

Biometry of Chub (*Squalius namak* Khaefi et al., 2016) in rivers of Namak Basin

Atta Mouludi Saleh¹, Yazdan Keivany^{2*},
Seyed Amir Hossein Jalali³

1. M.Sc. Student in Aquatic Ecology, Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, Isfahan University of Technology, Iran

2. Associate Professor, Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, Isfahan University of Technology, Iran

3. Assistant Professor, Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, Isfahan University of Technology, Iran

(Received: Mar. 16, 2016 - Accepted: Aug. 4, 2018)

Abstract

In order to evaluate the biometry of chub (*Squalius namak*, Khaefi et al., 2016) populations in Khaznagh, Ghinerchah, Gharechah, Jajrud and Ghomrud rivers of Lake Namak Basin, 129 specimens were captured by a seine nets in 2010-2011. After anesthetizing in 1% clove oil solution and fixing in 10% neutralized formalin, specimens were transferred to the laboratory for further studies. Some 14 meristic characters were counted under a stereomicroscope. To extract data for morphometric characteristics, 19 distances were measured on images in ImageJ software. To reduce the effects of allometric growth, morphometric data were standardized. To analyze the differences among the populations, Kolmogorov-Smirnov, Kruskal-Wallis, ANOVA, Duncan test, PCA, CVA and Cluster analyses were used. The morphometric characteristics separated Gharachai population from Khaznagh and Qomrud in PCA and CVA Analyses. But meristics were overlapping with each other in the studied populations, and there was no significant differences among them. The result showed that some morphometric characteristics are well able to distinguish some populations of *S. namak*.

Keywords: Duncan test, morphometrics, meristics, PCA, *Squalius namak*.

مقایسه زیست‌سنجی ماهی سفید رودخانه‌ای *Squalius namak*, Khaefi et al.,) در رودخانه‌های حوضه نمک (2016

عطا مولودی صالح^۱، یزدان کیوانی^{۲*}، سید امیر حسین جلالی^۳

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد بوم‌شناسی آبریزان شیلاتی، گروه شیلات دانشکده

منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان ۸۴۱۵۶۸۳۱۱۱، ایران

۲. دانشیار گروه شیلات دانشکده منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان،

اصفهان ۸۴۱۵۶۸۳۱۱۱، ایران

۳. استادیار گروه شیلات دانشکده منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان،

اصفهان ۸۴۱۵۶۸۳۱۱۱، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۲/۲۶ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۷/۵/۱۳)

چکیده

به منظور بررسی خصوصیات شمارشی و اندازه‌شناسی جمعیت‌های ماهی سفید رودخانه‌ای (*Squalius namak*) در رودخانه‌های خزنق، غینرچه، قره‌چای، جاجرود و قم‌رود، از حوضه دریاچه نمک، در سال ۱۳۸۸-۱۳۸۹ تعداد ۱۲۹ نمونه به وسیله تور پره صید شد. نمونه‌ها پس از صید در محلول ۱٪ گل‌میخک بی‌هوش شده و پس از تثبیت در فرمالین ۱۰٪ به آزمایشگاه منتقل گردید. در آزمایشگاه ۱۴ صفت شمارشی بررسی شد. برای استخراج صفات اندازه‌شناسی، از تصاویر گرفته شده در نرم‌افزار ImageJ ۱۹ صفت مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. به منظور کاهش خطای حاصل از رشد ناهمسان نمونه‌ها، داده‌های اندازه‌شناسی استانداردسازی گردید. برای بررسی تفاوت‌های بین جمعیت‌های مورد مطالعه از آنالیزهای کولموگوروف-اسمیرنوف، کروسکال-والیس، ANOVA، آزمون دانکن، PCA، CVA و آنالیز خوشه‌ای استفاده شد. در بررسی صفات اندازه‌شناسی جدایی جمعیت قره‌چای از خزنق و قم‌رود توسط آنالیزهای PCA و CVA تأیید شد. اما، در بررسی صفات شمارشی جمعیت‌های مورد مطالعه با همدیگر هم‌پوشانی داشتند و بین آن‌ها تفاوت معناداری مشاهده نشد. نتایج نشان داد که برخی از صفات اندازه‌شناسی به خوبی قادر هستند که برخی از جمعیت‌های *S. namak* را از یکدیگر تفکیک کنند.

واژه‌های کلیدی: اندازه‌شناسی، شمارشی، *Squalius namak* PCA

آزمون دانکن.

مقدمه

متنوع‌ترین و پرتعدادترین گروه مهره‌داران را ماهی‌ها تشکیل می‌دهد. آن‌ها در بیشتر آب‌های جهان گسترده شده‌اند و این گسترش به خاطر تنوع شگفت‌آوری است که از نظر سازگاری‌های فیزیولوژیک، رفتاری و ریختی، از خود بروز می‌دهند (Keivany, 2008). در مطالعه آب‌ها قبل از هر چیزی ماهی‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد. به عبارتی دیگر شناسایی گونه‌های ماهیان و جمعیت‌های مختلف آن‌ها جهت پی‌بردن به جنبه‌های زیست‌شناسی و در نهایت مدیریت بهینه در بهره‌برداری پایدار از ذخایر قدم اول محسوب می‌شود (Haghighy *et al.*, 2015). پایه و اساس مطالعات زیست‌شناسی، رشد و نمو بررسی خصوصیات مرفومتریک و مریستیک است و در رده‌بندی ماهیان، تفکیک جمعیت‌ها براساس ریخت‌شناسی افراد، تعیین تنوع بین گونه‌ای و تعیین تنوع ویژگی‌های ریخت‌شناسی در افراد جمعیت‌های مختلف کاربرد دارد (Simon *et al.*, 2010; Yeamin *et al.*, 2009). طبق تئوری‌های رشد و نمو ماهی، جایگزینی و تغییرات در صفات ریخت‌شناسی همزمان با تغییرات فیزیولوژیکی، آناتومیکی، رفتاری و حتی زیستگاه حاصل می‌شود (Sagnes & Statzner, 1997; Keivany *et al.*, 2016a). از جمله مطالعات صورت گرفته بر روی ماهی سفید رودخانه‌ای می‌توان به مطالعه Binaco & Alizadeh *et al.* (2016)، Banarescu (1982) و Berg (1948) اشاره کرد. جنس *Squalius* در بخش‌های شمالی ایران، حوضه دریای خزر، دریاچه ارومیه، دریای آرال، دریاچه نمک، دریاچه زریوار کردستان و رودخانه دجله و کارون پراکنش دارد (Keivany *et al.*, 2016b; Esmaeili *et al.*, 2017; Khaefi *et al.*, 2016). گونه ماهی سفید نمکی از دریاچه نمک در ایران است که از گونه‌های جنس *Squalius* در جنوب غربی حوضه دریای خزر و خلیج فارس متمایز می‌باشد. این گونه دارای حاشیه محدب در

