

## مطالعه تنوع ریختی قورباغه درختی (*Hyla savignyi*, Audouin, 1827) در دو محدوده

### جغرافیایی: استان‌های لرستان و مرکزی

راضیه علائی<sup>۱</sup>، علیرضا پسرکلو<sup>۱\*</sup> و معصومه نجیب زاده<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> ایران، اراک، دانشگاه اراک، دانشکده علوم، گروه زیست‌شناسی

<sup>۲</sup> ایران، کرمانشاه، دانشگاه رازی، گروه خزنده و دوزیست‌شناسی فلات ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۴/۲۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۷/۱۰

### چکیده

نظر به اهمیت مطالعات ریختی در درک جایگاه تاکسونومیکی و تغییرات درون جمعیتی، در این مطالعه الگوهای جغرافیایی و خصوصیات جمعیتی قورباغه درختی *H. savignyi* در دو استان ایران: لرستان و مرکزی مورد بررسی قرار گرفت. بمنظور بررسی تغییرات صفات و الگوهای جغرافیایی جمعیتی در این گونه، ۱۹ صفت ریخت سنجی اندازه‌گیری در ۶۷ نمونه نر در ۱۳ منطقه جغرافیایی مختلف مورد مطالعه قرار گرفت. الگوی ارتباطات جغرافیایی درون گونه‌ای با استفاده از آنالیزهای آماری وایانس تک متغیره (ANOVA)، مؤلفه اصلی (PCA)، تابع ممیزی (DFA) و تحلیل خوشه‌ای با الگوریتم UPGMA بررسی شد. نتایج آزمون آماری ANOVA نشان داد که از بین صفات مورد مطالعه تعداد ۱۴ صفت (HW, TML, TFL, FL, SVL, EAD, HDE, ND, TIL, ES, FLL, JMTL, WMT, WUE) دارای اختلاف معنی داری ( $P \leq 0.05$ ) در بین جمعیت‌های مختلف است. مطالعه ریخت‌شناسی بر مبنای تجزیه و تحلیل‌های درون گونه‌ای وجود دست کم دو گروه جمعیتی متمایز قورباغه‌های درختی با احتمال ۱۰۰ درصد را نشان دادند: مخمل کوه (گروه ۱) و لرستان-مرکزی (گروه ۲).

واژه‌های کلیدی: *Hyla savignyi*، تغییرات درون گونه‌ای، صفات ریخت‌سنجی اندازه‌گیری.

\* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۶۸۴۹۶۴۹۹، پست الکترونیکی: A.pesarakloo@gmail.com

### مقدمه

جریان ژن توضیح داده می‌شوند، فاکتورهای فیلوژنتیک بسته به رویدادهای دیسپرسال و ویکاریسی جریان یافته در طول تاریخ گذشته‌ی یک گونه می‌باشد (۳۳). انشعاب بوم شناختی و ژنتیکی می‌تواند منجر به محدود شدن تولیدمثل و در نتیجه گونه زایی شود (۲۹). گونه زایی بوم شناختی، تکامل جداسازی تولیدمثل است که نتیجه‌ای از انتخاب طبیعی واگرا در محیط‌های متفاوت می‌باشد (۳۴). تاکنون چندین توضیح عمومی برای گونه زایی مطرح شده است که شامل تمایز ژنتیکی، تغییر مکان‌های نیچ‌های بوم شناختی و واگرایی به دلیل تفاوت‌ها در توزیع جغرافیایی می‌باشد (۱۹).

تنوع در صفات یک موجود محصول دو موضوع تکامل و انعطاف ریختی است (۳۹) و ممکن است تحت تأثیر طیف گسترده‌ای از عوامل زیستی و غیرزیستی قرار گیرد (۴۰). مطالعات مربوط به تنوع جغرافیایی گونه همواره یک نقش مرکزی در زیست‌شناسی تکاملی داشته (۷ و ۱۵) زیرا پایه و اساس اکثر نظریه‌های تکاملی بر مبنای استنتاج‌های گرفته شده از تنوع جغرافیایی و تأیید پیش بینی‌های انجام شده در مورد آن است (۱۸). عوامل مؤثر بر تنوع جغرافیایی در یک گونه می‌توانند تحت دو عنوان اصلی اکوژنتیک و فیلوژنتیک گروه بندی شوند (۳۷). فاکتورهای اکوژنتیک توسط شرایط زیست محیطی فعلی از جمله انتخاب و

غرب پالئارکتیک معروف است که یکی از گونه‌های مقاوم به گرما می‌باشد (۲۵). *H. savignyi* به طور گسترده در محیط‌های مناسب در نواحی جنوب قفقاز، سوریه، شمال مصر و جنوب ترکیه تا شمال غرب، غرب و جنوب غرب ایران پراکنش دارد (۸ و ۲۳).

مطالعه ساختار جمعیت‌ها و تغییرات درون گونه‌ای منجر به فهم تاریخ تکاملی و رفتاری گونه‌های جانوری می‌شود و می‌تواند استراتژی‌های مناسب جهت توسعه برنامه‌های مدیریتی و حفاظتی جمعیت‌ها در محیط‌های طبیعی را در اختیار قرار دهد (۱۷). با نظر به فقدان اطلاعات کافی در خصوص ساختار جمعیتی *H. savignyi* در ایران، مطالعه تغییرات جغرافیایی صفات ریختی قابل اندازه‌گیری و کشف الگوهای جغرافیایی جمعیت‌های این گونه در مرکز و غرب ایران از اهداف اصلی این پژوهش در نظر گرفته شدند.

### مواد و روشها

در مجموع تعداد ۶۷ نمونه نر *H. savignyi* جمع‌آوری شد. نمونه برداری با استفاده از دست و تور مخصوص نمونه‌گیری از ۱۳ ایستگاه واقع در مناطق جغرافیایی مختلف در مرکز و غرب ایران صورت گرفت (جدول ۱).

انعطاف‌پذیری فنوتیپی صفات تاریخ زندگی در داخل گونه‌ها فراهم‌کننده یک پایگاه اطلاعاتی مهم می‌باشد که می‌توان از آن در جهت انجام تحلیلات مربوط به تکامل تاریخ زندگی، سازگاری‌های ژنتیکی منطقه‌ای و همچنین تحقیقات مرتبط با محدودیت‌های زیست‌محیطی بهره‌گرفت (۱۱ و ۱۲). ریخت‌سنجی بمفهوم مطالعه و مقایسه صفات ظاهری در موجودات زنده می‌باشد که عمدتاً تحت تأثیر فرایندهایی چون تکامل و سازش با تغییرات محیطی در دوره‌های زمانی طولانی مدت قرار می‌گیرند (۱). مطالعات ریخت‌شناسی همواره یکی از روش‌های مرزبندی گونه‌ها و بررسی جمعیت‌های درون گونه‌ای بوده است (۹ و ۳۵). بنا بر گفته دی رات (۲۰۰۵)، ریخت‌شناسی مقایسه‌ای تنها به یک مورد از چندین جنبه تنوع زندگی اشاره دارد که می‌توان آن را تنوع ریختی نامید (۱۴)، با این وجود مطالعات ریختی همچنان به عنوان اولین مرحله در تبیین درک جایگاه تاکسونومیک و جمعیتی گونه‌ها محسوب می‌شود (۳۱ و ۳۲).

