

ارزیابی مورفومتریک اولتراسونوگرافی ارگان‌های گوارشی در کبوتر خانگی (*Columba livia domestica*): تعیین ضخامت دیواره و ویژگی‌های ساختاری

بشرا الیاسی^۱، محمد نصراله زاده ماسوله^{۱*}، کاوه پروندار اسداللهی^۱، مبینا رحمانی^۲

۱. گروه علوم درمانگاهی، دانشکده تخصصی دامپزشکی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران- ایران.
۲. دکترای عمومی دامپزشکی، دانشکده تخصصی دامپزشکی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران- ایران.

پذیرش: ۷ مهرماه ۱۴۰۵

دریافت: ۱ مردادماه ۱۴۰۵

چکیده

هدف از پژوهش حاضر، ارزیابی ساختار اولتراسونوگرافی بخش‌های مختلف دستگاه گوارش در کبوتر خانگی (*Columba livia domestica*) بود. بدین منظور، ۱۰ قطعه کبوتر خانگی بالغ و سالم از شهر تهران انتخاب گردیدند. پیش از انجام ارزیابی‌ها، تمامی پرندگان به مدت ۸ ساعت در وضعیت ناشتایی (Fasting) قرار گرفتند. بررسی ساختار و اندازه‌گیری ضخامت دیواره ارگان‌های گوارشی با استفاده از دستگاه اولتراسونوگرافی (مدل Mindray Z5) مجهز به مبدل خطی با فرکانس ۱۰ مگاهرتز انجام شد. داده‌های به‌دست‌آمده با استفاده از آنالیز واریانس اندازه‌گیری‌های مکرر (Repeated-measures ANOVA) و آزمون تعقیبی توکی (Tukey's post-hoc test) با سطح معنی‌داری ۰/۰۵ مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. نتایج به‌دست‌آمده حاکی از آن بود که بخش‌های مختلف دستگاه گوارش در ناحیه میانی تا خلفی و در راستای محور کرانیال به کودال حفره سلومی به‌وضوح قابل‌رؤیت بودند. میانگین و انحراف معیار ضخامت دیواره در بخش‌های مختلف عبارت بود از: چینه دان (۰/۴۰ ± ۰/۱۱ mm)، پیش‌معدة، پیش‌معدة (۰/۴۰ ± ۰/۱۱ mm)، سنگدان (۲/۵۰ ± ۰/۶۶ mm)، دوازدهه (۲/۱۷ ± ۰/۲۶ mm) و ژژنوم/ایلئوم (۱/۵۴ ± ۰/۲۷ mm) که تفاوت آماری معنی‌داری بین میانگین این مقادیر مشاهده شد ($P < 0.05$). در نهایت، پژوهش حاضر توانست مقادیر اولیه سونوگرافیک مربوط به ضخامت دیواره ارگان‌های گوارشی کبوتر خانگی را تعیین نماید. یافته‌های این مطالعه به‌عنوان داده‌های پایه و اندازه‌گیری‌های مقدماتی، چارچوبی را برای بررسی ضخامت چینه‌دان، پیش‌معدة، سنگدان و روده‌ها در جمعیت کبوترهای خانگی منطقه مورد مطالعه فراهم می‌آورد.

واژه‌های کلیدی: اولتراسونوگرافی، دستگاه گوارش، ضخامت دیواره، کبوتر خانگی

مقدمه

چاهی و در انگلیسی با نام‌هایی همچون Well pigeons، Rock dove، *Columba livia* و Rock pigeons شناخته شده است (۴).

به دلیل سازگاری با نیازهای پرواز، ساختارهای آناتومیک پرندگان، به‌ویژه در دستگاه گوارش، تفاوت‌های بنیادین با پستانداران دارد. فقدان دندان، ساختار خاص کام و استراتژی تغذیه‌ای سریع برای بهینه‌سازی وزن بدن جهت پرواز، از ویژگی‌های برجسته این سیستم است. همچنین، نرخ رشد و

کبوترها (خانواده *Columbidae*) گروهی از پرندگان متوسط تا بزرگ‌جثه هستند که به‌صورت وحشی و اهلی در تمامی قاره‌ها، به‌استثنای قطب جنوب، پراکنده شده‌اند (۶). در این میان، کبوتر خانگی (*Columba livia domestica*) که از نسل *Columba livia* است، یکی از رایج‌ترین گونه‌های این خانواده در جهان و به‌ویژه در ایران محسوب می‌شود (۴). این نوع کبوتر در فارسی با نام‌های دیگری همچون کبوتر

بیماری‌های تنفسی و گوارشی، و وزن متناسب با سن بود. در مقابل، معیارهای خروج از مطالعه (Exclusion Criteria) شامل بروز هرگونه بیماری حاد در طول دوره نگهداری، کاهش وزن شدید (بیش از ۱۰ درصد وزن اولیه) یا بروز تشنج و رفتارهای غیرطبیعی بود که منجر به حذف حیوان از گروه مورد مطالعه می‌گشت. ارزیابی سلامت حیوانات در ابتدا و به‌صورت دوره‌ای توسط متخصص بیماری‌های پرندگان از طریق معاینه فیزیکی و بررسی وضعیت عمومی (General Condition) انجام شد.

پس از تهیه، پرندگان به مدت ۱۰ روز در محیط مطالعه قرار گرفتند تا دوره سازگاری با محیط (Acclimatization) را طی کرده و استرس ناشی از جابه‌جایی کاهش یابد. در طول این مدت و در زمان اجرای پژوهش، کبوترها در قفس‌های مجزا با ابعاد استاندارد، تحت کنترل دما و رطوبت محیطی و با رعایت استانداردهای بین‌المللی اخلاق در پژوهش‌های حیوانی نگهداری شدند. رژیم غذایی پرندگان شامل میان‌دان مخصوص جوجه‌های گوشتی تجاری (فاقد ضدکوکسیدیوز) به همراه برنج پخته شده بود و آب آشامیدنی به‌صورت آزاد (Ad libitum) در دسترس آن‌ها قرار داشت. انجام تمامی مراحل پژوهش در بازه زمانی پاییز سال ۱۴۰۲ صورت گرفت تا اثرات احتمالی تغییرات فصلی بر ارگان‌های مورد مطالعه کنترل شود.

