



www.ca.cdsts.ir

4th Congress for
Agriculture, Veterinary
Medicine, Environment and
Natural Resources Students

چهارمین کنگره دانشجویان

کشاورزی، دامپزشکی
محیط زیست و منابع طبیعی

بررسی استخوان شناسی لگن خرس قهوه‌ای ایران (*Ursus arctos*) یافته شده در منطقه ایلام

سهیل سبزیخت*^۲، فائزه چراغی^۱، مریم عامری^۱، فاطمه غلامی^۱، مرضیه جانی بیگی^۱، محدثه شرف خانی^۱

۱: گروه علوم آزمایشگاهی دامپزشکی، دانشکده پیرادامپزشکی، دانشگاه ایلام، ایلام

۲: گروه دامپزشکی، دانشکده پیرادامپزشکی، دانشگاه ایلام، ایلام

*پست الکترونیک: michael sabzbakht@gmail.com

چکیده

خرس قهوه‌ای ایران (*Ursus arctos*)، یکی از بزرگ‌ترین گوشتخواران بومی زاگرس، نقش مهمی در پویایی اکوسیستم‌های کوهستانی ایفا می‌کند. در این مطالعه، لاشه یک فرد بالغ این گونه که در محدوده طبیعی استان ایلام یافت شده بود، پس از پاک‌سازی تدریجی بافت‌های نرم و آماده‌سازی استاندارد استخوان‌ها شامل جداسازی بافت، چربی‌گیری و سفیدسازی، مورد تحلیل استخوان‌شناسی قرار گرفت. هدف این پژوهش، توصیف دقیق مورفولوژی کمر بند لگنی، سنجش ابعاد کلیدی از جمله فاصله میان اجزای لگنی، اندازه‌گیری‌های سهم‌محوری حفره استابولوم و ارزیابی ویژگی‌های ساختاری مرتبط با عملکرد حرکتی بود. نتایج اولیه نشان داد که لگن نمونه از نظر تقارن قابل قبول، استابولومی با عمق متوسط و نسبت‌های هندسی سازگار با گزارش‌های مربوط به خرس قهوه‌ای غرب آسیا برخوردار است؛ یافته‌هایی که می‌توانند به غنی‌سازی داده‌های مرجع استخوان‌شناسی این گونه در ایران و حمایت از پژوهش‌های تکاملی و زیست‌محیطی آینده کمک کنند.

کلمات کلیدی: خرس قهوه‌ای ایران، *Ursus arctos*؛ کمر بند لگنی؛ استخوان‌شناسی؛ مورفومتري؛ استابولوم؛ مهره‌های خاجی؛ آناتومی تطبیقی؛ زیست‌مکانیک اندام خلفی؛ حیات‌وحش ایران

مقدمه

خرس قهوه‌ای (*Ursus arctos*) یکی از بزرگ‌ترین گوشتخواران خشکی و از گونه‌های مهم حیات‌وحش ایران است که حضور آن به‌ویژه در مناطق کوهستانی زاگرس از جمله استان ایلام گزارش شده است (۳). این گونه در اکوسیستم‌های ایران نقشی کلیدی در پویایی شبکه غذایی و پایداری زیستگاه ایفا می‌کند، اما اطلاعات دقیق درباره ویژگی‌های مورفولوژیک و تنوع ساختاری جمعیت‌های آن در کشور هنوز محدود است (۱). استخوان‌شناسی به‌عنوان یکی از روش‌های بنیادی در زیست‌شناسی پستانداران، ابزار ارزشمندی برای تعیین سن، جنس، الگوهای رشد و بررسی تفاوت‌های تکاملی بین جمعیت‌ها محسوب می‌شود (۲) و تحلیل ساختارهای استخوانی، به‌ویژه کمر بند لگنی، می‌تواند اطلاعاتی درباره نسبت‌های بدنی، توانایی‌های حرکتی و



