

پژوهشی

مطالعه آرایه‌شناختی دوپای کوچک (*Allactaga*)*elater* در استان‌های سمنان و کرمان

سعید محمدی^{۱*}، محمدعلی ادیبی^۲، رسول خسروی^۳، محسن مصباح^۴

چکیده

دوپای کوچک (*Allactaga elater* Lichtenstein 1828) به عنوان گونه‌ای شب‌فعال در مناطق بیابانی و نیمه‌بیابانی ایران به استثنای بخش‌های جنوبی دریای خزر پراکنش دارد. در این مطالعه بررسی و تحلیل برخی ویژگی‌های صفات ظاهری، مجموعه‌ای و دندانی گونه *A. elater* در مناطق کرمان و سمنان در محدوده فلات مرکزی ایران با استفاده از تحلیل ریخت‌سنجی مورد بررسی قرار گرفت. نمونه‌برداری در تابستان سال ۱۳۸۸ و تابستان ۱۳۸۹ از دو منطقه قوشه در نزدیکی دامغان در استان سمنان و منطقه شکار ممنوع گودغول سیرجان در استان کرمان انجام شد و ۱۹ نمونه دوپای کوچک از مناطق مذکور به دست آمد. در نمونه‌های کرمان دو متغیر فاصله بین حدقه‌ای (LW) و طول فک پایین (LM) رشد بیشتری را نسبت به نمونه‌های استان سمنان داشته در صورتی که در نمونه‌های سمنان متغیرهای طول صندوق صماخ (LPF)، عرض صندوق صماخ (WIB)، پهنای جعبه جمجمه (CW)، ارتفاع جمجمه (HS) و طول دیاستما (LD) رشد بیشتری را دارند. نتایج آزمون تجزیه به مولفه‌های اصلی نشان داد که میزان واگرایی نمونه‌های دو منطقه کرمان و سمنان در رابطه با اندازه متغیرهای مربوط به جمجمه و دندان زیاد می‌باشد که سبب تفکیک نمونه‌های دو منطقه بر روی محورهای یک و دو شده است. در مورد ویژگی‌های ظاهری ظاهری دو متغیر طول سر و بدن (HBL) و طول دم (TL) در نمونه‌های سمنان ارزش‌های بیشتری را نسبت به نمونه‌های کرمان در بر می‌گیرند. به عبارت دیگر طول کلی بدن در افراد این گونه در سمنان بزرگ‌تر از نمونه‌های کرمان می‌باشد.

واژگان کلیدی: دوپای کوچک، کرمان، سمنان، ریخت‌سنجی.

^۱عضو هیئت علمی گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه زابل، ایران
^۲مرکز تحقیقات زیست‌محیطی استان سمنان، اداره کل حفاظت محیط زیست سمنان، ایران
^۳دانشجو دکتری محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ایران
^۴کارشناس ارشد زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ایران

نویسنده مسئول: سعید محمدی
 smohammadi@uoz.ac.ir

مقدمه

قلمرو حیاتی پاله‌آرکتیک، مهم‌ترین پستانداران کوچک از نظر تعداد گونه هستند به طوریکه تقریباً یک سوم پستانداران آن را تشکیل می‌دهند. کشور ایران با دارا بودن ۷۱ گونه از راسته جونندگان (۳۸/۲ درصد کل پستانداران) در بردارنده گونه‌های متنوعی از پستانداران کوچک می‌باشد (Karami et al., 2008). بررسی‌های آرایه‌شناختی برای گروه‌هایی از

جونندگان با داشتن حدود ۲۰۰ جنس و ۶۴۰۰ گونه و زیر گونه، بزرگ‌ترین راسته پستانداران و یکی از موفق‌ترین گروه‌های موجودات زنده‌اند که به دلیل قابلیت سازگاری بالا، در اکثر نقاط زمین به استثنای قطبین زندگی می‌کنند (رفیع‌نژاد و همکاران، ۱۳۸۳). جونندگان ایران، همانند سایر کشورهای

هستند. با این وجود پژوهش‌های بیشتری از جمله بررسی‌های مولکولی مورد نیاز است تا بتوان جایگاه تبارشناختی نمونه‌های مناطق مختلف را به طور دقیق‌تر تعیین نمود. در این مطالعه به بررسی و تحلیل برخی ویژگی‌های ریخت‌سنجی ظاهری، مجموعه‌ای و دندانی گونه *A. elater* در مناطق شکار ممنوع گودغول سیرجان (کرمان) و قوشه (سمنان) در محدوده فلات مرکزی ایران پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری - نمونه‌ها در تابستان سال ۱۳۸۸ و تابستان ۱۳۸۹ از دو منطقه قوشه در نزدیکی دامغان در استان سمنان و منطقه شکار ممنوع گودغول سیرجان استان کرمان جمع‌آوری شدند (شکل ۱). صید گونه به واسطه شب‌فعال و تله‌گریز بودن توسط دست یا با استفاده از تور حشره‌گیری در شب انجام شد. نمونه‌ها پس از جمع‌آوری به آزمایشگاه منتقل و اطلاعات لازم برای هر نمونه مانند تاریخ، مکان صید، جنس و ویژگی‌های ظاهری ثبت گردید. ریخت‌سنجی ظاهری شامل طول سر و بدن (HBL)، طول دم (TL)، طول گوش (EL) و طول پای عقب (FL) توسط خط‌کش با دقت یک میلی‌متر انجام گردید. مجموعه نمونه‌ها تمیز و جهت مطالعات مرفولوژیکی آماده گردید. صفات ریخت‌سنجی اسکلتی (مجموعه‌ای و دندانی) شامل طول

