مقاله پژوهشی، صفحات ۱-۲۱
DOI:10.22034/jar.2026.8753.

مطالعه ریخت‌شناسی سه گونه موش کشتزار (زیرجنس *Sylvaemus* Ognev, 1924) غرب ایران، بر مبنای ویژگی‌های ظاهری، جمجمه‌ای و دندانی

احمد محمودی

گروه علوم زیستی، دانشکده علوم، دانشگاه ارومیه

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۱/۱۰ تاریخ پذیرش:۱۴۰۵/۰۳/۰۳

چکیده

جنس *Apodemus* (موش‌های کشتزار) از جوندگان غالب منطقه پالئارکتیک و عمدتاً ساکن زیستگاه‌های جنگلی و نواحی معتدل به دلیل شباهت‌های ریختی بین گونه‌ها، همواره با چالش‌های آرایه‌شناختی مواجه بوده است. در ایران نیز ترکیب گونه‌ای این جنس طی دهه‌های اخیر با اتکا به داده‌های مولکولی بازنگری شده، با این حال ابهامات آرایه شناختی این گروه همچنان به قوت خود باقی است. هدف پژوهش حاضر، توصیف دقیق ویژگی‌های ریختی جمعیت‌های منتسب به *A. arianus* از محل تایپ و مقایسه آن با *A. witherbyi* و *A. ponticus* در چارچوب زیرجنس *Sylvaemus* است. در مجموع ۸۳ نمونه از نیمه غربی ایران بررسی شدند. بخشی از نمونه‌ها پیش‌تر بر اساس ژن میتوکندریایی *cytb* شناسایی شدند. هفده متغیر جمجمه‌ای–دندانی اندازه‌گیری و با آزمون‌های آماری تک متغیره و چند متغیره تحلیل شدند. گونه *A. ponticus* با لکه سینه‌ای بزرگ، و همچنین کپسول شنوایی بزرگ‌تر، جمجمه مرتفع‌تر، ردیف دندان آسیای طویل‌تر در تحلیل ممیزی به‌طور واضح از دو گونه دیگر تفکیک می‌شود. *A. arianus* و *A. witherbyi* علیرغم اختلاف معنی دار در صفات InW ، CW، RoH، MnTR، همپوشانی گسترده‌ای در فضای ریخت‌سنجی دارند؛ لذا اغلب نمونه‌های *A. arianus* درون *A. witherbyi* طبقه‌بندی شدند. صفات کیفی نظیر اتصال t1 به t5 در دندان M1 و اندازه لکه سینه‌ای نیز الگوی تشخیصی پایداری ارائه نکردند. برآیند شواهد ریخت‌سنجی از اعتبار گونه‌ای *A. ponticus* حمایت می‌کند، در حالی‌که *A. arianus* در دامنه تغییرپذیری درون‌گونه‌ای *A. witherbyi* قرار می‌گیرد؛ با این حال، تصمیم آرایه‌شناختی نهایی مستلزم داده‌های ژنتیکی از محل تایپ *A. arianus* است.

کلمات کلیدی: موش کشتزار، ریخت شناسی، تاکسونومی، ایران

*نویسنده مسئول مکاتبات، پست الکترونیک: a.mahmoudi.bio@gmail.com

a.mahmoudi@urmia.ac.ir

مقاله پژوهشی، صفحات ۱-۲۱
DOI:10.22034/jar.2026.8753.

مقدمه

موش‌های کشتزار جنس *Apodemus* Kaup, 1829 گروهی شامل ۲۲–۲۴ گونه هستند که عمدتاً در زیستگاه‌های جنگلی و نواحی معتدل منطقه پالئارکتیک پراکنش دارند. گونه‌های این جنس از نظر ریختی شباهت قابل توجهی به یکدیگر نشان می‌دهند و همین امر موجب شده است که مطالعات متعددی با هدف شناسایی صفات ریخت‌شناختی افتراقی برای تمایز گونه‌ها انجام گیرد (۱۴، ۱۳، ۲۲، ۲۳).

با گسترش کاربرد داده‌های مولکولی، به‌ویژه توالی‌یابی ژن‌ها، در دهه‌های اخیر تعداد گونه‌های شناسایی‌شده در این جنس به‌طور چشمگیری افزایش یافته و بیش از دو برابر شده است (۱۲، ۲۹، ۴۰، ۴۱، ۲۸، ۳۵، ۸، ۱۶، ۳۰). در میان زیرگروه‌های این جنس، زیرجنس *Sylvaemus* Ognev, 1924 با ۸–۱۲ گونه، متنوع‌ترین گروه موش‌های کشتزار به شمار می‌آید.

بر اساس مطالعات مولکولی اخیر، فون موش‌های کشتزار ایران شامل پنج گونه *Apodemus witherbyi*، *A. uralensis*، *A. hyrcanicus*، *A. ponticus* و *A. mystacinus* است که چهار گونه نخست در زیرجنس *Sylvaemus* و گونه *A. mystacinus* در زیرجنس *Karstomys* Martino, 1939 قرار می‌گیرند (۶، ۳۲). افزون بر شواهد مولکولی، مطالعات ریختی انجام‌شده توسط پژوهشگران پیشین نیز تمایزات ریخت‌شناختی قابل قبولی میان این گونه‌ها گزارش کرده‌اند (۱۴، ۱۳، ۲۰، ۲۱، ۷، ۵، ۱۹، ۳۱). با وجود این، در منابع قدیمی‌تر نام‌های دیگری نیز برای *Apodemus* در ایران ذکر شده است که از جمله آن‌ها می‌توان به *A. hermonensis*، *A. iconicus*، *A. chorassanicus*، *A. avicennicus*، *A. flavicollis*، *A. arianus* و *A. sylvaticus* اشاره کرد (۲۸، ۴۲، ۱۱، ۴۱، ۲۲، ۲۵، ۲۳، ۳۰). مطالعات مولکولی نشان داده‌اند که نام‌های *hermonensis*، *iconicus*، *chorassanicus* و *avicennicus* در حال حاضر مترادف‌های جوان‌تر *A. witherbyi* محسوب می‌شوند (۶). همچنین داده‌های مولکولی حضور *A. flavicollis* و *A. sylvaticus* را در ایران تأیید نمی‌کنند و این دو گونه عمدتاً در غرب پالئارکتیک، به‌ویژه اروپا، پراکنش دارند (۶، ۸). درج این نام‌ها در منابع و فهرست‌های قدیمی بازتاب شباهت‌های ریختی قابل توجه میان گونه‌های *Apodemus* است؛ به‌گونه‌ای که برای مدت طولانی، بسیاری از نمونه‌های گردآوری‌شده از ایران با نام *A. sylvaticus* شناسایی می‌شدند (۱، ۳۸، ۳۹، ۹، ۱۰، ۲۴).

در این چهارچوب، گوودوین نمونه‌هایی از شمال ایران (مازندران، گرگان) و شرق کشور (خراسان) را بر پایه نسبت طول دم به طول سر و بدن و نیز رنگ‌آمیزی تیره‌تر نسبت به *A. sylvaticus*، به گونه *A. arianus* منتسب دانست (۱۷). این محدوده جغرافیایی با گستره پراکنش کنونی *A. witherbyi* در خراسان و نیز *A. hyrcanicus* و *A. uralensis* در شمال ایران هم‌پوشانی دارد (۶). اگرچه اعتبار آرایه‌شناختی بسیاری از نام‌های قدیمی در نتیجه مطالعات ریخت‌شناختی، الکتروفورتیک و مولکولی روشن شده است، اما در مورد جایگاه *A. arianus*، ارتباط آن با *A. witherbyi* و همچنین وضعیت *A. ponticus* در چهارچوب گروه گونه‌ای *A. flavicollis* همچنان ابهام وجود دارد، زیرا

مقاله پژوهشی، صفحات ۱-۲۱
DOI:10.22034/jar.2026.8753.

تاکنون مطالعه ریخت‌شناسی مقایسه‌ای جامعی انجام نشده است.

گونه *A. arianus* (Blanford, 1881) نخستین بار توسط Blanford در سال ۱۸۷۵ (صص. ۳۱۱–۳۱۲) با نام *Mus erythronotus* توصیف شد (۱) و متعاقباً به *Mus arianus* Blanford, 1881 تغییر نام یافت و بعدها به صورت *Apodemus sylvaticus arianus* رده‌بندی شد (۱۰). در توصیف اولیه، این گونه از نظر ریختی مشابه *A. sylvaticus* دانسته شد، اما دارای دمی اندکی بلندتر از طول سر و بدن (۱۰۷ در برابر ۱۰۲ میلی‌متر)، طول پای عقب حدود ۲۳ میلی‌متر و فقدان لکه سینه‌ای در نمونه هولوتایپ بود (۲). کریستوفک در سال ۲۰۰۲ بر اساس تحلیل‌های مقایسه‌ای هولوتایپ *A. arianus* با *A. witherbyi* و *A. sylvaticus* و با تکیه بر صفات جمجمه‌ای و دندانی، پیشنهاد کرد که این نام به‌احتمال زیاد مترادف *A. flavicollis*است (۲۰). تایید حضور گروه گونه‌ای *A. flavicollis* sensu lato در کوه‌های زاگرس(۲۵) که از نظر جغرافیایی به محل تایپ *A. arianus* نزدیک است، این دیدگاه را تقویت کرد (۲۲، ۲۳). با این حال، اجماع روشنی درباره جایگاه تاکسونومیک این گونه وجود ندارد.

