Investigation of Changes in Morphological Characteristics in water Frogs (*Pelophylax bedriagae*, Camerano, 1882) in Khouzestan Province

Fahimeh Saberi, Ashraf Jazayeri* and Tayebeh Mohammadi
Department of Biology, Faculty of Sciences, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahwaz, Iran

Received: 11 December 2021 Accepted: 14 March 2022

Key words

Pelophpylax bedriagae
Morphology
Demographic separation
Khuzestan

Abstract

The water frog (*P. bedriagae*) is considered as an important part of the food network balance in most ecosystems, it is affected by many environmental stresses and the distribution of its populations is strongly dependent on ecological factors. In this study, extensive sampling of swamp frog populations in the northern and southern parts of Khuzestan province was performed and the analysis of changes in morphological traits under the influence of geographical separation was performed. The results showed the presence of sexual morphology between morphological traits (T-test, ANOVA). In addition, the results of MANOVA and T^2 Hotelling test showed demographic separation between males and the absence of demographic separation in females in the northern and southern regions. To prove such a difference, multivariate principal component analysis (PCA) was performed. According to the results of the test, the male populations were divided into two separate groups, while in the female populations only a few were scattered and the rest formed a single group. Finally, the cluster analysis of the studied populations was divided into two groups based on morphometric traits, the population of Shush region and the population of the southern regions and parts of the northern regions. According to the results, despite the two morphologies and demographic separation in males based on morphological traits, demographic separation was not fully confirmed. Thus, despite the geographical separation of the populations of the two northern and southern regions of Khuzestan province, they still show a single population in terms of morphological traits. It should be noted that examining the presence or absence of population separation requires molecular studies in the future.

*Email: jazayeriashraf@ymail.com

صفات ریختی و تغییرات آن در جمعیت‌های قورباغه آبی *Pelophylax bedriagae* (Camerano, 1882) در استان خوزستان

فهیمه صابری، اشرف جزایری* و طیبه محمدی

گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

دریافت: ۵ آبان ۱۴۰۰ پذیرش: ۲۸ بهمن ۱۴۰۰

واژه‌های کلیدی

قورباغه آبی
صفات ریختی
جدایی جمعیتی
خوزستان

چکیده

قورباغه آبی (*P.bedriagae*) به عنوان بخش مهمی از تعادل شبکه غذایی در اکثر اکوسیستم‌ها محسوب می‌شود، تحت تأثیر تنش‌های محیطی فراوان قرار داشته و پراکنش جمعیت‌های آن وابستگی شدیدی به عومل اکولوژیکی دارد. در این پژوهش نمونه برداری گسترده‌ای از جمعیت‌های قورباغه مردابی در نواحی شمالی و جنوبی استان خوزستان انجام و تحلیل تغییرات صفات ریختی تحت تأثیر جدایی جغرافیایی انجام شد. نتایج به دست آمده وجود دو ریختی جنسی را در بین صفات ریختی نشان داد (آزمون‌های T-test، ANOVA). بعلاوه نتایج آزمون MANOVA و T^2 Hotelling جدایی جمعیتی بین نرها و عدم وجود جدایی جمعیتی را در ماده‌های نواحی شمالی و جنوبی نشان داد. به منظور اثبات چنین تفاوتی، تحلیل چند متغیره مؤلفه‌های اصلی (PCA) انجام شد. طبق نتایج حاصل از آزمون مذکور جمعیت‌های جنس نر در دو گروه مجزا تقسیم بندی شدند، این در حالی بود که در جمعیت‌های ماده تنها تعدادی به صورت پراکنده حضور داشت و مابقی تشکیل یک گروه واحد را دادند. در نهایت تحلیل خوشه‌ای جمعیت‌های مورد مطالعه را بر اساس صفات ریخت سنجی به دو گروه ، جمعیت ناحیه شوش و جمعیت نواحی جنوبی و بخش‌هایی از نواحی شمالی تقسیم نمود. با توجه به نتایج بدست آمده، با وجود دو ریختی جنسی و جدایی جمعیتی در جنس نر براساس صفات ریختی، جدایی جمعیتی بطور کامل تایید نشد. به این ترتیب با وجود جدایی جغرافیایی جمعیت‌های دو ناحیه شمالی و جنوبی استان خوزستان کماکان یک جمعیت واحد را از نظر بررسی صفات ریختی نشان می‌دهند. لازم به ذکر است بررسی وجود جدایی جمعیتی یا عدم آن، نیازمند انجام مطالعات مولکولی در آینده است.

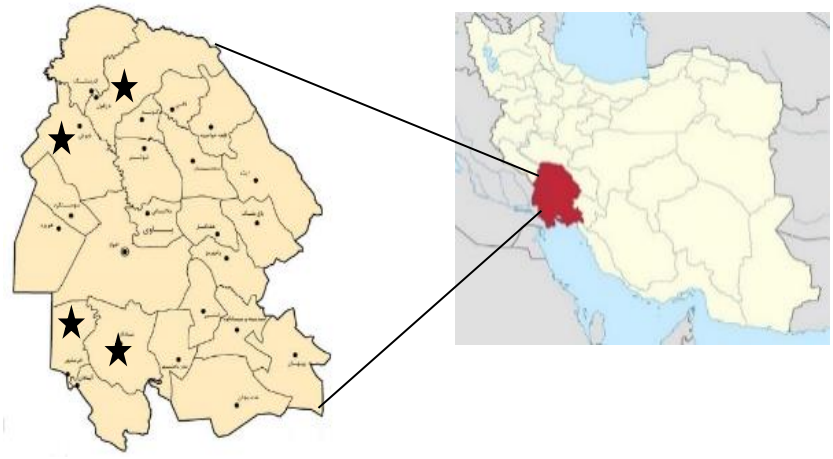
* پست الکترونیکی: jazayeriashraf@ymail.com

مقدمه

چهارپایان دارای جدیدترین جد مشترک با گروه‌های متنوع دونین هستند (Hickman *et al*., 2014) و در حال حاضر به منظور مقاصد تحقیقاتی در زمینه‌های مختلف، مورد توجه بسیاری از پژوهشگران قرار دارند (Measey *et al*., 2015). "منشأ پیدایش گونه قورباغه مردابی (*P.ridibundus*) گورو که امروزه به آن آتیرو گفته می‌شود، در کشور قزاقستان بوده است" (Pesarakloo, 2015). بسیاری از جمعیت‌های قورباغه آبی ایران که قبلا با نام *Pelophylax ridibundus* (Pallas, 1771) از ایران گزارش شده‌اند، هنوز مورد مطالعه مولکولی قرار نگرفته‌اند. مطالعه بعضی از جمعیت‌های جنس *Pelophylax* در ایران نشان می‌دهد که احتمال دارد قورباغه‌های آبی غرب ایران متعلق به گونه *Pelophylax bedriagae* باشند (Pesarakloo et al., 2016). این گونه به عنوان بخش مهمی از تعادل شبکه غذایی در اکثر اکوسیستم‌ها محسوب می‌شود (Jazayeri *et al*., 2012) و از آن‌جایی که به واسطه خونسرد بودن مکانیسم کارآمدی برای تنظیم درجه حرارت محیط ندارد، بدیهی است تحت تأثیر تنش‌های محیطی فراوان قرار داشته (Lukanov *et al*., 2014) و پراکنش جمعیت‌های آن وابستگی شدیدی به عوامل اکولوژیکی از جمله میزان حرارت و رطوبت محیط دارند (Moreno *et al*., 2014). یکی از روش‌های تعیین حدود گونه و مطالعات درون جمعیتی استفاده از مطالعات صفات ریختی است (Baran *et al*., 1998). در بررسی مجموعه صفات فیلوژنتیکی، مطالعه صفات ریختی مهم تلقی می‌شود و از آن‌جایی که با کمک علم ریخت شناسی مفاهیم نظریه تکامل در ارتباط با تغییرات تطابقی بدن مهره داران درک خواهد شد ، لذا باید آن را به دنبال فیزیولوژی، جنین شناسی، رفتار، محیط زیست و هم‌چنین یافته‌های مهم سیستماتیک و دیرین شناسی در نظر گرفت (Kardong *et al*., 2016).

