

*** شناسایی رات ترکستانی (*Rattus turkestanicus* (Satunin, 1901) کوهپایه‌های اطراف مشهد بر اساس مطالعات کروموزومی، مورفولوژی و مورفومتری**

Biosystematic of *Rattus turkestanicus* (Rodentia) of Mashhad-Iran)

فاطمه سید موسوی، جمشید درویش و منصور علی آبادیان

دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده

به منظور شناسایی رات وحشی شمال خراسان نمونه برداری از کوهپایه‌های اطراف مشهد با استفاده از تله‌های زنده‌گیر انجام شد و مطالعات کروموزومی، مورفولوژی و مورفومتری صورت گرفت. نتایج حاصل از مطالعات کروموزومی با مطالعات انجام شده روی رات‌های ترکستانی (*Rattus turkestanicus*) کشورهای ترکمنستان و افغانستان مقایسه شدند. همچنین از نظر مورفولوژی و مورفومتری نمونه‌های مورد مطالعه با صفات شاخص گونه‌های رات سیاه (*R. rattus*) و رات قهوه‌ای (*R. norvegicus*) مقایسه شد. نتایج نشان می‌دهند که رات وحشی اطراف مشهد از نظر کروموزومی با ۴۲ کروموزوم مشابه رات ترکستانی (*Rattus turkestanicus*) ترکمنستان و افغانستان است و از نظر صفات ظاهری و مجموعه‌ای با دو گونه رات سیاه (*R. rattus*) و رات قهوه‌ای (*R. norvegicus*) تفاوت دارد. رات مورد مطالعه با متفاوت از گونه رات راتوئیدس (*R. rattoides*) شبه قاره هند است و دارای رفتار درخت‌زی است و غالباً به صورت هم‌زیست با سنجابک درختی دیده می‌شود. این مطالعه برای اولین بار در مورد رات وحشی مناطق زشک و گل‌مکان مشهد انجام می‌شود.

واژه‌های کلیدی: *Rattus turkestanicus*، مورفولوژی، مورفومتری، کروموزوم، مشهد

* این پروژه تحقیقاتی با شماره ۲۹۴ از برنامه ملی تحقیقات، با حمایت مالی شورای پژوهش‌های علمی کشور انجام شده است.

جنس *Rattus* به طور وسیعی در همه جای زمین مخصوصاً در شرق نیمکره شمالی پراکنده است و تنوع خارق‌العاده‌ای از نظر گونه دارد (Marshall 1972). Ellerman & Morrison-Scott (1951) برای جنس راتوس ۲۸ گونه گزارش کرده‌اند. تاکنون در ایران سه گونه از جنس راتوس گزارش شده است که شامل رات قهوه‌ای در نواحی شمالی و غربی ایران، رات سیاه در نواحی جنوبی و جنوب غربی ایران و رات ترکستانی در نواحی شمال شرقی ایران می‌باشد. دامنه انتشار رات ترکستانی در شمال شرق ایران کاملاً مشخص نیست و نمونه‌برداری از نواحی مختلف کوهپایه‌های اطراف مشهد معرف حضور این گونه می‌باشد. از نظر ریختی گونه رات قهوه‌ای از گونه‌های رات سیاه و رات ترکستانی کاملاً قابل تشخیص است. خصوصاً وجود تیغه‌های فوق حدقه‌ای موازی در این گونه آن را از دو گونه دیگر کاملاً متمایز می‌سازد. کوتاه‌تر بودن طول دم نسبت به سر و تنه، کوچک بودن گوش‌ها نیز از صفات ظاهری هستند که رات قهوه‌ای را از دو گونه دیگر متمایز می‌کند.

مسئله اساسی تفکیک دو گونه رات ترکستانی و رات سیاه است که از نظر صفات جمجمه‌ای و ظاهری و کروموزومی به هم شبیه‌اند. (Gromov & Baranova 1981)، Ellerman & Morrison-Scott (1951) و Corbet (1978) رات ترکستانی را مترادف با راتوس راتوئیدس (*R. rattoides*) معرفی کرده‌اند. مطالعات (Honacki & Koeppl 1982) همچنین Musser & Carleton in Wilson (1992) آن را به عنوان گونه‌ای متمایز که در شمال شرق ایران، شمال و غرب افغانستان، قرقیزستان، شمال پاکستان و شمال هند (کشمیر و سیکیم)، نپال و جنوب چین معرفی می‌کنند. البته سه شکل مورفولوژیکی، کروموزومی و جغرافیایی متفاوت معرفی شده است. اعتماد (۱۳۵۷) به وجود رات ترکستانی در روستای مغان واقع در ارتفاعات خلیج اشاره کرده و طول دم این جانور را بلندتر از طول سر و تنه ذکر می‌کند. ضیایی (۱۳۷۵) نیز به وجود رات ترکستانی در مناطق جنوبی خراسان اشاره می‌کند و اظهار می‌دارد که این گونه تا نواحی شرقی و سواحل جنوبی کشور وجود دارد. ضیایی نیز طول دم این جانور را بلندتر از سر و تنه ذکر می‌کند که البته با مطالعات انجام شده تناقض دارد. طرح مسئله زیر گونه برای گونه‌های جنس رات ایران با توجه به انتشار گسترده و وابسته به انسان برای گونه‌های رات سیاه و رات قهوه‌ای ناقص مفهوم جغرافیایی و طبیعی زیر گونه است. رات ترکستانی ایران در سطح زیر گونه متعلق به زیر گونه (*R. r. turkestanicus* Satunin, 1901) می‌باشد.