گونه *Apodemus ponticus* Sviridenko, 1936 در ابتدا به‌عنوان زیرگونه‌ای از *A. flavicollis* از قفقاز (روستای Olgina در حاشیه دریای سیاه) توصیف شد (۳۶). در توصیف این گونه، دم اندکی کوتاه‌تر، برابر یا بلندتر از طول سر و بدن، دارای لکه سینه‌ای بزرگ و بیضوی، محدب بودن بخش پس‌سری جمجمه، بزرگ و متورم بودن کپسول شنوایی و تشکیل زاویه منفرجه در درز پیشانی–آهیانه‌ای گزارش شده است (۳۶). داده‌های مولکولی وجود سه گونه آلوپاتریک *S. flavicollis* sensu stricto., *S. alpicola* و *S. ponticus* درون گروه گونه‌ای *A. flavicollis* s.l را تأیید می‌کند و *A. ponticus* تنها عضو این مجموعه است که در خاورمیانه و قفقاز، از جمله کوه‌های زاگرس در غرب ایران، حضور دارد (۳۱، ۶).

گونه *A. witherbyi* Thomas, 1902 نخستین بار در سال ۱۹۰۲ توسط Oldfield Thomas از منطقه شول در استان فارس توصیف شد و ابتدا به‌عنوان زیرگونه‌ای از *Mus sylvaticus* با نام *Mus sylvaticus witherbyi* معرفی گردید (۳۷). این تاکسون امروزه در اکثر منابع به‌عنوان گونه‌ای معتبر شناخته می‌شود. با این حال، برخی پژوهشگران *A. arianus* را تاکسونی معتبر دانسته و بر این باورند که نام *A. witherbyi* باید به‌عنوان مترادف جوان‌تر *A. arianus* تلقی شود (۳۴، ۳۳، ۳۰)، هرچند شواهد مستندی در حمایت از این دیدگاه ارائه نشده است.

بر این اساس، حل این ابهام آرایه‌شناختی مستلزم بررسی مستقیم نمونه‌های محل تایپ و مقایسه آن‌ها با سایر اعضای *Sylvaemus* در غرب ایران و کوه‌های زاگرس است. در مطالعه حاضر، نمونه‌هایی از محل تایپ *A. arianus* در ناحیه قهرود (شمال اصفهان) گردآوری شد. این نمونه‌ها (topotypes) همراه با هولوتایپ‌های *A. arianus* و *A. witherbyi* و نیز نمونه‌های متعلق به *A. witherbyi* و *A. ponticus* از غرب ایران که پیش‌تر بر اساس توالی‌یابی ژن‌های

مقاله پژوهشی، صفحات ۱-۲۱
DOI:10.22034/jar.2026.8753.

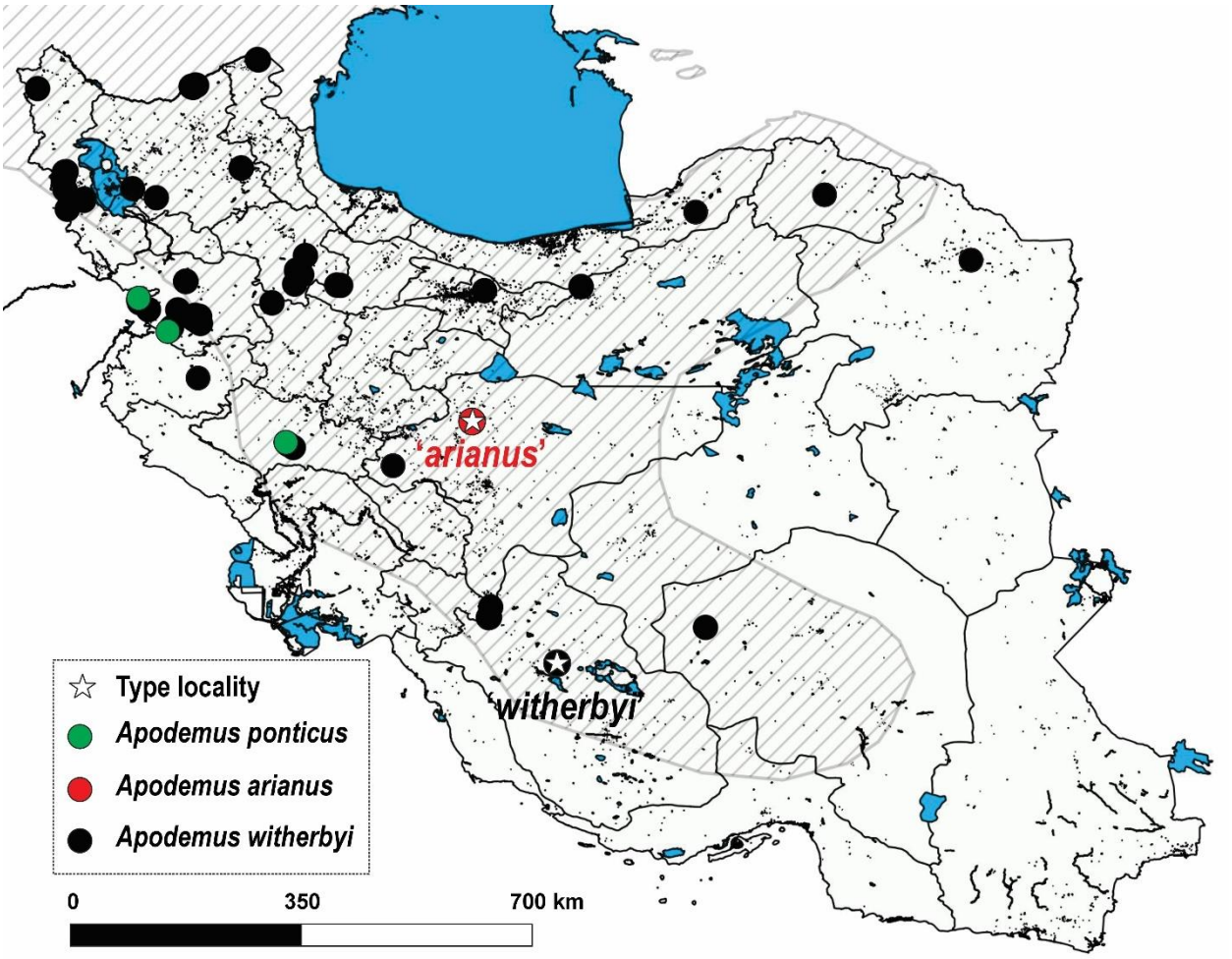
میتوکندریایی شناسایی شده بودند، مورد مقایسه قرار گرفتند. تحلیل‌ها بر پایه صفات ریخت‌شناختی جمجمه‌ای و دندانی و با استفاده از روش‌های آماری تک‌متغیره و چندمتغیره انجام شد. هدف این پژوهش تبیین ویژگی‌های ریخت‌شناختی *A. arianus* و روشن‌سازی روابط آن با *A. witherbyi* و *A. ponticus* در ایران و در نهایت کمک به حل مسائل آرایه‌شناختی پیرامون این گروه است.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه، در مجموع ۸۳ (۳۷ نر، ۴۶ ماده) نمونه بالغ موش‌کشتزار از نیمه غربی ایران واقع در مجموعه جوندگان دانشگاه ارومیه و موزه سلامت محمد حنیفی انستیتو پاستور ایران مورد بررسی قرار گرفت. نمونه‌های مطالعه‌شده به سه گونه اسمی گروهبندی شدند. از این میان، ۷۱ نمونه متعلق به *A. witherbyi* بود که از گستره وسیعی از ایران شامل استان‌های آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، اردبیل، زنجان، قزوین، تهران، همدان، کردستان، لرستان، کرمان، کهگیلویه و بویراحمد، فارس، سمنان، گلستان، خراسان رضوی، خراسان شمالی و کرمانشاه جمع‌آوری شده بودند. نمونه‌های منتسب به *A. ponticus* از استان‌های کردستان و لرستان به‌دست آمد و در نهایت، ۶ نمونه توپوتایپ (از محل تایپ گونه *A. arianus* در قهرود (شمال اصفهان) به مجموعه افزوده شد (شکل ۱).

شناسایی نمونه‌های *A. witherbyi* و *A. ponticus* بر پایه مجموعه‌ای از ویژگی‌های ظاهری، صفات جمجمه‌ای و همچنین توالی‌یابی ژن میتوکندریایی *cytb* استوار است؛ شناسایی مولکولی ۳۰ نمونه از *A. witherbyi*، و تمامی نمونه های *A. ponticus* پیش‌تر با استفاده از توالی‌یابی ژن میتوکندریایی *cytb* انجام گرفته است (۶). افزون بر نمونه‌های تازه گردآوری‌شده، داده‌های جمجمه‌ای و دندانی نمونه‌های تایپ شامل *A. witherbyi* از منطقه شول در استان فارس (شماره موزه‌ای No. 2.10.1.14 ، موزه تاریخ طبیعی لندن و *A. arianus* (شماره موزه‌ای No. 74.11.21.22، موزه تاریخ طبیعی لندن) از جدول ۱ مطالعه کریستوفک در سال ۲۰۰۲ (۲۲) استخراج و در مقایسات ریختی و تحلیل‌های آماری به کار گرفته شد. نمونه‌های گردآوری‌شده از قهرود (شمال استان اصفهان) نیز بر اساس مکان تایپ و شواهد ریخت‌شناختی به‌عنوان *A. arianus* گروهبندی شدند.

مقاله پژوهشی، صفحات ۱-۲۱
DOI:10.22034/jar.2026.8753.



