



Study of Organogenesis and Histogenesis of Liver During the Embryonic Period of the Ostrich (*Struthio camelus*)

Jalil Pourhaji Motab¹, Babak Rasouli², Arad Jahankhani³

¹ Veterinary Department, Garmsar Branch of Islamic Azad University, Garmsar, Iran

² Department of Basic Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Semnan University, Semnan, Iran

³ Graduated from the Faculty of Veterinary Medicine, Semnan University, Semnan, Iran

Received: 14 Jan 2026, Reciver in revised from: 14 Mar 2026, Accepted: 18 Mar 2026, Available online: 21 Jun2026

doi [10.22059/jvr.2025.394622.3507](https://doi.org/10.22059/jvr.2025.394622.3507)

J Vet Res, Volume 81, Number 2, 2026, 101-111

Abstract

BACKGROUND: Ostrich belongs to the group of broad-breasted birds. Despite many morphological similarities with other birds, ostriches have some differences from them.

OBJECTIVES: This study aims to determine the processes of organogenesis and histogenesis in the ostrich liver. This study will serve as a basis for future research in experimental embryology.

METHODS: To carry out this study, 36 fertilized ostrich eggs of 5, 9, 14, 20, 25, 30, 34, 38, and 41 days old (4 samples from each age group) were selected, and their livers were examined anatomically, histologically, and morphometrically. The liver of the ostrich embryo was examined macroscopically and microscopically and compared with the livers of birds such as chicken, pheasant, partridge, duck, and turkey.

RESULTS: In addition to the similarities between the liver of this bird and other birds, there were significant differences, such as the division of the lobes, the shape of the lobes, the gallbladder, the time of final liver development, the time of the appearance of the first bile ducts, the time of the appearance of the first Kupffer cells, the color of hepatocyte cells and the number of cells of the hepatic cords.

CONCLUSIONS: Considering the species differences between birds, the existence of anatomical, morphological, and histological differences between the liver of this bird and those of other birds is understandable. In addition, there are differences in the times of development and appearance of organs between the ostrich and other species. However, the liver of the ostrich embryo is somewhat similar to the livers of other native birds.

Keywords: Histogenesis, Liver, Morphogenesis, Morphometry, Ostrich embryo

Copyright © The Author(s).

Publisher: University of Tehran Press

Conflict of interest: The authors declared no conflict of interest.

Corresponding author: Babak Rasouli, Tel/Fax: +9823-33654215 / +9823-31533636



How to cite this article:

Pourhaji Motab J, Rasouli B, Jahankhani A. Study of organogenesis and histogenesis of liver during the embryonic period of the ostrich (*Struthio camelus*). Journal of Veterinary Research, 2026; 81(2): 101-111.
doi: 10.22059/jvr.2025.394622.3507

Figure Legends and Table Captions

Table 1. Length, Width, and thickness of the right and left liver lobes (in mm) of the ostrich embryo.

Figure 1. A: 9-Day-old embryo with 4 cm (CRL), a) Right lobe, b) Heart; B: 14-Day-old ostrich embryo at 5 cm (CRL), a) Liver, b) Proventriculus, c) Gizzard, d) Intestines; C: 20-Day-old embryo at 10 cm (CRL), a) Right lobe of the liver, b) Left lobe of the liver, c) Pancreas surrounded by the ascending and descending parts of the duodenum, d) Proventriculus, e) Gizzard; D: 25-Day-old ostrich embryo at 16 cm (CRL), a) Right lobe of the liver, b) Left lobe of the liver, c) Heart, d) Pancreas surrounded by ascending and descending parts of the duodenum, e) Proventriculus.

Figure 2. Photomicrograph of the liver of a 9-Day-old ostrich embryo; a) Central lobular vein, b) Sinusoid, c) Liver capsule with mesothelial cells, d) Hepatocytes seen in masses (H&E x100).

Figure 3. Photomicrograph of a 14-Day-old ostrich embryo liver, a) Red blood cells, b) Sinusoids, c) Hepatocytes arranged together in an acinar form, d) Central lobular vein (H&E x100).

Figure 4. Photomicrograph of the liver of a 20-Day-old ostrich embryo; a) Central lobular vein, b) Red blood cells, c) Sinusoid, d) Liver capsule, e) Hepatocytes still seen as acinar (H&E x50).

Figure 5. Photomicrograph of liver of 25-Day-old ostrich embryo, a) Central lobular vein, b) Red blood cells, c) Sinusoid, d) Liver capsule (H&E x100).

Figure 6. Photomicrograph of the liver of a 30-Day-old ostrich embryo; a) Central lobular vein, b) Red blood cells, c) Sinusoids, d) Hepatocytes appear in filamentous form (H&E x100).

Figure 7. A: Photomicrograph of the liver of a 34-Day-old ostrich embryo, a) The bile duct in the portal space composed of long cuboidal cells, b) Sinusoid, c) Hepatocytes arranged in a filament; B: Photomicrograph of a 34-Day-old ostrich embryo liver; a) Central lobular vein, b) Red blood cells, c) Hepatocytes arranged in a filament., d) Sinusoids (H&E x100).

Figure 8. Photomicrograph of a 38-Day-old ostrich embryo liver a) Hepatic artery, b) Vein, c) Connective tissue, d) Major bile duct, e) Smaller branches of the bile duct, f) Portal space (H&E x100).



مطالعه ارگانوژنز و هیستوژنز کبد در طول دوران جنینی شترمرغ (*Struthio camelus*)

جلیل پورحاجی موتاب^۱، بابک رسولی^۲، آراد جهانخانی^۳

^۱ گروه دامپزشکی واحد گرمسار، دانشگاه آزاد اسلامی، گرمسار، ایران

^۲ گروه علوم پایه، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران

^۳ دانش آموخته دانشکده دامپزشکی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران

تاریخ دریافت: ۲۴ دی ۱۴۰۴، تاریخ بازنگری: ۲۳ اسفند ۱۴۰۴، تاریخ پذیرش: ۲۷ اسفند ۱۴۰۴، تاریخ انتشار: ۳۱ خرداد ۱۴۰۵

doi: [10.22059/jvr.2025.394622.3507](https://doi.org/10.22059/jvr.2025.394622.3507)

دوره ۸۱، شماره ۲، ۱۴۰۵، ۱۱۱-۱۰۱

چکیده

زمینه مطالعه: شترمرغ متعلق به دسته پرندگان سینه پهن می‌باشد. این پرنده با وجود شباهت‌های فراوان مورفولوژیکی با سایر پرندگان، تفاوت‌هایی نیز با آن‌ها دارد.

هدف: مطالعه حاضر با هدف تعیین روند ارگانوژنز و هیستوژنز کبد در شترمرغ انجام شده است. مطالعه حاضر پایه‌ای خواهد بود برای مطالعاتی که در آینده در حوزه جنین‌شناسی تجربی انجام می‌شود.

روش کار: به‌منظور انجام مطالعه حاضر، ۳۶ تخم شترمرغ نطفه‌دار ۵، ۹، ۱۴، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۴، ۳۸ و ۴۱ روزه، (از هر گروه سنی چهار نمونه) انتخاب شد و کبد آن‌ها از لحاظ آناتومیکی، هیستولوژیکی و مورفومتریکی مورد بررسی قرار گرفت. کبد جنین شترمرغ از لحاظ ماکروسکوپیکی و میکروسکوپیکی مورد بررسی قرار گرفت و با جنین پرندگانی نظیر مرغ، قرقاول، کبک چوکار، اردک و بوقلمون مقایسه شد.