روش بررسی

نمونه برداری از روستاهای جاغرق (ارتفاع ۱۴۲۰ متر)، گلماکان (ارتفاع ۱۷۰۰ متر) و زشک (۱۹۰۰ متر) (طبقه (ارتفاع ۱۹۴۰) در شمال غربی مشهد انجام شد (جدول ۱) (شکل ۱). این مناطق با آب و هوای کوهستانی و درختان میوه، تراکم خوبی از جمعیت رات‌ها را نشان می‌دهد. زمان نمونه برداری بین مرداد ماه ۱۳۷۶ تا تیر ماه ۱۳۷۷ بود. بیشترین تعداد نمونه بین مرداد تا مهر ۱۳۷۶ صید شد. رات‌ها در فصل زمستان از مرغداری‌ها و منازل مسکونی و در فصل تابستان از باغ‌ها و بالای درختان صید شدند. تعداد نمونه‌های مطالعه شده برای گونه رات ترکستانی ۱۱ عدد بود که به منظور امکان مقایسه با سایر رات‌ها ۳ نمونه رات سیاه از موسسه آفات و بیماری‌های گیاهی تهران و ۴ نمونه متعلق به رات قهوه‌ای مشهد با هم مقایسه شدند. در این بررسی صفات ظاهری رنگ پوست در قسمت‌های پشت و شکم و رنگ دم در قسمت پشت و زیر همچنین تعداد و طرز قرار گرفتن پینه‌های کف دست و پا مقایسه شدند. صفات مورفولوژیکی مجموعه‌ای مورد مطالعه شامل کمان فوق حدقه‌ای، سوراخ زیر حدقه‌ای، صفحه زیگوماتیک و زائده صدفی و برجستگی‌های سطح جوئنده دندان‌های آسیای آرواره‌های بالا و پایین می‌باشد. صفات مورفومتریک ظاهری با خط کش معمولی با دقت ۱ میلی متر اندازه‌گیری شد. این صفات عبارتند از ۱- طول سر و بدن: از نوک بینی تا قاعده دم. ۲- طول دم: از قاعده دم تا انتهای دم در طول مهره‌ها. ۳- طول گوش: از بالای لبه پایین گوش تا نوک لاله گوش. ۴- طول پای عقب: از پاشنه تا نوک بلندترین انگشت پا. مطالعات مورفومتریک مجموعه‌ای روی ۱۸ صفت به این شرح صورت گرفت (شکل ۲): ۱- طول اکسی پیتونازال: از جلوی استخوان بینی تا عقب استخوان پس سری. ۲- طول کندیلوبازال: از جلوی استخوان فکی تا عقب کندیل استخوان پس سری.

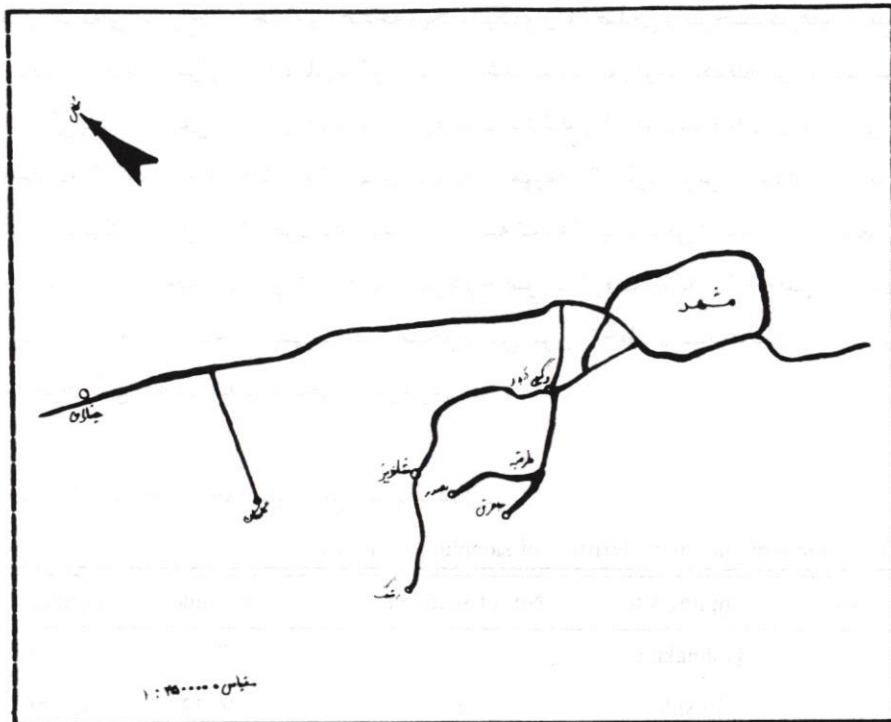
جدول ۱- مشخصات جغرافیایی محل نمونه برداری.

Tab 1. Geographic characteristics of sampling localities.

