



<https://ui.ac.ir/en>

Journal of Taxonomy and Biosystematics

E-ISSN: 2322-2190

Document Type: Research Paper

Vol. 12, Issue 4, No.45, Winter 2021, P:3

Received: 04/10/2020 Accepted: 23/01/2021

Morphological Variations of Kura Barbel (*Barbus Lacerta* Heckel, 1843) from the Tigris River Basin using the Geometric Morphometric Method

Reyhan Mirmohammadi

M. Sc, Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, karaj, Iran
reyhaneh_mi@ut.ac.ir

Hadi Poorbagher

*Corresponding author: Associate Professor, Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, karaj, Iran
poorbagher@ut.ac.ir

Soheil Eagderi

Associate Professor, Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, karaj, Iran
soheil.eagderi@ut.ac.ir

Abstract

The present study was conducted to investigate the morphological variations in different populations of *Barbus lacerta* from the Iranian part of the Tigris River drainage using the geometric morphometric method. For this purpose, a total of 133 specimens were collected from the Leileh, Bid-Sorkh, Golein, Sepid-barg, Dinavar, Kelash-bakhan, and Roudbar rivers. In the Lab, the left side of the specimens was photographed and on their 2D images, 12 landmark-points were defined and digitized using tpsDig2 software. After conducting generalized procrustes analysis, the extracted data were analyzed using multivariate statistical methods, including PCA and cluster analysis (CA). The results showed significant differences in the body shape of the studied populations except the Kelash-bakhan and Dinavar ($P < 0.05$). The observed differences indicated that the morphological variations are due to their phenotypic plasticity to environmental conditions, the evolution of the body shape, and the geographical distance in the Iranian part of the Tigris basin. Therefore, each population of this species should be considered as a separate stock.

Key words: Phenotype Plasticity, *Barbus Lacerta*, Procrustes Analysis, Tigris Basin.

مطالعه تنوع ریختی جمعیت‌های سس ماهی کورا (*Barbus lacerta* Heckel, 1843) با استفاده از روش ریخت‌سنجی هندسی در حوضه رودخانه تیگریس

ریحان میرمحمدی، کارشناسی ارشد گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران

reyhaneh_mi@ut.ac.ir

هادی پورباقر*، دانشیار گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران (مسئول مکاتبات)

poorbagher@ut.ac.ir

سهیل ایگدری، دانشیار گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران

soheil.eagderi@ut.ac.ir

چکیده

این پژوهش به منظور بررسی الگوی تغییرات ریختی جمعیت‌های مختلف سس ماهی بلیزم در بخش ایرانی حوضه تیگریس با استفاده از روش ریخت‌سنجی هندسی انجام شد. برای این منظور، تعداد ۱۳۳ قطعه سس ماهی بلیزم از رودخانه‌های لیل، بیدسرخ، گلین، سپیدبرگ، دینه‌ور، کلاش‌باخان و رودبار صید شد. در آزمایشگاه از نیم‌رخ چپ آنها عکس برداری شد؛ سپس با استفاده از نرم‌افزار tpsDig2 تعداد ۱۲ نقطه لندمارک روی تصاویر دوبعدی آنها تعریف و رقمی‌سازی شد. داده‌های حاصل، پس از انجام آنالیز پروکراست، با استفاده از روش‌های آماری چندمتغیره PCA و آنالیز خوشه‌ای تحلیل شد. نتایج نشان داد بین جمعیت‌های مطالعه‌شده سس ماهی بلیزم، به جز دو جمعیت کلاش‌باخان و دینه‌ور، از لحاظ شکل بدنی تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($P < 0.05$). تفاوت‌های ریختی مشاهده‌شده، بیان‌کننده تغییرپذیری ریختی ناشی از شرایط زیستگاهی، تکامل ریخت و فاصله جغرافیایی در بخش ایرانی حوضه تیگریس است؛ از این رو هر جمعیت این گونه باید ذخیره‌ای جداگانه در نظر گرفته شود. **واژه‌های کلیدی:** انعطاف‌پذیری ریختی، سس ماهی کورا، آنالیز پروکراست، حوضه تیگریس.

