

Comparative Morphology on Populations of Werner Leaf-toed Gecko, *Asaccus elisae* (Werner, 1895) in Iran

Kamran Kamali¹, Mohammad Kaboli^{2*}

¹ Ph. D. Student of Environmental Science, University of Tehran, Tehran, Iran

² Professor, Department of Environmental Science, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Tehran, Iran

Abstract

The genus *Asaccus* is one of the most unknown members of the Phyllodactylidae family. The earliest described species within the genus is Werner's Leaf-toed gecko, *Asaccus elisae*. However, little information is still available on the distribution, phylogeny, speciation processes, gene flow, ecological relationships, and potential and actual threats to its populations in Iran. This study was conducted to investigate the morphological diversity of different populations of this species in Iran. To do so, traditional morphological studies with the use of 15 morphometric and 10 meristic characters and geometric morphometric studies have been used. A total of 60 specimens were caught with the permission of the Environmental Protection Organization from April to September 2018 in 9 stations in the western to southern regions of Iran. The morphometric and meristic characters of the samples have been measured using a Vernier caliper. All samples, after sex determination and photography in the sampling area, were released in their habitat immediately. The results showed that males and females had significant differences in morphological variables, so morphological analyses were performed separately for males and females. Also, the results showed that there is a significant difference between different populations based on morphometric and meristic variables.

Key words: Iran, Geometric Morphology, Zagros Mountains, Leaf-toed Geckos, Morphology.

* mkaboli@ut.ac.ir

تاکسونومی و بیوسیستماتیک، سال یازدهم، شماره سی و نهم، تابستان ۱۳۹۹، صفحه ۵۵-۷۴
دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۰۲/۰۹ پذیرش نهایی: ۱۳۹۹/۰۵/۲۱

ریخت‌شناسی مقایسه‌ای جمعیت‌های گکوی انگشت‌برگی *Asaccus elisae* ورنر (Werner, 1895) در ایران

کامران کمالی^۱، محمد کابلی^{۲*}

^۱ دانشجوی دکتری تنوع زیستی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
^۲ استاد گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

چکیده

جنس *Asaccus* یکی از ناشناخته‌ترین اعضای خانواده Phyllocladylidae است. قدیمی‌ترین گونه شناخته‌شده این جنس گکوی انگشت‌برگی ورنر است؛ با وجود این، هنوز اطلاعات اندکی از پراکنش، ویژگی‌های تبارشناختی، فرآیندهای گونه‌زایی، جریان ژنی، روابط بوم‌شناختی و تهدیدهای بالقوه و بالفعل جمعیت‌های آن در ایران وجود دارد. این مطالعه با هدف بررسی تنوع ریخت‌شناختی جمعیت‌های مختلف این گونه در ایران انجام شد. بدین منظور، روش‌های ریخت‌شناسی سنتی با استفاده از ۱۵ متغیر مورفومتریک و ۱۰ متغیر مریستیک و همچنین ریخت‌شناسی هندسی استفاده شد. تعداد ۶۰ نمونه تحت مجوز سازمان حفاظت محیط زیست از فروردین تا شهریور ۱۳۹۷ در ۹ ایستگاه در نواحی غربی تا جنوبی ایران صید شد. نمونه‌ها با استفاده از کولیس ورنیه بیومتری و پس از تعیین جنسیت و عکس‌برداری، بلافاصله در نقطه صید رهاسازی شدند. نتایج نشان داد نرها و ماده‌های بالغ در متغیرهای ریختی با یکدیگر اختلاف معنادار دارند؛ بنابراین آنالیزهای ریخت‌شناختی برای نرها و ماده‌ها جداگانه انجام شد؛ همچنین نتایج نشان داد که تفاوت معناداری بین جمعیت‌های مختلف براساس متغیرهای مورفومتریک و مریستیک وجود دارد. آنالیزهای خوشه‌بندی تابع تشخیص نیز وجود سه خوشه از جمعیت‌های مطالعه‌شده را تأیید کرد که عبارتند از جمعیت‌های شمال، مرکز و جنوب زاگرس؛ با این وجود مطالعات مولکولی تکمیلی برای تأیید جدایی جمعیت‌های ذکر شده ضروری است تا بتوان با تجمیع نتایج مطالعات ریخت‌شناختی و مولکولی، واحدهای حفاظتی معنادار را در ایران شناسایی و به سازمان حفاظت محیط زیست برای برنامه‌های حفاظتی آتی پیشنهاد کرد.

واژه‌های کلیدی: ایران، ریخت‌شناسی هندسی، رشته‌کوه زاگرس، گکوه‌های انگشت‌برگی، ریخت‌شناسی، ایران.

مقدمه

یکی از هفت خانواده گکوه‌های دنیا و ایران است. این خانواده پراکنش گسترده‌ای از آمریکا تا اروپا، خاورمیانه و شمال آفریقا دارد (Uetz and Hallerman, 2013).

خانواده گکوه‌های انگشت‌برگی (Phyllocladylidae) با ۱۴۹ گونه از نه جنس در جهان

* mkaboli@ut.ac.ir

Copyright©2019, University of Isfahan. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>), which permits others to download this work and share it with others as long as they credit it, but they cannot change it in any way or use it commercially.

سطح پشتی دارند. لبه قدامی صفحات برگ مانند انگشتان نسبت به نوک پنجه خیلی پیشروی ندارند. سطح پشتی بدن قهوه‌ای است و حداکثر پنج نوار عرضی قهوه‌ای تیره روی آن دیده می‌شود. سطح شکم در این گونه سفید است. شکل ۱A یک گکوی انگشت‌برگی ورنر را نشان می‌دهد (Anderson, 1999).

همه گونه‌های گکوی انگشت‌برگی در ایران براساس ویژگی‌های ریخت‌شناختی معرفی شده‌اند و به طور تقریبی، پراکنش گزارش شده از همگی آنها محدود به محل صید نمونه تیپ می‌شود (Kamali, 2018). امکان ایجاد گونه‌های جدید و مخفی (cryptic) درون جمعیت‌های گکوهی انگشت‌برگی بسیار است؛ به طوری که در دو مطالعه اخیر انجام شده در کشور عمان طی دو سال، از درون جمعیت دو گونه پیش‌تر شناخته شده، سه گونه جدید معرفی شد (Parsa et al., 2009; Carranza et al., 2016; Simó-Riudalbas et al., 2017)؛ همچنین در سال‌های اخیر گونه‌های جدیدی از این جنس، تنها براساس ویژگی‌های ریخت‌شناسایی شدند؛ بنابراین هدف این مطالعه بررسی و تعیین تنوع ویژگی‌های ریخت‌شناختی و مرستیک بین جمعیت‌های این گونه در محدوده پراکنش در امتداد رشته کوه زاگرس در ایران بوده است.

مواد و روش‌ها نمونه‌برداری

در این مطالعه ۶۰ فرد از گونه *A. elisae* از نه منطقه (تعدادی براساس مرور منابع و تعدادی از نقاط جدید) در امتداد رشته کوه زاگرس جمع‌آوری شد. نمونه‌برداری‌ها از فروردین تا شهریور ۱۳۹۷ و تحت مجوز شماره ۹۷/۱۲۸۱۱ سازمان حفاظت محیط زیست ایران انجام شد. نام نقاط جمع‌آوری نمونه‌ها به تفکیک

نام این خانواده به دلیل ساختار برگ مانند انتهای انگشتان بسیاری از گونه‌های آن است. اعضای این خانواده به علت توانایی چسبندگی دست‌ها و پاهایشان معروف هستند؛ به طوری که همانند بسیاری از گونه‌های گکو از سطوح عمودی بالا می‌روند یا از سقف‌ها آویزان می‌شوند و راه می‌روند (Izadi et al., 2014). یکی از ۱۰ جنس این خانواده *Asaccus* (Dixon and Anderson, 1973) نام دارد که به گکوهی انگشت‌برگی جنوب غرب آسیا معروف است. این جنس از ناشناخته‌ترین جنس‌ها در این خانواده محسوب می‌شود. تمامی مطالعات درباره گونه‌های این جنس در ایران براساس ویژگی‌های ریخت‌شناختی انجام شده است (Rastegar-Pouyani, Nilson and Faizi, 2006; Torki et al., 2011). برای این جنس تاکنون ۱۹ گونه شناسایی شده است که ۱۰ گونه آن در کشور ایران پراکنش دارد و هشت گونه از آنها اندمیک ایران است (Uetz and kamali, 2018; Hallerman, 2019). اولین گونه بانام *Phyllodactylus elisae* را Werner در سال ۱۸۹۵ در بازمانده‌های شهر تاریخی نینوا در کشور عراق شناسایی کرد. در آن دوران، تمامی گونه‌های گکوی انگشت‌برگی در زمره جنس گسترده *Phyllodactylus* نام‌گذاری می‌شدند. در سال ۱۹۰۷ گونه دومی را Nikolski در دزفول واقع در استان خوزستان کشف کرد و به نام *Phyllodactylus eugeniae* Nikolsky, 1907 نام‌گذاری شد. این گونه را بعدها Werner (۱۹۱۷) مترادف با *P. elisae* معرفی کرد (et al., 2010).

