

بررسی مقدماتی دو شکلی جنسی جمجمه خرگوش غربی (*Lepus europaeus*) در ایران

- **ندا بهداروند***: گروه محیط زیست، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، صندوق پستی: ۴۹۱۳۸-۱۵۷۳۹
 - **حمیدرضا رضایی**: گروه محیط زیست، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، صندوق پستی: ۴۹۱۳۸-۱۵۷۳۹
 - **سهیل ایگدری**: گروه شیلات، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، صندوق پستی: ۴۱۱۱
 - **فرزانه قنبری**: گروه محیط زیست، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، صندوق پستی: ۴۱۱۱
 - **محمد نصرتی**: دفتر تنوع زیستی و حیات وحش، سازمان محیط زیست، تهران
 - **بهاره شهریار**: دفتر تنوع زیستی و حیات وحش، سازمان محیط زیست، تهران
- تاریخ دریافت: فروردین ۱۳۹۵ تاریخ پذیرش: تیر ۱۳۹۵

چکیده

دو شکلی جنسی یک پدیده رایج زیستی است که به بررسی تفاوت ساختارهای بدن نرها و ماده‌های یک جمعیت یا گونه می‌پردازد. این مطالعه با هدف بررسی الگوی دو شکلی جنسی خرگوش غربی (*Lepus europaeus*) در ایران با استفاده از روش ریخت‌سنجی هندسی به اجرا در آمد. به این منظور ۵۳ لندرمارک در تصاویر دو بعدی مربوط به نماهای پشتی، جانبی و شکمی تعداد ۷۰ جمجمه خرگوش (۳۹ ماده و ۳۱ نر) تعیین شد. پس از تحلیل پروکراست، داده‌های حاصل با استفاده از تحلیل چند متغیره تابع تشخیص مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج تفاوت معنی‌داری را بین شکل جمجمه در جنس‌های نر و ماده در دو نمای پشتی و شکمی نشان داد که تایید کننده وجود دو شکلی جنسی در شکل جمجمه خرگوش غربی است. براساس یافته‌ها، بیش‌ترین اختلاف مشاهده شده مربوط به استخوان‌های کمان زیگوماتیک و پوزه است. به‌طور کلی جمجمه در جنس ماده نسبت به نر تمایل به کشیده‌تر شدن پوزه و کمان زیگوماتیک کوتاه‌تر دارد.

کلمات کلیدی: خرگوش غربی (*Lepus europaeus*)، جمجمه، دو شکلی جنسی، ریخت‌سنجی هندسی



مقدمه

در اغلب موجودات زنده، تفاوت بین جنس‌های نر و ماده فراتر از تفاوت در اندام‌های تولیدمثلی است. در برخی موارد ویژگی‌هایی مانند تفاوت در اندازه بدن، شکل، رنگ و وزن اختلاف‌های معنی‌داری را بین دو جنس نشان که دو شکلی جنسی نامیده می‌شود (Akpobasa, 2012). دو شکلی جنسی پدیده‌ای رایج در بسیاری از گونه‌های جانوری است (Andersson, 1994; Schoener, 1977) و مکانیسم‌های تکاملی مختلفی به‌منظور توسعه دو شکلی جنسی در انواع جانوران شناخته شده است، با این وجود بسیاری از آن‌ها را می‌توان توسط سه نیروی اصلی انتخاب جنسی، باروری و انتخاب آشیان متفاوت که بر نرها و ماده‌های یک جمعیت عمل می‌کنند خلاصه کرد (Kaliontzopoulou و همکاران 2007).

جدا از تفاوت‌های جنسی در اندازه بدن، قسمت‌های مختلف بدن هر جنس که به دلیل انتخاب‌های متفاوت در مسیر تکاملی تحت تاثیر دو شکلی جنسی قرار گرفته‌اند، اهمیت ویژه‌ای در پژوهش‌های مرتبط با دو شکلی جنسی دارند (Butler و Losos, 2002). دو شکلی جنسی ممکن است هم در اندازه و هم شکل جاندار رخ دهد (قنبری و همکاران، 2013؛ Sanger و همکاران، 2013). اگر چه دو شکلی جنسی بر پایه اندازه در زمینه‌های مختلف زیستی مطالعه شده است (Fairbairn و همکاران 2007)، اما دو شکلی جنسی بر پایه شکل که به بررسی تفاوت‌ها در نسبت‌های ساختارهای بدن نرها و ماده‌های یک جمعیت یا گونه مانند تزئینات اغراق آمیز، طول اندام‌ها، شکل پوزه و جمجمه اشاره دارد، به‌مراتب کم‌تر مورد مطالعه قرار گرفته است (Gidaszewski و همکاران، 2009؛ Butler و همکاران، 2007؛ Leigh و Cheverud، 1991). بررسی دقیق الگوهای تفاوت میان نر و ماده و میزان درجه‌ای که این صفات (الگوها) تغییر می‌کنند یک کلید مهم در پژوهش‌های بوم‌شناسی تکاملی محسوب می‌شود (Velickovic, 2006). با این وجود، مطالعاتی که دو شکلی جنسی را در گونه‌های پستاندار کوچک جثه از قبیل خرگوش‌سانان و به‌ویژه خانواده Leporidae بررسی کرده‌اند بسیار اندک است (Ralls, 1976). خانواده Leporidae، با گستره پراکنش جهانی، از راسته خرگوش‌سانان شامل رابیت‌ها و خرگوش‌های واقعی با 11 جنس است (Demirbas و همکاران، 2013). جنس *Lepus* که خرگوش‌های واقعی را شامل می‌شود یکی از گروه‌های پستاندار با پراکندگی بسیار وسیع است. این جنس به‌طور طبیعی در همه مناطق جغرافیای زیست‌جانوری (به استثناء استرالیا، نیوزیلند، آرزانتین و شیلی) که جنس *Lepus* توسط انسان معرفی شده است) پراکنش دارد (Demirbas و همکاران، 2014). براساس داده‌های ریخت‌شناختی، ممکن است حدود 15 تا