مقدمه

شده است (Mayr, 1970). نتایج مطالعات ریخت‌شناسی کمی نشان می‌دهد تنوع شکل در ارگانیس‌م‌ها تحت عوامل مختلفی از جمله وراثت و زیستگاه در طی فرآیند تکامل و انتخاب طبیعی ایجاد می‌شود (Mouludi-Saleh *et al.*, 2017; Eagderi *et al.*, 2020). ماهیان مانند سایر موجودات برای حفظ بقا

مطالعه تنوع ریختی جمعیت‌های مختلف یک گونه از جمله اهداف مطالعات تکاملی جانوری است (1976 Thorp)؛ به عبارت دیگر بررسی تفاوت‌های بین جمعیت‌های مختلف جغرافیایی یکی از مباحث مهم در جانورشناسی است که منجر به توصیف گونه‌های جدید

کاراس (*Carassius gibelio*) به زیستگاههای آبی جاری و ساکن (Eagderi et al., 2020) و مطالعه جمعیت‌های شیرماهی در دو حوضه هریرود و دشت کویر (Mouludi-Saleh et al., 2020) اشاره می‌شود. سس‌ماهی کورا یا سس‌ماهی بلیزم (*Barbus lacerta*) از خانواده کپورماهیان (Cyprinidae) است و براساس آخرین فهرست گونه‌ای ماهیان ایران، چهار گونه از این جنس یافت می‌شود (Esmaeili et al., 2018). اخیراً نیز گونه *B. urmianus* از رودخانه مهابادچای حوضه دریاچه ارومیه توصیف شده است (Eagderi et al., 2019). سس‌ماهی بلیزم دم‌ای بیشتر از ۱۴ درجه سانتی‌گراد (Keivany et al., 2016) و نواحی دارای بسترهای سنگلاخی که سرعت آبی بیشتر از یک متر بر ثانیه دارند را ترجیح می‌دهد (Coad, 2020)؛ همچنین از نظر تغذیه‌ای از بقایای گیاهی، سخت‌پوستان و حشرات تغذیه می‌کند (Keivany et al., 2016). پراکنش این گونه مربوط به حوضه رودخانه تیگریس (حوضه خلیج فارس) است (Esmaeili et al., 2018). با توجه به اهمیت مطالعه گونه‌های بومی، این پژوهش به منظور بررسی تنوع ریختی گونه سس‌ماهی بلیزم در هفت منطقه از حوضه رودخانه تیگریس با استفاده از روش ریخت‌سنجی هندسی انجام شد.

مواد و روش‌ها

در فصل‌های بهار و تابستان سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷، در مجموع، ۱۳۳ نمونه از رودخانه‌های لیل (دواله - کرمانشاه)، بیدسرخ (کنگاور - کرمانشاه)، گلین (دیره - کرمانشاه)، سپیدبرگ (جوانرود - کردستان)، کلاش‌باخان (جوانرود - کردستان)، دینه‌ور آب (حسین‌آباد - کرمانشاه) و رودبار (الیگودرز - لرستان)

با شرایط محیطی سازگار می‌شوند (Nacua et al., 2010). شکل بدن در ماهیان شاخصی از زیستگاه و فاکتورهای زیستگاهی آنها تلقی می‌شود (Webb, 1982)؛ از این رو شکل بدن در ماهیان تنها منشأ ژنتیکی ندارد؛ برای مثال، ماهیانی که در آب‌های جاری با جریان شدید مانند رودخانه زیست دارند، دارای بدن دوکی‌شکل و ماهیان آب‌های ساکن دارای بدن پهن هستند (Haas et al., 2010).

از جمله روش‌های مطالعه جمعیت‌های یک‌گونه، مطالعه ریخت بدن یا به اصطلاح مطالعات ریخت‌سنجی است (Wootton, 1990) که روشی مطرح برای تفکیک، شناسایی و رده‌بندی جمعیت‌های ماهیان، شناخته شده است (Abbasi et al., 2018). امروزه پژوهشگران در مطالعات خود از روش جدیدتر «ریخت‌سنجی هندسی» استفاده می‌کنند که ابزاری مناسب برای استخراج و نمایش بهتر اشکال زیستی است (Hood, 2000; Adams and Hutchings, 2003). مطالعات ریختی متعددی روی ماهیان آب‌های داخلی ایران با استفاده از روش ریخت‌سنجی هندسی انجام و این روش، روشی مطرح برای بیان تفاوت‌های ریختی معرفی شده است. از جمله آنها به ریخت‌بوم‌شناسی سس‌ماهی کورا در حوضه رودخانه سفیدرود (Zamani Faradonbeh et al., 2015)، مقایسه ریخت‌شناسی سس‌ماهی کورای بالادست و پایین دست سد سنگبان (Zamani Faradonbeh and Eagderi, 2016)، مقایسه ویژگی‌های شکل بدن جمعیت‌های سس‌ماهی کورا در سه حوضه خزر، دجله و ارومیه (Jamali Ashtiani et al., 2016)، تنوع ریختی ماهی سرماری (*Channa gachua*) در رودخانه‌های هلیل و سرباز (Mouludi-Saleh et al., 2019)، بررسی انعطاف‌پذیری ریختی شکل بدن ماهی