تفاوت‌های جنسی ارائه دهد. در پستانداران، لگن علاوه بر نقش تعیین‌کننده در حرکت و انتقال نیرو، از نظر مورفولوژیک یکی از مهم‌ترین شاخص‌های *sexual dimorphism* به شمار می‌رود، زیرا تفاوت‌های مرتبط با تولیدمثل، الگوهای حرکتی و جثه معمولاً در این ناحیه نمود پیدا می‌کند (۵). با توجه به اینکه داده‌های استخوان‌شناسی مرتبط با خرس قهوه‌ای ایران اندک است، مطالعه و مستندسازی اسکلت‌هایی که در طبیعت یافت می‌شوند اهمیت ویژه‌ای دارد؛ زیرا چنین داده‌هایی امکان مقایسه مورفولوژیک با جمعیت‌های دیگر، انجام تحلیل‌های تطبیقی و ایجاد بانک اطلاعاتی معتبر برای مطالعات حفاظتی و تکاملی آینده را فراهم می‌سازد (۴). بر همین اساس، هدف این پژوهش توصیف کمربند لگنی یک نمونه *Ursus arctos* یافت‌شده در منطقه طبیعی استان ایلام، ارزیابی ویژگی‌های استئولوژیک آن و ارائه اندازه‌گیری‌های استاندارد شامل فواصل لگنی، هندسه حفره استابولوم و سایر پارامترهای مرتبط با عملکرد حرکتی است تا داده‌های به‌دست‌آمده بتوانند به غنی‌سازی دانش مورفولوژیک درباره خرس قهوه‌ای ایران و ایجاد مرجعی قابل استناد برای تحقیقات آینده کمک کنند.

مواد و روش‌ها

استان ایلام که در بخش زاگرس غربی واقع شده است. به دلیل وجود ارتفاعات، جنگل‌های بلوط و تنوع اقلیمی یکی از زیستگاه‌های شناخته‌شده خرس قهوه‌ای (*Ursus arctos*) در ایران محسوب می‌شود. نمونه مورد مطالعه در یکی از نواحی طبیعی این منطقه و در پی مشاهده اتفاقی لاشه بالغ به‌دست آمد. بررسی صحرایی اولیه نشان داد که محل یافت شدن لاشه نبودن نشانه‌های تداخل انسانی و شرایط محیطی به‌گونه‌ای بود که امکان حفظ نسبی عناصر استخوانی فراهم شده است. پس از انتقال لاشه به محل مناسب، ارزیابی اولیه نشان داد که ساختار کلی استخوان‌های لگنی سالم باقی مانده و آثار تخریب سطحی محدود است؛ وضعیتی که امکان انجام تحلیل‌های مورفومتریک دقیق را فراهم می‌کرد.



تصویر-۱

استخوان‌های لگنی بر اساس پروتکل‌های پذیرفته‌شده در آناتومی تطبیقی و استخوان‌شناسی آماده‌سازی شدند. در مرحله نخست، بافت‌های نرم به‌صورت تدریجی و با دقت بالا از عناصر استخوانی جدا شدند تا هیچ‌گونه آسیبی به ساختارهای ظریف آناتومیک وارد نشود. سپس فرآیند چربی‌گیری در بنزین به‌منظور حذف چربی‌های باقی‌مانده در کانال‌ها و بافت اسفنجی استخوان انجام گرفت. پس از آن، جهت یکنواخت‌سازی رنگ و افزایش وضوح سطوح مفصلی و برجستگی‌ها، مرحله



سفیدسازی به کار گرفته شد. در پایان، استخوان‌ها در محیطی با تهویه مناسب خشک شدند و پس از اطمینان از حذف کامل رطوبت، عناصر لگنی براساس آرایش طبیعی آناتومیکی سرهم‌بندی شدند تا برای انجام اندازه‌گیری‌ها آماده باشند (تصویر-۲)