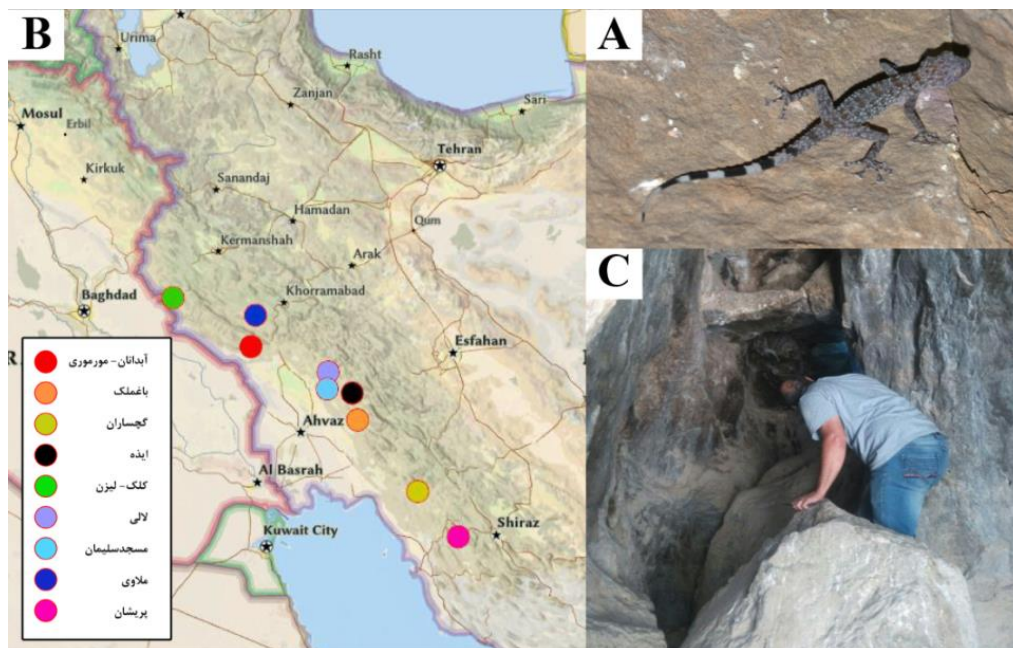
این گونه دارای دو جفت فلس پشت چانه‌ای است. زگیل‌های سطح پشتی بدن، دست‌ها، پاها و دم، درشت و تیغه‌دارند. افراد این گونه به طور معمول ۱۴-۸ ردیف طولی از زگیل‌های درشت سه وجهی روی قسمت میانی

از زیستگاه‌ها، در نقاطی که احتمال حضور گونه وجود داشت، جستجو با چراغ قوه در شکاف سنگ‌ها و غارها برای یافتن افرادی از این گونه انجام شد (شکل ۱C).

استان و نوع زیستگاه به همراه طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریاهای آزاد برای هر نقطه در جدول ۱ آورده شده است؛ همچنین نقاط نمونه‌برداری در نقشه ارائه شده در شکل ۱B نشان داده شده است. در هریک

جدول ۱- نقاط نمونه‌برداری به تفکیک استان، طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع محل جمع‌آوری نمونه‌ها

ارتفاع (متر)	موقعیت جغرافیایی		محل صید	نقاط نمونه‌برداری	تعداد ایستگاه	استان
	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی				
۸۵۱	۵۱/۷۸۳	۲۹/۵۴۴	غار	پریشان (PoA)	۱	فارس
۵۰۹	۴۷/۶۸۷	۳۲/۷۴۶	زیر پل	آبدانان - مورموری (AM)	۲	ایلام
۶۱۵	۴۶/۱۴۴	۳۳/۵۵۱	زیر پل	کلک - لیزن (KL)		
۷۰۸	۴۹/۷۹۴	۳۱/۵۲۴	زیر پل	باغملک (BM)		
۳۹۲	۴۹/۲۱۳	۳۲/۳۲۶	زیر پل	لالی (La)	۴	خوزستان
۲۵۳	۴۹/۱۹۳	۳۲/۰۴۲	زیر پل	مسجد سلیمان (MIS)		
۶۸۴	۴۹/۶۸۸	۳۱/۹۷۳	زیر پل	ایذه (IZ)		
۷۱۹	۵۰/۹۸۲	۳۰/۳۱۶۹	غار	گچساران (Ga)	۱	کهگیلویه و بویراحمد
۷۳۷	۴۷/۷۷۶	۳۳/۲۶۲	زیر پل	ملاوی (Ma)	۱	لرستان



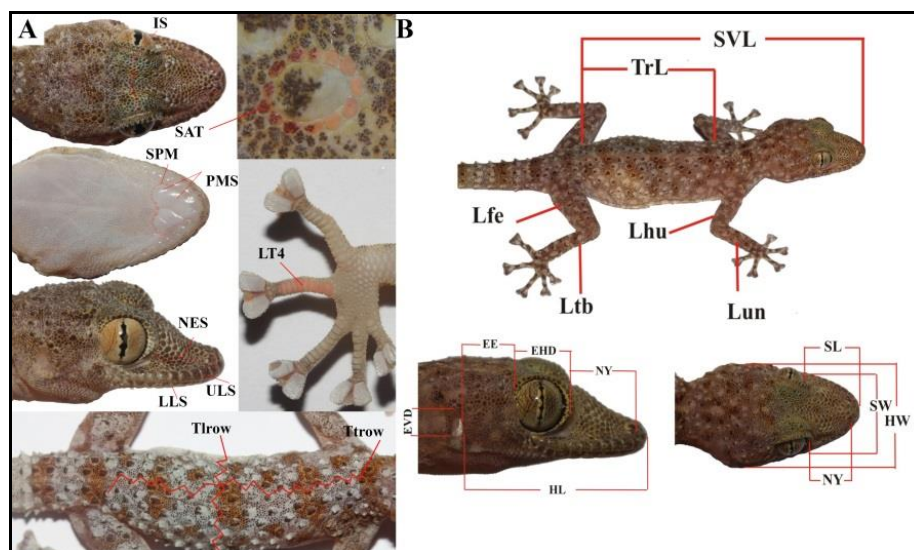
شکل ۱- (A) گگوی انگشت‌برگی ورنر، *Asaccus elisae* از جمعیت مسجدسلیمان، (عکس از کامران کمالی، ۱۳۹۷)، (B) نقشه نقاط جمع‌آوری نمونه‌ها در نه ناحیه از مناطق غرب و جنوب‌غربی ایران و (C) جستجوی گگوی انگشت‌برگی ورنر درون شکاف‌ها و غارهای سنگی با استفاده از چراغ قوه (عکس از ابراهیم میرزایی، ۱۳۹۶).

متغیرهای ریخت‌شناختی

عکس برداری شد. بدین منظور دوربین روی یک پایه به شکل عمود با فاصله ثابت از سطح قرارگیری نمونه‌ها نصب شد و از آنجایی که اندازه نمونه‌ها به علت وجود نمونه‌های نر و ماده و بالغ و نابالغ با هم تفاوت داشتند، در نرم‌افزار Past نسخه ۲/۱۷ اثر اندازه حذف شد؛ همچنین از زیستگاه و محل صید هر نمونه عکس برداری و اطلاعاتی از جمله نوع زیستگاه، ارتفاع از سطح دریاهای آزاد و طول و عرض جغرافیایی ثبت شد. برای تعیین جنسیت افراد صیدشده، شکاف کلواک برای تأیید وجود داشتن یا نداشتن همی‌پنیس (Hemipenis) و برجستگی ابتدای دم بررسی شد. پس از انجام اندازه‌گیری‌های ذکر شده، نمونه‌ها بلافاصله در نقطه صید در همان زیستگاه رهاسازی شدند.

برای تعیین ویژگی‌های ریخت‌شناختی جمعیت‌های مختلف گونه *A. elisae* در گستره پراکنش آن در ایران از دو نوع آنالیز ریخت‌سنجی سنتی و هندسی استفاده شد. برای ریخت‌سنجی سنتی، ۱۵ متغیر مورفومتریک و ۱۰ متغیر مرستیکی (جدول ۲ و شکل ۲) برای هر نمونه اندازه‌گیری شد (Torki et al., 2011; Carranza et al., 2016). برای اندازه‌گیری متغیرهای مورفومتریک از کولیس ورنیه با دقت ۰/۰۲ میلی‌متر و برای شمارش متغیرهای مرستیکی از لوپ میکروسکوپی نوری استفاده شد. همه اندازه‌گیری‌های مورفومتریک را یک شخص (نویسنده اول) با تجهیزات یکسان و از قسمت راست بدن نمونه‌ها انجام داد.

به منظور انجام ریخت‌سنجی هندسی، از هر یک از نمونه‌ها با استفاده از دوربین دیجیتال EOS 60D



شکل ۲- متغیرهای مرستیکی (A) و مورفومتریک (B) شمارش شده در نمونه‌های *Asaccus elisae* (عکس‌ها از کامران کمالی، ۱۳۹۷)، برای نام کامل هر متغیر و تعریف آن، به جدول ۲ مراجعه شود.