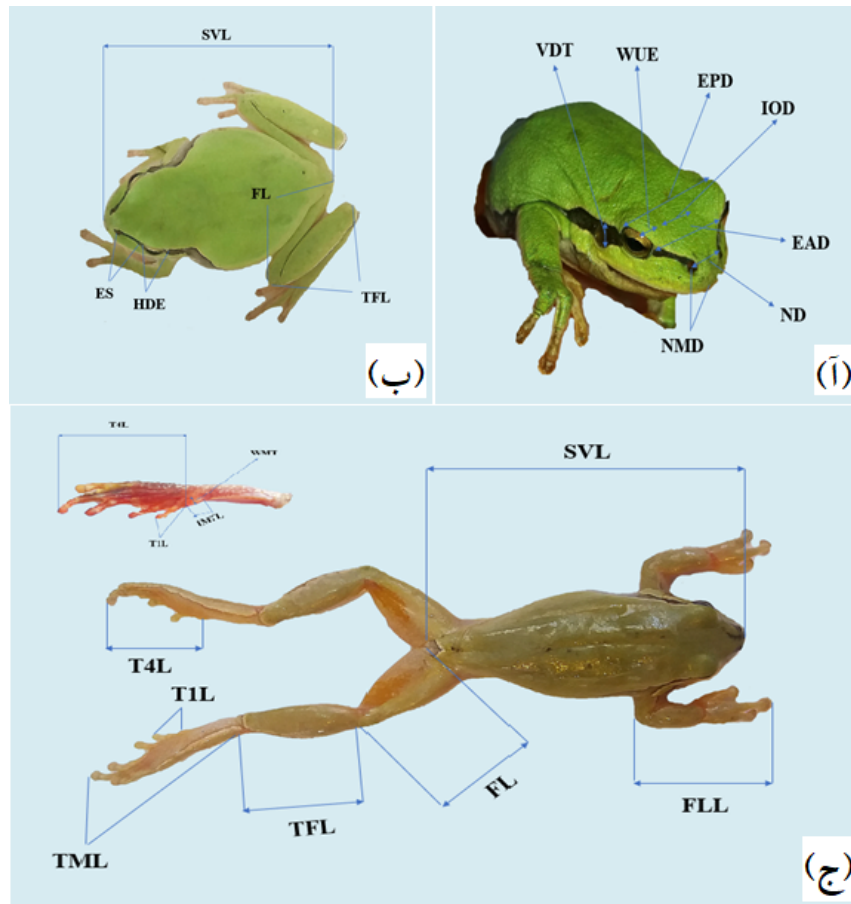
قورباغه‌های درختی جنس *Hyla* مهره‌دارانی کوچک و نیمه‌آبزی هستند و در برگیرنده ۳۱ گونه از مناطق هولارکتیک است (۳۰ و ۳۶) و در این بین گونه *Hyla savignyi* (Audouin, 1827) به قورباغه‌های درختی

جدول ۱- مکان‌های جغرافیایی مورد بررسی گونه *H. savignyi* در مرکز و غرب ایران.

مکان‌های جغرافیایی	مختصات	ارتفاع (متر)	تعداد نمونه
۱- خوزستان - ایذه (Kh.I)	طول ۷۴۱	عرض ۷۴۹	۲
۲- لرستان - تلوری سفلی (L.T)	۴۱۴۳	۳۲۴۸	۳
۳- لرستان - ده باقر (L.D)	۳۸۴۳	۳۸۴۸	۴
۴- لرستان - دره گرم (L.Da)	۵۴۴۳	۳۴۴۸	۵
۵- لرستان - مخمل کوه (L.M)	۵۸۴۳	۲۹۴۸	۱۷
۶- مرکزی - بلاغ (M.B)	۹۸۴۳	۳۶۴۹	۴
۷- مرکزی - تحت محل (M.T)	۰۳۴۴	۳۵۴۹	۵
۸- مرکزی - جمال آباد (M.J)	۹۷۴۳	۴۵۴۹	۶
۹- مرکزی - شازند (M.Sh)	۹۴۴۳	۴۱۴۹	۶
۱۰- مرکزی - سوران (M.S)	۹۰۴۳	۴۴۴۹	۴
۱۱- مرکزی - قلعه عباس آباد (M.Gh)	۸۶۴۳	۳۶۴۹	۷
۱۲- مرکزی - سرسختی (M.Sa)	۸۵۴۳	۳۴۴۹	۲
۱۳- مرکزی - خمین (M.Kh)	۳۵۴۳	۱۳۵۰	۲

بررسی صفات ریخت‌سنجی اندازه‌گیری در جمعیت‌های مختلف: بمنظور بررسی تفاوت‌های بین میانگین صفات ریخت‌سنجی اندازه‌گیری در جمعیت‌های جغرافیایی مختلف، تعداد ۱۹ صفت ریختی قابل اندازه‌گیری (شکل ۱) با کاربرد روش تحلیل واریانس یک طرفه یا آزمون F (one way ANOVA) ارزیابی شد.

نمونه‌های نر با توجه به وجود کیسه‌های صوتی بزرگ‌تر و تیره‌تر نسبت به ماده‌ها در ناحیه زیر گلو و توانایی تولید صوت در زیستگاه‌های پرورشی تشخیص داده شدند. پس از نمونه برداری به منظور اندازه‌گیری صفات ریختی اندازه‌گیری از کولیس دیجیتال (دقت اندازه‌گیری = ۰.۷ میلی‌متر) استفاده شد و نمونه‌ها در همان محل آزادسازی شدند.



شکل ۱- صفات ریخت‌سنجی اندازه‌گیری مطالعه شده در جمعیت‌های قورباغه درختی *H. savignyi*. (آ) نمای جانبی، VDT: قطر عمودی پرده صماخ، IOD: فاصله میانی بین پلک‌ها، EAD: کمترین فاصله بین چشم‌ها، EPD: بیشترین فاصله بین چشم‌ها، WUE: عرض پلک بالایی، ND: فاصله بین سوراخ‌های بینی، NMD: فاصله بینی تا دهان، (ب) و (ج) نمای پشتی، SVL: طول پوزه تا مخرج، FL: طول ران، TFL: طول ساق، TML: طول کف پا، HW: عرض سر، HDE: قطر افقی چشم، T1L: طول انگشت اول، T4L: طول انگشت چهارم، ES: فاصله لبه قدامی چشم تا نوک پوزه، FLL: طول دست، IMTL: طول توپرکول، WMT: عرض توپرکول (شکل بالا توسط نویسنده تهیه شده است).

Discriminant (PCA: Analysis) و تحلیل ممیزی (DFA:Function Analysis) استفاده شد. تجزیه و تحلیل مؤلفه اصلی (PCA) بر مبنای کاهش متغیرهای همبسته‌ی موجود به تعدادی از متغیرهای غیر همبسته می‌باشد. به

از سوی دیگر بمنظور شناسایی الگوهای موجود در داده‌ها و بررسی شباهت‌ها و تفاوت‌های میان آن‌ها در گروه‌های جغرافیایی مختلف از روش‌های تجزیه تحلیل چند متغیره از جمله تحلیل مؤلفه‌های اصلی (Principal component)

## نتایج

مقایسه‌ی صفات ریخت‌سنجی اندازه‌ی در جمعیت‌های مختلف *H. savignyi*: نتایج حاصل از آنالیز واریانس ۱۹ صفت ریختی اندازه‌گیری شده در ۱۳ جمعیت مختلف از *H. savignyi* برای جنس نر نشان داد که از بین ۱۹ صفت، ۱۴ صفت SVL، FL، TFL، TML، HW، ND، HDE، EAD، T1L، ES، FLL، IMTL، WMT، WUE دارای اختلاف معنی‌داری ( $P \leq 0.05$ ) در بین ۱۳ جمعیت مختلف است (جدول ۴). اما متغیرهای EPD، JOD، VDT، NMD، T4L دارای ( $P \geq 0.05$ ) هستند و بنابراین تفاوت معنی‌داری از نظر این صفات در بین جمعیت‌ها وجود ندارد و صفات مناسبی برای جداکردن جمعیت‌ها نیستند و در نتیجه آن‌ها را وارد آنالیزهای چند متغیره نمی‌کنیم.

عبارت دیگر با ادغام عوامل متعدد وارد شده در تحلیل، تعداد کمتری را به عنوان مؤلفه‌های اصلی گزینش می‌کند که هر یک از آن‌ها ترکیب خطی متغیرهای اصلی می‌باشد. در پژوهش حاضر از روش مؤلفه اصلی با چرخش واریماکس بر مبنای ماتریس همبستگی به‌مراه آزمون‌های تعقیبی KMO (شاخص کفایت نمونه) و بارتلت برای به دست آوردن صحیح‌ترین مؤلفه‌ها استفاده شد. همچنین بمنظور توصیف توابعی برای به حداکثر رساندن طبقه‌بندی صحیح نمونه‌ها در گروه‌های اصلی خود از تحلیل ممیزی (آنالیز تشخیصی) استفاده شد. همچنین پیش از انجام تمامی آزمون‌های تحلیلی صحت نرمال بودن داده با کمک آزمون کالموگروف-اسمیرانوف تأیید شد ( $p \geq 0.05$ ). کلیه تجزیه تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم افزار SPSS 25 انجام شد.

جدول ۴- نتایج آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) برای جنس نر گونه *H. savignyi* در ۱۳ جمعیت مختلف، برای کد مکان‌های جغرافیایی به جدول (۱) مراجعه شود.

