌گیری با یکدیگر تفاوت معناداری داشتند. همچنین عمده تفاوت‌های مشاهده شده حاصل از نتایج ریخت‌سنجی هندسی نیز مربوط به موقعیت باله سینه‌ای، عمق بدن و اندازه سر بود. در کل جمعیت‌های تحت مطالعه هم‌پوشانی بالایی با یکدیگر داشتند. پیشنهاد می‌شود جمعیت‌های گونه‌های ماهی سفید رودخانه‌ای با روش‌های ژنتیکی و مولکولی نیز بررسی شوند.

**واژه‌های کلیدی.** اندازه‌گیری، تحلیل به مؤلفه‌های اصلی، تحلیل واریانس، کروسکال-والیس، لندمارک

## Morphological diversity in three species of Chubs (*Squalius* spp.) populations in Iranian Basins

Ata Mouludi-Saleh & Yazdan Keivany\*

Received 09.10.2017/ Revised 11.04.2018/ Accepted 05.05.2018 / Published 20.09.2018

Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

\*Correspondent author: Keivany@cc.iut.ac.ir

**Abstract.** In this study, morphological variation of three species of *Squalius* in Iranian basins was studied. For this purpose, 709 specimens were captured from the Caspian Sea, the Urmia Lake, the Namak Lake and the Tigris basin. After anesthetizing in clove oil solution and fixing in 10% neutralized formalin, specimens were transferred to the Isfahan University of Technology Ichthyology Museum (IUT-IM) for further studies. In the laboratory, some 14 meristic characters were counted under a stereomicroscope. Also, images were analyzed with ImageJ software and 19 morphometric characteristics were measured. In addition, 13 landmarks were defined and digitized on images taken in tpsDig2 software in order to extract geometric morphometric data. Kolmogorov-Smirnov, Kruskal-Wallis, ANOVA, Duncan test, PCA, CVA and cluster analysis methods were used to analyze the differences among the populations. The results of PCA and CVA meristic and morphometric analyses showed no significant differences among the studied populations. The populations of the species studied were significantly different in 11 meristic and 15 morphometric characteristics. Also, the major differences observed in the results of geometric morphometric analysis were related to the position of the pectoral fin, body and head depth. In general, the studied populations highly overlapped, and we suggest that the populations of genus *Squalius* should be further studied by molecular methods.

**Keywords.** ANOVA, Kruskal-Wallis, landmark, morphometric, PCA

## مقدمه

متراکم است لذا شکل بدن می تواند تحت تأثیر ویژگی های رفتاری و عمل کردی خود ماهی و سایر ارگانسیم های آبی قرار گیرد (Mouludi Saleh *et al.*, 2018b). در گذشته تصور می شد که تغییرات ریختی صرفاً منشأ ژنتیکی دارد، اما امروزه مشخص شد که تغییرات محیطی نیز در کنار عوامل ژنتیکی در تغییرات ریختی تأثیرگذار است، به این ترتیب نقش محیط به منزله عامل اصلی تغییرات ریختی اثبات شده است (Keivany *et al.*, 2016). صفات مورفومتریک و مریستیک در ماهیان به ترتیب صفات قابل اندازه گیری و شمارش هستند که به طور معمول در ماهیان مورد استفاده قرار می گیرد. در ریخت سنجی هندسی نیز لندمارک ها اشاره به یک سری نقاط دارد که به طور معمول روی شکل بدن ماهی انتخاب شده و براساس آن شکل بدن ماهی تجزیه و تحلیل می شود (Verma *et al.*, 2014). فون ماهیان آب شیرین ایران شامل ۲۸ تیره، ۱۰۷ سرده و ۲۸۸ گونه است (Esmaili *et al.*, 2017). ماهی سفید رودخانه ای از تیره کپورماهیان و سرده *Squalius* است (Keivany *et al.*, 2016). طبق آخرین چک لیست منتشر شده (Esmaili *et al.*, 2017)، در ایران چهار گونه از این سرده شناسایی شده است که محدوده پراکنش آنها حوضه ی جنوبی دریای خزر و حوضه ی دریاچه ارومیه ( *Squalius turcicus* )، حوضه ی دریاچه نمک ( *Squalius namak* ) (Khaefi *et al.*, 2016)، و حوضه ی دجله و فرات ( *Squalius lepidus* و *Squalius berak* ) است. هدف از این مطالعه بررسی خصوصیات ریختی سه گونه ماهی سفید رودخانه ای *S. turcicus*، *S. namak* و *S. berak* از سرده *Squalius* در حوضه های آبی ایران است.

## مواد و روش ها

به منظور بررسی ویژگی های ریختی سه گونه ماهی سفید رودخانه ای تعداد ۷۰۹ قطعه طی سال های ۱۳۸۹-۱۳۸۸ از حوضه های خزر، ارومیه، نمک و دجله نمونه برداری شد. نمونه ها پس از بیهوش کردن در محلول گل میخک، در فرمالین ۱۰ درصد بافری تثبیت شده و به منظور مطالعات بیشتر به آزمایشگاه ماهی-شناسی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان منتقل شدند. در آزمایشگاه با لوپ تعداد ۱۴ صفت شمارش شد (جدول ۱). همچنین، از تصاویر گرفته شده در نرم افزار ImageJ. تعداد ۱۹

ماهی ها متنوع ترین و فراوان ترین گونه های جانوری در میان مهره داران را تشکیل می دهند که این امر به دلیل تنوع شگفت آور این موجودات از لحاظ ریختی، رفتاری و فیزیولوژیکی است (Mouludi-Saleh *et al.*, 2017). ریخت شناسی در اصل به منزله بررسی تغییرات شکل و همبستگی و اثر متقابل آن با تغییرات دیگر معرفی شده است (Booksein, 1991; Dryden & Mardid, 1998; Nasri *et al.*, 2015). شکل بدن یا ریخت از جمله ویژگی های اساسی و مهم در بحث زیست شناسی ماهیان محسوب می شود، زیرا می تواند به طور مستقیم بر بقا، تغذیه و تولیدمثل در محیط های آبی اثرگذار باشد (Guill *et al.*, 2003). ماهیان ساکن در زیستگاه های کوچک و جریان های آبی پایدار اغلب به وسیله تغییرات مورفولوژیکی و رفتاری به منظور بهره برداری از محیط نسبت به زیستگاه خود تخصصی عمل می کنند (Rajput *et al.*, 2013). از جمله تغییرات محیطی تأثیرگذار در زیستگاه آب های جاری که بر ماهیان ساکن در این محیط ها تأثیر می گذارد می توان به شیب و مورفولوژی بستر اشاره کرد (Rajput *et al.*, 2013). علاوه بر این، پارامترهای محیطی نظیر درجه حرارت، عمق، سرعت آب و تنوع از جمله پارامترهای تأثیرگذار بر ساختار و عمل کرد ریختی ماهیان است (Rajput *et al.*, 2013). چنین تغییرات مورفولوژیکی متأثر از محیط زیست بر یک ارگانسیم را صفات اکومورفولوژیکی و بررسی تأثیر زیستگاه و اثر آن روی فنوتیپ موجود زنده را علم اکومورفولوژی می نامند (Ricklefs & Cox, 1997). شناخت سازگاری های ریختی ماهی ها در زیستگاه های مختلف که طیف محیطی وسیعی دارند، می تواند یک روش بسیار مفید برای تفکیک تعاملات پیچیده میان زیستگاه و خصوصیات ریختی باشد. این رویکرد همچنین می تواند درک بهتر از ترجیحات زیستگاه گونه و اهمیت حفاظت بالقوه را آشکار سازد (Rajput *et al.*, 2013). در مطالعه آب ها پیش از هر چیزی ماهی ها بررسی می شوند؛ به بیان دیگر، شناسایی گونه های ماهیان و جمعیت های مختلف آنها برای پی بردن به جنبه های زیست شناسی و سرانجام مدیریت بهینه در بهره برداری پایدار از ذخایر قدم اول محسوب می شود (Haghighy *et al.*, 2015; Mouludi-Saleh *et al.*, 2018a). تفاوت در شکل بدن ممکن است متأثر از تفاوت های رفتاری و اکولوژیکی باشد. از آنجا که آب محیطی

**جدول ۱- صفات شمارشی مورد استفاده برای تفکیک جمعیت‌های گونه‌های ماهی سفید رودخانه‌ای در حوضه‌های آبی ایران.**

**Table 1.** The meristic characteristics used to distinguish populations of *Squalius* in the Iranian basins.

ردیف	صفات
۱	تعداد فلس روی خط جانبی
۲	تعداد فلس بالای خط جانبی
۳	تعداد فلس پایین خط جانبی
۴	تعداد فلس جلو باله پستی
۵	تعداد فلس دور ساقه دم
۶	تعداد شعاع سخت باله پستی
۷	تعداد شعاع نرم باله پستی
۸	تعداد شعاع باله دم
۹	تعداد شعاع نرم باله مخرجی
۱۰	تعداد شعاع سخت باله مخرجی
۱۱	تعداد شعاع نرم باله شکمی
۱۲	تعداد شعاع سخت باله شکمی
۱۳	تعداد شعاع نرم باله سینه‌ای
۱۴	تعداد شعاع سخت باله سینه‌ای