به‌منظور ارزیابی ساختاری ارگان‌های گوارشی، از دستگاه اولتراسونوگرافی مدل Mindray Z5 (ساخت شرکت Mindray, Shenzhen, China) استفاده شد. برای تمامی پرندگان از مبدل خطی (Linear Probe) با فرکانس ۱۰ مگاهرتز و حالت روشنایی (Brightness Mode) استفاده گردید. تنظیمات دستگاه برای تمامی نمونه‌ها به‌صورت یکنواخت و در مقادیر زیر تثبیت شد: عمق تصویربرداری روی ۳ سانتی‌متر، مقدار Gain روی ۶۰ دسی‌بل و نقطه کانونی (Focus) در مرکز عمق مورد نظر قرار داده شد.

ابتدا پرندگان به مدت ۸ ساعت ناشتا بودند (دسترسی به آب آزاد بود). پس از کندن پره‌های ناحیه شکمی-میانی حفره

تکامل دستگاه گوارش در پرندگان، بسته به گونه و سرعت رشد کلی بدن، متفاوت است و در گونه‌های با رشد سریع، تکامل سریع‌تر ارگان‌های گوارشی مشاهده می‌شود (۱۷). امروزه اولتراسونوگرافی به دلیل غیرتهاجمی بودن، سهولت در اجرا و دسترسی بالا، به یکی از ابزارهای کلیدی در ارزیابی ارگان‌های داخلی و تشخیص زود هنگام بیماری‌ها تبدیل شده است (۱۰، ۱۶). این روش با بهره‌گیری از امواج فراصوت با فرکانس بالا، امکان مشاهده دینامیک و مورفولوژیک اعضای داخلی را فراهم می‌آورد. با این حال، علی‌رغم کاربردهای گسترده، داده‌های استاندارد و مقادیر مرجع سونوگرافیک برای ارگان‌های گوارشی در کبوتر خانگی بسیار محدود است.

هدف از پژوهش حاضر، ارزیابی مورفولوژی و مورفومتری بخش‌های مختلف دستگاه گوارش در کبوترهای بالغ و سالم با استفاده از تصویربرداری اولتراسونوگرافی بود. نتایج این پژوهش می‌تواند چارچوب‌های عملیاتی و دستورالعمل‌های (Guidelines) پایه لازم را برای بهینه‌سازی تکنیک‌های تصویربرداری و ارتقای دقت تشخیص‌های بالینی در کبوترهای خانگی فراهم نماید.

مواد و روش کار

به‌منظور انجام این پژوهش، ۱۰ قطعه کبوتر خانگی (*Columba livia domestica*) بالغ از مراکز پرورش طیور معتبر منطقه ۱ تهران تهیه شدند. بلوغ پرندگان بر اساس معیارهای فیزیولوژیک شامل تکامل کامل پرپوش و تغییر رنگ چشم‌ها توسط متخصص بیماری‌های پرندگان تأیید گردید. تمامی پرندگان در محدوده سنی ۱ تا ۳ سال و با دامنه وزنی ۳۵۰ تا ۴۵۰ گرم بودند. جهت حذف متغیر جنسیت و یکسان‌سازی شاخص‌های اندازه‌گیری، در این مطالعه تنها از پرندگان نر استفاده شد که جنسیت آن‌ها از طریق معاینات بالینی و بررسی ویژگی‌های ثانویه توسط متخصص بیماری‌های پرندگان تشخیص داده شد.

معیارهای ورود به مطالعه (Inclusion Criteria) شامل سلامت کامل ظاهری، عدم مشاهده هرگونه نشانه‌ای دال بر



فاصله اطمینان هر یک از فاکتورها محاسبه شد. از آزمون آماری آنالیز واریانس اندازه‌گیری‌های مکرر (Repeated-measures ANOVA) برای مقایسه گروه‌ها و سپس آزمون تعقیبی توکی (Tukey) برای بررسی تفاوت بین گروه‌ها استفاده شد. لازم به ذکر است در این پژوهش سطح معنی‌داری ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

نتایج

نتایج تصویربرداری از ارگان‌های گوارشی به شرح زیر است:

۱. چینه‌دان: در نماهای طولی و عرضی، به‌صورت ساختاری محدب و دایره‌ای با دیواره‌ای هایپراکوئیک (Hyperechoic) مشاهده گردید. لایه‌های دیواره از یکدیگر قابل تفکیک نبودند و در قسمت دیستال، آرتیفکت تقویت آکوستیک (Acoustic enhancement artifact) به طور مشخص دیده شد (شکل ۱ الف و د).

۲. پیش‌معه: این ارگان در تصاویر اولتراسونوگرافی به‌صورت ساختاری دایره‌ای با دیواره‌ای مشخص شناسایی شد (شکل ۱ ب و ه).

۳. سنگدان: در هر دو نمای طولی و عرضی به‌صورت ارگانی دایره‌ای مشاهده گردید. اگرچه ضخامت دیواره قابل اندازه‌گیری بود، اما لایه‌های تشکیل‌دهنده آن تفکیک‌پذیر نبودند (شکل ۱ ج و و).

۴. دوازدهه: در مقاطع عرضی و طولی به‌صورت ساختاری لوله‌ای و دایره‌ای مشاهده شد. دیواره این ارگان قابلیت اندازه‌گیری داشت، اما لایه‌های آن از یکدیگر قابل تفکیک نبودند (شکل ۲ الف و ج).

۵. ژژنوم/ایلئوم: ژژنوم/ایلئوم از یکدیگر قابل تفکیک نبوده و هر دو به‌صورت ساختارهای دایره‌ای یا لایه‌های موازی مشاهده شدند. در لومن روده‌ها، حضور غذا و گاز مشاهده گردید و ضخامت دیواره‌ها بدون تفکیک لایه‌ها قابل ارزیابی بود (شکل ۲ ب و د).