قسمت پشتی باله مخرجی، دارای خال‌های درشت به صورت خاکستری یا قهوه‌ای، دارای لکه‌هایی گرد یا هلالی شکل بر روی نوک خلفی فلس‌های پهلوها و نارنجی رنگ بودن شعاع‌های باله دم، مخرجی و لگنی در طول حیاتشان می‌باشند. همچنین واجد چهار نوکلئوتید متمایز در جایگاه mtDNA COI است. هدف از این مطالعه، مقایسه صفات اندازه‌شی و شمارشی ماهی سفید رودخانه‌ای در رودخانه‌های حوضه نمک و تعیین صفات مناسب برای جداسازی جمعیت‌های مربوط به رودخانه‌های این حوضه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

طی سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۸۹ تعداد ۱۲۹ قطعه ماهی سفید نمکی (*S. namak*) از پنج جمعیت خزنق: ۳۷، غینرچه: ۲۴، قم‌رود: ۲۹، جاجرود: ۲۴ و قره‌چای: ۱۵ از حوضه نمک با استفاده از ساچوک و تورگوشگیر نمونه‌برداری گردید. نمونه‌ها بلافاصله پس از بیهوشی در پودر گل‌میخک ۱٪، در فرمالین ۱۰٪ تثبیت و به موزه ماهی‌شناسی دانشگاه صنعتی اصفهان منتقل گردیدند. این نمونه‌ها تحت شماره‌های IUT-IM۱۴۳-۰۱، IUT-IM۱۴۲-۰۱، IUT-IM۸۹-۰۲، IUT-IM۲۵-۰۳ و IUT-IM۱۸-۰۳ ثبت شده‌اند. در آزمایشگاه تعداد ۱۹ صفت اندازه‌شی شامل طول کل، طول چنگالی و طول استاندارد، طول سر، طول پوزه، طول گونه، قطر چشم، پیش‌باله پشتی، قاعده باله پشتی، پس‌باله پشتی، پیش‌باله مخرجی، قاعده باله مخرجی، پس‌باله مخرجی، پیش‌باله سینه‌ای، پیش‌باله شکمی، فاصله بین باله شکمی و سینه‌ای، ارتفاع بدن، ارتفاع ساقه دم و ارتفاع سر با استفاده از نرم‌افزار ImageJ اندازه‌گیری شد (شکل ۱). همچنین، ۱۴ صفت شمارشی شامل شعاع سخت باله پشتی، شعاع نرم باله پشتی، تعداد شعاع باله دم، شعاع نرم باله مخرجی، شعاع سخت باله مخرجی، شعاع سخت باله شکمی، شعاع نرم باله سینه‌ای، شعاع

توصیفی و آزمون نرمال بودن داده‌ها بررسی شد. برای مقایسه جمعیت‌ها، از آزمون‌های ANOVA یک طرفه، آزمون تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA) و آزمون تحلیل همبستگی کانونی (CVA) با استفاده از نرم‌افزارهای PAST Ver 2.17b، SPSS Ver22 و Excel 2013 استفاده گردید.

جدول ۱. ویژگی‌های شمارشی مورد استفاده برای تفکیک جمعیت‌های ماهی سفید رودخانه‌ای در حوضه نمک

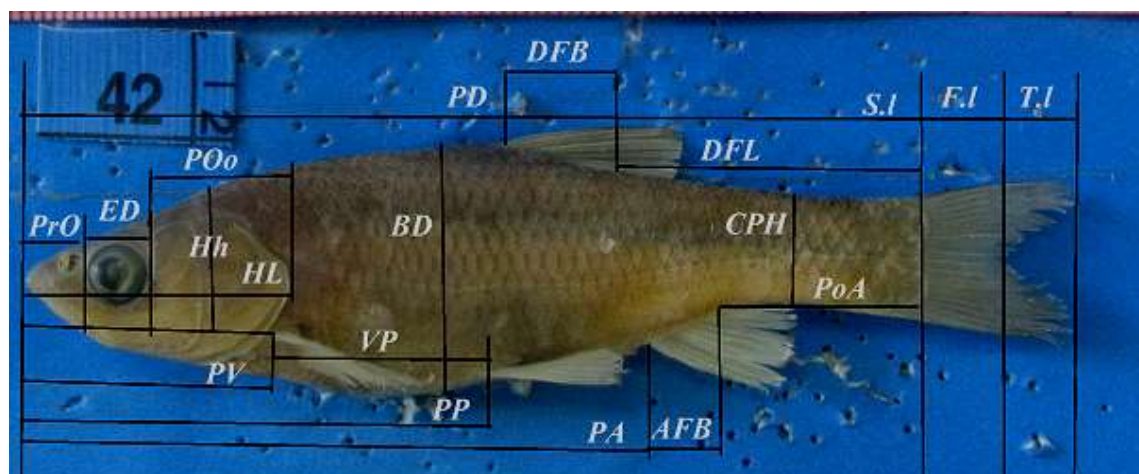
ردیف	صفات
۱	تعداد فلس روی خط جانبی
۲	تعداد فلس بالای خط جانبی
۳	تعداد فلس پایین خط جانبی
۴	تعداد فلس جلو باله پشتی
۵	تعداد فلس دور ساقه دم
۶	تعداد شعاع سخت باله پشتی
۷	تعداد شعاع نرم باله پشتی
۸	تعداد شعاع باله دم
۹	تعداد شعاع نرم باله مخرجی
۱۰	تعداد شعاع سخت باله مخرجی
۱۱	تعداد شعاع نرم باله شکمی
۱۲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

سخت باله سینه‌ای، تعداد فلس روی خط جانبی، تعداد فلس بالا خط جانبی، تعداد فلس پایین خط جانبی، تعداد فلس جلو باله پشتی و تعداد فلس دور ساقه دم به کمک استریومیکروسکوپ شمارش شدند (جدول ۱). اصلاح داده‌های خام ریختی به متغیرهایی که مستقل از اندازه بدن هستند، نخستین گام در تحلیل آماری داده‌های ریخت‌شناسی می‌باشد (Turan, 2008). به منظور حذف اندازه، داده‌های ریختی قبل از تجزیه و تحلیل به کمک فرمول یکام استاندارد شدند (Beacham, 1985). استاندارد کردن داده‌های ریختی تغییرات ناشی از رشد آلومتریک را کاهش خواهد داد (Karakousis *et al.*, 1991).

$$M_{(t)} = M_{(0)} (L/L_{(0)})^b$$

که در آن M_t : مقادیر استاندارد شده صفات، M_0 : طول صفات مشاهده شده، L : میانگین طول استاندارد برای کل نمونه و برای همه مناطق، L_0 : طول استاندارد هر نمونه و b : ضریب رگرسیونی بین $\log M_0$ و L_0 برای هر منطقه است.

کارایی داده‌های اصلاح شده از طریق آزمون معنی‌دار بودن همبستگی بین متغیر اصلاح‌شده و طول استاندارد مورد سنجش قرار گرفت و سپس آماره‌های



شکل ۱. فواصل اندازه‌گیری شده به وسیله نرم‌افزار ImageJ در جمعیت‌های مورد مطالعه (به میلی‌متر). طول کل (T.I)، طول چنگالی (F.I)، طول استاندارد (S.I)، طول پوزه (PrO)، قطر چشم (ED)، طول گونه (Poo)، طول سر (HL)، پیش باله پشتی (PD)، قاعده باله پشتی (DFB)، پس باله پشتی (DFI)، پیش باله مخرجی (PA)، قاعده باله مخرجی (AFB)، پس باله مخرجی (PoA)، پیش باله سینه‌ای (PV)، پیش باله شکمی (PP)، فاصله بین باله شکمی و سینه‌ای (V.P)، ارتفاع بدن (BD)، ارتفاع ساقه دم (CPH) و ارتفاع سر (Hh).