تصویر-۲

اندازه‌گیری‌های مورفولوژیک لگن به بدیل کمبود امکانات داخل دانشگاه ایلام از متر خیاطی استاندارد استفاده شد (تصویر-۱). تمامی اندازه‌ها مطابق با دستورالعمل‌های رایج در استخوان‌شناسی پستانداران و با تکرار سه‌باره هر اندازه‌گیری برای کاهش خطا ثبت شد. پارامترهای انتخاب‌شده شامل مهم‌ترین شاخص‌های مرتبط با هندسه لگن بودند: فاصله بیشینه بین ستیغ‌های ایلیم، قطر قدامی-خلفی و فوقانی-تحتانی حفره استابولوم، طول ناحیه سمفیز پوبیس، ابعاد سطح مفصلی ساکروایللیک، طول ایسکیوم، ارتفاع ایلیم، و زاویه دهانه لگن. ثبت این داده‌ها امکان تحلیل ویژگی‌های ساختاری لگن، ارزیابی نسبت‌های عملکردی مفصل ران و بررسی تفاوت‌های احتمالی مرتبط با زیستگاه و جثه فرد را فراهم ساخت.



نتایج

تحلیل کیفی کمر بند لگنی نشان داد که لگن نمونه مورد مطالعه از نظر ساختاری در وضعیت مطلوبی حفظ شده و دو نیم لگن تقارن قابل توجهی را نشان می دهند؛ به گونه ای که ایلیم، ایسکیوم و پوبیس در هر دو سمت، بدون نشانه های انحراف محوری یا تغییر شکل شدید مشاهده شدند (تصویر-۳). این تقارن ساختاری با الگوهای گزارش شده در سایر خرس های بالغ و سالم سازگار است و می تواند نشان دهنده عدم وجود آسیب پیش از مرگ یا در طی پوسیدگی باشد (۶).



تصویر-۳

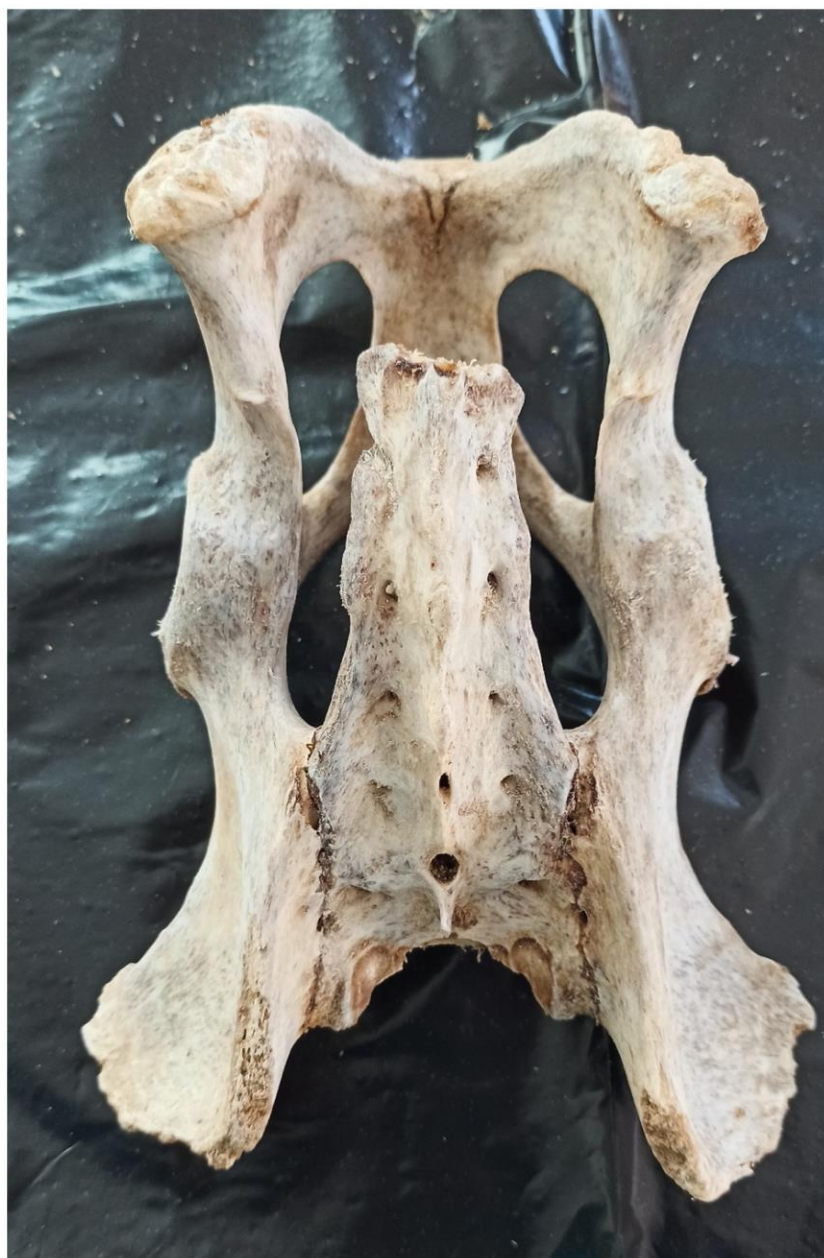
قشر استخوانی در ایلیم و ایسکیوم ضخامت یکنواختی دارد و هیچ ناحیه دچار تحلیل یا نازک شدگی غیرطبیعی مشاهده نشد (تصویر-۳). این ویژگی با یافته های موجود درباره ی استحکام استخوانی در اندام های خلفی و سازگاری آنها با تحمل وزن در خرس قهوه ای مطابقت دارد (۸).