نتایج: علاوه بر شباهت‌هایی که بین کبد این پرنده با سایر پرندگان وجود داشت، تفاوت‌های قابل‌ملاحظه‌ای، از قبیل تقسیمات لوب‌ها، شکل لوب‌ها، کیسه صفرا، زمان تکامل نهایی کبد، زمان ظهور اولین مجاری صفراوی، زمان ظهور اولین سلول‌های کوپفر، رنگ سلول‌های هپاتوسیت و شکل ردیف‌های هپاتوسیت وجود داشت.

نتیجه‌گیری نهایی: با توجه به اختلافات گونه‌ای بین پرندگان، وجود تفاوت‌ها از لحاظ آناتومیکی، مورفولوژیکی و هیستولوژیکی بین کبد این پرنده و سایر پرندگان قابل‌درک است. به‌علاوه اختلافاتی در زمان‌های تکامل و ظهور ارگان‌ها بین شترمرغ و سایرین وجود دارد. باین‌حال کبد جنین شترمرغ تا حدودی مشابه جنین سایر پرندگان بومی می‌باشد.

کلمات کلیدی: جنین شترمرغ، کبد، مورفوژنز، مورفومتری، هیستوژنز

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

کپی‌رایت © نویسندگان.



نویسنده مسئول: بابک رسولی، گروه علوم پایه، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران

مقدمه

شترمرغ متعلق به دسته پرندگان سینه‌پهن می‌باشد. این پرنده با وجود شباهت‌های فراوان مورفولوژیکی با سایر پرندگان، تفاوت‌هایی نیز با آن‌ها دارد. تکامل دستگاه گوارش نقش حیاتی در عملکرد پرندگان دارد. در مرحله نهایی رشد جنینی، اندام‌هایی که این سیستم را تشکیل می‌دهند، از جمله کبد، بلوغ قابل توجهی را تجربه می‌کنند (۱). کبد در پرندگان، همانند سایر مهره‌داران به‌عنوان بزرگ‌ترین غده بدن، مهم‌ترین ارگان در حفظ انرژی نیز شناخته می‌شود. کبد جوجه‌های تازه از تخم درآمده به‌دلیل رنگدانه‌هایی که همراه با لیپیدهای زرده منتقل می‌شوند، زردرنگ به نظر می‌رسد (۲). کبد در مرغ‌ها به‌طور قابل توجهی بزرگ است. این ارگان که توسط کیسه صفرا کبدی احاطه شده است، ناحیه قابل توجهی از ترابکولای میانی جناغ سینه را اشغال می‌کند و لبه‌های آن با دنده‌های جناغی سینه در تماس است (۳). این اندام در هضم چربی، پروتئین و کربوهیدرات‌ها و همچنین تولید و ترشح صفرا به داخل لوله گوارش، مشارکت دارد. در زندگی جنینی، کبد به‌عنوان مرکز خون‌ساز بدن نیز عمل می‌کند (۴). کبد پرندگان در متابولیسم و تولید چربی‌ها نقش مهمی ایفا می‌کند و برخلاف پستانداران که لیپوژنز عمدتاً در بافت‌های چربی

صورت می‌گیرد، در پرندگان لیپوژنز عمدتاً در کبد اتفاق می‌افتد (۵). صفرا یک مایع فیزیولوژیکی حیاتی است که در از بین بردن سمومی که کلیه‌ها قادر به دفع آن‌ها نیستند، بسیار نقش‌آفرینی می‌کند؛ این ماده در کبد ساخته می‌شود (۶). موقعیت کبد جنین در ابتدا قرینه و میانی است، اما پس از نمو جنین بیشتر در طرف راست حفره شکم واقع می‌شود و منطقه قابل‌ملاحظه‌ای از حفره شکم را اشغال می‌کند، اما پس از تولد رشد آن با سایر اعضا هماهنگ نبوده و نسبت به آن‌ها رشد کمتری دارد. تیغه‌های کپسول به داخل پارانشیم کبد نفوذ کرده و آن را تقسیم می‌کند. در شترمرغ به علت عدم نفوذ کامل کپسول گلیسون به داخل کبد، لوبوله بودن نسج نامشخص بوده و بافت کبدی یکنواخت به نظر می‌رسد. لوبول‌ها از سلول‌های کبدی تشکیل شده‌اند که به صفحات رماک شهرت دارند و در مرکز آن سیاهرگ مرکز لوبولی قرار دارد. در پرندگان، سینوزئیدها توسط تیغه‌هایی با دو لایه سلول ضخیم از هم جدا شده‌اند.

مطالعه ارگانوژنز و هیستوژنز اندام‌ها در دوران جنینی اطلاعاتی را پیرامون زمان رخداد اتفاقات بافت‌زایی هر اندام در اختیار قرار می‌دهد. اطلاع از زمان دقیق رخدادهای بافت‌زایی برای مطالعاتی که در آن‌ها نقش ژن‌ها و مولکول‌های پروتئینی در هیستومورفوژنز هر اندام بررسی می‌شود، ضروری است. به عبارت دیگر آگاهی از زمان دقیق دوره شکل‌گیری و تغییرات عملکردی یک اندام در زمان جنینی، که به دوره بحرانی معروف است، شرط اساسی به منظور بررسی نقش عوامل مولکولی مؤثر در ارگانوژنز می‌باشد. از طرف دیگر اثر مواد مختلف خارجی بر روی شکل‌گیری یک ارگان بایستی در دوره بحرانی آن اندام بررسی شود؛ زیرا یک تراژون در صورتی بر روی اندام هدف خود جنین اثر می‌گذارد که در دوره بحرانی شکل‌گیری آن اندام به بدن جنین وارد شود. به همین دلیل زمان، توالی و نحوه بافت‌زایی اندام‌های مختلف به طور جداگانه و در حیوانات مختلف بررسی شده است (۷). تاکنون تکامل کبد در دوران جنینی پرندگانی، مانند نژادهای بومی مرغ، بوقلمون، اردک، کبک و قرقاول مورد بررسی قرار گرفته است (۸-۱۱). با این حال مطالعه‌ای بر روی روند بافت‌زایی کبد شترمرغ صورت نگرفته است؛ بنابراین هدف از انجام مطالعه حاضر تعیین روند ارگانوژنز و هیستوژنز کبد در شترمرغ است. مطالعه حاضر پایه‌ای خواهد بود برای مطالعاتی که در آینده در حوزه جنین‌شناسی تجربی انجام می‌شود. همچنین نتایج حاصل از مطالعه حاضر در گسترش دامنه اطلاعاتی آناتومی پرندگان و جنبه‌های مختلف بهداشت، تغذیه و درمان بیماری‌های طیور سودمند خواهد بود.

