



Semnan University



Research Article

Organogenic and histogenic study of pancreatic development during embryonic development of the ostrich (*Struthio camelus*)

Jalil Pourhaji Motab¹, Babak Rasouli², Arad Jahankhani^{3*}

Abstract

Ostrich is the largest bird on Earth, and studies on the development of this bird's organs can fill some of the gaps in information in this field. To conduct an anatomical study, 30 fertilized ostrich eggs incubated in an incubator on days 5, 9, 14, 20, 25, 30, 34, 38, and 41 were randomly selected. These eggs were transferred to the clinic laboratory with minimal time and the study was conducted after the preparation steps. For histologic study, tissue samples were taken from the pancreas of embryos from 14 to 41 days old at the same time as the anatomical study, and after the preparation steps, the tissue study was conducted with a light microscope. Considering the 45 to 50-day embryonic period of the bird, this organ is initially visible from about day 14, and the pancreatic duct is formed on day 30. The results of this study were compared with the results of similar studies on other birds. Despite the similarities found in these comparisons, there were also significant differences such as differences in the size of the pancreatic lobes, the shape of the islets of Langerhans, the time of onset of the development of the exocrine part of the pancreas, and the number of pancreatic ducts. Given the species differences and also the difference in the incubation period from egg to hatching of chicks in other birds, there were significant differences in the morphology and histology of the pancreas of the ostrich embryo compared to other birds, but in general the pancreas of this embryo was similar to other domestic birds such as chicken. For more complete studies of the development of the pancreas, the use of electron microscopy is recommended.

Keywords: Ostrich, Pancreas, Organogenesis, Histogenesis.

1. Department of veterinary, Garmsar Branch of Islamic Azad University, Garmsar, Iran.

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

3. Faculty of Veterinary Medicine. Semnan University. Semnan. Iran.

*Corresponding author: aradjahankhani@gmail.com

DOI: [10.22075/jvlr.2025.37389.1161](https://doi.org/10.22075/jvlr.2025.37389.1161)

Received: 13.04.2025

Revised: 21.10.2025

Accepted: 01.11.2025

How to Cite this Article:

Pourhaji Motab, J. , Rasouli, B. and Jahankhani, A. (2026). Organogenic and histogenic study of pancreatic development during embryonic development of the ostrich (*Struthio camelus*). *Journal of Veterinary Laboratory Research*, 18(1), 11-25. doi: [10.22075/jvlr.2025.37389.1161](https://doi.org/10.22075/jvlr.2025.37389.1161)





بررسی ارگانوژنز و هیستوژنز لوزالمعده در دوران جنینی شتر مرغ (*Struthio camelus*)

جلیل پورحاجی موتاب^۱، بابک رسولی^۲، آراد جهانخانی^{۳*} ID

خلاصه

شترمرغ بزرگترین پرندۀ موجود در کره زمین است و مطالعات بر روی تکامل اندام های این پرندۀ می تواند برخی از نقصان اطلاعاتی که در این زمینه وجود دارد را بر طرف سازد. برای انجام مطالعه آناتومیکی، ۳۰ عدد تخم شترمرغ نطفه دار در روزهای ۵۹، ۱۴، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۴، ۳۸، ۴۱ انکوبه شده در دستگاه جوجه کشی بصورت تصادفی انتخاب شد. این تخم ها با حداقل زمان به آزمایشگاه کلینیک منتقل گردید و پس از انجام مراحل آماده سازی مطالعه صورت گرفت. برای مطالعه بافتی از پانکراس رویان های ۱۴ تا ۴۱ روز همزمان با مطالعه آناتومیکی نمونه های بافتی اخذ گردید و پس از مراحل آماده سازی مطالعه بافتی با میکروسکوپ نوری انجام گرفت. با توجه به دوره ۴۵ تا ۵۰ روزه جنینی این پرندۀ، این ارگان تقریباً از روز ۱۴ بصورت اولیه دیده می شود و در روز ۳۰ مجرای پانکراس شکل می گیرد. نتایج حاصل از این مطالعه با نتایج حاصل از مطالعات مشابه بر روی پرندگان دیگر مورد مقایسه قرار گرفت. برخلاف تشابه هایی که در این مقایسه ها یافت شد، تفاوت های قابل توجهی از قبیل تفاوت در اندازه لوب های پانکراس، شکل جزایر لانگرهانس، زمان شروع تکامل بخش برون ریز پانکراس و تعداد مجاری پانکراس نیز وجود داشت. باتوجه به اختلافات گونه ای و همچنین اختلاف در مدت زمان انکوباسیون تخم تا تفریخ شدن جوجه ها در سایر پرندگان، تفاوت های قابل توجهی در مورفولوژی و هیستولوژی پانکراس جنین شتر مرغ با سایر پرندگان وجود داشت ولی به صورت کلی پانکراس این جنین مشابه سایر پرندگان اهلی مانند مرغ بود. جهت مطالعات کامل تر تکامل پانکراس استفاده از میکروسکوپ الکترونی پیشنهاد می گردد.