جمعیت‌ها بر عهده دارند (جدول ۳). همچنین نتایج آزمون PCA در شکل ۳ و نیز سهم هر یک از صفات در پراکنش جمعیت‌های مختلف تحت مطالعه در طول جهات مثبت و منفی محورهای دو مؤلفه اصلی اول در جدول ۴ ارائه شده است که بیشترین نقش را صفاتی از قبیل فلس دور ساقه دم و فلس روی خط جانبی (در جهت مثبت محور اول)، و شعاع منشعب باله پستی و شعاع منشعب باله مخرجی (در جهت مثبت محور دوم) برعهده دارند. نتایج تحلیل همبستگی کانونی (CVA) جمعیت‌های تحت مطالعه نشان می‌دهد که جمعیت‌های تحت مطالعه از یکدیگر جدا نیستند و هم‌پوشانی دارند (شکل ۴). در شکل ۵ نیز نتایج آزمون خوشه‌بندی ارائه شده است، مطابق این آزمون دو جمعیت *S. turcicus* و *S. berak* در یک دسته و جمعیت گونه *S. namak* به تنهایی در یک دسته قرار گرفته است.

#### بخش مربوط به صفات اندازه‌شناسی

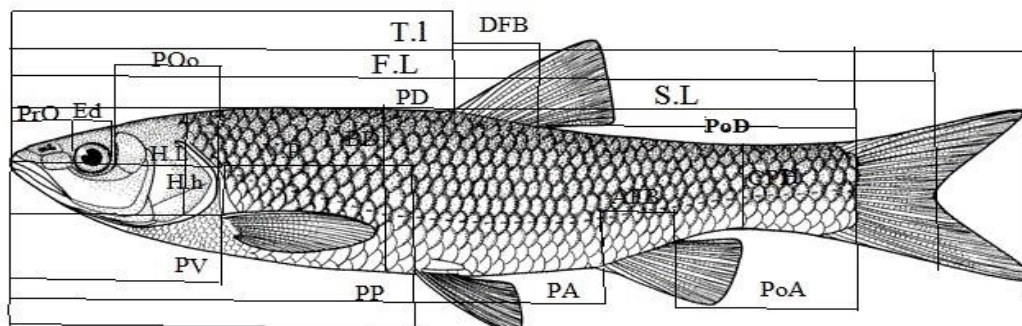
در بررسی ویژگی‌های اندازه‌شناسی جمعیت‌های *Squalius spp.* در حوضه‌های آبی ایران مطابق نتایج ارائه شده در جدول ۵، حاصل از تحلیل واریانس یک‌طرفه جمعیت‌های تحت مطالعه در همه صفات اندازه‌شناسی به جز طول پوزه، قطر چشم و قاعده باله مخرجی با یکدیگر اختلاف معنادار دارند. در مرحله بعد برای گروه‌بندی جمعیت‌ها با استفاده از صفات معنادار، از تحلیل‌های PCA، CVA و نیز تحلیل خوشه‌ای استفاده شده است. دو مؤلفه اصلی اول با سهم واریانس برابر ۵۰/۰۳ درصد بالاتر از خط برش جولیف قرار

صفت اندازه‌گیری شد (شکل ۱). به منظور استخراج داده‌های حاصل از ریخت‌سنجی هندسی نیز بر سطح جانبی تصاویر گرفته شده از نمونه‌ها تعداد ۱۳ لندمارک تعریف و رقمی شد (شکل ۲). داده‌های رقمی پس از تحلیل پروکراست با استفاده از روش‌های آماری PCA، CVA و تحلیل خوشه‌ای تجزیه و تحلیل شد. داده‌های حاصل از صفات اندازه‌شناسی نیز براساس طول استاندارد و طول سر استانداردسازی شدند و با استفاده از صفات استانداردسازی شده دیگر تحلیل شد. کلیه تحلیل‌ها با نرم‌افزارهای PAST، Morpho J، SPSS و Excell انجام شد.

#### نتایج

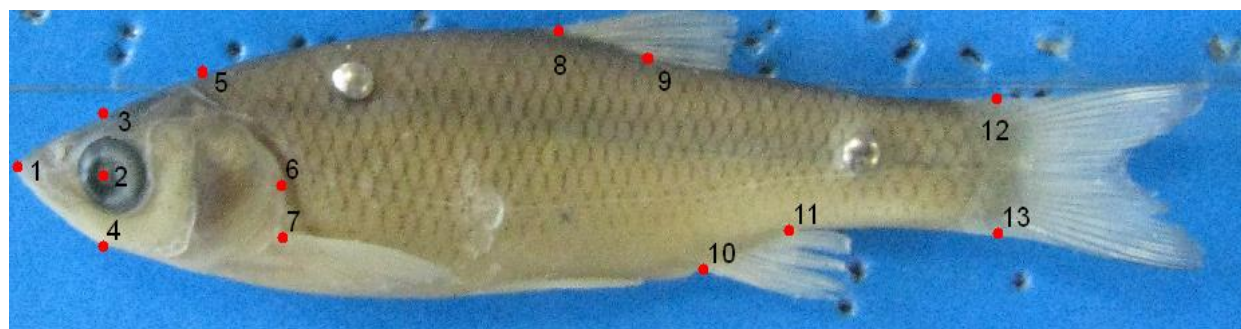
##### بخش مربوط به صفات شمارشی

نتایج حاصل از تحلیل کولموگروف اسمیرنوف صفات شمارشی نشان داد که همه صفات شمارشی غیرنرمال هستند. در مرحله بعد با استفاده از تحلیل کروسکال والیس داده‌ها تجزیه و تحلیل شدند. نتایج حاصل از تحلیل کروسکال والیس در جدول ۲ آمده است. براساس نتایج حاصل از این آزمون جمعیت‌های تحت مطالعه در همه صفات به جز شعاع‌های سخت باله پستی، شکمی، سینه‌ای با یکدیگر متفاوت هستند. برای گروه‌بندی جمعیت‌ها با استفاده از صفات معنادار از تحلیل‌های PCA، CVA و نیز تحلیل خوشه‌ای استفاده شد. دو مؤلفه اصلی اول با سهم واریانس ۵۲/۷۶ درصد که بالاتر از نقطه برش جولیف قرار دارند، بیشترین نقش را در تفکیک



**شکل ۱-** فواصل اندازه گیری شده با نرم افزار Image J. در جمعیت های گونه های ماهی سفید رودخانه ای تحت مطالعه (به میلی متر). طول کل (TL)، طول چنگالی (FL). طول استاندارد (SL)، طول پوزه (PrO)، قطر چشم (ED)، طول گونه (PoO)، طول سر (HL)، پیش باله پشتی (PD)، قاعده باله پشتی (DFB)، طول پس باله پشتی (PoD)، پیش باله مخرجی (PA)، قاعده باله مخرجی (AFB)، پس باله مخرجی (PoA)، پیش باله سینه ای (PV)، پیش باله شکمی (PP)، فاصله بین باله شکمی و سینه ای (V.P)، ارتفاع بدن (BD)، ارتفاع ساقه دم (CPH) و ارتفاع سر (HH).

**Fig. 1.** Measured distances by ImageJ software for the populations of *Squalius* (in mm). AFB: Anal Fin Base, BD: Body Depth, DFB: Dorsal Fin Base, ED: Eey Diameter, FL: Fork Length, Hh: Head height, HL: Head Length, PA: Pre Anal, PD: Pre Dorsal, PoA: Post Anal, PoD: Post Dorsal fin length, PoO: Post Orbital, PP: Pre Ventral, PrO: Pre Orbital, PV: Pre Pectoral, SL: Standard Length, TL: Total length.



**شکل ۲-** تعداد ۱۳ لندمارک های تعیین شده برای استخراج شکل بدن جمعیت های گونه های ماهی سفید رودخانه ای: ۱- ابتدایی ترین بخش پوزه، ۲- مرکز چشم، ۳- محل تقاطع خط عمود با نقطه مرکز چشم با لبه بالای سر، ۴- محل تقاطع خط عمود با نقطه مرکز چشم با لبه زیرین سر، ۵- انتهای ترین نقطه بالای سر، ۶- انتهای ترین لبه سرپوش آبششی، ۷- ابتدایی ترین قسمت باله سینه ای، ۸- ابتدای پایه باله پشتی، ۹- انتهای پایه باله پشتی، ۱۰- ابتدای پایه باله مخرجی، ۱۱- انتهای پایه باله مخرجی، ۱۲- لبه بالای قاعده باله دم، ۱۳- لبه پایینی قاعده باله دم.