مطالعه ساختار جمعیت‌ها، شباهت‌ها و تفاوت‌های درون و بین جمعیتی منجر به درک تاریخ تکاملی و رفتاری جمعیت‌های یک گونه می‌شود (Geraghty *et al*., 2013). از طرفی تغییرات جغرافیایی زیستگاه (وجود سد فیزیکی، عوارض طبیعی) موجب بروز تغییرات مهم در جمعیت شامل تحریک جهش زایی، تغییرات ژنتیکی و در نهایت بروز گونه زایی می‌گردد (Liburel & Herel, 2015)، هم‌چنین طی تغییرات اکوسیستم که به دنبال آن جمعیت‌های ساکن در یک آشیان اکولوژیکی نیز دچار تغییرات مورفولوژی، فیزیولوژیکی و حتی ژنتیکی خواهند شد موجب بروز واگریی و در برخی موارد گونه زایی در چنین جمعیتی می‌شود (Darvish, 2010).

از آنجایی که تاکنون دوزیستان بی‌دم در نواحی شمالی و جنوبی استان خوزستان کمتر مطالعه شده‌اند، به بررسی دو ریختی جنسی و مطالعه جمعیت‌های گونه *P. bedriagae* از نظر صفات ریختی در نواحی شمالی و مقایسه آنها با نواحی جنوبی استان خوزستان پرداخته شد (شکل ۲، ۳).



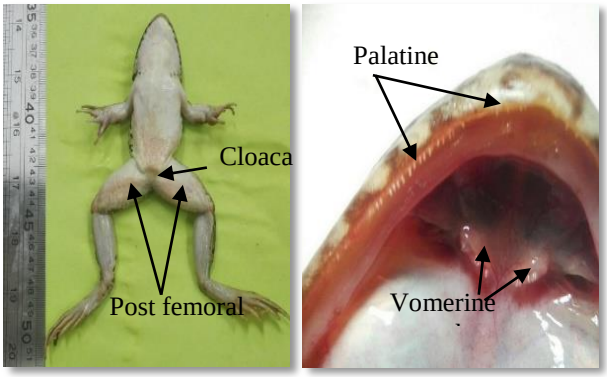
شکل ۱. نقشه جغرافیایی استان خوزستان

شکل ۲. استتار قورباغه مردابی، هنگام خطر صید، خرمشهر

شکل ۳. قورباغه مردابی (*P. bedriagae*)، زیستگاه شوش

مواد و روش ها

استان خوزستان با وسعتی معادل ۶۳۶۳۳ کیلومتر مربع، از تنوع اکولوژیکی و اقلیمی برخوردار است (پیوست، جدول ۱). با توجه به فاصله جغرافیایی و وجود عوارض طبیعی در حد فاصل نواحی شمالی و جنوبی استان، هم‌چنین وجود کلان شهر اهواز در حد فاصل این دو ناحیه (شکل ۱)، در پژوهش حاضر نواحی شمالی و جنوبی استان به عنوان مناطقی با جدایی جغرافیایی و تفاوت شرایط میکروکلیمایی (دما، درجه روشنایی و درصد رطوبت نسبی) محسوب شدند. به دنبال سفرهای مکرر به زیستگاه‌های مورد مطالعه، تعداد ۱۱۷ نمونه قورباغه مردابی طی فصول بهار و پائیز ۹۶-۹۵ با کمک تور دستی و به صورت زنده صید و پس از انجام آزمایشات به طبیعت بازگردانده شدند، عکس برداری‌های لازم از نمونه‌ها انجام شد و ویژگی‌های توصیفی هر نمونه ثبت گردید. پس از آن تعدادی از صفات ریختی با استفاده از کلیدهای معتبر شناسایی شد (Baloch & Kami, 2006). از آن‌جایی که هدف پژوهش حاضر مقایسه صفات ریختی در جمعیت‌های گونه مذکور بود، لذا تعدادی از صفات ریختی شاخص با استفاده از کلیدهای معتبر شناسایی (Baloch & Kami, 2006) و دیگر صفات جهت مقایسه دقیق‌تر انتخاب شدند (شکل ۴).



شکل ۴. برخی صفات مورد استفاده در تشخیص گونه قورباغه مردابی (*P. bedriagae*)، زیستگاه آبادان

بدین ترتیب نمونه‌ها بر اساس ۱۵ صفت ریختی بوسیله کولیس دیجیتال با میزان خطای ۰/۰۲ مورد اندازه گیری قرار گرفتند، بعلاوه وزن کل به وسیله ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه گیری شد (پیوست، جدول ۲). تشخیص جنسیت نمونه‌ها بر اساس وجود یا عدم وجود جسم پینه‌ای بر روی اولین انگشت قورباغه جنس نر صورت پذیرفت (Baloch & Kami, 2006). تمامی تجزیه و تحلیل‌های آماری توسط نرم افزار آماری Spss 20 و برای رسم دندروگرام حاصل از تحلیل خوشه‌ای از نرم افزار Minitab 16 استفاده شد. از آن‌جایی که دو ریختی جنسی می‌تواند در

تجزیه و تحلیل و نتایج حاصل از آزمون‌های آماری تأثیرگذار باشد، لذا قبل از بررسی تغییرات صفات ریختی دو ریختی جنسی بین دو جنس نر و ماده مورد آزمون قرار گرفت.

نتایج

در این پژوهش ۴۶ نمونه بالغ از نواحی شمالی (۳۲ نر، ۱۴ ماده) و ۷۱ نمونه از نواحی جنوبی (۳۱ نر، ۴۰ ماده) از گونه *P.bedriagae* جهت مطالعات آماری مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج حاصل از آنالیز واریانس تک متغیره (ANOVA) نشان داد که از ۱۵ صفت اندازه گیری شده، در ۱۴ صفت ماده‌ها بزرگ‌تراز نرها بودند و تفاوت معنی داری بین جنس‌ها از نظر این صفات وجود داشت (P<۰/۰۵) و تنها برای یک صفت فاصله بینی تا نوک پوزه (S.n.s) تفاوت معنی دار بین دو جنس نر و ماده مشاهده نشد (پیوست، جدول ۳). هم‌چنین، نتایج آنالیز واریانس چند متغیره (MANOVA) برای جدایی بردار میانگین بین جنس نر و ماده معنی دار بود و نشان داد گونه *P. bedriagae* دارای دو ریختی جنسی است (F=۲/۰۱۱، P=۰/۰۰۷)، (پیوست، جدول ۴).

