

بررسی مقایسه‌ای آناتومیکی استخوانهای اندام قدامی در بوقلمون نژاد

سفید هیبرید ایتیمما

احسان امام جمعه^۱، محمدرضا پریانی^{*۱}

چکیده

بوقلمون به عنوان عضوی از خانواده ماکیان سانان (Galiformes) میباشد که از آمریکای شمالی منشأ گرفته اند. اگر چه بوقلمون اهلی به پرنده ای با اهمیت اقتصادی جهانی تبدیل شده است اما توجه کمی از سوی آناتومیستها به آن جلب شده است. این پرنده در اقصی نقاط دنیا یافت میشود و به دلیل اینکه این حیوان به طور صنعتی پرورش داده میشود گوشت آن به لحاظ اقتصادی حائز اهمیت است. ناهنجاری های ساختاری اغلب مربوط به سیستم اسکلتی است و از میان آنها، ناهنجاری های نوک و اندامهای حرکتی بسیار شایع است. صنایع طیور و بوقلمون ممکن است در نتیجه ناهنجاریهای اسکلتی متحمل خسارات مالی شوند بنابراین به دلایل اقتصادی نیز برای دامپزشکان بسیار مهم است. در این مطالعه استخوانهای اندام قدامی بوقلمون با سن و جیره یکسان از نظر آناتومی مورد مطالعه قرار گرفت. در ساختار استخوان بال، تفاوت هایی بین بوقلمون و سایر گونه های پرندگان مشخص شد. استخوان های بازو، رادیوس، اولنا، کارپومتاکارپ و همچنین انگشت ها با سایر پرندگان از جمله عقاب، مرغ، جغد و امو مقایسه شد.

واژگان کلیدی: آناتومی، بوقلمون، اندام قدامی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۵/۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۷/۱۰

مقدمه

بوقلمون (Meleagris gallopavo) یکی از اعضای راسته گالیفرم ها (۱) است که منشأ آن در آمریکای شمالی میباشد. اگرچه بوقلمون در مقیاس جهانی اهمیت اقتصادی پیدا کرده است، اما آناتومیست ها مطالعه کمی روی این حیوان انجام داده اند (۲). سیستم اسکلتی به دلایل فیلوژنتیک و طبقه بندی برای جانورشناسان و دیرینه شناسان بسیار مهم است. همچنین به از نظر اقتصادی برای پزشکان مهم می باشد چراکه اختلالات اسکلتی می تواند

منجر به ضرر اقتصادی به صنعت طیور و بوقلمون شود (۳). رشد بوقلمون تحت تأثیر متغیرهایی از جمله ناهنجاری های غذایی، بیماری های عفونی، عدم تعادل متابولیک، مسائل رفاهی و آلاینده ها قرار می گیرد. علاوه بر این، وراثت بر سرعت رشد تأثیر دارد (۴). آناتومی اندام های جلویی (بال) و اندام های عقبی (پا) بسیار نزدیک به اندام های پستانداران است. آناتومی بال به کمر بند شانه ای (کتف، کوراکوئید و ترقوه) و قسمت آزاد (بازو یا بازو و ساعد) تقسیم می شود (۵). برخی از استخوان های بوقلمون حاوی رگ های خونی هستند و برخی دیگر پنوماته می شوند. این تراکم استخوانی پایین به حیوان جهت پرواز و شناوری روی آب کمک میکند. مسیرهای هوا از کیسه های هوای دستگاه تنفسی به شفت ها و بخش های مرکزی استخوان های پنوماتیزه شده که توسط (۶) مورد مطالعه قرار گرفته است، گسترش می یابد. برخی از استخوان ها مانند استخوان بازو و استخوان ران پنوماته می شوند (۷).

این مطالعه با هدف ارائه توصیفی جامع از آناتومی و رادیوگرافی بوقلمون اهلی ساختار آپاندیکولار انجام شد. از آنجایی که مطالعه تشریحی این نژاد بوقلمون تاکنون انجام نشده و پرورش این نژاد در ایران رایج است، این مطالعه با بالا بردن دانش این نژاد به اقتصاد طیور کمک می کند.

