

مطالعه‌ی اناتومی مقایسوی منقار در پرندگان خانگی

پوهنوال دکتور اسدالله حامد

دیپارتمنت پریکلینیک، پوهنځی علوم و ترنری، پوهنتون کابل، کابل، افغانستان

ایمیل: pyarookhil@yahoo.com

چکیده

منقار بخشی از اسکلیت پرندگان را تشکیل می‌دهد و تمام پرندگان امروزی به نسبت نداشتن دندان شناخته می‌شوند و به عوض آن استخوان‌های الاشبه بالایی و پایینی طویل شده و منقار یا نول منحصر به نوع پرنده را می‌سازد. منقار هم‌زمان کار دست و دهن را انجام می‌دهند و برای تهیه، برداشتن غذا، آرایش پر، جمع‌آوری، ساختن مواد لانه، غذا دادن به جوچه‌ها، دفاع و حمله مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این تحقیق ساختار منقار در پرندگان مختلف خانگی مورد مطالعه قرار گرفته است. منقارهای مورد مطالعه از لابراتوار اناتومی تهیه گردیده و به شکل سنتی توسط فیتیه خیاطی و خط کش مورد اندازه‌گیری قرار گرفته است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که شکل و اندازه‌ی منقار در پرندگان و توجه به عادت غذایی مختلف بسیار متفاوت است. تنوع در شکل منقار به‌طور عمده وابسته به نوع رژیم غذایی و طرز تغذیه آن‌ها می‌باشد.

اصطلاحات کلیدی: منقار؛ جمجمه؛ پرندگان خانگی؛ عادت غذایی؛ اناتومی مقایسوی

Comparative Anatomical Study of Beak in Domestic Fowls

Associate prof. Asadullah Hamid

Department of preclinic, Faculty of Veterinary Science, Kabul University, Kabul, Afghanistan

Email: pyarookhil@yahoo.com

Abstract

Beak is a part of fowl skeleton. All fowl are lack of tooth and instead of that upper and lower jaw are prolonged and make species specific beak. The beak is working as a hand and mouth in fowls and used for food intake, feather trimming, collecting food, making nest, feeding chicks, and defending themselves. In this research the structure of beak in different domestic fowls is studied. The beaks in this study are prepared from the laboratory of anatomy and simply measured with ruler. The result of this study shows that the structure and size of beak are different according to food types and feeding habits as well as preparing food in their circumstance and living areas.

Keywords: Beak; Skull; Domestic Fowl; Feeding Habits; Comparative Anatomy

مقدمه

پرندگان (fowl, bird, poultry) مخصوصاً پرندگان خانگی شامل مرغ، فیلمرغ، مرغابی، قو، قاز، کیکر، بونه، کبوتر، پرندگان دشتی و سایر پرندگان (رزمی یا مسابقه‌یی) می‌شوند. آن‌عده پرندگان که ارزش اقتصادی ندارند و به‌طور عموم توان پرواز را دارند توسط علمی بنام اورنیتولوژی (ornithology) مطالعه می‌شود. در جهان به تعداد شش صد هزار نوع حیوان وجود دارد که از جمله ده هزار آن‌ها مربوط به جهان پرندگان می‌باشد که هر کدام آن‌ها دارای توانایی محصول متفاوت، عادت، محل بود و باش، نوع نگهداری، طرز ساختار اناتومیکی متفاوت هستند. بنابراین، با در نظرداشت موارد فوق تحقیقی را تحت عنوان (مطالعه‌ی اناتومی و وظیفوی منقار در پرندگان خانگی) با اهداف چون؛ (۱) شناسایی تعداد تنوع منقار در پرندگان خانگی و وظایف اناتومیکی آن‌ها، (۲) شناسایی علت تغییر شکل منقار در پرندگان و ارتباط آن‌ها با سایر موجودات زنده، (۳) شناسایی اعمار تغییر شکل در منقار پرندگان خانگی به اساس جنس و نوع اجرا شده تا باشد اندکی در زمینه‌ی رفع چالش‌های موجود مؤثر واقع شده و از مشکلات پرورش‌دهندگان پرنده‌های خانگی در آینده‌های دور و نزدیک کاهش به عمل آید.

پیشینه

به‌صورت عموم اعتقاد بر این است که انواع مختلف نسل‌های مرغ از مرغ‌های وحشی گالوس بانکیوا (Gallus Bankiva) نشیت کرده اند که تا امروز در شرایط طبیعی در هندوستان ناحیه‌ی همالیا دیده شده اند. چهار نوع این مرغ‌ها شناسایی شده که در جنگل‌ها زندگی می‌کنند (۱).