مکان جغرافیایی صفات	Kh.I		L.T		L.D		معناداری
	میانگین $\pm$ انحراف استاندارد	بیشترین-کمترین	میانگین $\pm$ انحراف استاندارد	بیشترین-کمترین	میانگین $\pm$ انحراف استاندارد	بیشترین-کمترین	
SVL	۳۳/۶۶ $\pm$ ۰/۵۸	۳۴/۰۸-۳۳/۲۵	۳۹/۷۴ $\pm$ ۳/۷۲	۳۵/۴۶-۴۲/۲۵	۳۷/۴۳ $\pm$ ۲/۳۵	۳۵/۰۹-۴۰/۱۶	۰/۰۳۲
NMD	۳/۲۹ $\pm$ ۰/۱۰	۳/۲۲-۳/۳۷	۳/۳۴ $\pm$ ۰/۵۲	۲/۷۷-۳/۸۰	۲/۹۶ $\pm$ ۰/۱۳	۲/۷۹-۳/۱۵	۰/۱۸۲
FL	۱۷/۴۲ $\pm$ ۰/۳۰	۱۷/۲۱-۱۷/۶۴	۱۶/۹۳ $\pm$ ۴/۷۶	۱۱/۵۱-۲۰/۴۴	۱۷/۶۲ $\pm$ ۱/۱۸	۱۶/۸۷-۱۹/۶۵	۰/۰۰۴
TFL	۱۸/۱۹ $\pm$ ۰/۸۲	۱۷/۶۱-۱۸/۷۸	۱۹/۷۷ $\pm$ ۰/۷۹	۱۸/۹۳-۲۰/۵۰	۱۷/۶۴ $\pm$ ۰/۷۵	۱۶/۹۷-۱۸/۶۸	۰/۰۱۶
TML	۲۶/۱۲ $\pm$ ۰/۶۷	۲۵/۶۴-۲۶/۶۰	۲۶/۲۹ $\pm$ ۱/۸۱	۲۴/۳۰-۲۷/۸۴	۲۳/۱۶ $\pm$ ۰/۷۷	۲۲/۷۰-۲۴/۵۰	۰/۰۴۳
HW	۱۲/۵۵ $\pm$ ۰/۷۰	۱۲/۰۶-۱۳/۰۵	۱۳/۳۲ $\pm$ ۱/۱۰	۱۲/۰۵-۱۴/۰۴	۱۲/۲۵ $\pm$ ۰/۳۹	۱۱/۶۲-۱۲/۶۴	۰/۰۰۴
ND	۲/۷۵ $\pm$ ۰/۱۲	۲/۶۷-۲/۸۴	۲/۳۷ $\pm$ ۰/۰۱	۲/۳۶-۲/۳۸	۲/۷۹ $\pm$ ۰/۳۵	۲/۴۱-۳/۳۳	۰/۰۳۸
HDE	۴/۲۴ $\pm$ ۰/۱۰	۴/۱۷-۴/۳۲	۴/۰۰ $\pm$ ۰/۵۴	۳/۴۲-۴/۴۹	۴/۰۱ $\pm$ ۰/۱۸	۳/۸۰-۴/۱۶	۰/۰۰۱
VDT	۱/۹۶ $\pm$ ۰/۱۹	۱/۸۲-۲/۱۰	۱/۸۸ $\pm$ ۰/۱۴	۱/۷۲-۲/۹۷	۲/۲۴ $\pm$ ۰/۳۹	۱/۸۶-۲/۹۱	۰/۳۰۰
IOD	۵/۰۳ $\pm$ ۰/۱۶	۴/۹۱-۵/۱۵	۵/۱۹ $\pm$ ۰/۲۹	۴/۷۴-۵/۸۸	۵/۱۹ $\pm$ ۰/۲۹	۴/۷۹-۵/۶۳	۰/۰۸۷
EAD	۷/۰۸ $\pm$ ۰/۱۱	۶/۹۳-۷/۳۱	۶/۴۱ $\pm$ ۰/۵۵	۴/۲۶-۷/۲۴	۷/۱۹ $\pm$ ۰/۵۲	۶/۶۴-۷/۹۲	۰/۰۱۸
EPD	۱۰/۵۶ $\pm$ ۰/۸۳	۹/۹۷-۱۱/۱۵	۱۱/۲۴ $\pm$ ۰/۹۹	۱۰/۰۹-۱۱/۸۳	۱۰/۵۸ $\pm$ ۰/۴۸	۹/۸۵-۱۱/۰۴	۰/۳۶۰
T1L	۴/۲۹ $\pm$ ۰/۰۱	۴/۲۸-۴/۳۰	۳/۸۸ $\pm$ ۰/۲۲	۳/۴۷-۴/۱۹	۴/۱۹ $\pm$ ۰/۳۷	۳/۷۶-۴/۶۴	۰/۰۰۵
T4L	۱۵/۸۹ $\pm$ ۰/۰۱	۱۵/۸۸-۱۵/۹۰	۱۵/۸۵ $\pm$ ۰/۵۲	۱۵/۲۵-۱۶/۲۲	۱۴/۱۴ $\pm$ ۰/۷۸	۱۳/۲۰-۱۵/۳۴	۰/۱۷۶
ES	۴/۶۶ $\pm$ ۰/۰۸	۴/۶۰-۴/۷۲	۵/۶۲ $\pm$ ۰/۴۱	۵/۱۶-۵/۹۸	۵/۷۸ $\pm$ ۰/۳۰	۵/۴۷-۶/۱۴	۰/۰۰
FLL	۱۸/۴۵ $\pm$ ۰/۲۸	۱۸/۲۵-۱۸/۶۶	۱۸/۹۵ $\pm$ ۰/۴۸	۱۸/۴۰-۱۹/۲۷	۱۶/۷۲ $\pm$ ۱/۲۶	۱۵/۲۷-۱۸/۴۵	۰/۰۰۳
IMTL	۱/۶۳ $\pm$ ۰/۰۱	۱/۶۲-۱/۶۴	۱/۷۰ $\pm$ ۰/۱۷	۱/۵۱-۱/۸۱	۱/۹۳ $\pm$ ۰/۱۹	۱/۶۷-۲/۱۸	۰/۰۰۰
WMT	۰/۷۵ $\pm$ ۰/۰۷	۰/۷۰-۰/۸۱	۰/۹۶ $\pm$ ۰/۱۱	۰/۸۳-۱/۰۵	۱/۰۹ $\pm$ ۰/۰۵	۰/۹۹-۱/۱۴	۰/۰۰۰
WUE	۲/۶۸ $\pm$ ۰/۰۳	۲/۶۶-۲/۷۱	۲/۷۳ $\pm$ ۰/۵۵	۲/۴۰-۳/۳۷	۳/۳۸ $\pm$ ۰/۲۳	۳/۱۶-۳/۷۸	۰/۰۰۰
مکان جغرافیایی صفات	L.Da		L.M		M.B		معناداری
	میانگین $\pm$ انحراف استاندارد	بیشترین-کمترین	میانگین $\pm$ انحراف استاندارد	بیشترین-کمترین	میانگین $\pm$ انحراف استاندارد	بیشترین-کمترین	