نتایج

صفات اندازه‌شی

نتایج حاصل از آنالیز کولموگروف- اسمیرنوف نشان داد که از بین ۱۹ صفت اندازه‌گیری شده تعداد ۵ صفت شامل قطر چشم، پس باله پشتی، پیش‌باله مخرجی، پیش‌باله شکمی و پیش‌باله سینه‌ای غیرنرمال و بقیه صفات نرمال بودند. در مرحله بعد صفات نرمال وارد آنالیز واریانس یک‌طرفه و گروه‌بندی دانکن (جدول ۲) و صفات غیرنرمال وارد آنالیز کروسکال- والیس (جدول ۳). بر همه ۵ صفت غیرنرمال در جمعیت‌ها با یکدیگر اختلاف معناداری داشتند که این صفات در آنالیز PCA، CVA و خوشه‌ای مورد استفاده قرار گرفتند. در بررسی نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA)، تعداد ۵ عامل

استخراج شد که در این بین تعداد یک مؤلفه بالاتر از خط برش جولیف قرار داشت که در مجموع با اختصاص ۶۹/۵۲ درصد واریانس بیشترین نقش را در تفکیک جمعیت‌ها به عهده داشت (شکل ۲). به منظور بررسی تفاوت‌های بین جمعیت‌های مورد مطالعه، نمودار پراکنش آن‌ها رسم شد. بر اساس نتایج حاصل از گروه‌بندی جمعیت‌ها در آنالیز PCA، جمعیت قره‌چای از سایر جمعیت‌ها جدا شد ولی بقیه جمعیت‌ها دارای هم‌پوشانی بودند. نقش هر یک از صفات غیرپارامتریک در گروه‌بندی جمعیت‌ها در طول محور PC1 و PC2 در جدول ۴ آمده است. بر این اساس، در طول محور PC1 بیشترین نقش مربوط به صفت پیش‌باله مخرجی و در طول محور PC2 بیشترین نقش مربوط به صفت پیش‌باله سینه‌ای بود.

جدول ۲. میانگین، انحراف معیار، نتایج حاصل از آزمون واریانس یکطرفه و گروه‌بندی دانکن صفات اندازه‌شی در جمعیت‌های مورد

مطالعه ماهی سفید رودخانه‌ای در رودخانه‌های حوضه نمک (برحسب میلی‌متر)

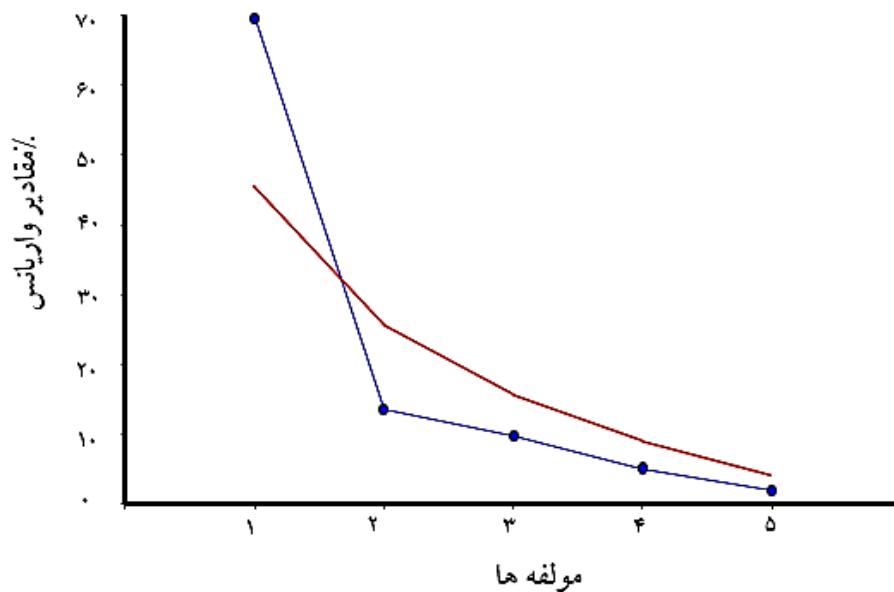
صفات	رودخانه خزق	رودخانه قره‌چای	رودخانه غیرنچه	رودخانه جاجرود	رودخانه قمرود
طول کل	۴۷/۶۹±۱۸/۰۹ ^{bc}	۱۰۰/۰۰±۱۷/۵۴ ^{bc}	۵۵/۱۷±۲۶/۹۴ ^{bc}	۷۰/۱۷±۱۴/۷۱ ^a	۴۱/۱۹±۶/۳۹ ^{bc}
طول چنگالی	۴۴/۴۶±۱۷/۰۸ ^{bc}	۹۲/۹۸±۱۶/۵۶ ^b	۵۱/۱۶±۲۵/۲۰ ^{bb}	۶۵/۳۴±۱۳/۷۹ ^a	۳۸/۲۶±۶/۹۰ ^b
طول استاندارد*	۳۹/۷۰±۱۵/۳۵	۸۴/۰۷±۱۵/۴۶	۴۵/۶۹±۲۲/۸۱	۵۶/۶۹±۱۲/۷۲	۳۴/۲۹±۵/۵۹
طول سر	۱۱/۸۲±۴/۰۵ ^{bc}	۲۴/۱۹±۴/۵۱ ^b	۱۳/۹۲±۶/۶۶ ^c	۱۶/۳۷±۳/۵۷ ^a	۹/۹۳±۱/۴۳ ^a
طول پوزه	۲/۴۹±۰/۸۰ ^a	۵/۵۴±۱/۶۰ ^c	۳/۱۲±۱/۵۹ ^b	۳/۵۱±۱/۰۹ ^a	۲/۱۷±۰/۳۸ ^a
طول گونه	۵/۹۹±۲/۳۹ ^a	۱۳/۳۹±۲/۵۶ ^c	۶/۸۶±۳/۴۵ ^b	۹/۰۴±۲/۲۳ ^b	۵/۰۰±۰/۸۴ ^a
پیش باله پشتی	۲۲/۷۳±۸/۵۷ ^b	۴۷/۶۶±۸/۹۴ ^b	۲۶/۳۸±۱۳/۰۸ ^b	۳۴/۱۳±۶/۹۳ ^b	۱۹/۴۶±۳/۲۴ ^a
قاعده باله پشتی	۳/۹۷±۱/۷۴ ^c	۷/۲۸±۱/۶۷ ^c	۴/۰۴±۲/۳۵ ^b	۴/۸۷±۱/۰۴ ^b	۲/۹۴±۰/۵ ^a
قاعده باله مخرجی	۳/۷۸±۱/۶۴ ^b	۷/۴۹±۱/۲۷ ^d	۳/۶۱±۱/۹۴ ^{ab}	۴/۶۳±۱/۱۳ ^b	۲/۶۹±۰/۵۹ ^a
پس باله مخرجی	۷/۴۸±۲/۸۳ ^{ab}	۱۴/۶۲±۳/۱۸ ^{ab}	۸/۵۸±۴/۴۸ ^{ab}	۱۰/۱۰±۱/۱۳ ^b	۶/۷۲±۱/۰۶ ^a
فاصله باله شکمی و سینه‌ای	۹/۶۷±۴/۳۳ ^a	۲۱/۲۸±۳/۹۶ ^b	۱۱/۰۷±۵/۶۱ ^a	۳۲/۳۸±۷/۰۸ ^b	۸/۶۸±۱/۷ ^a
ارتفاع بدن	۹/۵۵±۴/۱۸ ^a	۲۲/۱۵±۴/۹۲ ^b	۱۱/۳۲±۶/۳۹ ^a	۱۵/۹۹±۳/۵۹ ^c	۸/۹۵±۱/۷۸ ^b
ارتفاع باله دم	۴/۰۹±۱/۹۹ ^a	۱۰/۲۵±۱/۹۴ ^b	۴/۶۸±۲/۸۷ ^a	۷/۴۵±۱/۷۴ ^c	۳/۹۸±۰/۷۷ ^b
ارتفاع سر	۴/۰۹±۱/۹۹ ^a	۱۴/۱۳±۳/۰۱ ^b	۷/۶۱±۴/۱۰ ^a	۱۰/۶۱±۲/۲۶ ^b	۵/۷۶±۱/۱ ^a