حفره استابولوم عمق مناسب و دیواره های مشخصی دارد و این امر نشان می دهد که مفصل ران به احتمال زیاد از پایداری عملکردی کافی در هنگام تحرک برخوردار بوده است (تصویر-۵). این وضعیت از نظر عملکردی با یافته های منتشر شده درباره ی نقش اندام های خلفی و استخوان های مرتبط با حرکت در خرس قهوه ای مطابقت دارد (۸).

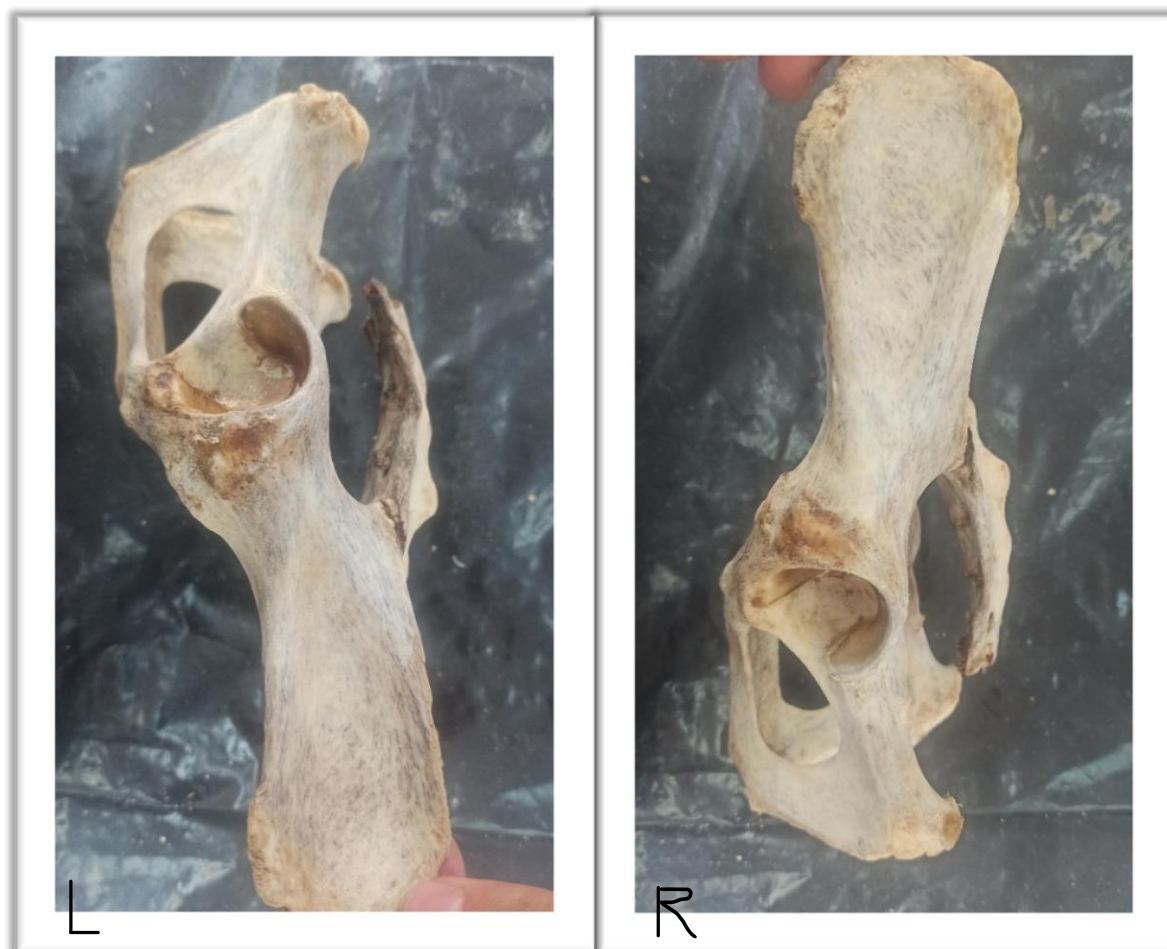


از نظر تطبیقی، بررسی ویژگی‌های آناتومیک لگن نشان داد که برخی عناصر این نمونه الگوهایی مشابه گوشتخواران بزرگ را نشان می‌دهند، در حالی که برخی دیگر به‌طور قابل توجهی با الگوهای مشاهده‌شده در نشخوارکنندگان یا حتی تک‌سمیان شباهت دارند. سوراخ ابتوراتور (Obturator foramen) در این نمونه شکلی نسبتاً مثلثی و کشیده داشت که از نظر مورفولوژیک به فرم رایج در گوشتخواران نزدیک است و این ویژگی معمولاً با الگوی قرارگیری عضلات اداکتور و تحرک اندام‌های خلفی مرتبط دانسته می‌شود (تصویر-۱).