**Fig. 2.** 13 defined landmark points for extracting the body shape data in *Squalius* (1) snout tip, (2) center of eye, (3) dorsal edge of the head perpendicular to the center of eye, (4) ventral edge of the head perpendicular to the center of eye (5) boundary between smooth and scaly skin, (6) terminal operculum, (7) superior insertion of the pectoral fin, and (8) anterior and (9) posterior end of the dorsal fin base, (8) posterior and (9) anterior ends of the anal fin base, (12) poster dorsal and (13) poster ventral end of caudal peduncle at its connection to caudal fin.

نتایج تحلیل همبستگی کانونی (CVA) جمعیت های تحت مطالعه نشان می دهد که میان جمعیت های حوضه های مختلف تحت مطالعه با یکدیگر اختلاف معنادار دیده نمی شود و میان آنها هم پوشانی وجود دارد (شکل ۷). مطابق شکل ۱۰، جمعیت ها نسبت به یکدیگر خوشه بندی شده اند نتایج نشان می دهد که جمعیت *S. berak* به تنهایی در یک دسته قرار گرفته است و دو جمعیت *S. turcicus* و *S. namak* در یک گروه قرار گرفته است.

#### بخش هندسی

مطابق نتایج تجزیه به مؤلفه های اصلی (PCA)، پنج مؤلفه اول که

داشته و بیشترین نقش را در تفکیک جمعیت های تحت مطالعه بر عهده دارد. در جدول ۶ نیز سهم هر یک از صفات در پراکنش جمعیت های تحت مطالعه در جهات مثبت و منفی محورهای مؤلفه اصلی اول ارائه شده است که بیشترین نقش را در طول محور اول و دوم به ترتیب صفات فاصله باله شکمی-سینه ای و پیش باله سینه ای بر عهده دارند. گروه بندی جمعیت ها بر اساس صفات غیر نرمال معنادار در شکل ۶ ارائه شده است. با توجه به نتایج تحلیل تجزیه به مؤلفه های اصلی (PCA) میان جمعیت های تحت مطالعه تفاوت معناداری مشاهده نمی شود و میان آنها هم پوشانی دیده می شود.

**جدول ۲-** مقادیر (میانگین  $\pm$  انحراف معیار)، دامنه صفات (اعداد داخل پرانتز زیرین) و نتایج تحلیل کروسکال-والیس صفات غیر پارامتریک جمعیت‌های گونه‌های ماهی سفید رودخانه‌ای در حوضه‌های مختلف ایران.

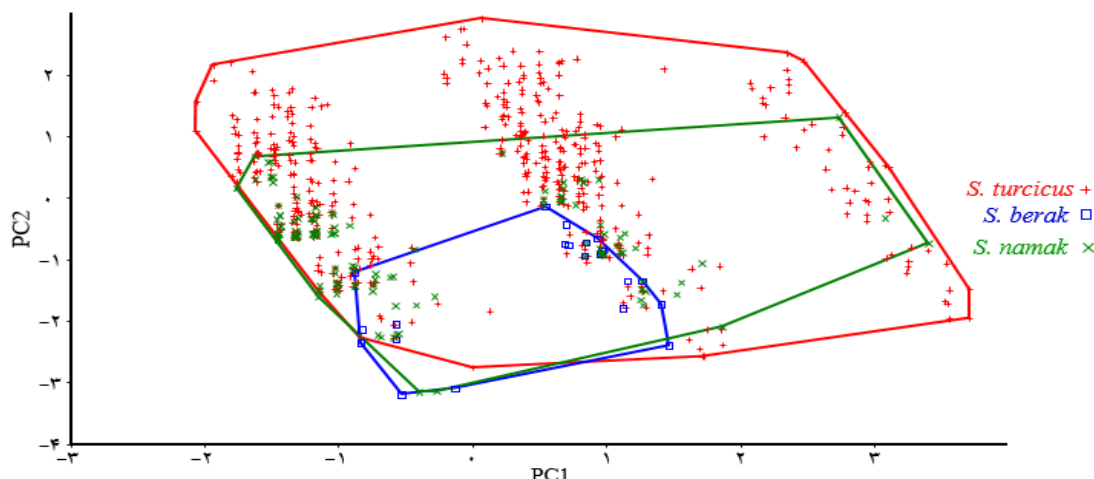
**Table 2.** Values (mean  $\pm$  SD), the range of characteristics and results of Kruskal- wallis analysis in *Squalius* spp. in different Basins of Iran.

مقدار p	مقدار مربع کای	<i>S. namak</i> n=(۱۴۴)	<i>S. berak</i> n=(۲۳)	<i>S. turcicus</i> n=(۵۴۲)	صفات
۰/۰۰۰	۳۶/۵۴	۱۴/۲۵ $\pm$ ۰/۴۷ (۱۴-۱۶)	۱۵/۱۲ $\pm$ ۰/۹۸ (۱۴-۱۶)	۱۴/۲۲ $\pm$ ۰/۷۸ (۱۴-۱۶)	فلس دور ساقه دمی
۰/۰۰۰	۲۷/۵۲	۱۸/۳۶ $\pm$ ۰/۶۱ (۱۸-۲۱)	۱۸/۳۶ $\pm$ ۰/۴۹ (۱۸-۱۹)	۱۸/۶۵ $\pm$ ۰/۶۷ (۱۸-۲۱)	فلس جلو باله پشتی
۰/۰۰۰	۴۱/۳۷	۳/۳۳ $\pm$ ۰/۷۲ (۳-۴)	۳/۴۱ $\pm$ ۰/۵ (۳-۴)	۳/۶۰ $\pm$ ۰/۷۱ (۳-۵)	فلس پایین خط جانبی
۰/۰۰۰	۶۱/۳۷	۷/۱۲ $\pm$ ۰/۴۲ (۷-۸)	۷/۲۴ $\pm$ ۰/۴۳ (۷-۸)	۷/۵۵ $\pm$ ۰/۵۹ (۷-۸)	فلس بالای خط جانبی
۰/۰۰۰	۶۴/۱۰	۴۴/۵۲ $\pm$ ۰/۸۷ (۴۳-۴۶)	۴۵/۶۴ $\pm$ ۰/۷۹ (۴۵-۴۷)	۴۴/۰۳ $\pm$ ۱/۱۱ (۴۱-۴۷)	فلس روی خط جانبی
۰/۰۰۰	۱۳/۲۸	۱۸/۹۸ $\pm$ ۰/۳۸ (۱۸-۲۱)	۱۸/۹۵ $\pm$ ۰/۲۱ (۱۸-۱۹)	۱۹/۱۲ $\pm$ ۰/۵۳ (۱۸-۲۱)	تعداد شعاع باله دمی
۰/۰۰۰	۲۱/۶۵	۱۵/۱۶ $\pm$ ۰/۸ (۱۴-۱۷)	۱۴/۵۰ $\pm$ ۰/۵۱ (۱۴-۱۵)	۱۴/۸۸ $\pm$ ۰/۷۴ (۱۴-۱۷)	شعاع منشعب باله سینه‌ای
۰/۴۶	۱/۵۲	۱/۰۰ $\pm$ ۰/۰۰	۱/۰۰ $\pm$ ۰/۰۰	۰/۹۹ $\pm$ ۰/۰۹ (۰-۱)	شعاع غیر منشعب باله سینه‌ای
۰/۰۰۰	۴۰/۱۶	۸/۴۸ $\pm$ ۰/۵ (۸-۹)	۸/۰۹ $\pm$ ۰/۲۹ (۸-۹)	۸/۶۶ $\pm$ ۰/۴۸ (۸-۹)	شعاع منشعب باله شکمی
۰/۴	۱/۸۳	۱/۰۰ $\pm$ ۰/۰۰	۱/۰۰ $\pm$ ۰/۰۰	۱/۱۱ $\pm$ ۰/۰۰ (۱-۲)	شعاع غیر منشعب باله شکمی
۰/۰۰۰	۷۷/۱۴	۸/۲ $\pm$ ۰/۴۲ (۸-۹)	۸/۲۷ $\pm$ ۰/۴۶ (۸-۹)	۸/۷۰ $\pm$ ۰/۶۷ (۸-۱۰)	شعاع منشعب باله مخرجی
۰/۰۰۰	۲۳/۵۷	۳/۰۰ $\pm$ ۰/۰۰	۳/۰۰ $\pm$ ۰/۰۰	۲/۸۹ $\pm$ ۰/۳۵ (۲-۳)	شعاع غیر منشعب باله مخرجی
۰/۰۰۰	۶۲/۵۱	۸/۰۳ $\pm$ ۰/۱۸ (۸-۹)	۸/۱۴ $\pm$ ۰/۳۵ (۸-۹)	۸/۴۷ $\pm$ ۰/۷ (۸-۹)	شعاع منشعب باله پشتی
۰/۷۷	۰/۵۲۴	۲/۵۴ $\pm$ ۰/۱۴ (۲-۳)	۲/۰۰ $\pm$ ۰/۰۰	۲/۰۱ $\pm$ ۰/۱۲ (۲-۳)	شعاع غیر منشعب باله پشتی
۰/۰۰۰	۵/۳۵	۰/۲ $\pm$ ۰/۵۶	۰/۰۰ $\pm$ ۰/۰۰	۰/۱۱ $\pm$ ۰/۴۳	سن
۰/۰۰۰	۲۵/۶۳	۳/۴۱ $\pm$ ۵/۳۹	۲/۰۲ $\pm$ ۰/۸۳	۲/۵۰ $\pm$ ۶/۰۴	وزن