مواد و روش کار

به منظور انجام مطالعه حاضر، ۳۶ تخم شترمرغ نطفه‌دار ۵، ۹، ۱۴، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۴، ۳۸ و ۴۱ روزه، (از هر گروه سنی چهار نمونه) انتخاب شد. این تخم‌ها که به صورت انکوبه شده در دستگاه جوجه‌کشی (با دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۵۸ تا ۶۰ درصد) قرار داشتند به آزمایشگاه انتقال یافتند. تخم‌ها با ضربه وارد به وسط پوسته شکسته و رویان با رعایت تمام نکات بهداشتی بدون هیچ آسیبی از سایر محتویات تخم، تفکیک و در داخل سینی استیل قرار داده شد. طول هر رویان از فرق سر تا انتهای استخوان که Crown and rump length or CRL نامیده می‌شود، به وسیله کولیس مدرج به دقت اندازه‌گیری شد. سپس حفره بطنی رویان با دقت باز شد و بررسی اولیه اندازه، مجاورت، رنگ و شکل کبد در محل اصلی آن صورت گرفت. در مرحله بعد کبد و اتصالات همراه آن از محل جدا شده و بعد از گسترش روی سینی، از نظر شکل، رنگ، طول، پهنا و ضخامت مورد اندازه‌گیری قرار گرفت و عکس‌های مورد نیاز از آن گرفته شد. تمام نتایج در جدولی که از قبل تهیه شده بود یادداشت گردید.

جدول ۱. مقادیر طول، پهنا و ضخامت به دست آمده از لوب‌های راست و چپ کبد (برحسب میلی‌متر) رویان شترمرغ.

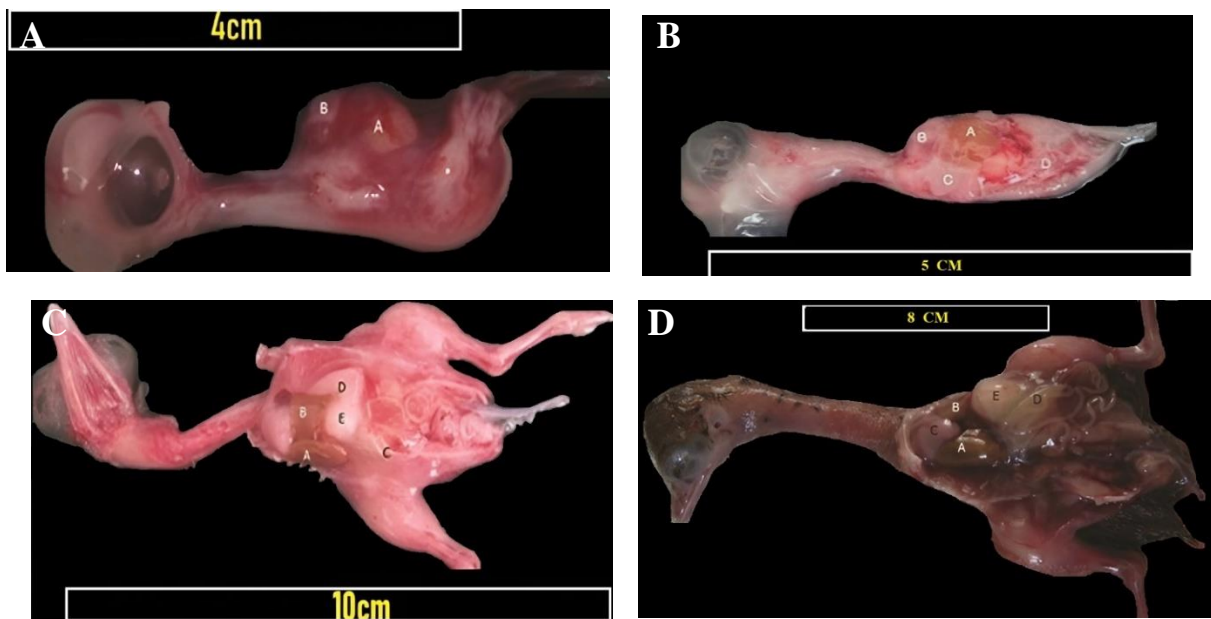
سن رویان (روز)	لوب راست		لوب چپ	
	طول	پهنای	طول	پهنای
۵	-	-	-	-
۹	۴/۶	۳/۲۳	۴/۲	۳/۱۵
۱۴	۶/۶۳	۵/۵	۶/۳۵	۴/۵
۲۰	۱۵/۲۲	۹/۵	۱۱/۴۳	۸/۶۵
۲۵	۱۹/۲۶	۱۱/۱۵	۱۴/۷۵	۹/۲۱
۳۰	۲۵/۰۰	۱۴/۵۴	۲۰/۳۹	۱۲/۷۰
۳۴	۳۰/۱۵	۱۸/۲۰	۲۵/۲۰	۱۵/۸۲
۳۸	۴۰/۳۶	۱۹/۳۲	۳۵/۷۶	۱۶/۱۳
۴۱	۴۳/۷۲	۲۲/۶	۴۷/۵	۱۸/۶۵

با هدف ارزیابی‌های بافتی، از ۱۶ رویان (از هر گروه سنی به‌جز ۵ روزگی، دو عدد) نمونه‌های بافتی کبد اخذ گردید و در محلول فیکساتیو فرمالین بافر ۱۰ درصد قرار گرفت. آماده کردن بافت‌ها با استفاده از دستگاه اتوتکنیکون صورت گرفت. سپس نمونه‌ها برای قالب‌گیری از داخل پارافین مذاب خارج شده و در مرکز قالب‌های لوکهارت قرار داده شد و روی آن‌ها پارافین ۶۰ درجه سانتی‌گراد اضافه گردید. قالب‌ها برای چندین ساعت به همان حالت در دمای عادی آزمایشگاه نگهداری شدند تا کاملاً منجمد شوند. در ادامه بلوک‌های پارافینی از قالب جدا گردیده و به‌وسیله میکروتوم دوار، برش‌های سریالی با ضخامت ۵ میکرون تهیه گردید. سپس برش‌ها بر روی لام آغشته به چسب آلومین انتقال یافته و در گرمخانه با دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد خشک شدند. برای رنگ‌آمیزی برش‌ها از روش هماتوکسیلین و ائوزین استفاده گردید. هدف از رنگ‌آمیزی هماتوکسیلین و ائوزین، مشخص کردن انواع بافت‌ها و سلول‌های موجود در کبد بود. بعد از رنگ‌آمیزی، برش‌ها به‌وسیله میکروسکوپ نوری مورد مطالعه قرار گرفتند و از آن‌ها فتومیکروگراف‌هایی اخذ گردید.

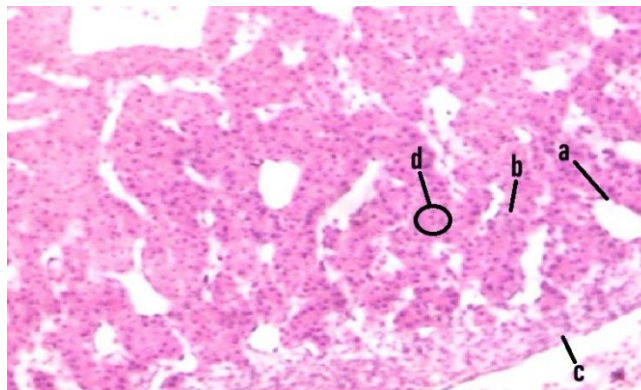
نتایج

مشاهدات ماکروسکوپی: در مشاهدات ماکروسکوپی روز ۹، کبد اولیه مشاهده شد. از آنجاکه سطح تحتانی کبد توسط دیواره سروری چربی‌دار پشت کبد پوشش داده نمی‌شد، زمانی که استخوان جناغ لاشه بالا آورده شد، به‌وضوح قابل‌مشاهده بود. رنگ و قوام کبد بستگی به سن رویان متفاوت بود. رنگ کبد در رویان ۹ و ۱۴ روزه زرد بود. در رویان ۲۰ روزه رنگ آن، به قهوه‌ای‌قرمز روشن متمایل شد و در رویان‌های با سن بالاتر به‌طور کامل قهوه‌ای‌قرمز دیده می‌شد (تصویر ۱a، ۱b، ۱c، ۱d).

