

Morphometric and Meristic Traits Variation of *Alburnus chalcoides* (Güldenstädt, 1772) Populations in Rivers of the Southern Caspian Sea Basin

Mouludi-Saleh A.¹ MSc, Abbasi K.² PhD, Eagderi S.*¹ PhD, Sarpanah A.³ PhD, Vatandoust S.⁴ PhD

¹ Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

² Inland Waters Aquaculture Research Center, Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Bandar Anzali, Iran

³ Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran, Iran

⁴ Department of Fisheries, Babol Branch, Islamic Azad University, Babol, Iran

Abstract

Aims: In the present study, the morphometric and meristic traits of *Alburnus chalcoides* from the Chelvand (Astara), Khalesara (Talesh), Siahdarvishan (Anzali Wetland), Sefid and Pol (Guilan Province), Tonekabon and Babol (Mazandaran Province) rivers were compared.

Materials & Methods: A total of 170 specimens were collected from above-mentioned rivers. In the Lab 39 morphometric and 10 meristic traits were recorded. All data were analyzed by using one-way analysis of variance, Duncan test, Kruskal-Wallis, principal component analysis (PCA), canonical variates analysis (CVA), and cluster analysis.

Findings: The results showed a significant difference in 36 morphometric and 5 meristic traits among the studied populations ($p < 0.05$). CVA results separated the studied populations in the southern parts of the Caspian Sea basin. Also, cluster analysis placed the Chelvand River population in a distinct clade.

Conclusion: The present study showed a high diversity of morphometric compared to meristic traits and better performance of these traits in population's distinction.

Keywords

Morphometric and Meristic Traits

Alburnus chalcoides

Canonical Variate Analysis

Cluster Analysis

*Corresponding Author

Tel: +98 (26) 32223044

Fax: +98 (26) 32245909

Post Address: Inland Aquaculture Research Institute of Bandar Anzali, Taleghani Street, Ghazian, Bandar Anzali, Iran.

Post Box: 66

soheil.eagderi@ut.ac.ir

Received: April 16, 2020

Accepted: July 11, 2020

ePublished: August 17, 2020

تنوع خصوصیات اندازه‌شی و شمارشی جمعیت‌های شاه‌کولی خزر (*Alburnus chalcoides*) (Güldenstädt, 1772) در رودخانه‌های جنوبی حوضه دریای خزر

عطا مولودی صالح MSc

گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

کیوان عباسی PhD

پژوهشکده آبی‌پروزی آب‌های داخلی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، بندر انزلی، ایران

سهیل ایگدری* PhD

گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

علینقی سرپناه PhD

موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، تهران، ایران

صابر وطن‌دوست PhD

گروه شیلات، واحد بابل، دانشگاه آزاد اسلامی، بابل، ایران

چکیده

اهداف: در مطالعه حاضر، خصوصیات اندازه‌شی و شمارشی بالغین ماهی شاه‌کولی خزر (*Alburnus chalcoides*) در رودخانه‌های چلودر آستارا، خاله‌سرای تالش، سیاه‌درویشان تالاب انزلی، سفیدرود و پل‌رود در استان گیلان و تنکابن و بابل‌رود در استان مازندران مورد مقایسه قرار گرفتند.

مواد و روش‌ها: تعداد ۱۷۰ قطعه از رودخانه‌های فوق نمونه‌برداری شد. در آزمایشگاه ۳۹ صفت اندازه‌شی و ۱۰ صفت شمارشی اندازه‌گیری و شمارش شدند. داده‌ها با استفاده از آنالیزهای واریانس یک‌طرفه، گروه‌بندی دانکن، کروسکال-والیس، تجزیه به مولفه‌های اصلی (PCA)، تجزیه همبستگی کانونی (CVA) و تجزیه و تحلیل خوشه‌ای مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که جمعیت‌های مورد مطالعه در ۳۶ صفت اندازه‌شی و ۵ صفت شمارشی دارای تفاوت معنی‌داری با یکدیگر هستند ($p < 0.05$). نتایج CVA جمعیت‌های مورد مطالعه را به‌خوبی از یکدیگر تفکیک کرد که بیانگر وجود جمعیت‌های متفاوت در مناطق مختلف حوضه جنوبی دریای خزر است. همچنین آنالیز خوشه‌ای جمعیت رودخانه چلودر را به‌تنهایی در یک خوشه جدا قرار داد.

نتیجه‌گیری: مطالعه حاضر تنوع بالای صفات اندازه‌شی نسبت به صفات شمارشی و عملکرد بهتر این صفات در تفکیک جمعیت‌ها را نشان داد.

کلیدواژه‌ها: خصوصیات اندازه‌شی و شمارشی، شاه‌کولی خزر، تجزیه همبستگی کانونی، آنالیز خوشه‌ای

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۱/۲۸

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۴/۲۱

*نویسنده مسئول: soheil.eagderi@ut.ac.ir

مقدمه

ماهی شاه‌کولی خزر (*Alburnus chalcoides*) به همراه دو گونه دیگر از این جنس به نام‌های مرواریدماهی کورا (*A. filippi*) و مرواریدماهی قفقاز (*A. hohenackeri*) در حوضه جنوبی دریای خزر یافت می‌شوند [1-5]. ماهی شاه‌کولی خزر در حوضه دریای خزر