اکسی پیتونازال (OCCL)، طول کندیل و بازال (CL)، پهناى زیگوماتیک (ZW)، فاصله بین حدقه‌ای (LW)، پهناى جعبه جمجمه (CW)، طول استخوان بینی (LN)، طول دیاستما (LD)، طول شکاف قدامی (LPF)، طول صندوق صماخ (LTB)،

جوندگان نسبتاً ناشناخته مانند دوپاهای پنج انگشتی جنس *Allactaga* در خاورمیانه دارای اهمیت بسزایی است (Shenbrot, 2009). پراکنش جنس *Allactaga* از نواحی نیمه‌بیابانی آفریقای شمالی، فلات ایران و آسیای مرکزی تا مغولستان بوده و از ۱۲ گونه این جنس ۵ گونه در بررسی‌های مختلف پژوهشگران از ایران شناسایی شده است (Darvish et al., 2008)، که یک گونه از آن‌ها به نام دوپای کوچک از لحاظ بوم‌شناختی و زیست‌شناختی گونه‌ای کاملاً ناشناخته است. دوپای کوچک (*Allactaga elater* Lichtenstein 1828) دارای جثه‌ای کوچک، چشمانی درشت و گوش‌هایی به نسبت بلند است که این ویژگی‌ها نشانگر سازگاری بالای این گونه با مناطق دارای پوشش گیاهی تنک است. پاهای عقب در این جونده بزرگ‌تر از دست‌ها بوده و هنگام حرکت و ایستادن بر روی دو پای عقب خود قرار می‌گیرد (اعتماد، ۱۳۵۷). این جونده به عنوان گونه‌ای شب‌فعال در مناطق بیابانی و نیمه‌بیابانی ایران به استثنای بخش‌های جنوبی دریای خزر پراکنش دارد و در مناطقی مانند تهران، خوزستان، فارس، کرمان، خراسان، آذربایجان و زنجان تا کنون شناسایی شده است (Shenbrot, 2009; Dianat et al., 2010). در مورد زیرگونه‌های این جونده در سطح استان‌های مختلف کشور بررسی‌های بیوسیسستماتیکی اندکی انجام شده است. Dianat و همکاران (۲۰۱۰) بر اساس ویژگی‌های ملکولی وجود الگوی پراکنش دو زیرگونه دوپای کوچک را در ایران محتمل دانسته‌اند؛ یک زیرگونه از کاشمر به نام *A. e. indica* و زیر گونه‌ی دیگر *A. e. turkmeni* که از گلستان شناسایی شده‌اند. نمونه‌های جمع‌آوری شده از تهران نیز مربوط به گونه دوپای کوچک

توسط کولیس با دقت ۰/۰۵ میلی‌متر اندازه‌گیری شدند (Ghadirian et al., 2011). نمونه‌های مورد مطالعه شامل ۱۹ دوپای کوچک بودند که از سمنان ۱۵ نمونه و از کرمان تعداد ۴ نمونه صید شده بودند.

مبنی بر اینکه ماتریس همبستگی‌ها برابر صفر نیست از آزمون بارتلت استفاده شد. به منظور تعیین قرابت جمعیت‌های مورد بررسی و گروه‌بندی آن‌ها بر اساس کلیه صفات مورد مطالعه تجزیه خوشه‌ای انجام گردید و نمودار درختی آن رسم شد. برای مقایسه ۱۵ ویژگی جمجمه‌ای و دندان‌های این گونه بین مناطق سمنان و کرمان و اطمینان از عدم وجود اختلاف معنی‌دار جهت ادغام داده‌های مربوط به جنس‌های ماده، نر و نمونه‌هایی با جنسیت نامشخص از آزمون *t*-student استفاده گردید و در صورت نبودن اختلاف معنی‌دار بین آن‌ها، داده‌ها با هم ترکیب شدند (جدول ۲). تجزیه و تحلیل‌های مربوط به رسته‌بندی با استفاده از نرم افزار ade-4 (Thioulouse et al., 1997) و سایر تجزیه و تحلیل‌ها با کمک نرم افزار SPSS 16 انجام گرفت.

نتایج

بر طبق نتایج به دست آمده از آزمون تجزیه واریانس مشخص شد اختلاف معنی‌داری بین داده‌های مربوط به جنس‌های نر و ماده وجود ندارد، لذا داده‌های مربوطه برای تجزیه و تحلیل‌های بعدی با همدیگر ترکیب شدند ($P > 0.05$). بر طبق نتایج به دست آمده از آزمون KMO که برابر با ۰/۸ به دست آمد و همچنین معنی‌دار بودن نتیجه آزمون بارتلت ($P = 0.00$)، می‌توان نتیجه گرفت داده‌های موجود برای انجام PCA مناسب هستند. نتایج گروه‌بندی نمونه‌ها با استفاده از روش تجزیه به مولفه‌های اصلی

عرض صندوق صماخ (WTB)، طول ردیف دندان‌های آسیای بالا (Uch)، طول ردیف دندان‌های آسیای پایین (Lch)، ارتفاع جمجمه (HS)، پهنای پوزه در جمجمه (WR) و طول فک پایین (LM)



(دایره‌های توپر).