No.	sampling site	No. of scimens	Longitude	Latitude
1	Golmakan	2	59° 9'	36° 29'
2	Zoshk	1	59° 12'	36° 20'
3	Jaghargh	5	59° 19'	36° 18'
4	Torghabeh	3	59° 22'	36° 19'

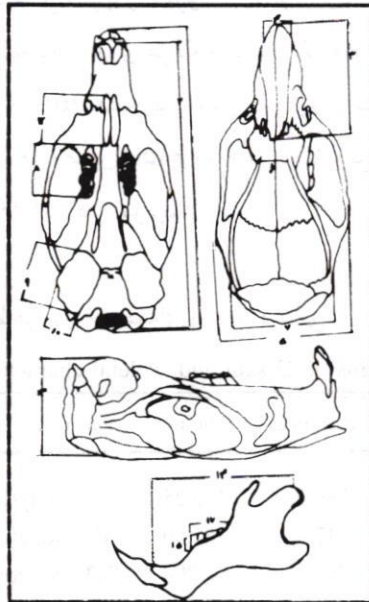
۳- طول استخوان بینی. ۴- عرض استخوان بینی: پهنای پوزه. ۵- پهنای زیگوماتیک: خطی که لبه‌های خارجی دو کمان را به هم وصل می‌کند. ۶- فاصله بین حدقه‌ای: کمترین فاصله بین دو حدقه در بالا. ۷- پهنای جعبه جمجمه: بیشترین پهنای جمجمه درست در بالای سوراخ‌های خارجی گوش. ۸- طول ردیف دندانهای آسیای بالا. ۹- طول صندوق صماخ: بزرگترین طول. ۱۰- عرض صندوق صماخ. ۱۱- طول دیاستم بالا: از عقب دندان‌های پیش تا جلوی اولین دندان فکی. ۱۲- طول شکاف کامی جلویی. ۱۳- ارتفاع جمجمه. ۱۴- طول آرواره پایین. ۱۵- طول اولین دندان آسیای پایین. ۱۶- طول ردیف دندان‌های آسیای پایین. ۱۷- ضخامت دیاستمای پایین. ۱۸- کمترین فاصله کپسول‌های شنوایی.

اندازه‌گیری با استفاده از کولیس عقربه دار با دقت ۰/۰۵ میلی‌متر انجام شده است. تحلیل آماری تک متغیره و چند متغیره با استفاده از نرم‌افزار SPSS و Biomeco انجام گرفت. به منظور افزایش تعداد داده‌ها از کتاب پستانداران ایران دکتر اعتماد، ۱۳۵۷ استفاده گردید.



شکل ۱- محل‌های نمونه برداری.

Fig 1. Localities of sampling.



شکل ۲- صفات جمجمه‌ای اندازه‌گیری شده در رات ترکستانی
 Fig 2. The cranial characters of the *R. turkestanicus*.

مطالعه صفات کروموزومی

برای تهیه کاریوتیپ از مغز قرمز استخوان، ابتدا حیوان را بوسیله اتر بیهوش کرده، سپس آن را وزن نمودیم و به ازای هر گرم وزن بدن ۱٪ سی سی محلول وین بلاستین به زیر پوست ناحیه شکم حیوان تزریق کرده، حیوان را به قفس خود منتقل کردیم تا به هوش آید. بعد از ۱-۲ ساعت حیوان را تشریح نمودیم. استخوان ران را تمیز و سپس مغز استخوان آن را در بوته چینی محتوی محلول کلرور پتاسیم (۵۶٪ گرم کلرور پتاسیم در ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر فاقد یون منیزیم و کلسیم) قرار دادیم و با سرنگ همگن کردیم. بوته چینی را به مدت ۱۵ دقیقه در اتو ۳۷ درجه سانتی گراد قرار دادیم. سپس محلول را به درون لوله سانتریفوژ ریخته و ۱/۵ تا ۲ سی سی فیکساتور به آن اضافه کرده، با پیپت پاستور آن را به آرامی مخلوط کردیم و ۲۰ دقیقه در هوای آزاد قرار دادیم. سپس به مدت ۱۰ دقیقه عمل سانتریفوژ را با دور ۵۰۰ انجام دادیم. پس از خارج کردن لوله سانتریفوژ محلول روئی را دور ریخته و به رسوب باقیمانده ۵ سی سی فیکساتور اضافه کردیم و با پیپت پاستور به آرامی هم زدیم و عمل سانتریفوژ را به مدت ۱۰ دقیقه با دور ۵۰۰ انجام دادیم. این عمل دو بار تکرار شد و بار سوم به رسوب مغز استخوان ۱ سی سی فیکساتور اضافه کرده و پس از هم زدن،

لام‌های سرد شده را از داخل فریزر بیرون آورده و از ارتفاع یک متری یک قطره محلول حاوی سلول‌های مغز استخوان را روی هر لام چکاندیم. لام‌ها را توسط شعله خشک کرده و با محلول گیمسای ۶٪ به مدت ۲۰-۱۵ دقیقه رنگ‌آمیزی نمودیم. از کاربوتیپ‌ها با درشت‌نمایی ۱۰۰×۱۰ عکس گرفتیم و عکس‌ها به صورت ۱۵×۱۰ ظاهر شدند و برای مرتب کردن با استفاده از دستگاه اگراندیسمان کروموزم‌ها را بزرگتر نمودیم.

