

Investigation of the Morphological Variation in Caucasian Brown Frog (*Rana macrocnemis*, Boulenger, 1885) in Iran

Masoumeh Najibzadeh ¹, Alireza Pesarakloo ², Ahmad Gharzi ^{3*}, Nasrullah Rastegar-Pouyani ⁴,
Eskandar Rastegar Pouyani ⁵

¹ Assistant Professor Department of Biology, Faculty of Science, Razi University, Kermanshah, Iran

² Assistant Professor Department of Biology, Faculty of Science, Arak University, Arak, Iran

³ Associate Professor Department of Biology, Faculty of Science, Razi University, Kermanshah, Iran

⁴ Professor Department of Biology, Faculty of Science, Razi University, Kermanshah, Iran

⁵ Associate Professor Department of Biology, Faculty of Science, Hakim Sabzevari University, Sabzevar, Iran

Abstract

Rana macrocnemis, the Caucasian brown frog, is found in northwest and west Iran. Despite their vast distribution range, the Iranian populations of the brown frogs, with the exception of a limited number, have not been considered in studies. In this study, we used a broad sampling of these frogs across their distribution range to assess their morphological variation and structure of populations. In order to investigate the morphological variation in Caucasian brown frog, 13 morphological characters in more than 85 specimens from various regions of Iran were studied. Statistical significance for a hypothesis of sexual dimorphism of the frogs was tested using ANOVA to compare difference of means of each character between sexes and applying a multivariate analysis of variances (MANOVA) to compare vectors of means of the two sexes. Patterns of phenetic relationships between local populations were investigated by One-way ANOVA, Principal Component Analysis (PCA), Discriminant Function Analysis (DFA) and clustering analyses with UPGMA algorithm. Results of ANOVA between sexes in *R. macrocnemis* showed statistical significance for six characters and Multivariate analysis of variances indicated difference between mean vectors of the males and females ($P \leq 0.05$). In the intraspecific level, based on morphometric characters, there are at least two main populations of *R. macrocnemis* in the northern Iran: a northern group (Tabriz, Ardebil) and a southern group (Lorestan, Kermanshah, Arak, Hamadan, Urmia, Kordestan and Esfahan).

Key words: Ranidae, *Rana*, *R. Macrocnemis*, Morphological Variation, Population Structure.

* adgharzi@gmail.com

مطالعه ریخت‌شناسی قورباغه قفقازی (*Rana macrocnemis*, Boulenger, 1885) در ایران

معصومه نجیب زاده^۱، علیرضا پسرکلو^۲، احمد قارزی^{۳*}، نصراله رستگارپویانی^۴، اسکندر رستگار پویانی^۵

^۱ استادیار گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

^۲ استادیار گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه اراک، اراک، ایران

^۳ دانشیار گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

^۴ استاد گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

^۵ دانشیار گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران

چکیده

گونه *Rana macrocnemis* در قفقاز و آسیای صغیر و در شمال‌غرب و غرب ایران پراکنش گسترده‌ای دارد. جمعیت‌های ایرانی قورباغه‌های قهوه‌ای با وجود پراکنش گسترده در ایران کمتر مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته‌اند. در پژوهش حاضر با نمونه‌برداری گسترده از کل محدوده پراکنش قورباغه کوهستانی در ایران به ارزیابی ساختار تغییرات جغرافیایی صفت‌ها در جمعیت‌ها پرداخته شد. به منظور مطالعه‌های ریخت‌شناسی، ۱۳ صفت ریخت‌سنجی اندازه‌ای از مجموع ۸۵ نمونه بررسی شدند. اهمیت آماری وجود دوریختی جنسی بین جمعیت‌های قورباغه قفقازی به کمک آزمون آماری ANOVA و مقایسه تفاوت میانگین‌های هر صفت بین دو جنس نر و ماده و همچنین تجزیه واریانس چندمتغیره (MANOVA) با مقایسه میانگین‌های بردار صفت‌های دو جنس بررسی شد. الگوی ارتباطات فنتیکی بین جمعیت‌ها با آزمون‌های ANOVA یک‌طرفه، تحلیل مؤلفه اصلی (PCA)، تحلیل توابع ممیزی (DFA) و تجزیه خوشه‌بندی با الگوریتم UPGMA تعیین شد. نتایج آزمون آماری ANOVA در بررسی وجود دوریختی جنسی در گونه *R. macrocnemis* نشان دادند شش صفت بین دو جنس به‌طور معناداری با یکدیگر تفاوت دارند. آزمون MANOVA نیز به‌طور معناداری ($P \leq 0.05$) وجود دوریختی جنسی را در گونه *R. macrocnemis* تأیید کرد. مطالعه‌های ریخت‌شناسی در سطح درون‌گونه‌ای وجود دست‌کم دو گروه اصلی برای قورباغه‌های کوهستانی را در مطالعه‌های ریخت‌شناسی تأیید کردند: گروه شمالی شامل جمعیت‌های تبریز و اردبیل و گروه جنوبی شامل جمعیت‌های لرستان، کرمانشاه، اراک، همدان، ارومیه، کردستان و اصفهان. **واژه‌های کلیدی:** *Rana*, Ranidae، قورباغه کوهستانی، تغییرات ریختی، ساختار جمعیت.

* adgharzi@gmail.com

مقدمه

مطالعه‌های ریخت‌شناسی از دیرباز یکی از روش‌های تعیین حدود گونه و مطالعه‌های درون‌جمعیتی بوده‌اند (Dubois, 1985; Gasc *et al.*, 1997; Baran and Atatur, 1998; Sinsch and Schneider, 1999). Dayrat (۲۰۰۵) استدلال کرد ریخت‌شناسی مقایسه‌ای فقط یکی از چندین جنبه تنوع زندگی را بررسی می‌کند که می‌توان نام آن را تنوع ریختی گذاشت؛ او پیشنهاد کرد روش‌های ریخت‌شناختی و نتایج آنها تنها می‌توانند به‌عنوان فرضیه در تعیین حدود گونه استفاده شوند و درستی و اعتبار این فرضیه باید به کمک روش‌های دیگر بررسی شود (Dayrat, 2005)؛ از این رو، بسیاری از تاکسونومیست‌ها نتیجه گرفتند اگرچه مطالعه‌های ریختی نخستین قدم در درک جایگاه تاکسونومیکی و جمعیتی گونه‌هاست، مقایسه ریختی به‌تنهایی برای تعیین حدود بسیاری از گونه‌ها کافی نیست (Dayrat, 2005; Rissler and Apodaca, 2007; Riedel *et al.*, 2013).

تغییرات درون‌گونه‌ای ریختی در مقیاس جغرافیایی در دوزیستان بی‌دم به‌طور گسترده با تغییرات اندازه بدن ارتباط دارند (Lee, 1993; Mendelson, 1998; Castellano *et al.*, 2000) و تغییرات ریختی به‌واسطه تغییرات جغرافیایی، بیشتر با عوامل پیچیده و گسترده‌ای ارتباط دارند که فهم آنها به‌سادگی امکان‌پذیر نیست و نیازمند واکاوی تمام عوامل مؤثر بر آنهاست (Lowe and Hero, 2012). موانع پراکنش و جریان ژن در محدوده تاکسون‌ها به جدایی جغرافیایی، تفاوت‌های ریختی و یا تغییرات رفتاری منجر می‌شوند (Wiens *et al.*, 2007). تغییرات آب‌وهوایی یکی دیگر از عواملی‌اند که بر پراکنش جغرافیایی گونه‌ها و

جمعیت‌ها تأثیر می‌گذارند. جمعیت‌های مجاور ممکن است در اثر همین عوامل از یکدیگر ایزوله و یا با یکدیگر مرتبط شوند. فرایندی که به ایزوله شدن منجر شود به واگرایی ژنتیکی منجر می‌شود؛ درحالی‌که فرایندهای مرتبط‌کننده به پراکنش و جریان ژن منجر می‌شوند (Wiens *et al.*, 2007)؛ به‌عبارتی، توقف جریان ژن بین جمعیت‌ها به تغییرات درون‌جمعیتی گونه منجر می‌شود (Pope *et al.*, 1996; Steeves *et al.*, 2005) و ابزارهای ژنتیکی از جمله جهش و رانش ژن چنانچه به‌وسیله انتخاب طبیعی حمایت شوند موجبات بروز گونه‌زایی را فراهم می‌کنند (Palumbi 1994)؛ به‌این‌ترتیب، مطالعه ساختار جمعیت‌ها به فهم تاریخ تکاملی و رفتاری گونه‌های جانوری منجر می‌شود و راهکار مناسبی را برای مدیریت گونه‌ها در اختیار قرار می‌دهد (Geraghty *et al.*, 2013).

قورباغه‌های جنس *Rana* Linnaeus, 1758 که با نام قورباغه‌های قهوه‌ای نیز شناخته می‌شوند با بیش از ۱۰۰ گونه توصیف‌شده در سرتاسر دنیای جدید و قدیم زیست می‌کنند (AmphibiaWeb, 2017). وجود پیچیدگی‌ها و ابهام‌های گسترده درباره جایگاه تاکسونومیکی این جنس سبب شده است اخیراً به‌عنوان یکی از مهم‌ترین دودمان‌های قورباغه‌های حقیقی مطرح شود و بسیاری از دوزیست‌شناسان را بر آن داشته است تا به مطالعه این قورباغه‌ها در جای‌جای دنیا پردازند (Boulenger, 1920; Baran and Atatur, 1998; Tarkhnishvili *et al.*, 2001; Veith *et al.*, 2003; Afsar *et al.*, 2014; Yuan *et al.*, 2016; Najibzadeh *et al.*, 2017a; 2017b; 2017c; 2017d). بیش از ۴۰ گونه از این جنس در سراسر اوراسیا پراکنش دارند (Yuan *et al.*, 2016) و در این بین، قورباغه‌های اروپایی جنس *Rana* بیشتر با نام

مرتفع کوهستانی و تا ارتفاع بیش از ۳۰۰۰ متری نیز دیده می‌شود (Afsar et al., 2015; Najibzadeh et al., 2017b)؛ با وجود پراکنش گسترده *R. macrocnemis* در ایران، این گونه کمتر مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است. از آنجا که بسیاری از ابهام‌های موجود درباره ساختار جمعیتی قورباغه قفقازی در ایران از کمبود مطالعه‌های انجام‌شده ناشی می‌شود، نمونه‌برداری مناسب که بخش عمده دامنه پراکندگی این جنس را پوشش دهد تا حد زیادی ابهام‌های موجود را برطرف می‌کند؛ از این‌رو، در پژوهش حاضر به بررسی جمعیت‌های ایرانی قورباغه قفقازی پرداخته شد.

