

مروری بر پستانداران کوچک جثه اندمیک در ایران

فاطمه طباطبایی یزدی* و مهتاب موسوی

ایران، مشهد، دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، گروه آموزشی محیط زیست

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۱/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۳/۰۱

چکیده

گونه‌های اندمیک از اهمیت ویژه‌ای در زیست‌شناسی حفاظت، جغرافیای زیستی و مدیریت تنوع زیستی برخوردارند. مدیریت و حفاظت از گونه‌های اندمیک نیازمند ارزیابی این گونه‌ها بر اساس ترکیبی از روش‌های ریختی و مولکولی می‌باشد. این مطالعه به بررسی و مرور مطالعات انجام شده در زمینه پستانداران اندمیک ایران پرداخت. ابتدا با جستجو در منابع، گونه‌هایی که به عنوان گونه اندمیک ایران معرفی شده بودند استخراج شدند و سپس با رجوع به مطالعات انجام شده در گذشته، وضعیت تاکسونومیکی و محدوده پراکنش آن‌ها مجدداً اندمیک بودن آنها بررسی گردید. از بین ۱۳ گونه مورد بررسی، حشره خور شوش (*Crocidura susiana*)، همستر دم‌دراز فشمی (*Calomyscus grandis*)، همستر دم‌دراز زاگرس (*Calomyscus bailwardi*)، و ول قزوینی (*Microtus qazvinensis*) اندمیک ایران می‌باشند. فرضیه اندمیک بودن برای ول برفی لی (*Chionomys layi*)، دوپای فیروز (*Scarturus firouzi*)، و دوپای ویلیام (*Scarturus williamsi*) با توجه به مطالعات اخیر رد شد. نتیجه گیری در مورد اندمیک بودن ول ایرانی (*Microtus irani*)، خفاش هیرکانی (*Myotis hyrcanicus*)، زیر گونه مرکز ایران سنجابک درختی (*Dryomys nitedula pictus*)، ول کرمانی (*Microtus kermanensis*)، دوپای سه انگشتی تالر (*Jaculus thaleri*)، دوپای توسی (*Scarturus toussi*) و جمعیت دوپای ویلیام (*Scarturus williamsi*) در منطقه کپه داغ نیازمند مطالعات تکمیلی بوم شناختی و رده بندی می‌باشند.

واژگان کلیدی: اندمیسیم، تاکسونومی، تبار زایی، گونه‌های اندمیک، مورفولوژی

* نویسنده مسئول، پست الکترونیکی: f.tabatabaei@um.ac.ir

مقدمه

در پی توسعه علم فیلوژنتیک، Faith و همکاران (۲۰۰۴) و Rosauer و همکاران (۲۰۰۹) مفهوم فیلوژنتیک اندمیسیم را پایه‌گذاری کردند. تفکیک و تشخیص گونه‌های اندمیک امروزه عمدتاً با اتکا به ترکیبی از روش‌های مولکولی، مورفومتریکی، و مورفولوژیک صورت می‌گیرد. با افزایش دسترسی محققان به داده‌ها و آنالیزهای ژنتیکی، داده‌های استخراج شده از توالی‌یابی به شکلی روز افزون به ایفای نقش در زمینه بررسی اندمیسیم می‌پردازند (McGuigan و همکاران ۱۹۹۸).

ایران در نقطه تلاقی سه قلمرو زیست جغرافیایی ایندومالایی (جنوب شرق کشور)، آفروتروپیک (جنوب و بخشی از کویر مرکزی) و پالئارکتیک (سایر مناطق کشور) قرار گرفته است (ضیایی، ۱۳۸۷، شمس اسفند آباد و کابلی، ۱۳۹۷). از طرف دیگر، ویژگی‌های اقلیمی و زمین‌شناسی ایران باعث پیدایش زیستگاه‌های متنوعی در کشور شده‌اند

اندمیسیم به وضعیتی اطلاق می‌شود که گستره جغرافیایی یک واحد تاکسونومیکی (معمولاً گونه) تنها محدود به یک محدوده جغرافیایی خاص (عرصه، منطقه یا کشور) می‌باشد و سطح اندمیسیتی باید تعریف گردد (UNDP، ۲۰۲۲).

اندمیسیم و گونه‌های اندمیک از جنبه‌های مختلف مورد توجه پژوهشگران علوم زیستی قرار گرفته‌اند. گونه‌های اندمیک نشان دهنده تاریخچه و جغرافیای زیستی منطقه می‌باشند و به شدت با شرایط خاص منطقه سازگار شدند (Noroozi و همکاران، ۲۰۱۹، UNDP، ۲۰۲۲). گونه‌های اندمیک همچنین یکی از محورهای اصلی در اقدامات حفاظتی را تشکیل می‌دهند (Da Silva، ۱۹۹۷، Park و همکاران، ۲۰۰۳). در مورد گونه‌های خشکی‌زی، گونه‌های اندمیک ده برابر گونه‌های غیر اندمیک در معرض خطر هستند (Manes و همکاران، ۲۰۲۱).

منطقه مورد بررسی قرار گرفت. باتوجه به اینکه اغلب مطالعات انجام شده در سراسر دنیا بر روی پستانداران اندمیک و عمدتاً شامل جوندگان و خفاشان می‌شود، این مطالعه نیز بر روی پستانداران کوچک جثه متمرکز است.

یافته‌ها

بررسی در منابع هفده گونه را به عنوان گونه‌هایی با احتمال اندمیک بودن مطرح نمود. یک گونه به راسته خفاشان (*Chiroptera*)، یک گونه به راسته خارپشت‌ها، حشره‌خورها، و حفارها (*Eulipotyphla*) و پانزده گونه به راسته جوندگان (*Rodentia*) تعلق داشتند. در ادامه نتایج بررسی برای هر گونه به صورت مجزا ارائه شده است.

خفاش هیرکانی (*Myotis hyrcanicus*)

Benda و همکاران (۲۰۱۲) این گونه را به عنوان گونه ای مستقل در *Myotis mystacinus* morpho-group معرفی می‌نمایند. این بررسی که بر اساس ویژگی‌های ظاهری، مورفومتریکی، و توالی کامل ژن سیتوکروم b میتوکندری (*Cyt b*) نمونه یک نمونه از این گونه انجام شده حاکی از متمایز بودن این گونه از سایر گونه های مشابه می‌باشد. با توجه به این که این گونه فقط از یک منطقه در نزدیکی شهر علی‌آباد در استان گلستان به دام افتاده است، می‌توان آن را در حال حاضر اندمیک ایران تلقی نمود.

حشره خور شوش (*Crocidura susiana*)

این گونه برای اولین بار توسط Redding و Lay (۱۹۷۸) توصیف شده است. گرچه این گونه تا کنون فقط از حوالی دزفول در استان خوزستان گزارش شده‌است، برخی مطالعات‌ها این احتمال را مطرح می‌کنند که ممکن است این گونه در دامنه گسترده‌تری حضور داشته باشد (*Eskandarzadeh* و همکاران، ۲۰۱۸). متأسفانه مطالعات ژنتیکی بر روی این گونه صورت نگرفته‌اند ولی بررسی‌های مورفولوژیک متمایز بودن این گونه را تایید می‌نمایند (*Dubey* و همکاران، ۲۰۰۷).

سنجابک درختی (*Dryomys nitedula*)

این گونه در غرب آسیا، قفقاز، ایران، و شرق آسیا یافت می‌شود. در مطالعه ای در سال ۲۰۲۰، ۴۵ نمونه از این گونه از شمال شرق، مرکز و غرب ایران با استفاده از توالی *Cyt b* و ژن هسته‌ای *RIPB* بررسی شدند. نتایج این مطالعه

(*Djamali* و همکاران، ۲۰۱۱). جغرافیای زیستی و تنوع زیستگاهی ایران شرایط را برای حضور گونه‌های متعدد حیات وحش فراهم کرده است. ویلیام بلانفورد اولین شخصی بود که یک فهرست اختصاصی از پستانداران ایران، با ۸۹ گونه تهیه کرد (*Goldsmid* و همکاران، ۱۸۷۶)، *Xavier Misonne* در سال ۱۹۵۹ و *Douglas Lay* در سال ۱۹۶۷ دست به بررسی پستانداران ایران زدند که طی آن به ترتیب ۱۳۵ و ۱۲۴ گونه فهرست شدند (*Misonne*، ۱۹۵۷، *Lay*، ۱۹۶۷). در سال ۱۳۹۵، اطلس پستانداران ایران توسط کرمی و همکاران به چاپ رسید که در آن ۱۸۴ گونه برای کشور ذکر شده است (کرمی و همکاران، ۲۰۱۶). *Yusefi* و همکاران (۲۰۱۹) نیز بررسی جامعی در رابطه با پستانداران خشکی‌زی ایران به چاپ رسانده اند که با احتساب گونه‌های منقرض شده ۱۹۲ گونه پستاندار از ایران ذکر می‌نماید.

مطالعات زیادی در جهت جمع آوری فهرستی از مهره داران ایران شامل ماهی‌ها، دوزیستان، خزندگان، پرندگان و پستانداران ایران به انجام رسیده‌اند که از بین آن‌ها می‌توان به فون کامل ایران (*Firouz*، ۲۰۰۵) اشاره کرد.

در این مطالعه تلاش شد تا با بررسی آثار چاپ شده در رابطه با پستانداران ایران در سال‌های اخیر، گونه‌های اندمیک، گونه‌های اندمیک احتمالی و گونه‌هایی که اندمیک بودن آن‌ها ارزیابی و رد شده نیز بررسی شوند.

مواد و روشها

در این مطالعه، از رویکرد *Amori* و همکاران (۲۰۱۸) جهت جستجو در منابع استفاده شد. پایگاه‌های داده به صورت مجزا برای مقالات مرتبط با هشت گونه معرفی شده توسط اسکندرزاده و همکاران (۲۰۱۸) و گونه‌هایی که در سایر آثار به عنوان اندمیک ایران معرفی شده بودند به صورت مجزا بررسی شدند. تعریف پیش رو با توجه به مقاله *Kerr* و *Burkey* (۲۰۰۲) به عنوان تعریف گونه اندمیک ایران انتخاب شد: «گونه‌ای که در حال حاضر منحصرأ درون مرزهای ایران یافت شود». جهت بررسی اندمیک بودن گونه، با مراجعه به منابع ابتدا از استقلال تاکسونومیک یک گونه اطمینان حاصل شد و سپس فرضیه اندمیک بودن گونه با استفاده از پراکنش جغرافیایی ذکر شده در مقالات و نحوه توزیع نقاط نمونه‌گیری در ایران و

جدید با کاهش در اندازه‌های دندان، ساختار ناحیه پالاتوپتریگوییید و ناحیه بین اوربیتال وسیع‌تر از سایر گونه‌های این جنس متمایز می‌شود. مقایسه این گونه از زیبا موشان با دیگر گونه‌های آپودموس از ایران و نواحی مجاور نشان داد که این یک گونه متمایز است. ثبت موش کشتزار از فلات مرکزی ایران، اولین گزارش موش‌های کشتزار از ارتفاعات شیرکوه، واقع در استان یزد و جدا شده از مناطق کویری مجاور است. با توجه به تجزیه و تحلیل‌های ریختی و ویژگی‌های تشخیصی گونه‌ها، هیچ مدرکی مبنی بر این که نمونه‌های جدید، متعلق به سایر گونه‌های موش صحرایی در نظر گرفته شود، وجود ندارد. همچنین دو جفت کروموزوم متاسانتريک کوچک از این دیدگاه حمایت می‌کند که *A. avicennicus* گونه‌ای متمایز است.