بدنه ایلیموم حالتی مدور و نسبتاً پهن داشت که این ویژگی نیز با الگوی گزارش‌شده برای بسیاری از گوشتخواران بزرگ مطابقت دارد و نقش مهمی در توزیع نیروهای وارده به لگن ایفا می‌کند (۲). در مقابل، بریدگی استابولار (Acetabular notch) در این نمونه به‌طور غیرمعمول عریض مشاهده شد؛ ویژگی‌ای که بیشتر در تک‌سمیان و برخی علف‌خواران بزرگ گزارش شده و می‌تواند نشان‌دهنده تفاوت‌های عملکردی در آرایش رباط‌ها و پایداری مفصل ران باشد (تصویر-۵). علاوه بر این، در این نمونه پنج قطعه خاجی قابل تشخیص بود که این تعداد در محدوده تنوع گزارش‌شده برای گوشتخواران بزرگ قرار می‌گیرد و می‌تواند با جثه و الگوی بارگذاری محوری مرتبط باشد؛ وضعیتی که به‌طور قابل توجهی به الگوی مشاهده‌شده در نشخوارکنندگان شباهت دارد و می‌تواند بیانگر سازگاری‌های ساختاری مرتبط با تحمل وزن و پایداری محوری در این گونه باشد (تصویر-۴و۵).