جدول ۲- متغیرهای مورفومتریک اندازه‌گیری شده در نمونه‌های *Asaccus elisae*

علامت اختصاری	تعریف	متغیر	نوع متغیر
SVL	Snout-vent length	اندازه سر و بدن	متغیرهای مورفومتریک
TrL	Trunk length	فاصله بین دست‌ها و پاها	
HH	Head height	ارتفاع سر در ناحیه لبه قدامی پرده گوش	
HL	Head length	طول نوک پوزه تا لبه قدامی گوش	
HW	Head width	عرض سر در ناحیه لبه قدامی پرده گوش	
SL	Snout length	طول نوک پوزه تا لبه قدامی چشم	
SW	Snout width	عرض پوزه در ناحیه لبه قدامی چشم	
EHD	Eye horizontal diameter	قطر افقی چشم	
EVD	Ear vertical diameter	قطر عمودی گوش	
EE	Eye to ear distance	فاصله لبه خلفی چشم تا لبه قدامی گوش	
NY	Nostril to eye distance	فاصله فلس پشت بینی تا لبه قدامی چشم	
LTb	Length of tibia	طول مچ پا تا زانو	
LFe	Length of femur	طول زانو تا محل اتصال پا به بدن	
LUn	Length of ulna	طول مچ دست تا آرنج	
LHu	Length of humerus	طول آرنج تا محل اتصال دست به بدن	
Tlrow	Tubercles longitudinal rows	تعداد ردیف‌های طولی زگیل‌های پشتی	متغیرهای مورفومتریک
Ttrow	Tubercles transverse rows	تعداد ردیف‌های عرضی زگیل‌های پشتی	
ULS	Number of upper labials	تعداد فلس‌های لب بالا	
LLS	Number of lower labials	تعداد فلس‌های لب پایین	
LT4	Expanded lamellae rows under 4th toe	تعداد لاملاهای زیر انگشت چهارم پا	
SAT	Number of scales around tubercles	تعداد فلس‌های اطراف زگیل‌های پشتی	
NES	Number of scales post-nasal to eye	فاصله فلس پست بینی تا چشم	
IS	Number of interorbital scales	تعداد فلس‌های بین چشم‌ها	

PMS	Number of postmentals	تعداد فلس‌های پشت‌چانه‌ای
SPM	Number of scales around postmentals	تعداد فلس اطراف فلس‌های پشت‌چانه‌ای

تجزیه و تحلیل‌های آماری

ریخت‌سنجی سنتی

ابتدا از تمامی متغیرهای مورفومتریکی، لگاریتم ۱۰ گرفته شد تا توزیع داده‌ها به توزیع نرمال نزدیک شود؛ سپس آزمون توزیع نرمال داده‌ها برای متغیرهای مورفومتریکی انجام شد. در ابتدا آماره‌های توصیفی شامل مقادیر کمینه، بیشینه، میانگین، واریانس و انحراف معیار برای متغیرهای مورفومتریکی و مرستیکی به‌طور جداگانه برای نرها و ماده‌ها با نرم‌افزار IBM SPSS نسخه ۲۶ محاسبه شد.

برای بررسی وجود داشتن یا نداشتن تفاوت بین نرها و ماده‌ها، تمامی متغیرهای مورفومتریکی بین افراد بالغ نر و ماده با استفاده از آنالیز واریانس چندمتغیره (MANOVA) و تمامی متغیرهای مرستیکی با آزمون غیرپارامتری کروسکال والیس (Kruskal-Wallis) آزمون شدند. در مرحله بعد، به‌علت معنی دار بودن تفاوت اغلب متغیرهای مورفومتریکی بین نرها و ماده‌ها، آنالیز واریانس یک‌سویه (One-way ANOVA) برای تمامی متغیرهای مورفومتریکی به‌طور جداگانه برای نرها و ماده‌ها انجام شد. در این آزمون فقط از ۲۷ فرد نر و ۲۴ فرد ماده به ترتیب در هشت و نه گروه استفاده شد. قبل از انجام آنالیز واریانس یک‌سویه، نرمال بودن داده‌ها با دو آزمون کولموگوروف - اسمیرنوف (Kolmogorov-Smirnov) و شاپریو - ویلک (Shapiro-Wilk) و همگنی واریانس‌ها با آزمون لوینز (Leven's test) بررسی شد. در نتیجه، آزمون کروسکال والیس روی متغیرهای مرستیکی نرها، ماده‌ها

و افراد نابالغ تنها از لحاظ متغیر LT4 تفاوت معنی‌داری نشان داد ($P=0/03$)؛ از این رو تمامی متغیرهای مرستیکی بین نه گروه (تمامی ۶۰ فرد) با کمک آزمون غیرپارامتری کروسکال والیس مقایسه شدند. این آنالیزها در نرم‌افزار IBM SPSS نسخه ۲۶ انجام شد.

برای یافتن متغیرهایی با بیشترین تأثیر در جدایی جمعیت‌ها، از آزمون تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA) و برای بررسی گروه‌بندی و رسم دندوگرام از فاصله‌های ماهالانوبیس (Mahalanobis distance) و روش اتصال متوسط (Average Link) از مجموعه روش‌های خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی (Hierarchical clustering) استفاده شد. آنالیزهای خوشه‌بندی با نرم‌افزار PAST نسخه ۲/۱۷ انجام شد.

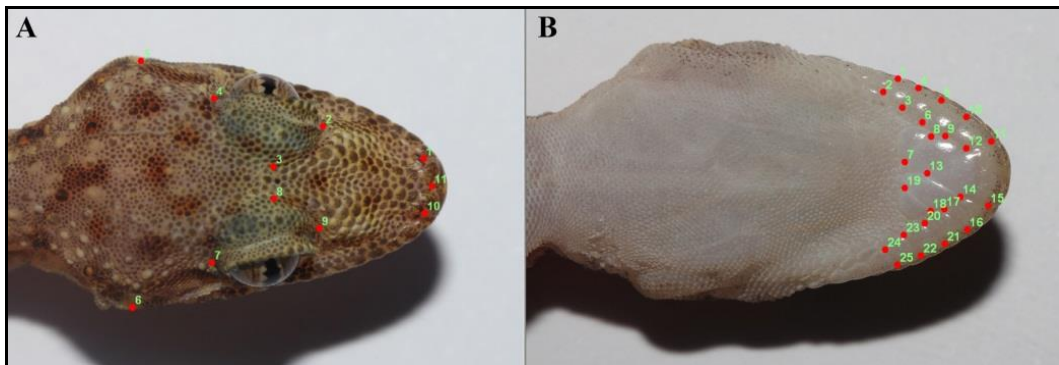
ریخت‌سنجی هندسی

بررسی تنوع شکل و اندازه سر در ۶۰ نمونه گکوی انگشت‌برگی ورنر با روش ریخت‌شناسی هندسی انجام شد. برای انجام این دسته از آنالیزها تصاویری عمود از سطح پشتی و زیرین سر تهیه و سه نوع لندمارک تیپ I، II و III روی تصاویر جایابی شد. روی تصاویر سطح بالایی و زیرین سر به ترتیب ۱۱ و ۲۵ لندمارک در نظر گرفته شد (شکل ۳). لندمارک‌های نوع I، در محل اتصال سه فلس قرار دارند. موقعیت لندمارک‌های نوع II به‌طور معمول مبهم است و در جایی لحاظ می‌شوند که انحنا یک فلس تمام می‌شود؛ به عبارتی در نقطه عطف قوس یک فلس تعیین می‌شوند. لندمارک‌های نوع III در نقاط خارجی فلس‌ها قرار می‌گیرند. به

نرم‌افزار STATISTICA نسخه ۱۰ مقایسه شدند. در راستای یکسان‌سازی اندازه تصاویر، از بین بردن چرخش‌های تصاویر و حذف اثر اندازه، با استفاده از نرم‌افزار PAST نسخه ۲/۱۷ برای تمامی مختصات لندمارک‌ها، آنالیز GPA لندمارک‌ها (Generalized Procrustes Analysis of the landmarks) انجام شد (Rholf and Slice, 1990)؛ همچنین به منظور بررسی تنوع شکل و اندازه سر بین جمعیت‌ها، مقادیر Procrustes در نرم‌افزار MorphoJ نسخه ۱۰/۶d محاسبه و جمعیت‌ها با آنالیز CVA مقایسه شدند. برای مقایسه جمعیت‌ها روی مقادیر فوق در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ آنالیز MANOVA انجام شد.

لندمارک‌های استفاده‌شده با ذکر نوع، در جدول ۳ اشاره شده است.

لندمارک‌ها با نرم‌افزار TpsDig نسخه ۲ برای به دست آمدن مختصات دوبعدی، دیجیتالی شدند (Rholf, 2010). برای کاهش خطای نظاره‌گر، تمامی عکس‌ها را یک فرد تهیه کرد و همچنین به منظور کاهش خطای دیجیتالی کردن، هریک از عکس‌ها دوبار دیجیتالی شد. با استفاده از نرم‌افزار TpsSmall نسخه ۱/۲، دقت دیجیتالی کردن تأیید شد. دقت لندمارک‌ها با سه تکرار لندمارک گذاری در ۳۰ نمونه انتخاب‌شده تصادفی چک شد (Rajabizadeh, 2014). برای انجام این آزمون، مقادیر مرکزی (Centroids) نمونه‌ها با آنالیز واریانس یک‌سویه در



شکل ۳- (A) موقعیت ۱۱ لندمارک روی سطح فوقانی سر و (B) موقعیت ۲۵ لندمارک روی سطح زیرین سر (عکس‌ها از کامران کمالی، ۱۳۹۷)

جدول ۳- شماره و نوع لندمارک‌ها در تصاویر فوقانی و زیرین سر

شماره لندمارک	نوع لندمارک	سطح سر
۱، ۵، ۶، ۱۰، ۱۱	نوع I	سطح فوقانی سر
۳، ۸	نوع II	
۲، ۴، ۷، ۹	نوع III	
۹، ۱۲، ۱۴، ۱۷	نوع I	سطح زیرین سر
۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۱۰، ۱۱، ۱۳، ۱۵، ۱۶، ۱۸، ۱۹، ۲۰، ۲۱، ۲۲، ۲۳، ۲۴، ۲۵	نوع II	
-	نوع III	

نتایج

پیروی نکردن متغیرهای مریستیک از توزیع نرمال و ناهمگنی واریانس‌ها، از آزمون غیرپارامتری کروسکال - والیس برای مقایسه نرها، ماده‌ها و نابالغ‌ها استفاده شد و مشخص شد که تفاوت معنی‌داری بین نرها، ماده‌ها و نابالغ‌ها برای همه متغیرها به جز LT4 وجود ندارد (جدول ۴). بر این اساس، در ادامه انجام آنالیزها، برای متغیرهای مریستیک به جز LT4 همه نرها، ماده‌ها و نابالغ‌های یک جمعیت با یکدیگر تجمیع شدند.