نکته: داده‌های جدول داده‌های خام و غیر استاندارد شده می‌باشند، ولی در آنالیزها از داده‌های استاندارد شده استفاده شده است.

جدول ۳. میانگین و انحراف معیار و نتایج آزمون کروسکال- والیس صفات غیر نرمال جمعیت‌های مورد مطالعه ماهی سفید رودخانه‌ای

در رودخانه‌های حوضه نمک (برحسب میلی‌متر)

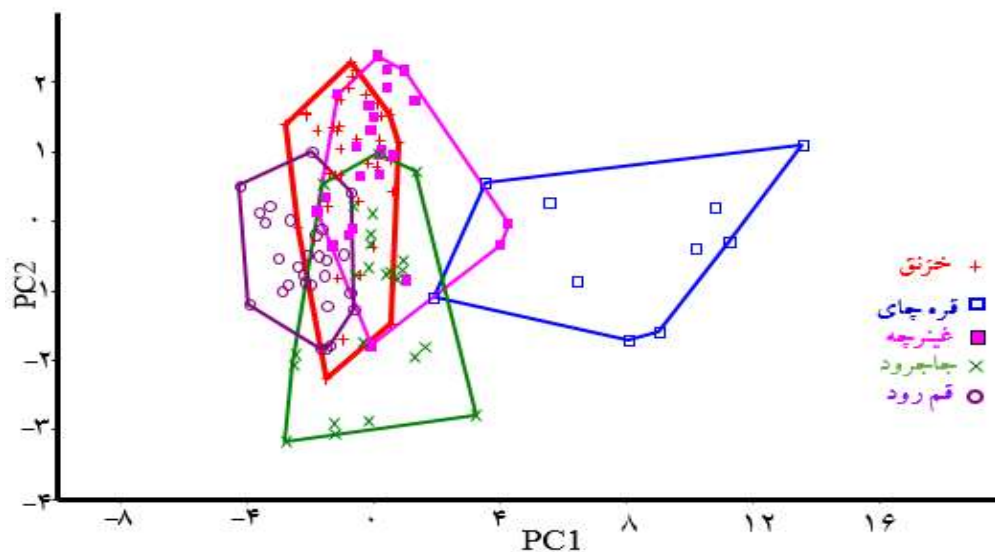
صفات	رودخانه خزق	رودخانه قره‌چای	رودخانه قمرود	رودخانه جاجرود	رودخانه غیرنچه	P
قطر چشم	۰/۸۹±۳/۲۷	۱/۲۷±۵/۶۰	۰/۳۴±۲/۵۹	۰/۸۵±۳/۷۶	۱/۵۸±۳/۸۰	۰/۰۰۰
پس‌باله پشتی	۴/۸۴±۱۲/۷۱	۵/۰۱±۲۷/۰۶	۳/۵۴±۱۲/۰۵	۴/۹۶±۲۰/۳	۷/۷۳±۱۵/۱۴	۰/۰۰۰
پیش‌باله مخرجی	۱۱/۱۲±۲۸/۴۱	۱۱/۶۴±۵۹/۲۳	۳/۹۴±۲۴/۲۶	۹/۰۸±۴۳/۶	۱۶/۳۹±۳۲/۹۸	۰/۰۰۰
پیش‌باله سینه‌ای	۳/۸۸±۱۲/۰۰	۵/۱۷±۲۲/۹۳	۱/۵۰±۱۰/۰۱	۲/۸۹±۱۱/۲۹	۶/۳۹±۱۴/۰۱	۰/۰۰۰
پیش‌باله شکمی	۸/۳۰±۲۱/۳۰	۸/۳±۴۴/۰۱	۳/۱۵±۱۸/۶۱	۳/۸۴±۱۶/۳۸	۱۱/۹۶±۲۴/۹۷	۰/۰۰۰



شکل ۲. نمودار نقطه‌ای مؤلفه‌های اصلی و نمایش خط برش جولیف (خط قرمز رنگ) که نشان‌دهنده مرز مؤلفه‌های اصلی صفات اندازه‌گیری است.

جدول ۴. سهم هر یک از صفات ناپارامتریک در دو جهت محور PC1 و PC2

صفات	محور PC1	محور PC2
قطر چشم	۰/۰۶۹	۰/۴۳۶
پس باله پستی	۰/۳۷۷	۰/۱۳۷
پیش باله مخرجی	۰/۷۵۶	-۰/۴۰۴
پیش باله سینه‌ای	۰/۳۶۳	۰/۷۷۷
پیش باله شکمی	۰/۳۵۸	-۰/۱۵۲

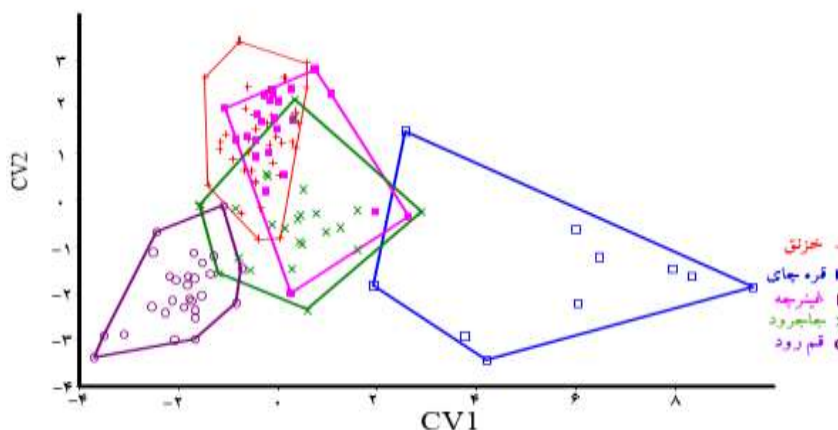


شکل ۳. نمودار تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA) صفات اندازه‌گیری جمعیت‌های مورد مطالعه ماهی سفید رودخانه‌ای در رودخانه‌های حوضه نمک.