مواد و روش کار

در ابتدا ۶ بوقلمون بالغ (۳ نو ۳ ماده) از نژاد سفید هیبرید اپتیما که قبلا به لحاظ سلامتی و از نظر اسکلتی و حرکتی مورد معاینه قرار گرفته اند از یکی از مراکز پرورش بوقلمون تهیه شده و سپس بوقلمونها را به یکی از کشتارگاه های اطراف تهران برده و آنها را مورد ذبح شرعی قرارداداده و بعد لاشه ها را منتقل کرده و جهت تهیه ی استخوانها به روش جوشاندن اقدام میگردد. بدین منظور ابتدا پوست حیوان جدا شده و بعد ماهیچه ها، لیگامنتها و تاندونها جدا میشود (تاندون ها و ماهیچه های کوچک را جدا نمیکنیم). بعد استخوانها را به مدت دو هفته در آب ۵۶ درجه قرار داده و سپس به کمک برس و مجاورت آب جاری اقدام به پاک کردن استخوانها از بافت های نرم اطراف آن میگردد. در طی این مدت وضعیت اندام در داخل آب گرم کنترل شده و در صورت آماده بودن زودتر اقدام به پاک کردن بافتهای نرم خواهیم کرد. بعد استخوانها طی ۴۸ ساعت در دمای اتاق خشک میشوند. در مرحله بعد استخوانها را درون هیدروژن پراکسید ۹۹٪ قرارداداده تا استخوان سفید شود (۸). سپس استخوانهای خشک و سفید شده جمع آوری می-شوند تا مورد بررسی آناتومیکی از لحاظ شناسایی برآمدگی ها و فرورفتگی ها و زواید قرارگیرند سپس نتایج حاصل از سایر مطالعات بر روی این اندامها در پرنندگان دیگر، مورد مقایسه و بحث قرار می گیرد.

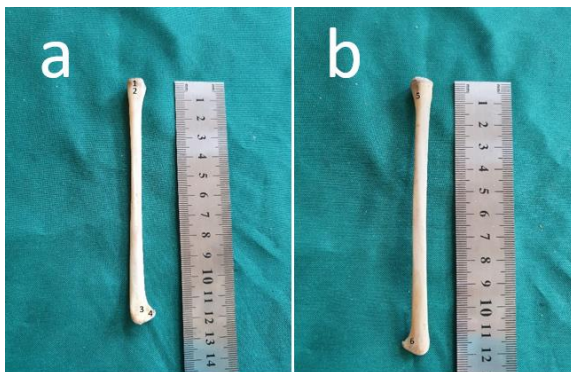
نتایج

تیغه دلتوئید (Deltoid crest) کروی شکل ، سطح بایسپیتال (bicipital surface) و شیار بایسپیتال (bicipital furrow) همگی در سطح بالایی استخوان بازو قرار دارند (شکل ۱). یک حفره کم عمق در جلوی سر استخوان بازو وجود دارد. یک فرورفتگی کم عمق بازویی کاملا مشخص در سطح لترودیستال (laterodistal) شفت است. اپی کندیل

خارجی هر جزء زبر می شود و تروکلئا قسمت دیستال به صورت پشتی توسط کندیل خارجی و شکمی توسط یک کندیل داخلی ایجاد می شود.



شکل ۱: a: نمای پشتی هیومروس. b: نمای شکمی هیومروس. ۱. بایسپیتال کرس. ۲. بایسپیتال فرو. ۳. دلتوئید کرس. ۴. برکیال دپرشن. ۵. پرونیاتور توبرکل. ۶. اکسترنال اپی کندیل. ۷. ونترال کندیل. ۸. کورانوئید فوسا. ۹. هد. ۱۰. کپیتال گروو. ۱۱. پنوماتیک فورامن. ۱۲. اکسترنال توبروزیتی. ۱۳. ایترنال توبروزیتی. ۱۴. مدیال اپی کندیل. ۱۵. درسال کندیل. ۱۶. اولکرانن فوسا. ۱۷. لترال انتیبوکندیل استخوان رادیوس بلند و استوانه ای است و دارای یک شفت، یک سر مفصلی مقعر-محدب دیستال و یک سر مفصلی پروگزیمال گرد است (شکل ۲). این استخوان در سطح اولنار مقعر و سطح پشتی محدب است.