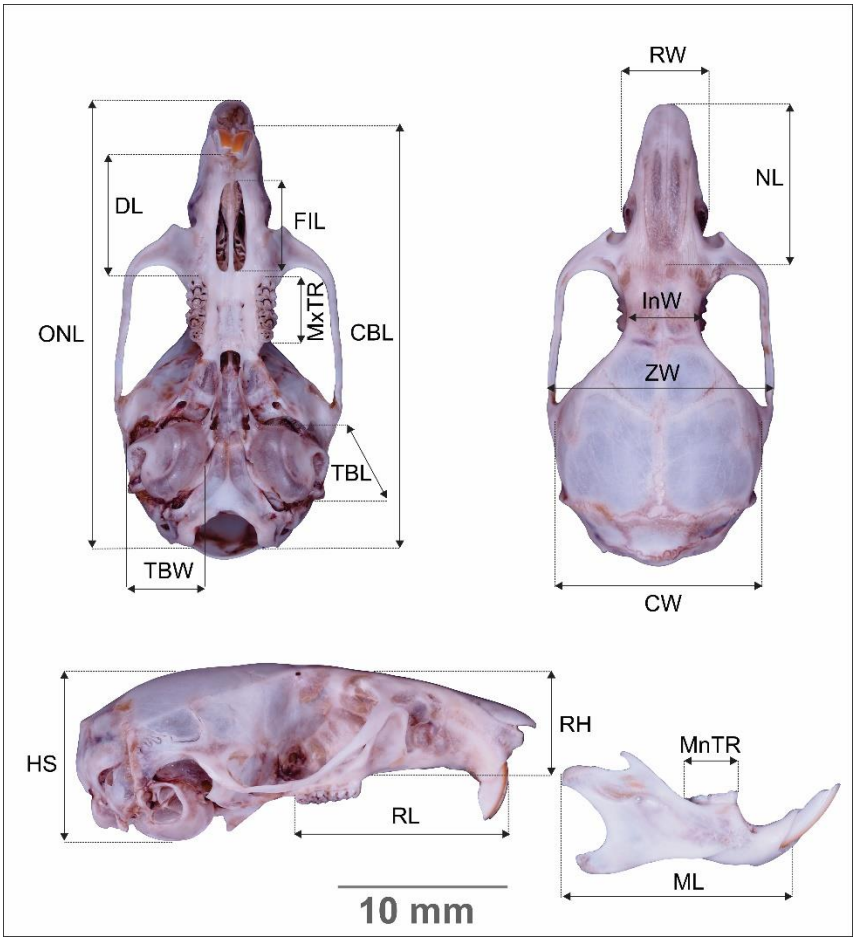
شکل ۱. مناطق هاشور خورده نشاندهنده تقشه پراکنش تقریبی گونه *Apodemus witherbyi* (۱۵) همراه با نقاط نمونه‌برداری موش کشتزار در مطالعه حاضر است. دایره سبز محل نمونه‌برداری گونه *A. ponticus* ، دایره سیاه گونه *A. witherbyi*، و دایره قرمز گونه *A. arianus* بوده و محل تایپ گونه‌های *A. arianus* (قهرود، شمال استان اصفهان) و *A. witherbyi* (شول، استان فارس) با علامت ستاره مشخص شدند.

نمونه‌های بررسی‌شده در سه واحد عملکردی تاکسونومیک (Operational Taxonomic Units =OTUs) شامل 'OTU1 = *witherbyi*' ، 'OTU2 = *arianus*' و 'OTU3 = *ponticus*' گروه‌بندی شدند. در مجموع ۱۷ متغیر جمجمه‌ای و دندانی با استفاده از کولیس دیجیتال با دقت ۰/۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شد (برای نام متغیرها و محل اندازه‌گیری آن‌ها روی جمجمه به شکل ۲ مراجعه شود). نرمالیتی داده‌ها و همگنی واریانس‌ها به‌ترتیب با آزمون‌های Shapiro–Wilk و Levene's بر روی داده‌های لگاریتمی ($\log_{10}$) بررسی شد. آمار توصیفی شامل میانگین، خطای استاندارد، حداقل و حداکثر

مقاله پژوهشی، صفحات ۱-۲۱
DOI:10.22034/jar.2026.8753.

مقادیر صفات در جدول ضمیمه ارائه شده است.

به‌منظور ارزیابی همزمان اثر گونه و جنسیت بر مجموعه صفات ریختی، از آزمون واریانس چندمتغیره دوطرفه (Two-way MANOVA) استفاده شد. برای کاهش ابعاد ماتریس صفات جمجمه‌ای–دندانی و بررسی الگوهای کلی تغییرات ریختی بین گروه‌ها، آنالیز مؤلفه‌های اصلی (Principal Components Analysis = PCA) به کار رفت. مؤلفه اول (PC1) به‌عنوان شاخص اندازه در نظر گرفته شد. مؤلفه‌های دوم تا چهارم (PC2–PC4) که نمایانگر تغییرات شکل مستقل از اندازه (size-out) بودند و در آنالیز واریانس یک‌طرفه معنی‌دار شدند (جدول ۱)، در تحلیل ممیزی (Discriminant Function Analysis = DFA) مورد استفاده قرار گرفتند. برای بررسی تفاوت‌های تک‌متغیره صفات جمجمه‌ای–دندانی میان گروه‌ها (OTUs)، از آزمون واریانس تک متغیره غیر پارامتریک توکی (Tukey Honestly Signifiant Differences = HSD) استفاده شد. تمامی تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار STATISTICA ver. 7.0 (StatSoft, Tulsa, USA) و PAST v. 2.08 (۱۸) انجام شد.



شکل ۲. صفات جمجمه ای -دندانی موش کشتزار در مطالعه حاضر: طول اکسی پیتونازال (ONL)، طول کندیلوبازال (CBL)، پهنای کمان زیگوماتیک (ZW)، پهنای بین حدقه‌ای (InW)، پهنای جعبه مغزی (CW)، طول استخوان بینی (NL)، طول دیاستما (DL)، طول شکاف

مقاله پژوهشی، صفحات ۱-۲۱
DOI:10.22034/jar.2026.8753.

کامی قدامی (FIL)، طول کپسول شنوایی (TBL)، عرض کپسول شنوایی (TBW)، طول ردیف دندانی فک بالا (تاج دندانها) (MxTR)، طول ردیف دندانی فک پایین (MnTR)، ارتفاع جمجمه-با احتساب کپسول شنوایی (HS)، طول پوزه (RL)، پهنای پوزه (RW)، ارتفاع پوزه (RH)، و طول ماندیبل (ML).

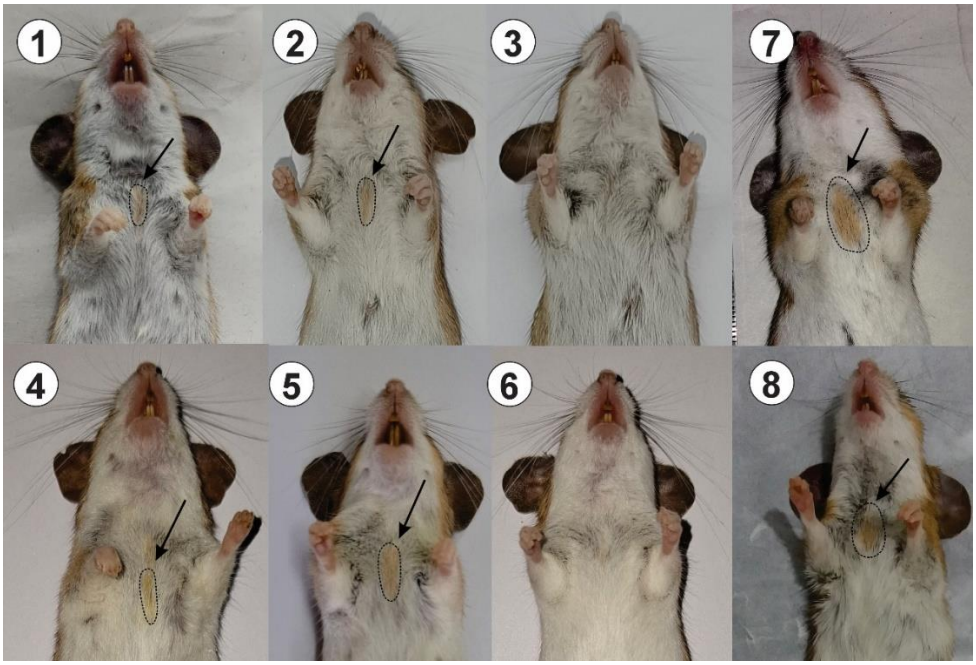
نتایج

مقایسه ویژگی‌های ریختی ظاهری نشان داد که سه گروه مورد بررسی از نظر رنگ خز و اندازه‌های استاندارد خارجی شامل طول سر و بدن (HBL)، طول دم (TL)، طول کف پای عقب (FL) و طول لاله گوش (EL) تفاوت بارزی ندارند. نسبت TL/HBL در *A. witherbyi* به‌طور میانگین بیشتر از *A.arianus* و *A. ponticus* بود(جدول ۲)، هرچند با توجه به تعداد کمتر نمونه‌های دو گروه اخیر، بخشی از این اختلاف می‌تواند ناشی از خطای نمونه‌برداری باشد.