روش آماری

برای تحلیل داده‌ها ابتدا ماتریسی متشکل از مولفه‌های اندازه‌گیری شده از صفات جمجمه‌ای دوپای کوچک در مناطق نمونه‌برداری تهیه شد. اعداد گنجانده شده در متن ماتریس مربوط به اندازه هر یک از صفات جمجمه‌ای دوپای کوچک در مناطق مذکور است. با استفاده از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA) مشخص خواهد شد که کدامیک از این ویژگی‌ها عوامل مهم‌تر و معنی‌دارتر بوده و می‌تواند جهت و گرایش کلی پراکندگی نقاط نمونه‌برداری را مشخص نماید (رستمی، ۱۳۸۵). پیش از انجام PCA و برای اطمینان از اینکه همبستگی‌های موجود در بین داده‌ها برای این تحلیل مناسب است از آزمون-KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) استفاده شد. از سوی دیگر برای اطمینان از مناسب بودن داده‌ها برای انجام PCA

داده شده است، نمونه‌های ۱۷، ۱۸ و ۱۹ بیشترین فاصله را از نمونه‌های سمنان داشته، بنحوی که شاخه جداگانه‌ای را تشکیل می‌دهند. همچنین نمونه‌ی دیگر (عدد ۱۶) این منطقه نیز شاخه جداگانه‌ای را تشکیل داده و فاصله کمتری را نسبت به نمونه‌های سمنان دارند.

در جدول ۲ نتایج مربوط به آزمون تجزیه به مولفه‌های اصلی بر اساس چهار متغیر مربوط به ظاهر نمونه‌های دو استان کرمان و سمنان نشان داده شده است. سه محور اول ۹۹ درصد تغییرات موجود در نمونه‌ها در رابطه با متغیرهای ظاهر را در بر می‌گیرد. نتایج گروه‌بندی نمونه‌ها بر اساس محورهای یک و دو نشان داد که چهار متغیر استفاده شده در رابطه با ظاهر نمونه‌ها همچون متغیرهای جمجمه و دندان توانایی لازم را در تفکیک نمونه‌های دو منطقه داشته است و نمونه‌های دو جمعیت در دو گروه جداگانه قرار گرفتند.

همانطور که در شکل ۵ نشان داده شده است، نتایج محورهای اول و دوم نشان داد که از سمت راست به چپ نوعی افزایش را در چهار متغیر اندازه‌گیری شده مشاهده می‌شود. به عبارت دیگر می‌توان بیان کرد که بر اساس نقطه مرکزی نمونه‌های دو منطقه، دو متغیر طول سر و بدن (HBL) و طول دم (TL) در نمونه‌های سمنان مقادیر بیشتری را نسبت به نمونه‌های کرمان در بر می‌گیرند. به عبارت دیگر طول کلی بدن در افراد این گونه در سمنان بلندتر از نمونه‌های کرمان می‌باشد. نتایج گروه‌بندی نمونه‌های بر روی محورهای دوم و سوم بر اساس چهار متغیر ظاهری نمونه‌ها نشان داد که این دو محور بر خلاف محورهای دو و سه متغیرهای اندازه

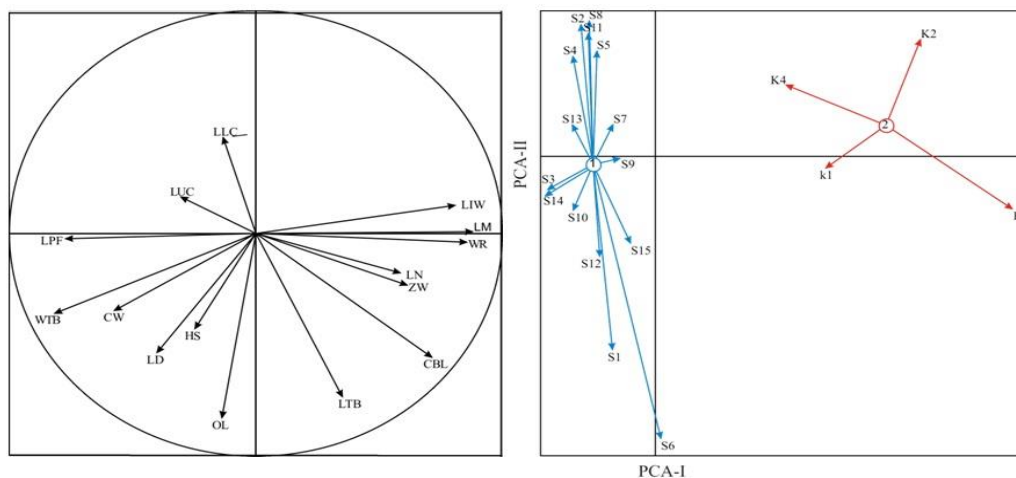
در ارتباط با صفات جمجمه‌ای و دندانی نشان داد که سه محور اول آزمون (PC I, PCII, PCIII) ۶۶/۴ درصد تغییرات در صفات ظاهری و جمجمه‌ای را نشان می‌دادند که این امر نشان داد که متغیرهای اندازه‌گیری شده بر روی جمجمه توانایی لازم را به منظور تفکیک و گروه‌بندی نمونه‌های دو منطقه داشته‌اند (جدول ۱). به دلیل تفکیک پذیری بالای متغیرها در طول محورهای اول و دوم، این محورها برای تفسیر نتایج حاصل از PCA مورد استفاده قرار گرفتند. همانطور که در شکل ۳ نشان داده شده است، نمونه‌های استان کرمان در سمت راست و نمونه‌های سمنان در سمت چپ نمودار قرار می‌گیرند. نتایج این نمودار نشان می‌دهد که در نمونه‌های استان کرمان دو متغیر فاصله بین حدقه‌ای (LW) و طول فک پایین (LM) رشد بیشتری را نسبت به نمونه‌های استان سمنان داشته در صورتی که در نمونه‌های سمنان متغیرهای طول صندوق صماخ (LPF)، عرض صندوق صماخ (WIB)، پهنای جعبه جمجمه (CW)، ارتفاع جمجمه (HS) و طول دیاستما (LD) رشد بیشتری را دارند. نتایج آزمون تجزیه به مولفه‌های اصلی نشان داد که میزان واگرایی نمونه‌های دو منطقه کرمان و سمنان در رابطه با اندازه متغیرهای مربوط به جمجمه و دندان زیاد می‌باشد که سبب تفکیک نمونه‌های دو منطقه بر روی محورهای یک و دو شده است. نتایج ترسیم نمودار درختی نمونه‌ها در رابطه با متغیرهای جمجمه و دندانی و بر اساس محاسبه فاصله اکلیدین^۱ نشان داد که نمونه‌های دو منطقه به خوبی تفکیک شده و در شاخه‌های جداگانه قرار می‌گیرند. همانطور که در شکل ۴ نشان

