Nova Biologica Reperta 7(2): 185-191 (2020)
Print ISSN: 2423-6330/Online ISSN: 2476-7115
https://nbr.khu.ac.ir; Kharazmi University Press; DOI: 10.29252/nbr.7.2.185

یافته‌های نوین در علوم زیستی
جلد ۷، شماره ۲، صفحات ۱۸۵ الی ۱۹۱ (۱۳۹۹)
انتشارات دانشگاه خوارزمی

مطالعه جمعیت‌های شیرماهی در دو حوضه هری‌رود و دشت‌کویر با روش ریخت‌سنجی هندسی

عطا مولودی صالح[۱]، سهیل ایگدری[۱]، شیما لطیف‌نژاد[۱] و منوچهر نصری[۲]
[۱]گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران؛[۲]گروه علوم و مهندسی شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران
مسئول مکاتبات: سهیل ایگدری؛ soheil.eagderi@ut.ac.ir

چکیده. این مطالعه به‌منظور بررسی تفاوت‌های ریختی چهار جمعیت گونه شیرماهی در آب‌های داخلی ایران به اجرا درآمد. بدین منظور، تعداد ۸۱ قطعه شیر ماهی از رودخانه‌های بیدواز، چشمه‌علی،کلات و آل نمونه‌برداری شد. نمونه‌ها پس از بیهوشی در فرمالین تثبیت بافری و برای ادامه مطالعات به آزمایشگاه منتقل شدند. از سمت چپ سطح جانبی تمام نمونه‌ها عکس‌برداری شد. به‌منظور استخراج داده‌های حاصل از شکل بدن، تعداد ۱۴ لندمارک با استفاده از عکس‌های گرفته شده در نرم افزار TpsDig2 تعریف و رقومی سازی شد. ابتدا به منظور حذف اثرات ناشی از اندازه، جهت و موقعیت آنالیز پروکراست (GPA) صورت گرفت، سپس از آنالیزهای PCA، MANOVA/CVA و تحلیل خوشه‌ای بر اساس آنالیز داده‌ها استفاده شد. بر اساس نتایج بین جمعیت‌های مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری از نظر شکل بدن یافت شد. عمده تفاوت‌های شکل بدنی در جمعیت‌های مورد مطالعه مربوط موقعیت پوزه، عمق بدن، عمق سر و طول ساقه دمی بود. این تغییرات مشاهده شده احتمالاً در اثر سازگاری با ویژگی‌های محیطی زیستگاه آن‌ها حاصل شده است.

واژه‌های کلیدی. آنالیز پروکراست، بیدواز، تحلیل خوشه‌ای، چشمه‌علی، لندمارک

The morphological study of transcaspian marinka (*Schizothorax pelzami*) in Harirud and Dasht-e Kavir basins using the geometric morphometric technique

Atta Mouludi-Saleh[1], Soheil Eagderi[1], Shima Latif-Nejad[1] & Manoochehr Nasri[2]
[1]Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran; [2]Department of Fisheries Science and Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Lorestan University, Khorramabad, Iran
*Correspondent author: Soheil Eagderi, soheil.eagderi@ut.ac.ir

Abstract. This study was conducted to understand the morphological variation of four populations of *Schizothorax pelzami* from Iranian inland waters. For this purpose, a total of 81 specimens were collected from the Bidvaz, Cheshmeh-Ali, Kalat and Aal rivers. After anesthesia, all specimens were fixed into buffered formalin and transferred to the laboratory. Then, the left sides of all individuals were photographed. To extract the body shape data, 14 landmarks-points were defined and digitized on 2D image using TpsDig2 software. To eliminate size, direction and position from data, the Generalized Procrustes Analysis (GPA) was performed. Then, PCA, MANOVA/CVA and cluster analysis were used for further investigation. The results showed that there was no significant difference but some overlapping among the studied populations on the basis of PCA analysis was observed. The CVA graph separated the studied populations from on another. The main differences in body shape of the studied populations were related to the position of the snout, the depth of head and body, and the length of caudal peduncle. The observed changes can be considered to be an adaptation to their habitat, which has been influenced by different environmental parameters.

Keywords. Bidvaz, cheshmeh-Ali, landmarks, cluster analysis, Procrustes analysis

Received 02.03.2019/ Revised 15.06.2019/ Accepted 19.06.2019/ Published 01.07.2020
دریافت: ۱۳۹۷/۱۲/۱۲/ اصلاح: ۱۳۹۸/۰۳/۱۵/ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۳/۲۹/انتشار: ۱۳۹۹/۰۴/۱۱

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1399.7.2.5.9]
[DOI: 10.52547/nbr.7.2.185]