تصویر-۴



تصویر-۵



4th Congress for
Agriculture, Veterinary
Medicine, Environment and
Natural Resources Students

چهارمین کنگره دانشجویان

کشاورزی، دامپزشکی
محیط زیست و منابع طبیعی

www.ca.cdsts.ir



تصویر-۶ (سمت چپ)



تصویر-۷ (سمت راست)

شکل ایلوم در این نمونه حالت هلالی-منحنی داشته و لبه فوقانی آن شیبی ملایم دارد که با توصیفات مورفولوژیک منتشرشده در خرس قهوه‌ای مناطق اروپایی و آسیایی مشابه است (۷). ایسکیوم نیز ساختار محکم و توپروزیته برجسته‌ای نشان می‌دهد و پوبیس فاقد آثار شکستگی یا تخریب است؛ این وضعیت دلالت بر حفظ مناسب عناصر لگنی دارد (تصویر ۶و ۷).

زمانی که سر استخوان ران (femoral head) بر روی استابولوم قرار داده شد، انطباق نسبی مناسبی میان دو سطح مفصلی مشاهده گردید. این هماهنگی مفصل ران و استابولوم نشان‌دهنده سلامت عمومی مفصل و سازگاری ساختار لگن با حرکت طبیعی و تحمل وزن در این فرد است (۹).

به‌طور کلی ویژگی‌های مشاهده‌شده از جمله تقارن، ضخامت قشری، وضعیت مفصلی و شکل عمومی عناصر لگنی با الگوهای گزارش‌شده برای خرس قهوه‌ای بالغ مطابقت دارد و احتمالاً نشان‌دهنده وضعیت سالم اسکلتی پیش از مرگ است



www.ca.cdsts.ir

جدول ۱- اندازه گیری های لگن خرس قهوه ای

توضیح	مقدار (میلی متر)	پارامتر اندازه گیری
اندازه گیری بیشترین بُعد قدامی- خلفی حفره استابولوم	4 cm	قطر قدامی-خلفی استابولوم- (Anterior-posterior diameter)
عمق عمودی حفره استابولوم در امتداد لبه فوقانی و تحتانی	2 cm	قطر فوقانی-تحتانی استابولوم- (Superior-inferior diameter)
بیشترین فاصله عرضی بین دو تاج ایلیاک	10 cm	فاصله بین دو ایلیوم Bi-iliac width -
فاصله بین توپروزیته ایسکیوم تا اتصال آن با پوبیس	14 cm	طول ایسکیوم (Ischial length)
اندازه گیری ارتفاع عمودی ایلیوم از لبه فوقانی تا لبه استابولار	10 cm	ارتفاع ایلیوم (Ilium height)
فاصله افقی بین دو شاخه پوبیس در ناحیه سمفیز	6 cm	فاصله بین دو پوبیس Pubic symphysis length / interpubic distance)

بحث

تحلیل مورفولوژیک لگن نمونه خرس قهوه ای یافت شده در استان ایلام نشان داد که ویژگی های ساختاری آن با الگوهای گزارش شده برای جمعیت های سالم و بالغ *Ursus arctos* در مناطق مختلف اوراسیا سازگار است. وجود تقارن در دو نیم لگن، ضخامت یکنواخت قشر استخوانی و عمق مناسب استابولوم نشان می دهد که این فرد احتمالاً پیش از مرگ فاقد ناهنجاری های اسکلتی یا آسیب های شدید اندام های خلفی بوده است؛ موضوعی که در مطالعات جمعیت های طبیعی نیز گزارش شده است (۶).

ویژگی های لگنی مشاهده شده از جمله شکل هلالی ایلیوم، توپروزیته برجسته ایسکیوم و انسجام بخش پوبیس، با الگوهای مورفولوژیک گزارش شده در خرس های آسیایی و به ویژه جمعیت *okkaido* مطابقت دارد که در آن ارتباط بین ابعاد لگنی و



www.ca.cdsts.ir

سازگاری های اکولوژیک به خوبی توصیف شده است (۷). این شباهت می تواند نشان دهنده ثبات تکاملی ویژگی های لگنی در زیرگونه های مختلف *Ursus arctos* با وجود پراکندگی جغرافیایی گسترده باشد.