سلومی و ناحیه گردنی، پوست با استفاده از الکل و آب پاک‌سازی شده و جهت حذف امواج بازگشتی و برقراری تماس مناسب، از ژل التراسونیک در محل تماس مبدل با پوست استفاده شد. پرنده‌ها در وضعیت خوابیده به پشت (Dorsal recumbency) قرار گرفتند.

به‌منظور ارزیابی هر یک از ارگان‌های گوارشی، مراحل زیر به ترتیب اجرا گردید:

۱. چینه‌دان: جهت تسهیل در تفکیک این ارگان از بافت‌های مجاور، مقدار محدودی آب به پرندگان خورانده شد.
۲. پیش‌معه: مبدل در ناحیه کرانیال و میانی حفره سلومی قرار گرفت و با استفاده از سنگدان به‌عنوان نقطه مرجع (Reference point) و تغییر زاویه مبدل به سمت کرانیال، این ارگان شناسایی شد.

۳. سنگدان: مبدل در ناحیه شکمی-میانی با زاویه کرانیال و متمایل به سمت چپ قرار داده شد. در این مرحله، قلب و کبد به‌عنوان نقاط مرجع در نماهای طولی و عرضی در نظر گرفته شدند و جهت حذف اثر مزاحم گازهای کیسه‌های هوایی، فشار ملایمی بر حفره شکمی اعمال گردید.

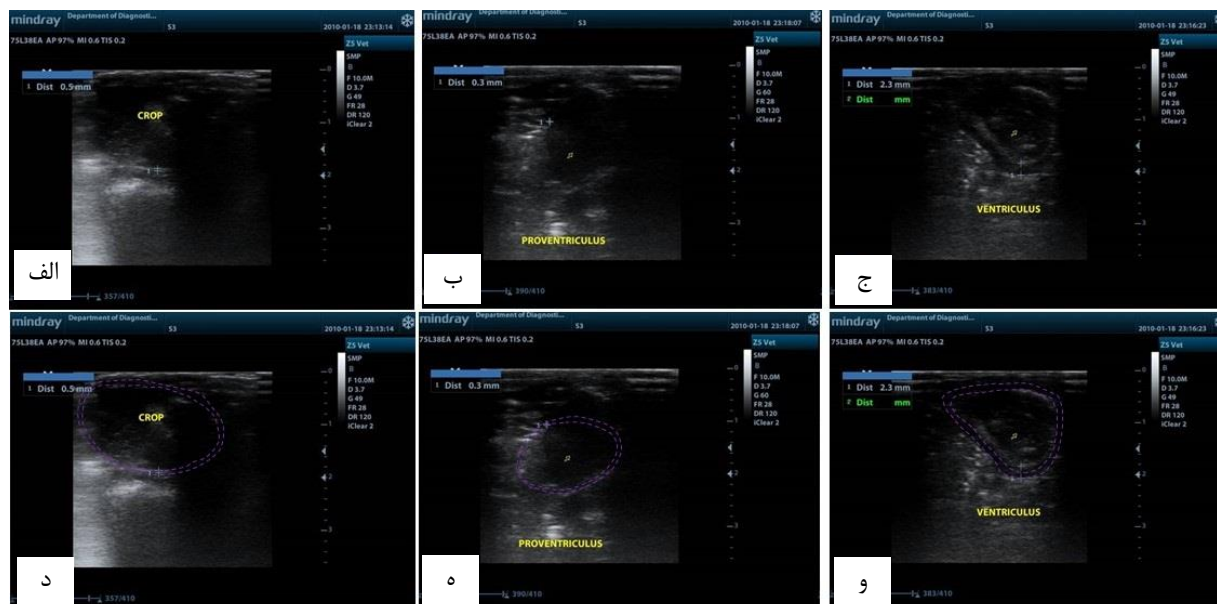
۴. دوازدهه: مبدل در ناحیه شکمی-میانی و در قسمت کرانیال، بلافاصله پس از سنگدان قرار گرفت. مشابه ارزیابی سنگدان، فشار ملایمی برای حذف اثر کیسه‌های هوایی بر ناحیه مورد نظر اعمال شد.

۵. ژژنوم/ایلئوم: پس از ارزیابی دوازدهه، مبدل به سمت کودال (دمی) حرکت داده شد تا سایر بخش‌های روده (ژژنوم/ایلئوم) مورد بررسی قرار گیرند.

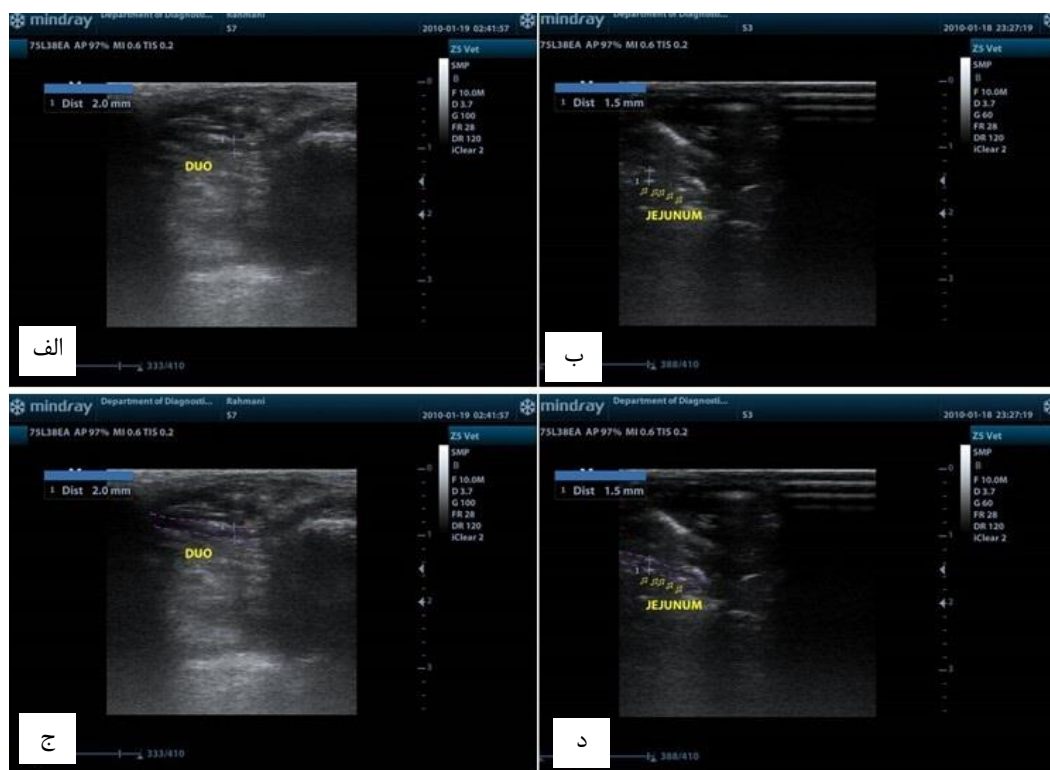
شایان ذکر است که تمامی مراحل تصویربرداری و اندازه‌گیری‌ها توسط یک متخصص تصویربرداری تشخیصی رادیوگرافی دامپزشکی انجام شد تا خطای بین-اپراتوری (Inter-operator variability) حذف گردد.