مواد و روش‌ها

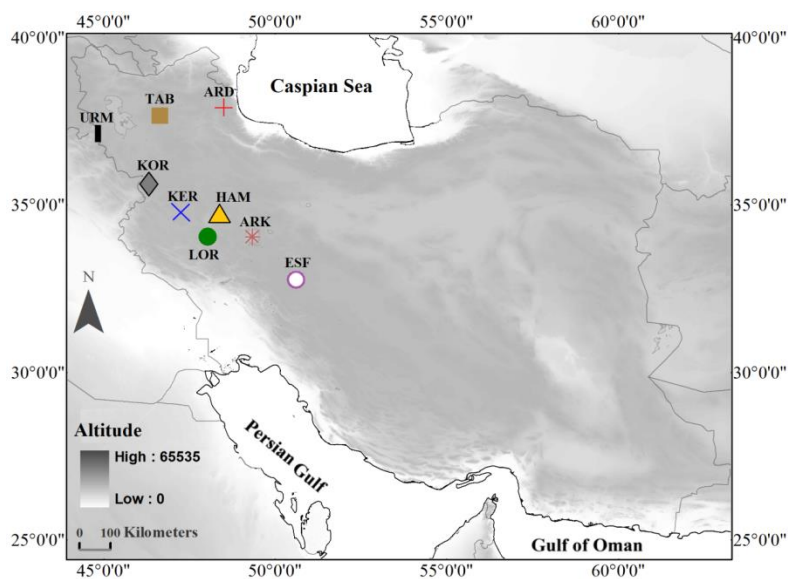
در مطالعه حاضر تلاش شد از تمام محدوده پراکندگی احتمالی قورباغه قفقازی در ایران نمونه‌برداری شود. مجوزهای لازم برای نمونه‌برداری از سازمان محیط‌زیست گرفته شدند (شماره مجوز: ۹۵/۱۰۱۶۸ مورخ ۹۵/۳/۴). مطالعه‌های میدانی طی سال ۱۳۹۵ و در ۹ ایستگاه مطالعاتی انجام و در مجموع، ۸۵ نمونه بالغ (۴۱ ماده، ۴۴ نر) به وسیله دست و تور مخصوص نمونه‌گیری جمع‌آوری شدند (جدول ۱ و شکل ۱).

قورباغه‌های قهوه‌ای غرب پالنارکتیک شناخته می‌شوند (Gasc et al., 1997; Baran and Atatur, 1998; Veith et al., 2003). قورباغه‌های قهوه‌ای غرب پالنارکتیک در سراسر اروپا و آسیای صغیر پراکنش دارند و از نظر ریخت‌شناسی بسیار به یکدیگر شبیه‌اند؛ همین امر شناسایی و طبقه‌بندی آنها را با مشکل مواجه کرده است (Gasc et al., 1997; Baran and Atatur, 1998). مطالعه‌های پژوهشگران گذشته (Tarkhishvili et al., 2001; Veith et al., 2003; Frost, 2013; Najibzadeh et al., 2017a; 2017b; 2017c; 2017d) نشان می‌دهند ایران زیستگاه دو گونه از قورباغه‌های قهوه‌ای است: قورباغه جنگلی هیرکانی (*R. pseudodalmatina*) که بومی ایران است و در حاشیه جنوبی دریای خزر و جنگل‌های هیرکانی پراکنش دارد و محدوده پراکنش آن از شرق به جنگل گلستان و از غرب به بخش‌هایی از شرق اردبیل محدود می‌شود (Najibzadeh et al., 2017b; 2017c; 2017d)؛ گونه دیگر، قورباغه قفقازی (*R. macrocnemis*) است که در شمال‌غرب و غرب ایران یافت می‌شود (Najibzadeh et al., 2017a). این قورباغه پراکنش گسترده‌ای در کوهستان‌های قفقاز (آذربایجان، ارمنستان، گرجستان و داغستان) و سرتاسر ترکیه دارد (Tarkhishvili et al., 2001) و در زیستگاه‌های کوهستانی، تپه‌های جنگلی، دشت‌های

جدول ۱- ایستگاه‌های مطالعه‌شده گونه *Rana macrocnemis* در ایران

تعداد نمونه		مختصات		اختصار ایستگاه	ایستگاه‌های مطالعاتی
نر	ماده	عرض	طول		
۶	۵	۳۴/۰۴	۴۸/۰۳	LOR	۱- لرستان، نورآباد
۴	۱۰	۳۸/۰۱	۴۸/۵۷	ARD	۲- اردبیل، نئور
۴	۶	۳۷/۶۶	۴۶/۶۳	TAB	۳- تبریز، بستان‌آباد
۴	۳	۳۴/۷۷	۴۷/۲۹	KER	۴- کرمانشاه، چرخلان
۶	۴	۳۳/۹۶	۴۹/۱۲	ARK	۵- اراک، توره

تعداد نمونه		مختصات		اختصار ایستگاه	ایستگاه‌های مطالعاتی
نر	ماده	عرض	طول		
۵	۴	۳۴/۷۷	۴۸/۴	HAM	۶- همدان، تخت نادر
۵	۴	۳۷/۱۴	۴۴/۸۸	URM	۷- ارومیه، زیوه
۵	۲	۳۵/۶۹	۴۶/۳	KOR	۸- کردستان، مریوان
۵	۳	۳۲/۷۶	۵۰/۶	ESF	۹- اصفهان، چادگان



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی ۹ جمعیت گونه *Rana macrocnemis* در ایران (برای کد مکان‌های جغرافیایی به جدول ۱ مراجعه شود)

تجزیه و تحلیل، نرمال بودن داده‌ها با آزمون کلموگروف - اسمیرانوف (Kalmogorov-Smiranov test) تأیید شد. از آنجا که تفاوت‌های ریختی بین دو جنس در تجزیه و تحلیل و آزمون‌های آماری تأثیر می‌گذارند، پیش از مطالعه تغییرات صفت‌های جغرافیایی دوریختی بین دو جنس آزمون شدند.

پس از نمونه‌برداری، عکس نمونه‌ها تهیه شد و ۱۳ صفت اندازه‌شی بر اساس مطالعه‌های Plötner و همکاران (۱۹۹۴) با کولیس دیجیتال (دقت ۰/۰۱ میلی‌متر) در محل اندازه‌گیری و سپس نمونه‌ها رهاسازی شدند (جدول ۲). تجزیه و تحلیل‌های آماری با نرم‌افزار آماری SPSS 20 انجام شدند و پیش از هر

جدول ۲- صفت‌های ریخت‌سنجی در مطالعه قورباغه‌های قفقازی (*R. macrocnemis*) در ایران

صفت‌ها	تعریف صفت‌ها
SVL	طول پوزه تا مخرج
HW	عرض سر
HL	طول سر از مفصل آرواره‌ای تا نوک پوزه
ID	فاصله دو سوراخ بینی
DRO	فاصله چشم تا نوک پوزه

صفت‌ها	تعریف صفت‌ها
EN	فاصله بین سوراخ بینی تا لبه قدامی چشم
LO	طول چشم
FL	طول ران
TL	طول ساق
C.INT	برآمدگی داخلی کف پا
DP	طول اولین انگشت
LF	طول انگشت چهارم پا (فاصله بین برآمدگی داخلی تا نوک انگشت چهارم)
W	طول پرده شنا (فاصله برآمدگی خارجی تا پرده شنا بین دو انگشت سوم و چهارم در حالت بسته)

نتایج

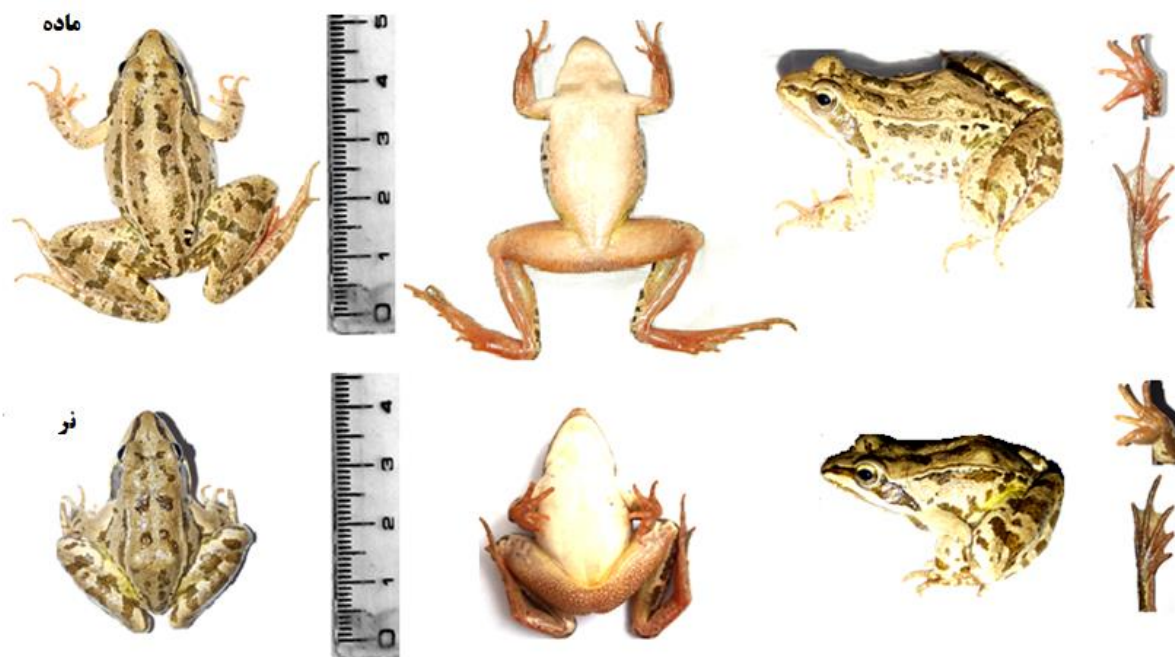
مفصل آرواره‌ای تا نوک پوزه (HL)، طول ران (FL)، طول ساق پا (TL) و طول اولین انگشت (DP) بزرگ‌تر از نرها هستند و تفاوت معناداری ($P \leq 0.05$) بین جنس‌ها از نظر صفت‌های یادشده وجود دارد (جدول ۳ و شکل ۲).

نتایج تجزیه و تحلیل آماری دوریختی جنسی *R. macrocnemis* در ایران به روش تجزیه واریانس تک‌متغیره (ANOVA) نشان داد از ۱۳ صفت اندازه‌گیری‌شده، ماده‌ها در شش صفت طول پوزه تا مخرج (SVL)، عرض سر (HW)، طول سر از

جدول ۳- جدول تجزیه و تحلیل توصیفی و مقایسه نرها و ماده‌ها (۴۱ ماده و ۴۴ نر) بر اساس صفت‌های ریخت‌سنجی به روش ANOVA در *Rana macrocnemis* (برای تعریف صفت‌ها به جدول ۲ مراجعه شود)