SVL	۳۹/۷۷±۱/۷۵	۳۷/۷۰-۴۱/۹۰	۳۷/۵۹±۳/۲۴	۳۳/۴۸-۴۳/۴۱	۴۰/۹۲±۴/۳۴	۳۴/۴۵-۴۳/۶۴	۰/۰۳۲
NMD	۲/۹۳±۰/۳۷	۲/۷۱-۳/۵۰	۲/۹۳±۰/۳۲	۲/۴۴-۳/۵۱	۳/۰۸±۰/۲۱	۲/۷۸-۳/۳۰	۰/۱۸۲
FL	۱۸/۴۳±۰/۵۴	۱۷/۸۳-۱۸/۹۱	۱۷/۴۸±۱/۴۰	۱۴/۶۳-۲۰/۱۶	۱۸/۵۴±۱/۷۷	۱۵/۹۷-۲۰/۰۳	۰/۰۰۴
TFL	۱۸/۶۴±۰/۴۷	۱۸/۳۹-۱۹/۳۵	۱۸/۵۶±۱/۴۲	۱۶/۴۵-۲۱/۳۵	۱۹/۲۱±۱/۶۲	۱۶/۸۸-۲۰/۶۰	۰/۰۱۶
TML	۲۵/۴۳±۰/۳۰	۲۵/۱۲-۲۵/۸۶	۲۳/۸۷±۲/۳۱	۱۹/۳۳-۲۷/۴۴	۲۶/۱۴±۳/۰۸	۲۱/۵۵-۲۸/۲۰	۰/۰۴۳
HW	۱۳/۳۰±۰/۶۸	۱۲/۶۷-۱۴/۲۲	۱۲/۴۸±۱/۰۳	۱۰/۸۲-۱۴/۰۸	۱۳/۴۲±۱/۲۱	۱۱/۹۱-۱۴/۵۹	۰/۰۰۴
ND	۲/۶۳±۰/۱۱	۲/۵۵-۲/۸۰	۲/۷۹±۰/۲۸	۲/۱۵-۳/۲۰	۳/۱۳±۰/۲۱	۲/۸۲-۳/۲۶	۰/۰۳۸
HDE	۴/۰۳±۰/۴۷	۳/۶۰-۴/۴۴	۳/۷۷±۰/۳۰	۳/۳۱-۴/۳۸	۴/۲۵±۰/۶۶	۳/۴۳-۵/۰۰	۰/۰۰۱
VDT	۲/۲۳±۰/۳۲	۱/۸۸-۲/۵۱	۲/۲۱±۰/۳۷	۱/۶۹-۳/۲۲	۲/۰۷±۰/۴۱	۱/۵۵-۲/۴۷	۰/۳۰۰
IOD	۴/۵۸±۰/۱۹	۴/۴۰-۴/۸۵	۴/۷۹±۰/۵۰	۳/۹۳-۵/۰۷	۵/۰۴±۰/۴۳	۴/۸۹-۵/۹۳	۰/۰۸۷
EAD	۷/۲۷±۰/۵۴	۶/۶۵-۷/۹۵	۷/۰۲±۰/۴۷	۶/۰۸-۷/۰۸	۷/۷۳±۰/۳۹	۷/۱۸-۸/۱۳	۰/۰۱۸
EPD	۱۰/۶۸±۰/۸۴	۹/۷۳-۱۱/۴۵	۱۰/۹۸±۲/۰۸	۹/۰۹-۱۶/۳۵	۱۱/۵۸±۰/۷۱	۱۰/۵۵-۱۲/۰۸	۰/۳۶۰
TIL	۳/۵۳±۰/۱۶	۳/۳۷-۳/۶۹	۳/۷۵±۰/۴۵	۳/۰۷-۴/۵۶	۳/۸۶±۰/۴۵	۳/۲۹-۴/۲۸	۰/۰۰۵
T4L	۱۴/۴۸±۰/۳۶	۱۴/۱۰-۱۴/۹۴	۱۴/۸۳±۱/۶۲	۱۲/۶۶-۱۹/۹۱	۱۴/۷۲±۱/۵۰	۱۲/۶۹-۱۶/۱۲	۰/۱۷۶
ES	۵/۲۶±۰/۱۴	۵/۱۱-۵/۴۱	۶/۰۶±۰/۴۶	۵/۲۴-۶/۹۳	۶/۰۱±۰/۵۰	۵/۲۷-۶/۳۹	۰/۰۰۰
FLL	۱۷/۴۲±۰/۳۶	۱۷/۰۳-۱۷/۸۸	۱۵/۰۷±۱/۱۵	۱۳/۱۰-۱۷/۴۸	۱۶/۴۴±۱/۱۲	۱۴/۹۷-۱۷/۶۴	۰/۰۰۳
IMTL	۱/۷۸±۰/۰۲	۱/۷۵-۱/۸۱	۱/۵۵±۰/۱۸	۱/۳۲-۱/۹۵	۲/۲۲±۰/۱۷	۱/۹۷-۲/۳۴	۰/۰۰۰
WMT	۱/۱۰±۰/۱۰	۰/۸۵-۱/۴۰	۰/۷۸±۰/۱۷	۰/۶۱-۰/۹۸	۱/۱۵±۰/۱۴	۰/۹۲-۱/۳۴	۰/۰۰۰
WUE	۳/۲۴±۰/۳۰	۲/۹۹-۳/۶۶	۲/۶۴±۰/۲۱	۲/۳۰-۳/۱۴	۳/۳۳±۰/۵۴	۲/۶۷-۳/۸۲	۰/۰۰۰
مکان جغرافیایی صفات	M.T		M.J		M.Sh		معناداری
	میانگین ± انحراف استاندارد	بیشترین-کمترین	میانگین ± انحراف استاندارد	کمترین-بیشترین	میانگین ± انحراف استاندارد	بیشترین-کمترین	
SVL	۴۰/۲۳±۴/۲۶	۳۳/۰۸-۴۳/۹۱	۳۵/۵۷±۴/۷۴	۳۰/۵۶-۴۱/۹۵	۳۹/۵۶±۱/۴۰	۳۷/۲۰-۴۱/۳۶	۰/۰۳۲
NMD	۲/۹۷±۰/۴۵	۲/۲۸-۳/۴۱	۲/۹۰±۰/۳۳	۲/۶۳-۳/۵۶	۳/۲۸±۰/۲۲	۳/۰۰-۳/۶۰	۰/۱۸۲
FL	۱۷/۷۲±۲/۷۳	۱۴/۷۴-۲۰/۰۲	۱۵/۴۰±۲/۳۷	۱۲/۳۹-۱۸/۸۰	۱۹/۳۴±۱/۵۳	۱۸/۲۷-۲۲/۲۴	۰/۰۰۴
TFL	۱۹/۰۲±۲/۰۵	۱۵/۵۴-۲۰/۸۰	۱۶/۸۷±۲/۲۳	۱۴/۴۷-۱۹/۸۵	۲۰/۰۹±۰/۵۱	۱۹/۶۹-۲۱/۱۰	۰/۰۱۶
TML	۲۴/۵۵±۳/۵۱	۱۹/۵۱-۲۸/۳۳	۲۱/۸۵±۴/۳۴	۱۷/۲۸-۲۷/۲۶	۲۶/۱۶±۱/۷۰	۲۴/۱۱-۲۹/۰۴	۰/۰۴۳
HW	۱۲/۷۱±۱/۱۹	۱۰/۷۹-۱۳/۹۳	۱۱/۴۵±۱/۴۸	۹/۹۴-۱۳/۵۶	۱۳/۳۴±۰/۷۲	۱۲/۳۸-۱۴/۰۳	۰/۰۰۴
ND	۲/۹۲±۰/۴۲	۲/۴۰-۳/۴۸	۲/۷۰±۰/۲۹	۲/۳۹-۳/۲۷	۲/۹۴±۰/۲۶	۲/۴۴-۳/۲۲	۰/۰۳۸
HDE	۴/۰۰±۰/۴۵	۳/۳۳-۴/۵۶	۳/۶۲±۰/۵۷	۳/۱۴-۴/۵۱	۴/۰۸±۰/۰۴	۳/۹۹-۴/۱۳	۰/۰۰۱
VDT	۲/۱۲±۰/۲۰	۱/۸۱-۲/۳۸	۱/۹۴±۰/۲۲	۱/۵۸-۲/۲۲	۲/۱۰±۰/۱۷	۱/۸۸-۲/۳۸	۰/۳۰۰
IOD	۴/۹۳±۰/۵۶	۴/۲۸-۵/۷۰	۴/۴۵±۰/۹۴	۳/۳۸-۵/۸۱	۴/۷۱±۰/۳۴	۴/۲۷-۵/۱۴	۰/۰۸۷
EAD	۶/۶۵±۰/۴۳	۵/۹۳-۷/۱۲	۶/۶۲±۱/۰۰	۵/۶۵-۷/۹۲	۷/۲۹±۰/۲۸	۶/۷۲-۷/۴۸	۰/۰۱۸
EPD	۱۰/۳۵±۰/۷۳	۹/۰۴-۱۰/۸۱	۹/۵۷±۱/۲۷	۸/۵۲-۱۱/۳۲	۱۰/۸۸±۰/۴۳	۱۰/۱۸-۱۱/۳۸	۰/۳۶۰
TIL	۳/۷۵±۰/۶۵	۲/۹۷-۴/۵۹	۳/۲۹±۰/۵۲	۲/۷۶-۴/۰۴	۴/۱۰±۰/۴۳	۳/۵۶-۴/۶۷	۰/۰۰۵
T4L	۱۴/۶۷±۲/۳۶	۱۱/۴۲-۱۷/۸۳	۱۲/۷۷±۲/۳۴	۱۰/۳۵-۱۵/۷۱	۱۵/۵۸±۱/۱۶	۱۴/۲۸-۱۷/۰۷	۰/۱۷۶
ES	۵/۲۹±۰/۳۴	۴/۷۵-۵/۶۲	۵/۲۵±۰/۶۳	۴/۵۱-۶/۲۵	۵/۳۶±۰/۲۲	۵/۱۰-۵/۷۷	۰/۰۰۰
FLL	۱۷/۶۲±۲/۶۳	۱۳/۵۳-۲۰/۱۱	۱۶/۰۰±۲/۷۰	۱۳/۲۸-۱۹/۶۳	۱۷/۹۵±۱/۳۶	۱۶/۰۲-۱۹/۶۲	۰/۰۰۳
IMTL	۱/۹۶±۰/۳۵	۱/۴۵-۲/۳۹	۱/۶۲±۰/۲۶	۱/۳۷-۲/۰۲	۱/۸۵±۰/۱۷	۱/۷۰-۲/۱۶	۰/۰۰۰
WMT	۱/۰۰±۰/۱۳	۰/۸۲-۱/۱۷	۰/۸۷±۰/۰۷	۰/۷۲-۱/۰۷	۱/۱۶±۰/۲۸	۱/۰۶-۱/۲۷	۰/۰۰۰
WUE	۳/۰۷±۰/۲۴	۲/۷۲-۳/۴۱	۲/۸۴±۰/۲۷	۲/۵۲-۳/۲۵	۳/۱۸±۰/۲۴	۲/۸۶-۳/۵۶	۰/۰۰۰
مکان جغرافیایی صفات	M.S		M.Gh		M.Sa		معناداری
	میانگین ± انحراف استاندارد	بیشترین-کمترین	میانگین ± انحراف استاندارد	بیشترین-کمترین	میانگین ± انحراف استاندارد	بیشترین-کمترین	
SVL	۳۷/۱۷±۵/۷۴	۲۹/۳۴-۴۱/۶۴	۴۱/۷۹±۱/۸۹	۳۸/۶۹-۴۴/۰۳	۳۹/۵۶±۳/۳۹	۳۷/۱۶-۴۱/۹۶	۰/۰۳۲