شامل اغلب رودخانه‌ها، مانند آستاراچای، سفیدرود، خیرود، تجن، گرگان رود و اترک پراکنش دارد و در فصل مهاجرت و تخم‌ریزی تقریباً در همه رودخانه‌های استان‌های گیلان، مازندران و گلستان یافت می‌شود [1-4]. شاه‌کولی خزر با رنگ بدن نقره‌ای براق، رنگ پشت زیتونی، واجد فلس محور شکمی، کناره داخلی خارهای آبششی دندانه‌دار، دندان حلقی طویل، عقب کیسه شنای نوک تیز، و روده طویل و مارپیچی قابل تشخیص است. تخم‌ریزی این گونه در آب‌های شیرین و بر روی بستر سنگریزه‌ای و تغذیه آنها از جلبک‌ها، دیاتومه‌ها، سخت‌پوستان، شیرونومیده‌ها و گیاهان صورت می‌گیرد [2, 3]. تنوع ریختی در ماهی‌ها ممکن است تحت تاثیر فاکتورهای زیستگاهی و اکولوژیکی، سازگاری‌های منطقه‌ای و یا مجموع این فرایندها به وقوع بپیوندد [6, 7]. مطالعه تنوع ریختی به‌عنوان یک ابزار قدرتمند برای شناسایی تفاوت بین جمعیت‌های ماهیان بیان شده است [8]. مطالعات ریختی با صفات تا حدودی اندک نسبت به مطالعه حاضر بر روی گونه شاه‌کولی خزر صورت گرفته است [8-12]. از آنجایی که این گونه دریازی است و برای تخم‌ریزی وارد اغلب رودخانه‌های حوضه جنوبی دریای خزر می‌شود، بنابراین این سؤال پیش می‌آید که آیا جمعیت‌های ریختی قابل تشخیص از این گونه در حوضه جنوبی دریای خزر وجود دارد؟ آیا جمعیت‌های مختلف این ماهی دارای تمایز ریختی هستند؟ و در این صورت، این جمعیت‌ها از نظر خصوصیات اندازه‌شی و شمارشی تفاوت دارند یا خیر؟ از این رو مطالعه حاضر به‌منظور مقایسه خصوصیت‌های اندازه‌شی و شمارشی جمعیت‌های شاه‌کولی خزر در رودخانه‌های چلودر، خاله‌سرا، سیاه‌درویشان، سفیدرود و پل‌رود در استان گیلان و رودخانه‌های تنکابن و بابل‌رود در استان مازندران انجام شد.

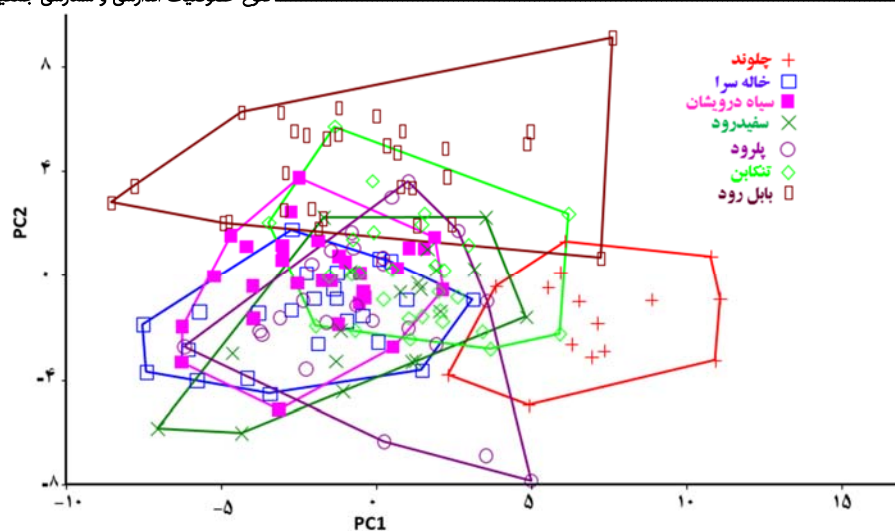
مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تنوع ریختی گونه *A. chalcoides* از رودخانه‌های چلودر آستارا به تعداد ۱۵ قطعه، خاله‌سرا در شهرستان تالش ۲۴ قطعه، سیاه‌درویشان در حوضه تالاب انزلی ۳۰ قطعه، سفیدرود ۱۹ قطعه، پل‌رود شهرستان رودسر ۲۴ قطعه (استان گیلان) و رودخانه‌های تنکابن و بابل‌رود استان مازندران به ترتیب ۲۸ و ۳۰ قطعه طی ماه‌های اردیبهشت تا شهریور سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶ به‌وسیله تور پرتابی صید شدند (جدول ۱). نمونه‌های صیدشده در فرمالین بافری تثبیت و برای مطالعه بیشتر به آزمایشگاه منتقل شدند (شکل ۱). در آزمایشگاه تعداد ۳۹ صفت اندازه‌شی و ۱۰ صفت شمارشی با استفاده از کولیس دیجیتالی و لوپ چشمی اندازه‌گیری و شمارش شد (جدول ۲). داده‌های اندازه‌شی قبل از آنالیز نسبت به طول استاندارد و طول سر استانداردسازی شدند [13]. به‌منظور بررسی تنوع جمعیتی آنالیزهای کروسکال-والیس و واریانس یک‌طرفه برای صفات اندازه‌شی و گروه‌بندی دانکن برای صفات شمارشی استفاده شدند. در مرحله بعد آنالیزهای تجزیه و تحلیل به مولفه‌های اصلی،