^۱Euclidean

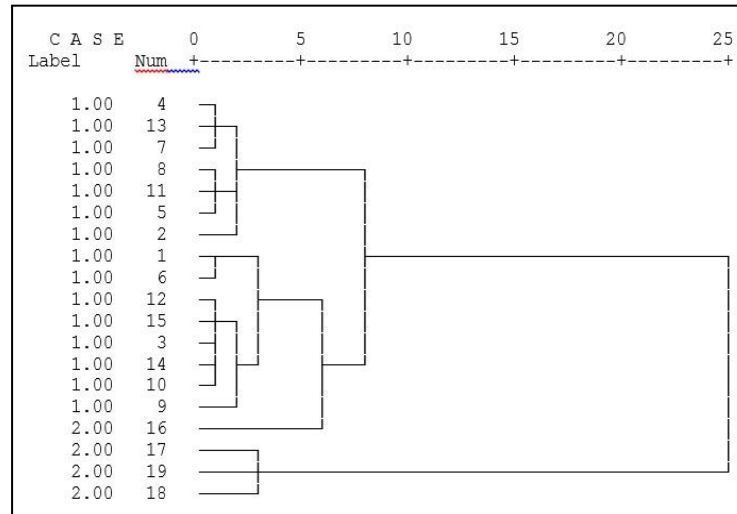
نمونه‌ها، توانایی بیشتری در تفکیک نمونه‌های دو منطقه دارند.

جدول ۱- Eigenvalue و درصد واریانس توجیه شده برای سه محور اول PCA برای ماتریس صفات جمجمه‌ای و دندانی *A. elater* به همراه Factor loading متغیرها در هر یک از سه محور.

	F1	F2	F3
Eigenvalue	۵/۵۱	۲/۶۲	۱/۸۱
درصد واریانس توجیه شده	۳۶/۹۰	۱۷/۴۷	۱۲/۶
درصد تجمعی واریانس توجیه شده	۳۶/۹	۵۴/۳۷	۶۶/۴۳
Factor loading			
OL	۲۳	۲۶۶۲	۷۵۷
CL	۹۳۷	۱۲۰۷	۰
ZL	۶۹۲	۲۱۳	۱۶۱۷
IW	۱۲۰۱	۵۸	۱۰۳
CW	۶۰۱	۴۶۶	۲۳
LN	۲۹۴	۱۱۲۰	۱۰۳
LD	۲۹۴	۱۱۲۰	۱۳
LPF	۱۰۹۲	۲	۶۹۵
LTB	۲۲۷	۲۰۹۳	۹۴۵
WTB	۱۲۱۳	۵۰۲	۲۹
UCH	۱۷۲	۱۰۱	۵۳۰
LCH	۳۲	۷۲۳	۳۲۷۳
HS	۱۱۰	۷۱۹	۱۸۲۹
WR	۱۳۴۰	۶	۱
LM	۱۴۱۶	۰	۷۵