به دلیل اثبات وجود دو ریختی جنسی بین جمعیت‌های شمالی و جنوبی استان خوزستان، آنالیزهای آماری تغییرات جغرافیایی صفات ریخت شناسی بر روی هر دو جنس به صورت مجزا انجام شد.

بنابراین، برای بررسی وجود یا عدم وجود تفاوت در سطح معنی‌داری (P<۰/۰۵)، در بین صفات ریختی از آنالیز واریانس یک‌طرفه (ANOVA) استفاده شد. نتایج حاصل از آنالیز واریانس ۱۵ صفت ریختی در ۶ جمعیت مختلف *P. bedriagae* برای جنس نر نشان داد که در ۱۴ صفت ریختی تفاوت معنی‌داری (P<۰/۰۵)، در بین جمعیت‌های مختلف این گونه وجود داشت که این یافته وجود جدایی جمعیتی را در بین نرها تأیید می‌کند. اما نتایج حاصل از آنالیز واریانس یک‌طرفه برای جنس ماده نشان داد که از بین ۱۵ صفت، تنها ۷ صفت دارای اختلاف معنی‌دار(P<۰/۰۵)، در بین ۶ جمعیت بود. بعلاوه در جنس نر صفات برآمدگی داخلی و در جنس ماده صفات فاصله بینی تا پوزه، طول سر، فاصله چشم تا نوک پوزه، طول بازوی دست، اندازه پرده صماخ، فاصله چشم تا بینی، برآمدگی داخلی و طول کف پا تفاوت معنی‌دار نداشتند (P>۰/۰۵). از این رو صفات مناسبی برای جدا کردن جمعیت‌ها محسوب نشده در نتیجه این صفات وارد مراحل بعدی آنالیزهای آماری نشد.

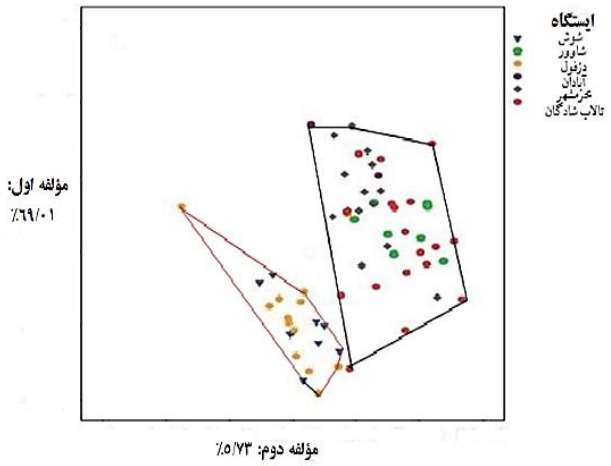
تحلیل مؤلفه‌های اصلی (Principal Component Extraction)

نتایج تجزیه و تحلیل‌های چند متغیره (PCA)، در بررسی صفات اندازه‌گیری شده برای جنس نر منجر به استخراج ۳ مؤلفه اصلی با ارزش ویژه بیشتر از ۱ شد (پیوست، جدول ۵). سه مؤلفه اول ۷۸/۳۵٪ از واریانس‌ها را به خود اختصاص داده‌اند، که از این میان مؤلفه اول به تنهایی ۶۹/۰۱٪ از کل واریانس‌ها را به خود اختصاص داده است (پیوست، جدول ۵). در مؤلفه اول طول پرده شنا (بار عاملی= ۰/۴۸۷) و طول ساق (بار عاملی= ۰/۳۲۷) بیش‌ترین تأثیرگذاری را داشتند. مؤلفه دوم ۵/۷۳٪ از واریانس کل داده را به خود اختصاص داده و به ترتیب متغیرهای اندازه پرده صماخ (بار عاملی= ۰/۶۴۲) و فاصله پشم تا بینی (بار عاملی= ۰/۳۶۰) بیش‌ترین تأثیرگذاری را داشته و در مؤلفه سوم متغیرهای طول بدن (بار عاملی= ۰/۹۰۷) و اندازه پرده صماخ (بار عاملی= ۰/۴۷۷) بیش‌ترین تأثیرگذاری را داشته و در نهایت ۳/۶۰٪ از کل واریانس را به خود اختصاص داده‌اند (پیوست، جدول ۶).

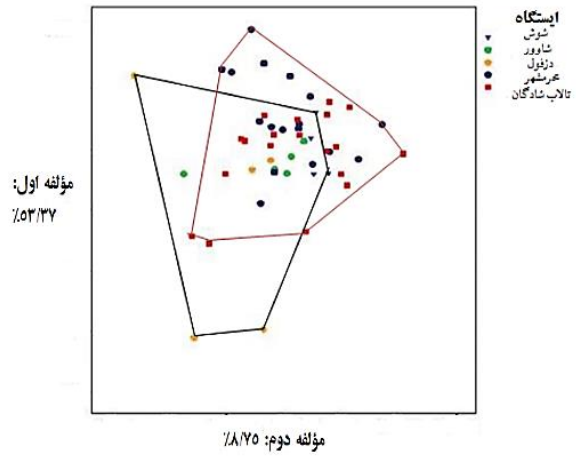
در بررسی صفات ریختی برای جنس ماده، ۲ مؤلفه اول ۶۲/۱۳٪ واریانس کل داده‌ها را به خود اختصاص داده‌اند که از این میان مؤلفه اول به تنهایی ۵۳/۳۷٪ از کل واریانس‌ها را به خود اختصاص داده است (پیوست، جدول ۷). در مؤلفه اول فاصله بین دو سوراخ بینی (بارعاملی= ۰/۴۴۸) و طول ران پا (بار عاملی= ۰/۲۷۷) بیش‌ترین تأثیرگذاری را داشته‌اند.

مؤلفه دوم نیز ۸/۷۵٪ از واریانس کل داده را به خود اختصاص داده است و صفات طول کل (بار عاملی= ۰/۴۰۰) و فاصله بین پلک‌ها (بار عاملی= ۰/۳۷۷) بیش‌ترین تأثیرگذاری را در این مؤلفه‌ها داشته اند.

پس از انجام آزمون تحلیل چند متغیره به روش PCA، با استفاده از روش رگرسیون خطی نمودار پراکنش یا Scatter plot بطور جداگانه برای افراد نر وماده گونه *P. bedriagae* ترسیم شد (شکل‌های ۵ و ۶).