تمامی داده‌های به‌دست‌آمده از این پژوهش با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۱ مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت، میانگین، انحراف معیار، کمینه، بیشینه و





شکل ۱- اولتراسونوگرافی با حالت روشنایی در کبوتر خانگی؛ (الف) و (د) چینه‌دان، (ب) و (ه): پیش‌معه، (ج) و (و): سنگدان



شکل ۲- اولتراسونوگرافی با حالت روشنایی در کبوتر خانگی؛ (الف) و (ج): دوازدهه، (ب) و (د): ژژنوم/ایلئوم

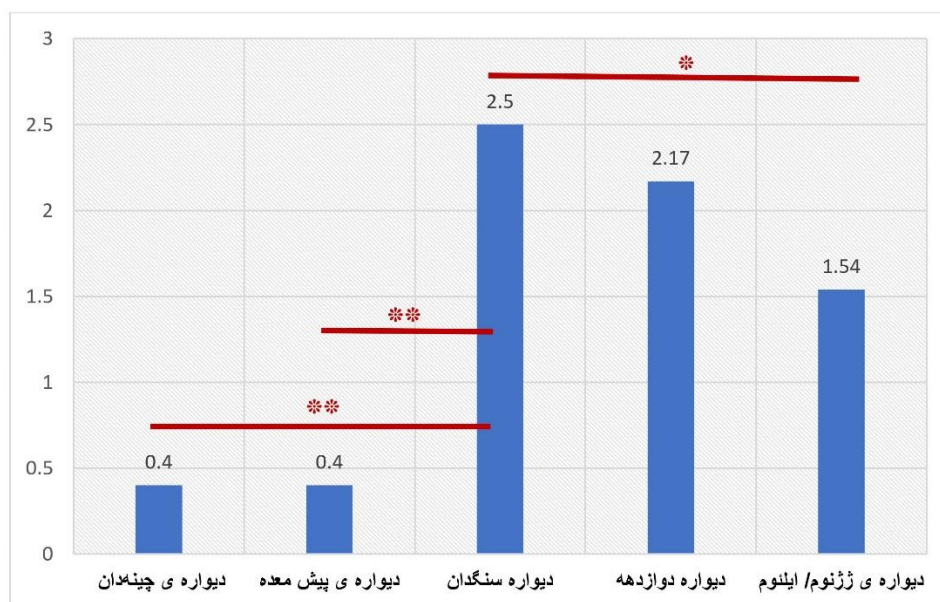


پیش‌معدده (۰/۴۰±۰/۱۱ میلی‌متر) مشاهده شد. همچنین، تحلیل‌های آماری نشان‌دهنده تفاوت معنی‌داری در میانگین ضخامت دیواره سنگدان در مقایسه با چینه‌دان ($P = ۰/۰۰۱$)، پیش‌معدده ($P = ۰/۰۰۱$) و ژژنوم/ایلنوم ($P = ۰/۰۵$) بود.

مطابق با نتایج ارائه‌شده در جدول ۱ و شکل ۳، بیشترین میانگین ضخامت دیواره دستگاه گوارش متعلق به سنگدان (۲/۵۰±۰/۶۶ میلی‌متر)، بود و پس از آن به ترتیب دوازدهه (۲/۱۷±۰/۲۶ میلی‌متر) و ژژنوم/ایلنوم (۱/۵۴±۰/۲۷ میلی‌متر) قرار داشتند. کمترین میزان ضخامت در چینه‌دان و

جدول ۱- میانگین، انحراف معیار، حداقل، حداکثر ضخامت دیواره چینه‌دان، پیش‌معدده، سنگدان، دوازدهه ژژنوم/ایلنوم

میانگین (میلی‌متر)	انحراف معیار (میلی‌متر)	کمینه (میلی‌متر)	بیشینه (میلی‌متر)	فاصله اطمینان (۰/۹۵)	
				حد پائین	حد بالا
۰/۴۰	۰/۱۱	۰/۲۰	۰/۶۰	۰/۳۱	۰/۴۸
۰/۴۰	۰/۱۴	۰/۲۰	۰/۷۰	۰/۲۹	۰/۵۰
۲/۵۰	۰/۶۶	۱/۷۰	۳/۸۰	۲/۰۲	۲/۹۷
۲/۱۷	۰/۲۶	۱/۷۰	۲/۶۰	۱/۹۱	۲/۳۶
۱/۵۴	۰/۲۷	۱/۲۰	۲/۲۰	۱/۳۳	۱/۷۴



شکل ۳- مقایسه میانگین ضخامت دیواره ارگان‌های مختلف دستگاه گوارش کبوتر خانگی بر حسب میلی‌متر. (** نشان‌دهنده سطح معنی‌داری کمتر و مساوی ۰/۰۰۱، * نشان‌دهنده سطح معنی‌داری کمتر و مساوی ۰/۰۵)

۱۲). برای ارزیابی این سیستم، اولتراسونوگرافی به دلیل ماهیت غیرتهاجمی، ایمنی بالا و ارائه تصاویر Real-time، ابزاری کلیدی در تشخیص فیزیولوژیک و پاتولوژیک ارگان‌هاست. همچنین، قابل حمل بودن و عدم نیاز به بیهوشی،

بحث

سیستم گوارشی پرندگان یک مجرای پیوسته (از منقار تا کلواک) است که وظیفه پردازش غذا از طریق فرایندهای هیدرولیز، امولسیفیکاسیون و جذب را بر عهده دارد (۲، ۸،





کاربرد این روش را در محیط‌های مختلف دامپزشکی تسهیل نموده است (۱۵).