جدول ۲- مشخصات صفات ظاهری و مجموعه‌ای رات ترکستانی.

Tab 2.: Variation in means of 23 skin and skeletal characters in *R. turkestanicus*.

C.V.	S.D.	variance	mean	variables
15.05	27.13	736.20	180.25	V1 : length of head and trunk
18.39	28.59	817.45	155.50	V2 : length of tail
13.83	.16	0.026	1.1700	V3 : length of ear
7.03	2.50	6.27	35.625	V4 : length of rear foot
6.26	1.24	1.55	19.875	V5 : Body weight
7.78	3.20	10.23	41.24	V6 : length of occipitonasal
9.37	3.42	11.72	36.52	V7 : length of condilobasal
8.47	1.31	1.717	15.47	V8 : length of nasal bone
14.71	.68	0.460	4.611	V9 : width of nasal bone
7.24	1.46	2.14	20.20	V10 : width of zygomatic
6.75	.4	0.158	6.161	V11 : intraorbital dist.
4.25	.68	0.469	16.12	V12 : width of cranial box
6.74	.47	0.22	6.958	V13 : length of upper molars
6.71	.45	0.205	6.744	V14 : length of tympanic bullae
7.55	.33	0.112	4.430	V15 : width of tympanic bullae
10.79	1.23	1.519	11.42	V16 : length of upper diastema
8.57	.68	0.461	7.919	V17 : length of palatine foraminae
6.17	.74	0.556	12.09	V18 : hight of cranium
8.99	2.47	6.104	27.48	V19 : length of lwer jaw
14.95	.29	0.086	1.961	V20 : length of first lower molar
7.71	.53	0.279	6.853	V21 : length of lower molars
11.40	.48	0.231	4.217	V22 : width of lower diastema
15.78	.71	0.506	4.506	V23 : least intra

نتیجه و بحث

نتایج مطالعات مورفولوژیک

- صفات ظاهری: لاله گوش در رات ترکستانی نسبتاً بزرگ است و اگر به جلو خم شود به آسانی به چشم‌ها می‌رسد. دم این جانور در مقایسه با دم رات سیاه در پشت و شکم دو رنگ دارد به این صورت که موهای خیلی کوتاه و ظریفی روی دم رویده است. رنگ این موها در سطح بالایی متمایل به قهوه‌ای و در سطح زیرین دم سفید است. حد فاصل رنگ تیره پشت و سفید شکم واضح است. حال آنکه در رات سیاه دم یک رنگ است. رنگ پشت دست‌ها و پاها مانند رنگ پشت بدن، خاکستری و کف آنها سفید است. روی هم رفته موها در قسمت انتهایی دست و پا روشن‌تر می‌باشد. کف دست و پا برهنه است.

در دست فقط چهار انگشت وجود دارد. انگشت شماره ۱ تقریباً از بین رفته و به صورت دکمه مانند است. انگشت شماره ۵ از انگشت شماره ۲ کوچکتر است. انگشت سوم و چهارم تقریباً مساوی و بلندترین انگشتان دست هستند. در کف دست پنج پینه واضح دیده می‌شود که سه تای جلویی آنها در بین انگشتان و دو تای دیگر در عقب کف دست قرار گرفته‌اند.

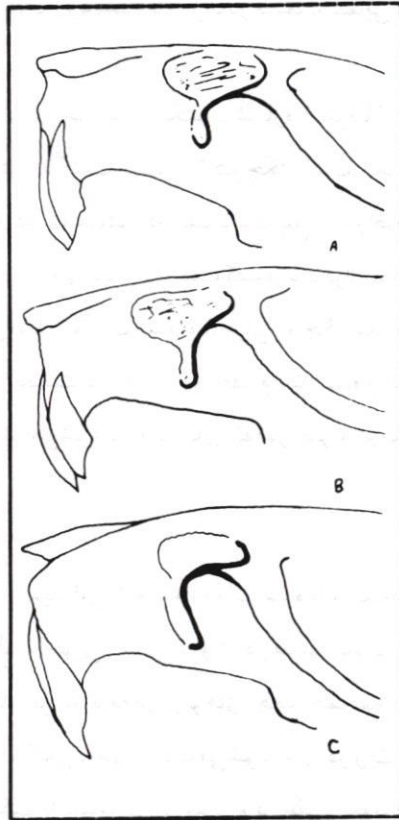
پا دارای پنج انگشت می‌باشد. انگشت شماره ۱ خیلی کوچک شده و تا وسط اولین بند انگشت شماره ۲ ادامه پیدا می‌کند و انگشت دوم و سوم و چهارم بلند بوده و انگشت پنجم کوتاه‌تر از آنها است. در کف پاشش پینه دیده می‌شود که چهار تای آنها در جلو و دو تا در عقب پا وجود دارد.