مقدمه

ماهیان متنوع‌ترین گونه‌های جانوری در میان مهره‌داران را تشکیل می‌دهند که این امر به‌دلیل تنوع شگفت‌آور آن‌ها از لحاظ فیزیولوژیکی، رفتاری و ریختی است (Mouludi-Saleh et al., 2017; Mouludi-Saleh & Keivany, 2018a). بحث ریخت‌شناسی درواقع به‌منزله بررسی الگوها و تغییرات شکل بدن و همبستگی و اثر متقابل آن با تغییرات دیگر عنوان شده است (Nasri et al., 2015). همچنین شکل و ریخت بدن به‌طور مستقیم می‌تواند فرایندهای متعددی از جمله تغذیه، تولیدمثل و بقا را در اکوسیستم‌های آبی تحت تاثیر قرار دهد (Guill et al., 2003). ماهیان ساکن پهنه‌های آبی کوچک و پایدار از نظر جریان آبی به‌منظور بهره‌برداری از محیط زیست خود نسبت به ویژگی‌های زیستگاه خود از طریق تغییرات شکل بدنی تخصصی عمل می‌کنند. فاکتورهای محیطی به عنوان ابزاری قدرتمند بر شکل‌دهی بدن ماهیان در طی فرایند فردزایی عنوان شده است (Keivany et al., 2018) و از این طریق آن‌ها قادر به ادامه حیات و سازگاری با شرایط حاکم بر زیستگاه می‌شوند (Nacua et al., 2010). ریخت بدن از شاخص‌های مهم در انتخاب زیستگاه و رفتارهای شناگری ماهیان است (Webb, 1982). به‌همین دلیل شکل بدن می‌تواند منعکس‌کننده وضعیت محیط زیستی زیستگاه ماهی و ویژگی‌های ژنتیکی باشد (Guill et al., 2003).

از جمله روش‌های بررسی ویژگی‌های ریختی استفاده از روش‌های ریخت‌سنجی با هدف تعریف و شناسایی واحدها و مطالعات تغییرپذیری ریختی است. ریخت‌سنجی سنتی بر پایه مجموعه‌ای از اندازه‌گیری‌های فواصل استوار است (Zelditch et al., 2004)؛ ولی در روش نوین ریخت‌سنجی هندسی، داده‌های لندمارک و یا خط سیر پیرامونی اطلاعات شکل ساختارهای زیستی را در قالب شکل استخراج و به‌صورت گرافیکی به نمایش در می‌آورد (Jafari et al., 2015; Razavipour et al., 2015).

گونه شیرماهی *Schizothorax pelzami* (Kessler, 1870) از تیره کپورماهیان (Cyprinidae) است که در حوضه‌های هری‌رود و دشت کویر ایران یافت می‌شود (Esmaieli et al., 2018). این گونه یکی از سه گونه زیرتیره Schizothoracine در ایران بوده که به‌واسطه داشتن فلس‌های بزرگ در اطراف مخرج و باله مخرجی و تعداد فلس‌های زیاد در خط جانبی از سایر گونه‌ها قابل تمایز است (Coad, 2019). از ویژگی‌های قابل شناسایی دیگر این گونه می‌توان به وجود ۴-۳ شعاع غیرمنشعب و ۸-۷ شعاع منشعب در باله پشتی، ۳ شعاع غیرمنشعب و ۶-۵ شعاع منشعب باله مخرجی، خار بسیار ضخیم در باله پشتی، ۱۰۸-۸۴ فلس در خط جانبی، دندان حلقی سه ردیفی معمولاً با فرمول ۵،۳،۲-۲،۳،۵ و ۱۵-۹ خار آبششی، دهان زیرین و فلس‌های بزرگ در اطراف مخرج و باله مخرجی اشاره کرد (Coad, 2019). اعضای این گونه واجد خار باله پشتی بسیار ضخیم و به‌خوبی توسعه یافته و دندانه‌دار هستند. از آن‌جایی که گونه‌های بومی از نظر ژنتیکی دارای ارزش بالایی بوده و به‌دلیل محدود شدن در اکوسیستم‌های ویژه هر کشور از اولویت بیشتری برای مدیریت و ارزیابی ذخایر آن‌ها برخوردار هستند و همچنین با توجه به این‌که اطلاعات زیادی در زمینه ویژگی‌های ریختی این گونه در دسترس نیست، بنابراین این مطالعه به‌منظور بررسی تنوع‌ریختی گونه شیرماهی در آب‌های ایران یعنی در حوضه‌های پراکنش آن در هری‌رود و دشت کویر با استفاده از ریخت-سنجی هندسی به اجرا در آمد.