شکل ۵. نمودار PC1 در مقابل PC2 در صفات ریختی در بین جمعیت‌های جنس نر، متعلق به گونه *P. bedriagae*

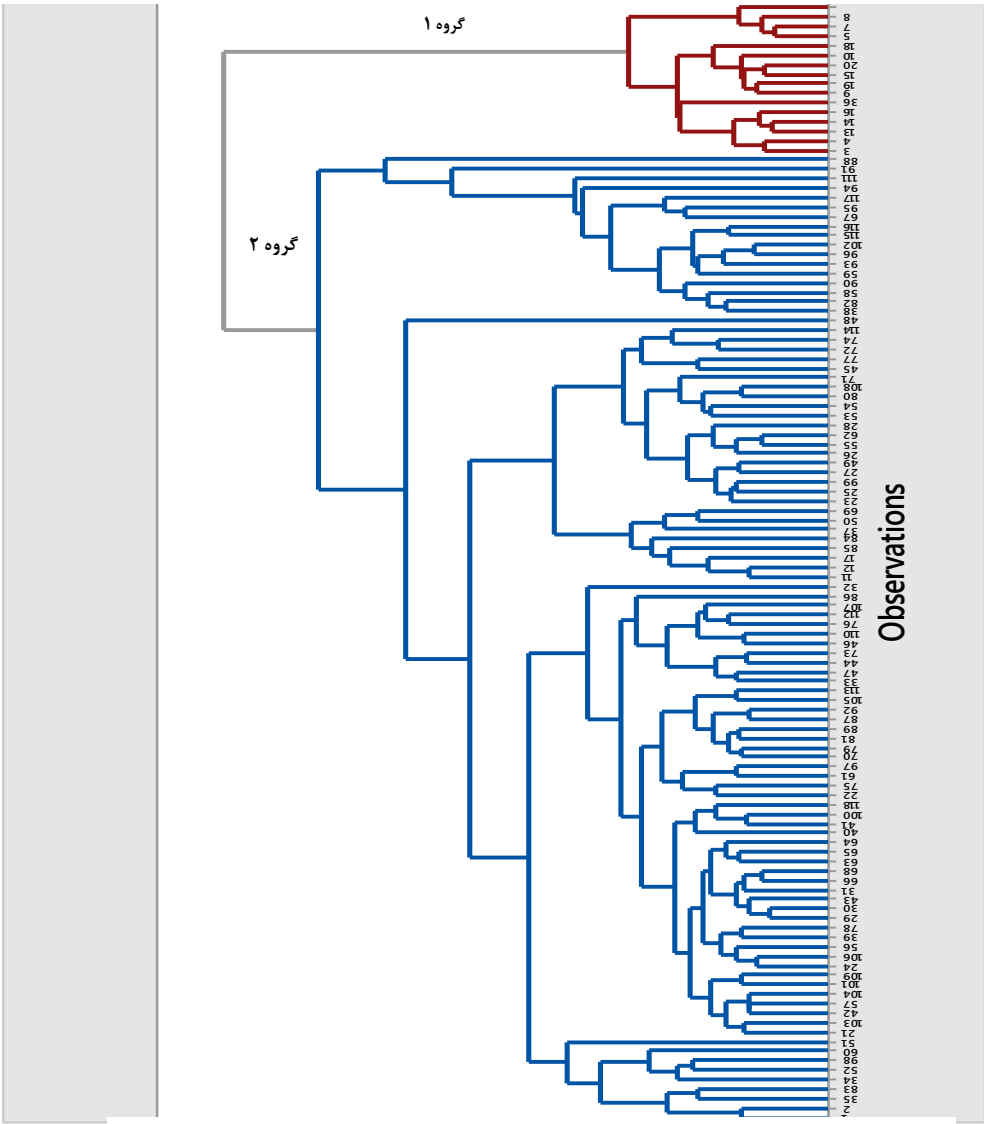


شکل ۶. نمودار PC1 در مقابل PC2 در صفات ریختی در بین جمعیت‌های جنس ماده، متعلق به گونه *P. bedriagae* .

تأثیر مولفه اول و دوم در جدایی جمعیت‌های مختلف در جنس نر نشان داد که در برخی از جمعیت‌های گونه *P. bedriagae* الگوی جغرافیایی معنی داری مشاهده می‌شود، با این حال جمعیت زیستگاه شاوور به طور کامل در میان جمعیت‌های زیستگاه‌های جنوبی قرار گرفت. بر اساس (شکل ۵)، تقریبا می‌توان با استفاده از مؤلفه اول جمعیت‌های نر زیستگاه شوش و دزفول را از سایر جمعیت‌ها جدا کرد. شکل ۶، برای جمعیت‌های مختلف افراد جنس ماده *P. bedriagae* نشان داد که جدایی جغرافیایی معنی‌داری در بین افراد ماده در زیستگاه‌های مختلف وجود نداشت. همانند جنس نر، افراد جنس ماده زیستگاه شاوور درون جمعیت‌های زیستگاه‌های جنوبی قرار گرفته و به‌واسطه مؤلفه اول، تنها تعداد کمی از جمعیت ماده‌های زیستگاه دزفول به‌صورت مجزا از دیگر زیستگاه‌ها قرار گرفته‌اند (شکل ۶). (مطابق شکل ۶، جدایی اندکی بین ماده‌های نواحی جنوبی و ماده‌های شمالی وجود داشت).

ضریب Wilks' Lambda نیز ۰/۱۲۶ بود که با توجه به مقدار پائینی که داشت، در متمایز کردن قوی عمل کرد. در بررسی صفات اندازه‌گیری شده برای جنس نر، انجام آنالیز تشخیص تابع ممیزی منجر به استخراج یک تابع معنی‌دار شد که ۱۰۰٪ از تغییرات و اختلافات بین جمعیتی را آشکار کرد. تأثیر این تابع در جدایی جمعیت‌های مختلف، به خوبی نمایانگر وجود تفاوت معنی‌داری در الگوی جغرافیایی در بین جمعیت‌های جنس نر گونه *P. bedriagae* در نواحی شمالی و جنوبی استان خوزستان بود. صفت طول پرده شنا (بار عاملی= ۱/۰۱۵) بیش‌ترین تأثیر را در تابع ممیزی داشته است.

پس از انجام مراحل آزمون چند متغیره PCA ، تحلیل خوشه‌ای به‌منظور ارزیابی تعیین درجه تشابه و عدم آن بین جمعیت‌ها صورت گرفت. گروه ۱ شامل جمعیت‌های شوش، در حقیقت نمونه‌های این زیستگاه در یک فاصله یکسان به یکدیگر متصل شده و یک خوشه واحد را تشکیل داده‌اند و جدا از جمعیت‌های گروه ۲ که شامل جمعیت‌های دزفول، شاوور، آبادان، خرمشهر و تالاب شادگان بود قرار گرفتند (شکل ۷). بر اساس صفات ریختی دو گروه مجزا به لحاظ جغرافیایی در بین جمعیت‌های گونه *P. bedriagae* در نواحی شمالی و جنوبی استان خوزستان مشخص شد: ۱) جمعیت‌های زیستگاه شوش در شمال استان خوزستان (گروه ۱) و جمعیت‌های نواحی جنوبی بعلاوه بخش‌هایی از نواحی شمالی استان خوزستان (گروه ۲).