واژه های کلیدی: شتر مرغ، پانکراس، ارگانوژنز، هیستوژنز.

۱. گروه دامپزشکی واحد گرمسار، دانشگاه آزاد اسلامی، گرمسار، ایران.
۲. گروه علوم پایه، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران.
۳. دانشکده دامپزشکی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران.

*نویسنده مسئول: aradjahankhani@gmail.com

DOI: [10.22075/jvlr.2025.37389.1161](https://doi.org/10.22075/jvlr.2025.37389.1161)

دریافت: ۱۴۰۴/۰۱/۲۴

بازنگری: ۱۴۰۴/۰۷/۲۹

پذیرش: ۱۴۰۵/۰۸/۱۰

شترمرغ بزرگترین پرنده موجود در کره زمین است. شترمرغ‌های کنونی بر خلاف اجدادشان، به دلیل داشتن پرو بالهای رشد نکرده توانایی پرواز ندارند. این کمبود با داشتن پاهای قوی جبران شده و آنها را قادر می‌سازد با سرعتی معادل ۶۰ کیلومتر در ساعت بدوند و سرعت‌شان را تا زمانی بیش از ۱۰ دقیقه حفظ کنند. پانکراس، بعد از کبد بزرگترین غده‌ای است که با مجرای گوارشی ارتباط دارد. این غده شامل دو بخش اگزوکرینی و آندوکرینی می‌باشد و برخلاف کبد که عمل درون ریزی و برون ریزی توأمی توسط سلول‌های کبدی صورت می‌گیرد، در پانکراس این اعمال توسط گروه‌های مختلفی از سلول‌ها انجام می‌پذیرد. این عضو در حالت تازه به رنگ صورتی کم‌رنگ یا سفید و فاقد کپسول همبندی سخت است و توسط یک لایه بافت همبند سست نازک پوشیده می‌شود. در هر لوبول، بافت همبند ظریفی اطراف آسینی‌ها را احاطه می‌کند. با میکروسکوپ نوری ساختمانی مشابه غده پاراتید دارد ولی عدم حضور مجاری مخطط و به علاوه حضور جزایر لانگرهانس میان غدد برون ریز موجب تفکیک دو غده از یکدیگر می‌گردد (Calhoun, 1954; King et al. 1984). بخش اگزوکرینی پانکراس مشابه پستانداران است. تنها لوبولاسیون به دلیل نفوذ کمتر بافت همبندی قابل تشخیص نیست. اختلاف عمده در بخش آندوکرینی پانکراس است و جزایر لانگرهانس که به میزان فراوان در سراسر غده پراکنده اند (Hodges, 1974; King et al., 1984). مطالعات مشابهی در این زمینه موجود می‌باشد که از این مطالعات میتوان به مطالعه هیستومورفومتری پانکراس در رویان مرغ اشاره کرد (da Silva et al., 2018)، همچنین در مورد پرنده‌گان بالغ نیز مطالعات گسترده‌ای بر روی ارگان‌های مختلف مانند کبد، پانکراس، روده و طحال صورت پذیرفته ولی در مورد رویان شتر مرغ اینگونه نبود (Rasouli et al, 2020; Allai Novin et al, 2020).

انجام این مطالعه می‌تواند در زمینه‌های آناتومی و بافت شناسی و به طور جامع تر در زمینه جنین شناسی کمک کننده باشد و برخی از نقصان اطلاعاتی که در این زمینه وجود دارد را بر طرف سازد.