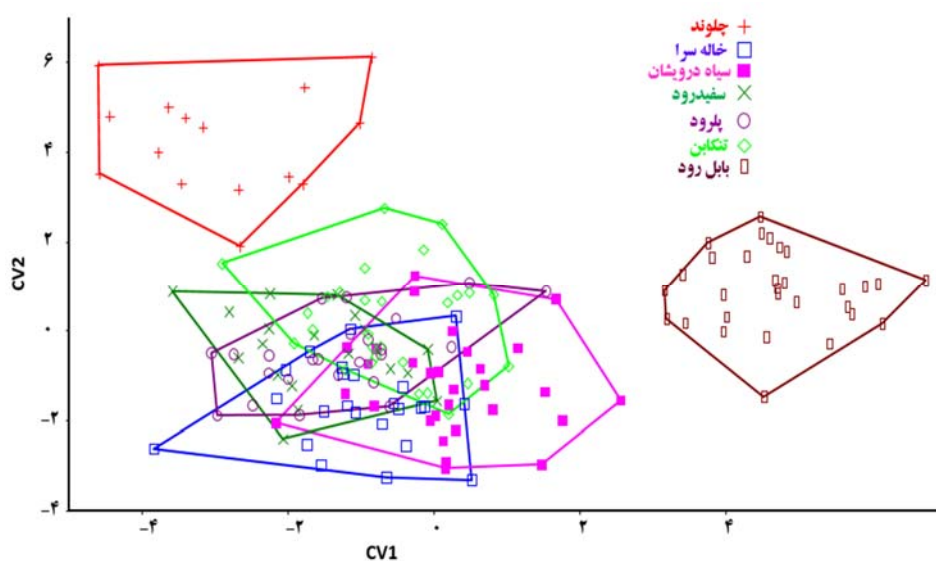
جدول ۳) میانگین آماری و نتایج حاصل از آنالیز کروسکال- والیس، واریانس یکطرفه و گروه‌بندی دانکن کلیه صفات اندازه‌شی جمعیت‌های *A. chalcoides*