پرده صفاقی، کبد را از جهات راست، چپ، پشتی و شکمی، در حفره کبدی و روی جناغ سینه معلق نگه داشته بود و بخش اعظم آن توسط دنده‌ها پوشیده می‌شد، این وضعیت در رویان‌های بالای ۱۴ روزه، بیشتر مشخص شد. کبد در تمام سنین از دو سطح احشایی و جداری تشکیل و توسط دو شکاف عمیق خلفی و سطحی قدامی به دو لوب اصلی راست و چپ تقسیم می‌شد. به‌دلیل عدم وجود پرده دیافراگم در رویان شترمرغ، کبد از قدام به‌طور مستقیم در برابر حفره پریکارد قرار داشت و دو لوب تشکیل‌دهنده آن، قسمت خلفی بطن‌های قلب را احاطه می‌کرد. قطعه راست تا حدی بزرگ‌تر از قطعه چپ بود. قطعه چپ توسط یک بریدگی یا شیار مستقیم قدامی که از لبه خلفی شروع می‌شد، به دو بخش خلفی پایینی و خلفی بالایی تقسیم می‌شد. این وضعیت در رویان‌های بالای ۱۴ روزه به‌خوبی مشخص بود. کبد در تمام رویان‌های مورد مطالعه، دارای دو لبه بالایی و پایینی بود و از جوانب با دیواره‌های جانبی حفره بطنی و کیسه‌های هوایی سینه‌ای تماس داشت (تصویر ۱c).



تصویر ۱. A. رویان ۹ روزه با ۴ سانتی‌متر CRL. لوب راست کبد، (B) قلب. تصویر B. رویان ۱۴ روزه شترمرغ با ۵ سانتی‌متر CRL (A) کبد، (B) پیش معده، (C) سنگدان، (D) روده‌ها. تصویر C. رویان ۲۰ روزه با ۱۰ سانتی‌متر CRL (A) لوب راست کبد، (B) لوب چپ کبد، (C) پانکراس احاطه‌شده در بخش صعودی و نزولی دوازدهه، (D) پیش معده، (E) سنگدان. تصویر D. رویان ۲۵ روزه شترمرغ با ۱۶ سانتی‌متر CRL (A) لوب راست کبد، (B) لوب چپ کبد، (C) قلب، (D) پانکراس احاطه‌شده توسط بخش صعودی و نزولی دوازدهه، (E) پیش معده.



تصویر ۲. فتومیکروگراف کبد جنین ۹ روزه شترمرغ با رنگ آمیزی هماتوکسیلین - ائوزین و بزرگنمایی ۱۰۰ (a). سیاهرگ مرکز لوبولی، (b) سینوزوئید، (c) کپسول کبد به همراه سلول‌های مزوتلیال، (d) هپاتوسیت‌ها که به صورت توده‌ای دیده می‌شوند.

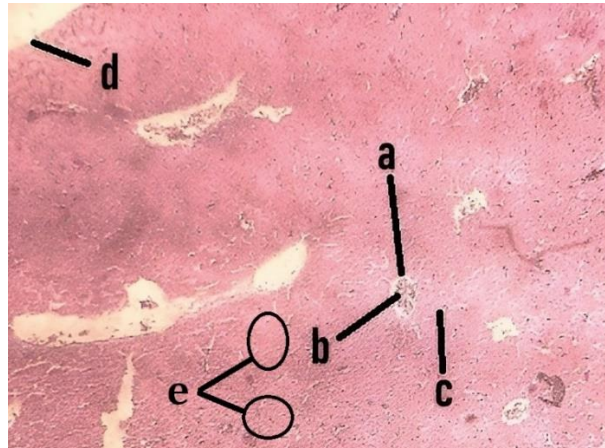


تصویر ۳. فتومیکروگراف کبد جنین ۱۴ روزه شترمرغ با رنگ آمیزی هماتوکسیلین - ائوزین و بزرگنمایی ۱۰۰ (a). گلبول‌های قرمز، (b) سینوزوئید، (c) هپاتوسیت‌ها که به صورت آسینار کنار هم قرار دارند، (d) سیاهرگ مرکز لوبولی.

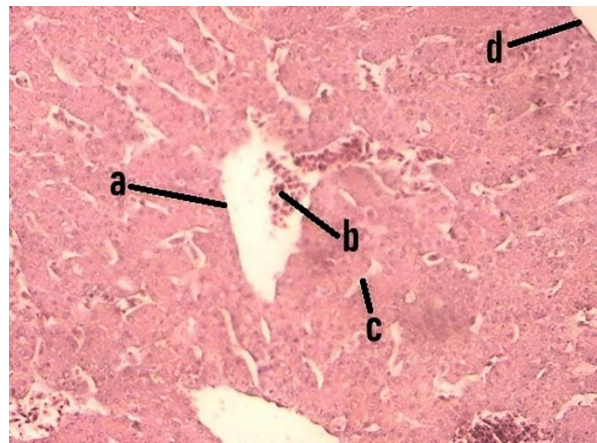
همچنین مقادیر طول و ضخامت بخش‌های مختلف لوب‌های راست و چپ کبد رویان شترمرغ در روزهای ۵، ۹، ۱۴، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۴ و ۴۱ برای جنس‌های نر و ماده اندازه‌گیری شد (جدول ۱).

سطح احشایی تا حدودی مقعر بود و کمی اثر گودی احشا در تماس با آن در این سطح مشاهده شد. پیش معده مستقیماً روی کبد قرار گرفته و با قطعات کبد کاملاً قالب شده بود و از خلف با سنگدان تماس داشت. ناحیه اتصال دو قطعه به هم با انتهای مری، پیش معده، سنگدان، طحال، تهی‌روده و دوازدهه در تماس بود. بزرگ سیاهرگ خلفی نیز از قسمت قدامی قطعه راست کبد عبور کرده که در مسیر خود شیاری عمیق را ایجاد می‌کرد. لبه قدامی هر دو قطعه بر اثر تماس با قسمت شکمی - خلفی نوک قلب، گرد و فرورفته بود. سطح احشایی کبد دارای یک فرورفتگی بود که از این محل سرخرگ‌های کبدی و شاخه‌های سیاهرگ باب به کبد وارد و مجاری صفراوی خارج می‌شوند.

کبد توسط یک پرده نازک سروزی - فیبروزی که با کیسه‌های هوایی صفاقی - کبدی همراه بود پوشیده شده بود. تمام کیسه‌های هوایی به جز کیسه هوایی گردنی در جوانب مختلف با کبد تماس داشتند. دو رباط همانند رباط مثلثی شکل پستانداران، از جوانب لبه قدامی، قطعات راست و چپ را به دیواره جانبی حفره بطنی وصل می‌کردند. یک پرده سروزی تک‌لایه نیز کبد را به سطح تحتانی پیش معده متصل می‌کرد. در تمام رویان‌های مورد مطالعه، کیسه صفرا مشاهده نشد.