زیباموش بهزادی (*Calomyscus behzadi*)

دژمن و همکاران (۲۰۲۱) در مطالعات خود و نمونه برداری‌هایی که در غرب ایران در رشته کوه‌های زاگرس انجام دادند ده نمونه کالومیسکوس از استان ایلام (۱۳۹۶) در نزدیکی سنقر در استان کرمانشاه جمع آوری کردند. سپس با مطالعه مولکولی، تجزیه و تحلیل ریختی و مطالعه کاریولوژیک و مطالعه دو ژن میتوکندریایی CO1 و CYTB یک کلاد متمایز را در نمونه‌های کوه‌های زاگرس نشان دادند که از سایر گونه‌های زیبا موشان متمایز می‌باشند. لذا، *Calomyscus behzadi* گونه جدیدی است که از زاگرس ثبت شده است.

زیباموش کرمانی (*Calomyscus kermanensis*)

دژمن و همکاران (۲۰۲۳)، بر اساس یک رویکرد تلفیقی شامل داده‌های کاریوتیپی، میتوکندری و مورفولوژیکی *Calomyscus kermanensis* را به عنوان گونه‌ی بومی جدید از کوه‌های زاگرس جنوبی (شامل استان‌های کهگیلویه و بویراحمد، فارس، کرمان، یزد و هرمزگان) که قبلاً تصور می‌شد متعلق به *C. bailwardi* بوده، گزارش کردند. اندازه‌گیری‌های مجموعه‌ای نیز *C. kermanensis* را با بالاترین ارتفاع مجموعه‌ای به عنوان شاخص‌ترین صفت مجموعه‌ای آن، از سایر گونه‌های بررسی‌شده در این جنس جدا کرد.

نشان داد نمونه‌های فلات ایران انشقاق عمیقی با نمونه‌های این گونه از سایر نقاط دنیا (قفقاز، شرق اروپا و ایتالیا) دارند (Mohammadi و همکاران، ۲۰۲۰). این مطالعه کمترین فاصله ژنتیکی بین نمونه‌های ایرانی و نمونه‌های خارج از ایران را ۴٫۵ درصد گزارش نمود که بیشتر از حد پیشنهاد شده توسط Tobe و همکاران (۲۰۱۰) برای تفکیک گونه‌ها در پستانداران می‌باشد. این مطالعه همچنین نشان داد برخی از جمعیت‌ها یا زیرگونه‌های این گونه از لحاظ ویژگی‌های ظاهری و مورفولوژیک با سایر اعضای این جنس چه در داخل و چه در خارج از ایران تفاوت‌های قابل توجهی دارند. نتایج مطالعات اخیر نشان می‌دهد وضعیت تاکسونومیکی سنجابک درختی در ایران هنوز نیازمند بررسی بیشتر می‌باشد.

ول برفی لی (*Chionomys layi*)

تاکسونومی گونه *Chionomys nivalis* در چند دهه اخیر نسبتاً بدون تغییر باقی مانده است. ولی در سال‌های اخیر تاکسونومی این گونه در کرانه شرقی پراکنش خود با سوالاتی همراه شده است (Yannic و همکاران، ۲۰۱۲، Bannikova و همکاران، ۲۰۱۳). بر همین اساس، Zykov و همکاران (۲۰۰۴) با استفاده از شواهد مورفولوژیک اقدام به توصیف گونه جدیدی از این جنس از منطقه زردکوه، به اسم *Chionomys layi* نمودند. اما در سال ۲۰۱۷، Mahmoudi و همکاران (۲۰۱۷) به بررسی مجدد این گونه با استفاده از هفت نمونه (شامل دو نمونه از منطقه زردکوه) پرداختند. این مطالعه با استفاده از مورفورمتری، مقایسه توالی Cyt b آن‌ها با ۹۴ توالی از نمونه‌های دیگر از این جنس، و توالی ژن هسته‌ای گیرنده هورمون رشد (ghr) نشان داد *Chionomys layi* درون *C. nivalis* قرار می‌گیرد و تحلیل فیلوژنتیک نیز آن را در تاکسون خاوه‌ری نمونه‌های منطقه قفاز قرار می‌دهد (Mahmoudi و همکاران، ۲۰۱۷). با توجه به اینکه این دو مطالعه تنها مطالعاتی هستند که به این گونه می‌پردازند، به نظر می‌رسد که *C. layi* گونه‌ای مستقل نباشد و به همین علت نمی‌تواند به عنوان یک گونه اندمیک معرفی شود.

موش کشتزار (*Apodemus avicennicus*)

درویش و همکاران (۲۰۰۶) با بهره‌گیری از آنالیزهای مورفولوژیکی و کاریولوژیکی دریافتند، موش کشتزار

زیباموش کبابی (*Calomyscus kiabii*)

مطالعات اخیر ناهمگونی‌های قابل توجهی را در میان جمعیت‌های جغرافیایی زیباموشان نشان می‌دهد. رضازاده و همکاران (۲۰۲۴) با استفاده از داده‌های مورفومتریکی، مولکولی، مریخت سنجی هندسی و کاریوتیپی، واگرایی ۲ گروه دیگر از زیباموشان در غرب ایران را نشان داده‌اند و از آن‌ها به عنوان گونه‌های جدید نام می‌برند. تنوع اندازه درون گونه‌ای در *Calomyscus kiabii* قابل توجه است و لذا به مطالعات درون گونه‌ای بیش‌تری نیاز است.

زیباموش درویشی (*Calomyscus darvishi*)

در مطالعه رضازاده و همکاران (۲۰۲۴)، DNA ژنومی کل از ۲۱ فرد استخراج شد. روش‌های مولکولی مطالعه ایشان و آنالیزهای ریختی مطالعه حاضر، گونه *C. darvishi* از استان اصفهان -از مناطقی که قبلاً توسط *C. bailwardi* اشغال شده بود- را به عنوان گونه جدید معرفی کرد. اگرچه سطوح بالایی از واگرایی ژنتیکی در بین گونه‌های *Calomyscus* وجود دارد، اما بیشتر گونه‌ها در تیپ زیستگاهی مشابهی (صخره‌ای و بایر) وجود دارند و از نظر مورفولوژیکی نیز به یکدیگر شباهت دارند. با این حال، ارزیابی‌های مجموعه‌ای و آنالیزهای ریخت سنجی هندسی در مطالعه حاضر، نمونه‌های بدست آمده از کوه‌های زاگرس را به ۵ گروه جدا کردند. رضازاده و همکاران معتقدند که گروه‌ها را میتوان در سطح گونه و بر اساس تعدادی از خصوصیات مجموعه و دندانی متمایز دانست.

همستر دم‌دراز زاگرسی (*Calomyscus bailwardi*)

تاکسونومی این جنس از بدو شناسایی در سال ۱۹۰۵ محل مناقشه بوده است. به عنوان مثال گاهی این جنس در خانواده Muridae و گاهی در خانواده Cricetidae قرار داده شده‌است (Vorontsov و همکاران، ۱۹۷۹؛ Wessels، ۱۹۹۸). در حال حاضر این جنس در خانواده Calomyscidae قرار دارد که فقط جنس *Calomyscus* را در خود جای داده‌است. این جنس تا سال ۱۹۷۹ تنها گونه *Calomyscus bailwardi* را در بر می‌گرفته است (Ellerman و Morrison-Scott، ۱۹۵۱، Hill و Corbet، ۱۹۸۰). در این سال، Vorontsov و Potapova (۱۹۷۹) با بررسی جامع این جنس اکثر نمونه‌ها را در گونه‌های دیگری به جز

C. bailwardi قرار دادند. Carleton و Musser (۲۰۰۵) چونندگان این جنس را به هشت گونه تقسیم کردند و *C. bailwardi* به عنوان نام یکی از این هشت گونه انتخاب شد. بر طبق این تقسیم بندی جدید، این گونه تنها در غرب ایران و در محدوده رشته کوه زاگرس حضور دارد.

مطالعه Shahabi و همکاران (۲۰۱۱) روی ۸۴ نمونه بر پایه ویژگی‌های جمجمه‌ای و دندانی جنس *Calomyscus* با استفاده از ۳۴ متغیر، تمایز گونه‌های این جنس از یکدیگر را نشان داد. همچنین، مطالعه فیلوژنتیک Shahabi و همکاران (۲۰۱۳) بر روی توالی زیر واحد I سیتوکروم اکسیداز ۲۸ نمونه (۲۵ نمونه از ایران و ۳ نمونه از پاکستان) بر استقلال تاکسونومیک *C. bailwardi* صحه گذاشت و این گونه را با *C. hotsoni* و *C. baluchi* در یک کلاذ قرار داد. بررسی مورفومتریکی Zarei و همکاران (۲۰۱۳) و Akbarirad و همکاران (۲۰۱۶) با استفاده از ترکیبی از روش‌های مولکولی، مورفومتری، و ریخت شناسی هندسی و مطالعات جدیدتر نشان می‌دهند احتمال دارد نمونه‌های ثبت شده تحت این نام همگی به یک گونه تعلق نداشته باشند و ممکن است *C. bailwardi* در حقیقت خود از چند گونه تشکیل شده باشد.

همستر دم‌دراز فشمی (*Calomyscus grandis*)

این گونه که توسط Schlitter و Setzer (۱۹۷۳) به عنوان یک زیرگونه برای *C. bailwardi* مطرح شده بود، در مطالعه Pavlinov و همکاران (۱۹۹۵) به سطح گونه ارتقا یافت. این گونه تنها از ارتفاعات البرز مرکزی گزارش شده‌است (Eskandarzadeh و همکاران، ۲۰۱۸؛ Yusefi و همکاران، ۲۰۱۹). مطالعاتی که پس از تقسیم جنس *Calomyscus* به چند گونه به چاپ رسیده‌اند متمایز بودن این گونه از سایر گونه‌های این جنس را نشان می‌دهند. Sahebjam و همکاران (۲۰۰۹) با استفاده از روش PCR-RFLP به بررسی گونه‌های این جنس پرداختند. این مطالعه که با استفاده از سه آنزیم تحدید کننده HinfI، HincII، HaeIII بر روی ژن سیتوکروم b و افتراق با استفاده از الکتروفورز روی DNA استخراج شده از ۴۷ نمونه انجام شد نشان داد که پنج گونه این جنس در ایران (*C. elburzensis*، *C. bailwardi*، *C. hotsoni*، *C. urartensis*، *C. grandis*) از هم متمایز می‌باشند. بررسی کاریوتیپ این گونه توسط Shahabi و همکاران (۲۰۱۰) روی نمونه های جمع‌آوری شده بین سال های