پرندگان حیوانات خون‌گرم، تخم‌گذار و بدن شان توسط پر پوشیده است (۲). بدن پرندگان از نظر اناتومی به چهار ناحیه سر، گردن، تنه و دم تقسیم می‌شود که دارای دو جفت اندام‌های حرکتی می‌باشند. پرندگان از نظر ایکولوژی به پنج گروه تقسیم می‌گردد. پرندگان هوایی، پرندگان درختی، پرندگان شکاری، پرندگان زمینی و پرندگان آبری (۴).

مرغ دارای سر سبک و نول متوسط می‌باشد. در سر خراس‌ها و ماکیان‌ها تاج بزرگ به مشاهده می‌رسد. رنگ پاها زرد یا هم‌رنگ بدن بوده که با رنگ نول مطابقت دارد (۵). از نگاه ساختمان خارجی مرغ به سه تیپ تقسیم‌بندی می‌شود که عبارت از مرغ‌های تخمی، مرغ‌های گوشتی و مرغ‌های گوشتی و تخمی می‌باشند (۶).

نوع دیگر مرغ که توسط انسان جهت تولید گوشت و تخم اهلی ساخته شده است و هم‌چنان زینتی بودن آن به‌طور ذوقی نیز مطرح است عبارت از کیکر (Guinea Fowl) معمولی می‌باشد (۷). وطن

آن افریقای مرکزى است. مردم قدیم آن را مرغ تاج دار می نامیدند که در واقع این مرغ بالای سر خود تاج سه شاخه‌ی که مشابه به کلاه سلاطین قدیم است، دارد (۳). نول یا منقار این پرنده اندازه‌ی متوسط داشته و محکم می‌باشد که به دو بخش تقسیم می‌شود که قسمت بالایی آن به رنگ سرخ روشن و پایینی آن مایل به زرد می‌باشد و یک ساختمان وظیفوی مشابه به لب‌ها و دندان‌ها می‌باشد که کیکر برای گرفتن، یافتن و میده کردن دانه‌ها و غذا از آن استفاده می‌کند (۴).

یکی از مرغ‌های اهلی شده‌ی دیگر عبارت از فیلمرغ (Turkey) می‌باشد. زادگاه آن مناطق جنوبی امریکای شمالی می‌باشد که تا کنون در جنگل‌های آن دیده می‌شود، ولی تعداد شان محدود می‌باشد. نول یا منقار فیلمرغ دارای ساختمان سخت و شاخی بوده و برعلاوه دارای دو منفذ تنفسی که به صورت افقی در قسمت بالایی آن قرار دارد می‌باشد و بالای آن پوستی شکل گرفته است که بنام گوشواره باد می‌شود (۱۰).

مرغابی‌های (Ducks) که تا هنوز اهلی شده اند، صرف دو نوع آن عبارت از مرغابی معمولی و مرغابی مسکووی می‌باشد. در نسل‌های مرغابی حتی با عین تایپ بنیه، قسمت‌های مختلف بدن، رنگ چشم، نول، پاها و پرها به ملاحظه می‌رسد. چنین ساختمان نول و زبان به مرغ‌های آبی امکان بلعیدن و قرت کردن غذا را همراه با آب و آماده کردن آن را میسر ساخته است و آن را توانایی بخشیده تا به سادگی نول به گرفتن و قطع کردن نباتات بپردازد (۱۱). مرغ‌های آبی نسبت به مرغ‌های دیگر دارای غدوات چربی بیشتر اند. به کمک نول مرغ‌های آبی غدوات مذکور را با نول گرفته و پرهاى خود را چرب می‌کند. از همین سبب در آب تر نمی‌شوند (۱۲). در مصر باستان قاز (Goose) نیلی ارزش زینتی و هم‌چنان اقتصادی داشته که گواه آن موجودیت نقش‌هایی است که قدامت پنج هزار ساله دارند (<http://www.irn-eng.ir/showthread.php>). قاز خاصیت عالی گوشتی و توان‌مندی رشد بلند دارد (۱۳). قاز سر متوسط یا بزرگ دارد (در قازهای نسل چینی سر در قسمت قاعده‌ی نول دارای برآمدگی بزرگ می‌باشد) نول راست و یا محدب بوده، طول متوسط یا کوتاه دارد. چشم‌ها بزرگ است، حلقه‌های چشم در نسل‌های دارای پرهاى رنگه، رنگ سیاه و قهوه‌ی تاریک دارد و قازهای سفید، رنگ آبی دارد. طول گردن نظر به نسل فرق می‌کند. هم‌چنان پاها و نول با رنگ نارنجی، سرخ یا نارنجی و زرد رنگین است (۱۴).