صفات جمجمه‌ای و دندانی

جمجمه رات ترکستانی از دید کلی از جمجمه رات سیاه قابل تشخیص نیست. لیکن تیغه‌های بالای حدقه‌ای نمونه‌های بالغ به خوبی رشد کرده و در دو طرف استخوان‌های پیشانی و آهیانه‌ای به طرف عقب ادامه پیدا می‌کنند. این دو تیغه در پهلوهای جعبه جمجمه موازی نیستند بلکه در عقب قوسی بوده (شبهه رات سیاه) و کمی به هم نزدیک می‌شوند ولی در رات قهوه‌ای تیغه‌ها بالای حدقه به صورت موازی به طرف عقب تا استخوان پس سری و در عقب و پهلوهای جمجمه به طرف پایین ادامه پیدا می‌کنند. قطر سوراخ زیر حدقه‌ای در رات سیاه و رات ترکستانی متوسط است که در بالا پهن و در پایین باریک شده است. اما اندازه این سوراخ در رات قهوه‌ای متوسط، در بالا لوزی شکل و در پایین به صورت زبانه باریکی ادامه پیدا کرده است. لبه خارجی صفحه زیگوماتیک در رات ترکستانی مستقیم است حال آنکه در رات سیاه در قسمت بالا به سمت خارج اندکی انحنا پیدا کرده و

در رات قهوه‌ای در قسمت پایین متمایل به داخل است (شکل ۳). لبه خارجی زائده صدفی در نمونه‌های رات قهوه‌ای رات نروژی زاویه دار و در رات ترکستانی بدون زاویه است (شکل ۴). شکاف‌های کامی جلویی در رات ترکستانی و رات سیاه تا وسط اولین دندان آسیای آرواره بالا ادامه پیدا می‌کند حال آنکه در رات قهوه‌ای به اولین دندان آسیای آواره بالا نمی‌رسد.

دندان‌های پیش بالا در جلو به رنگ زرد نارنجی هستند. این دندان‌ها به طور قائم به طرف پایین ادامه دارند و دارای شکاف طولی نمی‌باشند. طرح کلی دندان‌های آسیای آرواره بالا و پایین در جنس راتوس مشابه است بدین صورت که اولین دندان آسیای آرواره بالا دارای هشت برجستگی

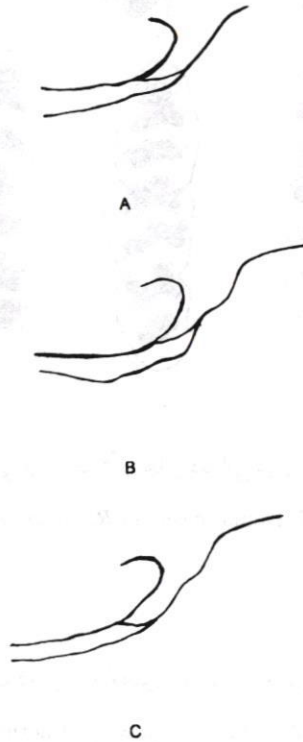


شکل ۳- تصویری شماتیک از حاشیه خارجی صفحه زیگوماتیک در الف) رات سیاه، ب) رات ترکستانی، ج) رات قهوه‌ای.

Fig 3. External edge of zygomatic plate in A) *R. rattus* B) *R. turkestanicus* C) *R. norvegicus*

است. برجستگی‌های داخلی ردیف اول و دوم کمی مجزا می‌باشند و در ردیف سوم که در بخش خلفی دندان قرار دارد برجستگی پوستر و استیل (Posterostyle) وجود ندارد. در بعضی از نمونه‌ها برجستگی کوچکی در قسمت لبی بین ردیف اول و دوم وجود دارد. دندان آسیای شماره ۲ آرواره بالا دارای شش برجستگی واضح است. ضمناً در قسمت قدامی لبی یک برجستگی بسیار کوچک در بعضی از نمونه‌ها مشاهده می‌شود. فقط در یکی از نمونه‌ها برجستگی قدامی منفرد در اولین دندان آسیای آرواره بالا مشاهده شده است (شکل ۵).

اولین دندان آسیای آرواره پایین دارای ۶ برجستگی واضح است که در سه ردیف دوتایی قرار دارد و یک برجستگی منفرد خلفی نیز در این دندان مشاهده می‌شود. در بعضی از نمونه‌ها یک یا



شکل ۴- تصویری شماتیک از لبه خارجی زائده استخوان صدفی در الف) رات ترکستانی ب) رات سیاه ج) رات قهوه‌ای.

Fig 4. External edge of squamosal process in A) *R. turkestanicus* B) *R. rattus* C) *R. norvegicus*.

دو برجستگی در حاشیه لبی دندان مشاهده می‌شود (C4). دومین دندان آسیای آرواره پایین دارای دو ردیف برجستگی میانی و یک برجستگی قدامی لبی و یک برجستگی منفرد خلفی است (شکل ۵).



شکل ۵- طرحی از برجستگی‌های دندانی در رات ترکستانی.

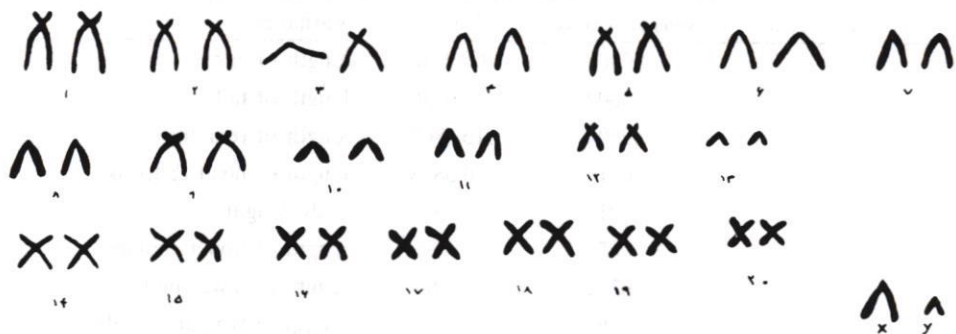
Fig 5. Dental cusps in *R. turkestanicus*.