(Cheesman, ۱۹۲۱). Ellerman (۱۹۴۱) این جنس را به دو گروه *socialis* و *guentheri* تقسیم کرد. به صورت کلی، تاکسونومی جنس *Microtus* پیچیده می‌باشد و همین پیچیدگی باعث شده گونه‌های جدیدی از این جنس در سال‌های اخیر نیز توصیف شوند که می‌توان به مطالعات Golenishchev و همکاران (۲۰۰۲) و Yigit و Colak (۲۰۰۲) در این زمینه اشاره نمود. Potapov و همکاران (۱۹۹۸) به بررسی چندین گونه در جنس *Microtus* با استفاده از روش RAPD-PCR و اثر انگشت DNA برای DNA هسته پرداختند. متنوع‌ترین الگوی قطعات DNA در *M. arvalis* و *M. irani* مشاهده شد و *M. socialis* به عنوان تاکسون خواهری *M. irani* پیشنهاد گردید. Kefelioglu و Krystufek (۱۹۹۹) در مقاله‌ای در رابطه با ول‌های گروه *socialis* در جنس *Microtus* بیان می‌کنند *M. irani* چه از نظر مورفولوژی و چه از حیث کاربوتیپ به خوبی تعریف نشده است. در همین مقاله، نویسندگان تعلق نمونه‌های جمع‌آوری شده توسط سه تیم دیگر در سوریه، ترکیه و اسرائیل به *M. irani* را با استناد به کاربوتیپ نمونه‌ها به چالش می‌کشند. از طرف دیگر، Jaarola و همکاران (۲۰۰۴) طی مطالعه ۸۱ نمونه از جنس *Microtus* از ۲۵ گونه بر پایه توالی Cyt b، ضمن اشاره به ابهام در تاکسونومی این جنس، ابراز می‌کنند به نظر می‌رسد نمونه‌های *M. guentheri* مورد استفاده در مطالعه که از اسرائیل و سوریه صید شده‌اند به *M. irani* تعلق داشته باشند.

Neronov و همکاران (۲۰۰۶)، در مطالعه‌ای بر روی جوامع جونندگان صحرای توران، حضور *M. irani* را در حاشیه منطقه مورد مطالعه (مناطق کوهستانی استپی جنوب ترکمنستان) گزارش می‌کنند ولی به بررسی تاکسونومی این گونه نمی‌پردازند و تنها به ذکر حضور گونه در منطقه اکتفا می‌کنند. ابهام در کاربوتیپ *M. irani* در مقاله Arsalan و همکاران (۲۰۱۶) نیز مورد اشاره قرار گرفته است. این مطالعه بیان می‌کند تاکنون برای این گونه عدد دیپلوئید برابر ۴۶، ۵۴، ۶۰ و ۶۲ گزارش شده است. طبق بررسی این تیم، این تفاوت ناشی اشتباه در تعیین عدد دیپلوئید در مطالعات قدیم و نسبت دادن سایر گونه‌ها به *M. irani* می‌باشد.

۲۰۰۴ تا ۲۰۰۹ نشان دهنده متمایز بودن نمونه‌های *C. grandis* از سایر گونه‌های این جنس بود. مطالعه مورفومتریک Shahabi و همکاران (۲۰۱۱) روی جنس *Calomyscus* نیز نشان‌دهنده وجود تفاوت بین *C. grandis* و سایر گونه‌های در این جنس بود؛ *C. grandis* به صورت کلی از سایر گونه‌های این جنس بزرگ‌تر بود و در نزدیک به تمامی اندازه‌گیری‌های انجام شده روی جمجمه میانگین بالاتری را از سایر گونه‌ها را به خود اختصاص داد.

مطالعه Zarei و همکاران (۲۰۱۳) با استفاده از آنالیز فوری روی اولین آسیای پایین و تحلیل مورفومتری هندسی بر روی سمت چپ فک پایین ۶۴ نمونه این جنس نیز نشان‌دهنده این نکته بود که *C. grandis* از حیث خصوصیات مورفومتری متمایزترین گونه در این جنس می‌باشد. بررسی Shahabi و همکاران (۲۰۱۳) با استفاده از توالی یابی CoI نیز *C. grandis* را در یک تاکسون مستقل قرار دارد و بیان نمود این گونه با *C. elburzensis* در یک کلاد قرار دارند. این مطالعه موفق به شناسایی ۲۰ هاپلوتایپ در ۲۸ نمونه شد که هیچ دو گونه‌ای با هم هاپلوتایپ مشترک نداشتند.

گرچه *C. grandis* کاربوتیپی مشابه *C. mystax* دارد، مطالعه Akbarirad و همکاران (۲۰۱۵) با استفاده از ویژگی‌های مورفومتریک و توالی Cyt b نشان می‌دهند این دو گونه از نظر فیلوژنتیک و مورفومتریک متمایز هستند. مطالعه Rezazadeh و همکاران (۲۰۲۰) با استفاده از توالی Cyt b، CoI و پروتئین متصل‌شونده به رتینول (Rbp3)، کاربوتیپ، مورفومتری، و مورفومتری هندسی برای ۴۵ نمونه صید شده در ۱۳ منطقه در ایران محدوده پراکنش این گونه در شمال ایران را تا البرز غربی گسترش داد. این مطالعه همچنین بررسی حضور و یا عدم حضور این گونه در در منطقه قفقاز را نیازمند مطالعات میدانی بیشتر می‌داند و از وجود تباری در زاگرس خبر می‌دهد که با سایر تاکسون‌ها در این جنس تفاوت ژنتیکی قابل‌توجهی دارد (تفاوت ژنتیکی بیش از ۱۰٪) که می‌تواند نشان‌دهنده وجود یک گونه جدید و اندمیک در منطقه زاگرس باشد.

ول ایرانی (*Microtus irani*)

این گونه در سال ۱۹۲۱ توسط Thomas توصیف شده و نمونه تایپ آن از اطراف شیراز صید شده است

نر نسل F₁ و بعضا حیوانات نر و ماده نسل F₁ عقیم می‌باشند. این تیم تحقیقاتی این گونه را در منطقه‌ای به جز اطراف بویین زهرا در استان قزوین پیدا نکردند.

در مطالعه منتشر شده توسط Krystufek و همکاران (۲۰۰۹)، به اهمیت بررسی و شفاف سازی تاکسونومی گونه‌های ول با پراکنش محدود (مانند *M. qazvinensis* و *M. paradoxus*) تاکید شده است. در مطالعه دیگری روی گونه‌های این جنس Krystufek و همکاران (۲۰۱۲) با استفاده از توالی Cyt b به بررسی شش نمونه و ۲۳ هاپلوتیپ که در گذشته برای شش گونه ثبت شده بودند، به بررسی فیلوژنی ول‌های اجتماعی پرداختند. گرچه هیچ کدام از نمونه‌ها و هاپلوتایپ‌های مورد استفاده در این مطالعه به *M. qazvinensis* متعلق نبودند، نویسندگان با اشاره به برابری عدد دیپلوئید *M. qazvinensis*، *M. guentheri* و *M. hartingi* (n=۵۴)، تعیین جایگاه فیلوژنتیک گونه را منوط به انجام بررسی‌های مولکولی می‌دانند (Krystufek و همکاران، ۲۰۱۲). Mohammadi و همکاران (۲۰۱۳) برای اولین بار *M. qazvinensis* را حوالی قیدار در زنجان گزارش می‌کنند. نمونه مورد بررسی در این مطالعه ۵۴ کروموزوم داشته‌است که با مطالعات گذشته همخوانی دارد.

Mahmoudi و همکاران (۲۰۱۵) با ترکیب داده‌های کاریوتیپ، مورفولوژیک، مورفومتریکی، و ژنتیکی (توالی Cyt b) به بررسی اعتبار *M. qazvinensis* می‌پردازند. این مطالعه با بررسی مجموعاً ۲۶ نمونه (از استان‌های قزوین، کردستان، و زنجان) و مقایسه خصوصیات مورفولوژیک و توالی Cyt b آن‌ها با سایر گونه‌های این جنس، نشان داد این گونه، همانطور که در بررسی‌های گذشته ذکر شده، به گروه *guentheri* در جنس *Microtus* تعلق دارد. در کل، این مطالعه نشان دهنده استقلال این گونه است و *M. dogramacii* را به عنوان نزدیک‌ترین گونه به *M. qazvinensis* معرفی می‌کند (Mahmoudi و همکاران، ۲۰۱۵).

ول کرمانی (*Microtus kermanensis*)

این گونه برای اولین بار توسط Roguin (۱۹۸۸) در بررسی پستانداران منطقه بلوچستان در ایران به عنوان یک گونه مستقل معرفی شد. لکن مطالعات زیادی روی ول‌های

با استفاده از توالی کامل Cyt b و مورفومتری، Krystufek و همکاران (۲۰۱۰) نسبت به بررسی ۱۴ ول منسوب به *M. irani* در ترکیه و مقایسه آن‌ها با نمونه‌های موزه‌ای و نمونه تایپ گونه اقدام نمودند. نتایج نه تنها نشان دهنده حضور *M. irani* در ترکیه بودند، بلکه دلالت بر وجود زیر گونه‌ای می‌کردند که برای آن اسم *M. irani karamani* انتخاب شد. این مطالعه همچنین نشان داد که عدد دیپلوئید برای این گونه ۶۰ می‌باشد. مطالعه دیگری با استفاده از توالی Cyt b هشت نمونه و مقایسه آن با ۲۳ هاپلوتایپ از شش گونه دیگر این جنس، نشان می‌دهد *M. irani* در لبنان نیز حضور دارد (Krystufek و همکاران، ۲۰۱۳). Mahmoudi و همکاران (۲۰۱۴ a) با بررسی توالی Cyt b شش نمونه صید شده از غرب ایران نشان دادند که زیر گونه *M. i. karamani* در استان کردستان نیز حضور دارد. این مطالعه همچنین نشان داد جمعیت‌های زیر گونه *M. i. karamani* در ایران، ترکیه و لبنان از لحاظ ژنتیکی از هم متمایز هستند. افزون بر این، مطالعه فیلوژنتیک Zorenko و همکاران (۲۰۱۴) در مطالعه ای با محوریت *M. schidlovskii* طی مقایسه ۳۷ هاپلوتایپ نشان می‌دهند ول‌های *M. irani* ترکیه، لبنان، و غرب ایران در حقیقت به گونه *M. schidlovskii* متعلق هستند و نمونه تایپ شیراز در حقیقت تنها باقیمانده جمعیت‌های این تاکسون می‌باشند که توانسته پس از جدا شدن از سایر گونه‌ها در ترکیه و غرب ایران به صورت آلوپاتریک گونه‌زایی نماید. مطالعه Mahmoudi و همکاران (۲۰۱۴ b) روی دو نمونه *M. irani* که از نزدیکی شیراز صید شده بودند دو عدد دیپلوئید ۴۸ و ۶۲ را گزارش می‌کند؛ در عین حال این دو جانور از لحاظ مورفولوژیک و ژنتیکی کاملاً مشابه هم بودند. این مطالعه همچنین احتمال تعلق *M. i. karamani* و *M. schidlovskii* به یک گونه را نیز مطرح می‌نماید.