صفت‌ها/ جنسیت	تعداد	میانگین \pm انحراف از استاندارد	خطای استاندارد	کمترین و بیشترین اندازه (میلی‌متر)	معناداری
SVL	ماده	۵۱/۱۸ \pm ۵/۲۵	۰/۸۱	۴۲/۹۴-۵۹/۶۸	۰/۰۰۱
	نر	۴۱/۶۱ \pm ۶/۶۱	۰/۹۹	۳۰/۶۸-۵۴/۲۵	
WH	ماده	۱۷/۹۲ \pm ۲/۱	۰/۳۲	۱۵/۰۲-۲۱/۹۵	۰/۰۰۱
	نر	۱۳/۸۴ \pm ۲/۷۴	۰/۴۱	۱۰/۰۴-۱۹/۸۷	
HL	ماده	۱۵/۱۳ \pm ۱/۹۴	۰/۳۰	۱۲/۱۴-۱۸/۲۴	۰/۰۰۱
	نر	۱۱/۸۸ \pm ۲/۲۹	۰/۳۶	۸/۸-۱۶/۸۵	
ID	ماده	۳/۴۹ \pm ۰/۱۷	۰/۰۲	۳/۹۰-۳/۱۵	۰/۴۲۷
	نر	۳/۴۶ \pm ۰/۲۱	۰/۰۳	۳/۱۷-۳/۸۷	
DRO	ماده	۶/۴۶ \pm ۰/۲۳	۰/۰۳	۵/۸۸-۶/۹۲	۰/۳۸
	نر	۶/۴۲ \pm ۰/۲۲	۰/۰۳	۵/۸۴-۶/۸۵	
EN	ماده	۳/۴۶ \pm ۰/۱۷	۰/۰۲	۳/۲۴-۳/۸۴	۰/۱۷۹
	نر	۳/۴۱ \pm ۰/۱۷	۰/۰۲	۳/۱۷-۳/۷۹	
LO	ماده	۵/۴۵ \pm ۰/۵۶	۰/۰۸	۴/۴۷-۶/۴۳	۰/۱۱۴
	نر	۵/۲۸ \pm ۰/۴۰	۰/۰۶	۴/۴۱-۶/۳۴	

معناداری	کمترین و بیشترین اندازه (میلی متر)	خطای استاندارد	میانگین \pm انحراف از استاندارد	تعداد	صفت ها/ جنسیت
۰/۰۰۰	۳۴/۰۹-۲۳/۰۵	۰/۵۷	۲۸/۴۵ \pm ۳/۶۶	۴۱	ماده
	۳۱/۹۵-۱۳/۶۴	۰/۷۲	۲۲/۱۱ \pm ۴/۷۹	۴۴	نر
۰/۰۰۱	۳۵/۹۴-۲۴/۶۰	۰/۶۱	۲۹/۸۶ \pm ۳/۹۴	۴۱	ماده
	۳۲/۵۳-۱۵/۲۶	۰/۶۹	۲۳/۲۶ \pm ۴/۶	۴۴	نر
۰/۴۶۳	۳/۸۳-۳/۱۷	۰/۰۲	۳/۴۲ \pm ۰/۱۶	۴۱	ماده
	۳/۸۶-۳/۰۴	۰/۰۲	۳/۳۹ \pm ۰/۱۹	۴۴	نر
۰/۰۲۱	۶/۸۸-۶/۱۷	۰/۰۲	۶/۴۴ \pm ۰/۱۶	۴۱	ماده
	۶/۷۶-۶/۱۳	۰/۰۲	۶/۳۵ \pm ۰/۱۶	۴۴	نر
۰/۸۹۷	۲۶/۱۸-۲۷/۸۶	۰/۰۴	۲۷/۳۲ \pm ۰/۳۱	۴۱	ماده
	۲۶/۸۲-۲۷/۸۰	۰/۰۳	۲۷/۳۳ \pm ۰/۲۰	۴۴	نر
۰/۵۷۷	۱۴/۷۰-۱۵/۸۶	۰/۰۳	۱۵/۳۷ \pm ۰/۲۴	۴۱	ماده
	۱۴/۴۸-۱۵/۸۳	۰/۰۳	۱۵/۳۴ \pm ۰/۲۲	۴۴	نر



شکل ۲- تفاوت های ریختی جنس نر و ماده قورباغه کوهستانی (*R. macrocnemis*)

واریانس یک طرفه (ANOVA) برای بررسی وجود داشتن یا نداشتن تفاوت معنادار بین صفت های مورفومتری انجام شد. نتایج تجزیه و تحلیل واریانس ۱۳

پس از اثبات وجود دوریختی جنسی، تجزیه و تحلیل تغییرات جغرافیایی صفت های ریخت شناسی روی هر دو جنس به طور جداگانه انجام شد. تجزیه و تحلیل

آروراه‌ای تا نوک پوزه (HL)، فاصله دو سوراخ بینی (ID)، طول چشم (LO)، طول ران (FL) و طول ساق (TL) اختلاف معناداری ($P \leq 0.05$) بین ۹ جمعیت دارند (جدول ۵)؛ از این رو، تنها متغیرهای اخیر صفت‌های مناسبی برای جدا کردن جمعیت‌ها بودند و وارد تجزیه و تحلیل چندمتغیره شدند.

صفت ریخت‌سنجی اندازه‌اشی در ۹ جمعیت مختلف *R. macrocnemis* برای جنس ماده نشان دادند تفاوت معناداری ($P \leq 0.05$) بین جمعیت‌های مختلف این گونه در تمام صفت‌های ریخت‌سنجی اندازه‌اشی دیده می‌شود (جدول ۴). نتایج تجزیه و تحلیل واریانس برای جنس نر نشان دادند از ۱۳ صفت، ۷ صفت طول پوزه تا مخرج (SVL)، عرض سر (HW)، طول سر از مفصل

جدول ۴- تجزیه واریانس (ANOVA) صفت‌های اندازه‌اشی در جمعیت‌های مختلف جنس ماده *R. macrocnemis* در ایران (برای تعریف صفت‌ها به جدول ۲ مراجعه شود)

صفت‌ها	لرستان، نورآباد (LOR)		اردبیل، نئور (ARD)		تبریز، بستان‌آباد (TAB)		معناداری
	میانگین \pm انحراف از استاندارد	کمترین و بیشترین اندازه (میلی‌متر)	میانگین \pm انحراف از استاندارد	کمترین و بیشترین اندازه (میلی‌متر)	میانگین \pm انحراف از استاندارد	کمترین و بیشترین اندازه (میلی‌متر)	
SVL	۴۶/۶۶ \pm ۱/۰۸	۴۵/۴۲-۴۸/۲۴	۵۷/۰ \pm ۳/۰۹	۵۱/۲۳-۵۹/۶۸	۵۶/۲۹ \pm ۲/۶	۵۱/۵۰-۵۹/۱	۰/۰۰۱
HW	۱۵/۵۹ \pm ۰/۱۶	۱۵/۴۶-۱۵/۸۳	۲۰/۲۷ \pm ۱/۳	۱۸/۲۰-۲۱/۹۵	۱۹/۶۲ \pm ۱/۱	۱۸/۲۱-۲۱/۲۱	۰/۰۰۱
HL	۱۳/۹۳ \pm ۰/۶۸	۱۳/۴۵-۱۵/۰۹	۱۷/۱۳ \pm ۰/۹۲	۱۵/۴۶-۱۸/۲۴	۱۶/۸۲ \pm ۰/۷۴	۱۵/۸۲-۱۷/۸۵	۰/۰۰۱
ID	۳/۳۱ \pm ۰/۰۶	۳/۲۰-۳/۳۷	۳/۶۴ \pm ۰/۰۸	۳/۵۳-۳/۷۸	۳/۶۲ \pm ۰/۱۰	۳/۴۴-۳/۷۱	۰/۰۰۲
DRO	۶/۳۳ \pm ۰/۰۹	۶/۲۱-۶/۴۴	۶/۶۷ \pm ۰/۲۱	۶/۲۹-۶/۸۸	۶/۶۰ \pm ۰/۱۹	۶/۳۵-۶/۹۲	۰/۰۱۱
EN	۶/۳۳ \pm ۰/۰۷	۳/۲۴-۳/۴۲	۳/۶۷ \pm ۰/۱۷	۳/۳۵-۳/۸۴	۳/۴۷ \pm ۰/۱۰	۳/۳۲-۳/۵۸	۰/۰۰۱
LO	۴/۹۱ \pm ۰/۲۰	۴/۶۱-۵/۱۰	۵/۹۸ \pm ۰/۵۰	۵/۱۲-۶/۴۳	۵/۹۷ \pm ۰/۴۲	۵/۴۳-۶/۳۸	۰/۰۰۱
FL	۲۵/۹۶ \pm ۲/۰۲	۲۳/۰۵-۲۷/۹۴	۳۳/۰۷ \pm ۱/۱۰	۳۰/۶۶-۳۴/۰۹	۳۱/۶۳ \pm ۲/۱	۲۹/۱۳-۳۳/۸۷	۰/۰۰۱
TL	۲۷/۲۳ \pm ۱/۶۲	۲۴/۶۰-۲۸/۸۱	۳۴/۴۹ \pm ۱/۵۳	۳۱/۵۶-۳۵/۹۴	۳۳/۵۷ \pm ۱/۷۰	۳۱/۵۲-۳۵/۲۶	۰/۰۰۱
C.INT	۳/۳۲ \pm ۰/۰۷	۳/۲۶-۳/۴۲	۳/۶۳ \pm ۰/۱۶	۳/۳۲-۳/۸۳	۳/۴۵ \pm ۰/۰۵	۳/۴۱-۳/۵۶	۰/۰۰۱
DP	۶/۳۳ \pm ۰/۰۵	۶/۲۵-۶/۴۰	۶/۶۱ \pm ۰/۱۸	۶/۲۹-۶/۸۸	۶/۴۷ \pm ۰/۰۶	۶/۳۹-۶/۵۴	۰/۰۰۱
LF	۲۷/۲۵ \pm ۰/۱۸	۲۶/۹۴-۲۷/۴۱	۲۷/۵۹ \pm ۰/۱۴	۲۷/۳۹-۲۷/۸۶	۲۷/۴۲ \pm ۰/۰۷	۲۷/۳۵-۲۷/۵۶	۰/۰۱۲
W	۱۵/۱۲ \pm ۰/۱۷	۱۴/۸۶-۱۵/۳۵	۱۵/۵۸ \pm ۰/۱۶	۱۵/۳۵-۱۵/۸۶	۱۵/۴۱ \pm ۰/۰۴	۱۵/۳۳-۱۵/۴۵	۰/۰۰۴

صفت‌ها	کرمانشاه، چرخلان (KER)		اراک، توره (ARK)		همدان، تخت‌نادر (HAM)		معناداری
	میانگین \pm انحراف از استاندارد	کمترین و بیشترین اندازه (میلی‌متر)	میانگین \pm انحراف از استاندارد	کمترین و بیشترین اندازه (میلی‌متر)	میانگین \pm انحراف از استاندارد	کمترین و بیشترین اندازه (میلی‌متر)	
SVL	۵۰/۵۱ \pm ۲/۲	۴۷/۹۸-۵۲/۳۲	۵۰/۹۲ \pm ۰/۸۰	۵۰/۱۷-۵۱/۶۷	۴۵/۳۲ \pm ۱/۸	۴۲/۹۴-۴۶/۷۷	۰/۰۰۱
HW	۱۸/۱۵ \pm ۰/۵۸	۱۷/۵۸-۱۸/۷۵	۱۸/۳۱ \pm ۰/۶۸	۱۷/۶۹-۱۸/۹۴	۱۵/۰۶ \pm ۰/۹۹	۱۵/۰۲-۱۶/۹۴	۰/۰۰۱
HL	۱۵/۳۵ \pm ۰/۵۶	۱۴/۷۶-۱۵/۸۸	۱۵/۵۵ \pm ۰/۳۲	۱۵/۲۴-۱۵/۸۷	۱۲/۷۳ \pm ۰/۳۱۶	۱۲/۳۵-۱۳/۰۵	۰/۰۰۱
ID	۳/۳۷ \pm ۰/۰۴	۳/۳۲-۳/۴۱	۳/۵۲ \pm ۰/۰۲	۳/۴۹-۳/۵۵	۳/۴۳ \pm ۰/۱۱	۳/۲۷-۳/۵۴	۰/۰۰۲