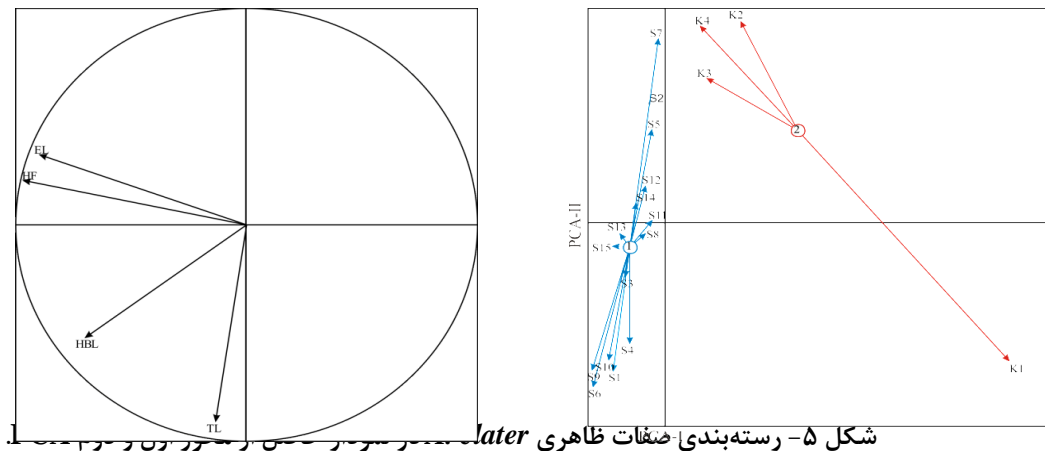
شکل ۳- رسته‌بندی ۱۵ صفت جمجمه‌ای و دندانی *A. elater* در نمودار حاصل از محور اول و دوم PCA.



شکل ۴- نمودار درختی داده‌ها بر اساس ۱۵ متغیر اندازه‌گیری شده در رابطه با صفات جمجمه‌ای و دندانی دوپای کوچک (1: سمنان و 2: کرمان).

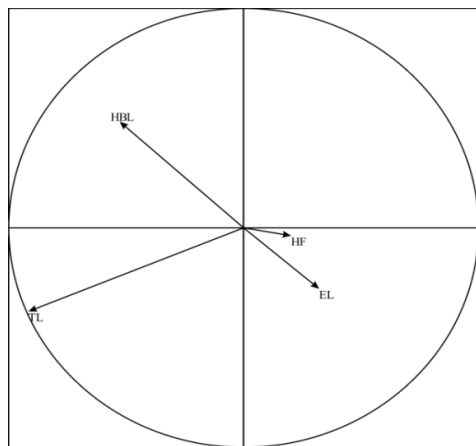
جدول ۲- Eigenvalue و درصد واریانس توجیه شده برای سه محور اول PCA برای ماتریس صفات ظاهری *A. elater* به همراه Factor loading متغیرها در هر یک از سه محور.

		F1	F2	F3
Eigenvalue		۲/۲۶	۱/۲۵	۴/۵۹
درصد واریانس توجیه شده		۵۶/۵	۳۱/۴۰	۱۱/۴۸
درصد تجمعی واریانس توجیه شده		۵۶/۵	۸۷/۹	۹۹/۳۸
Factor loading	HBL	۲۱۷۵	۲۱۸۷	۵۰۵۱
	TL	۷۵	۶۶۵۰	۳۲۰۲
	EL	۳۵۷۱	۸۳۰	۱۷۱۷
	FL	۴۱۷۵	۳۳۰	۲۷

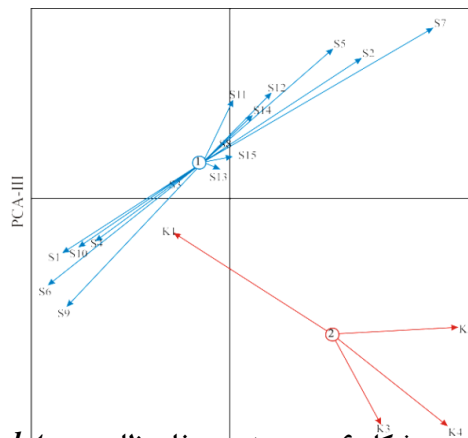


شکل ۵- رسته‌بندی صفات ظاهری *A. elater*

طول کلی بدن یا طول گوش و پا واگرایی زیادی بین افراد دو منطقه نشان می‌دهد. از طرف دیگر این نتایج نشان می‌دهد که در نمونه‌های استان همدان متغیرهای طول همچون طول کلی بدن و یا طول دم رشد بیشتری نسبت به نمونه‌های کرمان داشته و نمونه‌های این استان جثه بزرگتری دارند.



همانطور که در شکل ۶ نشان داده شده است، نمونه‌های سمنان و کرمان به خوبی تفکیک شده و در دو گروه مجزا قرار می‌گیرند. نتایج گروه‌بندی نمونه‌ها نشان داد که متغیرهای ظاهری نمونه‌ها توانایی بیشتری در تفکیک نمونه‌های دو استان داشتند. به عبارت دیگر متغیرهای ظاهری همچون