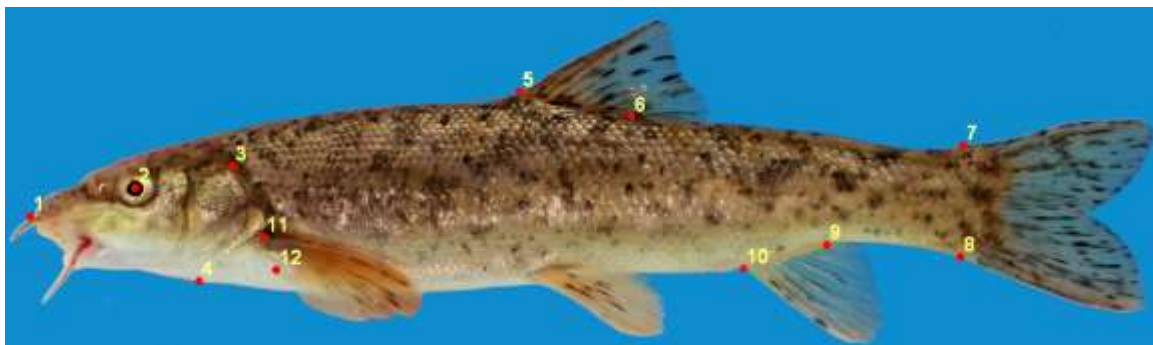
با استفاده از دستگاه الکتروشوکر (SAMUS Mp۷۵۰) جمع‌آوری شد (جدول ۱). نمونه‌ها بعد بیهوشی در محلول گل میخک و تثبیت در فرمالین ۱۰ درصد بافری، برای مطالعات بعدی به آزمایشگاه منتقل شد.

جدول ۱- ایستگاههای نمونه‌برداری گونه سس‌ماهی بلیزم (*Barbus lacerta*) مطالعه‌شده حوضه روخانه تیگریس در سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷.

رودخانه	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی
لیله	°۳۴ ۴۵' ۳۳"	°۴۶ ۱۴' ۸۸"
بیدسرخ	°۳۴ ۲۶' ۱۶"	°۴۷ ۴۴' ۵۰"
گلین	°۳۴ ۱۳' ۵۰"	°۴۶ ۱' ۳۱"
سپیدبرگ	°۳۴ ۵۱' ۵۷"	°۴۶ ۲۰' ۱۷"
دینه‌ور	°۳۴ ۳۵' ۴"	°۴۷ ۳۱' ۱۱"
کلاش‌باخان	°۳۴ ۵۴' ۳"	°۴۶ ۱۲' ۳۵"
رودبار	°۳۳ ۸' ۱۷' ۸"	°۴۰ ۴۰' ۴۳' ۹"

مؤلفه‌های اصلی (PCA) و آنالیز خوشه‌ای (CA) در نرم‌افزار PAST v 2.17b (Hammer *et al.*, 2001) تحلیل شد؛ همچنین فاصله‌های ماه‌الانویس و پروکراست در جایگاه درجه تمایز شکل بدن جمعیت‌های مطالعه‌شده استخراج شد. مصورسازی تغییرات شکل بدن براساس میانگین شکل جمعیت‌ها نسبت به شکل میانگین کل (Consensus configuration) با استفاده از شبکه تغییر شکل در نرم‌افزار MorphoJ صورت گرفت (Klingenberg, 1998).