صفات	چلودن	خاله‌سرا	سیاه‌درویشان	سفیدرود	پل‌رود	تنکابن	بابل‌رود	p
طول کل (درصد)								
طول چنگالی	۹۰/۴±۱/۶۱ ^a	۹۱/۲۷±۱/۱۶ ^b	۹۰/۳۸±۱/۰۵ ^a	۹۰/۸۱±۱/۳۵ ^{ab}	۹۰/۲۹±۰/۸۳ ^a	۹۰/۵۳±۱/۳۸ ^{ab}	۹۰/۲۶±۱/۲۱ ^a	۰/۵۲
طول استاندارد	۸۲/۳۷±۱/۶۷	۸۴/۴۶±۱/۵۷	۸۳/۱۵±۱/۱۷	۸۳/۷۹±۱/۸۳	۸۳/۱۴±۱/۶۹	۸۳/۰۱±۱/۳۴	۸۱/۲۷±۱/۰۸	۰/۰۰۰
طول استاندارد (درصد)								
طول سر	۲۱/۳۸±۰/۴۹	۲۱/۳۸±۰/۶۵	۲۱/۴۲±۰/۶۹	۲۲/۰۹±۰/۹۳	۲۱/۷۵±۰/۸۵	۲۱/۸۱±۰/۸	۲۲/۲۱±۰/۷۵	۰/۰۰۰
ارتفاع سر	۱۵/۲۱±۰/۲۹ ^c	۱۴/۳۵±۰/۳۲ ^a	۱۴/۵۲±۰/۱۷ ^a	۱۴/۷۹±۰/۴۳ ^{bc}	۱۴/۶۹±۰/۱۶ ^{abc}	۱۴/۹۵±۰/۶۱ ^{cd}	۱۴/۸۵±۰/۴۲ ^{bc}	۰/۰۰۰
ارتفاع بیشینه	۲۳/۵۳±۱/۱۸	۲۰/۴۷±۱/۲۳	۲۰/۰۴±۰/۸۲	۲۱/۳۶±۱/۰۸	۲۱/۲۹±۰/۹۱	۲۱/۳۳±۰/۹	۲۰/۶۶±۱/۰۸	۰/۰۰۰
ارتفاع کمینه	۸/۶±۰/۳۲	۸/۲۲±۰/۳۳	۸/۳۹±۰/۳۹	۸/۲۱±۰/۴۴	۸/۵۷±۰/۳۷	۸/۴۷±۰/۴۳	۸/۸۹±۰/۳۵	۰/۰۰۰
پس‌مخرجی تا بیخ زیرین	۱۳/۸۵±۰/۹۷	۱۳/۸۲±۱/۰۳	۱۴/۳۰±۱/۰۸	۱۳/۴۵±۰/۷۷	۱۳/۸۵±۱/۶۵	۱۴/۴۷±۱/۳۲	۱۵/۴۲±۱/۲۱	۰/۰۰۰
باله‌دمی								
طول باله پشتی	۱۰/۳۷±۰/۹۶ ^{bc}	۱۰/۱۴±۰/۶۶ ^{ab}	۱۰/۰۲±۰/۶۶ ^{ab}	۹/۷۵±۰/۷۵ ^a	۱۰/۱۹±۰/۴۷ ^b	۱۰/۲۶±۰/۵۲ ^{bc}	۱۰/۶۷±۰/۶۸ ^c	۰/۰۰۱
ارتفاع باله پشتی	۱۴/۵۶±۰/۹۲	۱۵/۲۴±۰/۸	۱۴/۹۱±۰/۸۶	۱۳/۸۶±۰/۹	۱۴/۲۵±۰/۹۳	۱۴/۷۱±۱/۳	۱۵/۴۲±۱/۲۴	۰/۰۰۰
طول باله سینه‌ای	۱۷/۹۲±۰/۵	۱۷/۶۷±۰/۶۵	۱۸/۲۱±۰/۶۵	۱۷/۶۷±۰/۷۶	۱۸/۱۶±۰/۸۷	۱۸/۳۷±۰/۶۸	۱۸/۷۷±۰/۷	۰/۰۰۰
طول باله شکمی	۱۳/۷۵±۰/۹۸ ^{abc}	۱۳/۹۲±۰/۷۱ ^a	۱۳/۹۲±۰/۵۷ ^{ab}	۱۳/۷۶±۱/۱۰ ^a	۱۴/۳۴±۰/۹۳ ^{bc}	۱۴/۲۹±۰/۷۴ ^{bc}	۱۴/۶۵±۰/۷۱ ^c	۰/۰۰۰
فاصله سینه‌ای- شکمی	۲۴/۴۶±۰/۹۸	۲۴/۴۲±۱/۰۷	۲۴/۷±۰/۹۳	۲۵/۵۶±۰/۹۸	۲۵/۶۶±۱/۴۴	۲۵/۱۳±۰/۹۸	۲۳/۷±۱/۰۶	۰/۰۰۰
فاصله شکمی- مخرجی	۲۱/۷۷±۱/۳۶	۱۸/۴۶±۱/۲۲	۱۹/۱۳±۱/۰۸	۱۹/۸۳±۱/۳۲	۱۹/۰۴±۱/۲۴	۱۹/۷۱±۱/۳۱	۱۹/۵۱±۱/۲۱	۰/۰۰۰
ارتفاع باله مخرجی	۹/۲۵±۰/۷۸	۱۰/۱۸±۰/۶۹	۱۰/۵۹±۰/۵۸	۹/۶۵±۰/۸۵	۱۰/۵۸±۰/۸۳	۱۰/۶۵±۰/۸۳	۱۰/۶۳±۰/۶۶	۰/۰۰۰
طول باله مخرجی	۱۶/۱۹±۱/۰۴ ^c	۱۵/۵۴±۱/۱۵ ^b	۱۶/۱۸±۱/۸۱ ^c	۱۴/۹۳±۱/۲۷ ^a	۱۵/۹۷±۱/۰۴ ^{bc}	۱۵/۳۹±۰/۸۹ ^{ab}	۱۶/۱۵±۰/۷۷ ^c	۰/۰۰۰
فاصله پیش‌باله پشتی	۵۲/۰۱±۱/۷۳ ^b	۵۲/۸۵±۱/۵۵ ^a	۵۳/۱۹±۱/۰۶ ^{ab}	۵۳/۹۱±۱/۴۶ ^b	۵۳/۶۹±۱/۵۴ ^{ab}	۵۳/۹۱±۱/۹۱ ^b	۵۳/۹۲±۱/۲۸ ^b	۰/۵۷
پس‌پشتی تا بیخ بالای	۳۱/۱۹±۱/۲۷ ^{bc}	۳۱/۰۱±۱/۳۲ ^{bc}	۳۱/۱۷±۱/۴۵ ^{bc}	۳۰/۰۴±۱/۵۳ ^a	۳۰/۴۲±۱/۳ ^{ab}	۳۱/۵۹±۱/۳۷ ^c	۳۱/۸۴±۱/۵۸ ^c	۰/۰۰۰
باله‌دمی								
فاصله پیش‌سینه‌ای	۲۲/۳۶±۰/۳۷	۲۲/۳۴±۰/۴۳	۲۲/۴۵±۰/۶۶	۲۲/۲۸±۰/۸۴	۲۲/۹±۰/۷۱	۲۲/۹۱±۰/۸	۲۳/۰۱±۰/۹۹	۰/۰۰۰
فاصله پیش‌شکمی	۴۷/۸۳±۱/۶۸ ^c	۴۶/۰۹±۱/۲۳ ^a	۴۶/۱۱±۱/۱۱ ^a	۴۷/۰۴±۱/۰۵ ^{abc}	۴۶/۲۷±۱/۱۹ ^a	۴۷/۳۳±۱/۱۱ ^{bc}	۴۶/۷۸±۰/۸۲ ^{ab}	۰/۰۰۰
فاصله پیش‌مخرجی	۶۷/۴۵±۱/۶۱	۶۴/۴۵±۱/۲۹	۶۴/۲۱±۱/۴	۶۵/۲۴±۲/۲۴	۶۴/۳۱±۲/۰۳	۶۵/۵۷±۱/۲۴	۶۴/۵۳±۳/۴	۰/۰۰۰
طول باله دمى بالا	۲۰/۸۴±۱/۳۱	۱۹/۵۸±۱/۰۲	۱۹/۸۵±۰/۹۱	۱۹/۲۷±۱/۰۴	۱۹/۸۳±۱/۲۴	۲۰/۵۵±۱/۷۱	۲۰/۰۱±۰/۸۶	۰/۰۰۰
طول باله دمى پایین	۲۱/۶±۱/۰۱ ^c	۲۰/۲۶±۱/۱۷ ^a	۲۰/۷۶±۱/۰۸ ^{ab}	۲۰/۳۱±۱/۲۵ ^a	۲۰/۸۴±۱/۴۵ ^{ab}	۲۱/۳۶±۱/۲۱ ^{bc}	۲۱/۳۸±۱/۲۳ ^{ab}	۰/۰۰۰
طول جمع‌مه	۱۴/۴۵±۰/۷۷	۱۴/۸۳±۰/۴	۱۵/۰۸±۰/۷۲	۱۴/۶۹±۰/۴۷	۱۴/۷±۰/۷۳	۱۵/۲۵±۰/۷	۱۶/۲۱±۰/۶۳	۰/۰۰۰
جمع‌مه- پیش‌سینه‌ای	۱۵/۳۳±۰/۵۲	۱۳/۹۵±۰/۴۸	۱۴/۲۷±۰/۵۴	۱۴/۷۵±۰/۸۹	۱۴/۳۷±۰/۳۶	۱۴/۸۴±۰/۵۶	۱۴/۶۴±۰/۵۴	۰/۰۰۰
جمع‌مه- پیش‌شکمی	۳۶/۸۹±۰/۸۱	۳۴/۵۸±۰/۸۹	۳۴/۴۷±۰/۹۳	۳۵/۲۷±۰/۹۷	۳۵/۵۵±۰/۷۶	۳۵/۳۵±۰/۸۳	۳۴/۷۸±۰/۹۶	۰/۰۰۰
پیش‌پشتی- پیش‌سینه‌ای	۳۷/۶۲±۱/۳۸	۳۵/۱۶±۱/۱۱	۳۶/۰۳±۱/۲۲	۳۶/۸۷±۱/۸	۳۵/۹۲±۱/۵	۳۶/۰۹±۱/۲۶	۳۵/۲۱±۱/۰۶	۰/۰۰۰
پیش‌پشتی- پیش‌شکمی	۲۴/۹۹±۱/۴۱	۲۱/۴۶±۱/۰۹۶	۲۱/۵۹±۱/۰۷	۲۲/۰۷±۱/۱۶	۲۲/۲۸±۱/۰۶	۲۲/۴۲±۰/۹۶	۲۱/۴۹±۰/۹۷	۰/۰۰۰
پیش‌پشتی- پیش‌مخرجی	۲۴/۱۸±۰/۹۱	۲۲/۲۸±۰/۷۶	۲۱/۵۳±۰/۹۷	۲۱/۵۸±۱/۷۸	۲۲/۳۷±۰/۸۵	۲۲/۴۱±۰/۹۲	۲۲/۱۴±۰/۸۱	۰/۰۰۰
پس‌پشتی- پیش‌شکمی	۲۸/۴۲±۱/۰۶	۲۵/۸۴±۱/۰۴	۲۵/۴۶±۱/۰۳	۲۶/۰۷±۱/۵۸	۲۵/۹۴±۱/۲۲	۲۶/۲۷±۱/۲۹	۲۶/۵۵±۱/۸۶	۰/۰۰۰
پس‌پشتی- پیش‌مخرجی	۱۹/۹۴±۱/۰۸	۱۸/۵۷±۰/۸۲	۱۷/۶۶±۱/۰۷	۱۷/۵۳±۰/۹۷	۱۸/۰۷±۱/۰۷	۱۸/۰۴±۰/۹۶	۱۷/۵۶±۰/۸۶	۰/۰۰۰
پس‌پشتی- پس‌مخرجی	۲۲/۲۷±۱/۲۱	۲۰/۸۳±۱/۰۷	۱۹/۹۶±۱/۲۴	۱۹/۸۶±۱/۶	۲۰/۲۶±۱/۱۵	۲۰/۰۹±۱/۳۴	۲۰/۷۱±۱/۹۶	۰/۰۰۰
پیش‌دمی- پیش‌مخرجی	۳۲/۸۶±۱/۴۱	۳۲/۸۷±۱/۲۵	۳۲/۵۹±۲/۱۲	۳۲/۸۹±۱/۵۳	۳۲/۲۴±۱/۷۵	۳۲/۵۸±۱/۲	۳۴/۷۸±۱/۰۱	۰/۰۰۰
پیش‌دمی- پس‌مخرجی	۱۷/۸۹±۱/۰۷	۱۷/۸۷±۰/۸۱	۱۸/۵۸±۱/۳۵	۱۸/۲۵±۱/۱۱	۱۷/۸۵±۱/۶۲	۱۷/۹۱±۱/۲۶	۱۹/۲۱±۱/۰۹۲	۰/۰۰۰
ارتفاع مستقیم در منشا	۹/۰۴±۰/۴۱ ^{bc}	۸/۶۶±۰/۳۱ ^a	۹/۰۶±۰/۴۷ ^c	۸/۶۶±۰/۵۹ ^{ab}	۸/۷۸±۰/۴۳ ^{ab}	۹/۱۵±۰/۴۷ ^c	۹/۰۸±۰/۳۵ ^c	۰/۰۰۰
باله دمى								
طول سر (درصد)								
طول پوزه	۲۶/۴±۱/۸۳	۲۶/۸۴±۱/۳۳	۲۶/۷±۱/۲۴	۲۶/۸۲±۲/۰۷	۲۶/۴۲±۲/۰۹	۲۶/۲۷±۱/۸۴	۲۷/۴۷±۱/۱۶	۰/۰۰۲
قطر چشم	۲۷/۸۵±۲/۵۱ ^b	۲۹/۳۱±۱/۷۲ ^c	۲۸/۴۷±۱/۶ ^{bc}	۲۹/۴۳±۱/۴۶ ^c	۲۸/۷±۲/۶۶ ^{bc}	۲۸/۵۲±۱/۷۷ ^{bc}	۲۶/۲۷±۱/۵۶ ^a	۰/۰۰۰
فاصله بین‌چشمی	۲۹/۱۳±۱/۶۸ ^{abc}	۲۸/۳۶±۰/۷۱ ^a	۲۸/۸۳±۱/۶۲ ^{ab}	۲۸/۵۳±۱/۳۳ ^{ab}	۲۸/۴۵±۱/۵۲ ^a	۲۸/۴۱±۱/۷ ^{bc}	۲۹/۷۵±۱/۲۶ ^c	۰/۰۰۲
طول پس‌چشمی	۴۶/۷۷±۱/۷۶	۴۵/۲۲±۲/۰۷	۴۵/۴۹±۱/۵۴	۴۳/۹۵±۲/۰۴	۴۵/۶۵±۲/۱۷	۴۵/۹۸±۱/۷۴	۴۴/۲۲±۱/۹۶	۰/۰۰۰