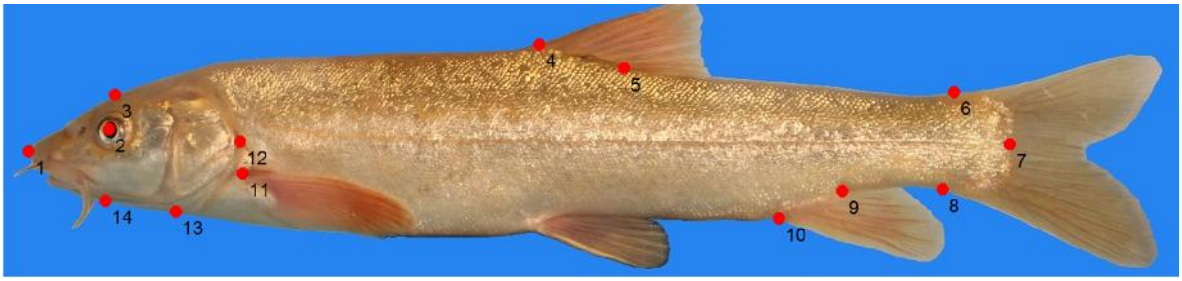
مواد و روش‌ها

در این مطالعه تعداد ۸۱ قطعه شیرماهی مربوط به چهار جمعیت رودخانه‌های چشمه علی دامغان و بیدواز (واقع در حوضه آبریز دشت کویر) و رودخانه های کلات و آل (حوضه آبریز هری‌رود) در طی سال ۱۳۹۵ نمونه‌برداری شد. بدین منظور نمونه‌های صید شده پس از بیهوشی در فرمالین بافری تثبیت شدند و برای ادامه مطالعات به آزمایشگاه تکوین و بیوسیستماتیک دانشگاه تهران منتقل گردیدند. به-منظور استخراج داده‌های ریخت‌سنجی، ابتدا توسط دوربین دیجیتال (Canon) با قدرت ۱۸ مگاپیسل از سطح جانبی چپ نمونه‌ها عکس‌برداری شد و لندمارک‌گذاری روی تصاویر دوبعدی نمونه‌ها با استفاده از نرم‌افزار tpsDig2 انجام شد. به منظور حذف تغییرات غیر شکل شامل اندازه، شکل و جهت از آنالیز پروکراست (GPA = Generalized Procrustes Analysis) استفاده شد (Zelditch et al., 2004). موقعیت لندمارک‌های قرار داده شده بر روی تصاویر دوبعدی تهیه شده از ماهیان در شکل ۱ آورده شده است. داده‌های شکل بدن جمعیت‌های مورد مطالعه با استفاده از آنالیزهای چندمتغیره تجزیه به مولفه‌های اصلی (PCA = Principal Components Analysis) به منظور درک الگوی ریختی گونه‌ها، آنالیز همبستگی کانونی و تحلیل واریانس چند متغیره براساس معیار بنفرونی اصلاح شده (MONOVA/CVA = Canonical Variate Analysis) به‌منظور بررسی حداکثر جدایی بین جمعیت‌ها و آنالیز خوشه‌ای (CA = Cluster Analysis) برای گروه‌بندی آن‌ها مورد استفاده قرار گرفتند.

نتایج

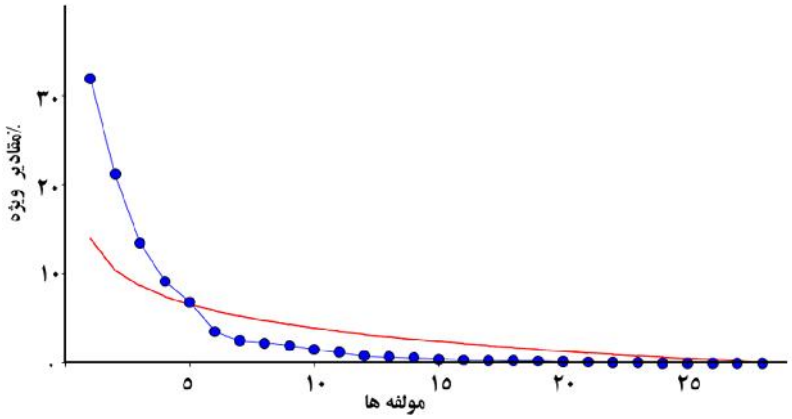
بر اساس نتایج تحلیل مولفه‌های اصلی (PCA)، تعداد ۲۸ مولفه استخراج شد که پنج مولفه اول که بالاتر از خط برش جولیف (Jolliffe, 2002) قرار داشتند، به‌عنوان عوامل اصلی تفکیک‌کننده جمعیت‌ها انتخاب گردیدند (شکل ۲) که در مجموع ۸۱/۰۱ درصد واریانس را به خود اختصاص می‌دادند (جدول ۱). با توجه به درصد

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1399.7.2.5.9]
[DOI: 10.52547/nbr.7.2.185]



شکل ۱- نقاط لندمارک تعریف شده برای استخراج شکل بدن در ماهی‌شیر *Schizothorax pelzami* **۱**- قدامی‌ترین بخش پوزه در قسمت فک بالا، **۲**- مرکز چشم، **۳**- محل تقاطع امتداد خط عمود بر مرکز چشم با لبه بالایی سر، **۴**- ابتدای قاعده باله پشتی، **۵**- انتهای قاعده باله پشتی، **۶**- انتهای بالایی ساقه دمی در محل اتصال به باله دمی،**۷**- انتهایی‌ترین نقطه ساقه دمی در محل اتمام خط جانبی و شروع باله دمی، **۸**- انتهای پایینی ساقه دمی در محل اتصال به باله دمی، **۹**- انتهای قاعده باله مخرجی، **۱۰**- ابتدای قاعده باله مخرجی، **۱۱**- قدامی‌ترین نقطه قاعده باله سینه‌ای، **۱۲**- خلفی‌ترین بخش سرپوش آبششی، **۱۳**- بخش شکمی شکاف آبششی. **۱۴**- محل تقاطع امتداد خط عمود بر مرکز چشم در سح شکمی سر.