به‌منظور استخراج داده‌های شکل بدن، با استفاده از Copystand مجهز به دوربین دیجیتال با کیفیت ۱۸ مگاپیکسل از نیم‌رخ چپ تمام نمونه‌ها عکس‌برداری انجام شد؛ سپس روی عکس‌ها در نرم‌افزار tpsDig2 تعداد ۱۲ نقطه لندمارک تعریف و رقمی‌سازی شد (شکل ۱). داده‌های حاصل به‌منظور حذف آثار غیر شکل شامل اندازه، جهت و موقعیت، آنالیز پروکراست (GPA) شد (Zelditch *et al.*, 2004)؛ سپس داده‌های شکل بدن جمعیت‌های مطالعه‌شده برای مقایسه ریختی با استفاده از آنالیزهای چندمتغیره شامل تجزیه به

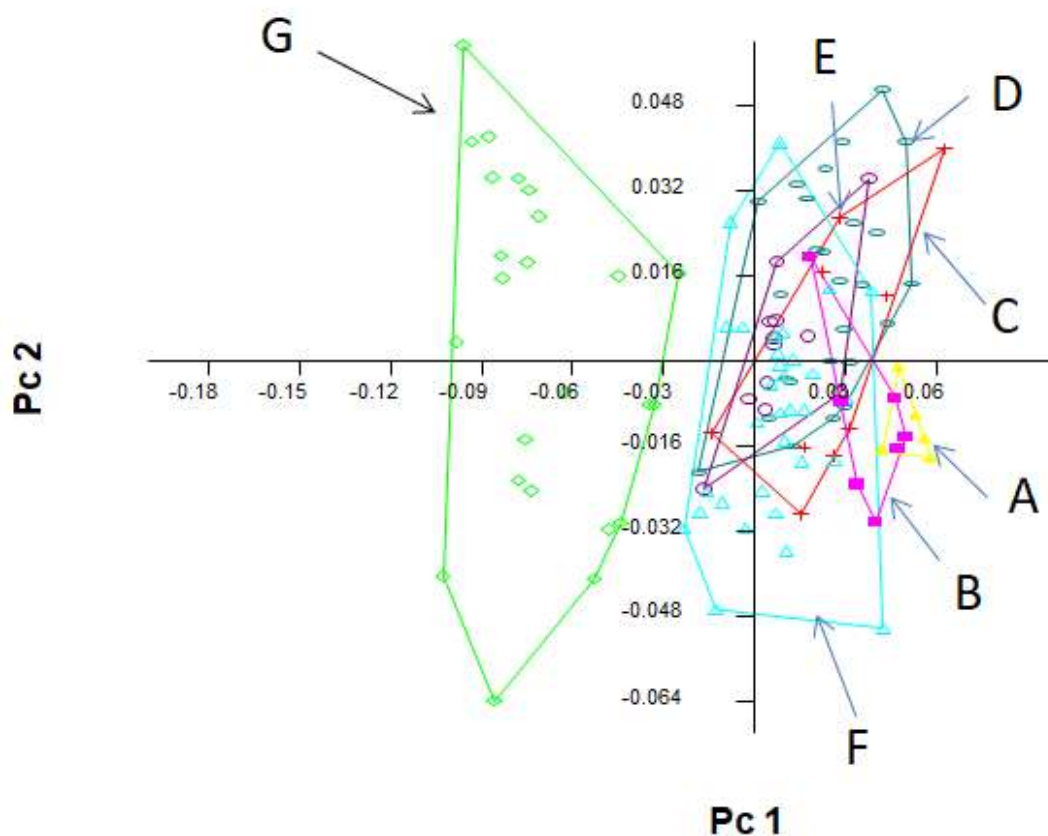


شکل ۱- ۱۲ نقطه لندمارک تعریف‌شده برای استخراج شکل بدن سس‌ماهی بلیزم (*Barbus lacerta*) در روش ریخت‌سنجی هندسی: ۱. ابتدایی‌ترین بخش پوزه در فک بالا؛ ۲. نقطه وسط چشم؛ ۳. بخش بالایی سرپوش آبششی، ۴. بخش شکمی شکاف آبششی؛ ۵. منشأ قاعده باله پستی؛ ۶. انتهای قاعده باله پستی؛ ۷. قسمت بالایی قاعده باله دم؛ ۸. قسمت زیرین قاعده باله دم؛ ۹. انتهای قاعده باله مخرجی؛ ۱۰. منشأ قاعده باله مخرجی؛ ۱۱. منشأ قاعده باله سینه‌ای و ۱۲. انتهای قاعده باله سینه‌ای در پایین.