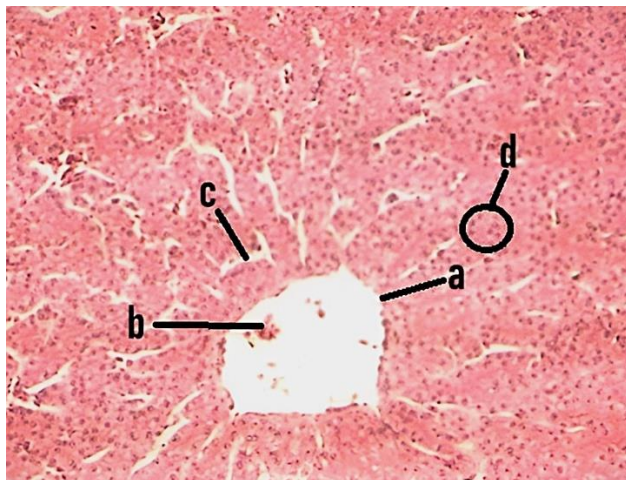
تصویر ۴. فتومیکروگراف کبد جنین ۲۰ روزه شترمرغ با رنگ‌آمیزی هماتوکسیلین - ائوزین و بزرگ‌نمایی ۱۰۰. (a) سیاهرگ مرکز لوبولی، (b) گلبول‌های قرمز، (c) سینوزوئید، (d) کپسول کبد، (e) هیاتوسیت‌ها همچنان به‌صورت آسینار دیده می‌شوند.



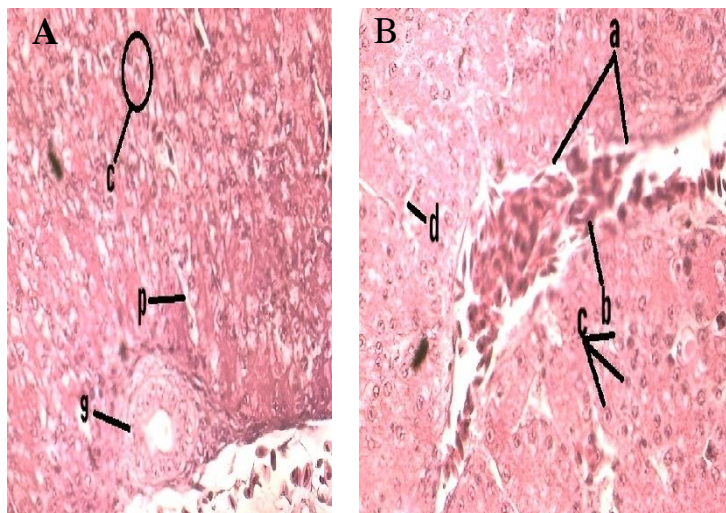
تصویر ۵. فتومیکروگراف کبد جنین ۲۵ روزه شترمرغ با رنگ‌آمیزی هماتوکسیلین - ائوزین و بزرگ‌نمایی ۱۰۰. (a) سیاهرگ مرکز لوبولی، (b) گلبول‌های قرمز، (c) سینوزوئید، (d) کپسول کبدی.

مشاهدات میکروسکوپی (کبد در رویان ۹ روزه): بافت کبد با کپسولی بسیار ظریف با سلول‌های همبندی و سلول‌های سنگفرشی مزوتلیوم، از خارج پوشیده شده بود. لوبولاسیون به‌دلیل عدم نفوذ تیغه‌های کپسول به داخل پارانشیم مشخص نبود. هیاتوسیت‌ها که به شکل هیاتوبلاست چندوجهی دیده می‌شدند دارای سیتوپلاسمی ائوزینوفیلیک (اسیدوفیل) و هسته‌ای روشن (کروماتین بیشتر به شکل یوکروماتین) با یک یا دو هستک بازوفیلیک بودند. هیاتوبلاست‌ها به حالت نامنظم و تا حدودی نسبت به سیاهرگ مرکزی، ستون‌های شعاعی تشکیل می‌دادند. ستون‌ها در نواحی کمی، دوسلولی و در خیلی از نواحی چندسلولی بودند. سینوزوئیدها شکل نامنظمی داشته و در بیشتر مقاطع حاوی گلبول قرمز هسته‌دار بودند. سلول‌هایی شبیه به سلول‌های کوپفر به شکل گرد با سیتوپلاسمی اسیدوفیلی و هسته هتروکروماتین بین سلول‌های آندوتلیال سینوزوئیدها و سلول‌های هیاتوبلاست ستون‌ها قرار داشتند. سطح داخلی سیاهرگ مرکزی آن تعداد زیادی گلبول قرمز قابل‌مشاهده بود (تصویر ۲).

کبد در رویان ۱۴ روزه: بافت کبد رویان ۱۴ روزه شباهت زیادی به رویان ۹ روزه داشت. کپسول با سلول‌های همبندی، رشته‌های بسیار کم و سلول‌های مزوتلیومی از خارج پوشیده شده بود، اما لوبولاسیون مشخص نبود. هیاتوبلاست‌ها چندوجهی با سیتوپلاسمی ائوزینوفیلیک و هسته‌ای روشن با یک یا دو هستک بازوفیلیک دیده شدند. ستون‌های شعاعی هیاتوبلاست‌ها نسبت به روز نهم، نظم بیشتری در پیرامون سیاهرگ مرکزی داشتند و با آرایش طنابی شکل دیده شدند. فضاهای پورت و سیاهرگ‌های مرکزی در حال کامل شدن بودند. ستون‌های سلولی در برخی نواحی، دوسلولی و در بیشتر نواحی چندسلولی بودند. سینوزوئیدهای نامنظم با سلول‌های آندوتلیومی در بیشتر مقاطع، حاوی گلبول قرمز هسته‌دار بودند. سلول‌هایی شبیه به سلول‌های کوپفر نیز بین سلول‌های آندوتلیال سینوزوئیدها و هیاتوبلاست‌ها قرار داشتند (تصویر ۳).



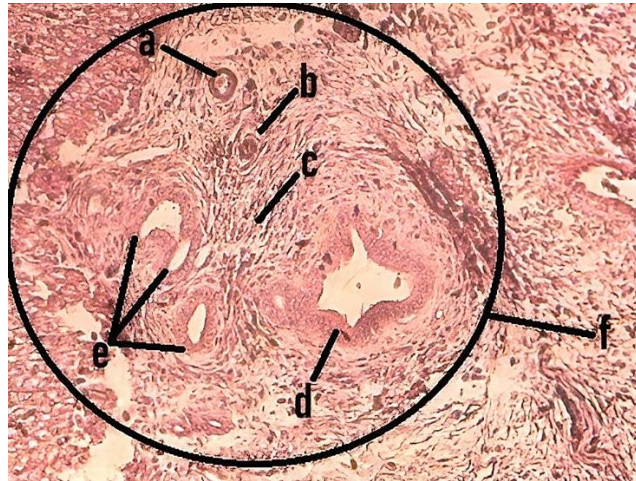
تصویر ۶. فتومیکروگراف کبد جنین ۳۰ روزه شترمرغ با رنگ آمیزی هماتوکسیلین - ائوزین و بزرگ‌نمایی ۱۰۰. (a) سیاهرگ مرکز لوبولی، (b) گلبول‌های قرمز، (c) سینوزوئید، (d) هیاتوسیت‌ها به صورت رشته‌ای ظاهر می‌شوند.