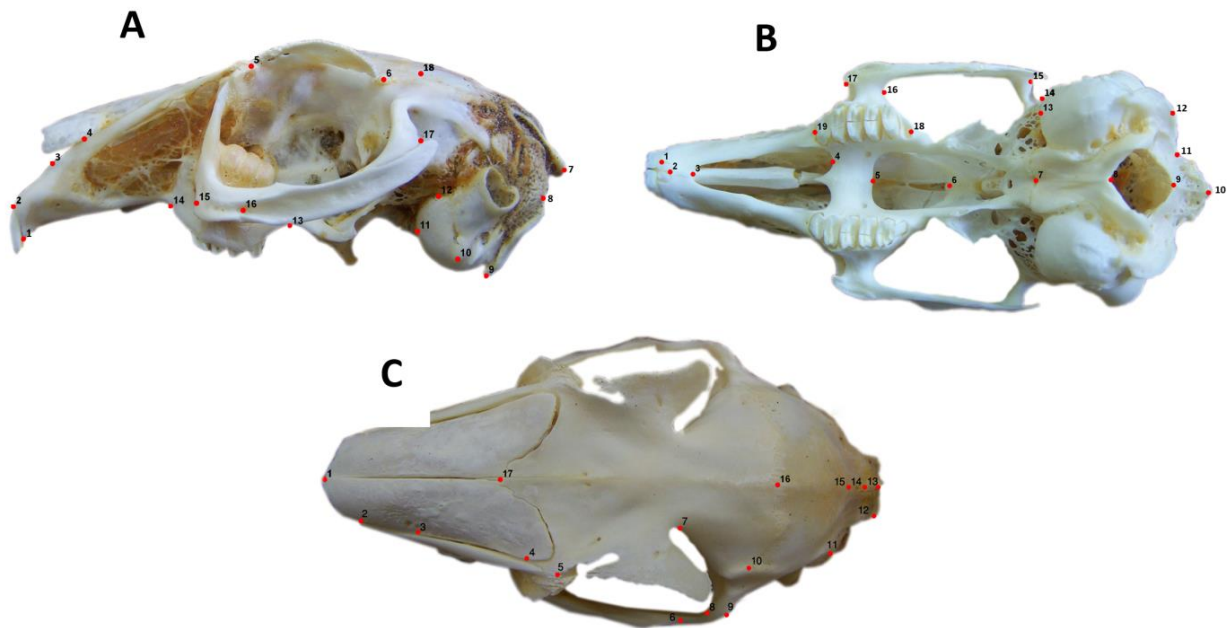
30 گونه در جنس *Lepus* وجود داشته باشد (Demirbas و همکاران، 2014؛ Alves و همکاران، 2002). یکی از گونه‌های جنس *Lepus* خرگوش قهوه‌ای اروپایی یا خرگوش غربی (*Lepus europaeus*) است که گسترده‌ترین گونه خرگوش در منطقه پالنارکتیک است (Demirbas و همکاران، 2013). پراکنش جهانی خرگوش غربی شامل غرب اروپا، شمال فلسطین اشغالی، شمال عراق و غرب ایران است (Demirbas و همکاران، 2014). این گونه در ظاهر به‌وسیله داشتن گوش خیلی بلند با انتهای گرد و نوک سیاه و پای عقب بزرگ‌تر و داشتن شش دندان فکی در نیمه فک بالا مشخص می‌گردد. خرگوش غربی که پایه بسیاری از سیستم‌های طعمه-طعمه‌خوار را تشکیل داده است عموماً شب‌فعال بوده و عادت به علف‌چری دارد (Demirbas و همکاران، 2010). Cabon-Raczynska (1964) تنوع ریختی خرگوش غربی را مورد بررسی قرار داد و هیچ گونه داده‌ای درباره دو شکلی جنسی جمجمه آن‌ها ارائه نکرد. Demirbas و همکاران (2014) با استفاده از ریخت‌سنجی سنتی شماری از ویژگی‌های مرتبط با جمجمه و شکل بدن خرگوش‌ها، شواهدی از تنوع جغرافیایی را در بین جمعیت‌های خرگوش غربی مشاهده نمود، اما تفاوت معنی‌داری میان جنس‌های نر و ماده گزارش نشد.