NMD	۲,۷۹±۰,۳۶	۲,۵۵-۳,۳۴	۳,۲۳±۰,۱۹	۲,۹۴-۳,۴۷	۳,۰۶±۰,۱۱	۲,۹۸-۳,۱۴	۰/۱۸۲
FL	۱۶,۴۴±۲,۲۹	۱۳,۷۵-۱۸,۷۳	۲۰,۷۳±۰,۸۵	۱۹,۵۱-۲۲,۰۱۴	۱۷,۴۶±۳,۵۰	۱۴,۹۸-۱۹,۹۴	۰/۰۰۴
TFL	۱۸,۳۳±۲,۳۳	۱۵,۲۲-۲۰,۸۸	۲۰,۱۷±۰,۴۶	۱۹,۳۵-۲۰,۷۹	۱۸,۲۹±۲,۵۵	۱۶,۴۸-۲۰,۱۰	۰/۰۱۶
TML	۲۳,۸۹±۳,۷۶	۱۹,۳۳-۲۸,۴۳	۲۷,۳۶±۱,۱۴	۲۶,۰۶-۲۸,۹۹	۲۵,۲۵±۳,۶۲	۲۲,۶۹-۲۷,۸۲	۰/۰۴۳
HW	۱۲,۷۶±۱,۳۶	۱۱,۱۷-۱۴,۰۳	۱۴,۲۳±۰,۵۵	۱۳,۱۲-۱۴,۷۸	۱۲,۷۷±۱,۱۳	۱۱,۹۷-۱۳,۵۷	۰/۰۰۴
ND	۲,۶۴±۰,۵۰	۱,۹۱-۳,۰۲	۳,۰۷±۰,۲۶	۲,۶۰-۲,۶۰	۲,۶۱±۰,۳۱	۲,۳۹-۲,۸۳	۰/۰۳۸
HDE	۳,۹۵±۰,۴۶	۳,۳۵-۴,۴۶	۴,۶۸±۰,۴۰	۴,۱۳-۵,۲۰	۳,۶۲±۰,۰۷	۳,۵۷-۳,۶۷	۰/۰۰۱
VDT	۲,۱۵±۰,۳۵	۱,۸۴-۲,۶۵	۲,۴۳±۰,۱۶	۲,۱۷-۲,۶۷	۱,۹۴±۰,۲۳	۱,۷۸-۲,۱۱	۰/۳۰۰
IOD	۴,۷۸±۰,۴۹	۴,۲۷-۵,۳۸	۵,۲۸±۰,۵۳	۴,۶۵-۶,۲۴	۴,۳۶±۰,۶۲	۳,۹۲-۴,۸۰	۰/۰۸۷
EAD	۷,۰۹±۰,۸۹	۵,۸۳-۷,۷۴	۷,۵۶±۰,۳۰	۷,۰۱-۷,۹۷	۷,۲۴±۰,۱۸	۶,۴۵-۸,۵۸	۰/۰۱۸
EPD	۱۰,۶۱±۱,۰۶	۹,۳۰-۱۱,۹۲	۱۱,۸۷±۰,۱۰	۱۱,۵۱-۱۲,۳۲	۱۰,۳۰±۰,۶۲	۹,۸۶-۱۰,۷۵	۰/۳۶۰
TIL	۳,۸۴±۰,۳۷	۳,۴۲-۴,۲۸	۴,۴۳±۰,۲۴	۴,۱۴-۴,۷۶	۴,۱۶±۰,۳۹	۳,۸۸-۴,۴۴	۰/۰۰۵
T4L	۱۴,۲۵±۲,۴۸	۱۱,۰۷-۱۷,۰۷	۱۵,۷۹±۱,۵۱	۱۲,۹۱-۱۷,۳۵	۱۵,۱۳±۲,۲۵	۱۳,۵۴-۱۶,۷۳	۰/۱۷۶
ES	۵,۳۶±۰,۵۴	۴,۷۹-۶,۰۱	۶,۲۱±۰,۵۱	۵,۵۹-۶,۹۵	۴,۹۳±۰,۳۸	۴,۶۶-۵,۲۱	۰/۰۰
FLL	۱۶,۳۲±۲,۲۰	۱۳,۶۸-۱۹,۰۷	۱۷,۷۷±۱,۵۰	۱۵,۵۸-۱۹,۰۵	۱۷,۵۰±۱,۸۷	۱۶,۱۸-۱۸,۸۳	۰/۰۰۳
IMTL	۱,۹۲±۰,۴۱	۱,۵۶-۲,۳۰	۲,۱۴±۰,۱۰	۱,۹۵-۲,۲۷	۱,۶۸±۰,۳۴	۱,۴۴-۱,۹۳	۰/۰۰۰
WMT	۱,۰۲۸±۰,۰۲۲	۰,۸۵-۱,۴۴	۱,۰۶±۰,۱۵	۰,۸۲-۱,۴۰	۱,۰۱±۰,۰۴	۰,۹۰-۱,۱۲	۰/۰۰۰
WUE	۳,۱۱±۰,۰۳۹	۲,۷۰-۳,۵۹	۳,۲۲±۰,۰۲۱	۲,۹۶-۳,۵۱	۲,۸۳±۰,۰۲۳	۲,۵۹-۳,۰۷	۰/۰۰۰