در مطالعه حاضر، ارزیابی اولتراسونوگرافی ارگان‌های دستگاه گوارش نشان داد که تمامی اندام‌ها از جمله چینه‌دان، پیش‌معه، سنگدان، دوازدهه و روده باریک (ژژنوم/ایلئوم) به‌صورت ساختارهایی دایره‌ای یا لوله‌ای با دیواره‌های قابل‌اندازه‌گیری شناسایی شدند، هرچند تفکیک لایه‌های دیواره در هیچ یک از این ارگان‌ها امکان‌پذیر نبود. در میان ارگان‌های بررسی شده، بیشترین میانگین ضخامت دیواره متعلق به سنگدان (۲/۵۰ میلی‌متر) بود که تفاوت آماری معنی‌داری را با چینه‌دان، پیش‌معه و ژژنوم/ایلئوم نشان داد. پس از سنگدان، به ترتیب دوازدهه (۲/۱۷ میلی‌متر) و ژژنوم/ایلئوم (۱/۵۴ میلی‌متر) بیشترین ضخامت را داشتند و کمترین میزان ضخامت در چینه‌دان و پیش‌معه (۰/۴۰ میلی‌متر) مشاهده گردید.

در مطالعه حاضر، به‌منظور دستیابی به کیفیت تصویری بهینه و حذف تداخلات محیطی، دسترسی به حفره سلومی از طریق ناحیه شکمی و با کندن تعداد محدودی از پرها فراهم گردید. این اقدام برای به‌حداقل‌رساندن فاصله بین مبدل و پوست و جلوگیری از ورود هوا به محیط تماس ضروری بود. درحالی‌که در برخی گونه‌های پرندگان، نظیر توکان، گزارش شده است که بدون نیاز به حذف پرها و تنها با استفاده از مقدار کافی ژل اولتراسونوگرافی می‌توان به ارگان‌های داخلی دسترسی یافت (۳)، اما در کبوترهای مورد مطالعه در این پژوهش، تراکم بالای پرهای شکمی مانع از تماس مستقیم مبدل با پوست می‌شد. از آنجایی‌که هوا یکی از شدیدترین عوامل جذب و پراکندگی امواج اولتراسوند است و منجر به ایجاد آرتیفکت‌های گازی (Gas artifacts) می‌گردد، حذف موضعی پرها در کبوتران برای حذف این لایه هوایی و افزایش رزولوشن تصاویر ضروری به نظر می‌رسد. این تفاوت احتمالاً به دلیل تفاوت در مورفولوژی پرها و تراکم پوشش بدن در گونه‌های مختلف پرندگان است.

به‌منظور دستیابی به کیفیت تصویری بهینه در اولتراسونوگرافی دستگاه گوارش، خالی بودن لومن ارگان‌ها ضروری است، زیرا محتویات غذایی و گازهای ناشی از هضم باعث ایجاد سایه‌های آکوستیک و تداخل در رؤیت دیواره‌ها می‌شوند (۹). در پژوهش حاضر، پرهیز غذایی ۸ ساعته برای تمامی پرندگان در نظر گرفته شد، درحالی‌که دسترسی به آب برای جلوگیری از دهیداسیون حفظ گردید. تفاوت در مدت زمان ناشتایی در مطالعات مختلف، بسته به گونه‌ی مورد بررسی متغیر است؛ به طور مثال، da Silva و همکاران در سال ۲۰۲۱ در بررسی توکان‌ها، زمان کوتاه‌تر ۳ ساعته را کافی دانستند. در مقابل، برخی گزارش‌ها در کبوتران و بلدرچین‌ها، بالاترین کیفیت تصویر را در ناشتایی ۱۸ ساعته ثبت کرده‌اند. به نظر می‌رسد زمان ۸ ساعته در مطالعه حاضر، یک تعادل بهینه (Trade-off) میان نیاز به تخلیه نسبی دستگاه گوارش برای کاهش آرتیفکت‌های غذایی و در عین حال، رعایت اصول رفاه حیوانات (Animal Welfare) برای جلوگیری از استرس شدید و افت شدید قند خون در کبوترها باشد. این تفاوت در زمان تخلیه احتمالاً به تفاوت در نرخ متابولیسم و ظرفیت ذخیره‌سازی چینه‌دان در گونه‌های مختلف بازمی‌گردد.

دستگاه گوارش پرندگان ساختاری پیچیده شامل مری، چینه‌دان، پیش‌معه، سنگدان، روده کوچک، روده بزرگ، کلوک و همچنین ساختارهای تکاملی نظیر دیورتیکول مری گردنی و سکوم است. در پژوهش حاضر، ارزیابی اولتراسونوگرافی روی چینه‌دان، پیش‌معه، سنگدان و روده باریک متمرکز بود و سایر اجزای دستگاه گوارش قابل‌رؤیت نبودند. درحالی‌که در برخی مطالعات پیشین، از جمله Andrade و همکاران در سال ۲۰۱۲ و Mitchell و همکاران در سال ۲۰۱۹، ساختارهایی نظیر دیورتیکول مری گردنی و سکوم به‌صورت ماکروسکوپی و با استفاده از اولتراسونوگرافی ارزیابی شده‌اند، این دو ساختار در مطالعه حاضر بر روی کبوتر خانگی شناسایی نشدند. عدم رؤیت این ارگان‌ها را می‌توان به دو عامل اصلی نسبت داد: نخست، محدودیت‌های مربوط به





در پژوهش حاضر، میانگین ضخامت دیواره پیش‌معه (۰/۴۰ میلی‌متر) به طور معنی‌داری کمتر از دیواره سنگدان (۲/۵۰ میلی‌متر) ارزیابی شد. این یافته با نتایج گزارش شده توسط Wagner و همکاران در سال ۲۰۰۱، در شترمرغ‌ها هم‌خوانی دارد که در آن ضخامت سنگدان (۳/۵ سانتی‌متر) به مراتب بیشتر از پیش‌معه (۱/۱ سانتی‌متر) گزارش شده بود (۱۸). در مقابل، این نتایج با مطالعه da Silva و همکاران در سال ۲۰۲۱، بر روی پرندۀ توکان تفاوت داشت؛ به گونه‌ای که در آن پژوهش، ضخامت پیش‌معه بیش از سنگدان محاسبه شده بود (۳).