مواد و روش کار

برای انجام این کار، ۳۰ عدد تخم شترمرغ نطفه دار ۵، ۹،

۱۴، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۴، ۳۸، ۴۱ روزه، انکوبه شده در دستگاه جوجه کشی بصورت تصادفی انتخاب شد و با کمترین فاصله زمانی به آزمایشگاه کلینیک منتقل گردید. به طور متوسط از هر سن ۴ تخم انتخاب گردید. تخمها سریع با ضربه وارد به وسط پوسته شکسته و رویان با رعایت تمام نکات بهداشتی بدون هیچ آسیبی از سایر محتویات تخم، برداشته شد و در داخل سینی استیل قرار داده شد. طول هر رویان از فرق سر تا انتهای استخوان که (CRL or Crown and rump length) نامیده می‌شود، بوسیله کولیس مدرج به دقت اندازه‌گیری شد. سپس حفره بطنی رویان با دقت باز شد و بررسی اولیه اندازه، مجاورات، رنگ و شکل کبد و پانکراس در محل اصلی آن صورت گرفت. در مرحله بعد، کبد و پانکراس همراه با دوازدهه و بخشی از سنگدان از محل اتصال خود جدا شد. هر دو عضو بعد از گسترش روی سینی، از نظر شکل، رنگ، طول، پهنا و ضخامت مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. برای دقت عمل بیشتر، هر بخش پانکراس و لوبهای کبد، سه مرتبه مورد اندازه‌گیری قرار گرفت و عکس‌های از آنها گرفته شد. تمامی نتایج بدست آمده در جدولی که از قبل تهیه شده بود یادداشت گردید.

برای مطالعه بافتی از پانکراس ۷ رویان به سنین ۱۴ تا ۴۱ روزه همزمان با مطالعه آناتومیک نمونه‌های بافتی اخذ گردید و در محلول فیکسه کننده فرمالین بافر ۱۰ درصد قرار گرفت. پس از جمع‌آوری کل نمونه‌های بافتی، مرحله بعد یعنی آماده نمودن بافتها با استفاده از دستگاه اتوتکنیکون صورت گرفت. در این دستگاه از الکل‌های اتانول (دو ظرف حاوی اتانول ۷۰ درصد بمدت یک ساعت و دو ظرف اتانول ۹۰ درصد بمدت یک و دو ساعت و سه ظرف حاوی اتانول ۱۰۰ درصد بمدت یک و دو ساعت) برای آب‌گیری استفاده شد و برای شفاف‌سازی از سه ظرف حاوی گزلیل هر کدام بمدت ۳ ساعت و برای آغشتگی از دو ظرف حاوی پارافین ۶۰ درجه سانتی‌گراد هر کدام بمدت سه ساعت استفاده گردید. سپس نمونه‌های آماده شده، 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 مشخصات نمونه روی قالب پارفین یادداشت شد. از بلوک‌های پارافینی 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 ۳۷ درجه سانتی‌گراد خشک گردیدند. برای رنگ آمیزی برش‌ها از روش هماتوکسیلین و ائوزین استفاده گردید. بعد از رنگ‌آمیزی، برش‌ها به وسیله میکروسکوپ نوری مورد مطالعه قرار گرفتند و از آنها فتومیکروگراف‌هایی گرفته شد.

نتایج

مشاهدات ماکروسکوپی

پانکراس رویان شترمرغ از روز چهاردهم انکوباسیون از دید ماکروسکوپی شکل گرفته ولی تمایز لوب‌ها از رو بیست قابل مشاهده بود. پانکراس رویان شترمرغ در فضای دو بازوی صعودی و نزولی دوازدهه قرار گرفته بود. بخش اعظم آن توسط دو بازوی دوازدهه پوشیده می‌شد، که از دو لوب پشتی و لوب تحتانی تشکیل یافته بود. لوب پشتی، طول‌تر بود و توسعه بیشتری داشت و به بازوی نزولی دوازدهه متصل می‌شد. لوب پشتی در راستای مستقیم قرار نداشت، بخشی از آن خمیده شده و به فضای بین سنگدان و پیش معده وارد می‌شد. لوب تحتانی آن، کمی کوتاه‌تر از لوب پشتی بود. مسیری مستقیم داشت و در موازات دوازدهه صعودی قرار گرفته بود و اولین عضوی بود که به همراه دوازدهه در کالبدشکافی پشتی - شکمی مورد مشاهده قرار می‌گرفت (شکل‌های ۱ تا ۸).