Fig. 1. The **14** defined landmark-points to extract the body shape data of *Schizothorax pelzami*. **1.** anterior-most point of the snout tip on the upper jaw. **2.** center of eye. **3.** dorsal edge of the head perpendicular to the center of eye. **4.** origin and **5.** insertion point of the dorsal-fin base. **6.** postero-dorsal end of the caudal peduncle at its connection to caudal fin. **7**. posterior end of the medial region of the caudal peduncle. **8**. postero-ventral end of the caudal peduncle at its connection to caudal fin. **9**. insertion and **10**. origin point of the anal-fin base. **11**. most anterior point of the pectoral fin. **12**. posterior end of the opercle. **13**. ventral end of the gill slit and **14**. ventral edge of the head perpendicular to the center of eye.



شکل ۲- نمودار سنگریزه‌ای تحلیل مؤلفه‌های اصلی و نمایش خط برش جولیف (خط قرمز رنگ) نشان‌دهنده مرز مولفه‌های اصلی معنی‌دار

Fig. 2. The screen plot diagram of PCA and the Jollief cutoff point (red line), showing the main significant components.

جدول ۱- مقادیر واریانس و مقادیر ویژه پنج مولفه اصلی اول تحلیل شکل بدن جمعیت‌های مورد مطالعه ماهی‌شیر *Schizothorax pelzami*

Table 1. Variance and eigenvalues of first five components of body shape analysis of *Schizothorax pelzami*

مولفه‌ها	مقادیر ویژه	واریانس
۱	۰/۰۰۰۳۲۸	۲۶/۹۳
۲	۰/۰۰۰۲۴۷	۲۰/۳۱
۳	۰/۰۰۰۱۹۵	۱۶/۰۲
۴	۰/۰۰۰۱۲۶	۱۰/۳۵
۵	۰/۰۰۰۰۵	۷/۳۸
جمع		۸۱/۰۱

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1399.7.2.5.9]
[DOI: 10.52547/nbr.7.2.185]

بالای عامل‌های اول و دوم، نحوه توزیع جمعیت‌های مورد مطالعه و نیز تغییرات شکل بدنی جمعیت‌ها براساس دو محور PC1 و PC2 در شکل‌های ۳ و ۴ آورده شده است.

بر اساس شکل ۳، جمعیت‌های مورد مطالعه دارای هم‌پوشانی بودند. در بررسی تغییرات الگوی شکل بدنی جمعیت‌های مورد مطالعه، (شکل ۴)، با حرکت در جهت مثبت محور PC1 شکل بدن جمعیت‌ها تمایل به تغییر موقعیت دهان (لندمارک شماره ۱)، موقعیت باله سینه‌ای (لندمارک شماره ۱۱)، موقعیت باله‌های پشتی و مخرجی (لندمارک‌های شماره ۹ و ۱۰) و موقعیت لندمارک‌های ۹ و ۱۰ و تغییر در ساقه دمی (لندمارک‌های شماره ۷ و ۸) دارند. همچنین با حرکت در جهت مثبت محور PC2 شکل بدنی جمعیت‌ها تمایل به افزایش اندازه سر (لندمارک‌های شماره ۲، ۳ و ۱۴) موقعیت باله سینه‌ای (لندمارک شماره ۱۱)، افزایش ارتفاع بدن (لندمارک‌های شماره ۴ و ۵) و تا حدودی افزایش طول ساقه دمی (لندمارک شماره ۷) دارند.

تحلیل‌های همبستگی کانونی و تحلیل واریانس چند متغیره بر اساس ارزش P نشان داد که تفاوت معنی‌داری (Wilks lambda=۰/۰۱۹۲۲، f=۵/۰۶ و P <۰/۰۰۰۰۴) بین شکل بدن جمعیت‌های مورد مطالعه وجود دارد (جمعیت کلات به‌طور قابل توجهی از بقیه جمعیت‌ها جدا شد). هر چند که جمعیت آل نیز تا حدودی از دو جمعیت دیگر یعنی چشمه‌علی و بیدواز قابل تفکیک است (شکل ۵). فاصله ماهالانوبیس و پروکراست به عنوان درجه تمایز جمعیت‌های مورد مطالعه بر اساس ویژگی‌های شکل بدن در جداول ۲ و ۳ آورده شده است. مطابق مقادیر ماهالانوبیس و پروکراست، بیشترین ماهالانوبیس و پروکراست بین جمعیت‌های کلات و بیدواز و کمترین مقدار به ترتیب بین جمعیت‌های چشمه علی- بیدواز و آل و کلات وجود دارند.