براساس نتایج بررسی آزمون نرمالیتی مقادیر لگاریتم ۱۰ متغیرهای مورفومتریکی و بررسی همگنی واریانس‌ها، اغلب متغیرها از توزیع نرمال تبعیت کردند و واریانس‌ها نیز همگن بودند ($P > 0.05$). با توجه به نتایج آنالیز واریانس چندمتغیره بین نرها و ماده‌های بالغ و با استفاده از دو آزمون Wilk's Lambda و Pillai's Trace، تفاوت معنی‌داری بین نرها و ماده‌ها مشاهده شد ($F=2/62$ و $P=0/009$)؛ از این رو مقایسه‌های بعدی بین جمعیت‌ها به تفکیک نرها و ماده‌ها انجام شد. به دلیل

جدول ۴- مقایسه متغیرهای مریستیک بین نرها، ماده‌ها و نابالغ‌های *Asaccus elisae* براساس آزمون کروسکال - والیس.

SPM	IS	NES	SAT	LT4	LLS	ULS	Ttrow	Throw	
۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	Df
۰/۷۹	۰/۰۶	۰/۳۴	۰/۳۳	۰/۰۳	۰/۶۰	۰/۲۰	۰/۱۹	۰/۰۵	P

مورفومتریکی، ۱۱ متغیر در سطح $\alpha=0.05$ تفاوت معنادار داشتند؛ به طوری که نرها در چهار متغیر (شامل SL، HW، EHD و LUN) و ماده‌ها در شش متغیر (شامل SVL، TrL، HL، HW و SW و LTb) با هم تفاوت معنادار داشتند (جدول ۳ پیوست). پس از انجام آنالیز واریانس یک‌سویه برای مقایسه جمعیت‌ها و سپس آزمون‌های مقایسه زوجی LSD و با توجه به تفاوت نرهای جمعیت‌های دریاچه پریشان، کلک - لیزن و آبدانان - مورموری و ماده‌های کلک - لیزن و باغملک و پریشان با بقیه، جمعیت‌های گگوی انگشت‌برگی ورنر در سه خوشه جمعیتی شمالی، مرکزی و جنوبی در رشته‌کوه زاگرس دسته‌بندی می‌شوند.

آماره‌های توصیفی متغیرهای مورفومتریکی و مریستیک

در ابتدا آنالیزهای توصیفی برای تمامی متغیرهای مورفومتریکی و مریستیک انجام شد (جدول‌های ۱ و ۲ پیوست). نتایج مقایسه میانگین متغیرهای مورفومتریکی نشان می‌دهد که نرها نسبت به ماده‌ها دارای جثه بزرگ‌تری هستند؛ همچنین با توجه به آنکه همه افراد نمونه برداری شده دارای دو جفت فلس پشت‌چانه‌ای بودند؛ بنابراین این متغیر از آنالیزهای توصیفی حذف شد.

نتایج آنالیز واریانس یک‌سویه برای متغیرهای مورفومتریکی

نتایج آنالیز واریانس یک‌سویه بین نرها و ماده‌های جمعیت‌های مطالعه‌شده نشان داد که از ۱۵ متغیر

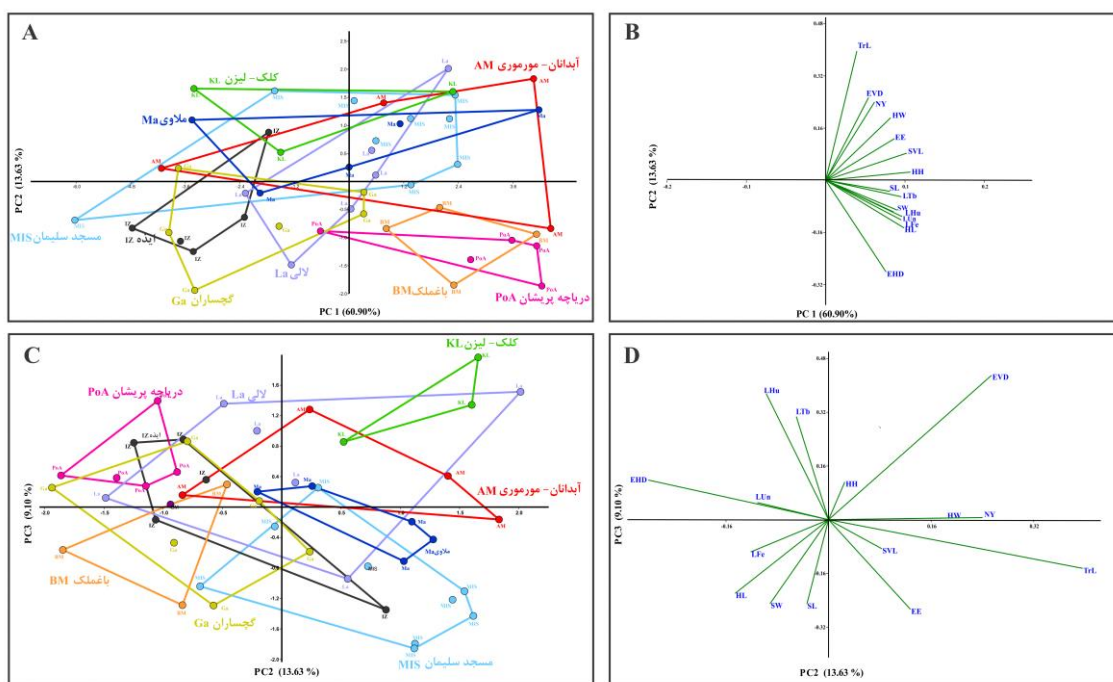
با توجه به نمودار شکل ۶A و ۶C مشخص می‌شود که درون گونه گکوی انگشت‌برگی ورنر، جمعیت‌ها براساس متغیرهای ریخت‌شناختی (مورفومتریک) از یکدیگر تفکیک هستند. در نمودارهای اشکال ۶B و ۶D دایره همبستگی متغیرها نشان داده شده است. از میان متغیرهای مورفومتریک بیشترین نقش در تفکیک جمعیت‌ها را طول سر (HL)، ارتفاع سر (HH) و درنهایت، چهار متغیر مربوط به دست‌ها و پاها دارند (LFe، LTb، LUn، LHu). مقادیر مشارکت هر متغیر در ساخت مؤلفه‌های اصلی در جدول پیوست ۵ آمده است.

نتایج آنالیز کروسکال - والیس برای متغیرهای مریستیک

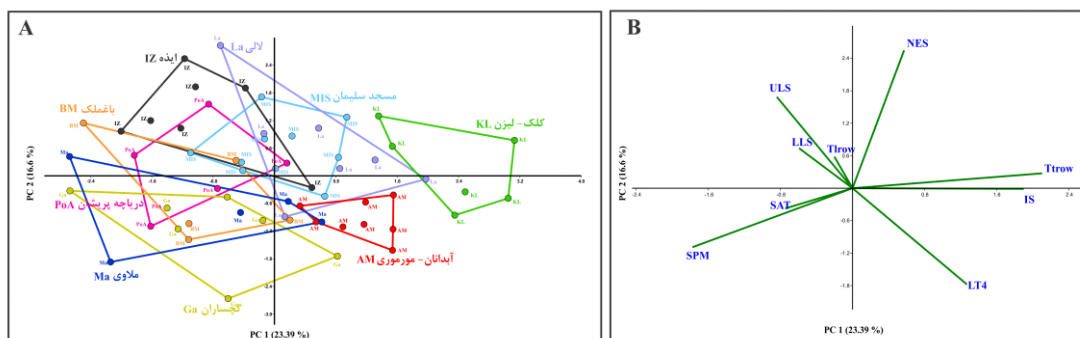
نتایج آنالیز کروسکال - والیس نشان داد که شش متغیر از نه متغیر مریستیک مطالعه‌شده (شامل SPM، LT4، SAT، JS، Tthrow و Tlrow) بین جمعیت‌های نمونه‌برداری شده تفاوت معنی‌داری دارند (جدول ۴ پیوست).

آنالیزهای خوشه‌بندی (Ordination)

طبق نتایج این آنالیز، سه مؤلفه اولیه، حدود ۸۳ درصد واریانس متغیرهای مورفومتریک (جدول ۷ پیوست) و همچنین ۵۳ درصد مقادیر واریانس متغیرهای مریستیک را توجیه می‌کنند (جدول ۸ پیوست).



شکل ۴- نمودار PCA برای دو محور PC1-PC2 (A) و PC2-PC3 (C) که براساس ۱۵ متغیر ریخت‌شناسی *Asaccus elisae* رسم شده است. چندضلعی‌ها به جمعیت‌های نمونه‌برداری شده، دایره همبستگی دو محور PC1-PC2 (B) و دایره همبستگی دو محور PC2-PC3 (D) مربوط است (جدول پیوست ۵).