شکل ۸: دندروگرام حاصل از تحلیل خوشه‌ای صفات ریختی در جمعیت‌های گونه *P. bedriagae*

بحث و نتیجه گیری

دو ریختی جنسی[1] به‌طور گسترده در جانوران دیده شده و در ارتباط با رفتار و تاریخ زندگی جانور می‌باشد (Pesarakloo, 2015). مطالعات انجام شده نشان داده که در بیش‌تر جانوران خون‌سرد ، ماده‌ها بزرگ‌تر از نرها هستند و تنها در ۲۵ درصد موارد نرها دارای اندازه بزرگ‌تر هستند (Bell, Zamudio, 2012)، این موضوع که با نتایج مطالعه حاضر نیز هم‌خوانی دارد نشان می‌دهد که تنوع جغرافیایی در SSD به‌خصوص در جانوران خون‌سرد قابل مشاهده است و این درحالی است که مکانیسم این تنوع، پیچیده و بسیار متغیر است و بدیهی است که مستلزم مطالعات کثیر و متعدد در این زمینه می‌باشد (Pesarakloo, 2015).

در مطالعه حاضر، وجود دو ریختی جنسی بر اساس اندازه‌گیری ۳۰ صفت ریختی و تجزیه و تحلیل آماری آن مورد توجه قرار گرفت. نتایج آماری نشان داد که بین جنسیت و صفات ریختی اندازه‌گیری شده ارتباط معنی‌دارمشاهده شد و در نهایت بین جمعیت‌های قورباغه مردابی نر و ماده نواحی شمالی و جنوبی استان خوزستان دو ریختی جنسی وجود داشت . این یافته با نتایج حاصل از مطالعات Hazave و همکاران (2007)، هم‌چنین Fathinia و همکاران (2012)، همخوانی دارد، Hazave و همکاران (2007)، به بررسی دوزیستان بی‌دم استان مرکزی پرداختند، آنان ۱۴ صفت ریخت‌سنجی و ۴ صفت ریخت‌شناسی را برای قورباغه‌های مناطق مورد مطالعه بررسی کردند و در پژوهش خود بین ۱۳ صفت جدایی بین جنس نر و ماده را مشاهده کردند (Hazave etal., 2007)، Fathinia و همکاران نیز طی مطالعات بر روی قورباغه‌های آبی استان ایلام وجود دو ریختی را بین جنس نر و ماده این گونه تأیید کردند. از سوی دیگر پژوهش‌های صورت گرفته در دوزیستان بی‌دم استان خراسان نشان داد، پس از اندازه‌گیری ۱۶ صفت ریختی، دو ریختی جنسی در میان جمعیت قورباغه‌های مورد مطالعه وجود ندارد (Hazave etal., 2007)، هم‌چنین Najib zade و همکاران (2010) در مطالعه دوزیستان بی‌دم استان لرستان، Seidi , Fakharzade (2017)، طی مطالعه جمعیت قورباغه‌های شمال و شمال شرق استان خوزستان، و هم‌چنین Pesarakloo (2015)، طی بررسی جمعیت‌های کمپلکس قورباغه‌های آبی ایران هیچ‌گونه ارتباطی بین جنسیت و صفات ریخت‌شناسی اندازه‌گیری شده مشاهده نکردند. (Pesarakloo etal., 2018) در بررسی سیستم‌های جمعیتی *P.bedriagae* در نواحی شمال غرب، غرب و جنوب غربی ایران، بیان داشتند که دو شکلی جنسی بین نرها و ماده‌ها وجود ندارد. آنها با استفاده از تجزیه و تحلیل چند متغیره مورفومتریک نشان دادند که دامنه پراکنش این گونه تا غرب ایران گسترش دارد، بنابریان بررسی سه مکان مذکور نشان می‌دهد که اولویت نام گذاری قورباغه‌های این نواحی با *P.bedriagae* است. بعلاوه، در پژوهشی دیگر که بر روی قورباغه‌های آبی Lvanovo صورت گرفت مشاهده شد که دو ریختی جنسی بین جمعیت‌های نر و ماده *P.lessonae* وجود دارد ولی در بین نمونه‌های نر و ماده گونه *P.ridibundus* وجود ندارد (Pesarakloo, 2015).

مطالعه جمعیت‌ها از حیث ابعاد و سنجش تغییرات و جدایی بین آنها یکی از عمده‌ترین فعالیت‌های تاکسونومیست‌هایی است که تاکسون‌های مربوط به صنوف پائین سلسله مراتب رده‌بندی را مورد مطالعه قرار می‌دهند و در حقیقت یکی از مهم‌ترین موفقیت‌های آن‌ها کمک به معرفی مفهوم جمعیت، هم‌بستگی و جدایی‌های آن در زیست شناسی است (Darvish, 2015). از این رو در پژوهش حاضر به بررسی وجود جدایی جمعیتی بین قورباغه‌های آبی شمال و جنوب استان خوزستان پرداخته شد.

بر مبنای نتایج ریخت شناسی به‌دست آمده در جمعیت نرهای گونه *P.bedriagae*، مشخص شد در ۱۴ صفت از ۱۵ صفت ریختی اندازه‌گیری شده تفاوت معنی‌دار وجود داشت که این حاکی از وجود تنوع درون جمعیتی بین نرهای نواحی شمالی و جنوبی استان خوزستان بود. هم‌چنین عدم وجود تنوع درون

1 SSD /Sexual size dimorphism

جمعیتی در بین ماده‌های گونه *P.bedriagae*، بیانگر وجود جمعیت همگن‌تر نسبت به نرهای نواحی مورد مطالعه بود. براساس نتایج حاصل از پژوهش حاضر و سایر مطالعات انجام شده، از آن‌جایی که تحلیل‌های چند متغیره وجود جدایی جمعیت‌های قورباغه مردابی ایران را برای نمونه‌های شمال خراسان و استان مرکزی نشان داده است (Hazave etal., 2007)، می‌توان چنین استدلال کرد که ، اختلاف شرایط اکولوژیکی زیستگاه‌های مختلف می‌تواند دلیل تنوع در بین نرها و عدم آن در جمعیت ماده‌ها باشد. هم‌چنین بر اساس مطالعات انجام شده عوامل مختلفی می‌توانند به‌طور غیر مستقیم مورفولوژی اندام را تغییر داده و منجر به تفاوت بین جنس‌ها و جمعیت‌ها شوند، این امر اطلاعات بیش‌تر در مورد بوم‌شناسی و تاریخ طبیعی زندگی چنین مهره‌دارانی را می طلبد تا در نهایت عوامل موثر بر تفاوت‌های جنسی و به‌دنبال آن تفاوت‌های جمعیتی مشاهده شده را توجیه نمود (Petrovic etal., 2017). نتایج آزمون‌های مؤلفه اصلی و خوشه‌ای به روشنی وجود دو گروه اصلی در میان جمعیت‌های قورباغه آبی نواحی شمالی و جنوبی استان خوزستان را نشان داد. بر طبق نتایج تحلیل خوشه‌ای؛ جمعیت قورباغه‌های آبی شوش از سایر جمعیت‌ها (دزفول، شاوور، آبادان، خرمشهر و تالاب شادگان) جدا بودند که در این بین، صفت طول پرده شنا(FS) و پس از آن صفت طول بدن (SVL) بیش‌ترین تأثیرگذاری را داشتند.