DRO	۶/۳۰±۰/۰۲	۶/۲۸-۶/۳۳	۶/۴۲±۰/۰۴	۶/۳۷-۶/۴۷	۶/۳۲±۰/۳۰	۵/۸۸-۶/۵۵	۰/۰۱۱
EN	۳/۳۳±۰/۰۵	۳/۲۷-۳/۳۸	۳/۳۷±۰/۰۴	۳/۳۲-۳/۴۱	۳/۴۹±۰/۱۴	۳/۳۰-۳/۶۲	۰/۰۰۱
LO	۵/۱۸±۰/۳۴	۴/۸۰-۵/۴۴	۵/۲۱±۰/۰۸	۵/۱۰-۵/۲۹	۵/۱۲±۰/۴۸	۴/۴۷-۵/۵۹	۰/۰۰۱
FL	۲۷/۴۲±۰/۴۱	۲۶/۸۶-۲۷/۷۶	۲۶/۸۵±۰/۶۴	۲۶/۲۸-۲۷/۴۳	۲۴/۶۶±۰/۸۲	۲۳/۷۸-۲۵/۴۷	۰/۰۰۱
TL	۲۸/۲۶±۰/۲۰	۲۸/۰۹-۲۸/۴۹	۲۹/۴۵±۲/۵۷	۲۷/۷۰-۳۳/۲۷	۲۵/۴۷±۰/۵۸	۲۴/۹۱-۲۶/۲۲	۰/۰۰۱
C.INT	۳/۲۷±۰/۰۸	۳/۲۲-۳/۳۷	۳/۳۵±۰/۰۲	۳/۳۳-۳/۳۸	۳/۴۱±۰/۰۹	۳/۳۴-۳/۵۲	۰/۰۰۱
DP	۶/۲۸±۰/۰۷	۶/۲۱-۶/۳۵	۶/۴۱±۰/۰۲	۶/۳۸-۶/۴۴	۶/۵۲±۰/۱۵	۶/۳۰-۶/۶۵	۰/۰۰۱
LF	۲۷/۰۴±۰/۱۹	۲۶/۹۳-۲۷/۲۷	۲۷/۴۳±۰/۰۲	۲۷/۴۱-۲۷/۴۶	۲۷/۱۱±۰/۴۸	۲۶/۵۷-۲۷/۶۲	۰/۰۱۲
W	۱۵/۰۸±۰/۱۷	۱۴/۹۰-۱۵/۲۵	۱۵/۴۳±۰/۰۳	۱۵/۳۹-۱۵/۴۷	۱۵/۴۱±۰/۴۷	۱۴/۷۰-۱۵/۷۱	۰/۰۰۴

صفات‌ها	ارومیه، زیوه (URM)		کردستان، مریوان (KOR)		اصفهان، چادگان (ESF)		معداری
	میانگین ± انحراف از استاندارد	کمترین و بیشترین اندازه (میلی متر)	میانگین ± انحراف از استاندارد	کمترین و بیشترین اندازه (میلی متر)	میانگین ± انحراف از استاندارد	کمترین و بیشترین اندازه (میلی متر)	
SVL	۴۸/۰۱±۱/۴	۴۶/۵۳-۴۹/۹۱	۴۷/۵۰±۱/۵	۴۶/۴۱-۴۸/۵۹	۴۴/۴۵±۰/۸	۴۳/۵۶-۴۵/۱۲	۰/۰۰۱
HW	۱۶/۲۶±۰/۹۳	۱۵/۲۴-۱۷/۳۱	۱۶/۸۱±۰/۲۳	۱۶/۳۵-۱۶/۹۸	۱۵/۳۴±۰/۱۵	۱۵/۲۲-۱۵/۵۲	۰/۰۰۱
HL	۱۴/۱۵±۱/۸۴	۱۲/۴۶-۱۶/۴۶	۱۲/۹۷±۰/۴۲	۱۲/۶۷-۱۳/۲۷	۱۲/۲۲±۰/۱۰	۱۲/۱۴-۱۲/۳۴	۰/۰۰۱
ID	۳/۵۰±۰/۲۸	۳/۲۴-۳/۹۰	۳/۳۱±۰/۲۳	۳/۱۵-۳/۴۸	۳/۳۷±۰/۲۷	۳/۱۶-۳/۶۸	۰/۰۰۲
DRO	۶/۴۱±۰/۲۷	۶/۲۲-۶/۸۲	۶/۲۵±۰/۱۹	۶/۱۲-۶/۲۶ -۶,۳۹	۶/۳۷±۰/۱۴	۶/۲۵-۶/۵۴	۰/۰۱۱
EN	۳/۳۷±۰/۱۳	۳/۲۴-۳/۵۲	۳/۳۱±۰/۰۵	۳/۲۷-۳/۳۵	۳/۳۶±۰/۱۱	۳/۲۶-۳/۴۸	۰/۰۰۱
LO	۵/۱۷±۰/۴۵	۴/۵۰-۵/۴۸	۵/۲۲±۰/۰۷	۵/۱۷-۵/۲۷	۵/۱۵±۰/۲۰	۴/۸۹-۵/۴۷	۰/۰۰۱
FL	۲۶/۲۱±۱/۹۷	۲۴/۳۴-۲۸/۸۹	۲۵/۳۳±۰/۳۰	۲۵/۱۲-۲۵/۵۵	۲۴/۰۹±۰/۱۷	۲۳/۹۴-۴/۲۸	۰/۰۰۱
TL	۲۷/۵۵±۲/۳۸	۲۵/۵۱-۳۰/۸۸	۲۶/۰۰±۰/۲۰	۲۵/۸۶-۲۶/۱۵	۲۵/۰۲±۰/۳	۲۴/۸۳-۲۵/۳۸	۰/۰۰۱
C.INT	۳/۴۱±۰/۱۵	۳/۲۶-۳/۶۱	۳/۳۲±۰/۱۸	۳/۱۹-۳/۴۵	۳/۲۲±۰/۰۵	۳/۱۷-۳/۲۷	۰/۰۰۱
DP	۶/۳۳±۰/۱۵	۶/۶۵۳/۲۰	۶/۴۰±۰/۰۶	۶/۳۶-۶/۴۵	۶/۲۵±۰/۰۸	۶/۱۷-۶/۳۴	۰/۰۰۱
LF	۲۷/۰۱±۰/۵۶	۲۶/۱۸-۲۷/۴۱	۲۷/۱۴±۰/۰۸	۲۷/۰۸-۲۷/۲۰	۲۷/۲۹±۰/۲۷	۲۷/۱۱-۲۷/۶۱	۰/۰۱۲
W	۱۵/۳۰±۰/۰۹	۱۵/۲۴-۱۵/۴۵	۱۵/۲۴±۰/۱۲	۱۵/۱۵-۱۵/۳۳	۱۵/۳۴±۰/۱۴	۱۵/۱۸-۱۵/۴۵	۰/۰۰۴

جدول ۵- تجزیه واریانس (ANOVA) برای صفات‌های اندازه‌شی در جمعیت‌های مختلف جنس نر *R. macrocnemis* در ایران (برای تعریف صفات‌ها به جدول ۲ مراجعه شود)

زیستگاه	لرستان، نورآباد (LOR)		اردبیل، نئور (ARD)		تبریز، بستان آباد (TAB)		معناداری
	میانگین±انحراف از استاندارد	کمترین و بیشترین اندازه (میلی‌متر)	میانگین±انحراف از استاندارد	کمترین و بیشترین اندازه (میلی‌متر)	میانگین±انحراف از استاندارد	کمترین و بیشترین اندازه (میلی‌متر)	
SVL	۳۴/۵۴±۰/۶۸	۳۳/۲۵-۳۵/۱۲	۵۳/۵۶±۰/۹۲	۵۲/۲۵-۵۴/۲۵	۵۲/۶۷±۰/۹۳	۵۲/۱۲-۵۴/۰۷	۰/۰۰۱
HW	۱۱/۹۱±۰/۳۲	۱۱/۵۲-۱۲/۲۹	۱۹/۱۷±۰/۸۷	۱۷/۸۹-۱۹/۸۷	۱۸/۶۹±۰/۸۲	۱۷/۷۲-۱۹/۶۹	۰/۰۰۱
HL	۹/۴۵±۰/۳۴	۹/۱۰-۹/۸۴	۱۶/۴۷±۰/۳۴	۱۶/۱۵-۱۶/۸۵	۱۵/۸۸±۰/۳۲	۱۵/۴۷-۱۶/۲۴	۰/۰۰۱
ID	۳/۲۵±۰/۱۰	۳/۱۷-۳/۴۵	۳/۶۶±۰/۰۶	۳/۶۱-۳/۷۵	۳/۵۵±۰/۱۷	۳/۳۱-۳/۷۲	۰/۰۴۸
DRO	۶/۲۷±۰/۰۶	۶/۲۲-۶/۳۸	۶/۴۶±۰/۱۴	۶/۳۲-۶/۶۴	۶/۳۸±۰/۰۵	۶/۳۲-۶/۴۵	۰/۶۹۸
EN	۳/۲۴±۰/۰۵	۳/۱۷-۳/۳۲	۳/۵۶±۰/۱۷	۳/۳۹-۳/۷۶	۳/۴۷±۰/۰۶	۳/۴۰-۳/۵۵	۰/۰۸۲
LO	۴/۵۲±۰/۰۸	۴/۴۱-۴/۶۷	۵/۲۵±۰/۱۷	۵/۰۴-۵/۴۶	۵/۲۴±۰/۱۱	۵/۱۱-۵/۳۹	۰/۰۰۱
FL	۱۹/۳۹±۰/۱۱	۱۹/۲۵-۱۹/۵۴	۳۱/۵۰±۰/۵۸	۳۰/۶۸-۳۱/۹۵	۳۰/۸۱±۰/۷۲	۳۰/۲۸-۳/۸۷	۰/۰۰۱
TL	۲۰/۶۶±۰/۲۲	۲۰/۳۹-۲۰/۹۸	۳۲/۰۵±۰/۱۶	۳۱/۸۹-۳۲/۲۶	۳۱/۸۱±۰/۵۱	۳۱/۴۰-۳۲/۵۳	۰/۰۰۱
C.INT	۳/۲۵±۰/۰۷	۳/۲۰-۳/۳۷	۳/۶۲±۰/۲۴	۳/۲۹-۳/۸۶	۳/۵۴±۰/۲۷	۳/۱۸-۳/۸۳	۰/۰۶۵
DP	۶/۲۵±۰/۰۶	۶/۱۴-۶/۳۵	۶/۴۱±۰/۲۲	۶/۱۳-۶/۶۶	۶/۳۳±۰/۲۱	۶/۱۵-۶/۶۴	۰/۵۳۰
LF	۲۷/۲۸±۰/۰۴	۲۷/۲۱-۲۷/۳۴	۲۷/۴۵±۰/۱۶	۲۷/۳۱-۲۷/۶۸	۲۷/۴۳±۰/۱۹	۲۷/۲۸-۲۷/۶۹	۰/۸۱۵
W	۱۵/۳۰±۰/۰۵	۱۵/۲۵-۱۵/۴۱	۱۵/۵۳±۰/۲۱	۱۵/۳۴-۱۵/۸۲	۱۵/۵۳±۰/۱۶	۱۵/۳۱-۱۵/۶۸	۰/۴۰۶