منقار

نول عبارت از ساختمان اناتومیکی خارجی پرنده‌ها بوده که به نام‌های مترادف bill, beak و rostrum یاد می‌شود. که برای گرفتن مواد غذایی، آراسته کردن، اداره کردن هدف، شکار نمودن مواد غذای،

مبارزه نمودن، معاینه نمودن مواد غذایی، اظهار عشق، و خوردن چوپه‌های نوزاد استفاده می‌شود (۱۵). منقار یک انطباق واقعی در پرندگان است و فقط یک بینی با کمی تفاوت در شکل نیست. تغییر پوز به منقار حدود ۴۰ تا ۵۰ سال قبل در پرندگان اتفاق افتاده است (۱۶). در گذشته عموماً تصور می‌شد که کلمه beak از تیز کردن و شکار نمودن پرنده‌ها گرفته شده اما در اورنیتولوژی جدید اصطلاح beak و bill مترادف است. ارقام که از قرن ۱۳ به دست آمده این اصطلاح ریشه لاتین دارد (۱۷) تحقیقات نشان داده است که تمام پرندگان امروزی به نسبت نداشتن دندان شناخته می‌شوند و به عوض آن استخوان‌های الاشه‌ی بالایی و پایینی طویل شده و منقار یا نول منحصر به نوع پرنده یک غلاف شاخی شده را می‌سازد. تغییر شکل اندام‌های حرکتی در پرندگان آن‌ها را از بعضی اعمال طبیعی محروم می‌سازند که این اعمال توسط منقار انجام می‌شود (۱۸). بنابراین، منقار همزمان کار دست و دهن را انجام می‌دهد و منقار برای تهیه، برداشتن غذا، آرایش پر، جمع‌آوری، ساختن مواد لانه، غذا دادن به چوپه‌ها، دفاع و حمله مورد استفاده قرار می‌گیرد (۱۸). پرندگان امروزی بر خلاف اجدادشان فاقد هر شکلی از دندان بر روی الاشه می‌باشند (۲۰). شکل و اندازه‌ی منقار در پرندگان متناسب به عادت غذایی آن‌ها می‌باشد و منقار ممکن کوتاه، طویل پهن، باریک، نوک‌تیز یا نوک‌پهن، دارای انحنا به سمت بالا یا پایین و یا براق‌مانند باشد (۲۱). تنوع در شکل منقارها به‌طور عمده وابسته به نوع عادت غذایی و طرز تغذیه است (۲۲). سه نوع فینوتایپ از نظر ضخامت منقار دسته‌بندی شده که شامل فینوتایپ نوک‌بزرگ، نوک‌متوسط و نوک‌کوچک می‌باشد (۲۳). این جن‌ها عبارت از Bmp4 است که در مراحل اولیه شکل‌گیری نوک منقار پرندگان روشن می‌شود و به اثر فعالیت آن نوک ضخیم‌تر و پهن‌تر می‌شود (۲۴). جن دیگر آن CaM است که در مراحل انتهایی رشد نوک روشن شده و سبب بلندتر شدن نوک منقار می‌شود (۲۵).

گرچه منقارها تفاوت‌های از خود در اندازه، شکل، رنگ و ساختار دارند که از یک‌جا شدن دو استخوان بنام‌های استخوان الاشه بالا (upper mandible) و استخوان الاشه پایین (lower mandible) ساخته شده که توسط یک لایه‌ی نازک مواد شاخی شده اپیدرمس پوش شده و اکثری از انواع در منقار خود دارای دو سوراخ می‌باشند که در سیستم تنفسی نقش عمده دارند (۲۶). بخش داخلی استخوان‌های منقار دارای چهارچوب سبک‌وزن می‌باشد. هم‌چنان منقار پرنده‌ها دارای تفاوت‌هایی اند که اندازه و شکل آن در انواع مختلف از پرندگان فرق می‌کند که اساس ساختار اناتومیکی آن طرح و الگو تشابه باهم دارند (۲۷). بر اساس تحقیقات، منقار پرندگان به دو بخش

ساختمان خارجی و ساختمان داخلی تقسیم گردیده است که ساختمان داخلی منقار به دو بخش اعضای داخلی منقار و اسکلیت منقار تقسیم می شود (۲۸).

اعضای داخلی منقار در پرندگان شامل سقف دهن، سوراخ های بینی، حلق، گلو، زبان و کف حفره دهن می باشد و اگر قاعده الاشه بالایی از سقف دهن نگاه شود کام به چشم می خورد و در این جا استخوان دراز میانی بینی که شکل تیغه را دارد و بنام و میر (vomer) یاد می شود نیز دیده می شود که با استخوان های Premaxilla و Maxillopalatine وصل شده است (۲۹). پرندگان از لحاظ تنوع منقار تفاوت های زیادی دارد ولی در مجموع از نظر ساختمان خارجی منقار پرندگان به سه بخش عمده ی زیر تقسیم بندی شده است: حفره بینی که بین الاشه بالایی و پیشانی قرار دارد، غلاف شاخی شده بالای منقار تشکیل شده که با استخوان جمجمه وصل است و الاشه پایین منقار که از یک استخوان V شکل تشکیل شده است (۲۹).