در سال‌های اخیر، روش ریخت‌سنجی هندسی به‌عنوان ابزاری قدرتمند به‌منظور مطالعه ساختارهای ریختی پیچیده ابداع شده است، که نسبت به روش‌های سنتی قابلیت بیش‌تری برای نشان دادن تفاوت موجود در شکل‌های زیستی دارد (Lessa و D'Anatro, 2006). اساس این روش مبتنی بر مختصات لندمارک‌ها است که برای تحلیل تغییر شکل در نمونه‌های مورد مطالعه، استفاده می‌شود (Rohlf و Marcus, 1993). با توجه به این‌که اطلاعات چندانی در مورد وضعیت دو شکلی جنسی خرگوش غربی در کشور وجود ندارد، پژوهش حاضر با هدف بررسی الگوهای دو شکلی جنسی در شکل جمجمه خرگوش غربی با استفاده از روش ریخت‌سنجی هندسی انجام شد.

مواد و روش‌ها

محدوده مورد مطالعه نواحی شمال، شمال‌غرب، غرب و جنوب کشور را در برمی‌گیرد. این مناطق در مجموع به‌عنوان محدوده پراکنش خرگوش‌های غربی در ایران معرفی شده است (ضیایی، 1387). در این بررسی طی سال‌های 1390 تا 1394، 70 جمجمه خرگوش بالغ شامل 31 نر و 39 ماده از موزه تاریخ طبیعی و ذخایر ژنتیکی سازمان محیط زیست، تلفات جاده‌ای و شکارچیان متخلف جمع‌آوری شد.





شکل ۱: موقعیت، شماره و تعریف لندمارک‌ها و شبه لندمارک‌های استفاده شده برای تحلیل ریختی مجموعه‌ها

(A) نمای جانبی: ۱- نقطه تقاطع بین پیش فک (Premaxilla) و انتهای خلفی حفره دندان پیشین، ۲- داخلی‌ترین نقطه دندان پیشین در استخوان فک، ۳- برجستگی میانی پیش فک بین لندمارک‌های شماره ۲ و ۴، ۴- قدامی‌ترین نقطه درز بین بینی و پیش فک، ۵- قدامی‌ترین نقطه درز بین استخوان اشکی (Lacrimal) و صفحه زیگوماتیک، ۶- نقطه تقاطع درز بین آهیانه و استخوان اسکواموزال (Squamosal) و درز بین فرونتال و قسمت اسکواموزال استخوان گیجگاهی (Temporal)، ۷- انتهای‌ترین نقطه برجستگی استخوان پس سری، ۸- انتهای‌ترین نقطه استخوان پس سری در لبه عمودی استخوان پس سری، ۹- قدامی‌ترین نقطه زائده پارا اکسیپیتال (Paraoccipital)، ۱۰- شکمی‌ترین نقطه صندوق صماخ (Tympenic bulla)، ۱۱- قدامی‌ترین نقطه صندوق صماخ، ۱۲- نقطه برخورد صندوق صماخ و استخوان بازی اسفونوئید (Basisphenoid)، ۱۳- انتهای‌ترین نقطه دندان آسیاب (Molar) روی زائده حفره دار فک بالا، ۱۴- قدامی‌ترین نقطه دندان آسیاب روی زائده حفره دار فک بالا، ۱۵- قدامی‌ترین فرورفتگی استخوان زیگوماتیک بالای ابتدایی‌ترین برجستگی آن، ۱۶- ابتدایی‌ترین نقطه فرورفتگی جانبی استخوان زیگوماتیک، ۱۷- انتهای‌ترین نقطه اتصال اسکواموزال به زیگوماتیک، ۱۸- نقطه روی لبه پستی مجموعه در مقابل لندمارک شماره ۱۷.

(B) نمای شکمی: ۱- جانبی‌ترین نقطه درز حفره دندان پیشین، ۲- قدامی‌ترین درز بین پیش فک‌ها، ۳- قدامی‌ترین نقطه فورامن پیشین (Incisive foramen)، ۴- انتهای‌ترین نقطه فورامن پیشین، ۵- قدامی‌ترین نقطه فورامن کامی (Palatine foramen)، ۶- انتهای‌ترین نقطه فورامن کامی، ۷- انتهای‌ترین نقطه درز میانی (Median suture) استخوان کامی (Palatine bone)، ۸- قدامی‌ترین نقطه فورامن مگنوم (Foramen magnum)، ۹- انتهای‌ترین نقطه فورامن مگنوم، ۱۰- انتهای‌ترین نقطه کندیل استخوان پس سری (Occipital condyle)، ۱۱- جانبی‌ترین نقطه کندیل استخوان پس سری، ۱۲- انتهای‌ترین نقطه صندوق صماخ، ۱۳- قدامی‌ترین نقطه صندوق صماخ، ۱۴- نقطه برخورد نقطه صندوق صماخ و Muscularis processus، ۱۵- نقطه انتهای خمیدگی بیرونی آرک زیگوماتیک، ۱۶- نقطه ابتدایی خمیدگی داخلی آرک زیگوماتیک، ۱۷- نقطه ابتدایی صفحه زیگوماتیک، ۱۸- انتهای‌ترین نقطه حفره دندان آسیاب سوم، ۱۹- قدامی‌ترین نقطه حفره دندان آسیاب اول.