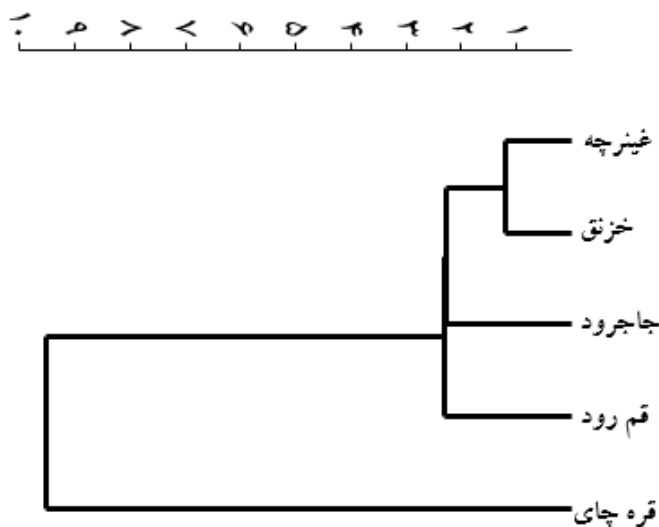
صفات شمارشی

نتایج حاصل از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف صفات شمارشی نشان داد که تمامی صفات غیرنرمال می‌باشند. در مرحله بعد داده‌های حاصل از صفات شمارشی وارد آنالیز کروسکال-والیس شدند (جدول ۵). با توجه به نتایج حاصل از این آزمون جمعیت‌های مورد مطالعه به جز در صفات فلس دور ساقه دمی، شعاع سخت باله سینه‌ای و شکمی، شعاع نرم باله مخرجی، شعاع سخت باله مخرجی، شعاع‌های سخت و نرم باله پشتی در بقیه صفات با یکدیگر اختلاف داشتند.

ترسیم پراکنش نقطه‌ای جمعیت‌های مورد مطالعه حوضه نمک بر اساس آنالیز (CVA) صفات اندازه‌گیری (Wilks lambda=۰/۰۳۸۳، $f=۳۱/۷$ و $p<۰/۰۰۰۲$) نیز نشان داد که بین جمعیت‌های مورد مطالعه تا حدودی تفاوت معنی‌داری دیده می‌شود، از جمله این تفاوت‌ها می‌توان به بین جمعیت‌های قمرود با خزنق و جدایی بین جمعیت‌های خزنق و قمرود با قره‌چای اشاره کرد (شکل ۴). در نتایج آنالیز خوشه‌ای (شکل ۵) نیز جمعیت رودخانه قره‌چای به تنهایی در یک دسته قرار گرفته و از سایر جمعیت‌ها متمایز شده است.



شکل ۵. نمودار تجزیه همبستگی کانونی (CVA) جمعیت‌های مورد مطالعه ماهی سفید رودخانه‌ای در رودخانه‌های حوضه نمک بر اساس صفات اندازه‌گیری



شکل ۵. نمودار آنالیز خوشه‌ای جمعیت‌های مورد مطالعه ماهی سفید رودخانه‌ای در رودخانه‌های حوضه نمک بر اساس صفات اندازه‌گیری

شد بر اساس نتایج حاصل از گروه‌بندی جمعیت‌ها، آنالیز PCA تفاوت معنی‌داری بین جمعیت‌های مورد مطالعه نشان نداد هر چند هم‌پوشانی بین آن‌ها اندک است (شکل ۷). نقش هر یک از صفات غیرپارامتریک در گروه‌بندی جمعیت‌ها در طول محور PC1 و PC2 در جدول ۴ آمده است. بر این اساس، در طول محور PC1 بیشترین نقش مربوط صفت فلس دور ساقه دم و در طول محور PC2 بیشترین نقش مربوط به صفت فلس روی خط جانبی است.

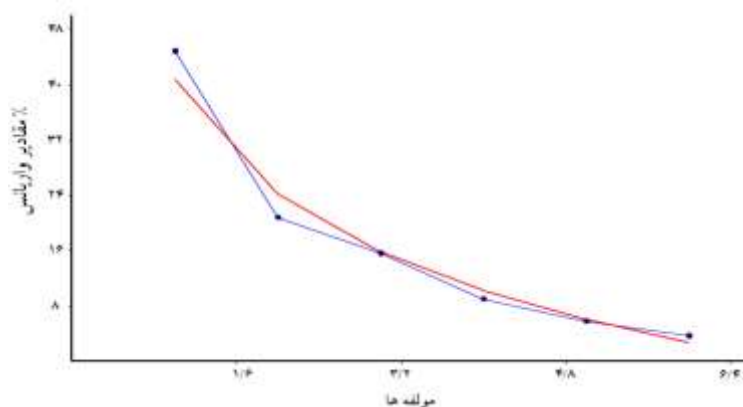
در مرحله بعد از صفات معنادار جهت آنالیزهای PCA، CVA و آنالیز خوشه‌ای مورد استفاده قرار گرفت. در بررسی نتایج آزمون تجزیه به مؤلفه (PCA)، تعداد ۶ عامل استخراج شد که یک عامل بالاتر از خط برش جولیف قرار داشت که مقدار واریانس مربوط به این مؤلفه با ۴۶/۱۷ درصد واریانس بیشترین نقش را در تفکیک جمعیت‌ها به عهده داشته است (شکل ۶). به منظور بررسی تفاوت‌های شکل بدن بین جمعیت‌های مورد مطالعه، نمودار پراکنش آن‌ها رسم

جدول ۵. میانگین، انحراف معیار و نتایج آزمون کروسکال-والیس صفات غیر نرمال جمعیت‌های مورد مطالعه ماهی سفید رودخانه‌ای در رودخانه‌های حوضه نمک