هر دو لوب پانکراس به واحدهای کوچکتری به نام لوبول تقسیم می‌شدند. در رویانهای ۳۸ و ۴۱ روزه، ناحیه ناف پانکراس با رگ‌های خونی و لنفی، اعصاب و مجاری پانکراس همراه با بافت همبندی به خوبی مشخص بود. دو بازوی دوازدهه توسط رباط پانکراسی دوازدهه‌ای به پانکراس متصل بودند. در رویان ۳۸ و ۴۱ روزه، مقطع عرضی در انتهای آزاد هر دو لوب پشتی و شکمی دو سطحی و هر چه به محل اتصال دو لوب نزدیک می‌شد مقطع سه سطحی به شکل مثلث پیدا می‌کرد.

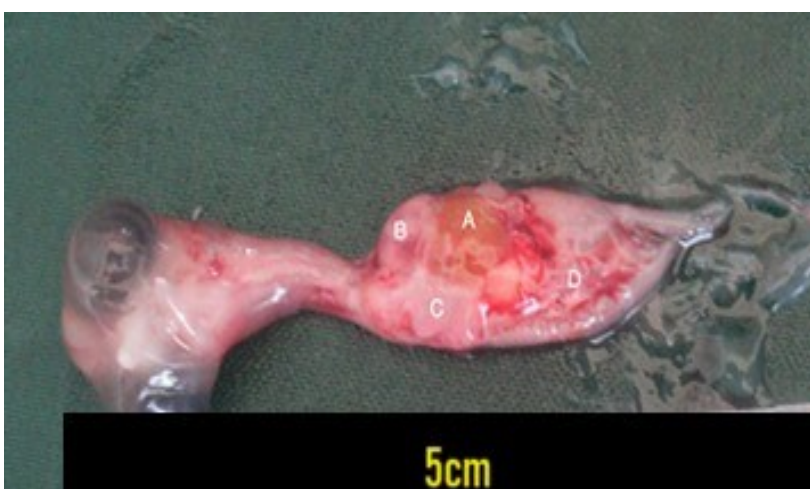
در رویان‌های با سنین بیشتر از ۳۰ روز، یک مجرای پانکراس مشخص وجود داشت. این مجرا از محل تلاقی دو مجرای بین لوبولی بزرگ که ادامه محوری دو لوب بودند منشاء می‌گرفت. مجرای پانکراس از ناف در مقابل دومین خمیدگی دوازدهه از دوازدهه صعودی قابل مشاهده بود و پس از طی فاصله کوتاهی از آن بطور مورب به دوازدهه صعودی راه می‌یافت. پانکراس از سطح تحتانی با دیواره تحتانی حفره بطنی تماس داشت و سطح پشتی آن با سنگدان، پیش معده و تهی‌روده تماس داشت. ضخامت پانکراس در انتهای آزاد هر دو لوب پشتی و شکمی در رویان ۳۴ روزه کمتر از دو میلی‌متر بود و در بخش رابط دو لوب به ۲/۳ میلی‌متر می‌رسید. این ضخامت با افزایش سن رویان بیشتر می‌شد تا جایی که در رویان ۴۱ روزه در انتهای آزاد هر دو لوب به ۲/۵ میلی‌متر و بخش رابط به ۴/۲ میلی‌متر می‌رسید. مورفومتری روند افزایش طول و پهنای پانکراس و مجرای پانکراس در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱- مقادیر طول و پهنای بدست آمده (به میلی متر) از بخش‌های مختلف لوب‌های پشتی، تحتانی و مجرای پانکراس در رویان شترمرغ.