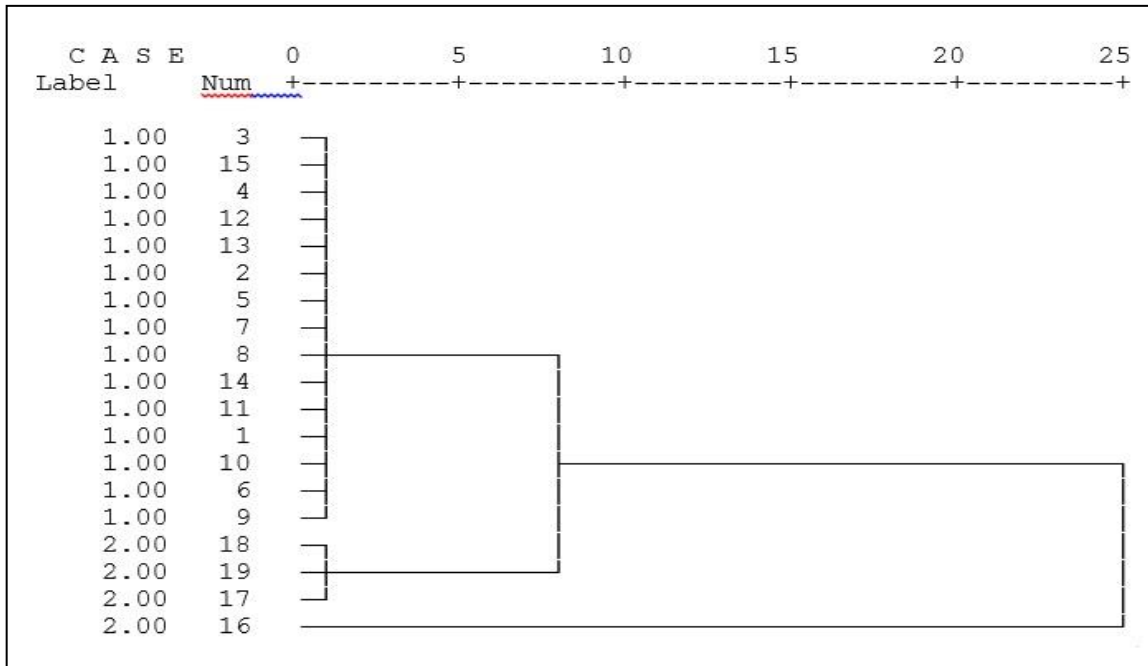
شکل ۶- رسته‌بندی صفات ظاهری *A. elater* در نمونه‌های استان همدان و کرمان

استفاده از فضا، ارتباط، رقابت تولید مثلی، مراقبت والدینی و مواردی نظیر آن را منجر می‌شود (۱۱). گونه‌های جنس *Allactaga* به علت موقعیت مبهم تاکسونومیکی تا کنون مورد مطالعه بسیاری از محققین قرار گرفته‌اند و مطالعات متعددی در خصوص آنها صورت گرفته است (مانند قادری، Tarahomi et al., Miljutin, 2008؛ ۱۳۸۹؛ ۲۰۱۰). دویاها عموماً گیاه‌خوارند و از قسمت‌های مختلف رستنی‌ها تغذیه می‌کنند (فیروز، ۱۳۷۸) ولی گاهی از حشرات نیز تغذیه می‌کنند. در طبیعت آب نمی‌نوشند ولی در اسارت گاهی اوقات به آب احتیاج دارند (ضیایی، ۱۳۸۷). تولید مثل دویاها برخلاف اکثر جونندگان کم و بستگی به آب و هوا و بخصوص میزان و پراکندگی باران سالیانه دارد، در

نمودار درختی نمونه‌ها بر اساس محاسبه فاصله اکلیدین نشان داد که نمونه‌های دو منطقه در دو شاخه جداگانه قرار می‌گیرند به نحوی که نمونه ۱۶ بیشترین فاصله از نمونه‌های سمنان را داشت و در شاخه‌ای جداگانه از سایر نمونه‌ها قرار می‌گرفت. همچنین نمونه‌های دیگر منطقه کرمان نیز در یک شاخه دیگر قرار گرفت (شکل ۷).

بحث و نتیجه‌گیری

راسته جونندگان در سطح جهان به طور گسترده توزیع شده و در انواع مختلف زیستگاه‌ها دیده می‌شوند. در میان گونه‌های این راسته می‌توان پیچیده‌ترین روابط بوم‌شناختی را مشاهده کرد. این تنوع اساسی یک انواع وسیعی از الگوهای پراکنش،



شکل ۷- نمودار درختی داده‌ها در رابطه با صفات ظاهری دوپای کوچک (1: سمنان و 2: کرمان).

A. e. strandi Heptner, 1934 ترکمنستان؛
A. e. turkmeni Goodwin, 1940 شمال ایران؛
heptneri Pavlenko and Denisenko, 1976 دره Fergana (Shenbrot *et al.*, 2008).
ویژگی‌های تاکسونومیکی، ریخت‌شناسی، ژنتیکی و بوم‌شناسی این جنس نشان دهنده این مطلب می‌باشد که زیر گونه‌های شناسایی شده در پژوهش‌های مختلف در ویژگی‌های متفاوت تفاوت‌ها و شباهت‌هایی با یکدیگر داشته است. به طوریکه مثلاً زیر گونه *A. elater indica* و *A. elater aralychensis* که به ترتیب از افغانستان، خراسان و ترکیه گزارش شده‌اند مشابه می‌باشند (Dianat *et al.*, 2010).
Corbet نیز زیر گونه‌های *A. e. caucasicus* و *aralychensis* را یکی دانسته و پراکنش زیر گونه *A. e. caucasicus* را در ایران مورد قبول دانسته است (Corbet, 1978).