مکان جغرافیایی صفات	M.Kh		معناداری
	میانگین ± انحراف استاندارد	بیشترین-کمترین	
SVL	۳۴,۶۸±۱,۹۵	۳۳,۳۰-۳۶,۰۰۶	۰/۰۳۲
NMD	۲,۹۸±۰,۰۲۲	۲,۸۲-۳,۱۴	۰/۱۸۲
FL	۱۷,۲۷±۰,۹۶	۱۶,۵۹-۱۷,۹۵	۰/۰۰۴
TFL	۱۸,۲۱±۱,۰۱	۱۷,۴۹-۱۸,۹۳	۰/۰۱۶
TML	۲۵,۰۲±۱,۳۷	۲۴,۰۵-۲۶,۰۰	۰/۰۴۳
HW	۱۲,۰۶±۰,۱۲	۱۱,۹۸-۱۲,۱۵	۰/۰۰۴
ND	۲,۵۶±۰,۰۲۴	۲,۳۹-۲,۷۴	۰/۰۳۸
HDE	۳,۳۴±۰,۰۲۱	۳,۱۹-۳,۴۹	۰/۰۰۱
VDT	۲,۰۴±۰,۰۳۱	۱,۸۲-۲,۲۶	۰/۳۰۰
IOD	۵,۳۰±۰,۰۳۵	۵,۲۸-۵,۳۳	۰/۰۸۷
EAD	۶,۵۱±۰,۰۰۸	۶,۴۵-۶,۵۷	۰/۰۱۸
EPD	۱۰,۳۲±۰,۰۵۴	۹,۷۸-۱۰,۸۶	۰/۳۶۰
TIL	۳,۸۲±۰,۰۶۰	۳,۳۹-۴,۲۵	۰/۰۰۵
T4L	۱۳,۷۱±۰,۰۸۹	۱۳,۰۸-۱۴,۳۴	۰/۱۷۶
ES	۵,۰۱±۰,۰۰۴	۴,۹۸-۵,۰۵	۰/۰۰
FLL	۱۶,۳۶±۱,۰۸۴	۱۵,۰۶-۱۷,۶۷	۰/۰۰۳
IMTL	۱,۴۲±۰,۰۱۶	۱,۳۱-۱,۵۴	۰/۰۰۰
WMT	۰,۷۹±۰,۰۲۱	۰,۷۶-۰,۸۲	۰/۰۰۰
WUE	۲,۸۳±۰,۰۱۱	۲,۷۵-۲,۹۱	۰/۰۰۰

نتایج آزمون‌های KMO و بارتلت بیان‌کننده‌ی توانایی شاخص‌ها برای تبدیل شدن به عوامل مناسب است (مقدار KMO برابر با ۰/۹۲ و آزمون بارتلت در سطح معنی‌داری کمتر از ۰/۰۵ قرار گرفت). سه مؤلفه اول در مجموع ۷۳/۳۹ درصد واریانس تمام متغیرها را تبیین کردند. که از این میان مؤلفه اول ۵۶/۴۷، مؤلفه دوم ۹/۳۸ و مؤلفه سوم ۷/۵۳ درصد از کل واریانس‌ها را به خود اختصاص دادند (جدول ۵). در مؤلفه اول صفات TML، TFL و HW و

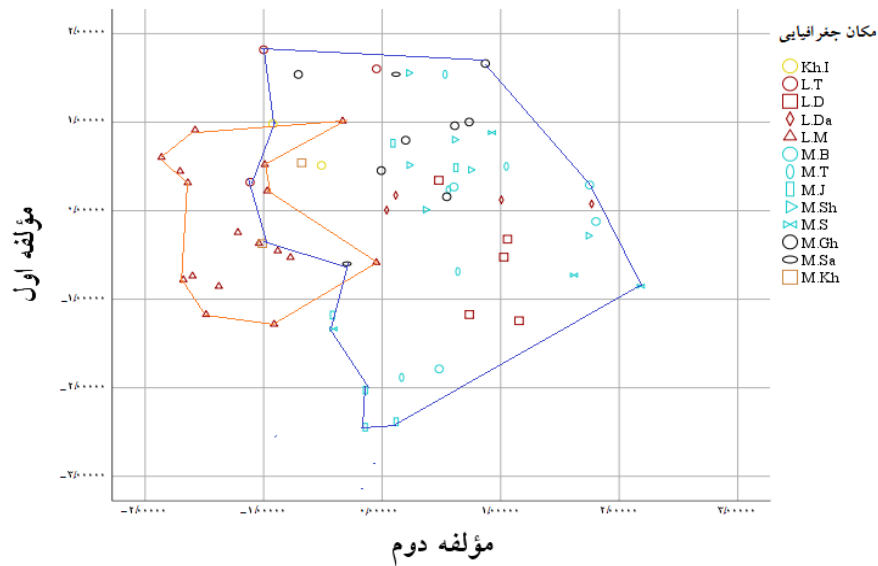
نتایج آزمون‌های KMO و بارتلت بیان‌کننده‌ی توانایی شاخص‌ها برای تبدیل شدن به عوامل مناسب است (مقدار KMO برابر با ۰/۹۲ و آزمون بارتلت در سطح معنی‌داری کمتر از ۰/۰۵ قرار گرفت). سه مؤلفه اول در مجموع

در جمعیت‌های مختلف به کار گرفته شد. بر اساس نمودار پراکنش Scatter plot جمعیت‌ها دارای همپوشانی‌های فراوان هستند که از این میان جمعیت مخمل کوه به طور نسبتاً کامل از آنها جدا شده است (شکل ۲).

متغیرهای WUE، WMT و IMTL در مؤلفه دوم و در مؤلفه سوم متغیرهای ES، ND و EAD بیشترین اثر گذاری را داشتند (جدول ۵). مؤلفه‌های استخراج شده از روش تحلیل چند متغیره PCA به منظور ترسیم رگرسیون خطی نمودار پراکنش Scatter plot برای جنس نر *H. savignyi*

جدول ۵- نتایج آزمون تحلیل مؤلفه‌های اصلی بر اساس ۱۴ صفت ریخت‌سنجی اندازه‌گیری جمعیت‌های مختلف *H. savignyi* در مرکز و غرب ایران. برای معرفی صفات به شکل (۱) مراجعه شود.

صفات	مؤلفه اول	مؤلفه دوم	مؤلفه سوم
TML	۰/۸۹۳	۰/۲۱۳	۰/۱۷۲
TFL	۰/۸۱۳	۰/۴۵۳	۰/۳۱۸
HW	۰/۷۹۷	۰/۳۴۵	۰/۳۲۵
FLL	۰/۷۴۸	۰/۴۲۷	-۰/۱۷۶
FL	۰/۷۴۸	۰/۲۴۱	۰/۳۲۳
T1L	۰/۶۸۷	۰/۱۳۵	۰/۲۰۴
SVL	۰/۶۶۵	۰/۴۱۲	۰/۳۴۷
HDE	۰/۶۴۰	۰/۳۵۳	۰/۳۵۴
EAD	۰/۴۳۵	۰/۳۵۴	۰/۶۰۵
IMTL	۰/۳۷۳	۰/۷۱۲	۰/۴۰۸
WMT	۰/۳۳۷	۰/۸۲۵	-۰/۰۰۷
ES	۰/۳۳۴	-۰/۱۲۹	۰/۸۰۲
WUE	۰/۲۱۶	۰/۸۱۸	۰/۱۹۵
ND	۰/۰۶۸	۰/۴۱۰	۰/۶۷۷
	<u>% واریانس</u>	۵۶/۴۷	۹/۳۸
مقادیر ویژه	<u>واریانس تجمعی</u>	۵۶/۴۷	۶۵/۸۶



شکل ۲- نقشه پراکنش تهیه شده از آنالیز مؤلفه‌های اصلی بر اساس صفات ریخت‌سنجی اندازه‌گیری از جمعیت‌های *H. Savignyi* برای کد مکان‌های جغرافیایی به جدول (۱) مراجعه شود.

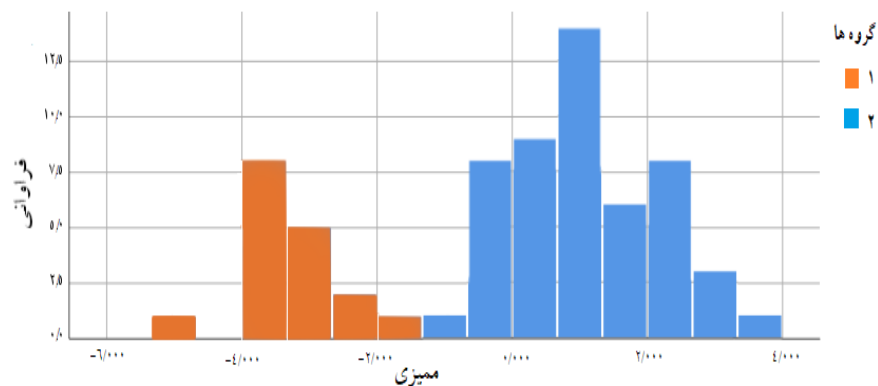
جدول ۶- نتایج تحلیل ممیزی صفات ریخت‌سنجی اندازه‌شی جمعیت‌های نر *H. savignyi* برای معرفی صفات به شکل (۱) مراجعه شود.