تصویر ۷. A. فتومیکروگراف کبد جنین ۳۴ روزه شترمرغ با رنگ آمیزی هماتوکسیلین - ائوزین و بزرگ‌نمایی ۱۰۰. مجرای صفراوی در فضای باب از سلول‌های مکعبی بلند تشکیل شده است، (b) سینوزوئید، (c) هیاتوسیت‌ها که به صورت رشته‌ای قرار گرفته‌اند. B. فتومیکروگراف کبد جنین ۳۴ روزه شترمرغ سیاهرگ مرکز لوبولی، (b) گلبول‌های قرمز، (c) هیاتوسیت‌ها که به صورت رشته‌ای قرار دارند، (d) سینوزوئید.

کبد در رویان ۲۰ روزه: بافت کبد در رویان ۲۰ روزه تفاوت خاصی با رویان ۱۴ روزه نداشت. کپسولی ظریف با سلول‌های مزوتلیومی از خارج، پارانشیم را پوشش می‌داد. لوبولاسیون مشخص نبود. سلول‌های هیاتوبلاست، چندوجهی با سیتوپلاسم ائوزینوفیلیک و هسته‌ای تا حدودی تیره (به شکل هتروکروماتین) با یک یا دو هستک بازوفیلیک دیده شدند. ستون‌های شعاعی هیاتوبلاست‌ها نسبت به روز چهاردهم نظم بیشتری در پیرامون سیاهرگ مرکزی پیدا کرده بود. سینوزوئیدهای نامنظم بین سلول‌های هیاتوبلاست دیده شدند (تصویر ۴).

کبد در رویان ۲۵ روزه: بافت کبد رویان ۲۵ روزه شباهت زیادی به رویان ۲۰ روزه داشت. کپسول ظریف و لوبولاسیون به همان وضعیت روز بیستم بود. سلول‌های هیاتوبلاست، چندوجهی با سیتوپلاسمی ائوزینوفیلیک (اسیدوفیل) و هسته تیره‌رنگ (به شکل هتروکروماتین) با یک یا دو هستک بازوفیلیک در مقاطع مشاهده شد. ستون‌های شعاعی هیاتوبلاست‌ها نسبت به روز بیستم نظم بیشتری در پیرامون سیاهرگ مرکزی داشتند. بیشتر ستون‌ها دوسلولی و تعداد کمی چندسلولی بودند. سینوزوئیدهای نامنظم به خوبی مشخص بودند. سلول‌های کوپفر نیز بین سلول‌های آندوتلیال سینوزوئیدها و سلول‌های هیاتوبلاست قرار داشتند (تصویر ۵).



تصویر ۸. فتومیکروگراف کبد جنین ۳۸ روزه شترمرغ با رنگ‌آمیزی هماتوکسیلین - ائوزین و بزرگ‌نمایی ۱۰۰.۰ (a). سرخرگ کبدی، (b) سیاهرگ، (c) بافت همبندی، (d) مجرای صفراوی اصلی، (e) شاخه‌های کوچک‌تر مجرای صفراوی، (f) فضای پورت.

کبد در رویان ۳۰ روزه: کپسول به همان وضعیت روز بیست‌وپنجم بود و لوبولاسیون واضح نبود. سلول‌های هیپاتوبلاست چندوجهی با سیتوپلاسم ائوزینوفیلیک و هسته‌ای بازوفیلی با یک یا دو هستک بازوفیلیک مشاهده شدند. ستون‌های شعاعی هیپاتوبلاست‌ها و سینوزوئیدها نسبت به ۲۵ روزگی نظم بیشتری در پیرامون سیاهرگ مرکزی پیدا کرده بود. بیشتر ستون‌های شعاعی هیپاتوبلاست‌ها دوسلولی بود و سلول‌های کوپفر مشاهده شد (تصویر ۶).

کبد در رویان ۳۴ روزه: بافت کبد رویان ۳۴ روزه تفاوت چندانی با رویان ۳۰ روزه نشان نداد. تنها در برخی مقاطع در فضای پورت مجرای کوچک صفراوی، با بافت پوششی استوانه‌ای کوتاه ساده و بافت همبند سست دیده شد (تصویر ۷-a, ۷-b).

کبد در رویان ۳۸ روزه: در این سن در فضای پورت مجاری صفراوی، سیاهرگ باب و سرخرگ کبدی دیده شد. مجرای کوچک صفراوی، بافت پوششی استوانه‌ای کوتاه ساده با هسته بازوفیلیک و مجاری بزرگ‌تر، بافت پوششی استوانه‌ای ساده داشتند. پارین و زیر مخاط هر دو مجرا را بافت همبند سست تشکیل می‌داد. سلول‌های کبدی به شکل هیپاتوسیت مشاهده شدند (تصویر ۸).

کبد در رویان ۴۱ روزه: کبد در جنین ۴۱ روزه تفاوت خاصی با رویان ۳۴ روزه نشان نداد.

بحث

باتوجه به مطالعاتی که Gupta و همکاران در سال ۲۰۲۴، Khadhim و همکاران در سال ۲۰۲۳، Deeming در سال ۲۰۰۱، King در سال ۱۹۸۴ و Stornelli و همکاران در سال ۲۰۰۶ و Al-A'Arabi در سال ۲۰۱۵ انجام داده‌اند، سطح جداری کبد رویان شترمرغ همانند جوجه شترمرغ‌ها، رویان ماکیان و سایر پرندگان به وسیله دیواره سروزی چربی‌دار موجود در پشت کبد پوشش داده نمی‌شود و به همین علت در زمانی که استخوان جناغ رویان برداشته می‌شود، سطح جداری کبد رویان شترمرغ، به وضوح نمایان می‌شود. قطعه (لوب) راست کبد رویان شترمرغ از نظر طول، پهنا و ضخامت از قطعه چپ بزرگ‌تر است (جدول ۱). از این حیث کبد رویان شترمرغ، به بیشتر گونه‌های اهلی پرندگان شبیه می‌باشد گرچه این وضعیت در ماهی‌خورد سینه سفید نیز این‌چنین می‌باشد. در جنین ۱۷ روزه مرغ، لوب راست از لوب چپ از نظر طولی کوچک‌تر است، اما از لحاظ عرض و ضخامت بیشتر است (۱۲-۱۷).

در مقایسه با مطالعاتی که Umar و همکاران در سال ۲۰۲۱، King در سال ۱۹۸۴، Alshammary و Kareem در سال ۲۰۲۱ و Stornelli و همکاران در سال ۲۰۰۶ انجام داده‌اند، قطعه چپ کبد رویان شترمرغ، همانند جوجه شترمرغ‌ها و شترمرغ‌های بالغ، ماکیان اهلی، بوقلمون و اردک با یک بریدگی همراه است و کبد به دو بخش عقبی پشتی و عقبی شکمی تقسیم‌بندی می‌شود و این در حالی است که در بیشتر گنجشک‌سانان، قطعه راست کبد تقسیم می‌شود و قطعه چپ کبد به دارکوب‌ها شباهت دارد. رنگ کبد رویان شترمرغ در سنین پایین زرد و هرچه بالاتر می‌رود قهوه‌ای روشن می‌شود. به بیان دیگر رنگ کبد رویان ۴۱ روزه شبیه به جوجه شترمرغ‌های زیر

۱ ماه بعد از هیچ شدن می‌شود. این درحالیست که در شتر مرغ بالغ رنگ کبد قهوه‌ای تیره است. در پرندگان فربه، کبد به دلیل غنی بودن از چربی زرد رنگ می‌باشد (۱۱، ۱۶-۱۸). در رویان شتر مرغ همانند سایر پرندگان، ارگان‌های مجاور، از قبیل قلب، مری، پیش معده، سنگدان و ... روی سطح احشایی کبد اثراتی به شکل فرورفتگی ایجاد می‌کنند که به دلیل فشار این ارگان‌ها روی کبد است.