عوض طول عمر دوپایها نسبتاً زیاد و گاهی به شش سال می‌رسد. بر خلاف تصور، زیستگاه دوپایها فقط دشت‌ها و مناطق بیابانی نیست، بلکه برخی از گونه‌ها در مناطق سرد استپی و یا مناطق کوهستانی مرتفع بالای ۲۵۰۰ متر مانند ارتفاعات اطراف دریاچه تار واقع در شهرستان دماوند نیز مشاهده می‌شوند (ضیایی، ۱۳۸۷). پژوهشگران زیادی اشکال مختلفی از موش دوپای انگشتی را به عنوان زیر گونه‌های مستقل شناسایی نموده‌اند: *A. e. elater* Lichtenstein, 1825 از غرب قزاقستان؛ *A. e. indica* Gray, 1842 جنوب افغانستان؛ *A. e. caucasicus* Nehring, 1900 آذربایجان؛ *aralychensis* Satunin, 1901 رشته کوه آرات؛ *A. e. kizljjaricus* Satunin, 1907 داغستان؛ *A. e. dzhungariae* Thomas, 1912 چین؛

هاتسون و دوپای فیروز، نتایج Shenbrot (۲۰۰۹) را تایید نمودند. گستره پراکنش دوپای هاتسون که نخستین بار توسط توماس در سال ۱۹۲۰ گزارش شده بود، از بلوچستان در شرق ایران تا غرب رشته کوه‌های زاگرس و پارک ملی کویر ادامه دارد (مرادی، ۱۳۸۸؛ Brown, 1980). این گونه احتمالاً دارای دو زیر گونه *A. hotsoni hotsoni* و *A. hotsoni firouzi* است (Dianat et al., 2010). یکی از مشکلات بررسی‌های ریخت‌شناسی در سطح درون گونه‌ای عدم وجود رابطه مستقیم در بین این صفات و ویژگی‌های ژنتیکی و تاثیرپذیری تغییر صفات ریختی در مقابل تغییرات عوامل محیطی است. بسیاری از تغییرات ریختی در افراد یک جمعیت به افراد امکان پاسخ به تغییرات محیطی را از طریق تغییر رفتار و فیزیولوژی می‌دهد که سبب افزایش بقای آن‌ها می‌شود. لذا تغییرات ریختی ضرورتاً تغییرات ژنتیکی جمعیت را در پی نداشته و مشاهده تفاوت‌ها در بین جمعیت‌ها را نمی‌توان در همه موارد نشان دهنده تفاوت‌های ژنتیکی دانست. با این وجود بررسی صفات قابل شمارش و قابل اندازه‌گیری در شناسایی جمعیت‌ها موثر می‌باشد. اگرچه بررسی‌های صورت گرفته بر روی جمعیت‌های دوپای کوچک در دو منطقه کرمان و سمنان تفاوت ریختی بالایی را بین این دو جمعیت نشان داد، ولی با این حال اجرای مطالعات گسترده تر در رابطه تغییرات مورفومتری و تعمیم نتایج بدست آمده و همچنین بررسی‌های ژنتیکی به منظور میزان تفاوت ژنتیکی جمعیت‌ها ضروری بنظر می‌رسد.

در آخرین بازنگری سیستماتیکی گونه موش دوپای پنج انگشتی، کلیه زیر گونه‌ها در گروه *elater* و *indica* طبقه‌بندی شده‌اند (Shenbrot et al., 1999). همچنین YiGit و Çolak (۱۹۹۸) یک زیر گونه جدید دوپا از ترکیه گزارش کردند. در این پژوهش ۴۲ نمونه دوپای فرات از یورفا (ترکیه) براساس ویژگی‌های ریخت‌شناختی مجموعه‌ای، ظاهری و کارپولوژیکی آزمون شدند. مقایسه نمونه‌های یورفا با نمونه‌های سوریه، اردن، کویت و عراق نشان داد که نمونه‌های یورفا، سوریه و اردن با نمونه‌های عراق و کویت تفاوت دارند. بنابراین نمونه‌های یورفا، سوریه و اردن به عنوان گونه جدید *A. euphratica kivanci subsp* شناسایی شدند. Womochel در سال ۱۹۷۸ با مقایسه ویژگی‌های ظاهری بدن و معیارهای ریخت‌سنجی مجموعه دوپاهای نگهداری شده در موزه تاریخ طبیعی شیکاگو با دوپاهای دیگر آنها را به عنوان یک گونه‌ی جدید از زیرخانواده‌ی *Allactaginae* معرفی و به نام آقای اسکندر فیروز به نام دوپای فیروز نام‌گذاری نمود (Womochel, 1978). نتایج گروه‌بندی نمونه‌ها بر اساس آزمون تجزیه به مولفه‌های اصلی نشان داد که داده‌های ریختی تمایز بالایی را در بین نمونه‌های دو منطقه نشان داد و جمعیت‌ها از هم متمایز بود و تفاوت‌های بین جمعیتی دوپای کوچک در دو منطقه کرمان و سمنان در رابطه با متغیرهای ریختی مطالعه شده بالا بوده که این امر سبب جدایی جمعیت‌ها شده است. نتایج این مطالعه نشان داد که متغیرهای ظاهری توان بیشتری در تفکیک نمونه‌های دو منطقه داشتند. برای نخستین بار Dianat و همکاران (۲۰۱۰) با مطالعه ملکولی گونه‌های جنس دوپا در ایران در خصوص تفکیک دو گونه دوپای