سن رویان (روز)	طول لوب پشتی	پهنای طول پشتی	طول لوب تحتانی	پهنای لوب تحتانی	طول مجرای پانکراس	قطر مجرای پانکراس
۵	-	-	-	-	-	-
۹	-	-	-	-	-	-
۱۴	-	-	-	-	-	-
۲۰	۱۱/۲۰	۰/۹۲	۱۰/۱۲	۰/۹۰	-	-
۲۵	۱۶/۵۰	۱/۰۸	۱۴/۳۰	۱	-	-
۳۰	۲۲/۳۲	۱/۲۰	۱۷/۲۳	۱/۱۸	۱	۰/۶۳
۳۴	۲۳/۸۰	۱/۳۲	۱۹/۰۰	۱/۳۸	۱/۴۳	۰/۸
۳۸	۲۶/۷۰	۱/۷۲	۲۴/۴۳	۱/۴۰	۳/۴۵	۱/۰۴
۴۱	۳۵/۳۰	۲/۶۳	۲۹/۳۶	۲/۲۵	۴/۵۱	۱/۱۸



شکل ۱- رویان ۹ روزه با CRL ۴ سانتی متر. (A) لوب راست کبد، (B) قلب.



شکل ۲- رویان ۱۴ روزه شتر مرغ با CRL ۵ سانتی متر. کبد، (B) پیش معده، (C) سنگدان، (D) روده ها.



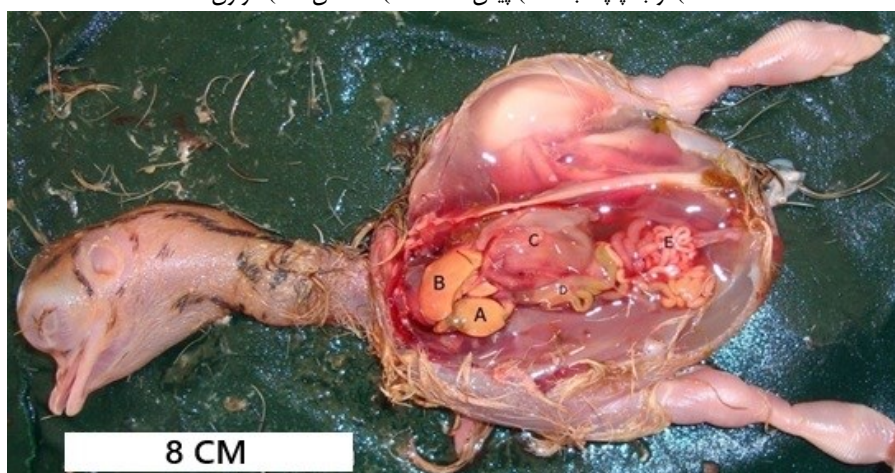
شکل ۳- رویان ۲۰ روزه با CRL ۱۰ سانتی متر. (A) لوب راست کبد، (B) لوب چپ کبد، (C) پانکراس احاطه شده در بخش صعودی و نزولی دوازدهه، (D) پیش معده، (E) سنگدان.



شکل ۴- رویان ۲۵ روزه شتر مرغ با CRL ۱۶ سانتی متر . A) لوب راست کبد، B) لوب چپ کبد، C) قلب، D) پانکراس احاطه شده توسط بخش نزولی و صعودی دوازدهه، E) پیش معده.



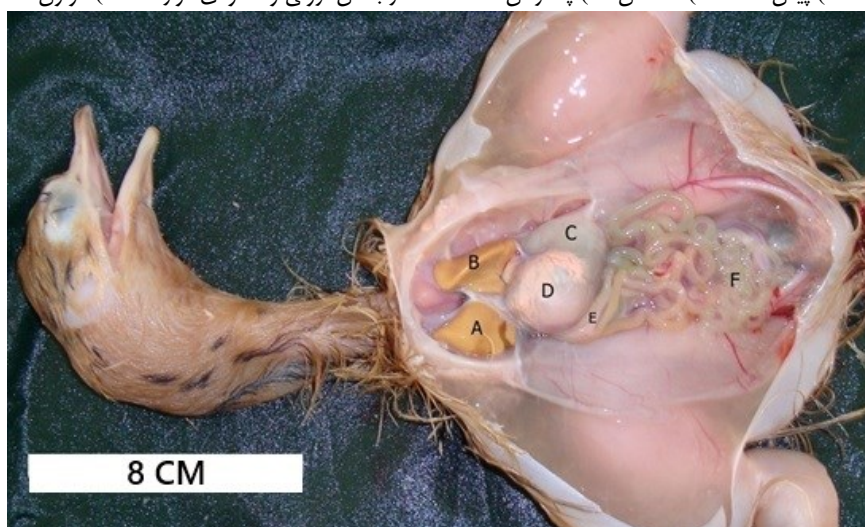
شکل ۵- رویان ۳۰ روزه شتر مرغ با CRL ۱۸ سانتی متر. A) لوب راست کبد، B) لوب چپ کبد، C) پیش معده، D) سنگدان، E) کولون.