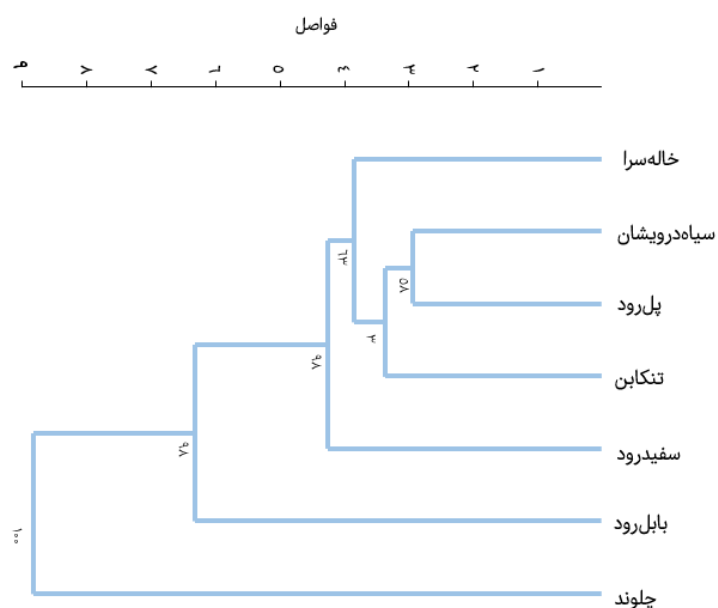
صفات دارای حروف a, b و c نتایج حاصل از آنالیز واریانس یکطرفه و گروه‌بندی‌دانکن و بقیه صفات نیز مربوط به تحلیل کروسکال- والیس هستند. همچنین حروف متفاوت در هر ردیف نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در صفت مورد بررسی بین جمعیت‌های مورد مطالعه است.