شکل ۲: a: نمای شکمی رادیوس. b: نمای پشتی رادیوس. ۱. بایسپیتال توبروزیتی. ۲. گردن رادیوس. ۳. اکسترنال کوندیل. ۴. اسکفولونار دپرشن. ۵. اولنار آرتیکولار. ۶. دیستال

برجستگی اولکرانن استخوان اولنا پروگزیمال است (شکل ۳). کوتیلای داخلی (سطح مفصلی بازو) فقط در

کارپومتاکارپوس فیوز شده. ۴. پیسیفورم پروسس. ۵. اینترمتاکارپال پروسس. ۶. متاکارپال سه. ۷. متاکارپال چهار. ۸. دیستانل متاکارپال سیمفیز.

بحث

بهترین سازگاری برای پرندگان گالیفرمیس شکل آنها می هستند که به پرنده توانایی دویدن و راه رفتن میدهد. بیشتر آنها حتی در حالی که تعقیب می شوند در امتداد زمین می روند. آنها فقط زمانی که در معرض خطر فوری قرار دارند و فقط برای مدت کوتاهی به هوا می روند تا فرار کنند. این سبک پرواز در آناتومی بال منعکس شده است. مانوس تقریباً به اندازه یا کوتاه تر از انتبراکیوم یا براکیوم است و به بال شکل کوتاه و گرد می دهد (۹). جغد چوبی قهوه ای (Brown wood owl) (۱۰) و مرغ دسی (desi chicken) (۱۱) هر دو دارای حفره عمیق بسیار قابل توجهی در جلوی سر استخوان بازو بودند. با این حال، عقاب سرپانت (serpant eagle) همانند جوجه های گوشتی نسخه کم عمقی از حفره مذکور دارد. این حفره در استخوان بازو بوقلمون کم عمق است. یک کندیل بزرگ در سطح جانبی انتهای پایینی استخوان بازو وجود دارد و که این کندیل در عقاب سرپانت (۱۰) و همچنین جوجه های گوشتی تجاری (۱۱) عمیق، اما در جغدهای چوبی قهوه ای، پرندگان دسی و بوقلمون ها کم عمق میباشد. قسمت کرانیال اکستیریمیتی بازو در پرنده های تجاری و دسی در مطالعه ویسترو (۱۱) از توبرکل های سر، پشتی و شکمی در مرکز تشکیل شده اند. در مقابل، در بررسی ما فقط سر استخوان بازو دیده شد. انتهای پروگزیمال ایمو (*dromaiusnovaehollandiae*)، که فاقد سر قابل تشخیص استخوان بازو است، صاف و کروی است اما دارای یک فلنج استخوانی پهن در سطح شکمی آن است (۱۲). از طرف دیگر بوقلمون ها سر بزرگی در استخوان بازو دارند. برادلی و گراهام (۱۳) و دکا (۱۴) بررسی کردند که سوراخ پنوماتیک به ترتیب در زیرقسمت

انتهای این برجستگی یا در پایه آن قرار دارد. لبه بیرونی یک ناحیه دیستانل و جانبی از لبه داخلی، ساختار کوچکی است. در نزدیکی کوتیلا داخلی، فرورفتگی بازویی قابل توجهی وجود دارد.



شکل ۳. a: سطح پشتی اولنا. b: سطح شکمی اولنا. ۱. اولکرانون پروسس. ۲. اسکارهای ثانویه. ۳. اکسترنال کندیل. ۴. اکسترنال کوتیلا. ۵. پروگزیمال رادیال دپرشن. ۶. اینترنال کوتیلا. ۷. برکیال دپرشن. ۸. اینترنال کندیل. ۹. کارپال آرتیکولار

بخش پروگزیمال استخوان متاکارپ برجستگی های II، III و IV کارپال را در خود جای داده است (شکل ۴). متاکارپال III بسیار ضخیم تر است و بالای متاکارپال II قرار دارد. برجستگی بین کارپال را می توان در نمای پشتی کارپومتاکارپوس مشاهده کرد. متاکارپال III و IV در قسمت دیستانل پهن می شوند.



شکل ۴. a: سطح شکمی کارپومتاکارپوس. b: سطح پشتی کارپومتاکارپوس. ۱. تروکلنا کارپال چهار. ۲. تروکلنا کارپال سه. ۳.