بر اساس نتایج به‌دست آمده، فاصله ریختی درون گروهی بین زیستگاه‌های دزفول و شاوور با زیستگاه‌های نواحی جنوبی، پائین بود. آنچه که تأمل برانگیز است ولی می‌تواند در تفسیر ما از موقعیت خوشه‌های بدست آمده تأثیرگذار باشد، اینست که فاصله مورفولوژیکی (حاصل از صفات ریختی) در بین جمعیت‌های دزفول و شاوور با شوش که از نظر جغرافیایی در یک ناحیه قرار دارند بسیار بیش‌تر از فاصله مورفولوژیکی بین دزفول و شاوور با زیستگاه‌های جنوبی است که به مراتب از نظر فاصله جغرافیایی دورتر هستند، این امر منجر شده تا همگی درون یک خوشه و مجزا از زیستگاه شوش قرار گیرند. در توضیح دلایل این وضعیت می توان به موارد زیر اشاره کرد:

رشته کوه زاگرس با تشکیل دادن دره‌هایی عمیق و پرآب به‌صورت رشته‌کوه‌های موازی از شمال غرب به سمت جنوب امتداد یافته است. به عبارت دیگر چشمه سارها و رودخانه‌ها در زاگرس همگی جریانی شمال به جنوب دارند، از طرفی قورباغه‌های آبی به شدت مهاجر هستند و در بیش‌تر اوقات به عنوان گونه‌های خارجی شناخته می‌شوند (Pesarakloo, 2015). از سوی دیگر، به دلیل وجود دو ریختی جنسی، اگرچه جدایی جمعیتی در جنس نر دیده شده است اما چون ماده‌ها جمعیت همگنی را تشکیل داده‌اند جدایی زیستگاهی کامل مطرح نیست، بنابراین می توان جمعیت‌های شش ایستگاه را یک جمعیت در نظر گرفت. به عنوان یک فرضیه، هم‌بستگی ماده‌ها نیز می‌تواند به دلیل مهاجرت جنسی باشد، چرا که ماده‌ها با وجود میانگین وزنی بالاتر نسبت به نرها، از تحرک کم‌تری برخوردار بوده و بنابراین ممکن است تحت تأثیر جریان آب قرار بگیرند. در هر صورت، بررسی مسائل اکولوژیکی به‌صورت تخصصی و برپایی مدل‌های مهاجرت بر این اساس، نیازمند مطالعاتی جداگانه، تحقیقات تخصصی و گسترده در محدوده پراکنش این گونه در استان خوزستان است، بعلاوه بررسی دقیق‌تر تشابهات و اختلافات صفات ریختی نیازمند مطالعات مولکولی است.

منابع

Baloch, M., Kami, H. Gh. 2006. Amphibian Iran. Tehran University Press, pages 153 and 155. (in Persian)

Baran, İ., & Atatür, M. 1998. Türkiye Herpetofaunası (Kurbağa ve Sürüngenler)[Turkish Herpetofauna (Amphibians and Reptilians). *Çevre Bakanlığı, Ankara*, 14, 204 214.

Bell, R. C., & Zamudio, K. R. 2012. Sexual dichromatism in frogs: natural selection, sexual selection, and unexpected diversity. Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences, 20(12), 16-29

the Skin Glands of *Phyllobates bicolor* (Anura: Dendrobatidae) Using Three Staining Techniques. Int. Journal of Morphological, 32(3), 882-888.

Najibzadeh. M., Gharzi, A., Rastegar-Pouyani, N., Rastegar-Pouyani, E., & Pesarakloo, A. 2017. Habitat suitability and patterns of sex-biased migration of the Iranian long-legged wood frog, *Rana pseudodalmatina* (Anura: Rnnidae). Journal of Biological, 72(6), 686-693.

Pesarakloo, A., Najibzadeh, M., Rastegar-Pouyani, N., & Rastegar-Pouyani, E. 2018. Taxonomic survey of water frog populations of *Pelophylax bedriagae* (Anura: Ranidae) in western Iran: a morphometric and bioacoustic approach. Biologia, 73(7), 673-681.

Pesarakloo, A., Rastegar-Pouyani,N., Rastegar Pouyani,E., Oraie,H. 2016. The first taxonomic revaluation of the Iranian water frogs of the genus *Pelophylax* (Anura: Ranidae) using sequences of the mitochondrial genome. Mitochondrial DNA, 28(3), 392-398.

Pesarakloo, A. 2015. Study of the *Pelophylax ridiubundus* complex in Iran with the help of molecular, molecular and ecological data, PhD thesis. Department of Biology, Faculty of Science, Razi University, (in Persian)

Pesarakloo, A., Gharezi, A., Kami, H. Gh., Homayoune, M. 2011. Colorimetric polymorphism study of Rana ridibunda frog in Golestan province. Journal of Biology, 24(3), 11-21. (in Persian)

Petrovic, T. G., Vukov, T. D., & Tomasevic Kolavou, N. 2017. Sexual dimorphism in size and shape of traits related to locomotion in nine anuran species from Serbia and Montenegro. Folia Zoologica, 66(1), 11-22.

Seidi, F., Fakharzade, F. 2017. Biosystematic study of *Pelophylax ridibundus* frog in the north and northeast of Khuzestan province, Third National Conference on Animal Sciences, Shahrekord University, Faculty of Agriculture. (in Persian)

Tuck, R.G. 1974. Some Amphibians and reptiles from Iran, Bulletin of the Maryland Herpetological Society, 10, 58-65.

Weiss, P., & Ferris, W. 1956. The basement lamella of amphibian skin. The Journal of Cell Biology, 2(4), 275-282.

Darvish, G. 2010. Populations, Species, and Evolution, New Edition, Mayer. *Ferdowsi University Press, Mashhad*, pp. 329-334. (in Persian)

Darvish, G. 2015. Methodology in Animal Biosystematics, Center of Jihad University of Mashhad, pages 234 and 235. (in Persian)

Geraghty, P. T., Williamson, J. E., Macbeth, W. G., Wintner, S. P., Harry, A. V., Ovenden, J. R., & Gillings, M. R. 2013. Population expansion and genetic structure in Carcharhinus brevipinna in the southern Indo-Pacific. *PloS one*, 8(9), 57-69.

Hazave, N., Qasimzadeh, F., Darwish, J. 2007. Biosystematic study (Morphology, Karyology and Morphometry), Anura, Markazi Province. Iranian Journal of Biology, 20 (4), 16-27. (in Persian)

Hickman, C., Keen, S., .Larson, A., Eisenhour, A., . I'Anson. H., Roberts, L. 2014. Integrated principles of zoology, sixteenth edition.