- اسلامی واحد زنجان. سال اول، شماره ۲: ۷۴-۶۵.
- Brown, R.E. (1980) Rodents of the Kavir National Park, Iran. *Mammalia* 44: 89-96.
- Çolak, E. and Yiğit, N. (1998) A new subspecies of Jerboa from Turkey: *Allactaga euphratica* Kivanci subsp. n. *Turk Journal of Zoology*. 22: 93- 98.
- Corbet, G. B. (1978) The mammals of the Palearctic region: A taxonomic Review. British Museum (Natural History), London.
- Darvish, J., Hajjar, T., Moghadam Matin, M., Haddad, F., Akbary Rad., S. (2008) New species of five-toed Jerboa (Rodentia: Dipodidae, Allactaginae) from North-East Iran. *Iranian. J. Sciences* 19(2): 103-109.
- Dianat, M., Tarahomi, M., Darvish, J., Aliabadian, M. (2010) Phylogenetic analysis of the five-toed Jerboa (Rodentia) from the Iranian Plateau based on mtDNA and morphometric data. *Iranian Journal of Animal Biosystematics* 6(1): 49-59.
- Ghadirian, T., Mohammadi, S., Ashrafzadeh, M. R., Shariati Najafabadi, M., Shahi, T. and Khaleghi, A. H. (2011) Distribution and Taxonomic status of Eastern Spiny Mouse (*Acomys dimidiatus*) (Rodentia: Muridae) in Iran. *Acta Zoologica Lituana* 21(3): 244-249.
- Karami, M., Hutterer, R., Benda, P., Siahsarvie, R., Krystofek, B. (2008) Annotated check-list of mammals of Iran. *Lynx* 39(1): 63-102.
- Lacey E. A. & Solomon N. G. (2003) Social biology of rodents: Trends, challenges, and future directions. *Journal of Mammalogy* 84 (4): 1135- 1140.
- Miljutin, A. (2008) Trends of Specialisation in Rodents: The Five-Toed Jerboas, Subfamily *Allactaginae* (Dipodoidea, اعتماد، ا. (۱۳۵۷) پستانداران ایران (جلد اول)، جوندگان و کلید تشخیص آن‌ها. انجمن ملی حفاظت منابع طبیعی و محیط انسانی.
- رستمی، ع. (۱۳۸۵) مطالعه و ارزیابی اکولوژیکی رویشگاه‌های بلوط اوری با هدف احیاء و توسعه جنگل‌های مخروطه بالابند در راستای طرح سیانت از جنگل. رساله دکتری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، ۸۷ ص.
- رفیع‌نژاد، ج. شایان، ا. مریدی، م. الماسی، ا. (۱۳۸۳) رفیع‌نژاد، ج. شایان، ا. مریدی، م. الماسی، ا. (۱۳۸۳) تنوع و تعدد گونه‌های جونده در شهرستان خرم‌آباد و بخش‌های تابعه. دومانه‌نامه علمی- پژوهشی دانشور پزشکی دانشگاه شاهد. سال یازدهم، شماره ۵۱: ۴۶-۴۱.
- ضیایی، ه. (۱۳۸۷) راهنمای صحرایی پستانداران ایران. کانون آشنایی با حیات وحش.
- فیروز، ا. (۱۳۷۸) حیات وحش ایران (مهره‌داران). مرکز نشر دانشگاهی.
- قادری، ف. (۱۳۸۹) کاربرد نشانگرهای ملکولی در مطالعات فیلوژنتیک گونه‌ها: مطالعه موردی دوپای فیروز *Allactaga firouzi* پایان نامه کارشناسی ارشد محیط زیست، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران.
- مرادی، م. (۱۳۸۸) بررسی بیوسیستماتیک جمعیت‌های محلی گونه موش دوپا در استان قزوین (Mammalia: *Allactaga* Cuvier, 1837 (Rodentia)). فصلنامه علوم زیستی دانشگاه آزاد

- Tarahomi, S.M., Karami, M., Darvish, J., Malek, M., Jangjoo, M. (2010) Geometric morphometric comparison of mandible and skull of five species of genus *Allactaga* (Rodentia: Dipodidae) from Iran. Iranian Journal of Animal Biosystematics 6(1): 61-69.
- Thioulouse, J, Chessel, D., Doledec., S and Olivier, J. M. (1997) ADE-4: Ecological data analysis: Exploratory and Eucliden methods in Environmental Science. – University of Lyon 1, Lyonj.
- Womochel, D. R. (1978) A new species of *Allactaga* (Rodentia: Dipodidae) from Iran. J. Fieldiana Zool 72: 65-73.
- Rodentia), Acta Zoologica Lituanica 18(4): 228-239.
- Shenbrot, G.I., B.R. Krasnov and K.A. Rogovin. (1999) Spatial ecology of desert rodent communities. Springer Verlag, Berlin.
- Shenbrot, G. I., V. E. Sokolov., V. G. Heptner and Y. M. Kowalskaya. (2008) Jerboas, Mammals of Russia and adjacent regions. Science Publishers Inc., Enfield, USA.
- Shenbrot, G. I. (2009) On the conspecificity of *Allactaga hotsoni* Thomas, 1920 and *Allactaga firouzi* Womochel, 1978 (Rodentia: Dipodidae). Mammalia 73: 231-237.