این تفاوت در نتایج را می‌توان به تفاوت در رژیم غذایی و نقش فیزیولوژیک این دو ارگان نسبت داد. پیش‌معه عمدتاً نقش ترش‌چی (اسیدی کردن غذا) را بر عهده دارد و فاقد لایه‌های عضلانی ضخیم است، درحالی‌که سنگدان مسئولیت خرد کردن مکانیکی مواد غذایی را بر عهده دارد. در گونه‌هایی که رژیم غذایی سخت یا دانه-خوار دارند، فشار مکانیکی شدید بر سنگدان منجر به هایپرتروفی لایه‌های عضلانی و در نتیجه افزایش ضخامت دیواره آن می‌شود. احتمالاً در پرندۀ توکان به دلیل ماهیت نرم‌تر رژیم غذایی (میوه‌خواری)، نیاز به فعالیت مکانیکی شدید در سنگدان کمتر بوده و در نتیجه ضخامت آن نسبت به پیش‌معه کاهش یافته است. بنابراین، ضخامت دیواره این ارگان‌ها را می‌توان مستقیماً با نوع تغذیه و نیازهای گوارشی هر گونه مرتبط دانست.

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که میانگین ضخامت دیواره دوازدهه در کبوترهای بومی تهران ۲/۱۷ میلی‌متر است. این یافته با نتایج Pees و همکاران در سال ۲۰۰۶، در آلمان که ضخامت دیواره دوازدهه را در کبوترهای سالم ۱/۶ میلی‌متر گزارش کرده بودند، تفاوت داشت (۱۴). این اختلاف در مقادیر اندازه‌گیری شده احتمالاً می‌تواند به تفاوت‌های نژادی و ژنتیکی بین جمعیت‌های کبوتر در مناطق جغرافیایی مختلف (ایران و آلمان) بازگردد. علاوه بر این، تفاوت در شرایط محیطی، رژیم غذایی و مدیریت تغذیه‌ای کبوترهای بومی تهران در مقایسه با نمونه‌های مورد بررسی در آلمان می‌تواند بر ضخامت نسبی دیواره روده اثرگذار باشد.

کیفیت و مشخصات فنی دستگاه اولتراسونوگرافی و فرکانس مبدل مورد استفاده که رزولوشن لازم برای شناسایی ساختارهای بسیار نازک یا کوچک نظیر دیورتیکول‌های مری را فراهم نکرده است. دوم، ویژگی‌های مورفولوژیک و جثه کبوترهای مورد مطالعه؛ کوچک بودن اندازه جثه در کنار تداخل بافت‌های مجاور و احتمال وجود گاز در محیط سلومی، می‌تواند باعث جذب امواج اولتراسوند و در نتیجه عدم رؤیت ارگان‌های کوچکی مانند سکوم شود. این تفاوت در نتایج نشان‌دهنده اهمیت بهینه‌سازی تنظیمات دستگاه و انتخاب مبدل‌های با فرکانس متناسب با جثه و آناتومی هر گونه در مطالعات سونوگرافیک پرندگان است.

دیواره سنگدان در کبوتر خانگی با استفاده از اولتراسونوگرافی قابلیت اندازه‌گیری داشت، اما لایه‌های آن از یکدیگر قابل تفکیک نبود. در مطالعه‌ای همسو با مطالعه حاضر، Krautwald-Junghanns و همکاران در سال ۲۰۰۲ که در پرندگان دانه‌خوار انجام دادند، قادر به تفکیک لایه‌های دیواره سنگدان از یکدیگر نبودند (۱۰). اما da Silva و همکاران در سال ۲۰۲۱، در مطالعه‌ای که روی پرندۀ توکان انجام دادند، توانستند لایه‌های دیواره و پیش‌معه و دئودنوم و ایلئوم/ژژنوم را به صورت مجزا با دستگاه اولتراسونوگرافی GE و فرکانس ۱۰ مگاهرتز از یکدیگر بررسی کنند. از علل این تفاوت می‌توان به دستگاه اولتراسونوگرافی و میزان قدرت تفکیک آن دستگاه اشاره نمود (۳).

در بررسی اولتراسونوگرافی مطالعه حاضر، سنگدان در تماس نزدیک با بافت کبد مشاهده شد. این یافته با نتایج مطالعه Andrade و همکاران در سال ۲۰۱۲، بر روی پرندۀ توکان هم‌سو است که آن‌ها نیز موقعیت آناتومیک سنگدان را در تماس نزدیک با کبد گزارش کردند. از دیدگاه تشخیصی، این مجاورت آناتومیک به عنوان یک راهنمای سونوگرافیک (Sonographic Landmark) بسیار حائز اهمیت است؛ زیرا حضور کبد در مجاورت سنگدان، تسهیل‌کننده شناسایی سریع‌تر و دقیق‌تر سنگدان در حفره سلومی می‌شود و به اپراتور کمک می‌کند تا با مکان‌یابی کبد، دسترسی به ارگان‌های مجاور را بهینه نماید.





مطالعه‌ای روی پرندگان دانه‌خوار نیز قابل مشاهده نبودند (۱۰). در برخی از مطالعات همچون Krautwald-Junghanns و همکاران در سال ۲۰۱۷، برای مشاهده کلوک از تخلیه مواد مدفوع و به دنبال آن تنقیه آب گرم استفاده شده است (۹). اما این روش در مطالعه حاضر انجام نشد.