**جدول ۳-** مقادیر واریانس و مقادیر ویژه دو مؤلفه اصلی اول تحلیل صفات شمارشی جمعیت‌های گونه‌های ماهی سفید رودخانه‌ای در حوضه‌های مختلف ایران.

**Table 3.** Variance values and special values of meristic characteristics of the *Squalius* species in different basins of Iran.

مؤلفه ها (PC <sub>s</sub> )	مقدار ویژه	واریانس
۱	۱/۷۳	۲۹/۷۸
۲	۱/۳۴	۲۲/۹۷
جمع		۵۲/۷۶



شکل ۳- نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA) صفات شمارشی جمعیت‌های گونه‌های ماهی سفید رودخانه‌ای تحت مطالعه در حوضه‌های مختلف ایران.

**Fig. 3.** Principal component analysis (PCA) of the meristic characteristics of *Squalius* populations in different basins of Iran.

جدول ۴- مقادیر نقش هر صفت در پراکنش جمعیت‌ها در طول محورهای دو مؤلفه اصلی اول.

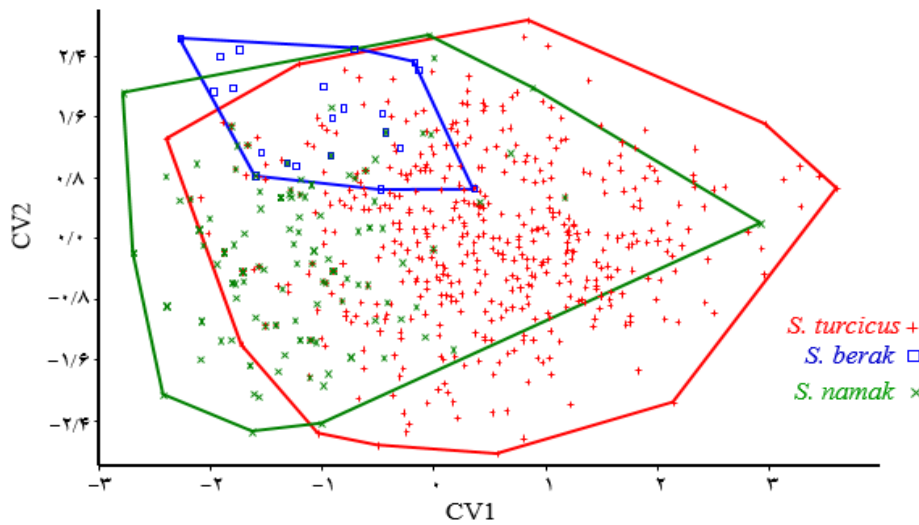
**Table 4.** The role of each characteristic in the distribution of populations along the axis of the first and second components.

محور دوم	محور اول	صفت
۰/۲۶۲	۰/۹۲۲	فلس دور ساقه دمی
۰/۰۱۱	۰/۱۵۰	فلس جلو باله پستی
۰/۰۴۱	۰/۱۱۵	فلس پایین خط جانبی
۰/۲۲	۰/۰۳۱	فلس بالای خط جانبی
-۰/۸۳۹	۰/۳۰۷	فلس روی خط جانبی
۰/۰۹۱	۰/۰۰۳	تعداد شعاع باله دمی
۰/۰۴۶	۰/۱۳۲	شعاع منشعب باله سینه‌ای
۰/۰۸۸	۰/۰۰۵	شعاع منشعب باله شکمی
۰/۰۰۶	-۰/۰۰۰۵	شعاع غیر منشعب باله شکمی
۰/۲۴۵	-۰/۰۱۵	شعاع منشعب باله مخرجی
-۰/۰۳۳	-۰/۰۰۲	شعاع غیر منشعب باله مخرجی
۰/۳۰۸	-۰/۰۱۰	شعاع منشعب باله پستی
-۰/۰۰۰۹	۰/۰۰۵	شعاع غیر منشعب باله مخرجی

۱۰). فاصله ماهالانویس و فاصله پروکراست به‌مثابه‌درجه تمایز جمعیت‌های تحت مطالعه براساس ویژگی‌های شکل بدن در جداول ۸ و ۹ مشخص شده است. مطابق مقادیر فاصله ماهالانویس و پروکراست بیشترین فاصله ماهالانویس و پروکراست به‌ترتیب میان جمعیت‌های *S. berak* و *S. namak*، و جمعیت‌های *S. turcicus* و *S. namak* وجود دارند. در شکل ۱۱، نتیجه تحلیل خوشه‌ای جمعیت‌های تحت مطالعه ارائه شده است. ضریب کوپرنیک تحلیل خوشه‌ای برابر با ۰/۹۴۱۸ محاسبه شد. مطابق با تحلیل خوشه‌ای جمعیت‌های ماهی سفید رودخانه‌ای حوضه‌های

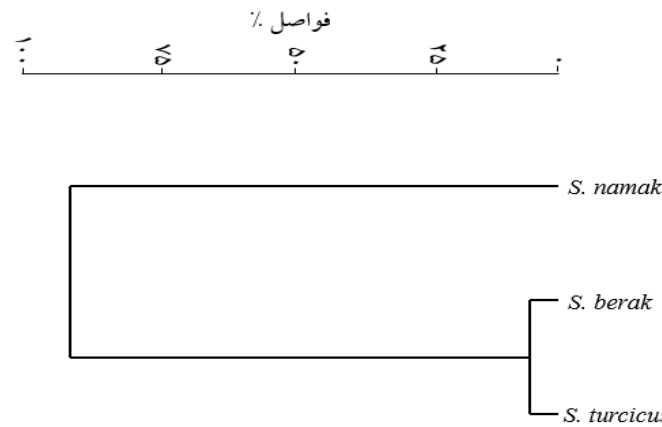
بالاتر از خط برش جولیف قرار دارند، به عنوان عوامل اصلی تفکیک‌کننده جمعیت‌ها انتخاب شدند. این پنج مؤلفه در مجموع ۷۶/۰۹ درصد واریانس را به خود اختصاص داده‌اند (جدول ۷). مطابق شکل ۹، گروه‌بندی جمعیت‌ها به‌خوبی انجام شده است مطابق شکل، جمعیت‌ها هم‌پوشانی زیادی دارند و میان آنها تفاوت معناداری دیده نمی‌شود. تحلیل همبستگی کانونی (CVA) بر اساس ارزش P حاصل از آزمون جایگشت نشان داد که تفاوت معناداری میان  $P < ۰/۰۰۰۰۸$ ,  $f = ۱۵/۷$ ,  $\lambda = ۰/۴۲۷$  wilks جمعیت‌های حوضه‌های مختلف تحت مطالعه وجود ندارد (شکل





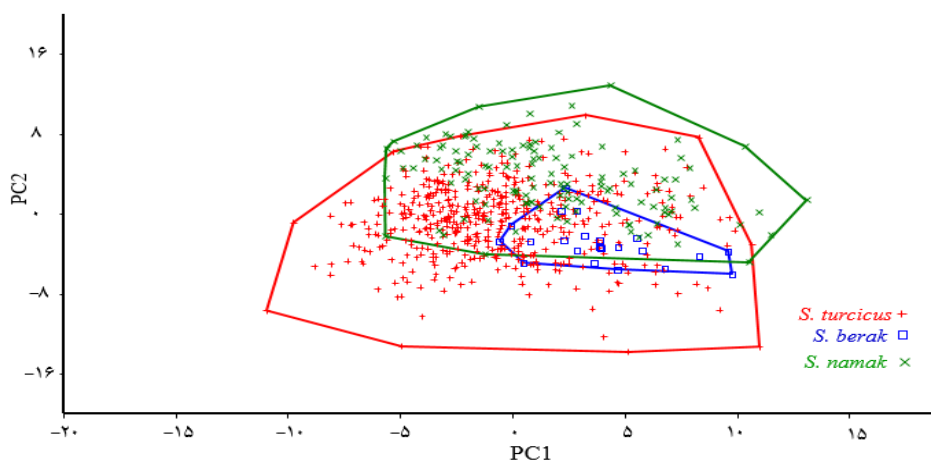
شکل ۴- تحلیل همبستگی کانونی (CVA) صفات شمارشی جمعیت‌های گونه‌های ماهی سفید رودخانه‌ای تحت مطالعه در حوضه‌های مختلف ایران.