ول قزوینی (*Microtus qazvinensis*)

این گونه برای اولین بار در مقاله ای در سال ۲۰۰۲ توصیف شده است (Golenishchev و همکاران، ۲۰۰۲). این گونه که عدد کروموزومی برابر با *M. guentheri* دارد، از طریق مشخصات ظاهری و مورفومتریکی قابل تفکیک از *M. guentheri* می‌باشد. این مقاله همچنین به بررسی امکان تولید مثل بین این گونه و سایر گونه‌های جنس *Microtus* می‌پردازد. نتایج آمیزش نشان می‌دهد که حداقل حیوانات

مطالعه که از بخشی از توالی CoI در کنار خصوصیات مورفومتریک استفاده نمود تا تفاوت‌ها و شباهت‌های *S. williamsi*, *S. elater*, *S. firouzi*, *S. hotsoni*, *S. toussi* را بررسی کند، نشان داد *S. toussi* از حیث مشخصات مورفومتریک و ژنتیکی از سایر گونه متمایز می‌باشد. این مطالعه همچنین نشان داد تفاوت‌های درون‌گونه‌ای برای *S. toussi* از تفاوت‌های درون‌گونه‌ای سایر گونه‌ها کم‌تر می‌باشد که موید استقلال تاکسونومیکی نمونه‌های بررسی شده در این مطالعه می‌باشد.

مطالعه Tarahomi و همکاران (۲۰۱۰) بر پایه مورفومتری هندسی نیز نشان دهنده تمایز *S. toussi* از سایر گونه‌های این جنس بود.

در یک مطالعه جامع از تمامی گستره پراکنش گروه *S. elater*، که شامل ۱۱۵ نمونه از ۴۷ منطقه از چین تا سوریه بود، Bannikova و همکاران (۲۰۱۹) به بررسی این گونه پرداختند. نمونه‌های *S. toussi* نیز در این مطالعه بررسی شدند. این مطالعه که بر مبنای Cyt b و ژن‌های هسته ای BRCA1 و IRBP انجام شد، احتمال تعلق *S. toussi* را به *S. indica* و یا *S. vinogradovi* را مطرح نمود. این مطالعه بیان می‌کند تعیین روابط دقیق این گونه را منوط به بررسی‌های دقیق‌تر در آینده می‌باشد.

دوپای فیروز (*Scarturus firouzi*)

این گونه که نمونه‌ای از آن طی سفر هیات تحقیقاتی Street به ایران از اطراف شهرضا در استان اصفهان جمع‌آوری شده بود، در سال ۱۹۷۸ توسط Womochel به عنوان یک گونه مستقل توصیف گردید (Womochel, ۱۹۷۸). احتمال اندمیک بودن این گونه در ایران و دریافت وضعیت حفاظتی Critically Endangered موجب توجه محققان به جنبه‌های مختلف بیولوژی و اکولوژی این گونه شده است (این گونه در حال حاضر Data Deficient می‌باشد). برای نمونه، Naderi و همکاران (۲۰۰۹) به بررسی زیستگاه این گونه و همبستگی حضور گونه با پوشش گیاهی، و تراکم دوپای فیروز پرداختند. مطالعات اخیر این احتمال را مطرح نموده‌اند که این گونه در حقیقت به *S. hotsoni* تعلق داشته باشد.

مطالعه Dianat و همکاران (۲۰۱۰) بر پایه تحلیل توالی CoI و مورفومتری ۲۷ نمونه از این جنس نشان می‌دهد این

گروه *arvalis* و به خصوص *M. kermanensis* صورت نگرفته است. در عین حال، Musser و Carleton (۲۰۰۵) و Karami و همکاران (۲۰۰۸) این گونه را به عنوان عضوی از *M. transcaspicus* معرفی می‌نمایند. Siah sarvi و همکاران (۲۰۰۸) نیز در مطالعه‌ای روی ول‌های گروه *arvalis* با استفاده از مورفومتری هندسی، *M. kermanensis* را به عنوان مترادفی برای *M. transcaspicus* در نظر می‌گیرند. از طرف دیگر، Mahmoudi و همکاران (۲۰۱۸) با استفاده از chromosome banding شباهت بیشتری بین *M. kermanensis* و *M. mystacinus* (در مقایسه با *M. transcriptus*) گزارش نمود.

در مطالعه‌ای در سال ۲۰۱۹، Golenishchev و همکاران (۲۰۱۹) تلاش می‌کنند تا با استفاده از توالی Cyt b و سایر شواهد موجود، از رابطه بین *M. kermanensis* و *M. mystacinus* رمزگشایی نمایند. این مطالعه نشان داد *M. kermanensis*، *M. mystacinus*، *M. rossiaemeridionalis* یک گروه monophyletic را تشکیل می‌دهند که تاکسون خاوه‌ری *M. arvalis* می‌باشد؛ در این گروه، *M. mystacinus* و *M. kermanensis* رابطه نزدیک‌تری با هم داشتند و به همین علت شاید بتوان آن‌ها را به عنوان یک گونه واحد در نظر گرفت. از طرف دیگر، مقایسه این دو گونه با توجه به خصوصیات مورفولوژیک نشان داد *M. kermanensis* در تمامی متغیرها به طرز معنی‌داری از *M. mystacinus* بزرگ‌تر می‌باشد. نویسندگان پیشنهاد می‌کنند این سه گونه تا انجام بررسی‌های تکمیلی به عنوان سه گونه مستقل لحاظ گردند. که در این صورت می‌توان *M. kermanensis* را به عنوان یک گونه اندمیک مد نظر قرار داد.

دوپای توسی (*Scarturus toussi*)

Darvish و همکاران (۲۰۰۸) این گونه را برای اولین بار به عنوان یک گونه مستقل تحت نام علمی *Allactaga toussi* معرفی نمودند. نتایج مطالعه بر روی ۴۰ نمونه از ۴ جنس این گونه، با استفاده از ویژگی‌های مورفولوژیک، مورفومتریک، و کاریوتیپ، نشان داد این گونه با سایر گونه‌های این جنس (*S. williamsi*, *S. elater*, *S. hotsoni*) در عمده متغیرها به جز عدد دیپلوئید ($2n=48$) تفاوت‌های قابل توجهی دارد که حاکی از وجود گونه جدیدی در منطقه شمال شرق ایران می‌باشد. مطالعه Dianat و همکاران (۲۰۱۰) نیز نشان دهنده استقلال این گونه می‌باشد. این

تاکسونی متشکل از *S. williamsi* و *S. euphratica* معرفی نمود. نویسندگان این دو نمونه را به عنوان اعضای *S. williamsi* طبقه بندی می کنند ولی اشاره می نمایند که مطالعات تکمیلی جهت بررسی دقیق تر دوپاهای این منطقه مورد نیاز است. در همین راستا، Javdani Ashkbar و همکاران (۲۰۱۸) اقدام به بررسی ۸ نمونه از این جنس در منطقه کپه داغ نمودند. در این بررسی که از خصوصیات مورفولوژیک مجموعه و دندان، ویژگی های مورفومتریک، و توالی Cyt b استفاده شد، نمونه های منطقه کپه داغ با *S. elater*، *S. toussi*، *S. hotsoni* و *S. williamsi* تفاوت های معنی داری نشان دادند. این مطالعه همچنین تفاوتی بیش از ۱۵٪ بین توالی Cyt b نمونه های کپه داغ و سایر نمونه های *S. williamsi* گزارش می نماید که بیش از تفاوت بین گونه ای در این جنس است.

دوپای سه انگشتی تالر (*Jaculus thaleri*)

این گونه برای اولین بار توسط Darvish و Hosseini (۲۰۰۵) بر اساس ویژگی های نمونه های صید شده اطراف کاشمر (خراسان رضوی) و بندان (سیستان و بلوچستان) توصیف شد. در مجموع ۱۸ نمونه (ده نمونه از کاشمر و هشت نمونه از بندان) بر اساس مشخصات مجموعه ای، دندانی، ۵ پارامتر اندازه خارجی، و کاربوتیپ بررسی شدند. نتایج حاکی از آن بود که دو نمونه از هجده نمونه به گونه جدیدی تعلق دارند. این گونه جدید در مقایسه با *J. blanfordi* در ویژگی های مورد بررسی تفاوت دارد.

Darvish و همکاران (۲۰۱۶) به بررسی بیوسستماتیک جنس *Jaculus* در ایران پرداختند. این مطالعه با بهره گرفتن از روش های سیتوژنتیک، مورفولوژیک، و مورفومتریک نشان می دهد *J. jaculus* و *J. blanfordi* در ایران عمدتاً دو گستره متفاوت را اشغال می نمایند و فقط در بخشی از استان اصفهان با هم در یک منطقه حضور دارند. این مطالعه به بررسی *J. thaleri* به عنوان یکی از گونه های این جنس نمی پردازد، گرچه از این گونه به عنوان یکی از گونه های جنس *Jaculus* در ایران نام می برد.

بحث و نتیجه گیری

به کارگیری روش های جدید از قبیل آنالیزهای مولکولی و مورفومتری هندسی باعث تغییرات گسترده ای در تاکسونومی پستانداران ایران شده و از طرف دیگر، افزایش

گونه بسیار شبیه *S. hotsoni* می باشد و در هیچ متغیر مورفومتریکی تفاوتی بین این دو گونه وجود ندارد. بررسی توالی CoI دو گونه نیز آنها را در کنار هم قرار داد (فاصله ژنتیکی ۰.۰۰۹٪). مطالعه Tarahomi و همکاران (۲۰۱۰) بر روی مورفومتری هندسی گونه های این جنس نیز نشان دهنده این نکته بود که این گونه با *S. hotsoni* در یک گروه قرار می گیرد. مطالعه Dianat و همکاران (۲۰۱۲) بر روی توالی به طول ۹۰۳ جفت باز از Cyt b و توالی به طول ۶۳۲ جفت باز از CoI نشان داد *S. firouzi* و *S. hotsoni* در یک کلاد قرار دارند. این مطالعه *S. firouzi* را به عنوان یک مترادف برای *S. hotsoni* معرفی می نماید و پیشنهاد می کند *S. firouzi* به عنوان زیر گونه ای برای *S. hotsoni* در نظر گرفته شوند. مطالعه Rahimi-Pozve و همکاران (۲۰۱۵) بر روی کاربوتیپ سلول های کشت داده شده سه گونه از این جنس (*S. firouzi*، *S. hotsoni*، *S. elater*) نیز نشان داد که این سه گونه در تعداد کروموزوم با هم برابر می باشند ($2n=48$) و آنالیز خوشه *S. firouzi* و *S. hotsoni* را با هم در یک خوشه قرار دارند.

دوپای ویلیام (*Scarturus williamsi*)

این گونه در ایران، ترکیه، و آذربایجان حضور دارد (Colak و همکاران، ۱۹۹۴؛ Yigit و Colak، ۱۹۹۸). مطالعه Dianat و همکاران (۲۰۱۰) بیان می کند که این گونه از سایر گونه های جنس *Scarturus* به طرز معنی داری بزرگ تر است و از نظر ژنتیک و مورفومتریک در تاکسون مجزایی از سایر دوپاهای ایران قرار می گیرد. مطالعه Tarahomi و همکاران (۲۰۱۰) نیز بر همین نکته دلالت دارد. مطالعه Dianat و همکاران (۲۰۱۲) بر مبنای توالی بخشی از ژن های Cyt b و CoI نشان دهنده متمایز بودن این گونه از *S. euphratica* (گونه دیگری که در غرب ایران یافت می شود) می باشد و قرار گرفتن آنها در دو گونه متفاوت را تایید می کند. در عین حال، این مطالعه این گونه را به عنوان یک گونه پیچیده (complex) معرفی می نماید.