شکل ۵- نمودار PCA برای دو محور PC1-PC2 (A) که براساس نه متغیر مرستیکی *Asaccus elisae* رسم شده است. چندضلعی‌ها به جمعیت‌های نمونه برداری شده و دایره همبستگی دو محور PC1-PC2 (B) مربوط است (جدول پیوست ۶).

در شکل ۵A تفکیک جمعیت‌ها براساس متغیرهای مرستیکی به خوبی صورت گرفته است. در این شکل مشخص می‌شود جمعیت‌های مختلف این گونه در امتداد رشته کوه زاگرس از نظر متغیرهای مرستیکی تفاوت‌های بارزی دارند؛ به طوری که جداافتادگی جمعیت کلک - لیزن که در منتهی‌الیه شمالی زاگرس قرار دارد از سایر جمعیت‌ها شایان توجه است. دو متغیر تعداد ردیف‌های عرضی زگیل‌های پشتی (Ttrow) و فلس‌های بین چشم‌ها (IS) در محور اول و متغیر تعداد فلس‌های بین بینی تا چشم (NES) در محور دوم این آنالیز، بیشترین نقش را در تفکیک جمعیت‌ها داشته‌اند. مقادیر مشارکت هر متغیر در ساخت مؤلفه‌های اصلی در جدول پیوست ۶ آمده است.

پس از انجام آنالیز PCA، برای بررسی چگونگی خوشه‌بندی جمعیت‌ها براساس متغیرهای مورفومتریک، آنالیز DFA و بازسازی دندروگرام براساس فاصله ماهالانویس بین گروه‌ها و همچنین روش اتصال متوسط انجام شد. دندروگرام رسم شده نشان می‌دهد که جمعیت‌های گگوی انگشت‌برگی ورنر در محدوده مطالعه شده به سه خوشه شمال، مرکز و جنوب زاگرس تفکیک می‌شوند (شکل ۶). در این شکل دو گونه A.

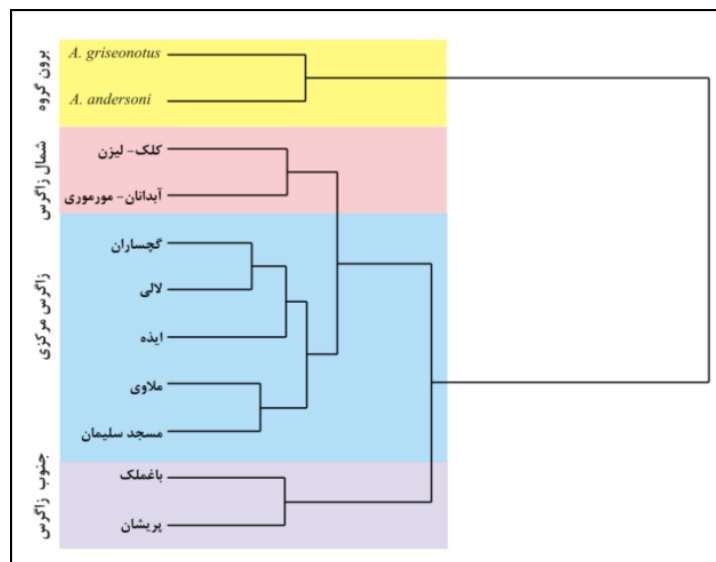
آنالیزهای ریخت‌شناسی هندسی

در ابتدا دقت دیجیتال کردن برای فایل tps سطح پشتی و شکمی با نرم‌افزار TpsSmall نسخه ۱/۲ بررسی شد؛ بدین منظور با رسم نمودار، مقادیر تانژانت درمقابل مقادیر Procrustes رسم و دقت دیجیتال کردن بررسی شد. نمودارهای مربوط به این آنالیز در مقاله ارائه نشده‌اند؛ همچنین برای بررسی دقت لندمارک گذاری، مقادیر سنترویدهای ۳۰ نمونه که سه بار با فاصله لندمارک گذاری شدند، در نرم‌افزار STATISTICA نسخه ۱۰، توسط آنالیز واریانس یک سویه مقایسه شدند. طبق این آنالیز تفاوت معنی‌داری بین میانگین مقادیر مرکزی سه گروه مشاهده نشد ($F=0/16$ و $P=0/6929$)؛ از این رو لندمارک گذاری درست انجام شده است.

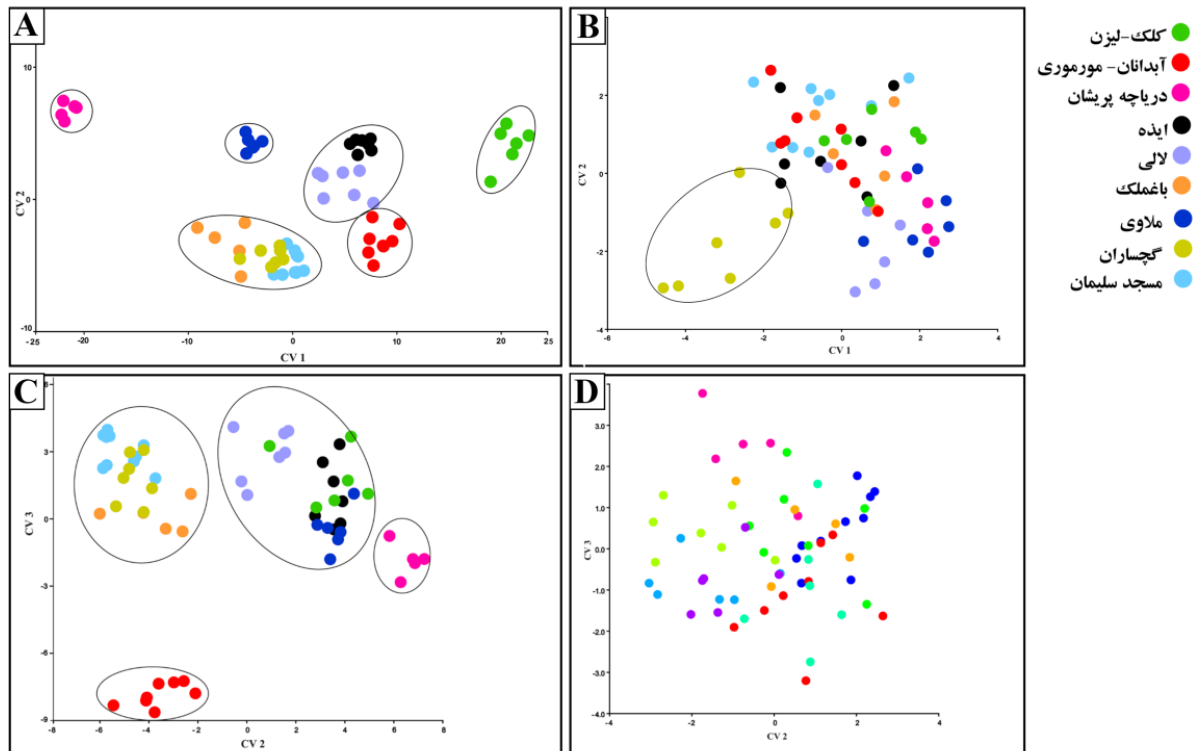
نتایج آنالیز MANOVA برای مقادیر Partial warps لندمارک‌های سطح شکمی سر، تفاوت معنی‌داری را از لحاظ شکل بین جمعیت‌ها نشان داد ($F=1/804$ و $P=0/001$)؛ همچنین نتایج این آنالیز برای

به‌علاوه پراکنش نقطه‌ای براساس دو محور CV3 - CV2 برای سطح زیرین سر (شکل ۷C) جمعیت‌های گکوی انگشت‌برگی ورنر نشان می‌دهد که آنها در چهار خوشه قرار می‌گیرند. در این شکل نیز خوشه شمالی آبدانان - مورموری از بقیه متفاوت‌تر است؛ در نتیجه آنالیز CVA برای مقادیر Procrustes لندمارک‌های سطح فوقانی سر نشان می‌دهد که سه محور اولیه آنالیز CV بیش از ۶۹ درصد واریانس‌ها را توجیه می‌کنند (جدول ۹ پیوست). با رسم نمودار پراکنش نقطه‌ای با دو محور CV1 - CV2 برای سطح بالایی سر (شکل ۷B) و همچنین CV2 - CV3 (شکل ۷D)، همه جمعیت‌ها با هم در یک خوشه قرار می‌گیرند و تمایز مشخصی بین آنها مشاهده نمی‌شود و فقط جمعیت گچساران (Ga) در نمودار دو محور CV2 - CV1 از سایرین جدا شده است.