**Fig. 4.** Canonical analysis (CVA) of the meristic characteristics of *Squalius* populations in different basins of Iran.



شکل ۵- تحلیل خوشه‌ای صفات شمارشی در جمعیت‌های گونه‌های ماهی سفید رودخانه‌ای حوضه‌های مختلف ایران.

**Fig. 5.** Cluster analysis of meristic characteristics in the populations of *Squalius* in different basins of Iran.



شکل ۶- نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA) صفات اندازه‌شناسی جمعیت‌های گونه‌های ماهی سفید رودخانه‌ای تحت مطالعه در حوضه‌های مختلف ایران.

**Fig. 6.** Principal component analysis (PCA) of the morphometric characteristics of *Squalius* populations in different basins of Iran.

**جدول ۵-** مقادیر (میانگین  $\pm$  انحراف معیار) و نتایج تحلیل واریانس یک طرفه و گروه بندی دانکن صفات اندازه‌گیری در گونه‌های ماهی سفید رودخانه‌ای حوضه‌های آبی ایران (برحسب mm). حروف انگلیسی مشابه نشانه عدم تفاوت معنی دار است.

**Table 5.** Values (mean  $\pm$  SD) and results of analysis of one-way ANOVA variance and Duncan grouping of morphometric characteristics in *Squalius* in different basins of Iran (in mm). Similar letters indicate insignificant differences.

صفات	<i>S. turcicus</i>	<i>S. berak</i>	<i>S. namak</i>	p
(FL/TL)	۹۳/۲۷ $\pm$ ۱/۴۵ <sup>a</sup>	۹۲/۲۷ $\pm$ ۰/۸۹ <sup>a</sup>	۹۲/۸۹ $\pm$ ۱/۰۹ <sup>b</sup>	۰/۰۰۰
(SL/TL)	۸۳/۲۰ $\pm$ ۱/۹۰ <sup>a</sup>	۸۴/۵۳ $\pm$ ۱/۰۳ <sup>b</sup>	۸۳/۳۸ $\pm$ ۱/۷۳ <sup>a</sup>	۰/۰۰۰
Prd/SL	۵۵/۳۴ $\pm$ ۲/۳۳ <sup>a</sup>	۵۵/۱۷ $\pm$ ۱/۳۴ <sup>a</sup>	۵۷/۲۳ $\pm$ ۱/۴۰ <sup>b</sup>	۰/۰۰۰
DFB/SL	۸/۳۰ $\pm$ ۱/۸۹ <sup>a</sup>	۸/۳۳ $\pm$ ۱/۱۰ <sup>a</sup>	۸/۹۳ $\pm$ ۱/۲۷ <sup>b</sup>	۰/۰۰۰
Pod/SL	۳۵/۵۹ $\pm$ ۲/۷۸ <sup>b</sup>	۳۴/۸۶ $\pm$ ۱/۵۸ <sup>b</sup>	۳۳/۰۹ $\pm$ ۱/۷۱ <sup>a</sup>	۰/۰۰۰
PrA/SL	۷۰/۶۴ $\pm$ ۲/۱۲ <sup>a</sup>	۷۰/۵۹ $\pm$ ۱/۰۵ <sup>a</sup>	۷۱/۸۷ $\pm$ ۲/۰۲ <sup>b</sup>	۰/۰۰۰
AFB/SL	۸/۵۶ $\pm$ ۱/۴۹ <sup>a</sup>	۸/۰۷ $\pm$ ۰/۸۳ <sup>a</sup>	۸/۴۷ $\pm$ ۱/۳۰ <sup>a</sup>	۰/۲۷۲
Poa/SL	۲۱/۷۷ $\pm$ ۱/۹۲ <sup>c</sup>	۲۰/۳۴ $\pm$ ۱/۱۳ <sup>b</sup>	۱۹/۳۰ $\pm$ ۱/۹۰ <sup>a</sup>	۰/۰۰۰
PrP/SL	۲۸/۳۰ $\pm$ ۲/۰۸ <sup>b</sup>	۲۵/۶۵ $\pm$ ۱/۷۸ <sup>a</sup>	۲۹/۶۲ $\pm$ ۲/۳۶ <sup>c</sup>	۰/۰۰۰
PrV/SL	۵۲/۲۱ $\pm$ ۲/۳۶ <sup>a</sup>	۵۳/۱۶ $\pm$ ۱/۱۳ <sup>b</sup>	۵۴/۱۱ $\pm$ ۱/۹۸ <sup>c</sup>	۰/۰۰۰
P.V/SL	۲۴/۵۵ $\pm$ ۲/۴۳ <sup>a</sup>	۲۶/۸۶ $\pm$ ۲/۰۳ <sup>b</sup>	۲۴/۹۷ $\pm$ ۲/۲۳ <sup>a</sup>	۰/۰۰۰
BD/SL	۲۴/۹۴ $\pm$ ۲/۰۲ <sup>a</sup>	۲۷/۵۹ $\pm$ ۰/۹۲ <sup>b</sup>	۲۴/۸۵ $\pm$ ۳/۰۹ <sup>a</sup>	۰/۰۰۰
CHP/SL	۱۱/۷۴ $\pm$ ۰/۹۳ <sup>b</sup>	۱۲/۴۲ $\pm$ ۰/۶۷ <sup>c</sup>	۱۰/۹۴ $\pm$ ۱/۵۲ <sup>a</sup>	۰/۰۰۰
H.D/SL	۱۵/۹۳ $\pm$ ۱/۳۰ <sup>a</sup>	۱۷/۰۸ $\pm$ ۰/۶۲ <sup>c</sup>	۱۶/۵۴ $\pm$ ۱/۲۹ <sup>b</sup>	۰/۰۰۰
H.L/SL	۲۸/۶۷ $\pm$ ۲/۰۰ <sup>b</sup>	۲۵/۶۰ $\pm$ ۱/۶۷ <sup>a</sup>	۲۹/۳۸ $\pm$ ۱/۹۱ <sup>b</sup>	۰/۰۰۰
Pro/H.L	۲۱/۱۴ $\pm$ ۲/۶۲ <sup>a</sup>	۲۲/۲۵ $\pm$ ۲/۶۹ <sup>b</sup>	۲۱/۶۶ $\pm$ ۲/۲۹ <sup>ab</sup>	۰/۰۰۰
Poo/H.L	۵۰/۸۲ $\pm$ ۱/۷۳ <sup>a</sup>	۵۰/۲۵ $\pm$ ۲/۵۴ <sup>a</sup>	۵۱/۲۱ $\pm$ ۲/۳۷ <sup>a</sup>	۰/۵۷۲
ED/H.L	۲۵/۱۶ $\pm$ ۱/۲۳ <sup>a</sup>	۲۵/۸۰ $\pm$ ۲/۸۷ <sup>a</sup>	۲۶/۳۰ $\pm$ ۱/۴۳ <sup>a</sup>	۰/۶۳۶

**جدول ۶-** مقادیر نقش هر صفت در پراکنش جمعیت‌ها در طول محورهای دو مؤلفه اصلی اول.

**Table 6.** The role of each characteristic in the distribution of populations along the axis of the first and second components.