نتایج مطالعات کروموزومی

رات پستانداری معمولی است که زیستگاه‌های وسیعی را در دنیا اشغال کرده است. براساس نظر Ellerman & Morrison-Scott (1951) این جنس را می‌توان با توجه به زیستگاه و مشخصات ریخت‌شناختی به گونه‌های مختلف تقسیم کرد. گونه‌های جنس *Rattus* براساس تعداد کروموزوم‌ها در سه تیپ جغرافیایی دسته بندی شده‌اند. تیپ آسیایی با ۴۲ کروموزوم، تیپ سریلانکایی با ۴۰ کروموزوم، تیپ اقیانوسیه‌ای با ۳۸ کروموزوم (Yosida (1973). گزارش آندره پولیاکف (۱۳۷۶) در ارتباط با وجود دو فرم کروموزومی در رات سیاه ایران و اینکه رات‌های سیاه

سواحل خلیج فارس دارای ۳۸ کروموزوم می‌باشند احتمالاً معرف منشأ اقیانوسیه‌ای این جمعیت‌های رات سیاه می‌باشد. رات‌های سیاه تهران با داشتن ۴۲ کروموزوم معرف نمونه تیپ رات سیاه آسیایی‌اند. وجود پراکندگی تیپ آسیایی رات در شرق و جنوب شرق آسیا و قسمت شمالی جنوب غرب آسیا می‌باشد. بنابر این رات‌های نوع آسیایی با ۴۲ کروموزوم شناخته می‌شوند و کاریوتیپ آنها به عنوان استاندارد جنس رات معرفی شده است. در آن ۱۳ جفت اتوزوم (از شماره ۱ تا ۱۳) آکروساتریک یا ساب متاساتریک، ۷ جفت (از شماره ۱۴ تا ۲۰) متاساتریک‌های کوچک و کروموزوم‌های جنسی X و Y نیز آکروساتریک می‌باشند.

گونه رات ترکستانی اطراف مشهد دارای ۴۲ کروموزوم است که در آن کروموزوم‌های شماره ۱، ۲، ۵، ۹ به ترتیب با اندیس کروموزومی ۲۱، ۱۶، ۳۱ و ۱۶ حالت ساب تلوساتریک را نشان می‌دهند و جفت کروموزوم شماره ۳ دارای حالت هترومورفی آکرو-ساب تلوساتریک می‌باشند. جفت شماره ۳ دارای هترومورفی ساب تلو - آکروساتریک است که در آن یکی از همولوگ‌ها حالت ساب تلوساتریک پیدا کرده است. اما همولوگ دیگر به حالت آکروساتریک باقی مانده است (شکل ۶). وجود چند ریختی کروموزومی در رات‌ها برای اولین بار توسط محققین Yossida, Nakamora & Fukaya (1965) در حیوانات جمع‌آوری شده از ژاپن گزارش شد و این محققین توانستند یک الگوی پیچیده درون و بین - گونه‌ای از پلی مورفیسم کروموزومی را نشان دهند که کارهای آنها توسط Caldarini et al (1989) که بر روی مورف‌های *R. rattus* اروپا و آفریقا کار کرده‌اند نیز تأیید شده است.



شکل ۶- کاریوتیپ رات ترکستانی اطراف مشهد.

Fig 6. The karyotype of *R. turkestanicus* of Mashhad.

گونه رات ترکستانی که در ترکمنستان، افغانستان و نپال مطالعه شده دارای ۶ جفت کروموزوم سبب تلوسانتریک می باشد که در شکل ۷ آورده شده اند. این کروموزوم ها جفت های ۱، ۲، ۵، ۸، ۹ و ۱۲ می باشند. که نوع نپالی فقط دارای چهار جفت ۱، ۲، ۹ و ۱۲ می باشد (Calderini et al. (1989)

نتایج مطالعات مورفومتريک

الف- تحلیل تک متغیره

نسبت طول سر و بدن به طول دم در نمونه های رات ترکستانی اطراف مشهد با ۲۰ نمونه رات سیاه مربوط به نقاط مختلف ایران (دکتر اعتماد ۱۳۵۷) مقایسه شده است. طول دم در رات ترکستانی کوتاه تر از سر و تنه و میانگین نسبت طول سر و تنه به طول دم ۱/۱۷ می باشد. اما میانگین این نسبت در گونه رات سیاه ۰/۷۶ بوده است.

آنالیز واریانس تک متغیره (با سطح معنی داری ۰/۰۵) صفات مورفومتريک ظاهری و جمجمه ای نشان می دهد که تفاوت صفات ظاهری (طول سر و بدن، طول دم، طول گوش، طول پای عقب) در گونه رات ترکستانی با گونه های رات سیاه و قهوه ای معنی دار است؛ بطوریکه رات ترکستانی دارای طول سر و بدن، طول گوش و طول پای عقب بلندتر ولی طول دم و وزن کمتری نسبت به سایرین می باشد (جدول ۳).