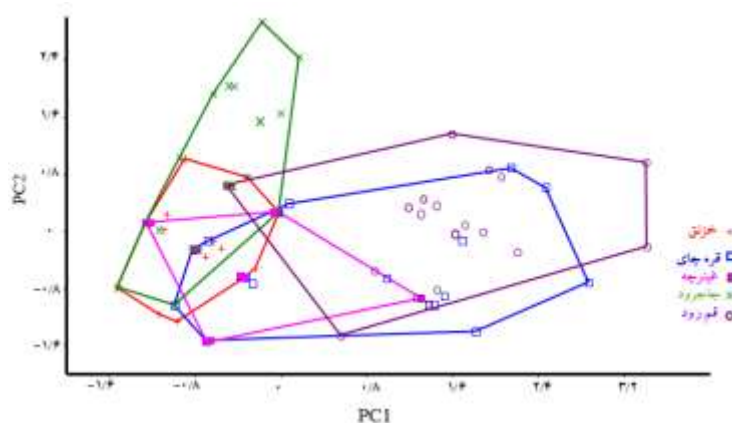
ردیف	قمرود (n= ۲۹)	خزق (n= ۳۷)	غینرچه (n= ۲۴)	قره چای (n= ۲۳)	جاجرود (n= ۱۳)	p
۱	۱۵/۶۲±۰/۵۶	۱۴/۶۵±۰/۷۲	۱۵/۲۹±۰/۸۱	۱۵/۸۳±۰/۶۵	۱۴/۷۲±۰/۵۴	۰/۰۰۰
۲	۱/۰۰±۰/۰۰	۱/۰۰±۰/۰۰	۱/۰۰±۰/۰۰	۱/۰۰±۰/۰۰	۱/۰۰±۰/۰۰	۱/۰۰
۳	۸/۰۳±۰/۱۹	۸/۰۸±۰/۲۸	۸/۰۰±۰/۰۰	۸/۰۰±۰/۰۰	۸/۰۴±۰/۰۲	۱/۰۰۰
۴	۲/۰۰±۰/۰۰	۳/۰۰±۰/۰۰	۳/۰۰±۰/۰۰	۳/۰۰±۰/۰۰	۲/۸۵±۰/۰۰	۰/۴۵
۵	۸/۲۴±۰/۴۴	۸/۴۹±۰/۵۱	۸/۲۵±۰/۴۴	۸/۸۳±۰/۳۹	۸/۶۴±۰/۴۹	۰/۰۰۰
۶	۱/۰۰±۰/۰۰	۱/۰۰±۰/۰۰	۱/۰۰±۰/۰۰	۱/۰۰±۰/۰۰	۱/۰۰±۰/۰۰	۱/۰۰۰
۷	۸/۱۰±۰/۳۱	۸/۱۶±۰/۳۷	۸/۰۸±۰/۲۸	۸/۲۶±۰/۵۴	۸/۲۴±۰/۴۴	۰/۳۸۲
۸	۳/۰۰±۰/۰۰	۳/۰۰±۰/۰۰	۳/۰۰±۰/۰۰	۳/۰۰±۰/۰۰	۳/۰۰±۰/۰۰	۱/۰۰
۹	۱۹/۰۰±۰/۲۷	۱۸/۹۷±۰/۳۷	۱۹/۰۰±۰/۲۹	۱۸/۹۶±۰/۲۱	۱۸/۸۰±۰/۴۱	۰/۱۵۹
۱۰	۳/۳۷±۰/۴۹	۳/۱۳±۰/۳۴	۳/۰۰±۰/۰۰	۳/۳۴±۰/۴۸	۳/۲۴±۰/۴۴	۰/۰۰۰
۱	۴۴/۹۰±۰/۷۷	۴۴/۱۶±۰/۵۵	۴۴/۰۰±۰/۴۲	۴۴/۳۵±۰/۷۸	۴۴/۹۶±۱/۱۰	۰/۰۰۰
۱۲	۷/۲۴±۰/۴۳	۷/۱۵±۰/۳۷	۷/۰۰±۰/۰۰	۷/۴۷±۰/۵۱	۷/۰۴±۰/۰۲	۰/۰۰۰
۱۳	۱۸/۲۴±۰/۵۱	۱۸/۲۴±۰/۴۳	۱۸/۲۱±۰/۴۱	۱۸/۳۹±۰/۵	۱۸/۴۰±۰/۵	۰/۳۴۱
۱۴	۱۴/۰۷±۰/۶۵	۱۴/۰۰±۰/۰۰	۱۴/۷۵±۰/۵۶	۱۴/۱۳±۱/۱۸	۱۴/۰۰±۰/۰۰	۰/۰۰۰

جدول ۶. سهم هر یک از صفات ناپارامتریک در دو جهت محور PC1 و PC2

صفات	محور PC1	محور PC2
فلس دور ساقه دم	۰/۸۲۳	-۰/۱۴۵
فلس پایین خط جانبی	۰/۱۸۹	۰/۱۱۷
فلس بالای خط جانبی	۰/۰۹۸	-۰/۰۸۵
فلس روی خط جانبی	۰/۰۳۱	۰/۸۹۲
شعاع نرم باله سینه‌ای	۰/۴۲۳	-۰/۴۰۲
شعاع نرم باله شکمی	-۰/۰۳۹	۰/۰۰۵۳



شکل ۶. نمودار نقطه‌ای مؤلفه‌های اصلی و نمایش خط برش جولیف (خط قرمز) که نشان‌دهنده مرز مؤلفه‌های اصلی صفات شمارشی است.



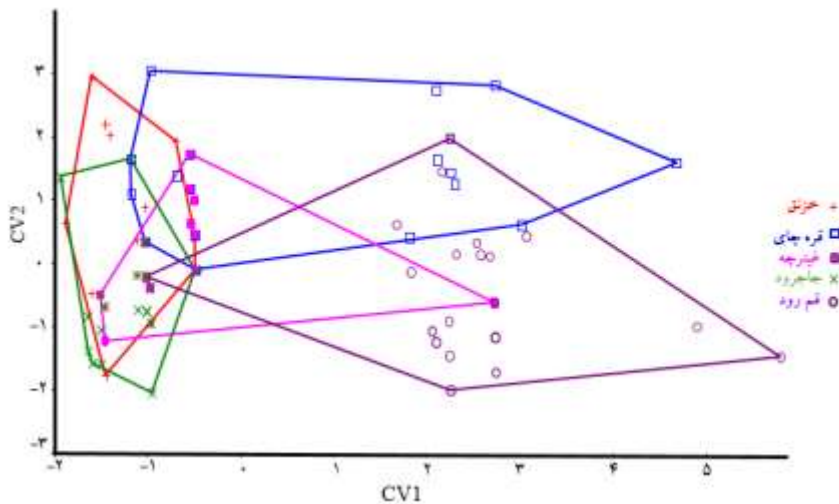
شکل ۷. نمودار تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA) شمارشی جمعیت‌های مورد مطالعه ماهی سفید رودخانه‌ای در رودخانه‌های حوضه نمک

مطالعه ویژگی‌های ریختی است (Erguden & Turan, 2005). بررسی تنوع‌پذیری در ویژگی‌های ریخت‌شناسی و بوم‌شناسی جمعیت‌های یک گونه که در محیط‌های متفاوت از نظر خصوصیات زیستگاهی زندگی می‌کنند، تأثیر تغییرات محیطی بر روی ویژگی‌های جمعیتی را بهتر نشان می‌دهند (Kuliev, 1984). با توجه به نتایج حاصل از آنالیز صفات شمارشی در تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، تفاوت معنی‌داری بین جمعیت‌های مورد مطالعه دیده شد، از جمله این تفاوت‌ها جدایی جمعیت قره‌چای از جمعیت‌های خزنق و قمرود بود. نتایج تجزیه همبستگی کانونی (CVA) نیز توانست جمعیت‌های مورد مطالعه را تا حدودی از یکدیگر جدا کند که می‌توان به تفاوت بین جمعیت‌های خزنق با قمرود و جدایی بین جمعیت‌های خزنق و قمرود با قره‌چای اشاره کرد.