علی‌رغم یافته‌های به‌دست‌آمده، این پژوهش با برخی محدودیت‌ها روبروست که باید در تفسیر نتایج مدنظر قرار گیرند. نخست، حجم نمونه کوچک در این مطالعه، از تعمیم نتایج به کل جمعیت کبوترهای خانگی می‌کاهد و مانع از آن می‌شود که مقادیر به‌دست‌آمده به‌عنوان یک محدوده مرجع استاندارد در نظر گرفته شوند. دوم، تشخیص جنسیت پرندگان بر اساس معاینات بالینی و ویژگی‌های ثانویه انجام شد و عدم استفاده از روش‌های مولکولی برای تأیید قطعی جنسیت، می‌تواند به‌عنوان یکی از محدودیت‌های این پژوهش تلقی گردد. در نهایت، به دلیل تفاوت‌های احتمالی در نژاد و شرایط محیطی کبوترها در مناطق مختلف، نتایج این تحقیق را باید به‌عنوان داده‌های پایه در نظر گرفت که نیازمند تأیید در مطالعات آینده با حجم نمونه بیشتر و تنوع نژادی گسترده‌تر است.

برای تکمیل یافته‌های این مطالعه، پیشنهاد می‌گردد در پژوهش‌های آینده، اثرات بیماری‌های مختلف گوارشی بر روی ساختار سونوگرافیک ارگان‌ها مورد بررسی قرار گیرد تا تفاوت‌های میان پرندگان سالم و بیمار به‌طور دقیق شناسایی شود.

بر اساس یافته‌های حاصل از این مطالعه، می‌توان نتیجه گرفت که اولتراسونوگرافی روشی غیرتهاجمی و قابل‌اعتماد برای بررسی مورفولوژی دستگاه گوارش در کبوترهای بالغ است. این پژوهش با معرفی ویژگی‌های اولتراسونوگرافی اختصاصی برای هر بخش از لوله گوارش، مسیر تشخیص آناتومیک را تسهیل نموده و مقادیر اولیه‌ای را برای سنجش ضخامت دیواره ارگان‌ها ارائه داده است. در مجموع، مطالعه حاضر داده‌های اولیه و پایه‌ای (Baseline data) درباره ظاهر اولتراسونوگرافی و ضخامت دیواره بخش‌های مختلف دستگاه

همچنین، یافته‌های ما با مشاهدات da Silva و همکاران در سال ۲۰۲۱، بر روی پرنده توکان که ضخامت را $3/2$ میلی‌متر گزارش کرده بودند، تفاوت داشت (۳). تفاوت در مقادیر گزارش شده در این پژوهش و مطالعات پیشین را می‌توان به تفاوت در گونه‌های مورد مطالعه (Species variation)، تفاوت در سن و وزن پرندگان و همچنین احتمال تفاوت در متدولوژی اندازه‌گیری یا حساسیت دستگاه‌های اولتراسونوگرافی نسبت داد. از سوی دیگر، عدم موفقیت Garret و همکاران در سال ۲۰۱۹، در شناسایی دوازدهه در جوجه‌ها، احتمالاً به دلیل ابعاد بسیار کوچک این ارگان در سنین پایین و محدودیت‌های رزولوشن تصویربرداری در جثه‌های کوچک است. این امر تأیید می‌کند که شناسایی دقیق آناتومی گوارشی در پرندگان، به شدت وابسته به جثه پرنده و دقت تجهیزات تصویربرداری است (۶).

در پژوهش حاضر، میانگین ضخامت دیواره دوازدهه بیشتر از ژژنوم/ایلئوم ارزیابی شد، هرچند این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار نبود. در بررسی متون، نتایج متناقضی در گونه‌های مختلف مشاهده می‌شود؛ به‌طوری‌که da Silva و همکاران در سال ۲۰۲۱، در مطالعه‌ای بر روی پرنده توکان، ضخامت دیواره ژژنوم/ایلئوم را بیشتر از دوازدهه گزارش کردند (۳). در مقابل، یافته‌های ما با گزارش Wagner و همکاران در سال ۲۰۰۱، در شترمرغ‌های سالم هم‌خوانی دارد که در آن دیواره دوازدهه (۵ میلی‌متر) ضخیم‌تر از سایر بخش‌های روده (۳ میلی‌متر) توصیف شده بود (۱۸). این تفاوت در نتایج احتمالاً به دلیل تفاوت در گونه‌های مورد مطالعه، رژیم غذایی و ساختار فیزیولوژیک سیستم گوارش در پرندگان مختلف است. بنابراین می‌توان استنباط کرد که ضخامت دیواره روده در پرندگان متغیر بوده و تحت تأثیر ویژگی‌های گونه‌ای است، اما در تمام موارد، دوازدهه تمایل به ضخامت بیشتری نسبت به بخش‌های انتهایی روده باریک دارد.

در مطالعه حاضر تشخیص لایه‌های کلوک از نظر اولتراسونوگرافی امکان‌پذیر بود. همچنین این لایه‌ها در





- 5- Gibbs, D; Barnes, E. and Cox, J; Pigeons and doves: a guide to the pigeons and doves of the world; A&C Black; 2001.
- 6- Garrett, K., Milne, M., Doneley, R., & Perkins, N. (2019). Ultrasound evaluation of small intestinal thickness and a comparison to body weight in normal chickens (*Gallus gallus domesticus*). *Australian veterinary journal*, 97(1-2), 39-42.
- 7- Goodwin, D. and Gillmor R; Pigeons and doves of the world. (No Title). 1983.
- 8- Klasing KC; Avian gastrointestinal anatomy and physiology. In *Seminars in avian and exotic pet medicine* 1999 Apr 1 (Vol. 8; No. 2; pp. 42-50). WB Saunders.
- 9- Krautwald-Junghanns, M. E; Avian radiography. Saunders, 2021.
- 10- Krautwald-Junghanns, M.E; Moerke-Schindler, T; Vorbrüggen, . and Cramer, K; Radiography and ultrasonography in the backyard poultry and waterfowl patient. *Journal of avian medicine and surgery*; 2017; 31(3):189-97.
- 11- Krautwald-Junghanns, ME; Stahl, A; Pees, M; Enders, F. and Bartels, T. Sonographic investigations of the gastrointestinal tract of granivorous birds. *Veterinary radiology & ultrasound*; 2002; 43(6):576-82.
- 12- Macwhirter P. Basic anatomy; physiology and. *Handbook of Avian Medicine E-Book: Handbook of Avian Medicine E-Book*. 2009; 27:25.
- 13- Mitchell M; Tully TN. *Manual of exotic pet practice*. Elsevier Health Sciences; 2008 Mar 4.
- 14- Pees, M; Kiefer, I; Krautwald, M. E; Filippich, L; Kiefer, J; Oechtering, G; Comparative ultrasonographic investigations of the gastrointestinal tract and the liver in healthy and diseased