مواد و روش های کار

نول های استفاده شده در این تحقیق از اسکلیت های موجود در لابراتوار اناتومی گرفته شده و معلومات آن در جدول (۱) می باشد. در اندازه گیری نول از مواد چون خط کش، فیتیه خیاطی، تخته و کمره عکاسی استفاده گردیده است. اندازه گیری طول، عرض، قطر و دیگر بخش های مختلف نول توسط خط کش و فیتیه به شکل سنتی و عادی صورت گرفته است.

جدول ۱: نول پرندگان مختلف خانگی با معلومات نوع پرنده آن (لابراتوار اناتومی، پوهنخی علوم و ترنری پوهنتون کابل)

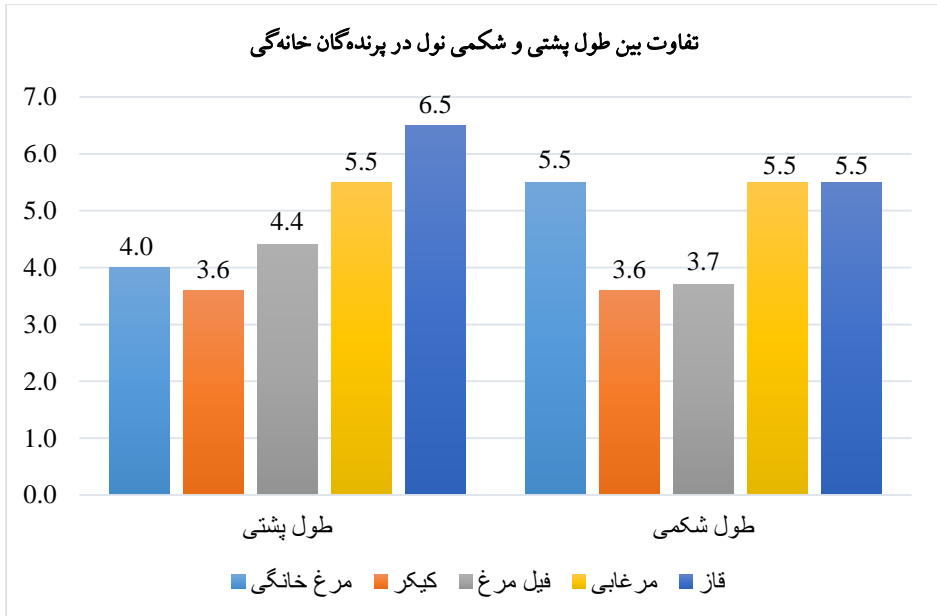
شماره	نوع پرنده	جنس	عمر	وزن
۱	قاز	مذکر	یک و نیم ساله	5 kg
۲	مرغابی	مؤنث	یک ساله	2.5 kg
۳	فیل مرغ	مذکر	دو ساله	3 kg
۴	کیکر	مذکر	یک ساله	3.5 kg
۵	مرغ خانگی	مؤنث	هشت ماه	1.5 kg

نتیجه و مناقشه

نتایج این تحقیق اندازه گیری قسمت های مختلف نول در پرندگان خانگی می باشد که در اشکال زیر تشریح گردیده است. بر علاوه ی اندازه گیری منقار، بعضی ویژه گی های اناتومیکی منقار نیز در این تحقیق برملا گردیده و دست آورد خوبی برای تحقیقات بعدی مطالعات اناتومی مقایسوی پرندگان

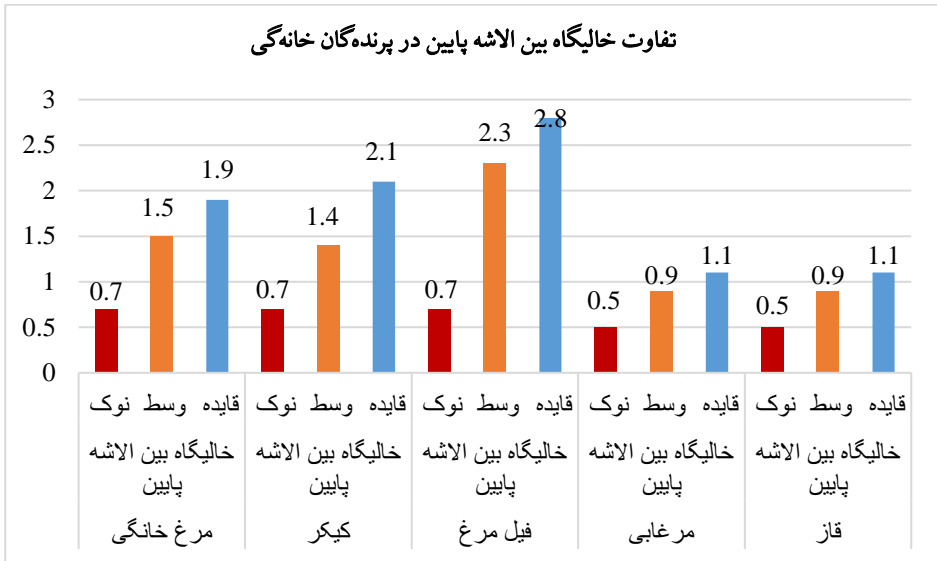
به شمار می‌رود. ارقام که بدست آمد یک ممد خوب درسی برای مطالعه‌ی اناتومی وظیفوی پرندگان برای محصلان پوهنخی علوم وترنری می‌باشد. با تهیه و به دست آوردن ارقام دیگر پرندگان و حیوانات لابراتوار اناتومی پوهنخی علوم وترنری غنی‌تر خواهد شد و محصلین محترم استفاده خوبی از آن‌ها خواهد نمود.