انتهایی استخوان بازو در عقاب و جغد وجود داشت (۱۰). بر اساس تحقیقات کومار و سینگ (۱۲)، تیغه دلتوپکتورالیس (delto-pectoralis crest)، که می تواند در بوقلمون ها به عنوان یک برجستگی یا اسکار ضعیف تشخیص داده شود، در لبه کرانیال سطح پشتی در امو (emu) وجود دارد. همانند بوقلمون ها کندیل پشتی بزرگ امو مانند کندیل شکمی از ناحیه دیستال گسترش یافته است.

همانند بوقلمون، استخوان رادیوس امو (۱۲)، یک استخوان ساعد میله ای شکل، دارای یک توبرکل در سطح قدامی برای قرار دادن عضلات دوسر بازویی وجود دارد. همچنین وجهی برای مفصل بندی با رادیال کارپال در شعاع دیستال رادیوس وجود داشت. استخوان اولنا در امو مانند بوقلمون کمی خمیده بود. اندام پروگزیمال استخوان اولنا امو (۱۲) دارای یک صفحه مفصلی بزرگ برای اندام انتهایی استخوان بازو و یک توبرکل در سطح قدامی خلفی بود که با تجزیه و تحلیل ما مطابقت داشت. در سطح خلفی، گاهی اوقات یک برآمدگی دیستال شبیه اولکرانون پروسس وجود دارد. در استخوان اولنا بوقلمون ها، اولکرانون پروسس در نمای پشتی دیده می شود. در اردک ها و جوجه ها، به دلیل داشتن استخوان های بلند و مستقیم در این حیوانات، فضای بین استخوان اولنا و رادیوس آن بسیار وسیع و بیضوی است، اما در کبوترها، استخوان استخوان اولنا به میزان قابل توجهی خمیده تر است و فضای بین استخوانی وسیع و بیضی شکلی ایجاد می کند (۶). اما در بوقلمون ها استخوان اولنا خمیده دیده می شود که باعث ایجاد فضای بین استخوانی وسیعی بین رادیوس و اولنا می شود. ناحیه کارپال شکارچیانی مانند جغد و شاهین دم قرمز (Buteo jamaicensis) محل قرار گرفتیک استخوان جانبی است (۱۶). با رادیوس دیستال مفصل می شود و توسط رباط هایی در حاشیه پشتی کارپوس به آن متصل می شود،

سر (head) استخوان غاز (galloanserae) و اردک قرار گرفته است. در بوقلمون تاج دلتوئید نزدیک به این قسمت است، اما در قسمت میانی قرار ندارد. در سطح میانی اندام پروگزیمال استخوان بازو، یک سوراخ پنوماتیک در عقاب (crested serpent eagle) وجود داشت. همانطور که در جوجه گوشتی تجاری (۱۱) نیز گزارش شد، بزرگ و عمیق بود، اما مطابق با مطالعه ما، در (brown wood owl) و مرغ دسی (۱۱) نیز کم عمق بود. در بوقلمون همانند مرغ تجاری گوشتی تیغه روی سمت جانبی پروکسیمال اکستریمیتی استخوان بازو صاف است اما در مرغ دسی تیز می باشد. جوجه های گوشتی دارای توبروزیتی دلتوئید صاف هستند، در حالی که پرندگان دسی فاقد آن هستند (۱۱). این مورد در استخوان بازو بوقلمون ها دیده نمی شود. به گفته دکا (۱۴)، سر، تاج دلتوئیدیا تاج سینه ای، توبرکل داخلی، توبرکل جانبی و سوراخ پنوماتیک در انتهای پروگزیمال استخوان بازو کشف شد. سر، تاج دلتوئید و سوراخ پنوماتیک در مطالعه ما مشاهده شد اما بقیه عناصر ذکر شده مشاهده نشد. سر بازو اردک برخلاف مطالعه ما بیضی شکل بود. فرورفتگی بازویی در ماکائوها و طوطی ها همانند بوقلمون (۱۵) کم عمق است. علاوه بر این، تروکلنا در جوجه های دسی جزئی است اما در سطح خلفی انتهای انتهایی پرندگان گوشتی وجود دارد. با این حال، در استخوان بازو بوقلمون ها تروکلنا وجود نداشت. یک کندیل داخلی برجسته در سطح جانبی انتهای دیستال استخوان بازو دیده می شود و در جوجه های گوشتی عمیق اما در پرندگان دسی و بوقلمون ها کم عمق است (۱۱). اندام های بازو دیستال اردک ها حاوی کندیل های داخلی و جانبی بود (۱۴). در بوقلمون کندیل جانبی بزرگتر از کندیل داخلی است که قبلا بزرگتر و شیاردار بود. در توافق با تحقیقات ما، حفره اولکرانون، که با استخوان اولنا و رادیوس از طریق دو کندیل مفصل می شود، در انتهای