صفات	تابع اول	
WMT	۰/۳۲۷	
WUE	۰/۳۱۹	
FLL	۰/۳۰۵	
IMTL	۰/۲۷۴	
ES	-۰/۲۳۹	
HDE	۰/۱۳۶	
TML	۰/۱۰۳	
HW	۰/۰۸۸	
TIL	۰/۰۷۹	
SVL	۰/۰۷۳	
FL	۰/۰۵۲	
TFL	۰/۰۳۳	
ND	۰/۰۱۵	
EAD	-۰/۰۰۹	
	% واریانس	۱۰۰/۰
مقادیر ویژه	واریانس تجمعی	۱۰۰/۰

بمنظور بررسی صحت و تأیید گروه بندی صورت گرفته با استفاده از روش PCA، دو گروه جمعیتی مخمل کوه و لرستان-مرکزی با استفاده از تحلیل ممیزی مورد مطالعه قرار گرفتند. نتایج حاصل از تحلیل ممیزی منجر به شناسایی یک تابع ممیزی (F) کانونی معنی دار شد. مقدار ویژه‌ی این تابع ۱۰۰ درصد واریانس‌ها را توجیه کرد که از این میان متغیرهای WMT، WUE، FLL، IMTL دارای بیشترین اثرگذاری می‌باشند (جدول ۶)، همچنین طبق آزمون Wilks' Lambda این تابع معنی دار است ( $P \leq 0.05$ ). جمعیت‌ها با بیشترین میزان بار عاملی برای هر دو جنس به میزان ۱۰۰٪ به خوبی در گروه‌های فرضی خود طبقه بندی شده‌اند (جدول ۷ و شکل ۳). با توجه به نمودار آنالیز تابع تشخیصی (شکل ۳) دو گروه به خوبی از یکدیگر جدا شده‌اند.

جدول ۷- صحت اعتبار گروه‌های تشکیل شده با استفاده از آنالیز تشخیصی، ۱۰۰٪ از جمعیت‌ها در گروه‌های فرضی خود به درستی قرار گرفته‌اند.

گروه‌ها	گروه بندی افراد		مجموع
	۱	۲	
اصالت گروه بندی	تعداد	۱۷	۱۷
		۰	۵۰
درصد	۱	۱۰۰/۰	۱۰۰/۰
	۲	۰/۰	۱۰۰/۰



شکل ۳- نمودار آنالیز تابع تشخیصی (DFA) حاصل از تابع متمایز کننده صفات ریختی اندازه گیری شده از دو گروه جمعیتی *H. savignyi* در مرکز و غرب ایران.





## بحث و نتیجه‌گیری

مطابق با فرضیه Janzen (۱۹۶۷) گونه‌های خونسرد مناطق معتدله به دلیل توانایی در تحمل طیف‌های دمایی متفاوت نسبت به گونه‌های گرمسیری از دامنه‌ی ارتفاعی وسیع‌تری برخوردارند (۱۰ و ۲۴). گونه‌ی *H. savignyi* از جمله گونه‌های مناطق معتدله می‌باشد که با توجه به توزیع گسترده و تحمل طیف وسیعی از زیستگاه از قبیل باغ‌ها، بوته زارها، جنگل‌های بلوط و سرو، مناطق بیابانی و نیمه بیابانی، استپ‌ها و نواحی با آب‌های دائمی و موقتی، از جمعیت بزرگی برخوردار است که در سرتاسر غرب، مرکز تا جنوب غرب ایران در ارتفاعات البرز و زاگرس و دشت‌های جنوبی در طیف ارتفاعی ۳۵۰ تا بیش از ۲۰۰۰ متر بالاتر از سطح دریا یافت می‌شود (۱۳ و ۲۵). با توجه به نتایج حاصل از آنالیزهای چند متغیره جدا نشدن جمعیت‌های این گونه در مناطق جغرافیایی متفاوت در بخش‌های مرکزی و غربی ایران احتمالاً حاکی از عدم تأثیر ارتفاع و مختصات جغرافیایی در ویژگی‌های ریخت‌سنجی اندازشی جمعیت‌های این گونه است. همانطور که پیش‌تر توسط Adams و Church (۲۰۰۸) بیان شد، علیرغم وجود قوانین متمایزکننده‌ی جمعیت‌ها در ارتفاعات متفاوت همچون قانون برگمن مبتنی بر سایز بزرگتر مهره داران در ارتفاعات و عرض‌های جغرافیایی بالاتر، عدم نقش ارتفاع در توضیحات تکاملی گروه عمده‌ای از دوزیستان اثبات شده است (۳). از سوی دیگر نتایج آماری به دست آمده از جمعیت‌های *H. savignyi* در مطالعه حاضر، تمایز ۱۰۰ درصدی جمعیت مخمل کوه از سایر جمعیت‌ها را نشان می‌دهد که با توجه به ویژگی‌های گونه و منطقه جغرافیایی مخمل کوه تئوری‌های مختلف را می‌توان در این خصوص مطرح کرد.

## منابع

- ۱- خوشناموند، ه.، ملکیان، م.، و کیوانی، ی.، ۱۳۹۸. امکان سنجی استفاده از ریخت‌سنجی هندسی لاروها در گونه سمندر لرستانی (مجله زیست‌شناسی ایران)، ۳۲ (۱)، صفحات ۱۶-۲۴.

کوه‌ها طیف گسترده‌ای از مناطق آب و هوایی را ایجاد می‌کنند که می‌توانند تفاوت قابل توجهی با نواحی اطراف داشته باشند، و نشان داده شده است که موانع مؤثری برای پراکندگی دوزیستان در مناطق معتدل هستند (۱۶). از این رو به نظر می‌رسد که زیستگاه‌های کوهستانی باعث ایزوله شدن ژنتیکی بسیار قوی میان جمعیت‌های قورباغه‌ها شود (۲۷ و ۳۸). با توجه به نقش ارتفاعات به عنوان عوامل ویکاری‌نسی جلوگیری کننده از گسترش گونه‌های دوزیستان در مطالعات مختلف (۲۰، ۲۶ و ۲۸)، وجود کوه‌های بلند در مخمل کوه به همراه ویژگی‌های فیزیکی قورباغه‌های درختی از جمله جثه کوچک و تحرک نسبتاً کم (۲۱ و ۲۲) را می‌توان از جمله دلایل احتمالی در این خصوص عنوان کرد. از سوی دیگر با توجه به مطالعات گذشته، این گونه نواحی نزدیک آب‌های دائمی به همراه گیاهان نسبتاً متراکم را ترجیح می‌دهد (۵ و ۸)، احتمال می‌رود وجود این شرایط مطلوب در مخمل کوه منجر به سازش بیشتر قورباغه‌های درختی با این ناحیه و در نتیجه ایزوله شدن از سایر جمعیت‌ها شده است. در مجموع اگرچه نتایج بررسی‌های آماری این پژوهش به خوبی جدایی جمعیت مخمل کوه از سایر جمعیت‌های مرکزی و غربی ایران را به صورت معناداری در ۱۴ صفت از ۱۹ صفت ریختی اندازه‌گیری شده نشان داد، اما ریخت‌شناسی جمعیتی تنها یکی از روش‌های تحلیل تغییرات درون گونه‌ای می‌باشد و به عنوان یک فرضیه اعتبار و صحت آن با کاربرد روش‌های دیگر باید مورد بررسی قرار گیرد (۲ و ۱۴). لذا انجام مطالعات مولکولی و ژنتیکی جمعیت مخمل کوه در کنار سایر جمعیت‌های قورباغه‌های درختی *H. savignyi* در مطالعات بعدی توصیه می‌شود.