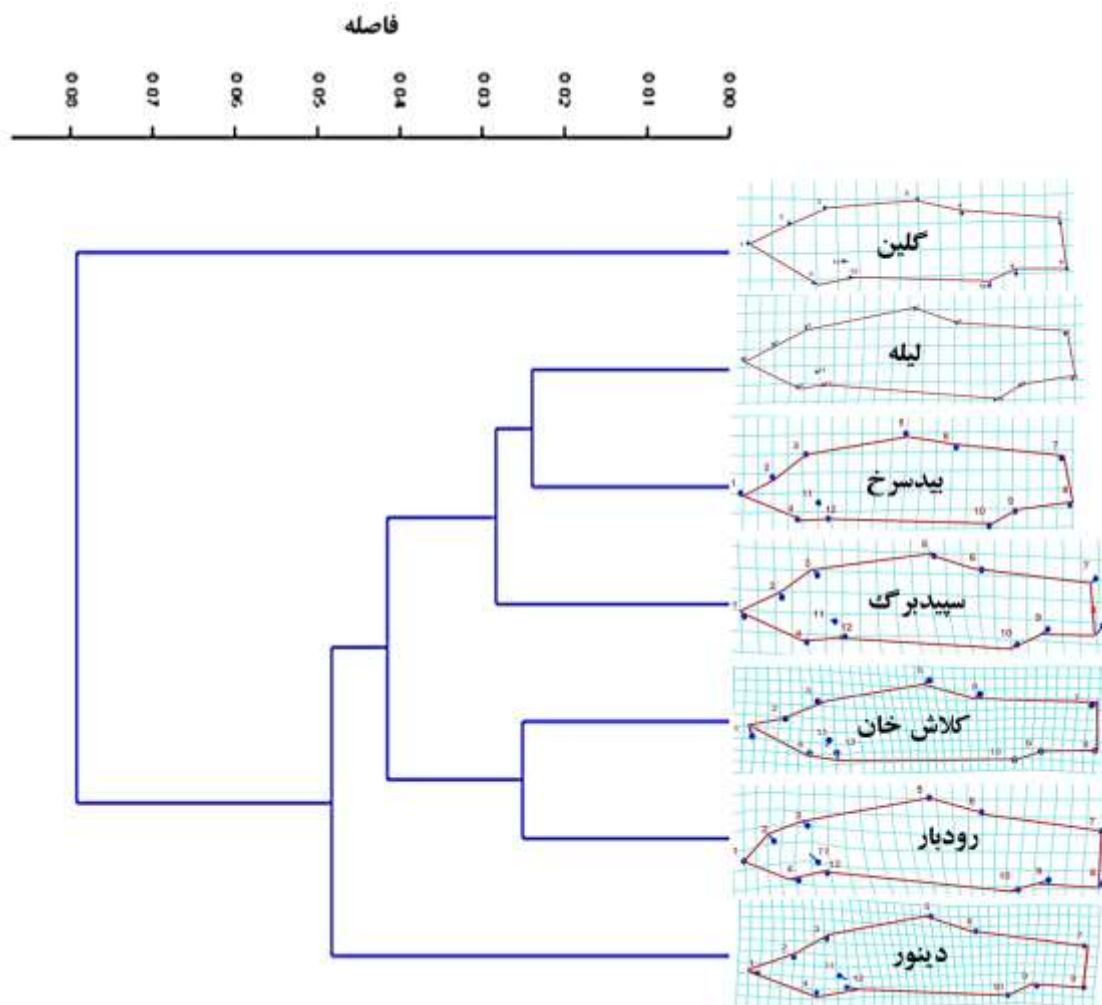
نتایج

نمودار سنگریزه‌ای (Scree plot) تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، دو مؤلفه را بالاتر از خط برش جولیف (Jolliffe, 2002) نشان داد و در مجموع، ۶۳/۸۹ درصد واریانس را به خود اختصاص دادند. آنالیز تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA) داده‌های شکل بدن جمعیت‌های مطالعه‌شده دو مؤلفه اصلی اول

(PCs)، در شکل ۲ ارائه شده است. براساس نتایج، جمعیت‌های مطالعه‌شده هم‌پوشانی دارند؛ هرچند جمعیت رودخانه گلین از سایر جمعیت‌ها متمایز شده است. نتایج تحلیل خوشه‌ای نیز با تأیید نتایج PCA، جمعیت گلین را به تنهایی در یک خوشه، جدا از سایر جمعیت‌ها قرار داد.