نمودار ۱) نمودار تجزیه به مولفه‌های اصلی (PCA) براساس دو مولفه اصلی اول صفات اندازه‌ای جمعیت‌های ماهی شاه‌کولی خزر



نمودار ۲) نمودار تحلیل همبستگی کانونی (CVA) صفات اندازه‌ای جمعیت‌های ماهی شاه‌کولی خزر



نمودار ۳) نمودار تحلیل خوشه‌ای صفات اندازه‌ای جمعیت‌های *A. chalcoides*

جدول 4) میانگین آماری، نتایج حاصل از آنالیز واریانس یک طرفه و گروه‌بندی دانکن صفات شمارشی جمعیت‌های *A. chalcoides*

صفات	چلوند	خاله‌سرا	سیاه‌رویشان	سفیدرود	پل‌رود	تنکابن	بابل‌رود	p
تعداد فلس‌های روی خط جانبی	61/93±4/95ab	59/70±3/24a	61/16±3/4ab	62/2±2/8b	61/0±3/3ab	62/4±3/4b	60/96±2/9ab	0/101
تعداد فلس‌های بالای خط جانبی	10/4±0/73abc	10/16±0/91abc	10/43±0/77bc	9/94±0/7a	10/4±0/7ab	10/0±0/74ac	10/73±0/44c	0/002
تعداد فلس‌های پایین خط جانبی	4/6±0/05ab	4/6±0/94bc	4/36±0/00ab	4/02±0/01ab	4/29±0/47a	4/30±0/48ab	4/9±0/31c	0/000
تعداد شعاع غیرمنشعب باله پشتی	3/13±0/30b	3/00±0/00a	3/00±0/00a	3/00±0/00a	3/00±0/00a	2/96±0/18a	3/00±0/00a	0/009
تعداد شعاع منشعب باله پشتی	8/6±0/20ab	7/90±0/2a	8/00±0/26ab	8/10±0/37b	8/00±0/29ab	8/00±0/38ab	8/00±0/26ab	0/429
تعداد شعاع غیرمنشعب باله مخرجی	3/0±0/00	3/0±0/00	3/0±0/00	3/0±0/00	3/0±0/00	3/0±0/00	3/0±0/00	-
تعداد شعاع منشعب باله مخرجی	14/4±0/73ab	14/08±0/60ab	14/26±0/74ab	14/02±0/84ab	14/66±0/87b	14/20±0/78ab	14/1±1/71a	0/068
تعداد شعاع منشعب شکمی	8/26±0/40c	7/90±0/40a	8/06±0/20ab	8/00±0/22ab	7/91±0/28a	8/00±0/38ab	8/16±0/37bc	0/009
تعداد خارهای آبششی بالا	21/4±1/04bc	20/37±1/71a	20/4±1/32a	20/89±1/19ab	20/04±1/42a	21/0±1/84bc	22/13±1/47c	0/000
تعداد خارهای آبششی پایین	29/06±2/21ab	29/16±2/23ab	29/93±1/98ab	28/42±1/37a	29/16±1/34ab	28/32±1/92a	29/7±1/82b	0/120

حروف متفاوت در هر ردیف نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در صفت مورد بررسی بین جمعیت‌های مورد مطالعه است.