رنگ خز در سطح پشتی از قهوه‌ای کم‌رنگ تا خاکستری و قهوه‌ای روشن برای هر سه گروه متغیر است، در حالی‌که سطح شکمی دارای موهایی با نوک سفید و قاعده خاکستری است. با این حال، تفاوت مشخصی در اندازه و وضعیت لکه سینه‌ای وجود دارد. در گونه *A. witherbyi*، اغلب نمونه‌ها (۵۹ عدد) لکه سینه‌ای کوچک است و در ۱۱ نمونه لکه وجود نداشت یا به چند تار مو محدود می‌شود. در گونه *A. arianus*، چهار نمونه دارای لکه سینه‌ای کوچک، و در دو نمونه لکه سینه‌ای قابل مشاهده نبود. در حالیکه در گونه *A. ponticus* لکه سینه‌ای در تمامی نمونه‌ها بزرگ، بیضوی‌شکل و کاملاً مشخص است (شکل ۳).

نتایج آزمون Two-way MANOVA با در نظر گرفتن گروه‌ها (OTUs) و جنسیت به‌عنوان دو عامل مستقل نشان داد که تفاوت کلی بین گروه‌ها از نظر مجموعه صفات جمجمه‌ای–دندانی معنی‌دار است ($\text{Wilks' } \lambda = 0.203798, F(34,104) = 7.17, p < 0.00001$). در حالیکه، دوریختی جنسی در صفات مورد مطالعه وجود ندارد ($\text{Wilks' } \lambda = 0.635316, F(17,52) = 1.756, p = 0.061498$) و همچنین برهم‌کنش گونه × جنسیت ($\text{Wilks' } \lambda = 0.643495, F(34,104) = 0.754, p = 0.824632$) معنی‌دار نیستند. بنابراین، نمونه‌های نر و ماده در تحلیل‌های بعدی ادغام شدند.

مقاله پژوهشی، صفحات ۱-۲۱
DOI:10.22034/jar.2026.8753.



شکل ۳. تغییرات لکه سینه‌ای در سه گونه *A. witherbyi* (۳-۱)، *A. arianus* (۶-۴) و *A. ponticus* (۸-۷) اندازه لکه سینه‌ای در *A. witherbyi* و *A. arianus* متغیر است و گاهی در حد چند تار مو تقلیل یافته و قابل رویت نیست، در حالیکه لکه سینه‌ای در *A. ponticus* (شماره ۷ از کردستان و شماره ۸ از لرستان)، همواره بزرگ، بیضی شکل و بسیار واضح است.

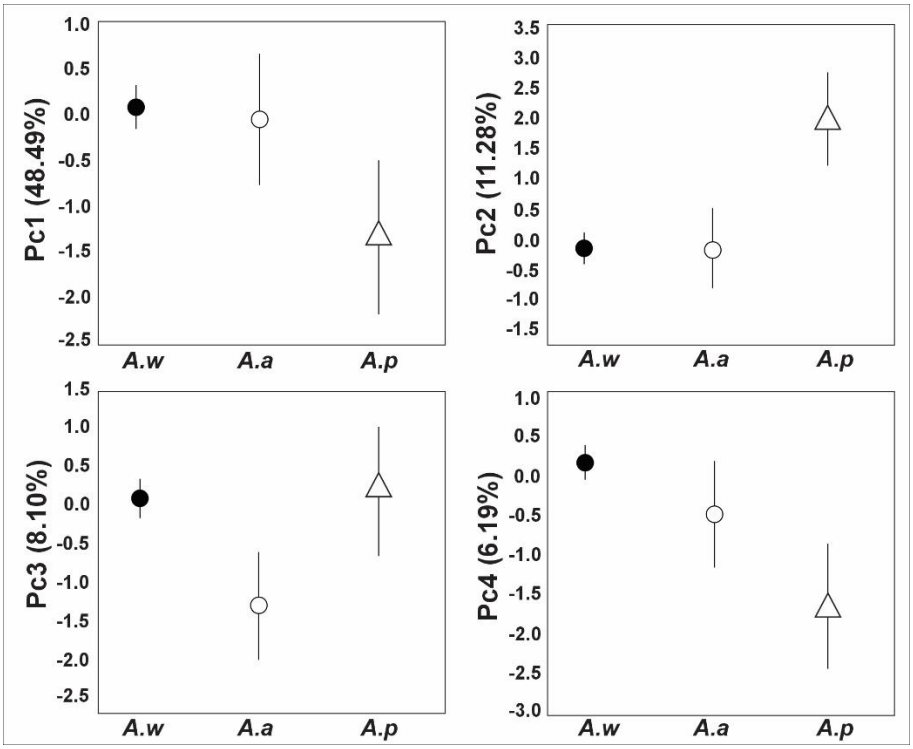
از میان ۱۷ متغیر جمجمه‌ای-دندانی، صفات TBL, TBW, HS, RoH, CW, InW, MxTR و MnTR اختلاف معنی‌داری بین گروه‌ها نشان دادند ($p < 0.05$). گونه *A. ponticus* در صفات TBL, TBW, HS و MxTR به‌طور معنی‌داری از دو گونه دیگر متمایز بود. همچنین بین *A. arianus* و *A. witherbyi* در صفات InW, CW, RoH و MnTR تفاوت معنی‌دار مشاهده شد.

نتایج One-way ANOVA بر مؤلفه‌های اصلی حاکی از تفاوت معنی دار بین گروه‌ها در طول چهار مؤلفه است (جدول ۱ و شکل ۴). مؤلفه اول (PC1) بیانگر اندازه عمومی جمجمه است و بیشترین سهم از واریانس کل (۴۸.۴۹٪) را به خود اختصاص میدهد، در حالیکه مؤلفه‌های بعدی عمدتاً تغییرات متاثر از شکل را منعکس می‌کنند. نمودار مولفه‌های اصلی بر اساس مولفه دوم (PC2) و سوم (PC3) (مجموعاً ۱۹.۳۸٪ از واریانس کل)، جدایی مشخصی بین *A. ponticus* و دو گروه دیگر در امتداد محور PC2 نشان می‌دهد (شکل ۵). از نظر ریخت شناسی جمجمه، *A. ponticus* با کپسول شنوایی بزرگ‌تر، جمجمه مرتفع‌تر و ردیف دندان آسیای بالای طویل‌تر مشخص می‌شود. گونه *A. witherbyi* دارای کوتاه‌ترین ردیف دندان فک پایین و شکاف کامی قدامی کوتاه‌تر از سایرین، و گونه *A. arianus* با ناحیه اینتراوربیتال باریک‌تر از سایر گروه‌ها متمایز می‌شود.

سه مؤلفه PC2–PC4که در مجموع ۲۵.۵۸٪ از واریانس کل را توضیح می‌دهند، در تحلیل ممیزی (DFA)به‌کار رفتند. مقدار Wilks’ Lambda پایین (0.4520298) حاکی از قدرت تفکیک مناسب بین

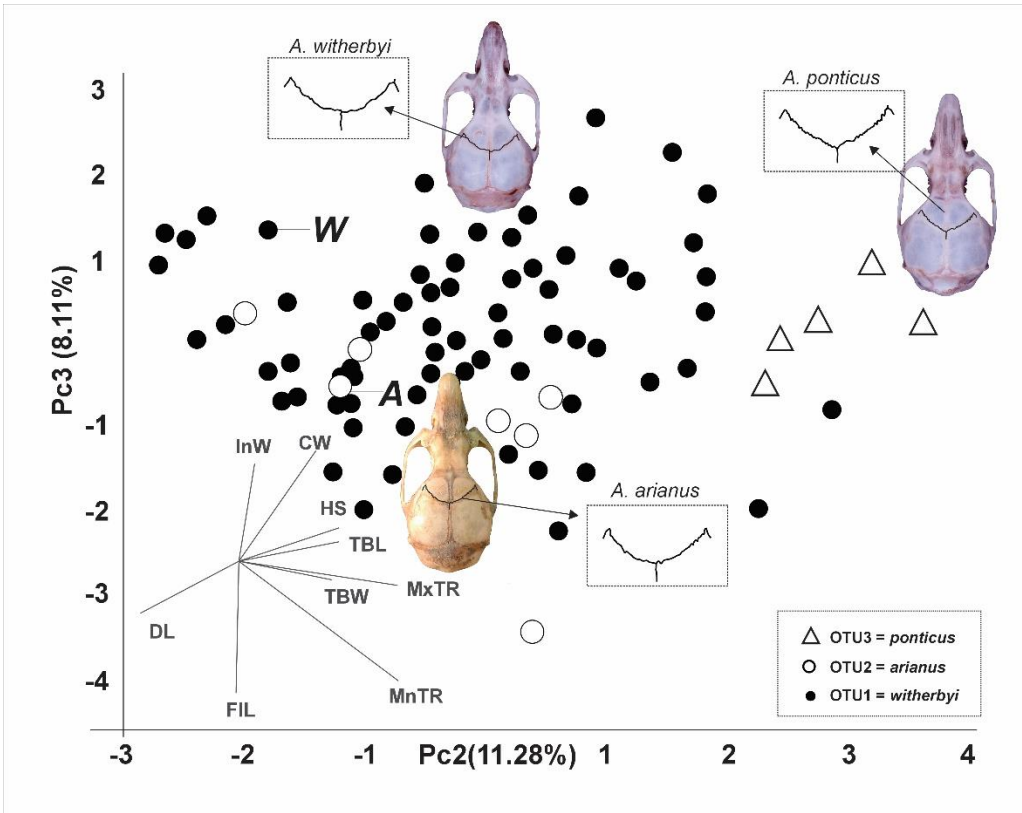
مقاله پژوهشی، صفحات ۱-۲۱
DOI:10.22034/jar.2026.8753.