باتوجه به مطالعات King و Mclelland در سال ۱۹۸۴ و Khamas و همکاران در سال ۲۰۲۴ در بیشتر گونه‌های اهلی و وحشی پرندگان، کیسه صفرا در سطح احشایی قطعه راست قرار دارد. در برخی دارکوب‌ها، توکان‌ها (منقارمیله‌ای‌ها) و پرندگان گرمسیری کیسه صفرا به طور استثنایی بزرگ است و امکان دارد تا محدوده کلواک کشیده شود. در غاز و اردک کیسه صفرا تقریباً در قسمت میانی سطح احشایی قطعه راست قرار گرفته و لوله‌ای شکل می‌باشد و تا لبه خلفی قطعه امتداد نمی‌یابد، اما در رویان شتر مرغ در تمام سنین همانند شتر مرغ‌های بالغ، پنگوئن‌ها، کبوتران و طوطیان کیسه صفرا موجود نیست؛ قطعه راست کبد رویان شتر مرغ تقریباً قلبی شکل است. در اردک قطعه راست کبد زبانی شکل و طویل می‌باشد. در حالی که قطعه چپ لوبیایی شکل است. در غاز کبد پهن بوده و قطعه راست از قطعه چپ طویل تر است. همانند سایر پرندگان دو رباط مثلثی شکل راست و چپ از جوانب، لبه قدامی کبد رویان شتر مرغ را به دیواره جانبی حفره بطنی متصل می‌کند. یک پرده سروزی تک‌لایه، سطح احشایی کبد را به پیش معده متصل می‌کند (۲، ۱۶).

بافت کبد برخلاف شتر مرغ بالغ و اکثر پرندگان اهلی که کپسولی از بافت همبند سخت از خارج آن را فرامی‌گیرد، در رویان شتر مرغ به گونه‌ای است که کپسولی بسیار ظریف با سلول‌های همبندی و رشته‌های بسیار کم و سلول‌های مزوتلیومی از خارج آن را می‌پوشاند. لوبولاسیون در رویان همانند شتر مرغ بالغ به دلیل عدم نفوذ تیغه‌های کپسول به داخل پارانشیم مشخص نمی‌شود که این وضعیت در مطالعه‌ای که Ismaeil و Emam در سال ۲۰۲۳ بر روی کبوتر انجام داده‌اند نیز مشابه این مورد بود (۱۹).

در مطالعه حاضر زمان تقریبی تکامل نهایی کبد در جنین شتر مرغ روز ۴۱ بیان شد که در این زمان کبد شباهت بسیاری به کبد جوجه شتر مرغ دارد، در حالی که طبق مطالعات انجام شده گذشته بر روی پرندگان مختلف زمان این تکامل نهایی در مورد جنین مرغ در روز ۱۴، مرغ داندراوی در روز ۱۷، کبک چوکار در روز ۲۰ و در مورد قرقاول در روز ۱۸ می‌باشد (۸-۱۰، ۱۳).

در رویان شتر مرغ، هیپاتوسیت‌ها که تنها سلول‌های غددی موجود در کبد می‌باشند در روزهای ۹ تا ۲۵ به شکل هیپاتوبلاست‌های چندوجهی دیده می‌شوند. هیپاتوبلاست‌ها دارای سیتوپلاسمی ائوزینوفیلیک (اسیدوفیل) و هسته روشن (به شکل یوکروماتین) با یک یا دو هستک بازوفیلیک می‌باشند. از روز ۳۰ام رویانی، سلول‌های هیپاتوبلاست چندوجهی با سیتوپلاسمی ائوزینوفیلیک (اسیدوفیل) و هسته تیره (به شکل هتروکروماتین) با یک یا دو هستک بازوفیلیک مشاهده می‌شوند و در روزهای ۳۸ و ۴۱ به شکل هیپاتوسیت مشاهده می‌شوند.

اولین مجاری صفراوی در کبد جنین شتر مرغ در روز ۳۴ مشاهده شد. در صورتی که این مجاری در قرقاول در روز ۱۱، در کبک چوکار در روز ۱۴ و در مرغ در روز ۱۵ مشاهده گردید (۸-۱۰).

این سلول‌ها به حالت نامنظم و نسبت به سیاهرگ مرکزی، ستون‌های شعاعی تشکیل می‌دهند. ستون‌ها در رویان شتر مرغ در برخی نواحی، دوسلولی و در بیشتر نواحی چندسلولی می‌باشند. سینوزوئیدها، که در فواصل ستون‌های منظم شعاعی قرار دارند، در رویان‌های ۹ و ۱۴ روزه شکل نامنظمی دارند، اما با افزایش سن رویان نظم پیدا می‌کنند و در رویان ۴۱ روزه وضعیتی همانند جوجه شتر مرغ پیدا می‌کنند. سطح داخلی سینوزوئیدها را سلول‌هایی کشیده و باریک تشکیل می‌دهد و در بیشتر مقاطع گلبول‌های قرمز هسته‌دار درون لومن آن حضور دارند و این همان وضعیتی می‌باشد که در شتر مرغ بالغ، نابالغ و سایر پرندگان اهلی مشاهده می‌شود (۲، ۱۷).

در مطالعه حاضر اولین بار سلول کوپفر در ۲۵ روزگی مشاهده گردید. هرچند در روزهای ۹، ۱۴ و ۲۰ نیز سلول‌هایی مشابه سلول‌های کوپفر وجود داشت. حال آنکه در مطالعات Khodadadi و همکاران در سال ۲۰۱۹ بر روی قرقاول و همچنین مطالعه Hashemnia و همکاران در سال ۲۰۱۵ بر روی کبک این سلول در ۸ روزگی و همچنین در مطالعه Doaa و همکاران در سال ۲۰۱۳ بر روی مرغ داندراوی در ۷ روزگی برای اولین بار مشاهده گردید (۸-۱۰).

سلول‌هایی شبیه به سلول‌های کوپفر که در کبد پستانداران و اکثر پرندگان مشاهده می‌شود، در تمام سنین مورد مطالعه، بین سلول‌های آندوتلیال سینوزوئیدها و سلول‌های هیپاتوبلاست به حالت شعاعی قرار می‌گیرند. این سلول‌ها گرد بوده و سیتوپلاسمی

اسیدوفیلیک با هسته‌ای کروماتینی دارند. در برخی مقاطع بافت کبد رویان ۳۴ روزه، فضای پورت همراه با مجرای کوچک صفراوی با بافت پوششی استوانه‌ای کوتاه ساده و بافت همبند سست پدیدار شدند. در رویان‌های ۳۸ و ۴۱ روزه به‌وضوح مجاری صفراوی، سیاهرگ باب و سرخرگ کبدی در فضای پورت مشاهده شد. مجرای کوچک صفراوی، بافت پوششی استوانه‌ای کوتاه ساده با هسته بازوفیلیک و مجاری بزرگ‌تر، بافت پوششی استوانه‌ای ساده دارند. پارین و زیر مخاط هر دو مجرا را بافت همبند سست تشکیل می‌دهد که این وضعیت بیانگر تکامل بیشتر بافت کبد می‌باشد و کبد رویان از این دید، شباهت قابل توجهی با کبد پستانداران، سایر پرندگان اهلی و شترمرغ بعد از هج شدن دارد (۲، ۱۷).