مقایسه تطبیقی ویژگی های لگنی این نمونه با الگوهای گزارش شده در سایر پستانداران نشان می دهد که لگن خرس قهوه ای ترکیبی از صفات اختصاصی گوشتخواران و ویژگی هایی مشترک با علف خواران بزرگ را داراست. شکل مثلی سوراخ ایتوراتور و بدنه مدور ایلوم با الگوی رایج در گوشتخواران همخوانی دارد و احتمالاً بازتاب دهنده نیازهای حرکتی، تعادل و توزیع نیرو در اندام های خلفی است (۲،۴).

در مقابل، وسعت قابل توجه بریدگی استابولار و وجود پنج مهره خاجی جوش خورده، که بیشتر در نشخوارکنندگان و برخی تک سمیان مشاهده می شود، می تواند نشان دهنده سازگاری های عملکردی ویژه در لگن خرس قهوه ای باشد؛ سازگاری هایی که با جثه بزرگ، تحمل وزن بالا و رفتارهای خاص حرکتی این گونه مرتبط هستند (۱،۵). این ترکیب مورفولوژیک تأیید می کند که *Ursus arctos* از نظر ساختار لگنی، گونه ای با ویژگی های بینابینی و سازگار با طیف وسیعی از عملکردهای حرکتی است، که این امر نقش مهمی در موفقیت اکولوژیک آن در زیستگاه های متنوع ایفا می کند.

پایداری مفصل ران، که از طریق انطباق مناسب سر فمور و عمق استابولوم ارزیابی شد، نقش مهمی در توانایی حرکتی خرس قهوه ای دارد. کارکرد حرکتی اندام های خلفی در این گونه، به ویژه در فعالیتهایی مانند صعود از سطوح ناهموار، حفاری و ایستادن بر روی دو پا، وابسته به سازگاری های قوی لگنی و زئوگپودیومی است (۸). بنابراین مشخصات این نمونه با الگوهای عملکردی خرس های وحشی سازگار است.

همچنین سلامت عمومی مفصل ران و نبود سایش غیراستاندارد در لبه های استابولوم می تواند نشانه ای از فعالیت طبیعی حیوان در طول زندگی باشد. تحلیل های اخیر بر روی ساختار جمجمه و اندام های حرکتی خرس قهوه ای نشان می دهد که الگوهای کارکردی این گونه، از جمله قدرت تعادل و توانایی تحمل وزن، به طور مستقیم با مورفولوژی لگن مرتبط هستند (۹). این همبستگی ها، یافته های این مطالعه را تقویت می کنند و نشان می دهند که لگن نمونه مورد بررسی از نظر عملکردی سازگار با رفتارهای طبیعی گونه بوده است.

در مجموع، بررسی کیفی و ابعادی لگن این نمونه نه تنها اطلاعات ارزشمندی درباره ی وضعیت اسکلتی فرد ارائه می دهد، بلکه با افزودن داده های جدید از خرس های ایران به غنای مطالعات کالبدشناسی و اکولوژیک *Ursus arctos* در منطقه خاورمیانه کمک می کند.