گروه‌ها است (approx. F(6,156) = 12.67140, $p < 0.0000$). نتایج گروهبندی DFA نشان داد که دقت گروهبندی برای *A. ponticus* و *A. witherbyi* برابر با ۱۰۰٪ است، در حالی‌که برای *A. arianus* تنها ۲۸.۵٪ از نمونه‌ها به‌درستی طبقه‌بندی شدند و ۷۵٪ آن‌ها با *A. witherbyi* همپوشانی دارد.



شکل ۴. تغییرات ریختی در راستای چهار مولفه اول (PC1-PC4) بین سه گروه موش کشتزار در مطالعه حاضر. درصد واریانس منعکس شده توسط هر مولفه داخل پرانتز مشخص گردیده است. مخفف اسامی گروه‌ها = *A.w = Apodemus witherbyi*, *A.a = Apodemus arianus*, *A.p = Apodemus ponticus*

مقاله پژوهشی، صفحات ۱-۲۱
DOI:10.22034/jar.2026.8753.



شکل ۵. نمودار تحلیل مولفه‌های اصلی (PC2 vs. PC3). حرف *W* نشان‌دهنده نمونه هلوتایپ *A. witherbyi* و حرف *A* نشان‌دهنده نمونه هلوتایپ *A. arianus* از ایران می‌باشد. گونه *A. ponticus* در امتداد مولفه دوم به وضوح از دو گروه دیگر متمایز شده است. بارهای عاملی (Factor loadings) با مقادیر بزرگتر از ۰/۳ در نمودار مشخص هستند که بیشترین نقش را در تفکیک نمونه‌ها ایفا می‌کنند. به تفاوت زاویه درز استخوان پیشانی–آهیانه‌ای در جمجمه توجه شود.

جدول ۱. نتایج تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) بر اساس ماتریس همبستگیِ ۱۷ متغیر جمجمه‌ای–دندانی در سه گروه موش کشتزار مورد مطالعه. مقادیر ویژه(Eigenvalues) ، بارهای عاملی (Factor loadings) و نسبت واریانس تبیین‌شده برای چهار مؤلفه اصلی ریخت‌شناسی (PC1–PC4) که در میان سه گروه اختلاف معنی‌دار نشان دادند، ارائه گردیدند. این مؤلفه‌ها در مجموع ۷۴/۰۸٪ از واریانس کل را نشان می‌دهند. بارهای عاملی بزرگ‌تر از ۰/۳ به صورت پررنگ نمایش داده شده‌اند. مقادیر F و P از تحلیل واریانس (ANOVA) به‌دست آمدند.

صفت –Variable	PC1	PC2	PC3	PC4
طول اکسی پیتونازال (ONL)	۰/۹۱۸۸	۰/۱۶۶۶	۰/۰۴۲۵	-۰/۰۴۵۸
طول کندیلوبازال (CBL)	۰/۹۲۲۱	۰/۲۱۰۶	۰/۰۴۵۶	-۰/۰۷۶۶
پهنای زیگوماتیک (ZW)	۰/۸۰۰۱	۰/۰۲۵۴	-۰/۲۱۸۰	۰/۰۷۴۴
پهنای بین حدقه ای (InW)	۰/۶۵۷۳	-۰/۰۷۹۵	-۰/۴۲۹۴	-۰/۲۴۶۵
پهنای جعبه مغزی (CW)	۰/۵۴۶۷	-۰/۳۳۲۲	-۰/۴۸۱۱	-۰/۰۸۹۹
طول استخوان بینی (NL)	۰/۷۳۸۴	۰/۱۲۰۰	۰/۲۶۴۶	-۰/۱۱۴۲

مقاله پژوهشی، صفحات ۱-۲۱
DOI:10.22034/jar.2026.8753.

طول دیاستما (DL)	**۰/۸۰۱۷**	**۰/۴۱۹۰**	۰/۲۱۲۶	۰/۰۵۲۷
طول شکاف کامی قدامی (FIL)	**۰/۵۶۲۹**	۰/۰۱۰۱	**۰/۵۹۳۷**	۰/۱۹۷۲
طول کپسول شنوایی (TBL)	**۰/۴۰۱۸**	**-۰/۴۳۶۸**	-۰/۰۹۴۴	**۰/۵۰۴۷**
عرض کپسول شنوایی (TBW)	**۰/۵۲۱۰**	**-۰/۴۱۰۲**	۰/۰۶۸۲	**۰/۴۱۴۸**
طول ردیف دندانی فک بالا (MxTR)	**۰/۳۳۷۴**	**-۰/۶۷۵۷**	۰/۰۸۹۴	-۰/۵۳۸۱
طول ردیف دندانی فک پایین (MnTR)	**۰/۰۹۰۳**	**-۰/۶۹۴۴**	**۰/۵۰۹۴**	-۰/۲۲۱۶
ارتفاع جمجمه (HS)	**۰/۵۷۵۲**	**-۰/۴۲۳۸**	-۰/۱۴۵۵	**۰/۳۴۴۷**
پهنای پوزه (RW)	**۰/۷۷۴۰**	۰/۰۰۱۵	-۰/۱۳۶۲	-۰/۱۰۱۶
طول ماندیبل (ML)	**۰/۸۰۲۱**	۰/۱۶۲۹	۰/۱۰۵۸	۰/۰۳۴۵
ارتفاع پوزه (RoH)	**۰/۸۴۲۲**	۰/۱۳۵۷	-۰/۲۶۱۳	-۰-/۰۵۷۰
طول پوزه RoL	**۰/۹۱۴۰**	۰/۱۲۴۱	۰/۲۰۶۸	-۰/۱۳۲۵
Eigenvalue	۸/۲۴۴۴	۱/۹۱۷۶	۱/۳۷۸۲	۱/۰۵۰۳۹
Variance (%)	۴۸/۴۹۶۷	۱۱/۲۸۰۵	۸/۱۰۷۵	۶/۱۹۹۵
F-value	۵/۲۳۵۷	۱۳/۷۳۵۰	۷/۴۹۶۴	۱۰/۹۰۴۰
P-value	<۰/۰۰۷۳	<۰/۰۰۰۰۱	<۰/۰۰۱۰۴	<۰/۰۰۰۰۶

جدول ۲. تغییرات چهار اندازه ظاهری طول سر و بدن (HBL)، طول دم (TL)، طول کف پای عقب (FL) و طول لاله گوش (EL) در سه گروه موش کشتزار مورد مطالعه از ایران.

	طول سر و بدن (HBL)	طول دم (TL)	طول کف پای عقب (FL)	طول لاله گوش (EL)	وزن (گرم) (W)	TL/HBL%
A. arianus	۹۰-۱۰۲	۹۶-۱۱۴	۲۱-۲۳	۱۲-۱۷	-۲۸/۱ ۲۰	-۱۱۱/۷۶ ۱۰۶/۶
A. witherbyi	۷۰-۱۰۲	۸۸-۱۱۶	۱۵-۲۲	۱۴-۱۹	-۲۸ ۱۵/۹	۱۱۳/۷-۱۲۵/۷
A. ponticus	۹۱-۱۰۰	۹۶-۱۱۰	۲۳-۲۴	۱۷-۲۰	-۲۶/۶ ۲۳	۱۰۵/۴۹-۱۱۰

مقاله پژوهشی، صفحات ۱-۲۱
DOI:10.22034/jar.2026.8753.

بحث

آنالیز چندمتغیره DFA جدایی مشخصی بین *A. ponticus* با دو گونه *A. arianus* و *A. witherbyi* نشان می‌دهد ولی *A. arianus* با *A. witherbyi* همپوشانی کامل دارد و تمایزی بین آنها وجود ندارد. با این وجود تفاوت معناداری در صفات InW, CW, RoH, MnTR بین *A. arianus* و *A. witherbyi* وجود دارد که نیازمند بررسی بیشتر با تعداد نمونه بیشتر از محل تایپ *A. arianus* است. به دلیل استخراج متغیرهای جمجمه‌ای هولوتایپ هر دو گونه از مطالعه کریشتوفک (۲۲)، به دلیل احتمال خطای اندازه‌گیری (measurement error)- خطای ناشی از دقت اندازه‌گیری افراد مختلف-، نتایج مقایسه جمعیت‌های *A. arianus* و *A. witherbyi* ضروری است با احتیاط تفسیر گردند.

بر اساس نتایج مطالعه حاضر، *A. ponticus* گونه‌ای با جثه نسبتا بزرگ است که در تمام صفات جمجمه‌ای-دندانی مطالعه شده بزرگترین میانگین را دارد (رجوع شود به جدول ضمیمه). گونه *A. ponticus* را می‌توان به واسطه وجود لکه سینه‌ای بزرگ و متمایز، وکپسول شنوایی بزرگتر از *A. arianus* و *A. witherbyi* جدا کرد. اندازه لکه سینه‌ای در *A. witherbyi* و *A. arianus* بسیار متغیر است و عمدتا اندازه کوچکی دارد وگاهی حتی در حد چند تار مو بوده که به سختی قابل رویت است (شکل ۳). طول کپسول شنوایی در *A. ponticus* همواره بزرگتر از ۵/۱ میلی‌متر است، در حالیکه در *A. witherbyi* و *A. arianus* به ندرت به ۵ میلی‌متر می‌رسد. علاوه بر این، گونه *A. ponticus* با جمجمه با ارتفاع بیشتر (با احتساب کپسول شنوایی)، ردیف دندان آسیای طویل‌تر، وکپسول شنوایی عریض‌تر از دو گونه دیگر قابل تمایز است. کپسول شنوایی بزرگ در تمایز گونه *A. ponticus* از سایر موش‌های کشتزار گروه *Sylvaemus* پیشتر نیز پیشنهاد شده‌است (۲۲). علیرغم اینکه محمدی و همکاران در مطالعه خود از آزمون‌های آماری استفاده نکرده‌اند، ولی به کپسول شنوایی بزرگ (TBL, TBW)، ردیف دندان آسیای طویل در فک بالا (MxTR) و پایین (MnTR) جهت تمایز گونه *A. ponticus* از *A. witherbyi* اشاره کرده‌اند (۳۱).