(C) نمای پشتی: ۱- قدامی‌ترین نقطه درز میان بینی، ۲- قدامی‌ترین نقطه درز بین بینی و پیش فک، ۳- خط عمود از میانه لندمارک‌های ۱ تا ۱۷ درز بین بینی و پیش فک، ۴- نقطه ابتدایی نوک اوربیتال بالایی در سطح فرو رفتگی بین اوربیتال، ۵- انتهای جانبی درز پیشانی (Frontal)- فک، ۶- قدامی‌ترین نقطه اتصال اسکواموزال به استخوان زیگوماتیک، ۷- لبه پیشانی در انتهای‌ترین نقطه فرورفتگی خلفی آرک زیگوماتیک، ۸- نقطه خمیدگی ریشه اسکواموزال آرک زیگوماتیک، ۹- نقطه انتهای ریشه اسکواموزال آرک زیگوماتیک، ۱۰- قاطع خط گیجگاهی و درز بین استخوان آهیانه و اسکواموزال، ۱۱- جانبی‌ترین نقطه بالای اکسیپیتال (Occipital)، ۱۲- جانبی‌ترین نقطه لبه انتهای اکسیپیتال، ۱۳- نقطه میانی لبه انتهای اکسیپیتال، ۱۴- نقطه میانی درز بین اکسیپیتال و آهیانه میانی، ۱۵- تقاطع درز آهیانه‌های چپ و راست و درز آهیانه- آهیانه میانی، ۱۶- درز پیشانی - آهیانه، ۱۷- نقطه اتصال بینی و پیشانی.

لندمارک هومولوگ و ۱ شبه لندمارک و نمای جانبی ۱۷ لندمارک هومولوگ و ۱ شبه لندمارک بر اساس لندمارک‌های توصیف شده در پژوهش‌های مشابه بر روی مجموعه جوندگان Tabatabaei Yazdi و Adrianes، ۲۰۱۳؛ Lessa و D'Anatro، ۲۰۰۶ که بتواند شکل کاملی از مجموعه را ارائه دهد، تعریف شد. لندمارک گذاری سه نمای مجموعه

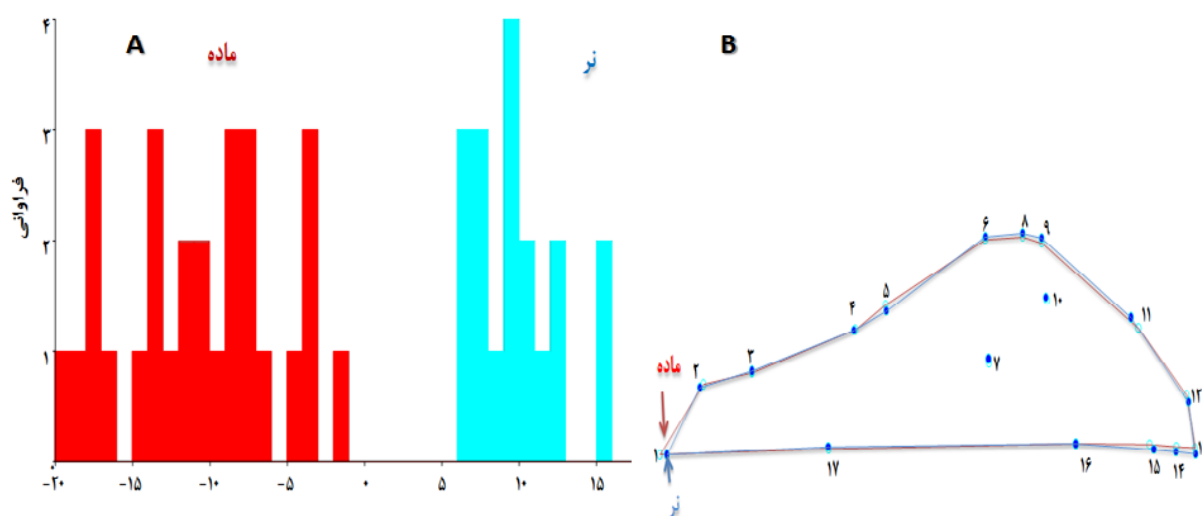
به منظور بررسی دو ریختی جنسی با استفاده از روش ریخت سنجی هندسی، از سطوح پشتی، شکمی و جانبی مجموعه تمامی نمونه‌ها با دوربین دیجیتال Kodak با قدرت تفکیک ۶ مگاپیکسل عکس برداری شد. به منظور استخراج داده‌های شکل، در نمای پشتی تعداد ۱۶ لندمارک هومولوگ و ۱ شبه لندمارک، نمای شکمی ۱۸