Jazayeri, A., Papan, F., & Ismaili, A. 2012. Karyological Study of Marsh Frogs (Rana Ridibunda). Life Science Journal of Life Science, 9(3), 864-866.

Kardong, K. (2016. The Vertebrate Integument: Origin and Evolution, Volume 1 The Vertebrate Integument: Structure, Design, and Function, Volume 2.

Libourel, P. A., & Herrel, A. 2015. Sleep in amphibians and reptiles: A review and a preliminary analysis of evolutionary patterns. Journal of Biological Reviews, 91(3), 833-866.

Lukanov, S. P., Tzankov, N. D., & Simeonovska-Nikolova, D. M. 2014. Effects of Environmental Factors on Mating Call Characteristics of the Marsh Frog *Pelophylax ridibundus* (Pallas, 1771) (Amphibia: Ranidae) in Bulgaria. Journal of Acta Zoological Bulgarica, 66(2), 209-216.

Measey, G. J., Vimercati, G., De Villiers, F. A., Mokhatla, M. M., Davies, S. J., Edwards, S., & Altwegg, R. 2015. Frog eat frog: exploring variables influencing anurophagy, Journal of Animal Biology, 10(3), 5-28.

Moreno-Gómez, F., Duque, T., Fierro, L., Arango, J., Peckham, X., Asencio-Santofimio, H., & Peckham, X. 2014. Histological Description of

پیوست

جدول ۱. مشخصات ایستگاه‌های مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه	تعداد نمونه‌ها	نوع اقلیم	موقعیت جغرافیایی ایستگاه
شوش	۱۴	معتدل- تپه ماهوری	32°-48′N48°-14′E
شاوور	۱۳	معتدل- تپه ماهوری	
دزفول	۱۹	کوهپایه‌ای- کوهستانی	32°-20′N48°-30′E
آبادان	۲	گرم و مرطوب- جلگه ساحلی	48°-12′N30°-22′E
خرمشهر	۳۱	گرم و مرطوب- جلگه ساحلی	32°-29′N48°-15′E
تالاب شادگان	۳۸	گرم و مرطوب- جلگه ساحلی	48°-20′N49°-20′E

جدول ۲. اندازه گیری صفات ریختی در گونه *P.bedriagae*

ردیف	علامت اختصاری	صفت ریختی	توضیح صفات
۱	SVL/T	طول بدن	از نوک پوزه تا مرکز شکاف کلوآکی (نمونه با شکم روی یک سطح قرار گرفته و از ناحیه خاجی با انگشت فشار داده شود)
۲	S.n.s	فاصله بینی تا پوزه	از نوک پوزه تا لبه خارجی بینی
۳	ID	فاصله بین دو سوراخ بینی	کم‌ترین فاصله بین منافذ بیرونی بینی
۴	LO	اندازه چشم	بزرگ‌ترین اندازه افقی چشم (گلو از زیر با یک انگشت فشار داده شود)
۵	LC	طول سر	از نوک پوزه تا پرده صماخ
۶	DRO	فاصله چشم تا نوک پوزه	از نوک پوزه تا لبه قدامی چشم (با یک انگشت به گلو فشار داده شود)
۷	F	طول ران پا	اندازه ران از مرکز شکاف کلوآکی تا بخش انتهایی استخوان ران (از روی پاهای خمیده)
۸	L.a	طول بازوی دست	اندازه بازو از ابتدای شروع آن از بدن تا بخش انتهایی استخوان بازو
۹	LTYM	اندازه پرده صماخ	بزرگ‌ترین اندازه پرده صماخ
۱۰	SP.P	فاصله بین پلک‌ها	کوچک‌ترین فاصله بین لبه‌های داخلی پلک‌های فوقانی
۱۱	M.D.N.A.E	فاصله چشم تا بینی	حداقل فاصله چشم و سوراخ‌های خارجی بینی
۱۲	CINT	برآمدگی داخلی	طول برجستگی قاعده انگشت اول پا
۱۳	T	طول ساق	اندازه دو انتهای استخوان ساق (از روی پاهای خمیده اندازه‌گیری شود)
۱۴	LF	طول کف پا	فاصله بین برآمدگی خارجی پا تا انتهای انگشت ۴
۱۵	W	طول پرده شنا	فاصله بین برآمدگی داخلی کف پا تا انتهای پرده شنا بین انگشت ۳ و ۴ در حالتی که انگشتان نزدیک بهم قرار دارند.

جدول۳. نتایج تجزیه و تحلیل توصیفی صفات ریختی در جمعیت‌های گونه *P.bedriagae* در نواحی شمالی و جنوبی استان خوزستان