علیرغم پیشرفت‌های اخیر در تاکسونومی جنس موش کشتزار، هنوز یک ابهام بزرگ درباره تاکسونومی این جنس در ایران باقی است. گونه *A. arianus* قدیمی‌ترین نام برای موش کشتزار ایرانی است. اعتبار تاکسونومیکی *A. arianus* و احتمال مترادف بودن آن با نام‌هایی مانند *flavicollis*، *ponticus*، *hyrcanicus*، *uralensis*، *fulvipectus*، *hermonensis* یا *wardi* سال‌ها مورد بحث پژوهشگران قرار داشت (۲۸، ۴۲، ۱۱، ۴۱، ۲۲، ۲۵، ۲۳، ۳۰). اکنون تنها چهار گونه از گروه *Sylvaemus* برای ایران شناسایی شده است که در ادامه با توجه به اطلاعات ژنتیکی، پراکنشی، اکولوژیکی و ریختی موجود، اعتبار تاکسونومیکی گونه *A. arianus* و یا همنامی احتمالی آن با هر کدام از چهارگونه زیرجنس *Sylvaemus* در ایران مورد بحث قرار می‌گیرد.

گونه‌های *A. hyrcanicus* و *A. uralensis*

مقاله پژوهشی، صفحات ۱-۲۱
DOI:10.22034/jar.2026.8753.

پیشتر در دهه ۴۰ میلادی نام *A. arianus* توسط گودوین برای نمونه‌های استان گلستان و خراسان شمالی استفاده شد (۱۷). از منظر جغرافیایی گزارش‌های گوودوین در محدوده پراکنش کنونی *A. hyrcanicus* و *A. uralensis* قرار می‌گیرند. با توجه به اینکه پراکنش این دو گونه محدود به مناطق معتدل و مرطوب شمالی در حاشیه جنوبی دریای خزر است، این دو گونه نمی‌توانند با *A. arianus* مترادف باشند، چرا که مکان تایپ *A. arianus* (شمال اصفهان، قهرود) بسیار دورتر از این محدوده در شمال اصفهان قرار دارد. علاوه بر این، هر دو گونه فوق از زیست در اقلیم‌های کاملاً قاره‌ای اجتناب می‌کنند (۲۷، ۴۱). از نظر ریختی نیز، *A. uralensis* با جثه کوچک‌تر و دمی کوتاه‌تر از بدن به‌وضوح از *A. arianus* که دمی بلندتر از بدن دارد متمایز است (۲۵، ۲). بنابراین، این دو گونه از گزینه‌های مترادف با *A. arianus* کنار گذاشته می‌شوند.

گونه *A. ponticus*

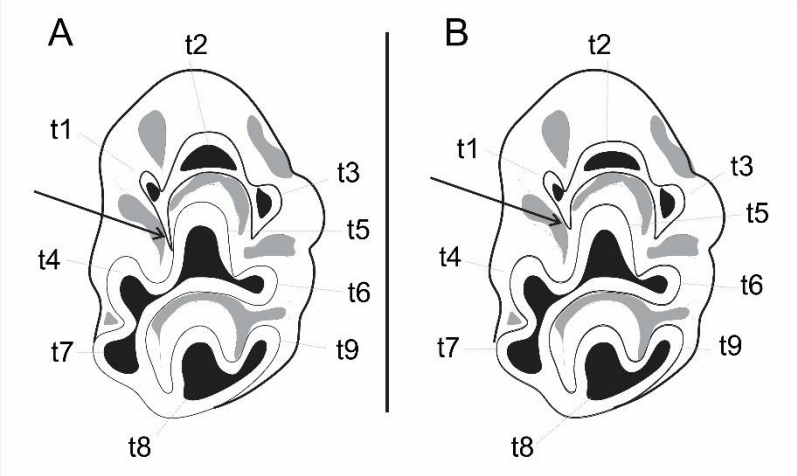
این گونه متعلق به گروه گونه‌ای *A. flavicollis* s.l. بوده و در قفقاز، خاورمیانه و خاور نزدیک پراکنده است و با ویژگی‌هایی از قبیل کپسول شنوایی بزرگ و لکه زرد سینه‌ای واضح قابل شناسایی است. هم نامی *A. arianus* با گروه گونه‌ای *A. flavicollis* s.l. با چالش‌های جدی مواجه است. گونه *A. flavicollis* s.str. عمدتاً در اروپا، ترکیه و روسیه پراکنش دارد، لذا برخلاف مطالعات قبلی (۲۲، ۲۳) همنامی *A. arianus* با این گونه غیرمحتمل است. تنها عضو گروه گونه‌ای '*flavicollis*' که در ایران حضور دارد گونه *A. ponticus* است که از نظر ریختی به‌واسطه لکه سینه‌ای درشت و واضح - مشابه *A. flavicollis* s.str.، از *A. arianus* متمایز می‌شود (۲۶). اگرچه *A. ponticus* و *A. witherbyi* در غرب ایران-در استان‌های کردستان و لرستان- به صورت همجا حضور دارند، با تفاوت چشمگیر در اندازه لکه سینه‌ای (رجوع شود به شکل ۳) متمایز بوده و حالات بینابینی - هیبرید- در صفات ریختی نیز مشاهده نگردید. مکان تایپ *A. ponticus* در شمال قفقاز است و نمونه‌های *A. ponticus* ایران از نظر ژنتیکی با نمونه‌های قفقاز (روسیه؛ کراسنودار و سوچی) و خاور نزدیک (سرزمین‌های اشغالی؛ کوه کرمل) در یک تبار قرار می‌گیرند (۶)، که این نتایج تاییدی بر اعتبار نام *A. ponticus* به عنوان گونه‌ای مستقل است.

گونه *A. witherbyi* Thomas, 1902

گونه *A. witherbyi* از منطقه شول در استان فارس توصیف شده است و یکی از گسترده‌ترین و متغیرترین اعضای گروه *Sylvaemus* در ایران به شمار می‌رود. شباهت ریختی میان *A. arianus*، *A. hermonensis* و *A. witherbyi* پیش‌تر مورد توجه قرار گرفته بود. کریستوفک با مقایسه نمونه‌های هلوتایپ، به شباهت کلی بین *A. arianus* – *A. hermonensis* و نیز *A. hermonensis* – *A. witherbyi* اشاره می‌کند (۲۲). به‌گفته وی، تفاوت بین *A. arianus* و *A. hermonensis* عمدتاً در بزرگ‌تر بودن کپسول شنوایی در *A. arianus* و نیز نبود حالت Stephanodont (عدم اتصال t1 و t5) در اولین دندان آسیای فک بالا (M1) است، در حالی‌که

مقاله پژوهشی، صفحات ۱-۲۱
DOI:10.22034/jar.2026.8753.

تمایز *A. hermonensis* از *A. witherbyi* فقط به واسطه بزرگی کپسول شنوایی در *A. witherbyi* ذکر شده‌است. به نظر میرسد، کپسول شنوایی بزرگ (۵ میلی‌متر) و فقدان وضعیت Stephanodont در دندان M1 هلوتایپ *A. arianus* از جمله دلایل پیشنهاد همنامی *A. arianus* و *A. flavicollis* s.l. توسط برخی پژوهشگران بوده‌است. داده‌های مطالعه حاضر این تفسیر را پشتیبانی نمی‌کند. در نمونه‌های بررسی‌شده از محل تایپ *A. arianus* (قهروود)، وضعیت Stephanodont در دندان M1 تنها در چهار نمونه مشاهده شد و دو نمونه فاقد اتصال t1–t5بودند (شکل ۶). این وضعیت دندانی در *A. witherbyi* نیز ماهیت فرکانسی دارد و در ۲۰ نمونه *A. ponticus* مشاهده شد. حتی در نمونه‌های بررسی‌شده از کردستان و لرستان نیز اتصال t1 به t5 وجود نداشت. بنابراین، وضعیت Stephanodont نمی‌تواند صفتی پایدار و تشخیصی برای تفکیک این گونه‌ها تلقی شود.



شکل ۶. وضعیت t1 با t5 در موش کشتزار ایرانی: A – حالت Stephanodont (t1 به t5 متصل است؛ به بردار توجه شود)، B – برجستگی t1 به t5 متصل نیست.

از نظر صفات ظاهری، هلوتایپ *A. arianus* فاقد لکه سینه‌ای گزارش شده است (۲). در مطالعه حاضر نیز دو نمونه از قهروود فاقد لکه سینه‌ای قابل رؤیت بودند. این الگو با وضعیت *A. flavicollis* و *A. ponticus* که دارای لکه سینه‌ای بزرگ و واضح هستند، همخوانی ندارد، اما با دامنه تغییرات مشاهده‌شده در *A. witherbyi* سازگار است؛ در *A. witherbyi*، پلی‌مورفیسم در لکه سینه‌ای شامل نمونه‌های دارای لکه کوچک، یا فاقد لکه است. صفات ظریف جمجمه‌ای نیز پیوستگی *A. arianus* و *A. witherbyi* را نشان می‌دهند. درز استخوان پیشانی–آهیانه‌ای در نمونه‌های *A. ponticus* ایران مطابق توصیف اِسویریدِنکو زاویه منفرجه تشکیل می‌دهد (۳۶)، در حالی‌که در *A. witherbyi* و *A. arianus* حالت تقریباً نیم‌دایره‌ای دارد (شکل ۵).