شکل ۲- نمودار تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA) شکل بدن جمعیت‌های سس‌ماهی کورا (*Barbus lacerta*): A: رودبار، B: کلاش‌باخان، C: دینه‌ور، D: لیل، E: بیدسرخ، F: سپیدبرگ و G: گلین.



شکل ۳- آنالیز خوشه‌ای شکل بدن جمعیت‌های مطالعه‌شده سس‌ماهی بلیزم (*Barbus lacerta*).

بحث

موقعیت قرار گرفتن دهان است. این نتایج بیانگر ایجاد تغییرات در شکل، تحت تأثیر زیستگاه است (Holtmeir, 2001; Langerhans *et al.*, 2003) و شکل بدن جمعیت‌های سس‌ماهی بلیزم متناسب با شرایط محیطی برای سازش بیشتر با شرایط موجود در حال تکامل است؛ همچنین جدایی جغرافیایی و وجود موانع فیزیکی نیز سبب تغییرات تکاملی در جمعیت‌های ماهیان و تغییرات ریختی می‌شود (Langerhans *et al.*, 2003). به‌طور کلی، ماهیانی که در قسمت نزدیک به بستر تغذیه می‌کنند، دهانی متمایل

تغییرات ایجاد شده در شکل بدن ماهیان ممکن است منشأ محیطی یا ژنتیکی داشته باشد. Blegvad و Loppenthin (۱۹۴۲) در راسته کفشک‌ماهیان نشان دادند ویژگی‌های ریختی به‌طور عمده از نحوه زندگی آنها در زیستگاه و فاکتورهای زیست‌محیطی مانند اکسیژن و دمای آب تأثیر می‌گیرد. نتایج مطالعه حاضر نیز نشان داد بین جمعیت‌های مطالعه‌شده سس‌ماهی بلیزم از لحاظ ریختی تفاوت معنی‌داری وجود دارد که عمده تفاوت‌های مشاهده‌شده مربوط به عمق بدن و

وجودداشتن موانع فیزیکی و مهاجرت باعث تبادل ژنی شده است؛ در حالی که جمعیت رودخانه گلین در مقایسه با جمعیت‌های گفته شده، تحت تأثیر موانع فیزیکی، تفاوت شکل بیشتر را توجیه می‌کند (Eagderi *et al.*, 2013). Zamani Faradanbeh و همکاران (۲۰۱۵) در مطالعه ریخت‌بوم‌شناسی سس‌ماهی کورا در رودخانه سفیدرود بیان کردند که رابطه معنی‌داری بین متغیرهای زیستگاهی و شکل بدن در این گونه وجود دارد و فاکتورهای عمق و عرض رودخانه و قطر متوسط سنگ بستر را فاکتورهای تأثیرگذار معرفی کردند. در مطالعه Zamani Faradanbeh و Eagderi (۲۰۱۵) مقایسه ریخت‌شناسی سس‌ماهی کورای بالادست و پایین دست سد سنگبان انجام شد و طبق نتایج این پژوهش، سد سنگبان باعث تفاوت در ویژگی‌های ریختی شامل تغییر در عمق بدن، طول سر و عمق ساقه دمی در جمعیت‌های دو سوی سد شده است. در پژوهش Jamali Ashtiani و همکاران (۲۰۱۶) نیز جمعیت‌های سس‌ماهی کورای رودخانه توتکابن، کلورز و طالقان (حوضه خزر) در یک شاخه قرار گرفتند و جمعیت رودخانه حمیل (حوضه دجله) در یک گروه مجزا قرار گرفت.

براساس نتیجه‌گیری کلی این طور برداشت می‌شود که تنوع ریختی مشاهده شده بین جمعیت‌های مختلف سس‌ماهی بلیزم در حوضه رودخانه تیگریس قابلیت بسیار این گونه در انعطاف‌پذیری و سازگاری با محیط را نشان می‌دهد و این توانایی زیاد، آنها را قادر می‌سازد تا در محیط‌های متنوع از نظر شرایط محیطی بقای خود را تضمین کنند (Chapman *et al.*, 2008).