طول قسمت پشتی و شکمی الاشه‌ی بالای مرغ خانگی، کیکر و مرغابی باهم مساوی می‌باشد و در قاز طول پشتی و شکمی فرق داشته و در فیلمرغ طول شکمی کوتاه‌تر از طول پشتی است (شکل ۱).

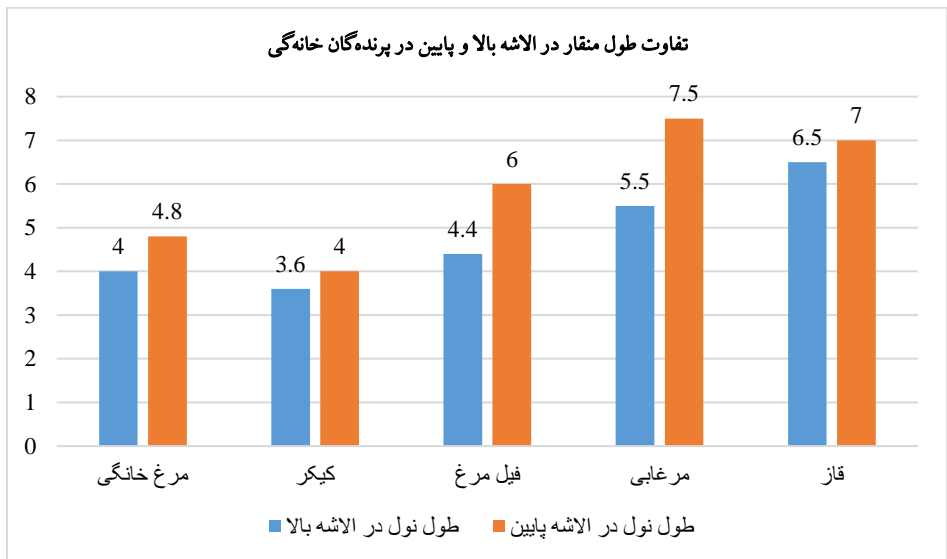


شکل ۱: تفاوت بین طول پشتی و شکمی نول در پرندگان خانگی به سانتی‌متر

خالیگاه بین الاشه‌ی پایین در مرغ خانگی مثلث شکل بوده و کمی طویل‌تر می‌باشد و این خالیگاه بین الاشه‌ی پایین مرغابی در قاعده و وسط مساوی می‌باشد و به طرف پایین کم‌تر است. درحالی‌که این خالیگاه در قاز از قاعده به طرف نوک باریک می‌باشد. هم‌چنان این خالیگاه که در بین الاشه‌ی پایین وجود دارد در کیکر و فیلمرغ مثلث شکل می‌باشد (اشکال ۲، ۳).