مقاله پژوهشی، صفحات ۱-۲۱
DOI:10.22034/jar.2026.8753.

درویش و همکاران در دهه ۸۰ میلادی جمعیتی از موش کشتزار در استان قزوین گزارش نمودند که از منظر داده آلوزیمی با *A. flavicollis* و *A. sylvaticus* متفاوت و از نظر ریختی فاقد لکه زرد سینه‌ای بود (۳). متعاقبا این جمعیت به *A. arianus* منتسب شد (۲۸، ۴۲). ولی این مناطق در محدوده پراکنش *A. witherbyi* قرار دارند و با ویژگی‌های ریختی نمونه‌های *A. arianus* نیز همخوانی دارند. در مطالعه‌ای دیگر، نمونه‌های فلات مرکزی ایران (روستای فخرآباد، نزدیک شیرکوه، یزد) به دلیل جثه بزرگ‌تر در سال ۲۰۰۶ به‌عنوان گونه‌ای جدید با نام *A. avicennicus* توصیف شدند (۴). حدود ۵۰ درصد نمونه‌های *A. avicennicus* فاقد لکه سینه‌ای بوده و دمی بلندتر از بدن داشتند؛ صفاتی که با توصیف *A. arianus* (Blanford 1881) همخوانی دارند. مطالعات مولکولی امروزه *A. avicennicus* را مترادف *A. witherbyi*قرار داده‌است (۶). لذا تغییرات ریختی گزارش شده از فلات مرکزی ایران حاکی از دامنه وسیع تغییرات درون‌گونه‌ای *A. witherbyi* است.

در گذشته نام *Micromys sylvaticus arianus* (Thomas 1905) برای نمونه‌های چهارمحال و بختیاری استفاده شده بود. در سال ۲۰۰۱ برخی محققین نمونه‌های چهارمحال و بختیاری (یاسوج) را تحت نام *A. arianus* ، و نمونه‌های لرستان (روستای غلامان) را متعلق به گونه‌های *A. arianus* و *A. flavicollis* (=*ponticus*) منتسب کردند (۱۴). در حالیکه در مطالعه بعدی در سال ۲۰۰۶ نمونه‌های لرستان (روستای غلامان) را به دو گونه متفاوت *A. hermonensis* (=*arianus*) و *A. flavicollis* (=*ponticus*) و نمونه‌های کهگیلویه و بویراحمد (یاسوج)، و استان فارس را به *A. hermonensis* (=*arianus*) منتسب دانستند (۱۳). در مطالعه حاضر همه نمونه‌های جمع‌آوری شده از چهارمحال و بختیاری (یاسوج) با *A. witherbyi* گروهبندی شدند. همچنین در مطالعه حاضر نمونه‌های لرستان از نظر ریختی در دو گروه متفاوت قرار گرفتند: دو نمونه متعلق به *A. ponticus* و سایرین متعلق به *A. witherbyi* بودند، این نتایج با توالی ژن *cytb* نیز تایید شد که برای مطالعه جامع‌تری در دست آماده سازی است. این دو گونه به‌صورت همجا در زیستگاه‌های صخره‌ای جنگل‌های بلوط زیست می‌کنند.

نتیجه‌گیری

در مجموع، *A. witherbyi* فراوان‌ترین گونه جنس *Apodemus* در ایران بوده و وسیع‌ترین پراکنش جغرافیایی را دارد و بسته به شرایط اقلیمی و جغرافیایی تنوع ریختی قابل توجهی نشان می‌دهد. مجموع شواهد ریخت‌سنجی، صفات کیفی جمجمه‌ای، الگوی لکه سینه‌ای، و داده‌های منتشرشده ژنتیکی نشان می‌دهد *A. ponticus*گونه‌ای مجزا و مستقل است، در حالی‌که *A. arianus* در محدوده تغییرپذیری ریختی *A. witherbyi* قرار می‌گیرد. از اینرو، همپوشانی مکان تایپ *A. arianus* با محدوده پراکنش *A. witherbyi*، شباهت‌های جمجمه‌ای، پلی‌مورفیسم صفات ظاهری، و شواهد مولکولی پیشین، همگی فرضیه قرار گرفتن *A. arianus* در محدوده تغییرپذیری *A. witherbyi* را تقویت می‌کنند. با این حال، با توجه

مقاله پژوهشی، صفحات ۱-۲۱
DOI:10.22034/jar.2026.8753.

به نبود داده ژنتیکی مستقیم از محل تایپ، اتخاذ تصمیم نهایی درباره پذیرش *A. arianus* به‌عنوان گونه مستقل یا به‌عنوان نام قدیمی‌تر *A. witherbyi* بر اساس "اصل تقدم" طبق قوانین کمیته بین‌المللی نامگذاری جانوران (ICZN, Art. 23) نیازمند بررسی مولکولی نمونه‌های محل تایپ است.

تضاد منافع

نویسنده اعلام می دارد که هیچ تضاد منافعی وجود ندارد.

سپاسگزاری

بدینوسیله مراتب تشکر و قدردانی صمیمانه خود را از آقایان حسین مرادی و حامد حنیفی که در مطالعات میدانی و جمع‌آوری نمونه مساعدت نمودند، ابراز میدارم. هزینه انجام این پژوهش توسط بنیاد ملی علم ایران (طرح شماره ۴۰۳۱۸۵۷) و بخشی نیز توسط پروژه هُما (حمایت مالی دیوار از ایده‌های محیط زیستی) تامین گردیده‌است.

فهرست منابع:

1. Blanford, W. T. (1875). - Description of new mammals from Persia and Baluchistan. *Annals and Magazine of Natural History,* 16, 309–313.
2. Blanford, W. T. (1881). - Note on Central-Asiatic field-mouse *(Mus arianus). Annals and Magazine of Natural History,* 7, 162.
3. Darvish, J., Benmehdi, F., Britton-Davidian, J., & Thaler, L. (1979). Données préliminaires sur la systématique biochimique des genres *Mus* et *Apodemus* en Iran. *Mammalia*, 43,427–430.
4. Darvish, J., Javidkar, M., & Siahsarvie, R. (2006). A new species of wood mouse of the genus *Apodemus* (Rodentia, Muridae) from Iran. *Zoology in the Middle East*, *38*(1), 5–16. https://doi.org/10.1080/09397140.2006.10638160
5. Darvish, J., Mohammadi, Z., Ghorbani, F., & Mostafavi, E. (2014). Morphological morphometric characterisation of the eastern broad-toothed field mouse *Apodemus mystacinus* (Rodentia: Muridae) from Zagros Mountains, north-western Iran. *Acta Zoologica Bulgarica*, *66*(4), 461–468.
6. Darvish, J., Mohammadi, Z., Ghorbani, F., Mahmoudi, A., & Dubey, S. (2015). Phylogenetic relationships of *Apodemus* Kaup, 1829 (Rodentia: Muridae) species in the Eastern Mediterranean inferred from mitochondrial DNA, with emphasis on Iranian species. *Journal of Mammalian Evolution*,

DOI:10.22034/jar.2026.8753.

22, 583–595. https://doi:10.1007/s10914-015-9294-9

7. Darvish, J., Siahsarvie, R., Feizi, M. H. P., & Ghorbani, F. (2010). New record on pigmy field mouse (Muridae, Rodentia) from Northeast Iran. *Hystrix*, *21*(2).
8. Denys, C., Taylor, P., Burgin, C., et al. (2017). Species accounts of Muridae. Pp. 599–884 in *Handbook of mammals of the world, Vol. 7, Rodents II* (Wilson D. E., T. E. Leacher, Jr., and R. A. Mittermeier, eds.). Lynx Edicions, Barcelona, Spain.
9. Ellerman, J. R. (1948). Key to the rodents of South-west Asia in the British Museum Collection. *Proceedings of the Zoological Society of London*, *118*, 765–816.
10. Ellerman, J. R, Morison-Scott T. C. S. (1951). *Checklist of Palaearctic and Indian mammals 1758 to 1946*. Trustees of the British Museum (Natural History), London, 810pp.
11. Filippucci, M. G., Storch G., & Macholán, M. (1996). Taxonomy of the genus *Sylvaemus* in west ern Anatolia –morphological and electro phoretic evidence. Senckenbergiana Biologica 75, 1–14.
12. Filippucci, M. G., Simson, S., & Nevo, E. (1989). Evolutionary biology of the genus *Apodemus* Kaup, 1829 in Israel. Allozymic and biometric analyses with description of a new species: *Apodemus hermonensis* (Rodentia, Muridae). *Italian Journal of Zoology* 56(4),56,361–376. https//doi.org/10.1080/11250008909355663
13. Frynta, D., Mikulová, P., & Vohralík, V. (2006). Skull shape in the genus *Apodemus*: phylogenetic conservatism and/or adaptation to local conditions. *Acta Theriologica*, 51(2), 139–153. https://doi.org/10.1007/BF03192665
14. Frynta, D., Mikulová, P., Suchomelová, E., & Sádlová, J. (2001). Discriminant analysis of morphometric characters in four species of *Apodemus* (Muridae: Rodentia) from eastern Turkey and Iran. *Israel Journal of Ecology and Evolution*, 47, 243–258. https://doi.org/10.1560/UN22-P31P-PHKD-8D6X
15. Gazzard, A. 2024. *Apodemus witherbyi*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2024: e.T261173836A261174033. https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2024-2.RLTS.T261173836A261174033.en. Accessed on 29 January 2026.
16. Ge, D., Feijo, A., Cheng, J., Lu, L., Liu, R., Abramov, A. V., Xia, L., Wen, Z., Zhang, W., Shi, L. &

DOI:10.22034/jar.2026.8753.