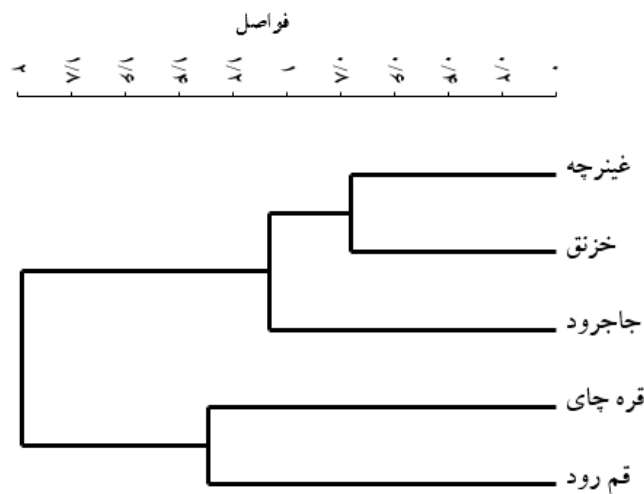
ترسیم پراکنش نقطه‌ای جمعیت‌های مورد مطالعه حوضه نمک بر اساس آنالیز (CVA) صفات اندازه‌ی نیز نشان داد که بین جمعیت‌های مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری دیده نمی‌شود، هر چند جمعیت‌های خزنق و غیرچره تا حدودی جدا شدند (شکل ۸). نتایج حاصل از آنالیز خوشه‌ای (شکل ۹) نیز قمرود و قره‌چای را در یک گروه قرار داد و بیشترین تمایز را با سایر جمعیت‌ها داشتند.

بحث و نتیجه‌گیری

شناسایی جمعیت‌های مختلف ماهیان و بررسی ذخایر آن‌ها به لحاظ حفظ مدیریت منطقی و کارآمد شیلاتی اهمیت بالایی دارد. پس می‌توان گفت که پایه و اساس شناسایی واحدهای جمعیتی مختلف در هر گونه



شکل ۸. نمودار تجزیه همبستگی کانونی (CVA) جمعیت‌های مورد مطالعه ماهی سفید رودخانه‌ای در رودخانه‌های حوضه نمک بر اساس صفات شمارشی



شکل ۵. نمودار آنالیز خوشه‌ای جمعیت‌های مورد مطالعه ماهی سفید رودخانه‌ای در رودخانه‌های حوضه نمک بر اساس صفات شمارشی

مورد مطالعه در حوضه دریاچه نمک نشان داد که جمعیت‌های مورد مطالعه بر اساس آنالیز PCA و CVA تفاوت آن‌چنانی بین جمعیت‌ها مشاهده نشد هر چند که میزان هم‌پوشانی بین آن‌ها نیز کم بود و در هر دو آنالیز جمعیت‌های قره‌چای و قم‌رود تا حدودی جدا شده بودند. اما، تحلیل خوشه‌ای حاصل از صفات شمارشی توانست قره‌چای و قم‌رود را در یک گروه قرار دهد. در مطالعه حال حاضر داده‌های حاصل از صفات شمارشی در حوضه دریاچه نمک از تنوع پایینی برخوردار بودند که دلیل آن ثبات صفات

همانطور که دیده شد نتایج حاصل از آنالیز CVA توانست نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA) صفات اندازه‌ای جمعیت‌های مورد مطالعه را تأیید نماید. در بررسی صفات در طول دو محور اصلی اول و دوم نشان داد که به ترتیب پیش‌باله سینه‌ای و پیش‌باله مخرجی بیشترین نقش را در تفکیک جمعیت‌ها به عهده داشته است. صفات مرفومتريک می‌توانند انعطاف‌پذیری زیادی نسبت به فاکتورهای محیطی مانند دما و فراوانی غذا نشان دهند (Turan, 1999). در بررسی ۱۴ صفت شمارشی در بین جمعیت‌های

شمارشی در ماهیان می‌باشد (Winfield & Nelson, 1991). این در حالی است که تنوع در صفات مرستیکی بیشتر تحت تأثیر ژنتیکی بوده و کمتر تحت تأثیر فاکتورهای زیستگاهی (محیطی) قرار می‌گیرد (Karakusis et al., 1991).

Alizadeh et al. (2015) در بررسی تنوع ریختی ماهی سفید رودخانه‌ای در رودخانه‌های دوغ، سیاهرود و سفیدرود در بخش جنوبی حوضه دریای خزر به این نتیجه رسیدند که از جمله صفات جداکننده بین جمعیت‌ها قطر مردمک چشم، فاصله باله پشتی - دم، طول قاعده باله مخرجی فاصله بین چشم‌ها و عرض سر بود. همچنین نقش هر یک از صفات در طول دو محور اصلی اول و دوم را به ترتیب عرض ساقه دم، طول قاعده باله سینه‌ای و قطر چشم در طول محور اول و فاصله بین چشم‌ها قطر مردمک چشم و طول قاعده باله مخرجی در طول محور دوم عنوان کردند.

ماهیان قادرند در مدت زمان اندکی نسبت به شرایط محیطی که در آن زیست می‌نمایند عکس‌العمل نشان داده و به سرعت در زیستگاه‌هایی با شرایط متفاوت، جمعیت‌هایی را با الگوهای ریختی مختلف ایجاد کند (Mouludi-Saleh et al., 2017b).

ریخت‌شناسی در ماهیان نسبت به سایر مهره‌داران بیشتر دچار تغییرات درون‌گونه‌ای و بین‌گونه‌ای می‌شود و نسبت به تغییرات ناشی از محیط حساسیت بیشتری را نشان می‌دهند. در گذشته تصور می‌شد که تغییرات ریختی صرفاً منشأ ژنتیکی دارد، اما امروزه مشخص شده که تغییرات محیطی نیز در کنار عوامل ژنتیکی در تغییرات ریختی تأثیرگذار می‌باشد، به این ترتیب نقش محیط به عنوان عامل اصلی تغییرات ریختی به اثبات رسیده است (Mouludi-Saleh et al., 2017a).

توضیح علل به وجود آمدن تفاوت‌های ریختی میان جمعیت‌ها بسیار دشوار است، ولی اساساً بسیاری از گونه‌های ماهیان در زیستگاه‌های مختلف می‌توانند تفاوت‌های ریختی نشان دهند (Mouludi-

Saleh et al., 2017c). در این مطالعه فاصله تاکسونومیکی بر اساس صفات ریخت‌سنجی و شمارشی نشان داد که عملکرد صفات اندازه‌شی در جدایی جمعیتی نسبت به صفات شمارشی بهتر بوده است و بهتر توانسته است که جمعیت‌ها را از یکدیگر جدا کند. با توجه به این که صفات ریخت‌سنجی بیشتر تحت تأثیر شرایط اکولوژیکی بوده و به صورت آشکارتری تفاوت‌های زیستگاهی و فنوتیپی را در سطح جمعیت‌ها نشان می‌دهد (Jerry & Cairns, 1998; Keivany et al., 2016a).

نتیجه‌گرفت که جمعیت‌های صید شده از رودخانه‌های حوضه دریاچه نمک احتمالاً از نظر زیستگاهی و شرایط اکولوژیکی متفاوت می‌باشند. در طول مراحل اولیه نمو ماهیان ویژگی‌های محیطی و زیستگاه دارای اثرات مهمی بر ماهیان هستند و ماهیان دارای سنین کم و جثه کوچک به تغییرات شرایط محیطی بسیار حساس هستند. معمولاً ماهیانی که در دوران اولیه زندگی دارای شرایط محیطی مشابه هستند از لحاظ ریختی وضعیت مشابهی دارند (Pinheiro et al., 2016a; Keivany et al., 2005).