زیستگاه	کرمانشاه، چرخلان (KER)		اراک، توره (ARK)		همدان، تخت نادر (HAM)		معناداری
	میانگین±انحراف از استاندارد	کمترین و بیشترین اندازه (میلی‌متر)	میانگین±انحراف از استاندارد	کمترین و بیشترین اندازه (میلی‌متر)	میانگین±انحراف از استاندارد	کمترین و بیشترین اندازه (میلی‌متر)	
SVL	۴۰/۶۵±۲/۲۴	۳۹/۲۳-۴۳/۹۹	۳۸/۸۵±۱/۰۰	۳۸/۲۲-۴۰/۸۱	۴۲/۴۲±۰/۷۹	۴۱/۳۱-۴۳/۱۵	۰/۰۰۱
HW	۱۴/۴۹±۰/۵۰	۱۳/۸۷-۱۵/۱۰	۱۳/۵۳±۰/۵۲	۱۲/۵۶-۱۴/۰۱	۱۲/۷۰±۰/۵۸	۱۱/۹۶-۱۳/۳۲	۰/۰۰۱
HL	۱۱/۸۸±۰/۸۶	۱۱/۲۸-۱۳/۱۲	۱۱/۳۱±۰/۱۹	۱۱/۱۸-۱۱/۶۹	۱۰/۵۰±۰/۸۹	۹/۵۰-۱۱/۸۹	۰/۰۰۱
ID	۳/۴۱±۰/۱۱	۳/۳۳-۳/۵۷	۳/۳۶±۰/۱۲	۳/۱۸-۳/۵۰	۳/۶۱±۰/۱۷	۳/۴۵-۳/۸۶	۰/۰۴۸
DRO	۶/۳۹±۰/۱۰	۶/۲۸-۶/۵۲	۶/۴۲±۰/۳۵	۵/۸۴-۶/۸۳	۶/۵۷±۰/۱۶	۶/۳۸-۶/۷۹	۰/۶۹۸
EN	۳/۳۵±۰/۰۹	۳/۲۳-۳/۴۶	۳/۳۶±۰/۰۵	۳/۲۸-۳/۴۲	۱۰/۵۳±۰/۱۳	۳/۳۲-۳/۷۰	۰/۰۸۲
LO	۵/۳۲±۰/۲۷	۵/۱۴-۵/۷۴	۵/۵۰±۰/۰۹	۵/۳۹-۵/۶۱	۵/۲۶±۰/۱۳	۵/۱۲-۵/۴۹	۰/۰۰۱
FL	۲۱/۰۵±۰/۹۱	۲۰/۲۲-۲۲/۲۰	۲۰/۳۱±۰/۲۸	۲۰/۱۲-۲۰/۸۳	۲۲/۴۱±۰/۷۴	۲۱/۷۳-۲۳/۶۰	۰/۰۰۱
TL	۲۲/۵۵±۱/۱۷	۲۱/۴۵-۲۴/۲۱	۲۱/۵۷±۰/۴۱	۲۱/۲۲-۲۲/۱۸	۲۳/۲۸±۱/۰۲	۲۲/۱۳-۲۴/۹۵	۰/۰۰۱
C.INT	۳/۳۳±۰/۰۸	۳/۲۷-۳/۴۶	۳/۳۳±۰/۱۰	۳/۲۰-۳/۴۸	۳/۳۱±۰/۲۱	۳/۰۴-۳/۵۲	۰/۰۶۵
DP	۶/۲۴±۰/۰۷	۶/۱۶-۶/۳۲	۶/۳۲±۰/۱۰	۶/۱۸-۶/۴۹	۶/۳۹±۰/۲۰	۶/۱۷-۶/۶۱	۰/۵۳۰
LF	۲۷/۳۴±۰/۳۱	۲۷/۱۰-۲۷/۸۰	۲۷/۲۴±۰/۳۴	۲۶/۸۲-۲۷/۶۷	۲۷/۲۴±۰/۲۱	۲۷/۱۰-۲۷/۶۲	۰/۸۱۵
W	۱۵/۳۴±۰/۳۲	۱۵/۱۲-۱۵/۸۳	۱۵/۲۶±۰/۳۶	۱۴/۸۵-۱۵/۷۳	۱۵/۲۵±۰/۱۹	۱۵/۰۸-۱۵/۵۶	۰/۴۰۶

زیستگاه صفت‌ها	ارومیه، زیوه (URM)		کردستان، مریوان (KOR)		اصفهان، چادگان (ESF)		معناداری
	میانگین±انحراف از استاندارد	کمترین و بیشترین اندازه (میلی‌متر)	میانگین±انحراف از استاندارد	کمترین و بیشترین اندازه (میلی‌متر)	میانگین±انحراف از استاندارد	کمترین و بیشترین اندازه (میلی‌متر)	
SVL	۴۲/۲۵±۳/۳۴	۳۸/۵۹-۴۷/۴۱	۳۹/۳۹±۱/۷۵	۳۷/۸۵-۴۲/۲۴	۳۶/۵۳±۷/۴۸	۳۰/۶۸-۴۹/۶۰	۰/۰۰۱
HW	۱۳/۴۵±۱/۴۳	۱۱/۹۸-۱۵/۵۳	۱۱/۷۵±۰/۴۰	۱۱/۰۵-۱۲/۰۵	۱۱/۵۰±۲/۱۰	۱۰/۰۴-۱۵/۲۰	۰/۰۰۱
HL	۱۲/۱۵±۱/۷۵	۱۰/۱۷-۱۴/۷۵	۱۱/۳۶±۱/۱۹	۹/۸۴-۱۳/۰۷	۱۰/۲۷±۱/۶۹	۸/۸۰-۱۳/۲۱	۰/۰۰۱
ID	۳/۴۴±۰/۲۸	۳/۲۰-۳/۸۶	۳/۵۱±۰/۲۷	۳/۲۰-۳/۸۷	۳/۴۶±۰/۲۵	۳/۲۵-۳/۸۱	۰/۰۴۸
DRO	۶/۴۴±۰/۲۵	۶/۲۰-۶/۷۹	۶/۴۷±۰/۲۶	۶/۱۵-۶/۸۳	۶/۴۳±۰/۳۲	۶/۰۳-۶/۸۵	۰/۶۹۸
EN	۳/۳۹±۰/۱۸	۳/۲۰-۳/۶۲	۳/۴۳±۰/۲۳	۳/۱۷-۳/۷۷	۳/۴۲±۰/۲۶	۳/۲۱-۳/۷۹	۰/۰۸۲
LO	۵/۳۲±۰/۲۹	۵/۱۲-۵/۸۳	۵/۵۶±۰/۳۲	۵/۰۷-۵/۸۷	۵/۶۸±۰/۴۲	۵/۱۷-۶/۳۴	۰/۰۰۱
FL	۲۱/۴۱±۲/۳۳	۱۸/۶۱-۲۴/۰۴	۱۹/۱۶±۰/۷۲	۱۸/۱۲-۲۰/۰۵	۱۷/۲۴±۴/۱۴	۱۳/۶۴-۲۴/۳۸	۰/۰۰۱
TL	۲۲/۶۲±۲/۵۹	۱۹/۹۲-۲۵/۸۶	۲۰/۴۶±۱/۱۰	۱۹/۲۴-۲۱/۸۹	۱۸/۵۶±۴/۱۹	۱۵/۲۶-۲۵/۸۸	۰/۰۰۱
C.INT	۳/۴۰±۰/۱۴	۳/۲۳-۳/۵۶	۳/۴۷±۰/۲۲	۳/۲۲-۳/۸۰	۳/۳۹±۰/۱۷	۳/۲۵-۳/۶۰	۰/۰۶۵
DP	۶/۳۹±۰/۱۳	۶/۱۷-۶/۵۳	۶/۴۴±۰/۲۱	۶/۲۰-۶/۷۶	۶/۴۱±۰/۲۲	۶/۲۰-۶/۷۳	۰/۵۳۰
LF	۲۷/۳۵±۰/۱۲	۲۷/۱۵-۲۷/۴۷	۲۷/۳۲±۰/۲۲	۲۷/۱۱-۲۷/۶۸	۲۷/۳۶±۰/۱۷	۲۷/۲۱-۲۷/۶۵	۰/۸۱۵
W	۱۵/۳۷±۰/۱۲	۱۵/۱۷-۱۵/۴۸	۱۵/۲۵±۰/۱۹	۱۵/۰۵-۱۵/۵۵	۱۵/۳۶±۰/۱۹	۱۵/۱۰-۱۵/۶۰	۰/۴۰۶

در بررسی صفت‌های ریخت‌سنجی برای جنس نر، سه مؤلفه اول بیشترین درصد (بیش از ۹۷ درصد) واریانس کل داده‌ها را به خود اختصاص می‌دهند (همانند جنس ماده) و در این میان، مؤلفه اول به‌تنهایی ۷۲/۸۲ درصد کل واریانس‌ها را به خود اختصاص می‌دهد (جدول ۷). همانند جنس ماده، صفت‌های طول پوزه تا مخرج (SVL)، طول ران (FL) و طول ساق پا (TL) بیشترین تأثیر را در مؤلفه اول دارند. مؤلفه‌های دوم و سوم به ترتیب ۱۷/۳۸ و ۷/۵۷ درصد واریانس کل داده‌ها را به خود اختصاص می‌دهند و متغیرهای فاصله دو سوراخ بینی (ID) و طول چشم (LO) بیشترین تأثیر را در این مؤلفه‌ها دارند (جدول ۷).

نتایج تجزیه و تحلیل‌های چندمتغیره (PCA) در بررسی صفت‌های اندازه‌گیری‌شده برای جنس ماده نشان می‌دهند سه مؤلفه اول بیش از ۸۶ درصد واریانس‌ها را به خود اختصاص می‌دهند. مؤلفه اول به‌تنهایی ۷۰/۹۶ درصد کل واریانس‌ها را به خود اختصاص می‌دهد (جدول ۶) و صفت‌های طول پوزه تا مخرج (SVL)، طول ران (FL) و طول ساق پا (TL) بیشترین تأثیر را در این مؤلفه دارند. مؤلفه دوم ۱۰/۴۵ درصد واریانس کل داده را به خود اختصاص می‌دهد و متغیرهای طول پرده شنا (W) و طول سر از مفصل آرواره‌ای تا نوک پوزه (HL) به ترتیب بیشترین تأثیر را دارند. متغیرهای طول انگشت چهارم پا (LF) و فاصله بین سوراخ بینی تا لبه قدامی چشم (LO) بیشترین تأثیر را در مؤلفه سوم دارند (جدول ۶).