لندمارک‌های سطح پشتی تفاوت معنی‌داری را بین جمعیت‌ها نشان داد ($F=1/636$ و $P=0/0003$). آنالیز CVA برای مقادیر Procrustes لندمارک‌های سطح زیرین سر نیز مشخص کرد که سه محور اولیه این آنالیز بیش از ۸۶ درصد واریانس‌ها را توجیه می‌کنند (جدول ۱۰ پیوست). طبق نمودار پراکنش نقطه‌ای، براساس دو محور CV1 - CV2 (شکل ۷A) برای سطح زیرین سر، جمعیت‌های گکوی انگشت‌برگی ورنر با هم متفاوت هستند و تقریباً در شش خوشه قرار می‌گیرند. در این شکل مشاهده می‌شود که دو خوشه کلک - لیزن و دریاچه پریشان که به ترتیب در دو حاشیه شمالی و جنوبی این محدوده پراکنش این گونه قرار گرفته‌اند، به نسبت تفاوت بیشتری با بقیه خوشه‌ها دارند؛ در نتیجه اینگونه برداشت می‌شود که تقریباً برای جمعیت‌های گکوی انگشت‌برگی سه خوشه شمالی، مرکزی و جنوبی در زاگرس تشخیص‌پذیر است؛



شکل ۶- دندوگرام فاصله بین جمعیت‌های *Asaccus elisae* مطالعه‌شده براساس صفات مورفومتریک اندازه‌گیری‌شده. فاصله ریخت‌شناسی بین جمعیت‌ها براساس فاصله ماهالانویس محاسبه و گروه‌ها با استفاده از الگوریتم اتصال متوسط به یکدیگر متصل شده‌اند.



شکل ۷- نمودار پراکنش نقطه‌ای آنالیز CVA مربوط به مؤلفه‌های CV1 - CV2 برای لندمارک‌های سطح زیرین سر (A) و سطح پشتی سر (B) و محورهای CV2 - CV3 برای لندمارک‌های سطح زیرین سر (C) و سطح پشتی سر (D).

ارائه شده توسط Anderson (۱۹۹۹) تفاوت دارد. Anderson (۱۹۹۹) تعداد گرانول‌های بین زگیل‌های دمی (STT) را دو تا سه عدد اعلام کرده است؛ در حالی که در نمونه‌های این مطالعه همگی بین سه تا پنج شمارش شد.

بحث و نتیجه‌گیری

در جدول ۵ برخی از متغیرهای مریستیک این گونه، حاصل از مطالعات پیشین Anderson (۱۹۹۹) و این مطالعه مقایسه شده است. طبق این جدول مقادیر کمیته به دست آمده در این مطالعه شامل گرانول‌های اطراف فلس‌های پشت چانه‌ای (SPM) و تعداد فلس‌های بین فلس پشت بینی و چشم (NES) اندکی با محدوده

جدول ۵- مقایسه تعدادی از متغیرهای مریستیک از مطالعات پیشین (Anderson, 1999) با نتایج این مطالعه

Anderson, 1999	این مطالعه	متغیر
۱۸-۲۰	۱۴-۲۱	SPM
۱۴-۱۹	۱۱-۱۶	NES
۸-۱۴	۱۰-۱۵	Tlrow
۲-۳	۳-۵	STT

عمودی گوش (EVD) و تعداد فلس‌های بین چشم‌ها روی سر (NES) که تفاوت مشهودتری را با سایر نمونه‌ها نشان می‌دهند، با تفاوت کمی در دامنه اندازه سایر نمونه‌ها قرار می‌گیرد.

همچنین در جدول ۶، دو متغیر مورفومتریک و ۵ متغیر مریستیک نمونه‌های این مطالعه با دو مطالعه دیگر انجام شده در کشورهای ترکیه، عراق، سوریه و ایران (Tok et al., 1997; Baran et al., 2003) مقایسه شده است. طبق این جدول دامنه همه متغیرها به جز قطر

جدول ۶- مقایسه هفت متغیر کسب‌شده در این مطالعه با نمونه‌های *Asaccus elisae* ترکیه، سوریه، عراق و ایران در دو مطالعه دیگر Tok et al., 1997; Baran et al., 2003)

متغیر	ایران		هوان ترکیه		بیرسیک ترکیه		عراق		ایران		سوریه
	تعداد	دامنه	تعداد	دامنه	تعداد	دامنه	تعداد	دامنه	تعداد	دامنه	Tok et al., 1997
SVL	۵۲	۱/۴-۵۸/۳۹	۱۶	۱/۱-۳۶/۵۶	۵۹	۳/۹-۳۵/۶۱	-	-	-	-	۳۶/۳۶-۴۶/۵۶
EVD	۵۲	۰/۳-۱/۲	۱۶	۱/۲-۲/۳	۵۹	۱/۱-۲/۳۵	-	-	-	-	۱/۲-۶/۱
NES	۵۲	۱۱-۱۶	۱۶	۱۰-۱۲	۵۹	۹-۱۴	۷	۹-۱۰	۲۸	۱۰-۱۳	۸
IS	۵۲	۱۸-۲۷	۱۶	۱۷-۲۳	۵۹	۱۷-۲۴	۷	۱۶-۲۱	۲۳	۱۸-۲۴	۸
SAT	۵۲	۱۲-۱۶	۱۶	۱۳-۱۵	۵۹	۱۳-۱۶	۴	۱۴-۱۴	۲۷	۱۳-۱۶	۸
ULS	۵۲	۱۰-۱۴	۱۶	۱۱-۱۳	۵۹	۱۱-۱۶	۶	۱۳-۱۴	۲۷	۱۱-۱۶	۸
LLS	۵۲	۸-۱۱	۱۶	۹-۱۱	۵۹	۸-۱۱	۶	۱۰-۱۰	۲۷	۸-۱۲	۸

جنوبی زاگرس تفکیک‌پذیر است. جمعیت‌های نمونه برداری شده در مناطق آبدانان - مورموری و کلک - لیزن در بخش شمالی زاگرس و جمعیت‌های پریشان در بخش جنوبی این رشته کوه به صورت شایان توجهی از سایر جمعیت‌ها جدا شده‌اند (شکل ۶)؛ از این رو این سه جمعیت نیازمند مطالعات بیشتری از جمله مطالعات مولکولی هستند تا این موضوع با دقت بیشتری بررسی شود.

سپاسگزاری

بدین وسیله از آقایان اسدالله بال‌افکننده، محمد آزادپور، حسین نبی‌زاده، ایمان گوهری و سید مهدی میرغضنفری که در نمونه برداری‌ها همکاری زیادی داشتند؛ همچنین از آقای سعید سلم‌آبادی برای

طبق منابع موجود جمعیت‌های این گونه در ایران بین ارتفاع ۱۵۰ تا ۱۰۰۰ متری از سطح دریاها آزاد گزارش شده است (Anderson, 1999)؛ همین‌طور تمام مشاهدات جمعیت‌های گکوی انگشت‌برگی ورنر در این مطالعه نیز در این دامنه ارتفاعی (۲۵۰ تا ۸۵۰ متر) بوده است. با توجه به نتایج آنالیز توصیفی (جدول ۱ پیوست) به نظر می‌رسد افراد نر گکوی انگشت‌برگی ورنر نسبت به ماده‌ها کمی بزرگ‌تر هستند؛ با این وجود براساس نتایج حاصل از آنالیز توصیفی متغیرهای مریستیک بین نرها و ماده‌ها مشخص می‌شود در این صفات تفاوتی بین آنها وجود ندارد. با توجه به نتایج آنالیزهای این مطالعه اظهار می‌شود که گکوی انگشت‌برگی ورنر در جمعیت‌های شمالی، مرکزی و

ریخت‌سنجی هندسی تشکر ویژه می‌شود.

کمک‌های همیشگی در سفرهای میدانی و آقای
کیاوش گلزاریان پور برای راهنمایی در انجام آنالیزهای

منابع

- Anderson, S. C. (1999). *The Lizards of Iran*. Society for the Study of Amphibians and Reptiles. *Oxford, Ohio*, 6, 1-442.
- Baran, I., Kumultas, Y., Ilgaz, C., Turkozan, O., & Avci, A. (2003). On *Asaccus elisae* (F. Werner, 1895) (Sauria: Gekkonidae) Specimens Collected From The Vicinity Of Harran, Panliurfa In Southeast Turkey. *Russian Journal of Herpetology*, 10(1), 7-10.
- Carranza, S., Simó-Riudalbas, M., Jayasinghe, S., Wilms, T. & Els, J. (2016). Microendemism in the Northern Hajar Mountains of Oman and the United Arab Emirates with the Description of Two New Species of Geckos of The genus *Asaccus* (Squamata: Phyllodactylidae). *PeerJ*, 4, e2371.
- Dixon, J. R. & Anderson, S. C. (1973). A New Genus and Species of Gecko (Sauria: Gekkonidae) from Iran and Iraq. *Bulletin of the Southern California Academy of Sciences*, 72(3), 155-160.
- Izadi, H., Stewart, K. M. E., & Penlidis, A. (2014). Role of Contact Electrification and Electrostatic Interactions in Gecko Adhesion. *Journal of the Royal Society Interface*, 11(98), 20140371.
- Kamali, K. (2018). *The Field Guide of Reptiles and Amphibians of Iran*. Tehran: Iranshenasi Publication (in Persian).
- Papenfuss, T. J., Jackman, T. R., Bauer, A. M., Stuart, B. L., Robinson, M. D., & Parham, J. F. (2010). Phylogenetic Relationships Among Species of Southwest Asian Leaf-toed Geckos (*Asaccus*). *Proceedings of the California Academy of Sciences*, 61(13), 587-596.
- Parsa, H., Oraie, H., Khosravani, A., & Rastegar-Pouyani, N. (2009). Systematics and Distribution of the Iranian Plateau Leaf-toed Geckos of the Genus *Asaccus* (Sauria: Gekkonidae). *Iranian Journal of Animal Biosystematics*, 5(2), 43-55.
- Rajabizadeh, M. (2014). *Biodiversity of the Snakes in the Northern and Western Mountains of Iran, with Special Emphasis on Biodiversity in Colubroids*. Doctoral Dissertation, Ghent University.
- Rastegar-Pouyani, N., Nilson, G., & Faizi, H. (2006). A New Species of *Asaccus* (Sauria: Gekkonidae) From Kurdistan Province, Western Iran. *Hamadryad*. 30(1-2), 141-150.
- Rohlf, F. J. (2010). *TpsDig2: Thin Plate Spline Digitizing Landmarks*. New York: Stony Brook University.
- Rohlf, F. J. & Slice, D. (1990). Extensions of the Procrustes Method for the Optimal Superimposition of Landmarks. *Systematic Biology*, 39(1), 40-59.
- Tok, C. V., Atatür, M. K., & Taşkavak, E. (1997). Taxonomic status of *Asaccus elisae* (F. Werner, 1895) from Birecik, Anatolia. *Israel Journal of Ecology and Evolution*, 43(1), 71-77.
- Torki, F., Ahmadzadeh, F., Ilgaz, C., Avci, A., & Kumultas, Y. (2011). Description of Four New *Asaccus* Dixon and Anderson, 1973 (Reptilia: Phyllodactylidae) from Iran and Turkey. *Amphibia-Reptilia*, 32(2), 185-202.
- Torki, F., Fathinia, B., Rostami H.A., Gharzi, A., & Nazari-Serenjeh, F. (2011). Beschreibung eines neuen *Asaccus* (Sauria: Phyllodactylidae) aus dem Iran. *Sauria*, 33(1), 51-62.
- Uetz P., Goll J., & Hallerman J. (2019). *The Reptile Database*. Available Online at <http://www.reptile-database.org>.
- Werner, F. (1917). *Reptilien aus Persien (Provinz Fars)*. Verhandlungen der Kaiserlich-Königlichen Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien 57, 191-220.