گوارش کبوتر اهلی فراهم کرده است که می‌تواند به عنوان مبنایی برای مطالعات آینده با حجم نمونه بیشتر و همچنین بررسی تغییرات اولتراسونوگرافی در پرندگان بیمار مورد استفاده قرار گیرد.

قدردانی و تشکر

نویسندگان بر خود لازم می‌دانند از مساعدت‌های دانشکده علوم تخصصی علوم و تحقیقات تقدیر و تشکر نمایند.

تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌نمایند که در این پژوهش هیچ‌گونه تعارض منافی ندارند.

منابع

- 1- Andrade, M. B.; Santos, A. L.; Hirano; L. Q. and Moraes; F. D; Anatomy of the digestive tube of toco toucan; 2012; 12(1):43-9.
- 2- Coles, B. H; *Essentials of avian medicine and surgery* (3rd ed.). Blackwell Publishing. 2007; pp: 67-320.
- 3- da Silva, J.P; Rahal, S.C; Castiglioni, M.C; Rolim, L.S; Lima, W.F; Schimming, B.C; Moresco, A. and Mamprim, M.J; Ultrasonography of the gastrointestinal tract of toco toucans (*Ramphastos toco*). *Anatomia; histologia; embryologia*; 2021; 50(6):940-6.
- 4- Donegan, T. M. (2016). The pigeon names *Columba livia*, '*C. domestica*' and *C. oenas* and their type specimens. *Bulletin of the British Ornithologists' Club*, 136(1), 14-27.
- Donegan, T. M. (2016). The pigeon names *Columba livia*, '*C. domestica*' and *C. oenas* and their type specimens. *Bulletin of the British Ornithologists' Club*, 136(1), 14-27.





- pigeons. *Veterinary Radiology & Ultrasound*; 2006;47(4):370-5.
- 15- Peixoto, G.C; Lira, R.A; Alves, N.D. and Silva, A.R. Bases físicas da formação da imagem ultrassonográfica. *Acta Veterinaria Brasilica*; 2010; 17:4(1):15-24.
- 16- Ribeiro, R.G; Costa, A.P; Bragato, N; Fonseca, A.M; Duque, J.C; Prado, T.D; Silva, A.C. and Borges, N.C. Normal sonographic anatomy of the abdomen of coatis (*Nasua nasua* Linnaeus 1766). *BMC Veterinary Research*; 2013; 23:9(1):124.
- 17- Wasilewski, R; Kokoszyński, D; Mieczkowska, A; Bernacki, Z. and Górski, A. Structure of the digestive system of ducks depending on sex and genetic background. *Acta Veterinaria Brno*; 2015; 10;84(2):153-8.
- 18- Wagner, WM. and Kirberger, RM; Transcutaneous ultrasonography of the coelomic viscera of the ostrich (*Struthio camelus*). *Veterinary Radiology & Ultrasound*; 2001;42(6):546-52.





Iran. J. Vet. Clin. Sci.; 2026; 20(1): 81-91.
<http://doi.org/10.22034/ijvcs.2026.14934.1093>

Ultrasonographic Morphometric Assessment of the Gastrointestinal Tract in Domestic Pigeons (*Columba livia domestica*): Evaluation of Wall Thickness and Structural Feature

Boshra Elyasi¹; Mohammad Nasrollahzadeh Masouleh^{1*};
Kaveh Parvandar Asadollahi¹; Mobina Rahmani²

1. Department of Clinical Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, SR. C., Islamic Azad University, Tehran- Iran.
2. D.V.M., Faculty of Specialized Veterinary Sciences, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran- Iran.

Received: 23 July 2026

Accepted: 29 September 2026

Summary

The aim of the present study was to evaluate the ultrasonographic structure of various segments of the gastrointestinal tract in domestic pigeons (*Columba livia domestica*). For this purpose, 10 healthy adult domestic pigeons were selected from Tehran. Prior to the evaluations, all birds were subjected to an 8-hour fasting period. The structural examination and wall thickness measurements of the gastrointestinal organs were performed using an ultrasonography system (Mindray Z5 model) equipped with a 10 MHz linear probe. The obtained data were statistically analyzed using repeated-measures analysis of variance (Repeated-measures ANOVA) and Tukey's post-hoc test, with a significance level of $P < 0.05$. The results indicated that the different segments of the gastrointestinal tract were clearly visible within the mid-to-caudal region of the coelomic cavity, extending along the cranial-to-caudal axis. The mean and standard deviation of the wall thickness in the various segments were: crop (0.4 ± 0.1 mm), proventriculus (0.4 ± 0.1 mm), ventriculus (0.5 ± 0.6 mm), duodenum (0.1 ± 0.2 mm), and jejunum/ileum (0.5 ± 0.4 mm), and a statistically significant difference was observed between the means ($P < 0.05$). In conclusion, the present study succeeded in determining the baseline sonographic values for the wall thickness of the gastrointestinal organs in domestic pigeons. The findings of this study, as baseline data and preliminary measurements, provide a framework for examining the thickness of the crop, proventriculus, ventriculus, and intestines in the domestic pigeon population of the study area.

Keywords: Ultrasonography, Gastrointestinal tract, Wall thickness, Domestic pigeons

* Corresponding Author Email: mnmasouleh@iau.ac.ir