جدول ۶- بار عاملی در سه مؤلفه اول استخراج شده از ماتریکس همبستگی بر اساس صفت‌های مورفومتیک در بین جمعیت‌های مختلف جنس ماده *R. macrocnemis* در ایران بر اساس تجزیه و تحلیل PCA (برای تعریف صفت‌ها به جدول ۲ مراجعه شود)

صفت‌ها	مؤلفه اول (PC1)	مؤلفه اول (PC2)	مؤلفه اول (PC3)	
SVL	۰/۳۱۰	-۰/۲۴۰	-۰/۰۷۶	
HW	۰/۲۸۲	-۰/۳۲۳	-۰/۰۷۹	
HL	۰/۲۸۳	۰/۳۷۳	۰/۰۵۸	
ID	۰/۲۵۹	۰/۰۷۲	۰/۱۰۹	
DRO	۰/۲۸۸	۰/۲۰۵	۰/۱۰۳	
EN	۰/۲۸۶	۰/۳۰۳	۰/۱۶۴	
LO	۰/۲۸۵	۰/۰۷۰	۰/۳۴۸	
FL	۰/۲۹۲	-۰/۳۱۳	۰/۰۶۳	
TL	۰/۲۹۰	۰/۳۳۶	۰/۰۸۵	
C.INT	۰/۲۸۷	۰/۲۳۹	-۰/۲۰۳	
DP	۰/۲۶۰	۰/۳۳۵	۰/۰۲۵	
LF	۰/۲۲۱	۰/۰۹۰	۰/۸۴۰	
W	۰/۲۴۵	۰/۴۰۶	۰/۲۳۱	
مقادیر ویژه	واریانس	۷۰/۹۶	۱۰/۴۵	۵/۲۹
	واریانس تجمعی	۷۰/۹۶	۸۱/۴۱	۸۶/۷

جدول ۷- بار عاملی در سه مؤلفه اول استخراج شده از ماتریکس همبستگی بر اساس صفت‌های ریخت‌سنجی در بین جمعیت‌های مختلف جنس نر *R. macrocnemis* در ایران بر اساس تحلیل PCA

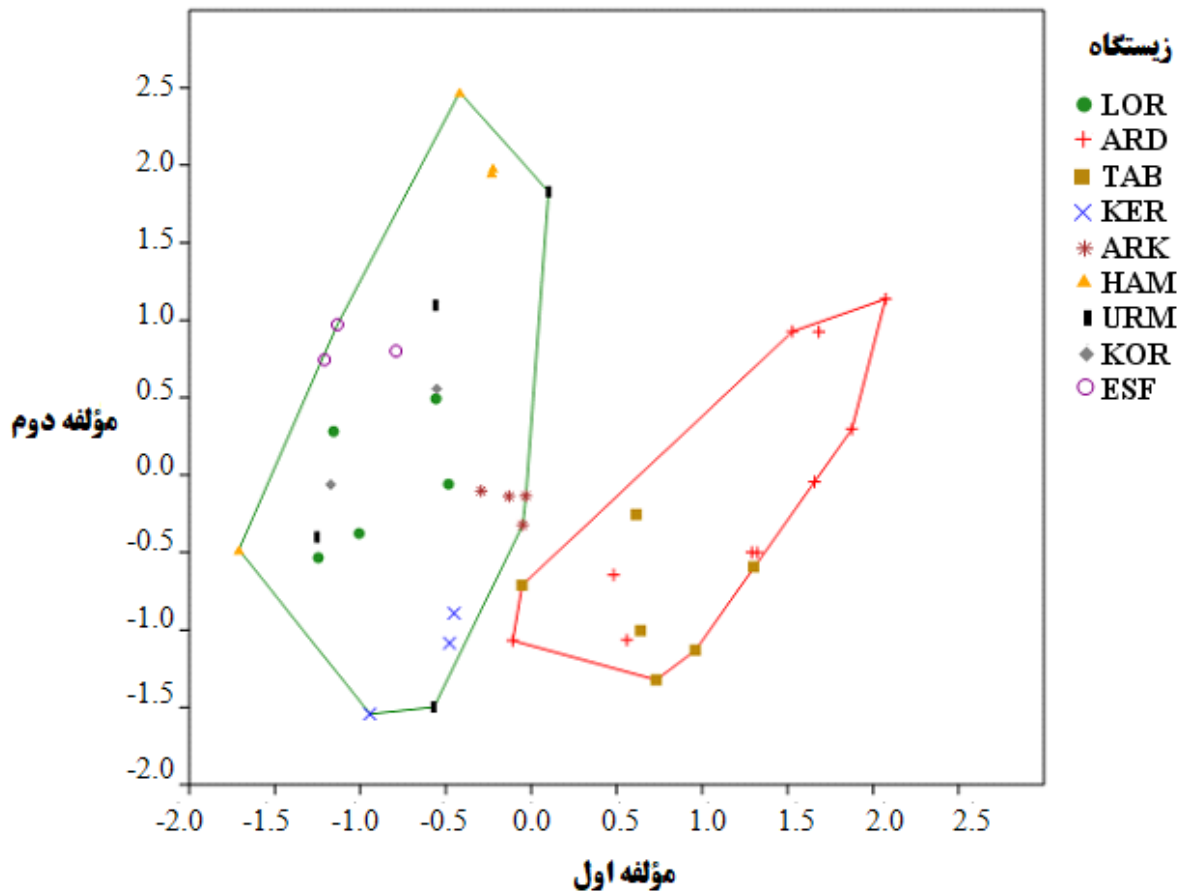
صفت‌ها	مؤلفه اول (PC1)	مؤلفه دوم (PC2)	مؤلفه سوم (PC3)	
SVL	۰/۴۳۷	۰/۰۳۳	۰/۰۲۷	
HW	۰/۴۲۴	-۰/۱۶۳	۰/۱۶۴	
HL	۰/۴۲۷	-/۰۰۱	۰/۱۵۶	
ID	۰/۲۵۸	۰/۵۰۵	۰/۸۰۷	
LO	۰/۰۹۵	۰/۸۰۸	۰/۵۴۲	
FL	۰/۴۲۹	-۰/۱۷۹	۰/۰۰۶	
TL	۰/۴۳۰	-۰/۱۷۵	۰/۰۲۵	
مقادیر ویژه	واریانس	۷۲/۸۲	۱۷/۳۸	۷/۵۷
	واریانس تجمعی	۷۲/۸۲	۹۰/۲۰	۹۷/۷۷

رگرسیون خطی و به‌طور جداگانه برای افراد ماده و نر گونه *R. macrocnemis* ترسیم شد (شکل‌های ۳ و ۴).

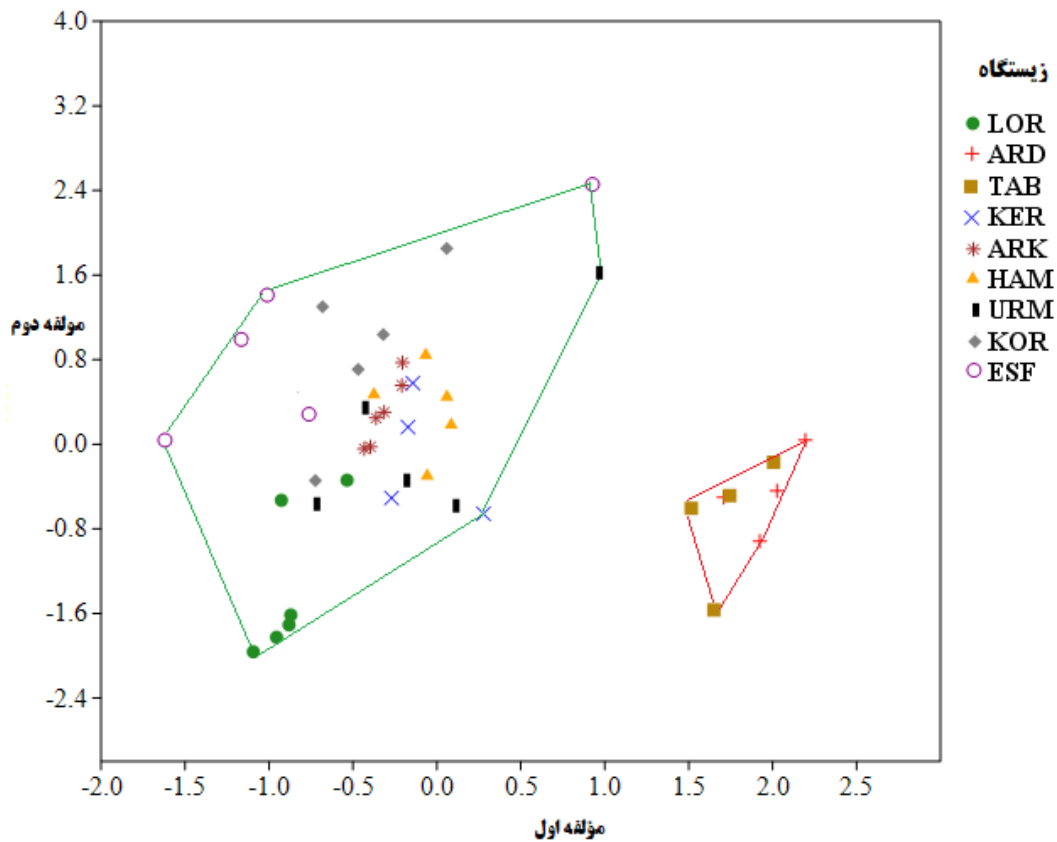
پس از انجام آزمون تحلیل چندمتغیره به روش PCA، نمودار پراکنش یا Scatter plot به روش

(۲) و (۳) تقریباً جمعیت‌های اردبیل (ARD) و تبریز (TAB) با استفاده از مؤلفه‌های اول و دوم از سایر جمعیت‌ها جدا می‌شوند.

تأثیر مؤلفه‌های اول و دوم در جدایی جمعیت‌های مختلف دو جنس نر و ماده نشان می‌دهد و الگوی جغرافیایی معناداری در برخی جمعیت‌های *R. macrocnemis* مشاهده می‌شود. بر اساس شکل‌های



شکل ۳- نمودار مؤلفه اول در برابر مؤلفه دوم در صفت‌های ریخت‌سنجی اندازه‌شی بین جمعیت‌های مختلف جنس ماده *R. macrocnemis* در ایران (برای کد مکان‌های جغرافیایی به جدول ۱ مراجعه شود)



شکل ۴- نمودار مؤلفه اول در برابر مؤلفه دوم در صفت‌های ریخت‌سنجی اندازه‌گیری بین جمعیت‌های مختلف جنس *R. macrocnemis* در ایران (برای کد مکان‌های جغرافیایی به جدول ۱ مراجعه شود)

جمعیت‌های مختلف به‌خوبی وجود تفاوت معنادار الگوی جغرافیایی بین جمعیت‌های *R. macrocnemis* را نشان می‌دهد. در جدول‌های (۸) و (۱۰) صفت‌های دارای ارزش در تحلیل ممیزی به‌ترتیب برای جنس ماده و نر ارائه شده‌اند. در هر دو جنس، صفت طول ران (FL) بیشترین تأثیر را در تابع ممیزی دارد؛ همچنین جمعیت‌های دارای بیشترین میزان بار عاملی به میزان ۹۷ درصد برای جنس ماده (جدول ۹، شکل ۵) و ۱۰۰ درصد برای جنس نر به‌درستی در گروه‌های فرضی خود گروه‌بندی شده‌اند (جدول ۱۱ و شکل ۶).