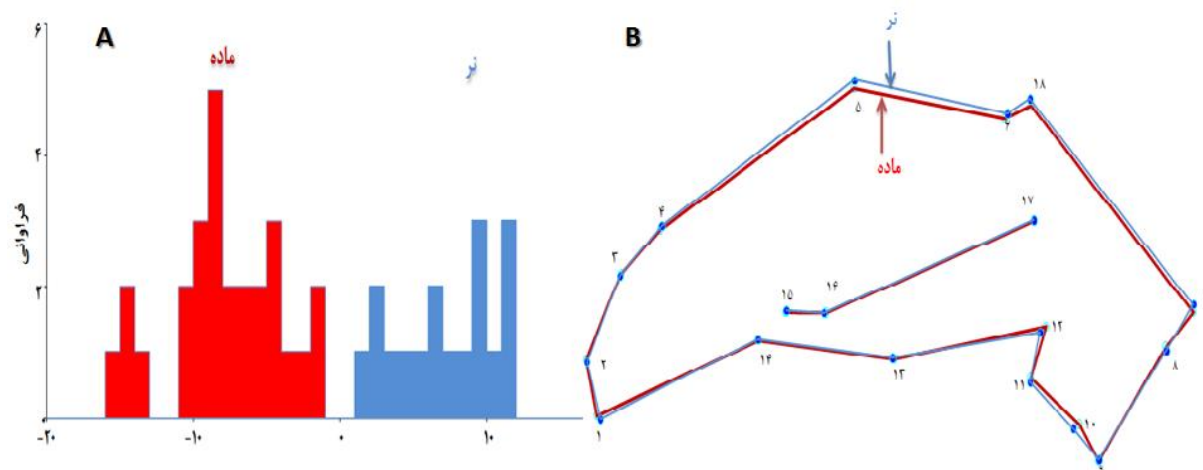
نتایج

تحلیل تابع تشخیص تفاوت معنی‌داری را بین شکل نمای پشتی جنس‌های نر و ماده نشان داد ($p=0/03$ ؛ شکل ۲A). در مقایسه گراف wireframe شکل میانگین نمای پشتی جمجمه جنس‌های نر و ماده، تفاوت عمده مربوط به استخوان پوزه و پس سری است. این تفاوت مربوط به جابجایی قدامی لندمارک شماره ۱ و جابجایی شکمی لندمارک شماره ۱۳ در جنس ماده می‌باشد (شکل ۲B).

با استفاده از نرم افزار TpsDig2 انجام شد. برای روی هم‌گذاری به منظور حذف ویژگی‌های غیرشکل شامل اندازه، مکان و جهت جایگاه لندمارک‌ها از تحلیل پروکراست (GPA) در نرم‌افزار MorphoJ استفاده شد (Zelditch, ۲۰۰۴). سپس برای مقایسه شکل جمجمه در سه نما بین دو جنس نر و ماده از تحلیل چند متغیره تابع تشخیص (DFA) با ارزش P حاصل از آزمون جایگشت (Permutation) در نرم‌افزار MorphoJ استفاده شد. شکل میانگین هر جنس با برنامه MorphoJ نسخه ۱/۲ استخراج و تفاوت شکل دو جنس با استفاده از گراف‌های wireframe مصورسازی شدند.



شکل ۲: (A) تحلیل DFA داده‌های شکل نمای پشتی جمجمه در جنس‌های نر و ماده خرگوش غربی؛ (B) گراف wireframe مقایسه شکل میانگین جنس‌های نر و ماده

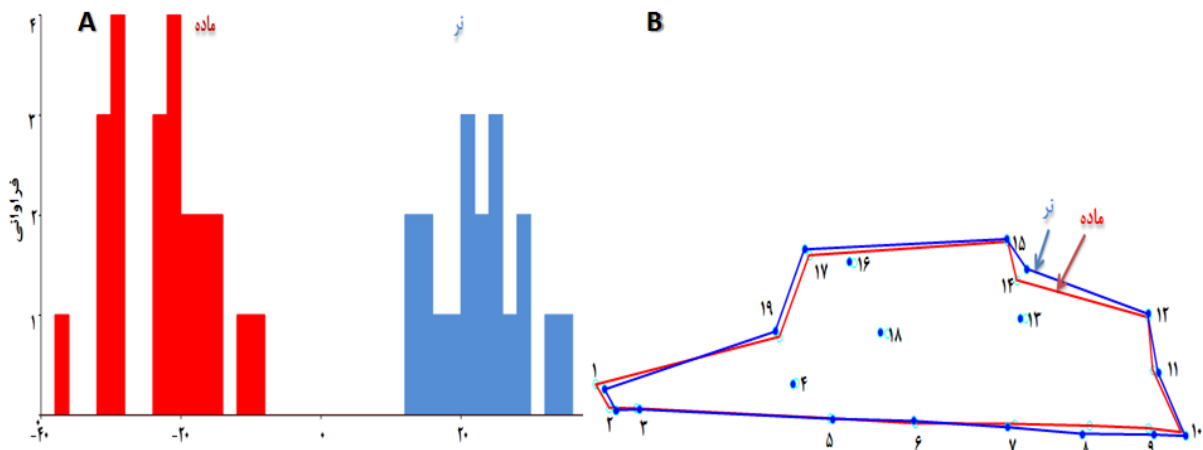


شکل ۳: (A) تحلیل DFA داده‌های شکل نمای جانبی جمجمه در جنس‌های نر و ماده خرگوش غربی؛ (B) گراف wireframe مقایسه شکل میانگین جنس‌های نر و ماده