با این حال، این تفاوت‌ها می‌تواند به علت جدایی جغرافیایی و تنوع و دگرگونی ژنتیکی نیز باشد، بنابراین، پیشنهاد می‌شود برای مطالعه دقیق‌تر و قابل استنادتر تفکیک جمعیت‌های ماهی سفید حوضه دریاچه نمک از روش‌های مولکولی نیز استفاده شود.

سپاسگزاری

از آقایان دکتر سالار درافشان، دکتر منوچهر نصری، مهندس سعید اسدالله، مهندس علی نظام‌الاسلامی و مهندس علی میرزایی جهت همکاری در نمونه‌برداری تشکر و قدردانی می‌نماییم. از آقای مهندس مظاهر زمانی فرادنبه، نیز به خاطر کمک در کارهای آزمایشگاهی، سپاسگزاری می‌شود. هزینه‌های مالی اجرای این پژوهش توسط دانشگاه صنعتی اصفهان تأمین شده است.

REFERENCES

- Alizadeh, M.; Patimar, R.; Abdoli, A.; Farhangi, M.; Golzarianpour, K.; (2015). A study on morphological variation of Chub, *Leuciscus orientalis*, (Nordmann, 1840) in the southern Caspian Sea basin. *Journal of Animal Environment*; 7(1): 217-228.
- Beacham, T.D.; (1985). Variation and morphometric variation in Pink Salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) in Southern British Columbia and Puget Sound. *Canadian Journal of Zoology*; 2: 366-372.
- Berg, L.S.; (1948). Freshwater fishes of the USSR and adjacent countries. Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem (1962-1965). 3 volumes.
- Bianco, P.G.; Banareescu, P.; (1982). A contribution to the knowledge of the Cyprinidae of Iran (Pisces, Cypriniformes). *Cybiurn*; 6(2): 75-96.
- Erguden, D.; Turan, C.; (2005). Examination of genetic and morphological structure of Sea-Bass (*Dicentrarchus labrax* L., 1785) populations in Turkish Coastal waters. *Turkish Journal of Vertebrate Animal Sciences*; 29: 727-733.
- Esmaeili, H.R.; Mehraban, H.; Abbasi, K.; Keivany, Y.; Coad, B.; (2017). Review and updated checklist of freshwater fishes of Iran: Taxonomy, distribution and conservation status. *Iranian Journal of Ichthyology*; 4(Suppl. 1):1-114.
- Haghighy, E.; Sattari, M.; Dorafshan, S.; Keivany, Y.; (2015). Intra-population variations in the morphology of Spirlin, *Alburnoides eichwaldii* (Cypriniformes: Cyprinidae) in Kargan-Rud and Lamir rivers in Guilan province, northern Iran. *Experimental Animal Biology*; 4(12): 37-46.
- Jerry, D.R.; Cairens, S.C.; (1998). Morphological variation in the catadromous Australian Bass from seven geographically distinct riverine drainage. *Journal of Fish Biology*; 52: 825-843.
- Karakousis, Y.; Triantaphyllidis, C.; Economidis, P.S.; (1991). Morphological variability among seven populations of brown trout, *Salmon trutta* L., in Greece. *Journal of Fish Biology*; 38:807-817.
- Karakousis, Y.; Triantaphyllidis, C.; Economidis, P.S.; (1991). Morphological variability among seven populations of brown trout, *Salmon trutta* L., in Greece. *Journal of Fish Biology*; 38(6): 807-817.
- Keivany, Y.; (2008). A summary of phylogenetic fish systematics, Isfahan University of Technology Press, Isfahan, Iran. 220p.
- Keivany, Y.; Mousavi, S.M.A.; Dorafshan, S.; Zamani-Faradonbe, M.; (2016a). Morphological diversity of *Alburnus mossulensis* (Heckel, 1843) populations in Karun River basin. *Journal of Applied Ichthyological Research*; 4(1): 87-10.
- Keivany, Y.; Nasri, M.; Abbasi, K.; Abdoli, A.; (2016b). Atlas of Inland Water Fishes of Iran. Iran Department of Environment Press Tehran, Iran.
- Khaefi, R.; Esmaeili, H.R.; Sayyadzadeh, G.; Geiger, M.F.; Freyhof, J.; (2016). *Squalius namak*, a new chub from Lake Namak basin in Iran (Teleostei: Cyprinidae). *Zootaxa*; 4169(1): 145-159.
- Kuliev, Z.M.; (1984). On the variability of morphometric characters in the Caspian roach, *Rutilus rutilus caspius* (Yakovlev) (Cyprinidae). *Voprosy Ikhtiologii*; 24(6): 935-945.
- Mouludi-Saleh, A.; Keivany, Y.; Jalali, S.A.H.; (2017a). Geometric morphometric comparison of Chub (*Squalius cephalus* L., 1758) in south-western Caspian Sea basin. *Journal of Applied Ichthyological Research*; Submitted.
- Mouludi-Saleh, A.; Keivany, Y.; Jalali, S.A.H.; (2017b). Geometric morphometric comparison of Chub (*Squalius namak* Khaefi et al., 2016)) in rivers of Lake Namak Basin of Iran. *Research in Zoology*; 7(1): 1-6.
- Mouludi-Saleh, A.; Keivany, Y.; Jalali, S.A.H.; Zamani-Faradonbeh, M.;

- (2017c). Geometric morphometric comparison of Chub (*Squalius cephalus* L., 1758) in south-eastern Caspian Sea basin. *Journal of Taxonomy and Biosystematics*; Submitted.
- Pinheiro, A.; Teixei, C.M.; Rego, A.L.; Marques, J.F.; Cabral, H.N.; (2005). Genetic and morphological variation of *Solea lascaris* (Risso, 1810) along the Portuguese coast. *Fisheries research*; 73(1): 67-78.
- Sagnes, P.; Gaudin, P.; Statzner, B.; (1997). Shift in morphometrics and their relation to hydrodynamic potential and habitat use during grayling ontogenesis. *Journal of Fish Biology*; 50: 846-858.
- Simon, K.D.; Bakar, Y.; Temple, S.E.; Mazlan, A.G.; (2010). Morphometric and meristic variation in two congeneric archer fishes *Toxotes chatareus* (Hamilton 1822) and *Toxotes jaculatrix* (Pallas 1767) inhabiting Malaysian coastal waters. *Journal of Zhejiang University-Science B Journal of Biomedicine and Biotechnology*; 11(11): 871-879.
- Turan, C.; (1999). A note on the examination of morphometric differentiation among fish populations: the truss system. *Turkish Journal of Zoology*; 23(3): 259-264.
- Turan, C.; (2008). Molecular systematics of the *Capoeta* (Cypriniformes: Cyprinidae) species complex inferred from mitochondrial 16S rDNA sequence data. *Acta Zoologica Cracoviensia*; 51: 1-14.
- Winfield, I.G.; Nelson, J.S.; (1991). Cyprinid fishes. Systematics, biology and exploitation. Chapman & Hall. 677 p.
- Yeamin Hossain, M.D.; Ohtomi, J.; Ahmed, Z.F.; (2009). Morphometric, meristic characteristics and conservation of the threatened fish, *Puntius sarana* (Hamilton, 1822) (Cyprinidae) in the Ganges river, northwestern Bangladesh. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*; 9: 223-225.