به‌منظور بررسی دقیق‌تر و بررسی درستی گروه‌بندی جمعیت‌های *R. macrocnemis* در ایران بر اساس تحلیل چندمتغیره (PCA) از تحلیل تشخیص تابع ممیزی (DFA) استفاده شد؛ از این‌رو، ۹ جمعیت مطالعه‌شده بر اساس نتایج مرحله قبل در دو گروه طبقه‌بندی و تجزیه و تحلیل‌ها روی آنها انجام شدند. در بررسی صفت‌های اندازه‌گیری‌شده برای دو جنس ماده و نر، تحلیل تشخیص تابع ممیزی به استخراج تابع معناداری منجر شد که ۱۰۰ درصد تغییرات و اختلاف‌های بین‌جمعیتی را آشکار کرد (جدول‌های ۸ و ۱۰). تأثیر این تابع در جدایی

جدول ۸- بار عاملی در تابع استخراج شده از ماتریکس همبستگی بر اساس ۱۳ صفت ریخت‌سنجی اندازه‌شی در جمعیت‌های مختلف جنس ماده *R. macrocnemis* در ایران (برای تعریف صفت‌ها به جدول ۲ مراجعه شود)

صفات	تابع اول
SVL	۰/۰۰۰
HW	۰/۰۲۱
HL	-۰/۴۳۳
ID	۰/۳۲۹
DRO	-۰/۵۳۸
EN	۰/۰۴۹
LO	۰/۸۰۹
FL	۱/۰۸۳
TL	۰/۰۳۸
C.INT	۰/۰۴۴
DP	-۰/۲۸۷
LF	۰/۳۲۱
W	-۰/۱۵۰
مقادیر ویژه	واریانس
	۱۰۰/۰
	واریانس تجمعی
	۸۱۰۰/۰

جدول ۹- اعتبار گروه‌های تشکیل شده به کمک تحلیل ممیزی؛ ۹۷ درصد جمعیت‌های جنس ماده *R. macrocnemis* در ایران به درستی گروه‌بندی شده‌اند.

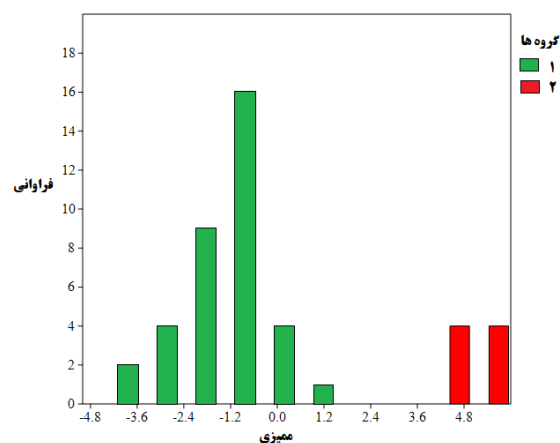
	گروه‌ها	گروه‌بندی افراد		مجموع
		۱	۲	
تعداد	۱	۲۵	۰	۲۵
	۲	۱	۱۵	۱۶
اصالت گروه‌بندی	۱	۱۰۰/۰	۰/۰	۱۰۰/۰
	۲	۶/۳	۹۳/۸	۱۰۰/۰

جدول ۱۰- بار عاملی در تابع استخراج شده از ماتریکس همبستگی بر اساس صفت‌های ریخت‌سنجی اندازه‌شی در جمعیت‌های مختلف جنس نر *R. macrocnemis* در ایران

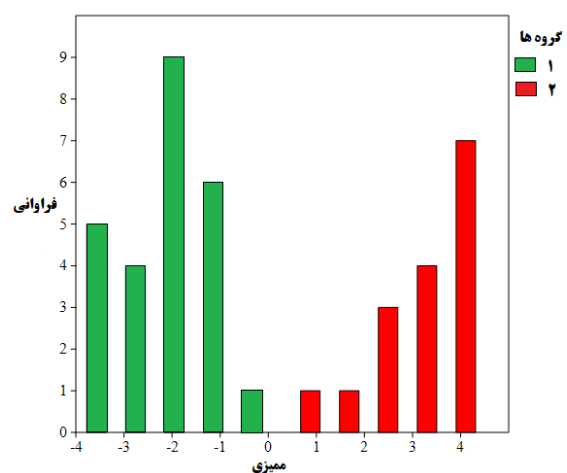
صفت	تابع اول
SVL	-۰/۹۷۲
HW	-۰/۰۴۳
HL	۰/۹۲۹
ID	-۰/۱۳۰
LO	-۰/۱۲۱
FL	۲/۴۰۳
TL	-۱/۲۴۰
مقادیر ویژه	واریانس
	۱۰۰/۰
	واریانس تجمعی
	۱۰۰/۰

جدول ۱۱- اعتبار گروه‌های تشکیل شده به کمک تحلیل ممیزی، ۱۰۰ درصد جمعیت‌های جنس نر *Rana macrocnemis* در ایران به درستی گروه‌بندی شده‌اند.

	گروه‌ها	گروه‌بندی افراد		مجموع
		۱	۲	
اصالت گروه‌بندی	تعداد	۱	۰	۳۶
		۲	۸	۸
	درصد	۱	۰/۰	۱۰۰/۰
		۲	۱۰۰/۰	۱۰۰/۰



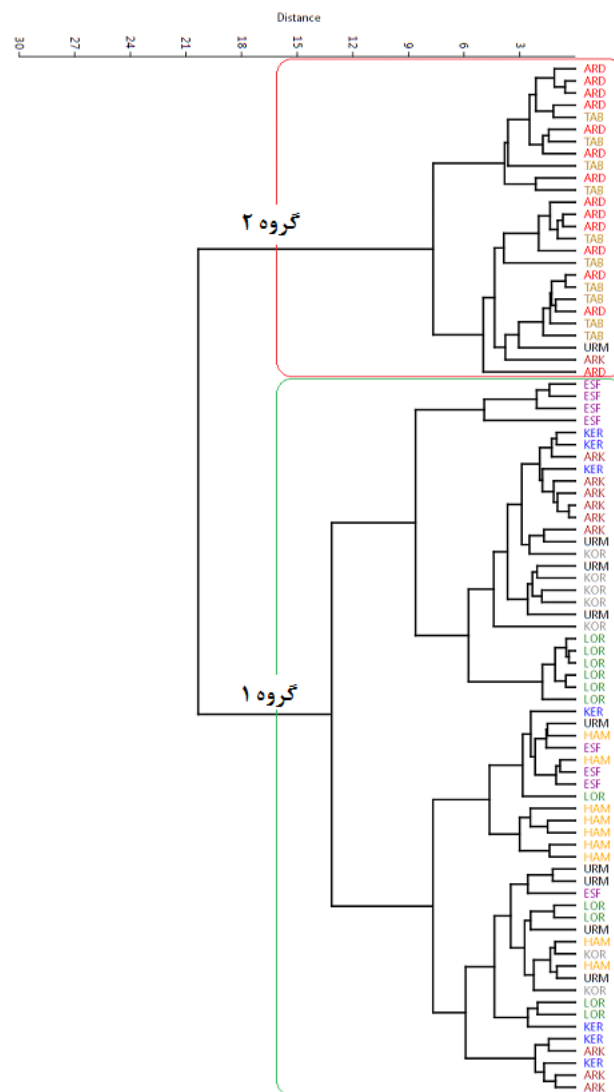
شکل ۶- نمودار تحلیل ممیزی حاصل از تابع متمایزکننده صفت‌های ریخت‌سنجی اندازه‌شی بین جمعیت‌های مختلف جنس نر *R. macrocnemis* در ایران



شکل ۵- نمودار تحلیل ممیزی حاصل از تابع متمایزکننده صفت‌های ریخت‌سنجی اندازه‌شی بین جمعیت‌های مختلف جنس ماده *R. macrocnemis* در ایران

خوشه‌های مشترکی را با یکدیگر تشکیل داده‌اند و جدا از جمعیت‌های گروه ۲ شامل جمعیت‌های اردبیل (ARD) و تبریز (TAB) قرار گرفته‌اند. دندروگرام حاصل از تحلیل خوشه‌ای در شکل (۷) ارائه شده است. بر مبنای نتایج مطالعه حاضر، دو گروه مجزا از نظر جغرافیایی بر اساس صفت‌های ریخت‌سنجی اندازه‌گیری بین جمعیت‌های *R. macrocnemis* مشخص شدند: گروه ۱. جمعیت‌های غرب - جنوبی، گروه ۲. جمعیت‌های غرب - شمالی.

تحلیل خوشه‌ای (Clustering) به منظور ارزیابی و تعیین درجه شباهت و عدم شباهت بین جمعیت‌ها انجام شد. نتایج تحلیل خوشه‌ای جمعیت‌های *R. macrocnemis* بر اساس روش میانگین حسابی بین‌گروهی غیرروزی (UPGMA) نشان می‌دهند جمعیت‌های گروه ۱ شامل جمعیت‌های لرستان (LOR)، کرمانشاه (KER)، اراک (ARK)، همدان (HAM)، ارومیه (URM)، کردستان (KOR) و اصفهان (ESF) در فاصله یکسانی به یکدیگر متصل شده‌اند،



شکل ۷- دندروگرام حاصل از تحلیل خوشه‌ای صفت‌های ریخت‌سنجی اندازه‌گیری جمعیت‌های مختلف *R. macrocnemis* در ایران (برای کد مکان‌های جغرافیایی به جدول ۱ مراجعه شود)

بحث

(Najibzadeh *et al.*, 2017a) همخوانی دارد. بر مبنای این نتایج، جمعیت‌های قورباغه‌های کوهستانی در دو گروه شمالی و جنوبی قرار می‌گیرند و آشکارا وجود دو گروه اصلی در جمعیت‌های قورباغه‌های گونه *R. macrocnemis* در ایران را نشان می‌دهند. طبق این نتایج، جمعیت‌های قورباغه کوهستانی اردبیل (ARD) و تبریز (TAB) از سایر جمعیت‌ها شامل لرستان (LOR)، کرمانشاه (KER)، اراک (ARK)، همدان (HAM)، ارومیه (URM)، کردستان (KOR) و اصفهان (ESF) جدا می‌شوند و در این بین، صفت طول ران (FL) بیشترین تأثیر را دارد.

Tarkhnishvili و همکاران (۲۰۰۱)، Afsar و همکاران (۲۰۱۵) و Najibzadeh و همکاران (۲۰۱۷a) و (۲۰۱۷b) پیش‌تر مطرح کرده‌اند این گونه علفزارها و جنگل‌های سوزنی‌برگ نواحی مرتفع با دمای کم را برای زیست ترجیح می‌دهد؛ از این رو به نظر می‌رسد نواحی پست و کم‌ارتفاع به محدود شدن جریان ژن بین دو کلاد جنوبی و شمالی منجر شده باشند. مسئله دیگر، نزدیکی فاصله بین نمونه‌های ارومیه و تبریز از نظر جغرافیایی است؛ در حالی که جمعیت‌های ارومیه با نمونه‌های کلاد جنوبی قرابت دارند و نمونه‌های تبریز همراه با اردبیل کلاد شمالی را تشکیل می‌دهند. از آنجا که دوزیستان اغلب در عبور از موانع نمکی بسیار ناتوانند (Brown and Guttman, 2002)، این فرضیه مطرح می‌شود که دریاچه ارومیه و دشت‌های نمکی اطراف آن به منزله عامل ویکاریانسی جریان ژن بین نمونه‌های غرب و شرق دریاچه ارومیه را محدود کرده‌اند.