به پایین و قسمت شکمی دارند؛ اما شکل دهان ماهیانی که از ستون آب تغذیه می‌کنند، بیشتر به صورت انتهایی است و در آنهایی که غذای خود را از قسمت سطح آب به دست می‌آورند، شکل دهان رو به بالاست؛ از این رو تفاوت‌های مشاهده شده در موقعیت دهان جمعیت‌های بررسی شده ممکن است به واسطه تفاوت در نوع تغذیه آنها باشد؛ همچنین تفاوت شکل و موقعیت باله‌ها، ارتفاع بدن، ارتفاع سر و ارتفاع ساقه دمی نشان‌دهنده شرایط جریان آبی (سرعت جریان و عمق آب) در محیط زیست گونه است (Motta *et al.*, 1995). موقعیت باله سینه‌ای جمعیت‌های رودبار و کلاش‌باخان بالاتر بود و همچنین شکل بدنی پهنی داشتند. به‌طور کلی، ماهیان با بدن پهن به آرامی در محیط‌هایی با جریان ضعیف شنا می‌کنند؛ در حالی که ماهیان دارای بدن کشیده‌تر توانایی بیشتری برای غلبه بر جریان‌های سریع آب مانند رودخانه دارند (Blake, 1983). در این مطالعه، جمعیت‌های رودخانه‌های ليله، بیدسرخ، کلاش‌باخان و سپیدبرگ شکل بدن پهن‌تری نسبت به جمعیت‌های رودخانه‌های دینه‌ور و گلین داشتند که نشان‌دهنده جریان آرام‌تر آب این مناطق نسبت به رودخانه‌های دینه‌ور و گلین است؛ به‌علاوه بدن کوچک‌تر و کشیده‌تر و ساقه دمی کوتاه‌تر جمعیت گلین بیانگر شکل بدنی مناسب برای سازگاری با محیط‌هایی با شدت جریان بیشتر است.

تغییرات مشاهده شده در شکل بدن جمعیت‌های مطالعه شده، جدایی وابسته به زیستگاه را در این جمعیت‌ها نشان می‌دهد؛ به عبارت دیگر اختلاف شکل بدن بین جمعیت‌ها ممکن است ناشی از جدایی جغرافیایی نیز باشد؛ بدین صورت که در جمعیت‌های رودخانه ليله، بیدسرخ، کلاش‌باخان و سپیدبرگ

منابع

- Abbasi Ranjbar, K., Mouludi-Saleh, A., Eagderi, S., & Sarpanah, A. (2018). Distinguishing Meristic and Morphometric Traits in Three Species of the Genus *Acanthobrama* from Iranian Inland Waters. *Taxonomy and Biosystematics Journal*, 10(36), 49-58 (in Persian).
- Adams, B. K., & Hutchings, J. A. (2003). Microgeographic Population Structure of Brook Charr: A Comparison of Microsatellite and Mark-Recapture Data. *Journal of Fish Biology*, 62(3), 517-533.
- Blake, R.W. (1983). *Fish Locomotion*. CUP Archive.
- Blegvad, H., & Loppenthin, B. (1942). *Fishes of the Iranian Gulf*. Tehran: Tehran University Press. 416 P.
- Chapman, L., Albert, J., & Galis, F. (2008). Developmental Plasticity, Genetic Differentiation, and Hypoxia-Induced Trade-Offs in an African Cichlid Fish. *The Open Evolution Journal*, 2, 75-88
- Coad, B. W. (2020). *Freshwater Fishes of Iran*. Retrieved from: www.briancoad.com, 12/08/2020.
- Eagderi, S., & Kamal, S. (2013). Application of Geometric Morphometrics Approach in Phenotypic Plasticity Investigations of Fishes: A Case Study of Killifish *Aphanius Sophiae* (Heckel, 1847) Body Shape Comparison in Cheshme-Ali (Damghan) and Shour River (Eshtehard). *Journal of Applied Ichthyological Research*, 1(2), 47-52 (in Persian).
- Eagderi, S., Mouludi-Saleh, A., Ahmadi, S., & Javadzadeh, N. (2020). Phenotypic Plasticity of the Body Shape in Prussian Carp (*Carassius Gibelio*), in Response to Lentic and Lotic Habitats Using Geometric Morphometric Technique. *Iranian Scientific Fisheries Journal*, 29(1), 49-59 (in Persian).
- Eagderi, S., Nikmehr, N., Çiçek, E., Esmaili, H. R., Vatandoust, S., & Mousavi-Sabet, H. (2019). *Barbus Urmianus* a New Species from Urmia Lake Basin, Iran (Teleostei: Cyprinidae). *International Journal of Aquatic Biology*, 7(4), 239-244.
- Esmaili, H. R., Sayyadzadeh, G., Eagderi, S., & Abbasi, K. (2018). Checklist of Freshwater Fishes of Iran. *FishTaxa Journal*, 3(3), 1-95.
- Haas, T. C., Blum, M. J., & Heins, D. C. (2010). Morphological Responses of a Stream Fish to Water Impoundment. *Journal of Biology Letters*, 6(6), 803-806.
- Hammer, O., Harper, D. A. T., & Ryanm, P. D. (2001). Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica Journal*, 4(4), 1-9.
- Holtmeier, C. L. (2001). Heterochrony, Maternal Effects, and Phenotypic Variation among Sympatric Pupfishes. *Journal of Evolution*, 55(2), 330-338.
- Hood, C. S. (2000). A Geometric Morphometric Approach to the Study of Sexual Size Dimorphism in Mammals. *Hystrix-the Italian Journal of Mammalogy*, 11, 77-90.
- Jamali Ashtiani, A., Eagderi, S., Khorasani, N., & Zamani-Faradonbeh, M. (2016). A Comparison of Body Shape Features of Kura Barbel (*Barbus Lacerta*, Heckel 1834) in Caspian, Tigris and Uremia Lake Basins Using the Geometric Morphometric Technique. *Journal of Animal Environment*, 7(4), 143-150 (in Persian).
- Jolliffe, I. T. (2002). *Principal Component Analysis*. New York: Springer.
- Keivany, Y., Nasri, M., Abbasi, K., & Abdoli, A. (2016). *Atlas of Inland Water Fishes of Iran*. Tehran: Iran Department of Environment Press (in Persian).
- Klingenberg, C. P. (1998). Heterochrony and Allometry: The Analysis of Evolutionary Change in Ontogeny. *Journal of Biological Reviews*, 73(1), 79-123.