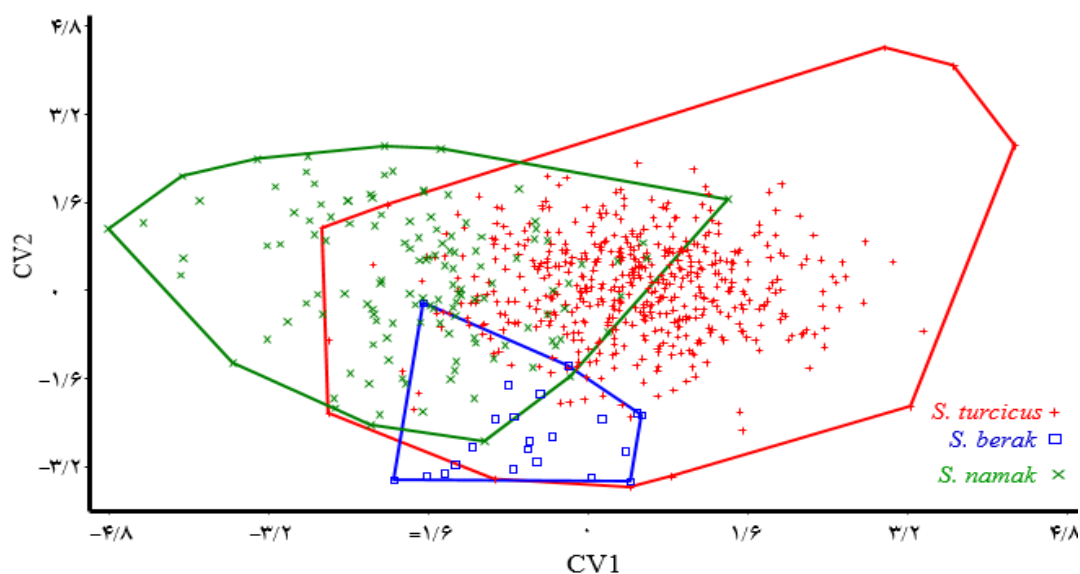
صفت	محور اول	محور دوم
طول چنگالی	۰/۰۹۸	-۰/۰۲۳
طول استاندارد	۰/۱۵۹	-۰/۱۹۴
طول سر	-۰/۲۴۲	۰/۳۷۳
طول پوزه	-۰/۲۵۶	۰/۱۹۲
پیش باله پشتی	۰/۱۸۴	۰/۳۴۷
قاعده باله پشتی	۰/۰۴۴	۰/۰۷۸
پس باله پشتی	-۰/۲۰۵	-۰/۳۵۰
پیش باله مخرجی	۰/۳۱۱	۰/۲۴۹
پس باله مخرجی	-۰/۲۸۸	-۰/۲۵۲
پیش باله سینه ای	-۰/۲۶۳	۰/۴۴۶
پیش باله شکمی	۰/۲۹۵	۰/۳۸۸
فاصله بین باله شکمی - سینه‌ای	۰/۵۰۵	-۰/۰۵۷
ارتفاع بدن	۰/۳۷۱	-۰/۲۰۴
ارتفاع ساقه دم	۰/۱۲۴	-۰/۱۰۹
ارتفاع سر	۰/۱۲۸	۰/۰۳۹

ایران، جمعیت *S. namak* و *S. turcicus* در یک دسته و جمعیت *S. berak* به تنهایی در یک دسته قرار گرفته است. در بررسی جمعیت‌های گونه‌های ماهی سفید رودخانه‌ای جمعیت گونه *S. berak* دارای پوزه کشیده‌تر، عمق بدن بیشتر، باله سینه‌ای خلفی‌تر، ارتفاع ساقه دمی بیشتر و اندازه سر کوچکتر است. در مقابل جمعیت گونه *S. turcicus* دارای عمق بدن کم‌تر است. همچنین جمعیت گونه *S. namak* دارای دهان متمایل به بالا، ارتفاع بدنی کم‌تر و باله مخرجی خلفی‌تر است.

**بحث**

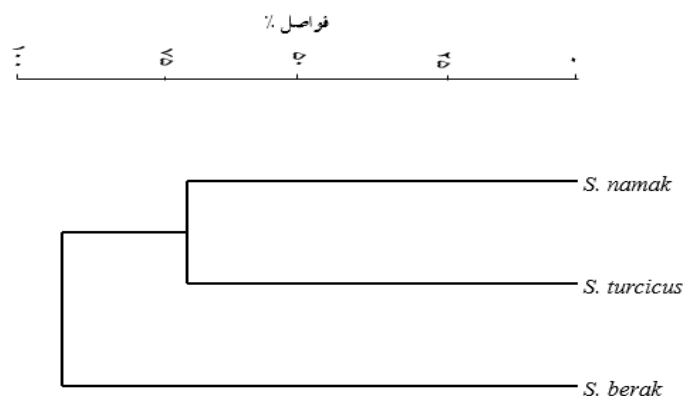
بحث ریخت‌شناسی یکی از مهم‌ترین فاکتورهایی است که در





شکل ۷- نتایج تحلیل همبستگی کانونی (CVA) صفات اندازه‌شی جمعیت‌های گونه‌های ماهی سفید رودخانه‌ای تحت مطالعه در حوضه‌های مختلف ایران.

**Fig. 7.** Canonical variance analysis (CVA) of the morphometric characteristics of *Squalius* populations in different basins of Iran.



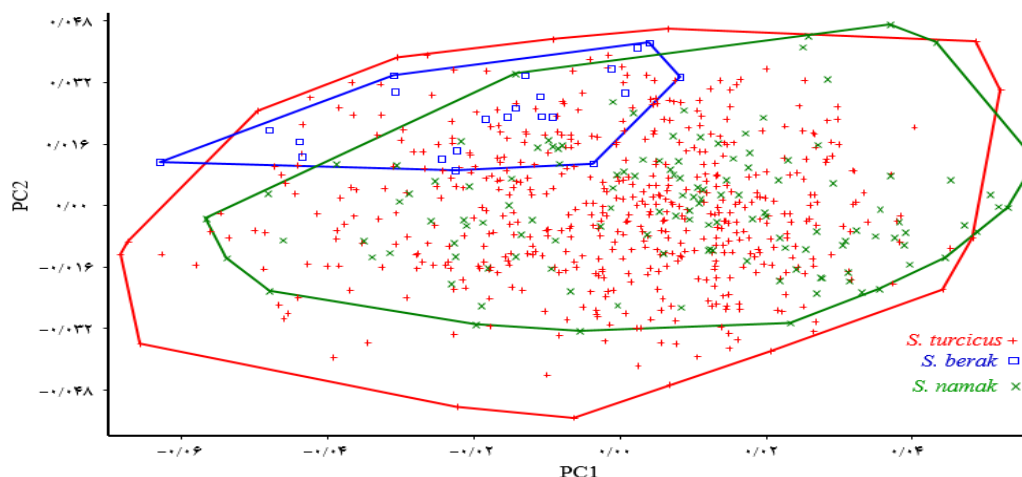
شکل ۸- تحلیل خوشه‌ای صفات اندازه‌شی در جمعیت‌های گونه‌های ماهی سفید رودخانه‌ای حوضه‌های مختلف ایران.

**Fig. 8.** Cluster analysis of morphometric characteristics of *Squalius* species in different basins of Iran.

جدول ۷- مقادیر واریانس و مقادیر ویژه سه مؤلفه اصلی اول شکل بدن جمعیت‌های گونه‌های ماهی سفید رودخانه‌ای (*Squalius*) حوضه‌های مختلف ایران.

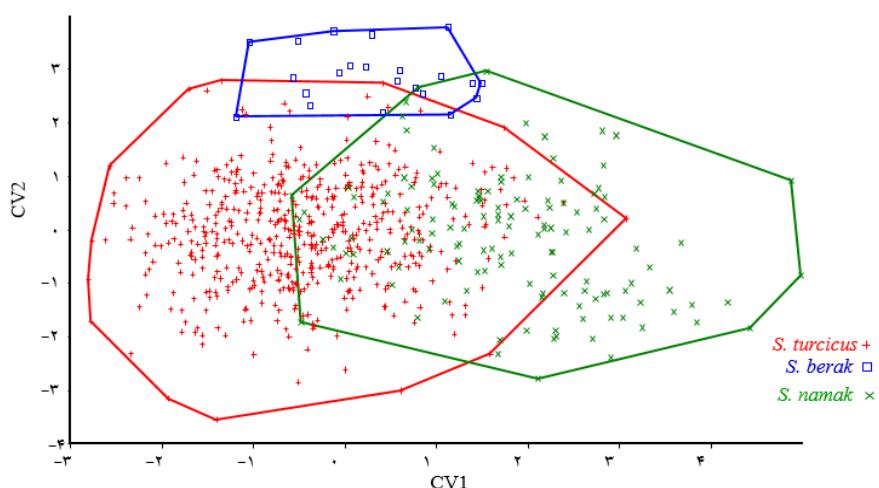
**Table 7.** Variance and special values of the first three main components of the body shape of *Squalius* populations species in different basins of Iranian.

مؤلفه‌ها	مقادیر ویژه	واریانس
۱	۰/۰۰۰۴۹	۲۸/۱۷
۲	۰/۰۰۰۳۲	۱۸/۲۳
۳	۰/۰۰۰۲۴	۱۴/۰۹
۴	۰/۰۰۰۱۴	۸/۴۱
۵	۰/۰۰۰۱۲	۷/۱۸
جمع		۷۶/۰۹



شکل ۹- کردار تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA)، شکل بدن جمعیت‌های گونه‌های ماهی سفید رودخانه‌ای (*Squalius*) حوضه‌های مختلف ایران.