بحث

جمعیت‌های مورد مطالعه در تمام صفات اندازه‌شی به‌جز صفت طول چنگالی و پیش‌باله پشتی دارای تفاوت معنی‌داری با یکدیگر بودند. در صفات شمارشی نیز، تعداد فلس بالا و پایین خط جانبی، تعداد شعاع غیرمنشعب باله پشتی، تعداد شعاع منشعب باله شکمی و تعداد خار آبششی بالا تفاوت معنی‌داری را بین جمعیت‌های مورد مطالعه نشان دادند. محدثی و همکاران^[11] در مطالعه خود روی تنوع ریختی چهار جمعیت از گونه *A. chalcoides* در بخش جنوب غربی حوضه خزر بیان کردند که جمعیت‌های مورد مطالعه از لحاظ ریختی دارای تفاوت معنی‌داری با یکدیگر هستند و بیشترین تفکیک ریختی بین این جمعیت‌ها مربوط به قسمت شکمی، موقعیت باله دمی و طول باله‌ها بود و جمعیت انزلی به‌طور قابل توجهی از بقیه جمعیت‌ها جدا شده بود. محدثی و همکاران^[10]، در مطالعه‌ای دیگر با استفاده از تکنیک بیضوی فوریر بر روی چهار جمعیت مورد مطالعه، تفاوت مشاهده‌شده در جمعیت‌ها را به فاکتورهای محیطی نسبت دادند. تغییرات ریختی به‌عنوان یک استراتژی برای سازگاری با شرایط محیطی به‌خصوص در زیستگاه‌های رودخانه‌ای عنوان شده است^[15]. به علاوه، تغییرات ریختی از طریق عملکرد در شنا و تغذیه به‌منظور غلبه بر شرایط محیطی صورت می‌گیرد^[16,17]. موقعیت باله‌ها و شکل بدن از جمله مهم‌ترین پارامترهایی هستند که ماهی‌ها با استفاده از آن در زیستگاه استقرار می‌یابند و بهره‌برداری از منابع صورت می‌گیرد^[6]. رحمانی و کیابی^[9] در بررسی تنوع ریختی میان جمعیتی ماهی شاه‌کولی در رودخانه‌های هراز و گراف‌رود، صفات طول کل، طول چنگالی، ارتفاع بدن، طول سر و طول پیش‌فکی در صفات ریختی و در بررسی صفات شمارشی، صفات تعداد فلس‌های ساقه دمی، خارهای آبششی داخلی و فلس‌های بالای خط جانبی را به‌عنوان صفات تأثیرگذار در تفکیک جمعیت‌ها گزارش کردند و همچنین عملکرد صفات ریختی و ریخت‌سنجی نسبی را در تفکیک بین جمعیت‌ها نسبت به صفات شمارشی تأیید کردند. آنها تعداد فلس‌های رو، بالا و پایین خط جانبی را به ترتیب ۵۶-۹۲، ۵-۴ گزارش کردند که در این مطالعه ۵۳-۷۳، ۹-۱۲ و ۳-۵ شمارش

شد. همچنین صفات تعداد شعاع‌های منشعب باله‌های پشتی، مخرجی و شکمی را به ترتیب ۷-۹، ۱۶-۱۳ و ۸ ارایه کردند که در مطالعه حاضر به ترتیب ۷-۹، ۱۶-۱۳ و ۷-۹ ارزیابی شد که دارای همپوشانی نسبتاً بالایی با یکدیگر هستند. همچنین در این مطالعه تعداد خارهای آبششی بالا و پایین به ترتیب ۲۵-۳۳ و ۲۵-۳۳ بود که در مطالعه رحمانی و کیابی^[9] ۲۲-۱۷ و ۲۵-۳۲ تخمین زده شد. با توجه به اینکه دو مطالعه در مناطق جغرافیایی و زیستگاهی متفاوتی انجام گرفته‌اند از لحاظ صفات شمارشی همپوشانی داشتند که این می‌تواند نشان‌دهنده تنوع پایین صفات شمارشی نسبت به صفات اندازه‌شی باشد^[19-21]. با توجه به اینکه استانداردسازی داده‌های اندازه‌شی تا حدودی می‌تواند اثر ناشی از رشد آلومتریکی را کاهش دهد^[22]، نتایج این مطالعه توانست جمعیت‌های مورد مطالعه را براساس صفات اندازه‌شی از یکدیگر جدا کند.

نتیجه‌گیری

تفکیک جمعیت‌های مورد مطالعه براساس صفات اندازه‌شی نشان‌دهنده تنوع بالای این صفات و قابلیت بالای انعطاف‌پذیری این گونه برای سازگاری در زیستگاه‌های مختلف است. بنابراین براساس نتایج می‌توان بیان داشت که عملکرد صفات اندازه‌شی در تفکیک بین جمعیت‌های گونه *A. chalcoides* بهتر از صفات شمارشی بود و توانست جمعیت‌های مورد مطالعه را به‌خوبی از یکدیگر متمایز کند. با توجه به تکثیر مصنوعی این ماهی در دهه اخیر توسط مراکز تکثیر و بازسازی ذخایر سازمان شیلات ایران، پیشنهاد می‌شود افراد انگشت قد جمعیت تکثیرشده هر منطقه به همان منطقه رهاسازی شود تا بازسازی ذخایر اصولی انجام گیرد و تنوع جمعیتی گونه‌های مختلف ماهیان حفظ شود.

تشکر و قدردانی: نویسندگان از آقایان هیبت‌اله نوروزی، اصغر صداقت‌کیش، مصطفی صیادرحیم، مسعود محبوب، مسعود محمدی‌دوست و مرادی از پژوهشکده آبی‌پروری آب‌های داخلی برای کمک در نمونه‌برداری و کارهای آزمایشگاهی تقدیر و تشکر می‌کنند.

تأییدیه اخلاقی: کلیه مراحل انجام این مطالعه با رعایت مسایل اخلاقی انجام شده است.