- ۲- نجیب زاده، م.، پسرکلو، ع.، قارزی، ا.، رستگار پویانی، ن.، و رستگار پویانی، ا.، ۱۳۹۸. مطالعه تنوع ریختی جمعیت‌های قورباغه جنگل هیرکانی (*Rana pseudodalmatina* Eiselt) affected by the landscape. *Molecular ecology*, 14(2), pp.483-496.
- 3- Adams, D. C. and Church, J. O., 2008. Amphibians do not follow Bergmann's rule. *Evolution: International Journal of Organic Evolution*, 62(2), pp.413-420.
- 4- Anderson, S. C., 1963. Amphibians and reptiles from Iran. San Francisco State College.
- 5- Anderson, S. C., 1985. Amphibians. – *Encyclopedia Iranica* Vol. 1, fascicle 9, pp.987-990.
- 6- Arak, A., 1988. Sexual dimorphism in body size: a model and a test. *Evolution*, 42(4), pp.820-825.
- 7- Avise, J. C., 2000. *Phylogeography: the history and formation of species*. Harvard university press.
- 8- Baloutch, M. and Kami, H. G., 1995. *Amphibians of Iran*. Tehran University.
- 9- Baran, I. and Atatür, M. K., 1998. Turkish herpetofauna (amphibians and reptiles), 214 pp. Republic of Turkey Ministry of Environment.
- 10- Bernal, M. H. and Lynch, J. D., 2008. Review and analysis of altitudinal distribution of the Andean anurans in Colombia. *Zootaxa*, 1826(1), pp.1-25.
- 11- Berven, K. A. and Gill, D. E., 1983. Interpreting geographic variation in life-history traits. *American Zoologist*, 23(1), pp.85-97.
- 12- Berven, K. A., 1982. The genetic basis of altitudinal variation in the wood frog *Rana sylvatica*. I. An experimental analysis of life history traits. *Evolution*, 36(5), pp.962-983.
- 13- Cheatsazan, H., Mahjoorazad, A., Rabani, V. and Kami, H. G., 2005. Distribution of the Yellow-Lemon Tree Frog, *Hyla savignyi* Audouin, 1827 (Anura: Hylidae) in Iran. *Zoology in the Middle East*, 36(1), pp.109-111.
- 14- Dayrat, B., 2005. Towards integrative taxonomy. *Biological journal of the Linnean society*, 85(3), pp.407-417.
- 15- Endler, J. A., 1977. *Geographic variation, speciation, and clines* (No. 10). Princeton University Press.
- 16- Funk, W. C., Blouin, M. S., Corn, P. S., Maxell, B. A., Pilliod, D. S., Amish, S. and Allendorf, F. W., 2005. Population structure of Columbia spotted frogs (*Rana luteiventris*) is strongly affected by the landscape. *Molecular ecology*, 14(2), pp.483-496.
- 17- Geraghty, P. T., Williamson, J. E., Macbeth, W. G., Wintner, S. P., Harry, A. V., Oviden, J. R. and Gillings, M. R., 2013. Population expansion and genetic structure in *Carcharhinus brevipinna* in the southern Indo-Pacific. *PloS one*, 8(9).
- 18- Gould, S. J. and Johnston, R. F., 1972. Geographic variation. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 3(1), pp.457-498.
- 19- Graham, C. H., Ron, S. R., Santos, J. C., Schneider, C. J. and Moritz, C., 2004. Integrating phylogenetics and environmental niche models to explore speciation mechanisms in dendrobatid frogs. *Evolution*, 58(8), pp.1781-1793.
- 20- Gül, S., 2013. Ecological divergence between two evolutionary lineages of *Hyla savignyi* (Audouin, 1827) in Turkey: effects of the Anatolian Diagonal. *Animal Biology*, 63(3), pp.285-295.
- 21- Gvoždík, V., Moravec, J., Klütsch, C. and Kotlík, P., 2010. Phylogeography of the Middle Eastern tree frogs (*Hyla*, Hylidae, Amphibia) as inferred from nuclear and mitochondrial DNA variation, with a description of a new species. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 55(3), pp.1146-1166.
- 22- Gvoždík, V., Moravec, J., Klütsch, C. and Kotlík, P.: Phylogeography of the Middle Eastern tree frogs (*Hyla*, Hylidae, Amphibia) as inferred from nuclear and mitochondrial DNA variation, with a description of a new species. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, in press.
- 23- Hraoui-Bloquet, S., Sadek, R. A., Sindaco, R. and Venchi, A., 2002. The herpetofauna of Lebanon: new data on distribution. *Zoology in the Middle East*, 27(1), pp.35-46.
- 24- Janzen, D. H., 1967. Why mountain passes are higher in the tropics. *The American Naturalist*, 101(919), pp.233-249.
- 25- Kuzmin, S., 2009. *Hyla savignyi*. The IUCN red list of threatened species 2009: e.T55647A11347491. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2009.RLTS.T55647A11347491.en>.

- 26- Measey, G. J., Galbusera, P., Breyne, P. and Matthysen, E., 2007. Gene flow in a direct-developing, leaf litter frog between isolated mountains in the Taita Hills, Kenya. *Conservation Genetics*, 8(5), pp.1177-1188.
- 27- Mosen, K. J. and Blouin, M. S., 2003. Genetic structure in a montane ranid frog: restricted gene flow and nuclear-mitochondrial discordance. *Molecular Ecology*, 12(12), pp.3275-3286.
- 28- Mosen, K. J. and Blouin, M. S., 2004. Extreme isolation by distance in a montane frog *Rana cascadae*. *Conservation Genetics*, 5(6), pp.827-835.
- 29- Pröhl, H., Ron, S. R. and Ryan, M.J., 2010. Ecological and genetic divergence between two lineages of Middle American túngara frogs *Physalaemus* (= *Engystomops*) *pustulosus*. *BMC evolutionary biology*, 10(1), p.146.
- 30- Recuero, E., Iraola, A., Rubio, X., Machordom, A. and García-París, M., 2007. Mitochondrial differentiation and biogeography of *Hyla meridionalis* (Anura: Hylidae): an unusual phylogeographical pattern. *Journal of Biogeography*, 34(7), pp.1207-1219.
- 31- 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(1), p.15.
- 32- 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(6), pp.924-942.
- 33- Rosso, A., Castellano, S. and Giacoma, C., 2005. Ecogeographic analysis of morphological and life-history variation in the Italian treefrog. *Evolutionary Ecology*, 18(4), pp.303-321.
- 34- Schluter, D., 2009. Evidence for ecological speciation and its alternative. *Science*, 323(5915), pp.737-741.
- 35- Sinsch, U. and Schneider, H., 1999. Taxonomic reassessment of Middle Eastern water frogs: Morphological variation among populations considered as *Rana ridibunda*, *R. bedriagae* or *R. levantina*. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, 37(2), pp.67-74.
- 36- Stöck, M., Dubey, S., Klütsch, C., Litvinchuk, S. N., Scheidt, U. and Perrin, N., 2008. Mitochondrial and nuclear phylogeny of circum-Mediterranean tree frogs from the *Hyla arborea* group. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 49(3), p.1019.
- 37- Thorpe, R. S., Brown, R. P., Malhotra, A. and Wuster, W., 1991. Geographic variation and population systematics: distinguishing between ecogenetics and phylogenetics. *Italian Journal of Zoology*, 58(4), pp.329-335.
- 38- Tocher, M. and Decline, A., 1998. Behavioral ecology, genetic diversity, and declining amphibian populations. *Behavioral ecology and conservation biology*, 394.
- 39- Travis, J., 1994. Evaluating the adaptive role of morphological plasticity. *Ecological morphology*, pp.99-122.
- 40- Xuan, L., Yiming, L. and McGarrity, M., 2010. Geographical variation in body size and sexual size dimorphism of introduced American bullfrogs in southwestern China. *Biological Invasions*, 12(7), pp.2037-2047.

## Investigation of the Morphological Variation in the tree frogs (*Hyla savignyi*, Audouin, 1827) in two different regions: Lorestan and Markazi Provinces

Alaei R.,<sup>1</sup> Pesarakloo A.R.<sup>1</sup> and Najibzadeh M.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Dept. of Biology, Faculty of Science, Arak University, Arak, I.R. of Iran.

<sup>2</sup> Iranian Plateau Herpetology Research Group (IPHRG), Razi University, Kermanshah, I.R. of Iran.

### Abstract

Due to the importance of morphometric studies in understanding the taxonomic status and intraspecific changes, In this study, geographical patterns and population characteristics of *H. savignyi* tree frog were investigated in Two Provinces of Iran: Lorestan and Markazi. In order to investigate the changes in the traits and geographical patterns of populations in this species, 19 morphological characters in more than 67 specimens were studied in 13 different geographic regions. Intraspecific geographic communication pattern was investigated using one-way ANOVA and principal component multivariate analysis (PCA), Discriminant Function Analysis (DFA) and cluster analysis with UPGMA algorithm. The results of ANOVA test showed that among the studied traits, 14 traits of SVL, FL, TFL, TML, HW, ND, HD, EAD, T1L, ES, FLL, IMTL, WMT, WUE had significant differences among different populations ( $P \leq 0.05$ ). Based on morphometric characters, our analysis showed that at least two distinct tree frog populations with 100% probability: Makhmal Koh (Group 1) and Lorestan-Markazi (Group 2).

**Key words:** *Hyla savignyi*, Intraspecific Changes, Morphometric Characteristics.