**Fig. 9.** Principal component analysis (PCA) of the body shape of *Squalius* populations in different basins of Iran.



شکل ۱۰- کردار تحلیل همبستگی کانونی (CVA) شکل بدن جمعیت‌های ماهی سفید رودخانه‌ای (*Squalius*) حوضه‌های مختلف ایران.

**Fig. 10.** Canonical analysis (CVA) of the body shape of *Squalius* populations in different basins of Iran..

**جدول ۸-** فواصل ماهالانوبیس شکل بدن حاصل از تحلیل CVA در جمعیت‌های گونه‌های ماهی سفید رودخانه‌ای (*Squalius*) حوضه‌های مختلف ایران.

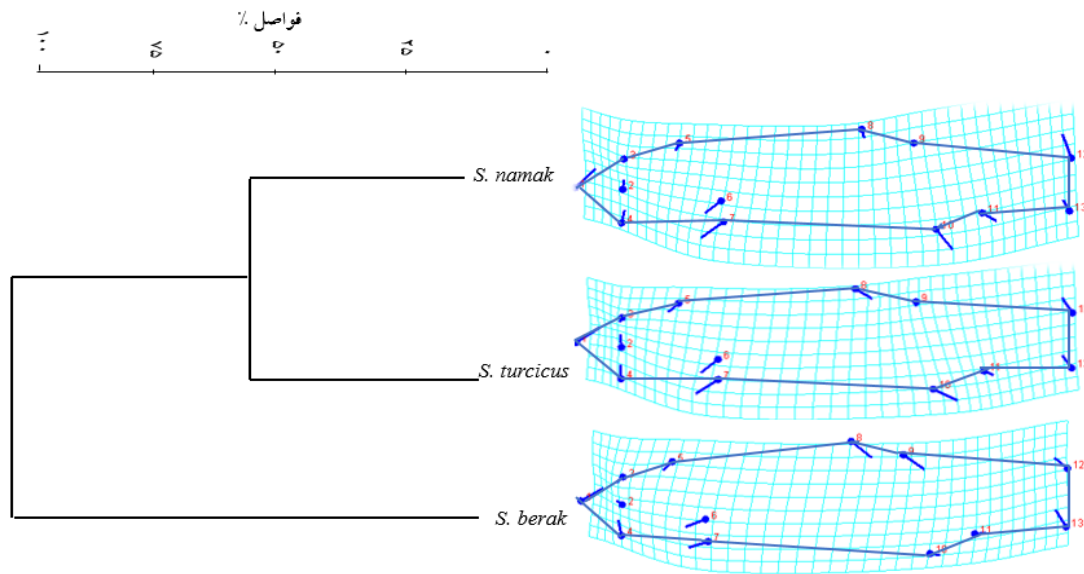
**Table 8.** Mahalanobis distances of body shape derived from CVA analysis of *Squalius* populations in different basins of Iran.

<i>S. turcicus</i>	<i>S. berak</i>	گونه
	۳/۰۲	<i>S. turcicus</i>
۲/۲۷	۳/۴۰	<i>S. namak</i>

**جدول ۹-** فواصل پروکراست شکل بدن حاصل از تحلیل CVA در جمعیت‌های گونه‌های ماهی سفید رودخانه‌ای (*Squalius*) حوضه‌های مختلف ایران.

**Table 9.** Procrustes distances of body shape derived from CVA analysis in populations of *Squalius* in different basins of Iran.

<i>S. turcicus</i>	<i>S. berak</i>	گونه
	۰/۰۳۲۵	<i>S. turcicus</i>
۰/۰۴۷۹	۰/۰۴۰۱	<i>S. namak</i>



شکل ۱۱- تحلیل خوشه‌ای شکل بدن در جمعیت‌های ماهی سفید رودخانه‌ای (*Squalius*) حوضه‌های مختلف ایران.

**Fig. 11.** Cluster analysis of body shape of *Squalius* populations in different basins of Iran.

باشند. همچنین در مطالعه Swain و Holtby (1989) چنان عنوان کردند که علت تفاوت در اندازه و شکل چشم ماهیان تحت تأثیر عواملی از قبیل نوع تغذیه، روش زندگی، عمق زیست ماهی و وجود یا عدم وجود نور در زیستگاه است. در این مطالعه چون تفاوت معناداری از لحاظ قطر چشم مشاهده نشد، می‌توان نتیجه گرفت که شرایط زیستگاهی برای این گونه‌ها در عوامل ذکر شده مشاهده نمی‌شود. نتایج حاصل از صفات اندازه‌ی میان جمعیت‌های مورد مطالعه هم‌پوشانی نشان داد. هر چند که نتایج تحلیل خوشه‌ای این صفات گونه *S. berak* را به‌تنهایی در یک دسته جدا قرار داد. در بررسی ریخت‌سنجی هندسی، نتایج حاصل از تحلیل CVA نشان داد که هم‌پوشانی اندکی در جمعیت گونه *S. berak* با دو جمعیت دیگر تحت مطالعه وجود دارد. همچنین نتایج حاصل از تحلیل خوشه‌ای با تأیید نتایج صفات اندازه‌ی میان جمعیت گونه *S. berak* را جدا از دو جمعیت دیگر قرار داد. پوزه کشیده‌تر و سر کوچکتر مشاهده شده در جمعیت گونه *S. berak* می‌تواند به واسطه تغییرات در ریخت سر در نتیجه عمل جستجوی غذا باشد و این تغییرات صورت گرفته بر راندمان جستجوی غذا و موفقیت آن عمل تأثیر گذار باشد (Mouludi-Saleh et al., 2018a; Langerhans et al., 2013). همچنین عمق بدن بیشتر مشاهده شده در این گونه را می‌توان چنان عنوان کرد که افزایش عمق بدن روشی برای مقابله با شکار شدن باشد که در این حالت به واسطه عمق بدن نسبت به دهان و دستگاه گوارش شکارچیان صورت

رابطه با سازگاری موجودات زنده با شرایط محیطی پیشرفت چشمگیری داشته است به عبارت دیگر با استفاده از صفات ریختی می‌توان تعیین کرد که چه شرایطی بر زیستگاه موجود زنده حاکم است (Peres- Neto, 2004). تفاوت در ویژگی‌های ریختی درون‌جمعیتی می‌تواند ناشی از تأثیر عواملی مانند حضور گونه‌های فنوتیپی مختلف و وجود بیش از یک جمعیت در یک منطقه و همچنین عامل رشد آلومتریک باشد (Soule & Cuzin-Roudy, 1982). در بررسی جمعیت‌های گونه‌های ماهی سفید رودخانه‌ای تحت مطالعه تفاوت معناداری میان جمعیت‌ها در صفات شمارشی و اندازه‌ی مشاهده شد. در بررسی صفات شمارشی جمعیت‌های تحت مطالعه در کلیه صفات به جز شعاع‌های سخت باله پشتی، شکمی، سینه‌ای با یکدیگر تفاوت معناداری داشتند. گروه‌بندی جمعیت‌ها براساس تحلیل‌های PCA و CVA به‌خوبی نتوانست جمعیت‌های تحت مطالعه را از یکدیگر تفکیک نماید از سویی دیگر نتایج تحلیل خوشه‌ای گونه *S. namak* را به‌تنهایی در یک گروه مجزا و جدا از دو گونه دیگر قرار داد. در بررسی براساس صفات اندازه‌ی میان جمعیت‌های تحت مطالعه در کلیه صفات به جز طول پوزه، قطر چشم و قاعده باله مخرجی با یکدیگر اختلاف معنادار داشتند. در بررسی این صفات می‌توان گفت که اندازه قطر چشم در سه گونه تحت مطالعه که تفاوت معناداری با یکدیگر نداشتند به‌نظر می‌رسد که زیستگاه این سه گونه از لحاظ شرایط اکولوژیکی مانند عمق آب، شدت جریان و کدورت آب یکسان

مظاهر زمانی فرادنبه، مسئول موزهی ماهی شناسی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان، نیز به خاطر کمک در کارهای آزمایشگاهی، سپاسگزاری می شود. هزینه های مالی اجرای این پژوهش توسط دانشگاه صنعتی اصفهان تأمین شده است.