گرچه این گونه عمدتاً از غرب کشور گزارش شده است و نقطه حضوری در نیمه شرقی کشور نداشته است، Hamidi و همکاران (۲۰۱۶) حضور این گونه در منطقه کپه داغ را گزارش می کنند. گرچه خصوصیات ظاهری و مورفولوژیک این دو نمونه مشابه سایر نمونه های *S. williamsi* می باشد، بررسی تبارزایی نمونه ها را به عنوان تاکسون خاوهری

Dryomis nitedula) گذشته است، هنوز نمی‌توان در رابطه با این گونه اظهار نظر نمود.

دوپای فیروز از بین آثار جدید تنها در چک لیست Karami و همکاران (۲۰۰۸) حضور دارد. در مجموع شواهد حاکی از آن است که این گونه در حقیقت نمی‌تواند به عنوان گونه‌ای اندمیک تلقی شود زیرا محدوده پراکنش گونه *Scarturus hotsoni* که دوپای فیروز ذیل آن قرار گرفته است از پاکستان تا ایران گسترش می‌یابد (Shenbrot, ۲۰۰۹). *S. toussi* در مطالعه Karami و همکاران (۲۰۰۸)، کرمی و همکاران (۱۳۹۵)، و Eskandarzadeh و همکاران (۲۰۱۸) به عنوان گونه‌ای مستقل و اندمیک ایران ارائه شده است. گرچه مطالعه Moshtaghi و همکاران (۲۰۱۶) بیانگر تمایز این گونه از *S. elater* می‌باشد، هنوز رابطه این گونه با *S. vinogradovi* بررسی نشده است. به همین علت Yusefi و همکاران (۲۰۱۹) با استناد به Michaux و Shenbrot (۲۰۱۷)، *S. toussi* را به صورت مجزا بررسی ننموده و آن را به عنوان مترادفی برای *S. vinogradovi* مطرح می‌نمایند که در بین گونه‌های اندمیک ایران جا ندارد. شواهد به دست آمده نشان می‌دهند گرچه گونه *S. williamsi* اندمیک ایران نمی‌باشد، این احتمال وجود دارد که نمونه‌های به دام افتاده در کپه داغ متعلق به گونه‌ای جدید و توصیف نشده باشند که می‌تواند خود به عنوان یک گونه اندمیک ایران معرفی شود. از همین رو، Eskandarzadeh و همکاران (۲۰۱۸) این گونه را با ملاحظات به عنوان یک گونه اندمیک ایران معرفی می‌نمایند. *Jaculus thaleri* در چک لیست Karami و همکاران (۲۰۰۸)، کرمی و همکاران (۱۳۹۵)، Eskandarzadeh و همکاران (۲۰۱۸) و Yusefi و همکاران (۲۰۱۹) به عنوان گونه‌ای مستقل و اندمیک ذکر شده ولی استقلال آن هنوز توسط مطالعات مولکولی بررسی نشده است. Michaux و Shenbrot (۲۰۱۷) این گونه را یک فنوتیپ غیر عادی از *J. blanfordi* قلمداد می‌کنند.

گرچه Karami و همکاران (۲۰۰۸)، Karami و همکاران (۲۰۱۶)، Eskandarzadeh و همکاران (۲۰۱۸) و Yusefi و همکاران (۲۰۱۹) *Calomyscus bailwardi* را به عنوان گونه اندمیک معرفی نموده‌اند، به نظر می‌رسد تصمیم‌گیری قطعی در مورد اندمیک بودن این گونه نیازمند واضح‌تر شدن روابط فیلوژنی درون گونه باشد تا مشخص گردد آیا این گونه یک گونه نهان (cryptic) و یا پیچیده (complex)

تعداد مطالعات باعث اصلاح و دقیق‌تر شدن محدوده حضور گونه‌ها گشته است (Farhadinia و همکاران، ۲۰۱۶، Javdani Ashkbar و همکاران، ۲۰۱۸، Yusefi و همکاران، ۲۰۱۹). به عنوان نمونه Yusefi و همکاران (۲۰۱۹) در طی مقایسه نتایج خود با نتایج کرمی و همکاران (۱۳۹۵) به تغییرات تاکسونومیکی برای ۴۵ گونه از پستانداران ایران اشاره می‌نمایند. بدیهی است که این تغییرات گسترده در تاکسونومی گونه‌ها از طریق معرفی گونه‌های جدید و یا ادغام یک گونه با گونه‌ای دیگر منجر به تغییر وضعیت گونه‌های اندمیک خواهد شد. بازنگری کلی آرایه‌شناسی، با همکاری مشترک دانشمندان علم آرایه‌شناسی با دانشمندان حفاظت‌گرا، می‌تواند ما را به فهرستی از گونه‌های پنهان و پیچیده اندمیک که در معرض خطر هستند، رهنمون شود (Taylor و همکاران، ۲۰۱۹). این نکته نشان دهنده ضرورت بروزرسانی لیست پستانداران اندمیک ایران نیز می‌باشد.

در این مطالعه، اندمیک بودن ۱۳ گونه از پستانداران کوچک ایران بطور خاص بررسی شد. این مطالعه به مرور و بازنگری مطالعات اخیر بخصوص آثاری که از سال ۲۰۱۸ تا کنون منتشر شده‌اند (به عنوان مثال Mohammadi و همکاران، ۲۰۲۰، Rezazadeh و همکاران، ۲۰۲۰) و مواردی که بنا به دلایل مذکور احتمال اندمیک بودن دارند، پرداخته است.

پس از مطالعه Benda و همکاران (۲۰۱۲) بر روی خفاش‌های ایران و معرفی شدن *Myotis hyrcanicus* به عنوان یک گونه مستقل در جنس *Myotis*، هنوز مطالعه‌ای به بررسی حضور این گونه در سایر نقاط کشور و منطقه نپرداخته است. حشره خور شوش در مطالعات Karami و همکاران (۲۰۰۸)، کرمی و همکاران (۱۳۹۵)، Eskandarzadeh و همکاران (۲۰۱۸) و Yusefi و همکاران (۲۰۱۹) به عنوان یک گونه مستقل و اندمیک ایران مطرح شده است. هرچند به نظر می‌رسد این گونه اندمیک ایران باشد، Hutterer (۲۰۰۵) محدوده پراکنش این گونه را ذکر نمی‌نماید. به همین دلیل به نظر می‌رسد مطالعات تکمیلی برای حصول اطمینان از عدم حضور این گونه در مناطق مجاور در کشور عراق ضروریست.

با توجه به این که زمان بسیار کمی از انتشار مطالعه Mohammadi و همکاران (۲۰۲۰) روی سنجابک درختی

بودن آن اظهار نظر نمود. این نکته نشان می‌دهد مفهوم اندمیسم از طرفی به تاکسونومی وابسته می‌باشد و از طرف دیگر تحت تاثیر جغرافیای زیستی است. متأسفانه برای اغلب گونه‌هایی که در این مطالعه بررسی شدند، فقط مقالات محدودی به مطالعه مقایسه ای چند گونه در تمام گستره حضور گونه پرداخته‌اند. در حالیکه چنین مطالعاتی می‌تواند به بسیاری از ابهامات موجود در زمینه وضعیت تاکسونومیک این گونه‌ها پاسخ دهند و به شناسایی و طبقه‌بندی گونه‌ها کمک کنند. به عنوان نمونه، Tabatabaei Yazdi و Adriaens (۲۰۱۳) به بررسی چهار گونه جرد (جنس *Meriones*) موجود در شمال غرب ایران با استفاده از ۵۳۶ نمونه از سراسر گستره پراکنش گونه‌ها پرداختند. مشابه همین مورد، Tabatabaei Yazdi و Alhajeri (۲۰۱۸) به بررسی مجموعه ۹۷۲ نمونه از هفت گونه جرد با استفاده از تکنیک‌های مورفومتری هندسی پرداختند، که طی آن شاخص‌هایی برای افتراق گونه‌ها استخراج گردید. چنین مطالعاتی می‌تواند از وقوع خطا در شناسایی گونه‌ها، و در نتیجه ایجاد پیچیدگی و ابهام در تاکسونومی محدود پراکنش آن‌ها جلوگیری نمایند.

تمام گونه‌های مورد بررسی در این مطالعه از پستانداران کوچک جثه بودند. در مطالعه Castiglia و Amori (۲۰۱۸) بر روی پستانداران اندمیک ایتالیا نیز ۸۵٪ گونه‌ها بررسی شده از پستانداران کوچک بودند. در مطالعات Das و Parida (۲۰۱۶) و Mallick و همکاران (۲۰۰۷) نیز نزدیک به ۸۰٪ گونه‌های اندمیک هند را پستانداران کوچک تشکیل می‌دادند. Yalden و Largen (۱۹۹۲) نیز سهم پستانداران کوچک را از کل پستانداران اندمیک اتیوپی نزدیک به ۸۵٪ اعلام می‌کنند. در گونه‌های پستانداران کوچک، طول نسل کوتاه و توانایی تحرک کم منجر به کاهش جریان ژن بین جمعیت‌ها و افزایش اثر رانش ژنی می‌شود که در طولانی مدت می‌تواند به همراه جدایی فیزیکی موجب گونه‌زایی شود (Ceballos و Navarro، ۱۹۹۱).

Fox و همکاران (۱۹۹۶)، Valdez و Ceballos (۱۹۹۷) و Manes و همکاران (۲۰۲۱) بیان می‌کنند گونه‌های اندمیک در مقایسه با سایر گونه‌ها بیشتر در معرض خطر انقراض قرار دارند. مطالعه Wijesinghe و Brooke (۲۰۰۵) در سریلانکا نیز نشان داد گونه‌های اندمیک بیشتر تحت تاثیر آشفتگی‌های محیطی قرار می‌گیرند. از همین‌رو می‌توان از

می‌باشد یا نه و در صورت وجود چند گونه، پراکنش هر گونه تا چه محدوده‌ای ادامه می‌یابد. از طرف دیگر، Krystufek و Vohralik (۲۰۰۱) این گونه را در ترکیه نیز گزارش می‌کنند. در شرایط حاضر و با توجه به مشاهده این گونه از کرمان تا آذربایجان غربی (Yusefi و همکاران، ۲۰۱۹)، حضور این گونه در ترکیه محتمل به نظر می‌رسد. *C. grandis* نیز مشابه *C. bailwardi* در هر چهار اثر به عنوان یک گونه اندمیک معرفی شده و به نظر می‌آید اندمیک بودن آن محل مناقشه نباشد. علی‌رغم این نتایج و با توجه به بررسی Rezazadeh و همکاران (۲۰۲۰)، این احتمال وجود دارد که مطالعات آینده موفق به یافتن این گونه در منطقه قفقاز شده و یا گونه اندمیک جدیدی را در زاگرس معرفی نمایند.