پیوست‌ها

جدول ۱ پیوست - آماره‌های توصیفی متغیرهای مورفومتریک برای نرها و ماده‌ها.

متغیر	جنس	تعداد	کمینه	بیشینه	میانگین	انحراف معیار	واریانس
SVL	نر	۲۸	۴۴/۱۲	۵۸/۱	۵۲/۵۹۸	۳/۲۱۸	۱۰/۳۵۸
	ماده	۲۴	۳۹/۴۲	۵۳/۹۹	۴۹/۳۵۳	۳/۶۱۴	۱۳/۰۶۳
TrL	نر	۲۸	۲۰/۳۶	۲۷/۵۶	۲۳/۰۸۰	۱/۷۳۲	۳/۰۰۱
	ماده	۲۴	۱۸/۲۴	۲۷/۲	۲۲/۴۱۰	۲/۲۲۴	۴/۹۴۶
HH	نر	۲۸	۴/۰۶	۶/۱۶	۵/۱۳۷	۰/۵۷۹	۰/۳۳۵
	ماده	۲۴	۳/۴۴	۵/۷۲	۴/۶۴۹	۰/۵۸۱	۰/۳۳۸
HL	نر	۲۸	۱۱/۵۸	۱۴/۹۸	۱۳/۵۷۳	۰/۹۰۱	۰/۸۱۲
	ماده	۲۴	۱۰/۹۲	۱۴/۶	۱۲/۸۵۴	۰/۹۷۶	۰/۹۵۳
HW	نر	۲۸	۷/۹	۱۱	۹/۲۹۵	۰/۷۵۹	۰/۵۷۶
	ماده	۲۴	۷/۵۶	۱۰/۶۴	۸/۵۷۵	۰/۶۸۴	۰/۴۶۸
SL	نر	۲۸	۵/۱	۷/۱۴	۶/۴۳۰	۰/۴۷۸	۰/۲۲۸
	ماده	۲۴	۵/۰۴	۶/۷۲	۵/۹۱۶	۰/۴۸۷	۰/۲۳۷
SW	نر	۲۸	۶/۶۸	۸/۸	۷/۹۲۱	۰/۶۲۱	۰/۳۸۶
	ماده	۲۴	۵/۶۸	۸/۴۴	۷/۴۱۸	۰/۶۸۲	۰/۴۶۵
EHD	نر	۲۸	۲/۷۶	۴/۱	۳/۳۱۲	۰/۳۱۴۵	۰/۰۹۹
	ماده	۲۴	۲/۴۸	۳/۸۸	۳/۲۰۷	۰/۳۴۰	۰/۱۱۵
EVD	نر	۲۸	۱/۱	۲/۳۲	۱/۷۱۴	۰/۲۷۲	۰/۰۷۴
	ماده	۲۴	۱/۰۴	۱/۹	۱/۵۰۲	۰/۲۲۲	۰/۰۴۹
EE	نر	۲۸	۳/۲	۴/۸۲	۴/۰۵۶	۰/۳۹۸	۰/۱۵۸
	ماده	۲۴	۳/۱	۴/۴۶	۳/۶۶۷	۰/۳۶۵	۰/۱۳۳
NY	نر	۲۸	۳/۲۶	۵/۹۸	۴/۹۹۶	۰/۵۹۱	۰/۳۴۹
	ماده	۲۴	۳/۷	۵/۲۴	۴/۵۵۷	۰/۳۶۱	۰/۱۳۰
LTb	نر	۲۸	۸/۴	۱۲/۲۲	۱۰/۴۲۴	۰/۹۰۸	۰/۸۲۵
	ماده	۲۴	۷/۷۲	۱۱/۲۹	۹/۸۵۲۱	۰/۸۳۵	۰/۶۹۸
LFe	نر	۲۸	۹/۹۴	۱۴/۵۴	۱۲/۰۵۲	۰/۹۷۶	۰/۹۵۳
	ماده	۲۴	۸	۱۳/۰۴	۱۱/۰۸۷	۱/۰۰۴	۱/۰۰۹
LUn	نر	۲۸	۶/۴۸	۱۰/۸	۸/۷۷۱	۰/۹۴۵	۰/۸۹۴
	ماده	۲۴	۶/۵۸	۹/۷۶	۸/۰۱۶	۰/۹۷۸	۰/۹۵۷
LHu	نر	۲۸	۷/۷	۱۰/۶	۹/۲۲۲	۰/۸۲۴	۰/۶۷۹
	ماده	۲۴	۷/۲	۹/۳۶	۸/۳۴۵	۰/۶۳۲	۰/۴۰۰

جدول ۲ پیوست - آمار توصیفی متغیرهای مرستیک.

متغیر	تعداد	کمینه	بیشینه	میانگین	انحراف معیار	واریانس
Tthrow	۶۰	۱۰	۱۵	۱۲/۲۸	۱/۰۲۷	۱/۰۵۴
Tthrow	۶۰	۲۰	۲۹	۲۴/۸۷	۱/۶۷۲	۲/۷۹۵
ULS	۶۰	۱۰	۱۴	۱۲/۳	۰/۸۸۹	۰/۷۹
LLS	۶۰	۸	۱۱	۹	۰/۷۱۳	۰/۵۰۸
LT4	۶۰	۷	۱۰	۸/۷۵	۰/۷۷۳	۰/۵۹۷
SAT	۶۰	۱۲	۱۶	۱۴/۳	۰/۹۶۲	۰/۹۲۵
NES	۶۰	۱۱	۱۶	۱۳/۴۸	۱/۲	۱/۴۴
IS	۶۰	۱۸	۲۷	۲۲/۳	۲/۰۴۴	۴/۱۸
SPM	۶۰	۱۴	۲۲	۱۷/۶۲	۱/۹۷۵	۳/۹۰۱

جدول ۳ پیوست - نتایج آنالیز واریانس یک طرفه بین نرها و همچنین ماده‌های جمعیت‌های مطالعه‌شده برای ۱۵ متغیر مورفومتریک.

متغیر	جنسیت	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	P
SVL	ماده‌ها	۰/۰۱	۸	۰/۰۰۲	۰۳/۲	۰/۰۲
	نرها	۰/۰۰	۷	۰/۰۰۱	۰/۷۳	۰/۶۵
TrL	ماده‌ها	۳۰/۰	۸	۰/۰۰۳	۷۳/۰	۰/۰۳
	نرها	۰/۰۰	۷	۰/۰۰۰	۰/۴۲	۰/۸۸
HH	ماده‌ها	۰/۰۳	۸	۰/۰۰۴	۱/۹۷	۰/۱۲
	نرها	۰/۰۲	۷	۰/۰۰۳	۱/۲۳	۰/۳۴
HL	ماده‌ها	۰/۰۲	۸	۰/۰۰۲	۴/۱۹	۰/۰۰۸
	نرها	۰/۰۱	۷	۰/۰۰۱	۱/۹۰	۰/۱۳
HW	ماده‌ها	۰/۲۶	۸	۰/۰۰۳	۵/۰۶۸	۰/۰۰۳
	نرها	۰/۰۲	۷	۰/۰۰۲	۲/۸۲	۰/۰۳
SL	ماده‌ها	۰/۰۰۵	۸	۰/۰۰۱	۰/۴۱۶	۰/۸۹
	نرها	۰/۰۱	۷	۰/۰۰۲	۳/۷۰	۰/۰۱
SW	ماده‌ها	۰/۰۳	۸	۰/۰۰۴	۶/۱۵	۰/۰۰۱
	نرها	۰/۰۱	۷	۰/۰۰۲	۲/۰۱	۰/۱۱
EHD	ماده‌ها	۰/۰۳	۸	۰/۰۰۴	۲/۵۱	۰/۰۵۹
	نرها	۰/۰۳	۷	۰/۰۰۴	۴/۴۰	۰/۰۰
EVD	ماده‌ها	۰/۰۲	۸	۰/۰۰۳	۱/۵۵۰	۸۰۰/
	نرها	۰/۰۶	۷	۰/۰۰۹	۲/۱۵	۰/۰۹
EE	ماده‌ها	۰/۰۱	۸	۰/۰۰۲	۰/۸۶	۰/۵۶
	نرها	۰/۰۱	۷	۰/۰۰۲	۰/۷۶	۰/۶۲
NY	ماده‌ها	۰/۰۰۸	۸	۰/۰۰۱	۰/۸۰۳	۰/۶۱
	نرها	۰/۰۲	۷	۰/۰۰۳	۱/۰۸	۰/۴۱
LTb	ماده‌ها	۰/۰۲	۸	۰/۰۰۳	۴/۰۴	۰/۰۱
	نرها	۰/۰۱	۷	۰/۰۰۲	۱/۷۸	۰/۱۵
LFe	ماده‌ها	۰/۰۲	۸	۰/۰۰۲	۱/۴۵	۰/۲۶
	نرها	۰/۰۱	۷	۰/۰۰۲	۲/۰۹	۰/۱۰
LUn	ماده‌ها	۰/۰۳	۸	۰/۰۰۴	۲/۱۱	۰/۱۰
	نرها	۰/۰۴	۷	۰/۰۰۵	۴/۴۲	۰/۰۰
LHu	ماده‌ها	۰/۰۰۶	۸	۰/۰۰۱	۰/۵۶	۰/۷۹
	نرها	۰/۰۱	۷	۰/۰۰۲	۱/۰۳	۰/۴۴