## REFERENCES

- Ahmadi, S., Eagdari, E. and Javadzadeh, N. 2016. Study of body shape phenotypic plasticity of Carassin (*Carrassius auratus*): case study of Sefidrood River and Alagol Lake. – J. Wet. Ecobio. 8: 107-115.
- Alizadeh, M., Patimar, R., Abdoli, A., Farhangi, M. and Golzarianpour, K. 2015. A study on morphological variation of Chub, *Leuciscus orientalis*, (Nordmann, 1840) in the southern Caspian Sea basin. – J. Anim. Environ. 7: 217-228.
- Bookstein, F.L. 1991. Morphometric tools for landmark data: geometry and biology. Cambridge University Press. 380 pp.
- Carpenter, K.E. 1996. Morphometric pattern and feeding mode in emperor fishes (*Lethrinidae*, Perciformes). In LF Marcus, M Corti, A Loy, G Naylor, DE Slice, eds. Advances in morphometrics. NATO ASI Series A: – Life. Sci. 284: 479-487. New York: Plenum Publ.
- Darcy, G.H. 1985. Synopsis of biological data on the sand perch, *Diplectrum formosum* (Pisces, Serranidae). NOAA Tech. Rep. Circ. NMFS. 26: 1-21.
- Dryden, I.L. and Mardia, K.V. 1998. Statistical shape analysis. John Wiley and Sons. New York. 23 pp.
- Esmaili, H.R., Mehraban, H., Abbasi, K., Keivany, Y. and Brian, W.C. 2017. Review and updated checklist of freshwater fishes of Iran: Taxonomy, distribution and conservation status. – Iranian J. Appl. Ichthyo. 4: 1-114.
- Guill, J.M., Hood, C.S. and Heins, D.C. 2003. Body shape variation within and among three species of darters (Perciformes: *Percidae*). – Ecol. Freshwater 12: 134-140.
- Haghighy, E., Sattari, M., Dorafshan, S. and Keivany, Y. 2015. Intra-population variations in the morphology of Spiralin, *Alburnoides eichwaldii* (Cypriniformes: Cyprinidae) in Kargan-Rud and Lamir rivers in Guilan province, northern Iran. – Exp. Anim. Bio. 3: 37-46.
- Keivany, Y., Mousavi, S.M.A., Dorafshan, S. and Zamani-Faradonbe, M. 2016. Morphological diversity of *Alburnus mossulensis* (Heckel, 1843) populations in Karun River basin. – J. Appl. Ichthyol. Re. 4: 87-104.
- Keivany, Y., Nasri, M., Abbasi, K. and Abdoli, A. 2016. Atlas of inland water fishes of Iran. – Iran Dep. Environ Press. pp 218.
- Khaefi, R., Esmaili, H.R., Sayyadzadeh, G., Geiger, M.F. and Freyhof, J. 2016. *Squalius namak*, a new chub from Lake Namak basin in Iran (Teleostei: Cyprinidae). – Zootaxa 4169: 145-159.
- Langerhans, R.B., Layman, C.A., Langerhans, A.K. and Dewitt, T.J. 2003. Habitat-associated morphological

می گیرد (Ahmadi *et al.*, 2016) در پژوهش های مشابه، موقعیت و شکل باله دمی با موقعیت ماهی در ستون آبی در ارتباط است و می توان تفاوت مشاهده شده در موقعیت باله سینه ای را به تفاوت در الگوی شنا نسبت داد (Ahmadi *et al.*, 2016). مطالعه Alizadeh و همکاران (2015) بررسی تنوع ریختی ماهی سفید رودخانه ای در رودخانه های بخش جنوبی دریای خزر، از جمله صفات جداکننده میان جمعیت های تحت مطالعه را فاصله بین چشم ها، عرض سر، طول قاعده باله مخرجی، قطر مردمک چشم و فاصله باله پشتی - دمی را عنوان کردند، اما در پژوهش حاضر، بیشترین نقش صفات در تفکیک جمعیت ها مربوط به فاصله باله شکمی - سینه ای و پیش باله سینه ای است. مطالعه ای که Mouludi-Saleh و همکاران (2017) روی ماهی سفید رودخانه ای در رودخانه های حوضه نمک انجام دادند عمده تفاوت های مشاهده شده در جمعیت های *S. namak* را مربوط به سر، موقعیت دهان، عمق بدن، موقعیت باله مخرجی و ارتفاع ساقه دمی بیان کردند. همچنین در مطالعات دیگر که توسط Mouludi-Saleh و همکاران (2018a,b) در ماهی سفید رودخانه ای در بخش های شرقی و غربی حوضه خزر صورت گرفت تفاوت های مشاهده شده در جمعیت رودخانه های تحت مطالعه را موقعیت دهان، ارتفاع بدن، موقعیت باله های مخرجی، سینه ای و پشتی گزارش کردند، اما در مطالعه حاضر تفاوت های مشاهده شده مربوط به موقعیت باله سینه ای، عمق بدن و اندازه سر است. مطالعات مشابه صورت گرفته توسط Carpenter (1996) داشتن بدن بلندتر را ناشی از تغییرات در زیستگاه و بوم شناسی هر گونه معرفی کرده اند. Darcy (1985) نیز در مطالعه خود چنان عنوان کرد که ماهیان باریک با سر کوچک و ساقه دمی طویل اساساً در اعماق شنی یافت می شوند و شناگران ماهری هستند. نتایج مطالعه حاضر تغییرات ریختی در گونه های ماهی سفید رودخانه ای را در حوضه های آبی مختلف تأیید کرد. لذا به منظور بررسی دقیق تر و تأیید نتایج این مطالعه، پیشنهاد می شود که گونه های این سرده نیز با روش های مولکولی و ژنتیکی تحت بررسی قرار گیرند.

## سپاسگزاری

بدینوسیله از دکتر سالار درافشان، دکتر منوچهر نصری، دکتر سعید اسدالله، مهندس علی نظام الاسلامی و مهندس علی میرزایی جهت همکاری در نمونه برداری قدردانی می کنیم. از مهندس

divergence in two Neotropical fish species. – Biol. J. Linnaean. Soc. 80: 689-698.

**Mouludi-Saleh, A., Keivany, Y. and 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. – Res. Zool. 7: 1-6.

**Mouludi-Saleh, A., Keivany, Y. and Jalali, S.A.H.** 2018a. Biometrical comparison of Chub (*Squalius namak* Khaefi et al., 2016) in rivers of Lake Namak Basin. – Exp. Anim. Bio. In Press.

**Mouludi-Saleh, A., Keivany, Y., Jalali, S.A.H. and Zamani-faradonbeh, M.** 2018b. Morphological flexibility of Transcaucasian Chub (*Squalius turcicus* De Filippi, 1865) in South-eastern Caspian Sea basin using geometric morphometric. – J. Anim. Env. In Press.

**Mouludi-Saleh, A., Keivany, Y. and Jalali, S.A.H.** 2018c. Comparison of transcaucasian Chub (*Squalius turcicus* De Filippi, 1865) populations in south-western Caspian Sea basin using geometric morphometric method. – J. Anim. Res. In Press.

**Nasri, M., Eagderi, S. and Farahmand, H.** 2015. Interspecies morphological variation of *Cyprinion watsoni* (Day, 1872) from southern and southeastern inland water basins of Iran based on Geometric morphometrics method. – J. Appl. Ichthyol. Res. 2:1-14.

**Peres-Neto, P.R.** 2004. Patterns in the co-occurrence of fish species in streams: the role of site suitability, morphology and phylogeny versus species interactions. – Oecol. 140: 352-360.

**Rajput, V., Johnson, J.A. and Sivakumar, K.** 2013. Environmental effects on the morphology of the Snow Trout *Schizothorax richardsonii* (Gray, 1832). TAPROBANICA: – J. Asia. Bio. 5: 102-110.

**Ricklefs, R.E. and Cox, G.W.** 1977. Morphological similarity and ecological overlap among passerine birds on St. Kitts, British West Indies. – Oik. 29: 60-66.

**Soule, M.E. and Cuzin-Roudy, J.** 1982. Allometric variation. 2. Developmental instability of extreme phenotypes. – Ameri. Natur. 120: 765-786.

**Swain, D.P. and Holtby, L.B.** 1989. Differences in morphology and behavior between juvenile coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) rearing in a lake and in its tributary stream. – Can. J. Fisheries Aqua. Sci. 46: 1406-1414.

**Verma, J., Kashyap, A. and Serajuddin, M.** 2014. Phylogeny based on truss analysis in five populations

of freshwater catfish: *Clupisoma garua*. – Inter. J. Sci. and Res. 3: 1414-1418.

\*\*\*\*\*

#### How to cite this article:

**Mouludi-Saleh, A. and Keivany, Y.** 2018. Morphological diversity in three species of Chubs (*Squalius* spp.) populations in Iranian Basins. – Nova Biologica Rep. 2018: 192-204.

مولودی‌صالح، ع. و کیوانی، ی. ۱۳۹۷. تنوع ریختی جمعیت‌های سه گونه ماهی سفید رودخانه‌ای در حوضه‌های آبی ایران. – یافته‌های نوین در علوم زیستی ۱۳۹۷: ۱۹۲-۲۰۴.