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات مورفومتريک ظاهری و جمجمه ای رات ترکستانی با رات سیاه و رات قهوه ای.

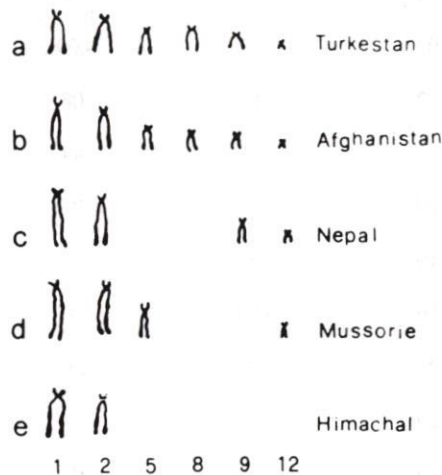
Tab 3. Comparison of external and cranial morphometrics of *R. turkestanicus* with *R. rattus* and *R. norvegicus*. ($P < 0.05^*$, $P < 0.01^{**}$, $P > 0.001^{***}$).

significance degree	significance levels	F ratio	Variables
***	.0000	68.9340	length of ear
***	.0002	18.0856	length of tail
***	.0004	16.4862	length of rear foot
***	.0010	10.3828	length of head & trunk
***	.0010	12.3871	body weight
**	.0053	7.5935	length of upper molars
**	.0202	5.1204	length of lower molars
**	.0361	4.1783	length of tympanic bullae
-	.0521	3.6200	mean of lower length
-	.0548	3.5470	width of tympanic bullae
-	.373	4.1280	length of upper diastema

مقایسه میانگین ۱۸ صفت جمجمه‌ای در نمونه‌ها نشان می‌دهد که میانگین طول ردیف دندان‌های آسیای آرواره بالا در گونه رات سیاه اختلاف مقدار معنی دار با رات قهوه‌ای و رات ترکستانی دارد. طول صندوق صماخ، دو گونه رات قهوه‌ای را از رات ترکستانی و عرض صندوق صماخ رات ترکستانی را از رات سیاه جدا می‌کند. میانگین طول دیاستم آرواره بالا دارای اختلاف معنی دار بین رات قهوه‌ای و رات ترکستانی است. همچنین میانگین طول آرواره پایین بین دو گونه رات قهوه‌ای و رات سیاه دارای اختلاف مقدار معنی دار است. ردیف دندان‌های آسیای آرواره بالا و پایین در این دو گونه دارای اختلاف معنی دارند. ضمناً اولین دندان آسیای آرواره پایین رات ترکستانی دارای سطح سایندگی عریض تر است (جدول ۳).

ب- تحلیل چند متغیره

در تحلیل مؤلفه‌های اصلی کلیه نمونه‌های متعلق به سه گونه به عنوان یک مجموعه مشترک برای ۱۸ صفت جمجمه‌ای و ۴ صفت ظاهری با هم مقایسه شد. در این روش امکان مقایسه نمونه‌ها و میزان تأثیر هر متغیر بر مؤلفه و نمونه‌ها مشخص می‌گردد. بر این اساس، مؤلفه‌های ۱ تا ۴ به ترتیب ۱۳/۴۹، ۵/۱۷، ۳۴/۸ و ۳۷/۶ واریانس کل را به خود اختصاص می‌دهند. در صفحه حاصل از مؤلفه‌های I و II (شکل ۸) بیشترین نقش در تمایز نمونه‌ها متعلق به مطالعه طول ردیف دندان‌های



شکل ۷- طرح شماتیک از کروموزوم‌های ساب‌تلوسانتریک در جمعیت‌های مختلف رات ترکستانی.

Fig 7. Schematic drawing of subtelocentric chromosomes of different populations of the *R. turkestanicus*.

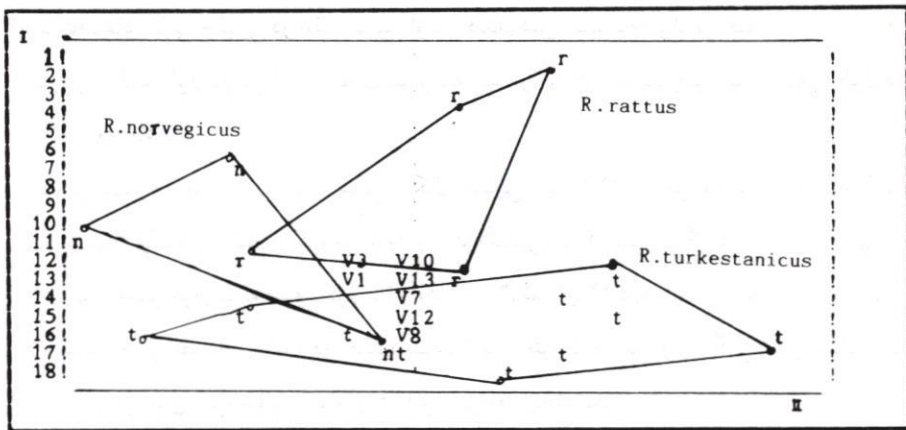
آسیای آرواره بالا (V8)، طول شکاف کامی جلویی (V12) و پهنای جمجمه (V7) دارند که اختلاف بین رات ترکستانی و سایر گونه‌ها را نشان می‌دهد. این صفات با عرض صندوق صماخ (V10) همبستگی معکوس دارند. مقادیر بردارهای ویژه مؤلفه‌های I و II برای ۱۸ صفت جمجمه‌ای در جدول ۴ آمده است.