در شکل ۶، نتایج تحلیل خوشه‌ای جمعیت‌های مورد مطالعه ارائه شده است. ضریب کوپرنیک آنالیز خوشه‌ای ۰/۶۸۷ بود. مطابق نتایج، جمعیت کلات به تنهایی در یک خوشه قرار گرفته و بیشترین تمایز را با سایر جمعیت‌ها نشان داد. همچنین جمعیت‌های رودخانه‌های آل و بیدواز به‌واسطه داشتن پوزه متمایل به بالا، عمق سر بیشتر، باله مخرجی تا حدودی خلفی‌تر و باله سینه‌ای تا حدودی قدامی‌تر در یک گروه واقع شدند. جمعیت رودخانه چشمه‌علی نیز به‌واسطه داشتن پوزه متمایل به بالا با دو رودخانه قبلی در یک گروه واقع شده‌اند، اما عمق بدن و طول ساقه دمی به مراتب از دو جمعیت دیگر بیشتر است. از طرفی دیگر جمعیت رودخانه کلات به‌واسطه داشتن بدن و سر عمیق‌تر، پوزه متمایل به پایین، باله سینه‌ای قدامی‌تر و طول ساقه دمی کمتر از سایر جمعیت‌ها متمایز شده است.

بحث

جمعیت‌های ماهیان در شرایط محیطی متغییر شکل‌های مختلفی را از خود نشان می‌دهند (Mouludi-Saleh & Keivany, 2018b). بحث ریخت‌شناسی از فاکتورهای مهمی است که در رابطه با سازگاری موجودات زنده با شرایط محیطی داشته است که بسیار مورد مطالعه است، چون از طریق صفات مربوط به ریخت می‌توان تعیین کرد که چه شرایط محیطی بر زیستگاه موجود زنده حاکم است (Peres-Neto, 2004). به‌دلیل متراکم بودن محیط آبی، شکل بدن می‌تواند روی ویژگی‌های عملکردی ماهی تأثیرگذار باشد (Radkhah et al., 2016). همچنین، ویژگی‌های ریختی ماهیان تحت تأثیر فاکتورهای محیطی مانند رقابت، میزان دسترسی به منابع غذایی، جریان آب، نوع بستر و پوشش گیاهی قرار دارد (Nicieza, 1995). سطح تغییرات درون‌جمعیتی می‌تواند تحت تأثیر عوامل متعددی از جمله الگوی رشد، حضور گروه‌های فنوتیپی مختلف، وجود بیش از یک جمعیت در منطقه و یا رانش ژنتیکی باشد (Ghorbani-Ranjbar et al., 2017; Samaee & Patzner, 2011) و بسیاری از ماهیان در طی روند تکامل جمعیت‌هایی با ویژگی‌های ریختی متفاوتی را کسب می‌کنند و از آنجا که بین جمعیت‌های شیرماهی مورد مطالعه از لحاظ ریختی تفاوت معنی‌داری یافت شد، درک دلایل این تفاوت‌ها اهمیت بالایی خواهد داشت (Elliott et al., 1995).

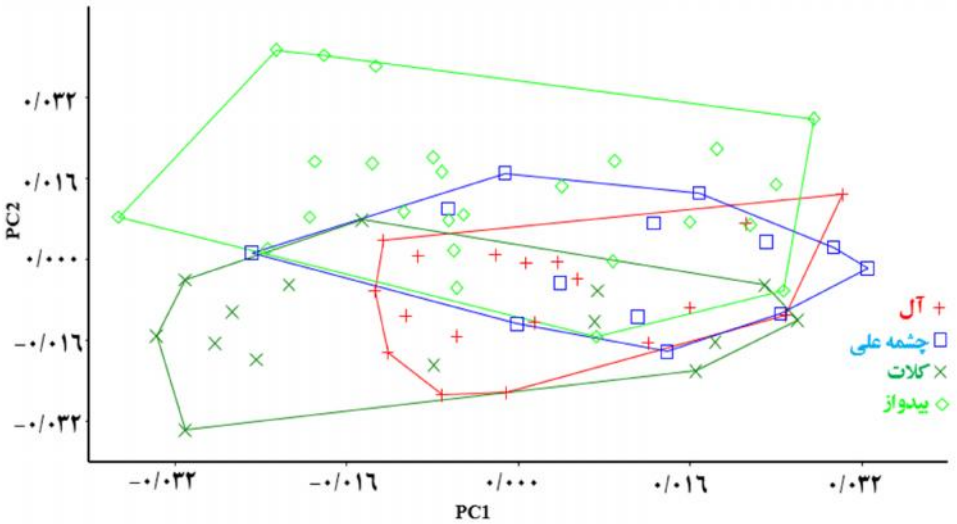
در مطالعات مختلف، تفاوت‌های تغذیه‌ای و محیطی به عنوان عامل اصلی در تفکیک جمعیت‌ها بیان شده است (Abbasi et al., 2013). ولی اساساً بسیاری از این تغییرات را بر اساس نتایج مطالعات قبلی می‌توان به عمل‌کردهای متفاوتی نسبت داد. تغییرات در اندازه و ریخت سر جمعیت‌های گونه شیرماهی می‌تواند در نتیجه عمل جستجوی غذا باشد که بر راندمان جستجوی غذا و موفقیت آن عمل تأثیرگذار است. همچنین موقعیت و شکل باله دمی با موقعیت ماهی در ستون آبی در ارتباط است و می‌توان تغییرات مشاهده شده در موقعیت باله سینه‌ای جمعیت‌های مورد مطالعه را به تفاوت در الگوی شنای آن‌ها نسبت داد (Langerhans et al., 2003). عمق بدن بیشتر در نواحی با جریان کم و پوشش گیاهی حاشیه‌ای کارآمد است. از این‌رو شکل بدنی مشاهده شده در جمعیت رودخانه‌های کلات و چشمه‌علی احتمالاً به‌منظور افزایش قابلیت مانور سریع به‌خصوص برای یافتن غذا در محل‌هایی با شدت جریان کم و پوشش گیاهی حاشیه‌ای است (Blake, 1983). همچنین عمق بدن بیشتر می‌تواند روشی برای مقابله با شکار شدن باشد که در این حالت به واسطه عمق بدن نسبت به دهان و دستگاه گوارش شکارچیان صورت می‌گیرد (Ahmadi et al., 2016). همچنین