جدول ۴ پیوست- نتایج آنالیز کروسکال والیس برای متغیرهای مریستیک. اعداد پررنگ نشان‌دهنده مقادیر معنادار P است.

Tthrow	Ttrow	ULS	LLS	LT4	SAT	NES	IS	SPM	df
۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	
۰/۰۰	۰/۰۳	۰/۱۶	۰/۰۸	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۷	۰/۰۰	۰/۰۰	P

جدول ۵ پیوست- مقادیر مشارکت هر متغیر در مؤلفه‌های اصلی آنالیز PCA برای متغیرهای ریخت‌شناسی.

متغیر	PC 1	PC 2	PC 3
SVL	۰/۹۳۳۱	۰/۱۷۰۳	-۰/۱۱۸۳
TrL	۰/۳۵۹	۰/۸۱۰۲	-۰/۱۹۷۷
HH	۰/۹۷۷۱	۰/۰۵۱۸۲	۰/۱۵۳۴
HL	۰/۹۰۱۵	-۰/۲۹۸۱	-۰/۲۹۹۸
HW	۰/۷۴۹	۰/۳۹۲۷	۰/۰۰۵۹۹۹
SL	۰/۷۴۰۱	-۰/۰۶۹۲	-۰/۳۴۳۱
SW	۰/۸۲۴۵	-۰/۱۸۶۹	-۰/۳۴۱۸
EHD	۰/۶۹۵۸	-۰/۵۷۴۸	۰/۱۶۱۱
EVD	۰/۴۹۴۸	۰/۵۱۹۷	۰/۵۸۶۹
EE	۰/۷۹۲۴	۰/۲۶۱۴	-۰/۳۶۴۶
NY	۰/۵۶۳۲	۰/۴۹۱۳	۰/۰۰۸۷۰۴
LTb	۰/۸۷۱۴	-۰/۱۰۲۹	۰/۴۱۹۴
LFfe	۰/۸۷۰۱	-۰/۲۴۸۳	-۰/۱۳۱۱
LUn	۰/۸۸۰۲	-۰/۲۲۷۳	۰/۰۶۹۷
LHu	۰/۷۸۳۶	-۰/۱۹۸۸	۰/۵۱۲۵

جدول ۶ پیوست- مقادیر مشارکت هر متغیر در مؤلفه‌های اصلی آنالیز PCA برای متغیرهای مریستیک.

متغیر	PC 1	PC 2	PC 3
Tthrow	-۰/۰۹۱۶۸	۰/۲۱۵۴	-۰/۷۸۱۱
Ttrow	۰/۹۵۸۴	۰/۱۰۲	-۰/۰۰۴۷۷
ULS	-۰/۳۸۲۵	۰/۶۲۴۶	۰/۲۵۳۶
LLS	-۰/۲۷۰۳	۰/۲۷۳۸	۰/۵۹۵۶
LT4	۰/۵۷۸۳	-۰/۶۵۸۳	۰/۱۸۹۳
SAT	-۰/۳۳۹۴	-۰/۱۳۸	۰/۸۲۸۶
NES	۰/۲۶۰۶	۰/۹۴۳۸	-۰/۰۰۲۷۸
IS	۰/۸۶۵۴	-۰/۰۰۴۲۲	۰/۲۱۲۱
SPM	-۰/۸۰۹	-۰/۴۰۳۵	-۰/۲۲۲۳

جدول ۷ پیوست - مقادیر واریانس و Eigenvalues مؤلفه‌های اصلی آنالیز PCA برای متغیرهای ریخت‌شناسی.

مؤلفه	Eigenvalue	واریانس (درصد)	واریانس تجمعی
PC1	۹/۱۳۴۶۶	۶۰/۸۹۸	۶۰/۸۹۸
PC2	۲/۰۴۴۵	۱۳/۶۳	۷۴/۵۲۸
PC3	۱/۳۶۵۰۶	۹/۱۰۰۴	۸۳/۶۲۸۴
PC4	۱/۱۲۹۱۲	۷/۵۲۷۴	۹۱/۱۵۵۸
PC5	۰/۵۳۴۰۹۳	۳/۵۶۰۶	۹۴/۷۱۶۴
PC6	۰/۴۱۳۲۳۸	۲/۷۵۴۹	۹۷/۴۷۱۳
PC7	۰/۲۶۳۰۳۶	۱/۷۵۳۶	۹۹/۲۲۴۹
PC8	۰/۱۱۶۲۹۸	۰/۷۷۵۳۲	۱۰۰

جدول ۸ پیوست - مقادیر واریانس و Eigenvalues مؤلفه‌های اصلی آنالیز PCA برای متغیرهای مریستیک.

مؤلفه	Eigenvalue	واریانس (درصد)	واریانس تجمعی
PC1	۲/۱۰۵۴۵	۲۳/۳۹۴	۲۳/۳۹۴
PC2	۱/۴۹۳۸۹	۱۶/۵۹۹	۳۹/۹۹۳
PC3	۱/۲۱۱۱۵	۱۳/۴۵۷	۵۳/۴۵
PC4	۱/۱۰۴۲۷	۱۲/۲۷	۶۵/۷۲
PC5	۰/۸۷۷۸۰۶	۹/۷۵۳۴	۷۵/۴۷۳
PC6	۰/۷۷۴۲۵۴	۸/۶۰۲۸	۸۴/۰۷۶۲
PC7	۰/۶۶۴۹۲۵	۷/۳۸۸۱	۹۱/۴۶۴۳
PC8	۰/۴۲۰۰۶۵	۴/۶۶۷۴	۹۶/۱۳۱۷
PC9	۰/۳۴۸۱۸۹	۳/۸۶۸۸	۱۰۰/۰۰۰۵

جدول ۹ پیوست - مقادیر واریانس و Eigenvalues مؤلفه‌های اصلی آنالیز CVA مقادیر Procrustes لندمارک‌های سطح بالایی سر.

CV	Eigenvalues	واریانس (درصد)	واریانس تجمعی
CV 1	۲/۲۹۸۱۰۱	۳۰/۸۸۹	۳۰/۸۸۹
CV 2	۱/۷۴۳۲۴۹	۲۳/۴۳۲	۵۴/۳۲۱
CV 3	۱/۱۴۶۲۱۶	۱۵/۴۰۷	۶۹/۷۲۸
CV 4	۰/۹۴۵۲۵۸	۱۲/۷۰۵	۸۲/۴۳۳
CV 5	۰/۶۰۹۷۳۳	۸/۱۹۶	۹۰/۶۲۹
CV 6	۰/۳۸۳۴۵۸	۵/۱۵۴	۹۵/۷۸۳
CV 7	۰/۱۷۱۸۸۳	۲/۳۱	۹۸/۰۹۳
CV 8	۰/۱۴۱۸۷۱	۱/۹۰۷	۱۰۰

جدول ۱۰ پیوست - مقادیر واریانس و Eigenvalues مؤلفه‌های اصلی آنالیز CVA مقادیر Procrustes لندمارک‌های سطح زیرین سر.

واریانس (درصد)	واریانس تجمعی	Eigenvalues	CV
۶۵/۹۲۴	۶۵/۹۲۴	۱۰۹/۱۵۳۶۹	CV 1
۱۲/۴۸۷	۷۸/۴۱۱	۲۰/۶۷۷۹۸	CV 2
۷/۹۲۸	۸۶/۳۳۹	۱۳/۱۲۷۰۱۲	CV 3
۵/۲۸۰	۹۱/۶۱۹	۸/۷۴۲۲۰۵	CV 4
۳/۶۵۴	۹۵/۲۷۳	۶/۰۵۰۵۷۱	CV 5
۲/۶۹۹	۹۷/۹۷۲	۴/۴۶۸۴۱۱	CV 6
۱/۱۶۱	۹۹/۱۳۳	۱/۹۲۲۷۶۳	CV 7
۰/۸۶۷	۱۰۰	۱/۴۳۵۵۰۱	CV 8