سری، کمان زیگوماتیک و پوزه بود. براساس گراف wireframe تفاوت در نمای شکمی مربوط به جایجایی قدامی لندمارک شماره ۱ و ۲، جایجایی خلفی لندمارک شماره ۱۷ و جایجایی شکمی- قدامی لندمارک شماره ۱۴ می باشد (شکل ۴B). این امر منجر به درازتر شدن پوزه و کوچک تر بودن کمان زیگوماتیک ماده شده است. کمان زیگوماتیک در قسمت خلفی کوتاه تر است.

اگرچه تفاوت هایی در شکل نمای جانبی جمجمه جنس های نر و ماده در قسمت های انتهایی جمجمه مشاهده شد (شکل ۳B)، اما این اختلاف ها معنی دار نبودند ($p=0/37$; شکل ۳A). نتایج هم چنین نشان داد که تفاوت معنی داری در شکل نمای شکمی جمجمه جنس های نر و ماده خرگوش وجود دارد ($p=0/04$; شکل ۴A). این تفاوت عمدتاً مربوط به قسمت های استخوان پس



شکل ۴: (A) تحلیل داده های شکل نمای شکمی جمجمه در جنس های نر و ماده خرگوش غربی؛ (B) گراف wireframe مقایسه شکل میانگین جنس های نر و ماده

براساس نتایج، متغیر متمایز کننده، کشیدگی بیش تر طول پوزه در جنس ماده است. اندازه طول استخوان بینی در پستانداران نمایانگر قدرت بویایی آن ها است (Grandal-d' Anglade و López-González, 2005)؛ بنابراین، دلیل این الگوی رشد متفاوت می تواند توسعه حس بویایی در خرگوش های ماده باشد که احتمالاً می تواند مرتبط با وظایف مراقبت والدینی و یا زندگی اجتماعی این جنس باشد (Ralls, 1976). مطابق با نتایج و براساس جایجایی جایگاه لندمارک ها، کمان زیگوماتیک از لحاظ طول و ارتفاع در جنس نر نسبت به ماده بزرگ تر است که می تواند مربوط به اندازه ماهیچه های تمپورالیس (Temporalis) و جونده (Masseter) در جنس نر باشد. به عبارت دیگر این فضای اسکلتی بیش تر می تواند امکان استقرار ماهیچه های بزرگ تر و در نتیجه افزایش توانایی آن ها برای حرکت دادن آرواره را فراهم سازد (Naples و MacAfee, 2012). به علاوه کمان زیگوماتیک بزرگ تر می تواند فضای بیش تری را برای زائده کورونویید فک زیرین فراهم آورد (Liem و همکاران, 2000). نتایج هم چنین نشان داد که ناحیه استخوان پس سری جنس نر نسبت به ماده ها بزرگ تر است. بزرگی ناحیه پس سری در جنس نر می تواند به دلیل نیاز به جایگاه بیش تر برای اتصال ماهیچه های تنه ای و گردنی در این جنس باشد چرا که استخوان

بحث

Ralls (1976) و Iason (1990) دو شکلی جنسی براساس اندازه را در خرگوش های جنس *Lepus* مطالعه کردند که بر این اساس اندازه ماده ها اندکی بزرگ تر از نرها بود. زمانی که درجه دوشکلی جنسی به سود ماده ها اندک باشد، ماده ها ممکن است در برخی جمعیت ها ولی نه لزوماً در همه جمعیت ها بزرگ تر باشند. به علاوه در پژوهش های متعددی که در مورد ویژگی های ریخت سنجی جمجمه جنس *Lepus* انجام شده است، گزارشی از دوشکلی جنسی شکل جمجمه آن ها ارائه نشده است (Palacios و همکاران, 2008؛ Riga و همکاران, 2001). براساس نتایج مطالعه حاضر با استفاده از روش ریخت سنجی هندسی، وجود دو شکلی جنسی در شکل جمجمه گونه خرگوش غربی (*L. europaeus*) در ایران مورد تایید قرار گرفت، که البته درجه آن اندک بوده و مربوط به نواحی کمان زیگوماتیک، پوزه و پس سری جمجمه است. این پدیده می تواند مشابه با وجود دوشکلی جنسی در اندازه خرگوش بوده (Iason, 1990؛ Ralls, 1976) و در برخی جمعیت ها بارز (Linclon, 1974) و در برخی دیگر قابل ردیابی و شناسایی نباشد (Demirbas و همکاران, 2014).