Microtus irani و *M. qazvinensis* در بررسی‌های Karami و همکاران (۲۰۰۸)، کرمی و همکاران (۱۳۹۵)، Eskandarzadeh و همکاران (۲۰۱۸) و Yusefi و همکاران (۲۰۱۹) به عنوان یک گونه مستقل ذکر شده‌اند. بر خلاف *M. qazvinensis* که با احتمال بسیار زیاد اندمیک ایران می‌باشد، منابع اندمیک بودن *M. irani* را با تردید روبه‌رو نموده‌اند. به نظر می‌رسد این گونه با داشتن حداقل دو زیر گونه *M. i. karamani* در شرق ترکیه، غرب ایران، لبنان و سوریه و *M. i. irani* در جنوب غرب ایران، اندمیک ایران نباشد. قطعاً بررسی‌های تکمیلی در آینده می‌تواند وضعیت تاکسونومیک این گونه و در نتیجه اندمیک بودن و یا نبودن این گونه را روشن‌تر کنند. در بین این چهار اثر *M. kermanensis* تنها در مطالعه Yusefi و همکاران (۲۰۱۹) به عنوان گونه‌ای مستقل ذکر شده‌است. Karami و همکاران (۲۰۰۸) این گونه را به عنوان مترادفی برای *M. transcaspicus* در نظر می‌گیرند. برای این گونه هنوز نتیجه واحدی ارائه نشده‌است. در حالی که Shenbrot و Krasnov (۲۰۰۵) این گونه را به عنوان یک گونه مستقل در نظر می‌گیرند، Musser و Carleton (۲۰۰۵) آن را مترادفی برای *M. transcaspicus* معرفی می‌کنند. به نظر می‌رسد تصمیم‌گیری درباره این گونه نیازمند بررسی‌های تکمیلی است.

بررسی اندمیک بودن یک گونه نیازمند حصول اطمینان از استقلال تاکسونومیک گونه می‌باشد. در صورت احراز این شرط می‌توان با بررسی پراکنش گونه در زمینه اندمیک

وضعیت تاکسونومیکی گونه‌های اندمیک، به برنامه‌ریزی بهتر در راستای حفاظت از تنوع زیستی کشور کمک نمایند.

منابع

- ضیایی، ه.، ۱۳۸۷. راهنمای صحرایی پستانداران ایران. انتشارات کانون آشنایی با حیات وحش. ۴۲۲ صفحه.
- قاسمی، ح. و مصطفی‌اف، ق.، ۱۳۹۱. تنوع زیستی ماهیان رودخانه مردوق چای در حوضه ارومیه. فصلنامه محیط زیست جانوری. سال ۴، شماره ۴، صفحات ۷۳ تا ۷۸.
- کریمی، م.، قدیریان، ط.، فیض‌الهی، ک.، ۱۳۹۵. اطلس پستانداران ایران. انتشارات سازمان حفاظت از محیط زیست. ۲۹۲ صفحه.
- Akbarirad, S.; Darvish, J. and Aliabadian, M., 2016. Increased species diversity of brush-tailed mice, genus *Calomyscus* (Calomyscidae, Rodentia), in the Zagros Mountains, western Iran. *Mammalia*. Vol. 80, No. 5, pp: 549-562.
- Akbarirad, S.; Darvish, J.; Aliabadian, M. and Kilpatrick, C.W., 2015. Biosystematic study of *Calomyscus mystax* (Rodentia, Calomyscidae) from north eastern Iran. *Iran. J. Anim. Biosyst.* Vol. 11, No. 1, pp: 65-77.
- Amori, G. and Castiglia, R., 2018. Mammal endemism in Italy: a review. *Biogeographia*. Vol. 33, No. pp: 19-31.
- Arslan, A.; Toyran, K.; Gozutuk, S.; Yorulmaz, T. and Zima, J., 2016. Comparison of the chromosome banding patterns in three species of social voles (*Microtus irani karamani*, *M. schidlovskii*, *M. anatolicus*) from Turkey. *Turk. J. Zool.* Vol. 40, No. 6, pp: 910-916.
- Bannikova, A.; Lebedev, V.; Dubrovskaya, A.; Solovyeva, E.; Moskalenko, V.; Kryštufek, B.; Hutterer, R.; Bykova, E.; Zhumabekova, B. and Rogovin, K., 2019. Genetic evidence for several cryptic species within the *Scarturus elater* species complex (Rodentia: Dipodoidea): when cryptic species are really cryptic. *Biol. J. Linn. Soc.* Vol. 126, No. 1, pp: 16-39.
- Bannikova, A.; Sighazeva, A.; Malikov, V.; Golenishchev, F. and Dzuev, R., 2013. Genetic diversity of *Chionomys* genus (Mammalia, Arvicolinae) and comparative phylogeography of snow voles. *Russ. J. Genet.* Vol. 49, No. 5, pp: 561-575.
- Benda, P.; Faizolâhi, K.; Andreas, M.; Obuch, J.; Reiter, A.; Ševčík, M.; Uhrin, M.; Vallo, P. and Ashrafi, S., 2012. Bats (Mammalia: Chiroptera) of the Eastern Mediterranean and Middle East. Part 10. Bat fauna of Iran. *Acta Soc. Zool. Bohem.* Vol. 76, No. 1-4, pp: 163-582.
- Ceballos, G. and Navarro, D., 1991. Diversity and conservation of Mexican mammals. In *Latin American Mammalogy: History, Biodiversity, and Conservation*. Edited by MA Mares and DJ Schmidly. University of Oklahoma Press. Norman-OK, USA. pp: 167-198.
- Cheesman, R., 1921. Report on a collection of mammals made by Col. JEB Hotson in Shiraz, Persia. *J. Bombay Nat. Hist. Soc.* Vol. 27, No. 27, pp: 573-581.
- Çolak, E. and Yigit, N., 1998. Ecology and biology of *Allactaga elater*, *Allactaga euphratica* and *Allactaga*

گونه‌های اندمیک برای جهت‌دهی به مدیریت و اقدامات حفاظتی بهره‌برد. در پایان، این مطالعه نشان‌دهنده اهمیت بررسی‌های دقیق و جامع در مورد گونه‌های اندمیک می‌باشد. مطالعات آینده می‌توانند با ارزیابی و شفاف‌سازی

- حدادیان شاد، ح.، درویش، ج.، رستگار پویانی، ا.، ۱۳۹۵. مقایسه الگوهای پراکنش جغرافیایی حاصل از نوسانات اقلیمی در فلات ایران با تأکید بر ایران مرکزی با استفاده از داده‌های مولکولی. *مجله پژوهش‌های جانوری*. جلد ۲۹، شماره ۴، صفحات ۴۱۱ تا ۴۲۵.
- شمس اسفند آباد، ب. و کابلی، م.، ۱۳۹۷. توسعه شبکه مناطق حفاظتی با به کارگیری رویکرد برنامه‌ریزی سیستماتیک در ایران. *فصلنامه محیط زیست جانوری*. سال ۱۰، شماره ۴، صفحات ۱۴۷ تا ۱۶۲.
- williamsi (Rodentia: Dipodidae) in Turkey. *Turk. J. Zool.* Vol. 22, No. 2, pp: 105-117.
- Çolak, E.; Kivanc, E. and Yigit, N., 1994. A study on taxonomic status of *Allactaga euphratica* Thomas, 1881 and *Allactaga williamsi* Thomas, 1897 (Rodentia: Dipodidae) in Turkey. *Mammalia*. Vol. 52, No. 4, pp: 591-600.
- Corbet, G. and Hill, J., 1980. A world list of mammalian species. Natural History Museum Publications, London, UK. 243 P.
- Da Silva, J.M.C., 1997. Endemic bird species and conservation in the Cerrado Region, South America. *Biodivers. Conserv.* Vol. 6, pp: 435-450.
- Darvish, J. and Hosseini, F., 2005. New species of three-toed jerboa (Dipodidae, Rodentia) from the deserts of Khorasan province, Iran. *Iran. J. Anim. Biosyst.* Vol. 1, No. 1, pp: 21-27.
- 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.
- Darvish, J.; Hajjar, T.; Moghadam Matin, M.; Hadad, F.; and Akbari Rad, S., 2008. New species of five-toed jerboa (Rodentia: Dipodidae, Allactaginae) from north-east Iran. *J. Sci., Islamic Repub. Iran.* Vol. 19, No. 2, pp: 103-109.
- Darvish, J.; Siahsarvi, R.; Mirshamsi, O.; Keyvanfar, N.; Hashemi, N. and Sadeghi Shakib, F., 2006. Diversity of the rodents of northeastern Iran. *Iran. J. Anim. Biosyst.* Vol. 2, No. 1, pp: 56-76.
- Darvish, J.; Tarahomi, M.; Dianat, M.; Mohammadi, Z.; Haddadian Shad, H. and Moshtaghi, S., 2016. Biosystematics of Three-toed Jerboas, genus *Jaculus* (Erxleben, 1777) (Dipodidae, Rodentia) from Iran. *Iran. J. Anim. Biosyst.* Vol. 12, No. 1, pp: 123-139.
- Das, J. and Parida, S.P., 2016. Rarity study of endemic mammals of India. *Current Life Sciences*. Vol. 2, No. 2, pp: 36-48.
- Dezhman, M., Akbarirad, S., Aliabadian, M., Siahsarvie, R., Shafaeipour, A., & Mirshamsi, O. (2023). A new species of brush-tailed mice of the genus *Calomyscus* from southern Iran (Calomyscidae: Rodentia). *Iranian Journal of Animal Biosystematics*, 19(1), 71-101.