- Langerhans, R. B., Layman, C. A., Langerhans, A. K., & DeWitt, T. J. (2003). Habitat-associated Morphological Divergence in Two Neotropical Fish Species. *Biological Journal of Linnaean Society*, 80, 689-698
- Mayr, E. (1970). *Populations, Species, and Evolution*. Cambridge: Harvard University Press.
- Motta, P. J., Clifton, K. B., Hernandez, P., & Eggold, B. T. (1995). Ecomorphological Correlates in Ten Species of Subtropical Seagrass Fishes: Diet and Microhabitat Utilization. *Journal of Environmental Biology of Fishes*, 44(1), 37-60.
- 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(2), 185-191 (in Persian).
- Mouludi-Saleh, A., Eagderi, S., Poorbagher, H., & Kazemzadeh, S. (2019). The Effect of Body Shape Type on Differentiability of Traditional and Geometric Morphometric Methods: A Case Study of *Channa gachua* (Hamilton, 1822). *European Journal of Biology*, 78(2), 165-169.
- 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. *Journal of Research in Zoology*, 7(1), 1-6
- 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*. *Research Journal of Fisheries and Hydrobiology*, 5, 44-51.
- Thorpe, R. S. (1976). Biometric Analysis of Geographic Variation and Racial Affinities. *Journal of Biological Reviews*, 51(4), 407-452.
- Webb, P. W. (1982) Locomotor Patterns in the Evolution of Actinopterygian Fishes. *Journal of American Zoologist*, 22(2), 329-42.
- Wootton, R. J. (1990). *Ecology of Teleost Fishes*. Chapman & Hall.
- Zamani Faradanbeh, M., & Eagderi, S. (2016). Morphological Comparison of Kura Babel (*Barbus Cyri*, Heckel 1834) in Up and Downstream of the Sangban Dam. *Journal of Wetland Ecobiology*, 7(4), 87-96 (in Persian).
- Zamani Faradonbe, M., Eagderi, S., Poorbagher, H., & Shahbazi Naserabad, S. (2015). Ecomorphology of Kura Berbel (*Barbus Cyri*, De Filippi, 1865) in Sefidrud River Basin. *Journal of Aquatic Ecology*, 5(1), 33-24 (in Persian).
- Zelditch, M., Swiderski, D., Sheets, D. H., & Fink, W. L. (2004). *Geometric Morphometric for Biologists: A Primer*. New York: Academic Press.