۱۲. Demirbas, Y. and Albayrak, İ., ۲۰۱۴. The taxonomic status and geographic distribution of the European hare (*Lepus europaeus* Pallas, ۱۷۷۸) in Turkey (Mammalia: Lagomorpha). Turk J Zool. Vol. ۳۸, pp: ۱۱۹-۱۳۰.
۱۳. Fairbairn, D.J.; Blanckenhorn, W.U. and Szekely, T., ۲۰۰۷. Sex, size and gender roles. Evolutionary studies of dexualdize dimorphism. Oxford Univ. Press, New York.
۱۴. Gidaszewski, N.A.; Baylac, M. and Klingenberg, C.P., ۲۰۰۹. Evolution of sexual dimorphism of wing shape in the *Drosophila melanogaster* subgroup. BMC Evol. Biol. Vol. ۹, pp: ۱-۱۱.
۱۵. Grandal-d'Anglade, A. and López-González, F., ۲۰۰۵. Sexual dimorphism and ontogenetic variation in the skull of the cave bear (*Ursus spelaeus* Rosenmüller) of the European Upper Pleistocene. Geobios. Vol. ۳۸, pp: ۳۲۵-۳۳۷.
۱۶. Iason, G.R., ۱۹۹۰. The effects of size, age and a cost of early breeding on reproduction in female mountain hares. Ecography. Vol. ۱۳, No. ۲, ۸۱-۸۹.
۱۷. Kaliontzopoulou, A.; Carretero, M.A. and Llorente, G.A., ۲۰۰۷. Multivariate and geometric morphometrics in the analysis of sexual dimorphism variation in podarcis lizards. Journal of Morphology. Vol. ۲۶۸, pp: ۱۵۲-۱۶۵.
۱۸. Leigh, S.R. and Cheverud, J.M., ۱۹۹۱. Sexual dimorphism in the baboon facial skeleton. Am. J. Phys. Anthropol. Vol. ۸۴, pp: ۱۹۳-۲۰۸.
۱۹. Liem, K.; Bemis, W.; Walker, W.F. and Grande, L., ۲۰۰۰. Functional anatomy of the vertebrates: An Evolutionary Perspective. ۳rd edition. Belmont, California.
۲۰. Linclon, G.A., ۱۹۷۴. Reproduction and "March madness" in the Brown hare, *Lepus europaeus*. Journal of Zoology. Vol. ۱۷۴, No. ۱, pp: ۱-۱۴.
۲۱. Naples, V. L. and MacAfee, R. K., ۲۰۱۲. Reconstruction of the cranial musculature and masticatory function of the Pleistocene panamerican ground sloth *Eremotherium laurillardii* (Mammalia, Xenarthra, Megatheriidae). Historical Biology. Vol. ۲۴, pp: ۱۸۷-۲۰۶.
۲۲. Palacios, F.; Angelonea, C.; Alonsoc, G. and Reigd, S., ۲۰۰۸. Morphological evidence of species differentiation within *Lepus capensis* Linnaeus, ۱۷۵۸ (Leporidae, Lagomorpha) in Cape province, South Africa. Mamm. biol. Vol. ۷۳, pp: ۳۵۸-۳۷۰.
۲۳. Ralls, K., ۱۹۷۶. Mammals in which females are large than males. The Quarterly Review of Biology. Vol. ۵۱, pp: ۲۴۵-۲۷۶.
۲۴. Riga, F.; Trocchi, V.; Randi, E. and Toso, S., ۲۰۰۱. Morphometric differentiation between the Italian hare (*Lepus corsicanus* De Winton, ۱۸۹۸) and the European brown hare (*Lepus europaeus*). J. Zool. Vol. ۲۵۳, pp: ۲۴۱-۲۵۲.
۲۵. Rohlf, F.J. and Marcus, L.F., ۱۹۹۳. A revolution in morphometrics. Trend in Ecology and Evolution. Vol. ۸, pp: ۱۲۹-۱۳۲.
۲۶. Sanger, T.J.; Sherratt, E.; McGlothlin, J.W.; Brodie, E.D.; Losos, J.B. and Abzhanov, A., ۲۰۱۲. Convergent evolution of sexual dimorphism in skull shape using distinct developmental strategies. Evolution. Vol. ۶۷, No. ۸, pp: ۲۱۸۰-۲۱۹۳.
۲۷. Schoener, T.W., ۱۹۷۷. Competition and the niche. In: Gans C, Tinkle DW, editors. Biology of the Reptilia, Vol. ۷: Ecology and behaviour A. New York: Academic Press. pp: ۳۵-۱۳۶.
۲۸. Tabatabaei Yazdi, F. and Adriaens, D., ۲۰۱۳. 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. Zoolog. Syst. Evol. Res. Vol. ۵۱, No. ۳, pp: ۲۳۹-۲۵۱.
۲۹. Velickovic, M., ۲۰۰۶. Variability of skull morphometric characters in *Apodemus agrarius* (mammalia, Rodentia): a sexual dimorphism analysis. Biotechnology & Biotechnological Equipment. Vol. ۲۰, No. ۱, pp: ۷۸-۸۱.
۳۰. Zelditch, M.L.; Swiderski, D.L.; Sheets, H.D. and Fink, W.L., ۲۰۰۴. Geometric Morphometrics for biologists: a primer. London: Elsevier Academic Press.