- Dezhman, M., AKBARIRAD, S., Aliabadian, M., Siahsarvie, R., Shafaeipour, A., & Mirshamsi, O. (2021). A new species of *Calomyscus* Thomas, 1905 (Calomyscidae: Rodentia) from western Iran. *Turkish Journal of Zoology*, 45(7), 585-593.
- Dianat, M.; Aliabadian, M.; Darvish, J. and Akbarirad, S., 2013. Molecular phylogeny of the Iranian Plateau five-toed jerboa, *Allactaga* (Dipodidae: Rodentia), inferred from mtDNA. *Mammalia*. Vol. 77, No. 1, pp: 95-103.
- Dianat, M.; Tarahomi, M.; Darvish, J. and Aliabadian, M., 2010. Phylogenetic analysis of the five-toed Jerboa (Rodentia) from the Iranian Plateau based on mtDNA and morphometric data. *Iran. J. Anim. Biosyst*. Vol. 6, No. pp: 49-59.
- Djamali, M.; Akhani, H.; Khoshrovesh, R.; Andrieu-Ponel, V.; Ponel, P. and Brewer, S., 2011. Application of the global bioclimatic classification to Iran: implications for understanding the modern vegetation and biogeography. *Ecol. Mediterr*. Vol. 37, No. 1, pp: 91-114
- Dubey, S.; Nová, P.; Vogel, P. and Vohralík, V., 2007. Cytogenetic and molecular relationships between *Zarudny's* rock shrew (*Crocidura zarudnyi*; Mammalia: Soricomorpha) and Eurasian taxa. *J. Mammal*. Vol. 88, pp: 706-711.
- Ellerman, J. 1941. The families and genera of living rodents. Vol II-Muridae. British Museum (Natural History), London, UK. 690 P.
- Ellerman, J.R. and Morrison-Scott, T.C.S. 1951. Checklist of Palaearctic and Indian mammals, 1758-1946. British Museum (Natural History), London, UK. 810 P.
- Eskandarzadeh, N.; Rastegar-Pouyani, N.; Rastegar-Pouyani, E.; Fathinia, B.; Bahmani, Z.; Hamidi, K. and Gholamifard, A., 2018. Annotated checklist of the endemic Tetrapoda species of Iran. *Zoosystema*. Vol. 40, No. 24, pp: 507-537. Faith, D.P.; Reid, C. and Hunter, J., 2004. Integrating phylogenetic diversity, complementarity, and endemism for conservation assessment. *Conserv. Biol*. Vol. 18, No. 1, pp: 255-261.
- Farhadinia, M.; Moqanaki, E. and Adibi, M., 2016. Baseline information and status assessment of the Pallas's cat in Iran. *Cat News*. Vol., No. Special issue 10, pp:38-42.
- Firouz, E. 2005. Complete Fauna of Iran. IB Tauris & Co Ltd, London, UK. 322 P.
- Fox, J.; Yonzon, P. and Podger, N., 1996. Mapping conflicts between biodiversity and human needs in Langtang National Park, Nepal. *Conserv. Biol*. Vol. 10, No. 2, pp: 562-569.
- Gholami, Z.; Esmaeili, H.R.; Erpenbeck, D. and Reichenbacher, B., 2014. Phylogenetic analysis of *Aphanius* from the endorheic Kor River Basin in the Zagros Mountains, South-western Iran (Teleostei: Cyprinodontiformes: Cyprinodontidae). *J. Zool. Syst. Evol. Res*. Vol. 52, No. 1, pp: 130-141.
- Goldsmid, F.J.; John, O.B.C.S.; Lovett, B.; Smith, E. and Blanford, W.T. 1876. Eastern Persia: An Account of the Journeys of the Persian Boundary Commission, 1870-71-72. Macmillan. London, UK. 959 P.
- Golenishchev, F.; Malikov, V.; Petrova, T.; Bodrov, S. and Abramson, N., 2019. Toward assembling a taxonomic puzzle: Case study of Iranian gray voles of the subgenus *Microtus* (Rodentia, Cricetidae). *Mamm. Biol*. Vol. 94, No. 1, pp: 98-105.
- Golenishchev, F.N.; Malikov, V.G.; Nazari, F.; Vaziri, A.S.; Sablina, O.V. and Polyakov, A.V., 2002. New species of vole of "guentheri" group (Rodentia, Arvicolinae, Microtus) from Iran. *Russ. J. Theriol*. Vol. 1, No. 2, pp: 117-123.
- Hamidi, K.; Darvish, J. and Matin, M.M., 2016. New records of the William's Jerboa, *Paralactaga* cf. *williamsi* (Thomas, 1897)(Rodentia: Dipodidae) from northeastern Iran with notes on its ecology. *Check List*. Vol. 12, No. 2, pp: 1855.
- Hutterer, R., 2005. Order Soricomorpha. In *Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference*. Edited by DE Wilson and DM Reeder. 3rd ed. John Hopkins University Press. Baltimore, USA.
- Jaarola, M.; Martinková, N.; Gündüz, İ.; Brunhoff, C.; Zima, J. and Nadachowski, A.; Amori, G.; Bulatova, N.S.; Chondropoulos, B.; Fraguadakis-Tsolis, S., 2004. Molecular phylogeny of the speciose vole genus *Microtus* (Arvicolinae, Rodentia) inferred from mitochondrial DNA sequences. *Mol. Phylogen. Evol*. Vol. 33, No. 3, pp: 647-663.
- Jaydani Ashkbar, F.; Yazdanimoghadam, F.; Mahmoudi, A.; Zali, H. and Siahsarvie, R., 2018. Species Diversity in the Genus *Allactaga* in the Eastern Margin of Iranian Plateau, International Conference on Integrative Approaches of Rodent Studies, Mashhad, Iran.
- Karami, M.; Hutterer, R.; Benda, P.; Siahsarvie, R. and Krystufek, B., 2008. Annotated check-list of the mammals of Iran. *Lynx (Praha)*. Vol. 39, pp: 63-102.
- Kefelioglu, H. and Kryštufek, B., 1999. The taxonomy of *Microtus socialis* group (Rodentia: Microtinae) in Turkey, with the description of a new species. *J. Nat. Hist*. Vol. 33, No. 2, pp: 289-303.
- Kerr, J.T. and Burkey, T.V., 2002. Endemism, diversity, and the threat of tropical moist forest extinctions. *Biodivers. Conserv*. Vol. 11, No. 4, pp: 695-704.
- Kryštufek, B. and Vohralík, V. 2001. Mammals of Turkey and Cyprus. Rodentia I: Sciuridae, Dipodidae, Gliridae, Arvicolinae. Zgodovinsko društvo za južno Primorsko, Koper, Slovenia. 292 P.
- Kryštufek, B.; Abi-Said, M. and Hladnik, M., 2013. The Iranian vole *Microtus irani* occurs in Lebanon (Mammalia: Rodentia). *Zool. Middle East*. Vol. 59, No. 2, pp:101-106.
- Kryštufek, B.; Bužan, E.V.; Vohralík, V.; Zareie, R. and Özkan, B., 2009. Mitochondrial cytochrome b sequence yields new insight into the speciation of social voles in south-west Asia. *Biol. J. Linn. Soc*. Vol. 98, No. 1, pp: 121-128.
- Kryštufek, B.; Vohralík, V.; Zima, J.; Koubinová, D. and Bužan, E.V., 2010. A new subspecies of the Iranian Vole, *Microtus irani* Thomas, 1921, from Turkey: (Mammalia: Rodentia). *Zool. Middle East*. Vol. 50, No. 1, pp: 11-18.
- Kryštufek, B.; Zorenko, T. and Buzan, E.V., 2012. New insights into the taxonomy and phylogeny of social voles inferred from mitochondrial cytochrome b sequences. *Mamm. Biol*. Vol. 77, No. 3, pp:178-182.
- Lay, D.M. 1967. A Study of the Mammals of Iran: resulting from the Street Expedition of 1962-63. Field Museum of Natural History, Chicago, USA. 282 P.
- Mahmoudi, A.; Darvish, J. and Aliabadian, M., 2014 a. The Karaman vole *Microtus irani karamani* is a new record for Iran (Arvicolinae; Microtus). *Iran. J. Anim. Biosyst*. Vol. 10, No. 1, pp: 51-56.

- Mahmoudi, A.; Darvish, J. and Aliabadian, M., 2015. Taxonomic identity of *Microtus qazvinensis* Golenishchev et al. 2003 (Rodentia, Arvicolinae) from the northwest of Iran. *Mammal Res.* Vol. 60, No. 1, pp: 71-79.
- Mahmoudi, A.; Darvish, J.; Aliabadian, M.; Khosravi, M.; Golenishchev, F.N. and Kryštufek, B., 2014 b. Chromosomal diversity in the genus *Microtus* at its southern distributional margin in Iran. *J. Verterbr. Biol.* Vol. 63, No. 4, pp: 290-295.
- Mahmoudi, A.; Kryštufek, B.; Aliabadian, M.; Moghaddam, F.Y. and Darvish, J., 2017. All quiet in the East: molecular analysis Retrieves *Chionomys layi* as part of *C. nivalis*. *Folia Zool.* Vol. 66, No. 1, pp: 61-71.
- Mallick, J.K., 2007. Endemic mammals of West Bengal. *West Bengal.* Vol. 49, No. 10-11, pp: 53-55.
- Manes, S., Costello, M. J., Beckett, H., Debnath, A., Devenish-Nelson, E., Grey, K. A., ... & Vale, M. M. (2021). Endemism increases species' climate change risk in areas of global biodiversity importance. *Biological Conservation*, 257, 109070.
- McGuigan, K.; McDonald, K.; Parris, K. and Moritz, C., 1998. Mitochondrial DNA diversity and historical biogeography of a wet forest-restricted frog (*Litoria pearsoniana*) from mid-east Australia. *Mol. Ecol.* Vol. 7, No. 2, pp: 175-181.
- Michaux, J. and Shenbrot, G., 2017. Family Dipodidae (Jerboas), In *Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference*. Edited by DE Wilson and DM Reeder. 3rd ed. John Hopkins University Press. Baltimore, USA.
- Misonne, X., 1957. Analyse zoogeographique des mammiferes de l'Iran. *Memoirs d'Institut royal des sciences naturelles de Belgique.* Vol. 59, pp: 1-157.
- Mohammadi, Z.; Darvish, J.; Ghorbani, F. and Haddad, F., 2013. Cytogenetic characterization of 23 species of rodents from Iran. *Iran. J. Anim. Biosyst.* Vol. 9, No. 1, pp: 57-72.
- Mohammadi, Z.; Kami, H.G.; Ghorbani, F.; Khajeh, A. and Olsson, U., 2020. Cryptic lineage diversity within Forest Dormice (Mammalia: *Dryomys nitedula*) revealed by deep genetic divergence among different subspecies on the Iranian Plateau and in adjacent areas. *Mamm. Biol.* Vol. ,No. pp: 1-14.
- Moshtaghi, S.; Darvish, J.; Mirshamsi, O. and Mahmoudi, A., 2016. Cryptic species diversity in the genus *Allactaga* (Rodentia: Dipodidae) at the edge of its distribution range. *J. Verterbr. Biol.* Vol. 65, No. 2, pp: 142-147.
- Musser, G. and Carleton, M., 2005. Superfamily Muriodea. In *Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference*. Edited by DE Wilson and DM Reeder. 3rd ed. John Hopkins University Press. Baltimore, USA.
- Naderi, G.; Hemami, M.R.; Riazii, B. and Alesheikh, A., 2009. Notes on the ecological peculiarities of the Iranian Jerboa, *Allactaga firouzi* Womochel, 1978: (Mammalia: Dipodidae). *Zool. Middle East.* Vol. 47, No. 1, pp: 21-28.
- Neronov, V.M.; Khlyap, L.A. and Warshavsky, A.A., 2006. Diversity of the rodent communities in the Turan Desert region. *Integr. Zool.* Vol. 1, No. 4, pp: 153-161.
- Noroozi, J.; Zare, G.; Sherafati, M.; Mahmoodi, M.; Moser, D.; Asgarpour, Z. and Schneeweiss, G.M., 2019. Patterns of endemism in Turkey, the meeting point of three global biodiversity hotspots, based on three diverse families of vascular plants. *Front. Ecol. Environ.* Vol. 7, pp: 114-151.
- Pavlinov, I.Y.; Yakhontov, E. and Agadzhanian, A., 1995. *Mammals of Russia. I. Rodentia. Taxonomic and geographic reference.* Arch. Zool. Mus. MSU. Vol. 52, No. pp: 1-602.
- Potapov, S.G.; Orlov, V.N.; Kovalskaya, Y.M.; Malygin, V.M. and Ryskov, A., 1999. Genetic Differentiation of the Tribe Arvicolini (Cricetidae, Rodentia) Using DNA Taxonprint and RAPD-PCR. *Russ. J. Genet.* Vol. 35, No. 4, pp: 403-410.
- Rahimi-Pozve, M.; Malekian, M. and Hemami, M.R., 2015. A karyotype comparison among 3 species of *Allactaga* (Mammalia: Dipodidae) from central Iran. *Turk. J. Zool.* Vol. 39, No. 1, pp: 46-52.
- Redding, R. and Lay, D.M., 1978. Description of a new species of shrew of the genus *Crocidura* (Mammalia: Insectivora: Soricidae) from southwestern Iran. *Zeitschrift für Säugetierkunde: im Auftrage der Deutschen Gesellschaft für Säugetierkunde.* Vol. 43, pp: 306-310.
- Rezazadeh, E., Zali, H., Ahmadzadeh, F., Siahsarvie, R., Kilpatrick, C. W., Norris, R. W., & Aliabadian, M. (2024). Two new species of brush-tailed mouse, genus *Calomyscus* (Rodentia: Calomyscidae), from the Iranian Plateau. *Journal of Mammalogy*, 105(3), 589-608.
- Rezazadeh, E.; Aliabadian, M.; Darvish, J. and Ahmadzadeh, F., 2020. Diversification and evolutionary history of brush-tailed mice, *Calomyscidae* (Rodentia) in southwestern Asia. *Org. Divers. Evol.* Vol. 20, No. pp: 155-170.
- Roguin, L., 1988. Notes sur quelques mammifères du Baluchistan Iranien. *Rev. Suisse Zool.* Vol. 95, No. 2, pp: 595-606.
- Rosauer, D.; Laffan, S.W.; Crisp, M.D.; Donnellan, S.C. and Cook, L.G., 2009. Phylogenetic endemism: a new approach for identifying geographical concentrations of evolutionary history. *Mol. Ecol.* Vol. 18, No. 19, pp: 4061-4072.
- Sahebjam, B.; Darvish, J.; Rastegar Pouyani, E.; Siahsarvie, R. and Akbarirad, S., 2009. A preliminary molecular study of the Iranian species of *Calomyscus* (Rodentia-Calomyscidae) using RFLP. *Iran. J. Anim. Biosyst.* Vol. 5, No. 2, pp: 33-41.
- Schlitter, D.A. and Setser, H.W., 1973. New rodents (Mammalia: Cricetidae, Muridae) from Iran and Pakistan. *Proc. Biol. Soc. Wash.* Vol. 86, No. 14, pp: 163-173.
- Shahabi, S.; Aliabadian, M.; Darvish, J. and Kilpatrick, C.W., 2013. Molecular phylogeny of brush-tailed mice of the genus *Calomyscus* (Rodentia: Calomyscidae) inferred from mitochondrial DNA sequences (Cox1 gene). *Mammalia.* Vol. 77, No. 4, pp: 425-431.
- Shahabi, S.; Darvish, J.; Aliabadian, M.; Mirshamsi, O. and Mohammadi, Z., 2011. Cranial and dental analysis of mouse-like hamsters of the genus *Calomyscus* (Rodentia: Calomyscidae) from plateau of Iran. *Hystrix It. J. Mamm.* Vol. 22, No. 2, pp: 311-323.
- Shahabi, S.; Zarei, B. and Sahebjam, B., 2010. Karyologic study of three species of *Calomyscus* (Rodentia: Calomyscidae) from Iran. *Iran. J. Anim. Biosyst.* Vol. 6, No. 2, pp: 55-60.