طبق مطالعات گذشته که توسط محققین انجام شده است، در کبد جنین پرندگانی نظیر مرغ، قرقاول و کبک سلول‌های هپاتوسیت به دو نوع سلول‌های تیره و روشن موجود می‌باشند. به شکلی که سلول‌های تیره در بخش مرکزی و سلول‌های روشن در محیط اطرافی کبد حضور دارند که با افزایش سن جنین، میزان سلول‌های روشن که از نظر تقسیمات سلول، سلول‌های فعالی می‌باشند کاهش می‌یابد، به‌طوری‌که حداقل میزان این سلول‌ها در کبک و قرقاول در روز ۱۲ مشاهده شده است (۸، ۱۰). حضور دو نوع سلول روشن و تیره در مقاطع تهیه‌شده از کبد جنین شترمرغ به‌خوبی قابل تشخیص نبود.

نتیجه‌گیری نهایی: باتوجه‌به اختلافات گونه‌ای بین پرندگان، علاوه‌بر تفاوت‌های آناتومیکی، مورفولوژیکی و هیستولوژیکی بین کبد شتر مرغ و سایر پرندگان، اختلافاتی در زمان‌های رخ دادن پدیده‌های ارگانوژنز و جزئیات آن نیز وجود دارد، اما باتوجه‌به مطالعه حاضر، کبد جنین شترمرغ تا حدودی مشابه جنین سایر پرندگان بومی می‌باشد. از لحاظ لوب‌های کبدی، کبد این پرنده مشابه بسیاری از پرندگان اهلی می‌باشد. در صورتی‌که با غاز و اردک از لحاظ شکلی متفاوت است. همچنین تفاوت‌های قابل‌ملاحظه‌ای از قبیل تقسیمات لوب‌ها، شکل لوب‌ها، کیسه صفرا، زمان تکامل نهایی کبد، زمان ظهور اولین مجاری صفراوی، زمان ظهور اولین سلول‌های کوپفر، رنگ سلول‌های هپاتوسیت و تعداد سلول‌های صفحات رماک بین این پرنده و سایر پرندگان موردبررسی وجود داشت.

سپاسگزاری

بدینوسیله نویسندگان مطالعه حاضر از زحمات کارکنان و کارشناسان سالن آناتومی دانشکده دامپزشکی دانشگاه سمنان و دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرمسار تشکر و قدردانی می‌نمایند.

تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافی در ارتباط با این مطالعه وجود ندارد.

References

- Alabdallah ZA. Morphological and histological comparison of the internal organs of birds. Clin Rev Case Rep. 2024;3(1):1-11. doi: 10.31579/2835-7957/051
- Khamas W, Rutllant J. Anatomy and Histology of the Domestic Chicken. Hoboken, USA: Wiley; 2024. p. 65-66.
- Konig HE. Avian Anatomy: Textbook and Colour Atlas. 2nd ed. Sheffield, UK: 5m Books; 2016. p.110-112.
- Rasouli B, Pourhaji Motab J, Rasouli SE. Morphological and histological study of the liver, spleen and pancreas in See-See (*Ammoperdix griseogularis*). J Vet Res. 2020;75(2):242-251. (Persian). doi: 10.22059/jvr.2019.255707.2787
- D'Andre HC, Paul W, Shen X, Jia X, Zhang R, Sun L, et al. Identification and characterization of genes that control fat deposition in chickens. J Anim Sci Biotechnol. 2013;4(1):43. doi: 10.1186/2049-1891-4-43 PMID: 24206759
- Sumadewi KT. Embryology, anatomy and physiology of the liver. Indian J Clin Anat Physiol. 2023;10(3):138-44. doi: 10.18231/j.ijcap.2023.031
- McGeady TA, Quinn PJ, Fitzpatrick ES, Ryan MT, Kilroy D, Lonergan P, et al. Veterinary Embryology. 2nd ed. Dublin: Wiley; 2017. p.150-170.

8. Hashemnia S, Shojaei B, Razavi H. Liver histogenesis in chukar partridge (*Alectoris chukar*) Embryo. Anat Sci J. 2015;12(3):129-136.
9. Doaa M, Enas A, Hassan A, Fatma A. Histogenesis of liver of dandarawi Chicken. Am J Life Sci Res. 2013;1(2):47-58.
10. Khodadadi H, Nabipour A, Hashemnia S, Shojaei B. Histogenetic and histochemical study of the liver during the embryonic period of the pheasant (*Phasianus colchicus*). J Vet Res. 2019;74(4):564-572. doi: [10.22059/jvr.2018.263371.2836](https://doi.org/10.22059/jvr.2018.263371.2836)
11. Alshammary A, Kareem H. Histomorphological Study of the liver in muscovy duck (*Cairina moschata domestica*). Tikrit J Agric Sci. 2021;21(3):112-8. doi: [10.25130/tjas.21.3.14](https://doi.org/10.25130/tjas.21.3.14)
12. Al-A'Aaraji AS. Study of some anatomical and histological characteristics in liver of male indigenous turkey (*Meleagris gallopava*). Bas J Vet Res. 2015;14(2):150-7.
13. Gupta V, Farooqui M, Pathak A, Singh A, Pachauri P, Verma A, et al. Morphological and biometrical study of liver of pre-hatched Chabro chicken. Pharma Innov. 2024;13(8):08-12.
14. Khadhim IAA, Kadhim WA, Al-Mamoori NHO, Sadeq FMS. Analysis of the liver's morphology and histology in white-breasted kingfisher. J Wildl Biodivers. 2023;7(Special Issue):129-37. doi: [10.5281/zenodo.10211542](https://doi.org/10.5281/zenodo.10211542)
15. Deeming D. The Ostrich: Biology, Production and Health. 2nd ed. Wallingford: CABI; 2001. p.72-80.
16. King AS, McLelland J. Birds: Their Structure and Function. 2nd ed. London: Baillière Tindall; 1984. p.43-9.
17. Stornelli MR, Ricciardi MP, Giannessi E, Coli A. Morphological and histological study of the ostrich (*Struthio camelus* L.) liver and biliary system. Ital J Anat Embryol. 2006;111(1):1-11. PMID: [16929751](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16929751/)
18. Umar Z, Qureshi AS, Shahid RU, Deeba F. Macroscopic, microscopic and histomorphometric analysis of intestine, liver and pancreas of ostrich (*Struthio camelus*) with advancement of age and sex. Pak Vet J. 2021;41(3). doi: [10.29261/pakvetj/2021.029](https://doi.org/10.29261/pakvetj/2021.029)
19. Ismaeil S, Emam H. Morphological, histological and histochemical comparative investigations of the liver in young homing pigeon (*Columba livia domestica*) and cattle egret (*Bubulcus ibis*). Adv Anim Vet Sci. 2023;10:607-20. doi: [10.17582/journal.aavs/2022/10.3.607.620](https://doi.org/10.17582/journal.aavs/2022/10.3.607.620)