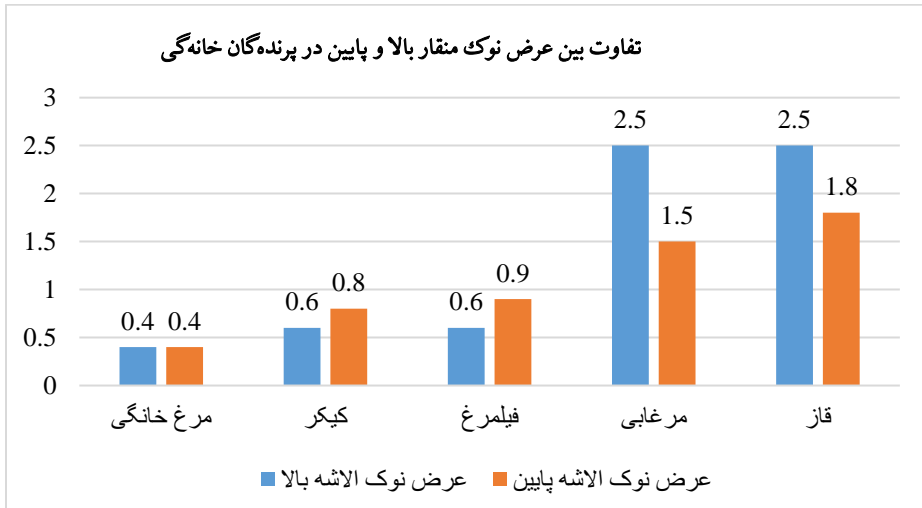


شکل ۲: تفاوت خالیگاه بین الاشه‌ی پایین در پرندگان خانگی به سانتی متر



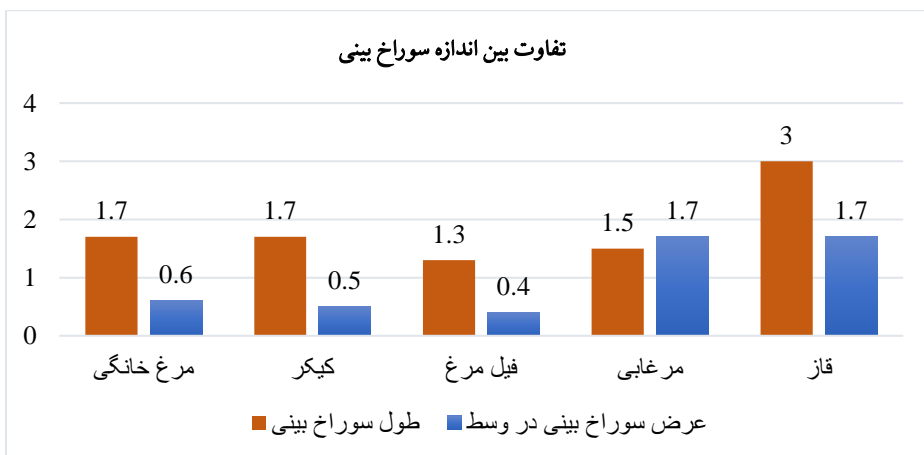
شکل ۳: تفاوت طول منقار بین الاشه‌ی بالا و پایین در پرندگان خانگی به سانتی متر

عرض قسمت نوک منقار بالا و پایین در مرغ خانگی ۰,۴ سانتی متر یعنی مساوی است. در کیکر ۰,۲ سانتی متر فرق می‌کند، فیلمرغ ۰,۲ سانتی متر تفاوت دارد که عرض قسمت نوک نول پایین بزرگ‌تر است. مرغابی ۱ سانتی متر فرق می‌کند و عرض منقار پایین کم‌تر و در قاز ۰,۷ سانتی متر تفاوت دارد که عرض قسمت نوک نول پایین کم‌تر می‌باشد (شکل ۴).



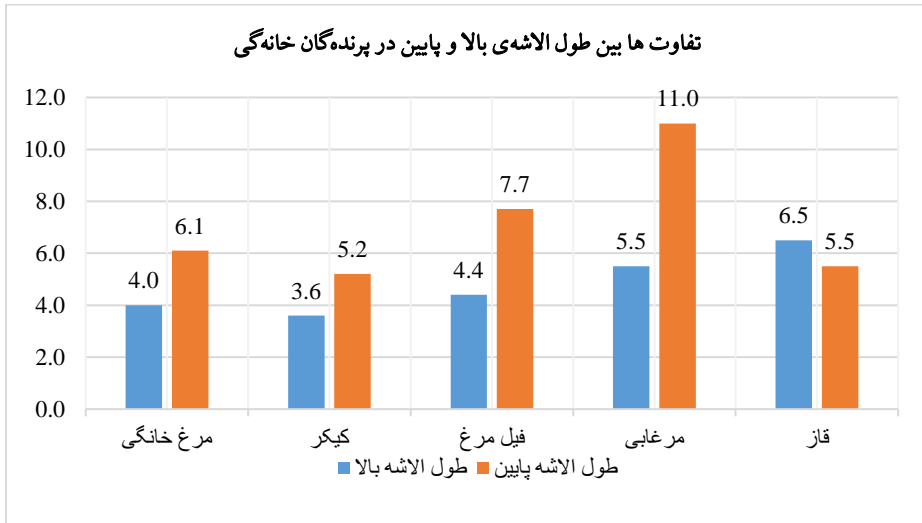
شکل ۴: تفاوت بین عرض قسمت نوک متقار بالا و پایین در پرنده‌گان خانگی به سانتی متر