جدول شماره ۴- مقادیر بردارهای ویژه مؤلفه I و II برای ۱۸ صفت جمجمه‌ای

Tab 4. Amounts of specific vectors I,II main for 18 cranial characteristics.

Variables	Vector I	Vector II	Vector III	Vector IV
-02	-32	.07	-10	-02
-05	-33	-01	-06	-05
-10	-26	.21	.13	-10
-07	-25	.13	-12	-07
-05	-32	.01	-12	-05
-33	-27	-09	-23	-33
-40	-22	-15	.34	-40
-16	-07	-52	-09	-16
-11	-22	.12	.06	-11
.25	-11	.31	.44	.25
.11	-29	.14	.07	.11
.24	-19	-32	.32	.24
.47	-16	-03	-.47	.47
-04	-26	.20	-04	-04
.29	-20	-22	.44	.29
-16	-05	-.47	.02	-16
-14	-28	.08	-.14	-14
.44	-19	-30	-.13	.44

نتایج مطالعات آماری نشان میدهد که اگرچه مجموعه رات ترکستانی و رات سیاه ظاهراً بسیار مشابه اند اما بعضی از متغیرهای مجموعه ای می تواند این دو گونه را از هم جدا کند. صفات ظاهری طول دم نسبت به سر و تنه و رنگ دم این دو گونه را کاملاً از یکدیگر جدا می کند. انتشار جغرافیای رات ترکستانی اطراف مشهد و بطور کلی شمال خراسان معرف محدوده غربی انتشار این گونه است که بیشتر در نواحی شمالی افغانستان، پاکستان، هند و جنوب ترکمنستان می باشد. گرچه ضیایی ۱۳۷۵ به وجود این گونه در جنوب خراسان و سواحل جنوبی ایران اشاره کرده است لیکن تاکنون گزارش دیگری در تأیید آن دریافت نشده است.



شکل ۸- نتایج حاصل از آنالیز مؤلفه های اصلی برای ۱۸ صفت مجموعه ای در سه گونه رات بر روی محورهای I و II: (V8) طول ردیف دندان های آسیای آرواره بالا (V12): پهنای مجموعه (V10): عرض صندوق صماخ.

Fig 8. Principal components analysis among 18 cranial characters in axis I and II.

مشخصات رات ترکستانی به اختصار عبارت اند از:

- ۱- وجود لاله گوش نسبتاً بزرگ که هرگاه به جلو خم شود به آسانی به چشم می رسد.
- ۲- تیغه های فوق حدقه ای در نمونه های بالغ به خوبی رشد کرده و در دو طرف استخوان های پیشانی و آهیانه به طرف عقب ادامه پیدا می کنند. این دو تیغه در طرفین جعبه مغزی موازی نیستند بلکه در عقب قوسی بوده و کمی به هم نزدیک می شوند.

مشخصات رات ترکستانی به اختصار عبارت‌اند از:

- ۱- وجود لاله گوش نسبتاً بزرگ که هرگاه به جلو خم شود به آسانی به چشم می‌رسد.
 - ۲- تیغه‌های فوق حدقه‌ای در نمونه‌های بالغ به خوبی رشد کرده و در دو طرف استخوان‌های پیشانی و آهیانه به طرف عقب ادامه پیدا می‌کنند. این دو تیغه در طرفین جعبه مغزی موازی نیستند بلکه در عقب قوسی بوده و کمی به هم نزدیک می‌شوند.
 - ۳- سوراخ زیر حدقه‌ای دارای عرض متوسط است که در بالا پهن و در پایین باریک است.
 - ۴- لبه خارجی صفحه زیگوماتیک مستقیم است.
 - ۵- زائده صدفی دارای حاشیه خارجی بدون زاویه می‌باشد.
 - ۶- شکاف‌های کامی جلویی در عقب تا بین اولین دندان‌های آسیا ادامه پیدا می‌کند.
 - ۷- دم دو رنگ و طول دم کوتاه‌تر از طول سر و تنه است و میانگین نسبت طول سر و تنه به طول دم ۱/۱۷ می‌باشد.
 - ۸- کاریوتیپ رات ترکستانی مشابه سایر اشکال آسیایی رات با ۴۲ کروموزوم است که وارونگی پری سانتریک در بعضی از کروموزوم‌های آکروساتریک آن صورت گرفته است. در حالی که در نمونه‌های مربوط به مشهد کروموزوم‌های ۱، ۲، ۵، ۹ و ۱۲ دارای ساب تلوساتریک هستند. چنین تصور می‌شود که حالت ساب تلوساتریک بر اثر وارونگی پری سانتریک کروموزوم‌های آکروساتریک اولیه در این نمونه‌ها ایجاد شده است.
- از دیدگاه اکولوژیک نیز این نکته جالب توجه است که رات ترکستانی اطراف مشهد در تابستان در بالای درختان میوه زندگی و در آن محل تولید مثل می‌کند.

نشانی نگارندگان: فاطمه سید موسوی، دکتر جمشید درویش و منصور علی آبادیان. مشهد دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده علوم.