Character/Gender		N	Mean±Sd	Std.Eror Difference	Min-Max	F-value	P-value
SVL	Male	۶۶	۵۷/۲۴±۱۶/۵۲	۲/۰۳	۱۶/۶۵–۸۴/۴۹	۲۳/۱۶	۰<۰۰۰۱
	Female	۵۱	۷۰/۷۹±۱۳/۰۳	۱/۸۲	۲۲/۷۱–۹۶/۵۶		
S.n.s	Male	۶۶	۴/۵۴±۱/۸۲	۰/۲۲	۱/۱۹–۸/۳۳	۶/۳۳	۰/۱
	Female	۵۱	۶/۶۸±۶/۶۱	۰/۹۲	۲/۰۵–۵۱/۸۹		
ID	Male	۶۶	۳/۷۵±۱/۶۲	۱/۹۹	۱/۰۲–۶/۵۸	۱۴/۲۸	۰<۰۰۰۱
	Female	۵۱	۴/۴۲±۱/۱۵	۱/۶۲	۲/۰۵–۶/۸۲		
LO	Male	۶۶	۶/۶۷±۲/۵۵	۰/۳۱	۲/۰۵–۱۱/۹۸	۱۳/۵۵	۰<۰۰۰۱
	Female	۵۱	۸/۳۰±۲/۰۹	۰/۲۹	۲/۰۵–۱۱/۹۹		
LC	Male	۶۶	۲۰/۴۲±۵/۳۸	۰/۶۶	۷/۰۳–۲۹/۰۵	۱۳/۹۵	۰<۰۰۰۱
	Female	۵۱	۲۴/۲۵±۵/۶۶	۰/۷۹	۲/۱۰–۳۰/۲۰		
DRO	Male	۶۶	۸/۸۹±۳/۴۰	۰/۴۱	۲/۱۵–۱۹/۹۸	۱۲/۵۶	۰/۰۰۱
	Female	۵۱	۱۰/۹۳±۲/۲۵	۰/۳۱	۲/۰۵–۱۴/۷۲		
F	Male	۶۶	۲۵/۴۲±۶/۳۵	۰/۷۸	۱۰/۰۳–۴۰/۶۰	۱۸/۸۴	۰<۰۰۰۱
	Female	۵۱	۳۰/۸۲±۷/۰۸	۰/۹۹	۸/۲۱–۵۷/۱۲		
La	Male	۶۶	۱۰/۴۰±۴/۴۰	۰/۵۴	۲/۰۱–۳۰/۵۰	۳/۶۸	۰<۰۰۰۱
	Female	۵۱	۱۱/۸۰±۳/۱۵	۰/۴۴	۳/۰۷–۱۸/۲۲		
LTYM	Male	۶۶	۴/۳۴±۱/۵۷	۰/۱۹	۱/۱۷–۷/۱۰	۱۶/۲۵	۰<۰۰۰۱
	Female	۵۱	۵/۴۶±۱/۳۶	۰/۱۹	۱/۰۴–۷/۸۹		
SP.P	Male	۶۶	۱۷/۳۱±۲/۱۰	۰/۲۵	۳/۱۶–۱۱/۷۴	۱۵/۰۲	۰<۰۰۰۱
	Female	۵۱	۸/۶۸±۱/۶۰	۰/۲۲	۳/۰۸–۱۲/۵۹		
M.D.N.A.E	Male	۶۶	۴/۴۷±۱/۲۹	۰/۱۵	۱/۰۷–۶/۹۰	۷/۳۸	۰/۰۰۸
	Female	۵۱	۵/۰۸±۱/۰۵	۰/۱۴	۲/۰۹–۷/۴۱		
CINT	Male	۶۶	۳/۳۴±۰/۸۲	۰/۱۰	۱/۰۳–۵/۰۴	۱۳/۸۳	۰<۰۰۰۱
	Female	۵۱	۳/۹۲±۰/۸۴	۰/۱۱	۲/۰۱–۶/۰۷		
T	Male	۶۶	۲۳/۵۹±۶/۷۶	۰/۸۳	۷/۱۲–۳۴/۶۱	۲۰/۲۷	۰<۰۰۰۱
	Female	۵۱	۲۸/۷۱±۵/۰۹	۰/۷۱	۱۴/۲۷–۳۷/۸۰		
LF	Male	۶۶	۱۳/۲۸±۳/۰۶	۰/۳۷	۴/۰۲–۱۷/۹۶	۱۸/۳۹	۰<۰۰۰۱
	Female	۵۱	۱۵/۴۴±۲/۱۱	۰/۲۹	۹/۸۹–۲۰/۲۲		
W	Male	۶۶	۲۵/۸۶±۷/۱۷	۰/۸۸	۹/۰۴–۳۸/۱۴	۱۹/۹۵	۰<۰۰۰۱
	Female	۵۱	۳۱/۴۸±۶/۱۴	۰/۸۶	۱۶/۳۲–۴۰/۰۱		

جدول ۴. آزمون تجزیه و تحلیل چند متغیره واریانس‌ها (MANOVA) برای جمعیت‌های گونه *P. bedriagae*

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
Intercept	Pillai's Trace	۰/۹۸۶	۱۹۹/۴۹۵[b]	۳۰/۰۰۰	۸۵/۰۰۰	<۰/۰۰۰۱
	Wilks' Lambda	۰/۰۱۴	۱۹۹/۴۹۵[b]	۳۰/۰۰۰	۸۵/۰۰۰	<۰/۰۰۰۱
	Hotelling's Trace	۷۰/۴۱۰	۱۹۹/۴۹۵[b]	۳۰/۰۰۰	۸۵/۰۰۰	<۰/۰۰۰۱
	Roy's Largest Root	۷۰/۴۱۰	۱۹۹/۴۹۵[b]	۳۰/۰۰۰	۸۵/۰۰۰	<۰/۰۰۰۱
Gender	Pillai's Trace	۰/۴۱۵	۲/۰۱۱[b]	۳۰/۰۰۰	۸۵/۰۰۰	۰/۰۰۷
	Wilks' Lambda	۰/۵۸۵	۲/۰۱۱[b]	۳۰/۰۰۰	۸۵/۰۰۰	۰/۰۰۷
	Hotelling's Trace	۰/۷۱۰	۲/۰۱۱[b]	۳۰/۰۰۰	۸۵/۰۰۰	۰/۰۰۷
	Roy's Largest Root	۰/۷۱۰	۲/۰۱۱[b]	۳۰/۰۰۰	۸۵/۰۰۰	۰/۰۰۷

جدول ۵. آنالیز مؤلفه‌های اصلی (PCA) برای جمعیت‌های جنس نر گونه *P. bedriagae*

Factor	Initial Eigenvalues			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
۱	۱۹/۳۲۴	۶۹/۰۱۴	۶۹/۱۰۴	۹/۲۵۸	۳۳/۰۶۳	۳۳/۰۶۳
۲	۱/۶۰۶	۵/۷۳۷	۷۴/۷۵۱	۸/۴۵۶	۳۰/۱۹۹	۶۳/۲۶۲
۳	۱/۰۱۰	۳/۶۰۶	۷۸/۳۵۷	۳/۳۲۳	۱۱/۸۶۸	۷۵/۱۳۰

جدول ۶. بار عاملی در ۳ مؤلفه اول استخراج شده از ماتریکس هم‌بستگی بر اساس صفات ریختی در جمعیت‌های جنس نر گونه *P. bedriagae* بر اساس آنالیز PCA.

Characters		PC1	PC2	PC3
SVL		−۰/۳۰۳	−۰/۰۹۳	۰/۹۰۷
S.n.s		۰/۰۶۸	۰/۰۳۶	−۰/۰۱۲
DN		−۰/۰۱۷	۰/۰۴۴	۰/۰۷۷
ES		−۰/۲۳۰	۰/۳۵۰	−۰/۱۱۵
HS		−۰/۱۵۷	۰/۲۴۵	۰/۰۹۹
S.e.s		−۰/۰۲۷	۰/۰۲۳	−۰/۰۱۰
FL		۰/۰۰۳	−۰/۰۴۲	۰/۰۸۲
LA		۰/۰۱۰	۰/۰۴۷	−۰/۱۶۸
S.ty.e		−۰/۲۶۵	۰/۶۴۲	−۰/۴۷۷
SE		−۰/۱۱۸	۰/۱۴۶	۰/۰۵۱
EN		−۰/۱۰۵	۰/۱۵۹	−۰/۰۹۱
LI		۰/۳۲۷	۰/۱۲۴	−۰/۱۰۹
WL		۰/۰۹۲	−۰/۱۸۸	۰/۱۹۶
FS		۰/۰۰۸	−۰/۱۵۳	۰/۱۱۵
Eigenvalues	of Variance	۶۹/۰۱	۵/۷۳	۳/۶۰
	Cumulative%	۶۹/۰۱	۷۴/۷۵	۷۸/۳۵

جدول ۷. آنالیز مؤلفه‌های اصلی (PCA) برای جمعیت‌های جنس ماده گونه *P. bedriagae* در استان خوزستان

Factor	Initial Eigenvalues			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
۱	۸/۵۴۰	۵۳/۳۷۳	۵۳/۳۷۳	۵/۱۹۲	۳۲/۴۵۱	۳۲/۴۵۱
۲	۱/۴۰۱	۸/۷۵۹	۶۲/۱۳۲	۳/۹۵۰	۲۴/۶۸۹	۵۷/۱۴۰