سوراخ‌های بینی مرغ خانگی بیضوی شکل می‌باشد و ۹۰ درصد آن در نول و ۱۰ درصد آن در خالیگاه بینی باز شده می‌باشد. سوراخ‌های بینی کیکر بیضوی شکل بوده و ۹۰ درصد آن در خالیگاه بینی و ۱۰ درصد آن در نول باز می‌شود. سوراخ‌های بینی فیلمرغ بیضوی مایل به دایره‌یی می‌باشد و ۹۰ درصد آن به خالیگاه دهن و ۱۰ درصد آن به نول باز می‌شود. سوراخ‌های بینی در مرغابی بیضوی شکل بوده و ۵۰ درصد به نول و ۵۰ درصد آن به خالیگاه بینی باز می‌شود. سوراخ‌های بینی قاز طویل می‌باشد و ۷۰ درصد قسمت آن به نول و ۳۰ درصد آن به خالیگاه بینی باز می‌شود (شکل ۵).



شکل ۵: تفاوت بین اندازه‌ی سوراخ بینی در پرنده‌گان خانگی به سانتی متر

قاعده‌ی الاشه‌ی بالایی مرغ خانگی و کیکر دارای فرورفته‌گی می‌باشد و پایین‌تر از استخوان جمجمه قرار دارد. قاعده‌ی الاشه‌ی بالای فیلمرغ با استخوان جمجمه هم‌سطح و هموار می‌باشد. قاعده‌ی الاشه‌ی بالایی مرغابی با استخوان جمجمه هم‌سطح می‌باشد و در بین آن درز وجود ندارد. قاعده‌ی الاشه‌ی بالایی دارای یک برجسته‌گی می‌باشد و با استخوان جمجمه توسط یک درز جدا شده است (شکل ۶).



شکل ۶: تفاوت طول بین الاشه بالا و پایین در پرنده‌گان خانگی به سانتی‌متر

در الاشه بالایی مرغ خانگی دو منفذ بزرگ‌تر و چند منفذ کوچک‌تر دیگر دیده می‌شود (۲۹). منقار کیکر دارای منقدهای استخوانی خیلی کم می‌باشد. نول فیلمرغ دارای منقدهای خیلی کم استخوانی می‌باشد. در نوک الاشه بالایی و پایینی مرغابی تعداد منقدهای استخوان زیاد می‌باشد. در نوک الاشه بالا و پایین قاز تعداد منقدهای استخوانی کم می‌باشد. نوک نول در مرغ‌های خانگی تیز بوده و تقریباً باهم مساوی می‌باشد. نوک نول کیکر تیز می‌باشد. نوک نول فیلمرغ تیز و نوک الاشه پایین طولی‌تر بوده و جلوتر می‌باشد. نوک بالا و پایین دامن دار و کند می‌باشد. نوک الاشه بالا و پایین دامن دار و کند می‌باشد (۶).

نتیجه‌گیری

منقار پرنده‌گان خانگی بخش حیاتی این پرنده‌ها محسوب می‌گردد و برای موفقیت و بقای آن‌ها بسیار مهم و ضروری است. منقار برای تهیه و برداشتن غذا، پرآرایی، جمع و مرتب نمودن مواد لانه، غذا دادن به چوچه‌ها، دفاع و حمله مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این تحقیق پنج نوع منقار پرنده‌گان

خانگی با وظایف آناتومیکی آن‌ها مطالعه گردیده است. شکل و اندازه‌ی منقار در پرندگان و توجه به عادت غذایی مختلف بسیار متفاوت می‌باشد. تنوع در شکل منقار به‌طور عمده وابسته به نوع رژیم غذایی و طرز تغذیه آن‌ها می‌باشد.