پس سری بزرگ، جایگاه بیش‌تری را برای اتصال ماهیچه‌های تمپورالیس و تنه‌ای فراهم می‌سازد (Liem و همکاران، ۲۰۰۰).

براساس نتایج این تحقیق می‌توان بیان داشت که دو شکلی جنسی شکل مربوط به جمجمه احتمالاً وابسته به جنس است و ممکن است با اختلاف‌های موجود در رفتارهای قلمروطلبی، تغذیه‌ای، ضد طعمه‌خواری و استفاده از آشیان بین دو جنس در ارتباط باشد که به بررسی‌های بیش‌تری نیاز دارد. به‌علاوه از آن‌جایی که نمونه‌های مورد بررسی از مناطق مختلفی جمع‌آوری شده است، این احتمال وجود دارد که هر منطقه دارای ویژگی‌های محیطی و بوم‌شناختی متفاوت و در نتیجه ویژگی‌های ریخت‌جمجمه متفاوتی باشند. پیشنهاد می‌شود بررسی دو شکلی جنسی در جمعیت‌های مختلف براساس تفاوت منطقه‌ای مورد توجه قرار گیرد تا وجود چنین تفاوت‌هایی که می‌تواند نشان‌دهنده تاریخچه حیات یا اکومورفولوژی متفاوت باشد مشخص گردد.

منابع

۱. ضیائی، ه.، ۱۳۸۷. راهنمای صحرایی پستانداران ایران. چاپ دوم. انتشارات کانون آشنایی با حیات وحش. ۴۳۲ صفحه.
۲. قنبری، ف.؛ کابلی، م.؛ ایگدری، س. و نظامی‌بلوچی، ب.، ۱۳۹۳. بررسی دو شکلی جنسی در ویژگی‌های ریخت‌شناختی جمجمه خرس قهوه‌ای (*Ursus arctos* Linnaeus, ۱۷۵۸) در ایران با روش ریخت‌سنجی هندسی. تاکسونومی و بیوسیستماتیک. سال ۵، شماره ۱۶، صفحات ۲۱ تا ۲۶.
۳. Akpobasa, B.I.O., ۲۰۱۲. Determination of sexual dimorphism in Dutch rabbits using morphological traits. Journal of Agriculture and Veterinary Sciences. Vol. ۴, pp: ۷۷-۸۲.
۴. Alves, P.C.; Goncalves, H.; Santos, M. and Rocha, A., ۲۰۰۲. Reproductive biology of the Iberian hare, *lepus granatensis*, in Portugal. Mamm. Boil. Vol. ۶۷, pp: ۳۵۸-۳۷۱.
۵. Andersson, M., ۱۹۹۴. Sexual size dimorphism. In: Krebs JR, Clutton-Brock T, editors. Sexual Selection. Monographs in Behaviour and Ecology. New Jersey: Princeton University Press, pp: ۲۴۶-۲۹۳.
۶. Butler, M.A.; Sawyer, S.A. and Losos, J.B., ۲۰۰۷. Sexual dimorphism and adaptive radiation in *Anolis* lizards. Nature. Vol. ۴۴۷, pp: ۲۰۲-۲۰۵.
۷. Butler, M.A. and Losos, J.B., ۲۰۰۲. Multivariate sexual dimorphism, sexual selection, and adaptation in Greater Antillean *Anolis* lizards. Ecol. Monogr. Vol. ۷۲, pp: ۵۴۱-۵۵۹.
۸. Cabon-Raczynska, K., ۱۹۶۴. Studies on the European hare. ۱۱. Morphological variation of the skull. Acta Theriol. Vol. ۴, No. ۱۷, pp: ۲۴۹-۲۸۵.
۹. D'Anatro A. and Lessa, E.P., ۲۰۰۶. Geometric morphometric analysis of geographic variation in the R1'o Negro tuco-tuco, *Ctenomys rionegrensis* (Rodentia: Ctenomyidae). Mamm. biol. Vol. ۷۱, No. ۵, pp: ۲۸۸-۲۹۸.
۱۰. Demirbas, Y.; Asan, N. and Albayrak, İ., ۲۰۱۰. Cytogenetic study on the European brown hare (*Lepus europaeus* Pallas, ۱۷۷۸) (Mammalia: Lagomorpha) in Turkey. Turk J Biol. Vol. ۳۴, pp: ۲۴۷-۲۵۲.
۱۱. Demirbas, Y.; Albayrak, İ. and Yilmaz, A., ۲۰۱۳. Studies of ecomorphological variations of the European hare (*Lepus europaeus*) in Turkey. Arch. Biol. Sci. Vol. ۶۵, No. ۲, pp: ۵۵۹-۵۶۶.