است که با انتهای دیستال سومین کارپومتاکارپوس مفصل می شود و این دیجیت از دو فالانکس تشکیل شده است. فالانکس اول بزرگتر، با حاشیه کرانیال ضخیم و لبه انحنا شدید است. فالانکس دیستال شبیه یک مخروط می باشد.

فهرست منابع

1. Dial KP, Jackson BE. When hatchlings outperform adults: locomotor development in Australian brush turkeys (*Alectura lathami*, Galliformes). *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. 2011;278:1610 - 6.
2. Harvey EB, Kaiser HE, Rosenberg LE. Atlas of the domestic turkey (*meleagris gallopavo*). myology and osteology. United States; 1969. Contract No.: WASH-1123 2009-06-11 Dep. CFSTI.
3. Gough AW. *Outlines of Avian Anatomy*. (0008-4050 (Print)).
4. Williams B, Solomon S, Waddington D, Thorp B, Farquharson C. Skeletal development in the meat-type chicken. *Br Poult Sci*. 2000;41(2):141-9.
5. Safwat Ali MAN, Atef M. Eresha. Macro and Micro Architecture of the Wing in Three Different Avian Habitats. *Alexandria Journal of Veterinary Sciences*. 2016;48 (2), (2):134-42.
6. Novitskaya E, Ruestes CJ, Porter MM, Lubarda VA, Meyers MA, McKittrick J. Reinforcements in avian wing bones: Experiments, analysis, and modeling. *J Mech Behav Biomed Mater*. 2017;76:85-96.
7. Smith BJ, Smith SA. Normal xeroradiographic and radiographic anatomy of the bobwhite quail (*colinus virginianus*), with reference to other galliform species. *Veterinary Radiology*. 1991;32(3):127-34.
8. Keneisenuo K. Comparative Gross Anatomical Studies on the Humerus of Crested Serpent Eagle (*Spilornis cheela*) and Brown Wood Owl (*Strix*

اگرچه بوقلمون ها فاقد آن استخوان هستند. استخوان بزرگتر در انتبراکیوم طوطی (۱۷) استخوان اولنا است که با یافته های مطالعه ما مطابقت دارد. در بال اردک ها و غازها، مانوس از انتبراکیومیا براکیوم بلندتر است (۱۸)، در حالی که در بوقلمون ها، مانوس کوتاه تر از هر یک از این ساختارها است. مطابق با مطالعه ما، اینترمتاکارپال پروسس که توسط باومل (۱۹) و تاهون (۲۰) در جوجه ها توصیف شده است به عنوان یک برآمدگی مثلثی شکل کوچک که از استخوان سوم کارپومتاکارپوس خارج می شود و به صورت دمی هدایت می شود و بخشی از کارپومتاکارپ چهارم را روی هم قرار می دهد، شرح داده شده است. برآمدگی که به صورت پروگزیمال دیده می شود و بر روی کارپومتاکارپوس چهارم همپوشانی دارد. این برجستگی در پرنده گاوچرانک (*bubulcus ibis*) یافت نشد (۲۱). اما بالمن (۲۲) از آن به عنوان توپروزیئاس ماسکولاریس *Tuberositas muscularis* یاد کرد. دیستال اکستریمیتی کارپوکتاکارپوس (۱۲) امو با اولین فالانکس دیجیت II مفصل شده است. انتهای دیستال فالانکس نازک است. با این حال، در بوقلمون، اولین فالانکس از انگشت ۳ و کارپومتاکارپوس مفصل میشود. طبق گفته کومار و سینگ (۱۲)، استخوان های متاکارپال در طوطی ها و ماکائوها موازی هستند اما در پرندگانمانند بوقلمون ها در انتهای دیستال گسترش یافته اند. همانند مطالعه علی (۶) سومین استخوان کارپومتاکارپ (کارپومتاکارپوس اصلی)، بزرگترین و محکمترین آنهاست. فدوجیا (۲۳)، هینچلیف (۲۴) و مولر و آلبرچ (۲۵) اظهار داشتند که (II) digit، (III) و (IV) رقام بال را تشکیل می دهند. مطابق با تحلیل ما سه دیجیت بال طبق نظر اوستروم (۲۶) و نیکل (۲۷) دیجیت اول (I)، دیجیت دوم و دیجیت سوم (III) بودند. سومین دیجیت در مرغ (*galliformis*)، اردک (*Anseriformes*) و کبوتر (*columbiformis*) طولانیترین و قویترین دیجیت