منابع

- (۱) منصوری ج. رهنمایی پرنده‌گان صحرايي ايران، تهران، انتشارات کتاب فرزانه. ۱۳۸۸، ص ۳۱۷.
- (۲) میرشمی ا، درویش ج. مبانی بیوسستماتیک جانوری، ویرایش دوم، چاپ سوم، گروهی پژوهشی جونده‌شناسی، دانشگاه فردوسی مشهد. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد ۱۹۸۹. ص ۱۸۹.
- (۳) شایسته فر و علیرضا. جانورشناسی علمی، ایران انتشارات دانشگاه اراک. ۱۳۹۱، صص ۲۰۳-۲۲۴.
- (۴) درویش و جمشید. جمعیت‌ها، گونه‌ها و تکامل، ترجمه از ارنست مایر دانشگاه هاروارد. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ۱۳۸۹، ص ۲۵۳.
- (5) Dyce KM, Sack WO and Wensing CJG. Textbook of Veterinary Anatomy. 1st edition, W. B. Saunders Company, Philadelphia, USA. 1987: Pp 772-779.
- (6) Tankared K. Anatomy of the Chicken and Domestic Birds. The Iowa State University. USA. 1973: Pp 6-46.
- (7) Nickel R, Schummer A and Seiferle E. Anatomy of the Domestic Birds. Verlag Paul Parey, Berlin, Hamburg. Germany. 1977: Pp 4-25.
- (8) Alfred ML and Peter RS. Avian Anatomy, Integument, Part I .Agriculture Handbook 362. U. S. Government Printing Office, Washington DC. USA. 1972: P 64.
- (9) Mcllelland J. A Color Atlas of Avian Anatomy. Wolfe Publishing Ltd. USA. 1990: P 33.
- (10) Dyce KM, Sack WO and Wensing CJG. Textbook of Veterinary Anatomy. 3rd edition, W. B. Saunders Company, Philadelphia, USA. 2002: Pp 799-824.
- (11) King AS and Mcllelland J. Outlines of Avian Anatomy. Bailliere Tindall. London. UK. 1975: Pp 3-33.
- (12) . Konig HE, Korbel R and Liebich HG. Avian Anatomy, Textbook and color atlas. 5m Publishing Ltd. Sheffield, IQN, UK. 2016: Pp 36-101.
- (13) Carruthers C, Gabrush T, Schwean-Lardner K, Knezacek TD, Classen HL and Bennett C. On-farm survey of beak characteristics in White Leghorns as a result of hot blade trimming or infrared beak treatment. J. Appl. Poult. Res. 2012;21:645-650.
- (14) Dennis RL, Fahey AG and Cheng HW. Infrared beak treatment method compared with conventional hot-blade trimming in laying hens. Poult. Sci. 2009;88:38-43.
- (15) Duncan IJH, Slee GS, Seawright E and Breward J. Behavioural consequences of partial beak amputation (beak trimming) in poultry. Br. Poult. Sci. 1989;30:479-488.
- (16) Ege G, Bozkurt M, Koçer B, Tüzün AE, Uygun M and Alkan G. Influence of feed particle size and feed form on productive performance, egg quality, gastrointestinal tract traits, digestive enzymes, intestinal morphology and nutrient digestibility of laying hens reared in enriched cages. Poult. Sci. 2019;98:3787-3801.
- (17) Gentle MJ, Hughes BO and Hubrecht RC. The effect of beak-trimming on food intake, feeding behaviour and body weight in adult hens. Appl. Anim. Ethol. 1982;8:147-159.
- (18) Glatz PC. Beak trimming methods. Asian-Australas. J. Anim. Sci. 2000;13:1619-1637.
- (19) Glatz PC. The effect of beak length and condition on food intake and feeding behaviour of hens. Int. J. Poult. Sci. 2003;2:53-57.

- (20) Glatz PC. Effect of Hot-Blade and Infrared Beak Trimming on Beak Condition, Production, and Mortality of Laying Hens. Proc. 8th Poul. Welf. Symp., Cervia, Italy: World's Poul. Sci. Assoc. 2009: 223-245.
- (21) Holder DP and Bradford MV. Relationship of specific gravity of chicken eggs to number of cracked eggs observed and percent shell. Poul. Sci. 1979;8:250–251.
- (22) Kajlich AS, Shivaprasad HL, Trampel DW, Hill AE, Parsons RL, Millman ST and Mench JA. Incidence, severity, and welfare implications of lesions observed postmortem in laying hens from commercial noncage farms in California and Iowa. Avian Dis. 2016;60:8–15.
- (23) Lee HY and Craig JV. Beak trimming effects on the behaviour and weight gain of floor reared, egg strain pullets from 3 genetic stocks during the rearing period. Poul. Sci. 1990;69:568–575.
- (24) Marchant-Forde RM, Fahey AG and Cheng HW. Comparative effects of infrared and one third hot-blade trimming on beak topography, behaviour, and growth. Poul. Sci. 2008;87:1474–1483.
- (25) McKeegan DEF and Philbey AW. Chronic neurophysiological and anatomical changes associated with infrared beak treatment and their implications for laying hen welfare. Anim. Welf. 2012;21:207–217.
- (26) Prescott NB and Bonser RHC. Beak trimming reduces feeding efficiency of hens. J. Appl. Poul. Res. 2004;13:468–471.
- (27) Rose LM. Behavioral sampling in the field: continuous focal versus focal interval sampling. Behaviour. 2000;137:153–180.
- (28) Schwean-Lardner K, Annett-Christianson CB., Rajendram J and Classen HL. Does age of hot-blade trimming impact the performance and welfare of 2 strains of White Leghorn hens? J. Appl. Poul. Res. 2016;25:547–560.
- (29) Struthers S, Classen HL., Gomis S and Schwean-Lardner K. The effect of beak tissue sloughing and post-treatment beak shape on the productivity of infrared beak treated layer pullets and hens. Poul. Sci. 2019;98:3637–3646.