- Shenbrot, G., 2009. On the conspecificity of *Allactaga hotsoni* Thomas, 1920 and *Allactaga firouzi* Womochel, 1978 (Rodentia: Dipodoidea). *Mammalia*. Vol. 73, No. 3, pp: 231-237.
- Shenbrot, G.I. and Krasnov, B.R. 2005. An atlas of the geographic distribution of the arvicoline rodents of the world (Rodentia, Muridae: Arvicolinae). Pensoft Publishers, Sofia, Bulgaria. 336 P.
- Siahsarvie, R.; Darvish, J. and Sarafrazi, A., 2008. Geometric morphometric comparison of the mandibles of three species of vole of the genus *Microtus* (Rodentia: Arvicolinae) from northern Iran. *Zool. Middle East*. Vol. 43, No. 1, pp: 21-29.
- Šmid, J.; Moravec, J.; Kodym, P.; Kratochvíl, L.; Yousefkhani, S.S.H. and Frynta, D., 2014. Annotated checklist and distribution of the lizards of Iran. *Zootaxa*. Vol. 3855, No. 1, pp: 1-97.
- Tabatabaei Yazdi, F. and Adriaens, D., 2013. Cranial variation in *Meriones tristrami* (Rodentia: Muridae: Gerbillinae) and its morphological comparison with *Meriones persicus*, *Meriones vinogradovi* and *Meriones libycus*: a geometric morphometric study. *J. Zool. Syst. Evol. Res*. Vol. 51, No. 3, pp: 239-251.
- Tabatabaei Yazdi, F. and Alhajeri, B.H., 2018. Sexual dimorphism, allometry, and interspecific variation in the cranial morphology of seven *Meriones* species (Gerbillinae, Rodentia). *Hystrix It. J. Mamm.* Vol. 29, No. 2, pp: 162-167.
- Tarahomi, S.; Karami, M.; Darvish, J.; Malek, M. and Jangjoo, M., 2010. Geometric morphometric comparison of mandible and skull of five species of genus *Allactaga* (Rodentia: Dipodidae) from Iran. *Iran. J. Anim. Biosyst*. Vol. 6, No. 1, pp: 61-69.
- Taylor, P., Denys, C., & Cotterill, F.P. (2019). Taxonomic anarchy or an inconvenient truth for conservation? Accelerated species discovery reveals evolutionary patterns and heightened extinction threat in Afro-Malagasy small mammals. *Mammalia*, 83, 313 - 329.
- Thompson, J.D., 1999. Population differentiation in Mediterranean plants: insights into colonization history and the evolution and conservation of endemic species. *Heredity*. Vol. 82, No. 3, pp: 229-236.
- Tobe, S.S.; Kitchener, A.C. and Linacre, A.M., 2010. Reconstructing mammalian phylogenies: a detailed comparison of the cytochrome b and cytochrome oxidase subunit I mitochondrial genes. *PloS one*. Vol. 5, No. 11, pp: 1-14.
- Valdéz, M. and Ceballos, G., 1997. Conservation of endemic mammals of Mexico: the Perote ground squirrel (*Spermophilus perotensis*). *J. Mammal*. Vol. 78, No. 1, pp: 74-82.
- Vorontsov, N.; Kartavtesva, I. and Potapova, E., 1979. Systematics of the genus *Calomyscus*. 1. Karyological differentiation of the sibling species from Transcaucasia and Turkmenia and a review of species of the genus *Calomyscus*. *Zool. Zhurnal*. Vol. 58, pp: 1215-1224.
- Vorontsov, N. and Potapova, E., 1979. Taxonomy of the genus *Calomyscus* (Cricetidae). 2. Status of *Calomyscus* in the system of Cricetinae. *Zool. Zhurnal*. Vol. 58, No. 9, pp: 1390-1397.
- Wessels, W., 1998. Gerbillidae from the Miocene and Pliocene of Europe. *Mitteilungen der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und Historische Geologie*. Vol. 38, pp: 187-207.
- Wijesinghe, M.R. and Brooke, M.d.L., 2005. Impact of habitat disturbance on the distribution of endemic species of small mammals and birds in a tropical rain forest in Sri Lanka. *J. Trop. Ecol*. Vol. 21, No. 6, pp: 661-668.
- Womochel, D.R., 1978. A new species of *Allactaga* (Rodentia: Dipodidae) from Iran. *Fieldiana Zool*. Vol. 72, No. 5, pp: 65-73.
- Yalden, D. and Largen, M., 1992. The endemic mammals of Ethiopia. *Mamm. Rev*. Vol. 22, No. 3/4, pp: 115-150.
- Yannic, G.; Burri, R.; Malikov, V.G. and Vogel, P., 2012. Systematics of snow voles (*Chionomys*, Arvicolinae) revisited. *Mol. Phylogen. Evol*. Vol. 62, No. 3, pp: 806-815.
- Yigit, N. and Çolak, E., 2002. On the distribution and taxonomic status of *Microtus guentheri* (Danford and Alston, 1880) and *Microtus lydius* Blackler, 1916 (Mammalia: Rodentia) in Turkey. *Turk. J. Zool*. Vol. 26, No. 2, pp: 197-204.
- Yusefi, G.H.; Faizolahi, K.; Darvish, J.; Safi, K. and Brito, J.C., 2019. The species diversity, distribution, and conservation status of the terrestrial mammals of Iran. *J. Mammal*. Vol. 100, No. 1, pp: 55-71.
- Zarei, B.; Darvish, J.; Aliabadian, M. and Moghaddam, F., 2013. Geometric morphometric analyses of four species of brush-tailed mice, genus *Calomyscus* (Rodentia: Calomyscidae), from the Iranian Plateau. *Iran. J. Anim. Biosyst*. Vol. 9, No. 1, pp: 73-81.
- Zorenko, T.; Koren, T. and Kryštufek, B., 2014. Cytochrome b yields new insight into taxonomic scope of *Microtus schidlovskii* (Rodentia, Arvicolinae, Microtus). *Russ. J. Theriol*. Vol. 13, No. 1, pp: 47-52.
- Zykov, A., 2004. Review of snow voles (Rodentia, Arvicolinae, *Chionomys*) from Iran with description of new species from Zagros Mountains (Central Iran). *Pratsi Zoologichnogo Muzeyu KNU imeni Tarasa Shevchenka*. Vol. 2, No. pp: 116-127.

A Review of Endemic Small Mammals of Iran

Tabatabai Yazdi F. and Mousavi M.

Dept. of Environment, Faculty of Natural Resources and Environment, Ferdowsi University of Mashhad,
Mashhad, I.R. of Iran

Abstract

Endemic species are of particular importance in conservation biology, biogeography, and biodiversity management. Conservation and management of endemic species requires identification and evaluation of these species based on a combination of morphological and molecular methods. In this study, we reviewed the literature on endemic mammals of Iran. We first performed a search in the literature to extract species which have been introduced as endemics and subsequently assessed their distribution and taxonomic status according to the studies conducted in the past. The results showed that among the 13 candidate species, Iranian shrew (*Crocidura Susiana*), noble brush-tailed mouse (*Calomyscus grandis*), Zagros Mountains brush-tailed mouse (*Calomyscus bailwardi*), and Qazvin vole (*Microtus qazvinensis*) are endemic to Iran. The hypothesis of endemism was rejected for Lay's snow vole (*Chionomys layi*), Firouz's jerboa (*Scarturus firouzi*), Toussi jerboa (*Scarturus toussi*), and William's jerboa (*Scarturus williamsi*). Further studies are needed to clarify whether Iranian vole (*Microtus irani*), Hyrcanian myotis (*Myotis hyrcanicus*), the subspecies of forest dormouse from central Iran (*Dryomys nitedula pictus*), Kerman vole (*Microtus kermanensis*), Thaler's jerboa (*Scarturus thaleri*), and the population of William's jerboa (*Scarturus williamsi*) from Kopet-Dagh are endemic to Iran.

Keywords: Conservation biology, Endemism, Endemic species, Morphology, Phylogenetics