- Shemaya, Alburnus chalcoides (Guldenstadf, 1772), populations in the southern part of Caspian Sea using Elliptic Fourier analysis. *Int J Aquat Biol.* 2014;2(3):164-71.
- 11- Mohaddasi M, Shabanipour N, Abdolmaleki S. Morphometric variation among four populations of Shemaya (*Alburnus chalcoides*) in the south of Caspian Sea using truss network. *J Basic Appl Zool.* 2013;66(2):87-92.
- 12- Yang P, Jin G, Liu Y, Li J, Hu Z, Luo X. Morphological development and allometric growth in hatchery-reared Caspian shemaya (*Alburnus chalcoides*): From hatching to the juvenile stage. *Turk J Fish Aquat Sci.* 2017;17(2):427-35.
- 13- Cicek T, Bilici S, Ünlü E. Morphological differences among the Garra rufa populations (Cyprinidae) in Tigris River system of Southeast Turkey. *J Coast Life Med.* 2016;4(7):521-6.
- 14- Jolliffe IT. Principal component analysis. Berlin: Springer Science+Business Media; 2002.
- 15- Mouludi-Saleh A, Eagderi S, Poorbagher H, Kazemzadeh Sh. The effect of body shape type on differentiability of traditional and geometric morphometric methods: A case study of *Channa gachua* (Hamilton, 1822). *Eur J Biol.* 2019;78(2):165-9.
- 16- Eagderi S, Esmaeilzadegan E, Madah A. Body shape variation in riffle minnows (*Alburnoides eichwaldii* De Filippii, 1863) populations of Caspian Sea basin. *J Biosystem Taxon.* 2013;5(14):1-8. [Persian]
- 17- Langerhans RB, Layman CA, Langerhans AK, Dewitt TJ. Habitat-associated morphological divergence in two Neotropical fish species. *Biol J Linn Soc.* 2003;80(4):689-98.
- 18- Chuang LC, Lin YS, Liang SH. Ecomorphological comparison and habitat preference of 2 cyprinid fishes, *Varicorhinus barbatulus* and *Candidia barbatus*, in Hapen Creek of Northern Taiwan. *Zool Stud.* 2006;45(1):114-23.
- 19- Winfield IG, Nelson JS. Cyprinid fishes: Systematics, biology and exploitation. Berlin: Springer; 1991.
- 20- Abbasi Ranjbar K, Mouludi-Saleh A, Eagderi S, Sarpanah A. Distinguishing meristic and morphometric traits in three species of the genus *Acanthobrama* from Iranian Inland Waters. *Taxon Biosyst.* 2018;10(36):49-58. [Persian]
- 21- Abbasi Ranjbar K, Mouludi-Saleh A, Eagderi S, Sarpanah A. Morphometric, meristic characters and biological parameters comparison of *Urmia bleak* *Alburnus atropatenae* (Berg, 1925) from rivers of Lake Urmia basin. *J Appl Ichthyol Res.* 2020;8(1):89-96. [Persian]
- 22- Karakousis Y, Triantaphyllidis C, Economidis PS. Morphological variability among seven populations of brown trout, *Salmo trutta* L., in Greece. *J Fish Biol.* 1991;38(6):807-17.

تعارض منافع: موردی توسط نویسندگان گزارش نشده است.

سهم نویسندگان: عطا مولودی صالح (نویسنده اول)، نگارنده مقدمه/روشن‌شناس/پژوهشگر اصلی (۴۰٪)؛ کیوان عباسی (نویسنده دوم)، پژوهشگر کمکی (۱۵٪)؛ سهیل ایگدری (نویسنده سوم)، روشن‌شناس/تحلیلگر آماری (۳۰٪)؛ علینقی سرپناه (نویسنده چهارم)، پژوهشگر کمکی (۱۰٪)؛ صابر وطن‌دوست (نویسنده پنجم)، پژوهشگر کمکی (۵٪)

منابع مالی: مطالعه حاضر با حمایت دانشگاه تهران و نیز با استفاده از گرنت‌های تحقیقاتی نویسندگان انجام شده است.

منابع

- 1- Naderi M, Abdoli A. Biodiversity of fishes in southern region of the Caspian Sea. 1st Edition. Tehran: Abzeeyan Publication; 2008. [Persian]
- 2- Keivani Y, Nasri M, Abbasi K, Abdoli A. Atlas of inland water fishes of Iran. Tehran: University Jihad Kharazmi Branch; 2016. [Persian]
- 3- Radkhah AR, Eagderi S, Poorbagher H. Fishes of Guilan, By Abbasi Ranjbar K. 2017. 206 p. Iliya Culture Publication, Rasht, ISBN: 978-964-190-517-2. *Int J Aquat Biol.* 2019;7(2):112-6.
- 4- Esmaeili HR, Sayyadzadeh G, Eagderi S, Abbasi K. Checklist of freshwater fishes of Iran. *FishTaxa.* 2018;3(3):1-95.
- 5- Radkhah AR, Eagderi S. Anzali wetland basin fishes, by Abbasi K., Moradi M. & Mirzajani AR 2018. North Green Books Publishing, Lahijan. 144 p. ISBN: 978-622-6715-00-3. *Iran J Ichthyol.* 2020;7(1):120-4.
- 6- Keivani Y, Mousavi SM, Dorafshan S, Zamani-Faradonbe M. Morphological diversity of *Alburnus mossulensis* (Heckel, 1843) populations in Karun River basin. *J Appl Ichthyol Res.* 2016;4(1):87-104. [Persian]
- 7- Nicieza AG. Morphological variation between geographically disjunct populations of Atlantic salmon: The effects of ontogeny and habitat shift. *Funct Ecol.* 1995;9(3):448-56.
- 8- Khataminejad S, Mousavi Sabet H, Sattari M, Vatandoust S, Eagderi S. A comparative study on body shape of the genus *Alburnus* (Rafinesque, 1820) in Iran, using geometric morphometric analysis. *Casp J Environ Sci.* 2013;11(2):205-15.
- 9- Rahamani H, Kiabi B. Inter-population morphological diversity in *chalcaburnus chalcoides* (Gueldenstaedt, 1772) in Haraz and Gzafrud Rivers. *Environ Sci.* 2006;3(10):21-33.
- 10- Mohaddasi M, Eagderi S, Shabanipour N, Hosseinzadeh MS, AnvariFar H, Khaefi R. Allometric body shape changes and morphological differentiation of