مطالعه‌های گذشته نشان می‌دهند غالباً در دوزیستان بی‌دم ماده‌ها بزرگ‌تر از نرها هستند (Shine, 1979; Monnet and Cherry, 2002; Liao *et al.*, 2013). نتایج مطالعه حاضر در راستای موافقت با الگوی غالب در دوزیستان بی‌دم نشان می‌دهند صفت‌های ریختی در ماده‌ها به‌طور معناداری بزرگ‌تر از نرها هستند؛ هرچند عوامل بسیاری مانند رقابت (Szekely *et al.*, 2004)، قلمروطلبی (Shine, 1979)، مراقبت والدینی (Vargas-Salinas, 2006)، سن (Monnet and Cherry, 2002)، شانس بقا و نرخ مرگ‌ومیر بین دو جنس (Young, 2011; Liao *et al.*, 2005)، ارتفاع (Ashton and Feldman, 2003; Vargas-Salinas, 2006)، عرض جغرافیایی (Meshaka, 2001; Zhang *et al.*, 2016)، آب‌وهوای محلی (Wells, 2001) و ... بر تفاوت بین جنس نر و ماده در دوزیستان تأثیر می‌گذارند و باید بررسی شوند.

نتایج ریخت‌شناسی گویای تنوع درون‌گونه‌ای زیاد در میان جمعیت‌های قورباغه کوهستانی هستند و الگوی جغرافیایی معناداری را بین جمعیت‌های گونه *R. macrocnemis* نشان می‌دهند. بر مبنای نتایج ریخت‌شناسی مطالعه حاضر، جمعیت‌های گونه *R. macrocnemis* در ۱۳ صفت ریخت‌شناسی بررسی شده به‌طور معناداری نسبت به یکدیگر تنوع دارند. نتایج تحلیل‌های چندمتغیره روی صفت‌های ریخت‌شناسی به‌آسانی توانستند الگوی جغرافیایی معناداری را بین جمعیت‌های قورباغه کوهستانی کشف کنند که کاملاً با نتایج داده‌های مولکولی

منابع

- Afsar, M., Afsar, B. and Arikan, H. (2014) *Rana macrocnemis* BoUlenger, 1885, from the emir Mountains in western inner Anatolia (Turkey) (Anura: ranidae). *Herpetozoa* 26(3/4): 115-123.
- Afsar, M., Afsar, B. and Arikan, H. (2015) Classification of the mountain frogs of the Berçelan Plateau (Hakkari), east Anatolia (Turkey) (Anura: Ranidae). *Herpetozoa* 28(1/2): 15-27.
- AmphibiaWeb, Information on amphibian biology and conservation. Retrieved from: <http://amphibiweb.org>. On: 14 February 2017.
- Ashton, K. G. and Feldman, C. R. (2003) Bergmann's rule in nonavian reptiles: turtles follow it, lizards and snakes reverse it. *Evolution* 57: 1151-1163.
- Baran, I. and Atatur, M. K. (1998) Turkish herpetofauna (amphibians and reptiles). Turkish Ministry of Environment, Ankara.
- Boulenger, G. A. (1920) A monograph of the American frogs of the genus *Rana*. *Proceedings of the American Academy of Arts and Science* 55: 413-480.
- Brown, R. and Guttman, S. (2002) Phylogenetic systematics of the *Rana signata* complex of Philippine and Bornean stream frogs: reconsideration of Huxley's modification of Wallace's Line at the Oriental- Australian faunal zone interface. *Biological Journal of the Linnean Society* 76: 393-461.
- Castellano, S., Giacoma, C. and Dujsebaveva, T. (2000) Morphometric and advertisement call geographic variation in polyploidy green toads. *Biological Journal of the Linnean Society* 70: 341-360.
- Dayrat, B. (2005) Towards integrative taxonomy. *Biological Journal of the Linnean Society* 85(3): 407-415.
- Dubois, A. (1985) Diagnose pre'liminaire d'un nouveau genre de Ranoidea (amphibiens, anoures) du sud de l'Inde. *Alytes* 4: 113-118.
- Frost, D. R. (2013) Amphibian species of the world: an online reference. American museum of natural history, New York.
- Gasc, J.-P., Cabela, A., Crnobrnja-Isailovic, J., Dolmen, D., Grossenbacher, K., Haffner, P., Lescure, J., Martens, H., Martiinez-Rica, J. P., Maurin, H., Oliveira, M. E., Sofianidou, T. S., Veith, M. and Zuiderwijk, A. (1997) Atlas of amphibians and reptiles in Europe. *Societas Europaea Herpetologica and Museum national d Histoire naturelle*, Paris.
- Geraghty, P. T., Williamson, J. E., Macbeth, W. G., Wintner, S. P., Harry, A. V., Ovenden, J. R. and Gillings, M. R. (2013) Population Expansion and Genetic Structure in *Carcharhinus brevipinna* in the Southern Indo-Pacific. *PLoS ONE* 8(9): e75169.
- Lee, J. C. (1993) Geographic variation in size and shape of Neotropical frogs: A precipitation gradient analysis. *Occasional Papers of the Museum of Natural History, University of Kansas* 163: 1-20.
- Liao, W. B., Lu, X., Shen, Y. W. and Hu, J. C. (2011) Age structure and body size of two populations of the rice frog *Rana limnocharis* from different altitudes. *Italian Journal of Zoology* 78: 215-221.
- Liao, W. B., Zeng, Y., Zhou, C. Q. and Jehle, R. (2013) Sexual size dimorphism in anurans fails to obey Rensch's rule. *Frontiers in Zoology* doi:10.1186/1742-9994-10-10.

- Lowe, K. and Hero, J. M. (2012) Sexual Dimorphism and Color Polymorphism in the Wallum Sedge Frog (*Litoriaolongburensis*). *Herpetological Review* 43: 236-240.
- Mendelson, J. R. III. (1998) Geographic variation in *Bufo valliceps* (Anura: Bufonidae), a widespread toad in the United States and middle America. *Scientific Papers of the Natural History Museum. The University of Kansas* 8: 1-12.
- Meshaka, W. E. (2001) The Cuban Tree frog in Florida: Life History of a Successful Colonizing Species. University Press of Florida, Florida.
- Monnet, J. M. and Cherry, M. I. (2002) Sexual size dimorphism in anurans. *Proceedings of the Royal Society of London, Series B* 269: 2301-2307.
- Najibzadeh, M., Gharzi, A., Rastegar-Pouyani, N., Rastegar-Pouyani, E. and Pesarakloo, A. (2017a) Habitat Suitability for the Caucasian frog *Rana macrocnemis* Boulenger, 1885 (Amphibia: Anura: Ranidae). *Russian Journal of Ecology* 48(3): 250-256.
- Najibzadeh, M., Gharzi, A., Rastegar-Pouyani, N., Rastegar-Pouyani, E. and Pesarakloo, A. (2017b) Habitat suitability and patterns of sex-biased migration of the Iranian long-legged wood frog, *Rana pseudodalmatina* (Anura: Ranidae). *Biologia* 72/6: 686-693.
- Najibzadeh, M., Gharzi, A., Rastegar-Pouyani, N., Rastegar-Pouyani, E. and Pesarakloo, A. (2017c) Genetic Structure of the Hyrcanian wood frog, *Rana pseudodalmatina* (Amphibia: Ranidae) using mtDNA Gene Sequences. *Russian Journal of Genetics* 54(10) 1221-1228.
- Najibzadeh, M., Veith, M., Gharzi, A., Rastegar-Pouyani, N., Rastegar-Pouyani, E., Kieren, S. and Pesarakloo, A. (2017d) Molecular phylogenetic relationships among Anatolian-Hyrcanian brown frog taxa (Ranidae: *Rana*). *Amphibia-Reptilia* 38: 339-350.
- Palumbi, S. R. (1994) Genetic divergence, reproductive isolation, and marine speciation. *Annual Review of Ecology and Systematics* 25: 547-572.
- Plötner, J., Becker, C. and Plötner, K. (1994) Morphometric and DNA investigations into European water frogs (*Rana* kl. *esculenta* Synklepton? (Anura, Ranidae)) from different population systems. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research* 32: 193-210.
- Pope, L. C., Sharp, A. and Moritz, C. (1996) Population structure of the yellowfooted rock-wallaby *Petrogale xanthopus* (Gray, 1854) inferred from mtDNA sequences and microsatellite loci. *Molecular Ecology* 5: 629-640.
- Riedel, A., Sagata, K., Suhardjono, Y. R., Tänzler, R. and Balke, M. (2013) Integrative taxonomy on the fast track- towards more sustainability in biodiversity research. *Frontiers in Zoology* 10(15): 1-9.
- Rissler, L. J. and Apodaca, J. J. (2007) Adding more ecology into species delimitation: ecological niche models and phylogeography help define cryptic species in the black salamander (*Aneides flavipunctatus*). *Systematic Biology* 56: 924-942.
- Shine, R. (1979) Sexual selection and sexual dimorphism in the Amphibia. *Copeia* 1979: 297-305.
- Sinsch, U. and Schneider, H. (1999) Taxonomic reassessment of Middle Eastern water frogs: Morphological variation among populations considered as *Rana ridibunda*, *R. bedriagaeor*, *R. levantina*. *Journal of Zoological and Systematic Evolution Research* 37: 67-74.
- Steeves, T. E., Anderson, D. J. and Friesen, V. L. (2005) A role for nonphysical barriers to gene flow in the diversification of a highly vagile seabird, the masked booby (*Sula dactylatra*). *Molecular Ecology* 14: 3877-3887.
- Székely, T., Freckleton, R. B. and Reynolds, J. D. (2004) Sexual selection explains Rensch's rule of size dimorphism in shorebirds. *PNAS* 101: 12224-12227.

- Tarkhnishvili, D., Hille, A. and Bohme, W. (2001) Humid forest refugia, speciation and secondary introgression between evolutionary lineages: differentiation in a Near Eastern brown frog, *Rana macrocnemis*. *Biological Journal of the Linnean Society* 74: 141-156.
- Vargas-Salinas, F. (2006) Sexual size dimorphism in the Cuban tree frog *Osteopilus septentrionalis*. *Amphibia-Reptilia* 27: 419-426.
- Veith, M., Kosuch, J. and Vences, M. (2003) Climatic oscillations triggered post-Messinian speciation of Western Palearctic brown frogs (Amphibia, Ranidae). *Molecular Phylogenetic and Evolution* 26: 310-327.
- Wells, K. D. (2001) The energetics of calling in frogs. In: *Anuran Communication* (Ed. Ryan, M. J.) Smithsonian Institution Press, Washington and London.
- Wiens, J. J., Parra-Olea, G., Garcia-Paris, M. and Wake, D. B. (2007) Phylogenetic history underlies elevational biodiversity patterns in tropical salamanders. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 274(1612): 919-928.
- Young, K. A. (2005) Life-history variation and allometry for sexual size dimorphism in Pacific salmon and trout. *Proceedings of the Royal Society of London, Series B* 272: 167-172.
- Yuan, Z. Y., Zhou, W. W., Chen, X., Poyarkov, N. A. J. R., Chen, H. M., Jang-Liaw, Ni.-H., Chou, W. H., Matzke, N. J., Min, M. S. and Che, J. (2016) Spatiotemporal diversification of the true frogs (genus *Rana*): a historical framework for a widely studied group of model organisms. *Systematic Biology* 65(5): 824-842.
- Zhang, X., Xiong, J. L., Lv, Y. Y., Zhang, L. and Sun, Y. Y. (2016) Sexual size and shape dimorphism in the Wushan salamander, Liuashihi (Liu, 1950) (Urodela: Hynobiidae). *Italian Journal of Zoology* 81: 368-373.