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1399.7.2.5.9]
[DOI: 10.52547/nbr.7.2.185]

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-10-12]

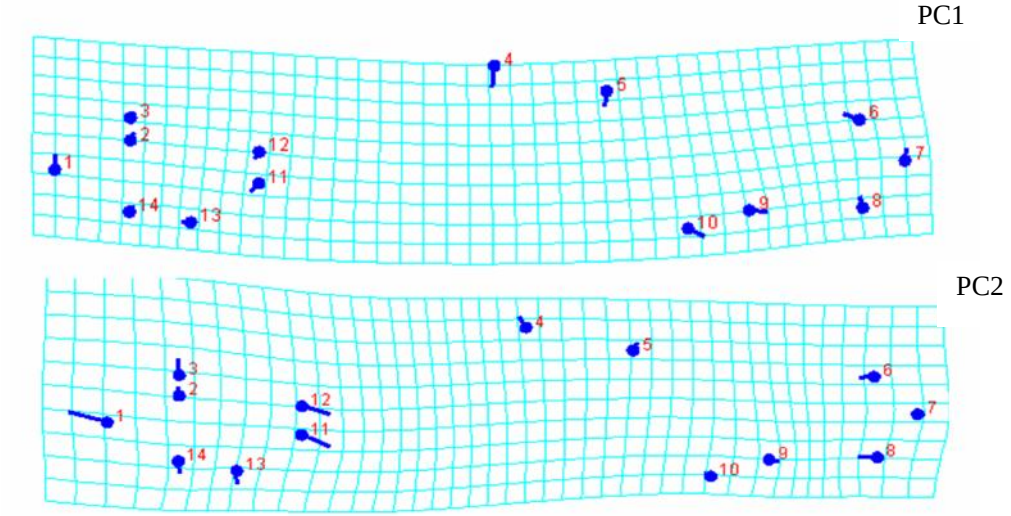
[DOR: 20.1001.1.24236330.1399.7.2.5.9]

[DOI: 10.52547/nbr.7.2.185]



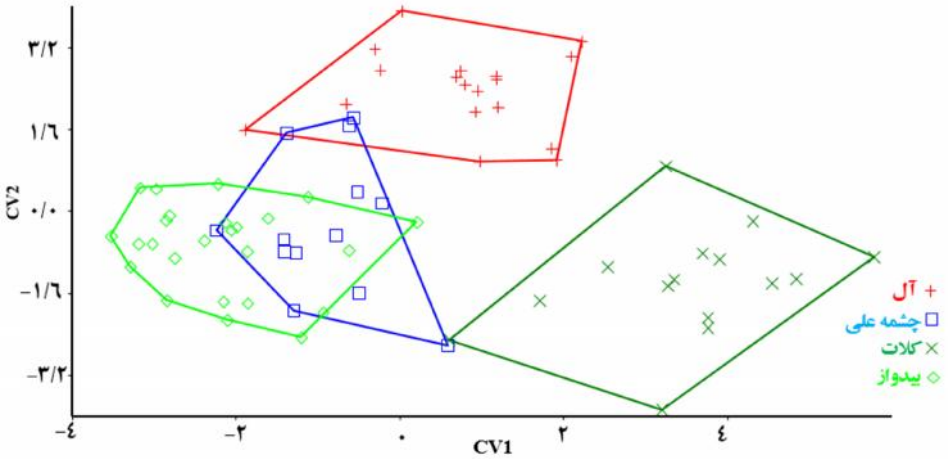
شکل ۳- نمودار تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA)، شکل بدن در جمعیت‌های مورد مطالعه ماهی‌شیر *Schizothorax pelzami*.

Fig. 3. Principal component analysis (PCA) plot of the body shape data of the studied *Schizothorax pelzami* populations.



شکل ۴- تغییرات شکل بدن در جمعیت‌های مورد مطالعه ماهی‌شیر *Schizothorax pelzami* در جهت هر یک از محورها (PC1 و PC2).

Fig. 4. Body shape variations of the studied *Schizothorax pelzami* populations along the PC1 and PC2 axes.



شکل ۵- نمودار تجزیه همبستگی کانونی (CVA)، شکل بدن در جمعیت‌های مورد مطالعه ماهی‌شیر *Schizothorax pelzami*.

Fig. 5. Canonical variate analysis (CVA) plot of the body shape of the studied *Schizothorax pelzami* populations.