- leptogrammica). Indian Journal of Veterinary Anatomy. 2020;31(2).
9. Vistro WA, Kalhor IB, uddin Shah MG, Rajput N, Khan SA, Memon KH, et al. Comparative anatomical studies on humerus of commercial broiler and desi chicken. Academic Research International. 2015;6(6):153-8.
 10. Kumar P, Singh G. Gross Anatomy of Wing and Pelvic Limb Bones in Emu (*Dromaius novaehollandiae*). Indian Journal of Veterinary Anatomy. 2014;26(2).
 11. Bradley OC. The structure of the fowl, by O. Charnock Bradley. London: A. & C. Black; 1915.
 12. Deka A, Sarma K, Talukdar M. Macro anatomical study of appendicular skeleton of arm region of domestic duck (*Anas platyrhynchos domesticus*). Journal of Entomology and Zoology Studies. 2019;7(5):466-7.
 13. Olsen SJ. Osteology Of The Macaw And Thick-Billed Parrot. KIVA. 1967;32(3):57-72.
 14. Smith SA, Smith BJ. NORMAL Xeroradiographic and radiographic anatomy of the great horned owl (*bubo virginianus*), with special reference to the barn owl (*tyto alba*). Veterinary Radiology. 1991;32(1):6-16.
 15. Smith BJ, Smith SA, Flammer K, Spaulding KA, Smallwood JE. The normal xeroradiographic and radiographic anatomy of the orange-winged amazon parrot (*amazona amazonica amazonica*). Veterinary Radiology. 1990;31(3):114-24.
 16. Smith BJ, Smith SA. Normal xeroradiographic and radiographic anatomy of the mallard duck (*anas platyrhynchos*) with reference to other anserine Species. Veterinary Radiology. 1991;32(2):87-95.
 17. Baumel JJ, Handbook of avian anatomy : nomina anatomica avium: Cambridge, MA, Nuttall Ornithological Club, 1993; 1993.
 18. Tahon R, Ragab S, Abdel Hamid M, Rezk H. Some anatomical studies on the skeleton of chickens. Anatomy and Embryology, Faculty of Veterinary Medicine, Cairo University Ph D Thesis. 2013.
 19. Rezk HM. Anatomical investigation on the appendicular skeleton of the cattle egret (*Bubulcus ibis*). Journal of Experimental and clinical anatomy. 2015;14(1):5-12.
 20. Mayr G, Mayr G. Columbiformes (doves and sandgrouse), Cuculiformes (cuckoos), and other neoavian taxa of uncertain affinities. Paleogene Fossil Birds. 2009:111-7.
 21. Getty R, Sisson S. Sisson and Grossman's the Anatomy of the Domestic Animals 1975.
 22. Hinchliffe J. One, two, three' or 'two, three, four': an embryologist's view of the homologies of the digits and carpus of modern birds. The beginnings of birds. 1985:141-7.
 23. Müller GB, Alberch P. Ontogeny of the limb skeleton in Alligator mississippiensis: developmental invariance and change in the evolution of archosaur limbs. Journal of Morphology. 1990;203(2):151-64.
 24. Hecht MK. The Beginnings of Birds: Proceedings of the International Archaeopteryx Conference, Eichstätt, 1984: Freunde Des Jura-Museums Eichstatt; 1985.
 25. Nickel R, Schummer A, Sack WO, Seiferle E, Siller WG, Wight PAL. Anatomie Der Haustiere: Parey; 1977.