21. Javidkar, M., Darvish, J., & Riahi Bakhtiari, A. (2007). Morphological and morphometric analyses of dental and cranial characters in *Apodemus hyrcanicus* and *A. witherbyi* (Rodentia: Muridae) from Iran. *Mammalia*, *71*(1-2), 56–62. DOI 10.1515/MAMM.2007.010
22. Kryštufek, B. (2002). Identity of four *Apodemus* (*Sylvaemus*) types from the eastern Mediterranean and the Middle East. *Mammalia*, 66, 43–51. https://doi.org/10.1515/mamm.2002.66.1.43
23. Kryštufek, B., & Vohralík, V. (2009). *Mammals of Turkey and Cyprus Rodentia II:* Cricetinae. *Muridae, Spalacidae, Calomyscidae, Capromyidae, Hystricidae, Castoridae*. Koper: Knjiznica Annales Majora, Slovenia, pp 360.
24. Lay, D. M. (1967) A study of the mammals of Iran resulting from the Street expedition of 1962–63. *Fieldiana Zoology*, 54,1–282.
25. Macholán, M., Filippucci, M. G., Benda, P., Frynta, D., & Sádlová, J. (2001). Allozyme variation and systematics of the genus *Apodemus* (Rodentia: Muridae) in Asia Minor and Iran. *Journal of Mammalogy,* 82, 799–813. https://doi.org/10.1644/1545-

Yang, Q. (2019). Evolutionary history of f eld mice (Murinae: *Apodemus*), with emphasis on morphological variation among species in China and description of a new species. *Zoological Journal of Linnaen Society*, 187, 518–534. https://doi:10.1093/zoolinnean/zlz032
17. Goodwin, G. G. (1940). *Mammals collected by the Legendre 1938 Iran Expedition*. American Museum novitates; no. 1082.
18. Hammer, Ø., Harper, D.A.T., & Ryan, P.D. (2001). PAST: paleontological statistics software package for education and data analysis. Palaeontol. Electron. 4 (1), 9pp.
19. Jangjoo, M. (2010). Geometric morphometric analysis of the second upper molar of the genus *Apodemus* (Muridae: Rodentia) in Northern Iran. *Iranian Journal of Animal Biosystematics (IJAB)*, *6*(2), 33–44.
20. Javidkar, M., Darvish, J., & Bakhtiari, A. R. (2005). Discriminant analysis of dental and cranial characteristics in the wood mice *Apodemus hyrcanicus* and *A. hermonensis* (Rodentia, Muridae) from Iran. *Zoology in the Middle East*, *35*(1), 5–12. https://doi.org/10.1080/09397140.2005.10638097

DOI:10.22034/jar.2026.8753.

(Rodentia Muridae) from Iran. *Biodiversity Journal*, *5*, 475–480.

32. Mohammadi, Z., Ghorbani, F., Kami, H. G., Khajeh, A., & Olsson, U. (2020). Molecular phylogeny of the subgenus *Karstomys* reveals genetic signature of post-glacial colonization of *Apodemus mystacinus* (Rodentia: Muridae) in the Zagros mountains from different refugia. *Zoological Science*, *38*(1), 72–81. https://doi.org/10.2108/zs200065
33. Musser, G. G., Brothers, E. M., Carleton, M. D., & Hutterer, R. (1996). Taxonomy and distributional records of Oriental and European *Apodemus*, with a review of the *Apodemus* - *Sylvaemus* problem. *Bonner Zoologische Beiträge,* 46, 143–190.
34. Musser, G., & Carleton, M. (1993). Family Muridae In: *Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference* (Edited by Wilson, D. E., & Reeder, D. M.) 2nd. Pp 501–755. Smithsonian Institution Press.
35. Musser, G., & Carleton, M. (2005). Superfsamily Muroidae In: *Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference*. (Edited by Wilson, D. E., & Reeder, D. M). 3rd. Vol, 2. Pp

1542(2001)082<0799:AVASOT>2.0.CO;2

26. Mezhzherin, S. V. (1991). On specific distinctness of *Apodemus* (*Sylvaemus*) *ponticus* (Rodentia, Muridae). *Vestnik zoologii*, *6*, 34–40 (in Russian, English summary).
27. Mezhzherin, S. V. (1996). Genetic relatedness and species identity of the wood mice (Rodentia, Muridae, Sylvaemus) from Pamiro-Alai. *Biology Bulletin*, *23*(1), 22–30.
28. Mezhzherin, S. V. (1997). Revision of mice genus *Apodemus* (Rodentia, Muridae) of Nothern Eurasia. *Vestnik Zoologii*, 31, 29–41.
29. Mezhzherin, S. V., & Zagorodnyuk, I. V. (1989). Novyj vid myšej roda *Apodemus* (Rodentia, Muridae). *Vestnik zoologii*, (4), 55–59.
30. Mezhzherin, S., & Tereshchenko, V. (2023). Taxonomic Hierarchy and Evolutionary Scenario of the Genus Group *Apodemus* sl (Muridae) of the Palearctic based of Genetic Differentiation in the cyt-b Gene. *Zoodiversity*, 57(1). https://doi.org/10.15407/zoo2023.01.001
31. Mohammadi, Z., Darvish, J., Ghorbani, F., & Mostafavi, E. (2014). First record of the Caucasus field mouse *Apodemus ponticus* Sviridenko, 1936

DOI:10.22034/jar.2026.8753.

894–1531. Baltimore, the John Hopkins Univ Press.

36. Sviridenko, P. A. (1936). Wood Mice of the Northern Caucasus and Ciscaucasus. *Byulleten' Nauchno-issledovatel'skogo instituta zoologii Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta imeni M.N. Pokrovskogo*, (3), 96–107. (In Russian).
37. Thomas, O. (1902). On five new mammals from Arabia and Persia. *Annals and Magazine of Natural History* (Series 7), 10(60),487–491. doi:10.1080/00222930208678706.
38. Thomas, O. (1905). On a collection of mammals from Persia and Armenia presented to the British Museum by Col. A. C. Bailward. *Proceedings of the Zoological Society of London*, *2,* 519–527.
39. Thomas, O. (1907). XXIX.—*On mammals from Northern Persia*, presented to the National Museum by Col. AC Bailward. *Journal of Natural History*, 20(117), 196–202.
40. Vogel, P., Maddalena, T., Mabille, A. & Paquet, G. (1991). Conf rmation biochimique du statut spécif que du mulot alpestre *Apodemus alpicola* Heinrich, 1952 (Mammalia, Rodentia). *Bulletin Société Vaudoise Sciences Naturelles*, 8, 471–481.
41. Vorontsov, N. N., Boyeskorov, G. G., Mezhzherin, S. V., Lyapunova, E. A., & Kandaurov, A. S. (1992). Systematics of the Caucasian wood mice of the subgenus *Sylvaemus* (Mammalia, Rodentia, *Apodemus*). *Zoologičeskij žurnal*, *71*(3), 119–131.
42. Zagorodnyuk, I. V., Boyeskorov, G. G., & Zykov, A. E. (1997). Variation and taxonomic status of steppe forms of genus *Sylvaemus "sylvaticus"* (*falzfeini – fulvipectus – hermonensis – arianus*). *Vestnik zoologii*, 31 (5-6), 37–56.

مقاله پژوهشی، صفحات ۱-۲۱
DOI:10.22034/jar.2026.8753.

Morphometric assessment of three *Apodemus* (subgenus *Sylvaemus* Ognev, 1924) from western Iran based on external and craniodental characters

Ahmad Mahmoudi

Department of Biology, Faculty of Science, Urmia University, Urmia, Iran

*Corresponding Author Email: a.mahmoudi.bio@gmail.com

a.mahmoudi@urmia.ac.ir

Abstract

The genus *Apodemus* (wood mice) is a major component of the Palearctic rodent fauna, primarily inhabiting forested and temperate regions. Owing to a considerable morphological similarity among species, its taxonomy has long been controversial. In Iran, species composition has been revised using molecular data, yet several taxonomic uncertainties left open. This study presents a detailed morphological assessment of populations attributed to *Apodemus arianus* from its type locality and evaluates its taxonomic status comparing with *A. witherbyi* and *A. ponticus* within the subgenus *Sylvaemus*. A total of 83 specimens from western Iran were examined; a subset had prior molecular identification based on mitochondrial *cytb* sequences. Seventeen cranial and dental variables were analyzed using univariate and multivariate statistics. *Apodemus ponticus* is characterized by a consistently large chest patch, whereas discriminant analysis clearly separated this species from the two congeners based on its enlarged auditory bullae, elevated cranial profile, and longer upper molar row. In contrast, *A. arianus* and *A. witherbyi* overlapped extensively in morphometric space. Although a few variables (InW, CW, RoH, MnTR) differed significantly, most *A. arianus* specimens were assigned to *A. witherbyi* in DFA analysis. Moreover, qualitative traits, including the Stephanodont condition of M1 and chest spot variation, lacked diagnostic value. Overall, morphometric evidence supports the distinctness of *A. ponticus*, whereas *A. arianus* likely represents intraspecific variation of *A. witherbyi*. Definite taxonomic decision in this case requires molecular data from topotypes of *A. arianus*.

Key words: *Apodemus*, morphology, taxonomy, Iran