جدول۲- فواصل ماهالانوبیس براساس داده‌های شکل بدن در جمعیت‌های مورد مطالعه ماهی شیر *Schizothorax pelzami*

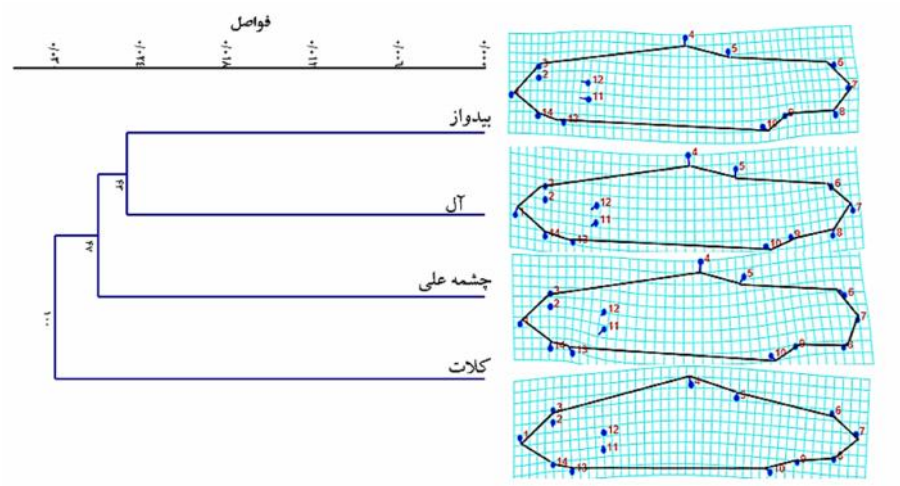
Table 2. Mahalanobis distances of the body shape data of the studied populations of *Schizothorax pelzami*.

	آل	چشمه‌علی	کلات
چشمه‌علی	۴/۰۳		
کلات	۴/۴۷	۵/۳۴	
بیدواز	۴/۰۸	۳/۳۷	۵/۹۸

جدول ۳- فواصل پروکراست براساس داده‌های شکل بدن در جمعیت‌های مورد مطالعه ماهی شیر *Schizothorax pelzami*.

Table 3. Procrustes distances of the body shape data in the studied populations of *Schizothorax pelzami*.

	آل	چشمه‌علی	کلات
چشمه‌علی	۰/۰۲۶۷		
کلات	۰/۰۲۵۲	۰/۰۳۵۳	
بیدواز	۰/۰۲۴۸	۰/۰۲۷۰	۰/۰۳۵۶



شکل ۶- تحلیل خوشه‌ای شکل بدن در جمعیت‌های مورد مطالعه ماهی‌شیر *Schizothorax pelzami*.

Fig. 6. Cluster analysis of the body shape of the studied populations of *Schizothorax pelzami*.

عمق بدن کم در رودخانه‌هایی که جریان زیاد دارند به منظور کاهش اصطکاک ناشی از جریان آب یک سازگاری ویژه است که در جمعیت رودخانه بیدواز به‌واسطه سرعت بالای جریان آب در آن قابل توجیه است (Barlow, 1961). ماهیان نسبت به متغیرهای محیطی حساسیت بالایی داشته و می‌توانند خود را با محیط سازگار کنند و شرایط فیزیولوژیکی بدنی خود را نسبت به اثرات تغییرات محیطی انطباق دهند (Mouludi-Saleh et al., 2018).

ریخت‌سنجی این گونه به‌عنوان تنها مطالعه قبلی صورت گرفته، در حوضه‌های دشت کویر و تجن براساس روش ریخت‌سنجی سنتی مطالعه شده است (Sazgar et al., 2017). نتایج حاصل از این تحقیق براساس روش‌های ریخت‌سنجی سنتی تفاوت‌های معنی‌داری را بین جمعیت‌های مورد مطالعه نشان نداد، ولی در مطالعه حاضر بر اساس ریخت‌سنجی هندسی جمعیت‌های مورد مطالعه از لحاظ ریختی، دارای تفاوت معنی‌داری با یکدیگر بودند و این مزیت روش ریخت‌سنجی هندسی را نسبت به روش‌های سنتی نشان می‌دهد که به درک بیشتر تفاوت‌ها و درجه تفکیک آن‌ها کمک می‌کند (Moshayedi et al., 2017).

سپاسگزاری

بدینوسیله از حمایت مالی دانشگاه تهران در انجام این تحقیق قدردانی می‌گردد.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1399.7.2.5.9]
[DOI: 10.52547/nbr.7.2.185]

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-10-12]

[DOR: 20.1001.1.24236330.1399.7.2.5.9]

[DOI: 10.52547/nbr.7.2.185]

REFERENCES

Abbasi, K., Akbarzadeh, A. and Sarpanah, A.N. 2013. The population structure of Caspian Vimba, *Vimba persa* in southern Caspian Sea using truss morphometric and meristic characters. J. Expl. Aqua. 2: 33-48.

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.