نتیجه گیری

نتایج این بررسی نشان داد که لگن خرس قهوه‌ای مورد مطالعه در وضعیت خوبی حفظ شده و بخش‌های اصلی آن یعنی ایلیوم، ایسکیوم، پوبیس، استابولوم و قسمت‌های مفصلی، ویژگی‌هایی دارند که با آنچه برای یک خرس بالغ *Ursus arctos* گزارش شده، هماهنگ است. تقارن دو نیم‌لگن، یکنواختی ضخامت استخوان و سالم بودن سطوح مفصلی نشان می‌دهد که این حیوان پیش از مرگ از نظر اسکلتی مشکل خاصی نداشته و همچنین این موضوع می‌تواند بیانگر ثبات ویژگی‌های لگنی این گونه در مناطق مختلف پراکنش آن باشد. ثبت و بررسی دقیق اسکلت‌هایی که از طبیعت به دست می‌آیند، به‌ویژه در مناطقی مثل ایلام که کمتر مورد مطالعه قرار گرفته‌اند، اهمیت زیادی دارد؛ زیرا چنین داده‌هایی می‌تواند به‌عنوان مرجع برای ارزیابی وضعیت سلامت جمعیت‌ها، شناسایی عوامل تهدیدکننده و بررسی تغییرات احتمالی شکل استخوان‌ها تحت شرایط مختلف محیطی استفاده شود. علاوه بر این، جمع‌آوری اطلاعات استخوان‌شناسی به تکمیل منابع علمی موجود درباره خرس قهوه‌ای در خاورمیانه کمک کرده و زمینه شکل‌گیری بانک‌های اطلاعاتی دقیق‌تر را فراهم می‌کند. یافته‌های این پژوهش می‌تواند در مدیریت و پایش جمعیت‌های حیات‌وحش، تشخیص دقیق‌تر افراد، و مطالعه روندهای تکاملی مرتبط با ساختار بدن و توان حرکتی کاربرد داشته باشد. همچنین داده‌های ارائه‌شده امکان مقایسه این نمونه با جمعیت‌های دیگر در داخل و خارج منطقه را فراهم کرده و به درک بهتر سازگاری‌های بدنی *Ursus arctos* در زیستگاه‌های مختلف کمک می‌کند. در مجموع، نتایج این مطالعه بر اهمیت ادامه ثبت و تحلیل ساختارهای اسکلتی به‌عنوان بخشی ضروری از پژوهش‌های بوم‌شناسی و حفاظت از حیات‌وحش تأکید دارد.



منابع

1. Feldhamer, G. A., Drickamer, L. C., Vessey, S. H., Merritt, J. F., & Krajewski, C. (2020). *Mammalogy: Adaptation, diversity, ecology* (5th ed.). Johns Hopkins University Press.
2. Hildebrand, M., & Goslow, G. E. (2001). *Analysis of vertebrate structure* (5th ed.). Wiley.
3. International Union for Conservation of Nature (IUCN). (2024). *Ursus arctos (Brown Bear): The IUCN Red List of Threatened Species*.
4. Samuels, J. X., & Van Valkenburgh, B. (2008). Skeletal indicators of locomotor adaptations in living and extinct rodents. *Journal of Morphology*, 269(11), 1387–1411.
5. White, T. D., & Folkens, P. A. (2005). *The human bone manual*. Academic Press.
6. McDonough, T. J., & Christ, A. M. (2012). Geographic variation in size, growth, and sexual dimorphism of Alaska brown bears (*Ursus arctos*). *Journal of Mammalogy*, 93(3), 686–697.
7. Ohdachi, S., Aoi, T., Mano, T., & Tsubota, T. (1992). Growth and geographical variation of skull dimensions in brown bears (*Ursus arctos*) in Hokkaido. *Journal of the Mammalogical Society of Japan*, 17(1), 27–47.
8. Ruzhanova-Gospodinova, I., & Georgiev, G. I. (2024). Anatomical features related to locomotion of the brown bear (*Ursus arctos*): Zeugopodium. *Acta Morphologica et Anthropologica*, 31(1–2), 166–175.
9. Ruzhanova-Gospodinova, I. S., Vladova, S., Szara, T., Tandir, F., Szara, E., Eravci Yalin, E., & Gündemir, O. (2024). Morpho-geometric description of the skulls and mandibles of brown bears (*Ursus arctos*) from Belitsa Park. *Animals*, 14(17), 2541.