Barlow, G.W. 1961. Social behavior of the desert pupfish, *Cyprinodon macularius*, in the field and in the aquarium. Am. Midl. Nat. 65: 339-359.

Blake, R.W. 1983. Fish locomotion. J. Ichthyol. 13: 58-68.

Coad, B.W. 2019. Fresh water fishes of Iran. Available at http://www.briancoad.com.

Elliott, N.G., Haskard, K. & Koslow, J.A. 1995. Morphometric analysis of orange roughy (*Hoplostethus atlanticus*) off the continental slope of southern Australia. J. Fish. Biol. 46: 202-220.

Ghorbani-Ranjbari, Z., Keivany, Y. & Zamani-Faradonbe, M. 2017. Geometric morphometric comparison of *Barilius mesopotamicus* (Berg 1932) populations in Diala and Tigris river basins. J. Fish. 70: 231-242.

Guill, J.M., Hood, C.S. & Heins, D.C. 2003. Body shape variation within and among three species of darters (Perciformes: Percidae). J. Ecol. Freshwater 12: 134-140.

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. J. Biosystem. Taxon. 7: 1-12.

Jolliffe, I.T. 2002. Principal component analysis. Springer, New York, USA, pp: 150-166.

Keivany, Y., Tahmasebi, A. & Farhadian, F. 2018. Body shape variation of Kura barb (*Barbus* spp.) in Iranian basins. J. Exp. Anim. Bio. 7: 97-103.

Langerhans, R.B., Layman, C.A., Langerhans, A.K. & Dewitt, T.J. 2003. Habitat-associated morphological divergence in two Neotropical fish species. Biol. J. Linn. Soc. 80: 689-698.

Moshayedi, F., Eagderi, S., & Rabbaniha, M. 2017. Allometric growth pattern and morphological changes of green terror *Andinoacara rivulatus* (Günther, 1860) (Cichlidae) during early development: comparison of geometric morphometric and traditional methods. Iranian J. Fish. Sci. 16: 222-237.

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. Res. Zool. 7: 1-6.

Mouludi- Saleh, A., Keivany, Y. & Jalali, S.A.H. 2018. Biometry of Chub (*Squalius namak* Khaefi et al., 2016) in rivers of Namak Basin. J. Exp. Anim. Biol. 7: 107-118.

Mouludi-Saleh, A. & Keivany, Y. 2018a. Morphological diversity in three species of Chubs (*Squalius* spp.) populations in Iranian Basins. Nova Biol. Reperta 5: 192-204.

Mouludi-Saleh, A. & Keivany, Y. 2018b. Morphometric analysis of *Squalius namak* Khaefi et al. 2016 in Khaznagh and Ghare-Chai rivers. Sri Lanka J. Aqua. Sci. 23: 173-178.

Nacua, S.S., Dorado, E.L., Torres, M.A.J. & Demayo, C.G. 2010. Body shape variation between two populations of the white goby, *Glossogobius giuris*. Res. J. Fish. Hydrobiol. 5: 44-51.

Nasri, M., Eagderi, S. & 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.

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

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.

Radkhah, A., Poorbagher, H. & Soheil, E. 2016.The ecological factors influencing morphological characteristics of *Alburnusatr opatenae*. J. Aqu. Eco. 5: 12-20.

Razavipour, P., Eagderi, S., Poorbagher, H. & Keivany, Y. 2015. Phenotypic plasticity of the Tuini fish, *Capoeta damascina* (Actinopterygii: Cyprinidae) populations in Iranian part of Tigris basin using geometric morphometric approach. J. Anim. Res. 28: 170-179.

Samaee, S.M. & Patzner, R.A. 2011. Morphometric differences among populations of Tuffere, *Capoeta damascina* (Teleostei: Cyprinidae), in the interior basins of Iran. J. Appl. Ichthyol. 27: 928-933.

Sazgar, A., Safari, A., Danesh, Sh. & Yazdanimoghadam, F. 2017. Characterization of Chahu's Fish Comparison (*Schizothoarx pelzami*) in the Kavir Area and Tajan using Truss and Morphometric system. The Fifth Iranian Conference of Ichthyology, Islamic Azad University of Babol, P: 127.

Webb, PW. 1982. Locomotor patterns in the evolution of actinopterygian fishes. Am. Zool. 22: 329-342.

Zelditch, M., Swiderski, D., Sheets, D. H., & Fink, W. L. 2004. Geometric morphometrics for biologists: a primer. New York, Academic Press, 478 pp.

*****

How to cite this article:

Mouludi-Saleh, A., Eagderi, S., Latif-Nejad, Sh. & Nasri, M. 2020. Morphological study of trancaspian marinka (*Schizothorax pelzami*) in Harirud and Dasht-e Kavri basins using geometric morphometric technique. Nova Biologica Reperta 7: 185-191. (In Persian).

مولودی صالح، ع.، ایگدری، س.، لطیف‌نژاد، ش. و نصری، م. ۱۳۹۹. مطالعه جمعیت‌های شیر ماهی در دو حوضه هری‌رود و دشت‌کویر با روش ریخت‌سنجی هندسی. یافته‌های نوین در علوم زیستی ۷: ۱۹۱-۱۸۵.