شکل ۶- رویان ۳۴ روزه شتر مرغ با CRL ۲۳ سانتی متر . A) لوب راست کبد، B) لوب چپ کبد، C) پیش معده، D) پانکراس احاطه شده در بخش صعودی و نزولی دوازدهه، E) کولون.



شکل ۷- رویان ۳۸ روزه شتر مرغ با CRL ۲۵ سانتی متر. (A) لوب راست کبد، (B) لوب چپ کبد، (C) پیش معده، (D) سنگدان، (E) پانکراس احاطه شده در بخش نزولی و صعودی دوازدهه، (F) کولون.



شکل ۸- جنین ۴۱ روزه شتر مرغ با CRL ۲۷ سانتی متر. (A) لوب راست کبد، (B) لوب چپ کبد، (C) پیش معده، (D) سنگدان، (E) پانکراس احاطه شده در بخش نزولی و صعودی دوازدهه، (F) کولون.

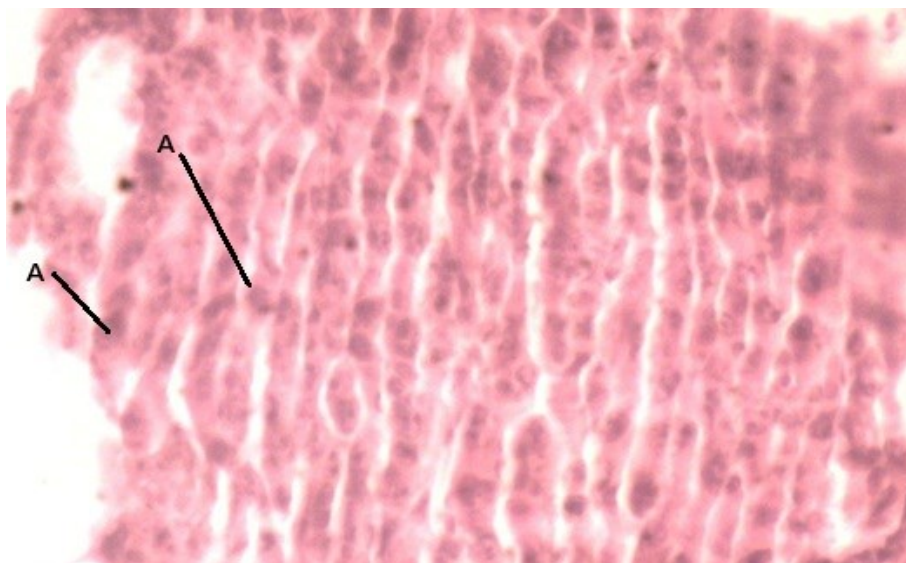
شکل می‌گرفت. این سلول‌ها به شکل طولی یا رشته‌ای پشت سرهم قرار می‌گرفتند. این سلول‌ها که به احتمال زیاد سلول‌های آسینی را در رویان‌های با سن بالاتر را تشکیل خواهند داد دارای هسته‌های گرد یا بیضوی با یک یا دو هستک بودند سیتوپلاسم اتوزینوفیلی آنها محدود و کم بود. از خارج بافت همبندی خیلی ظریفی بافت پانکراس را می‌پوشاند (شکل ۹). هیچ مجرای داخل لوبولی، بین لوبولی و جزایر لانگرهانس در برش‌ها مشاهده نگردید.

مشاهدات میکروسکوپی

بافت پانکراس در رویان‌های ۱۴، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۴، ۳۸، ۴۱ قابل مشاهده بود. پارانشیم آن را از بیرون، کپسولی از بافت همبند سست پوشانده بود. تیغه‌های بسیار ظریف و کوتاهی از کپسول به داخل غده نفوذ کرده و غده را به لوبول‌های نامحسوسی تقسیم کرده بود. با این حال به دلیل عدم وجود بافت همبندی وسیع در این تیغه‌ها، لوبول‌ها کمتر مشخص بودند.

پانکراس در رویان ۱۴ روزه

بافت پانکراس از سلول‌های مکعبی تا استوانه‌ای کوتاه

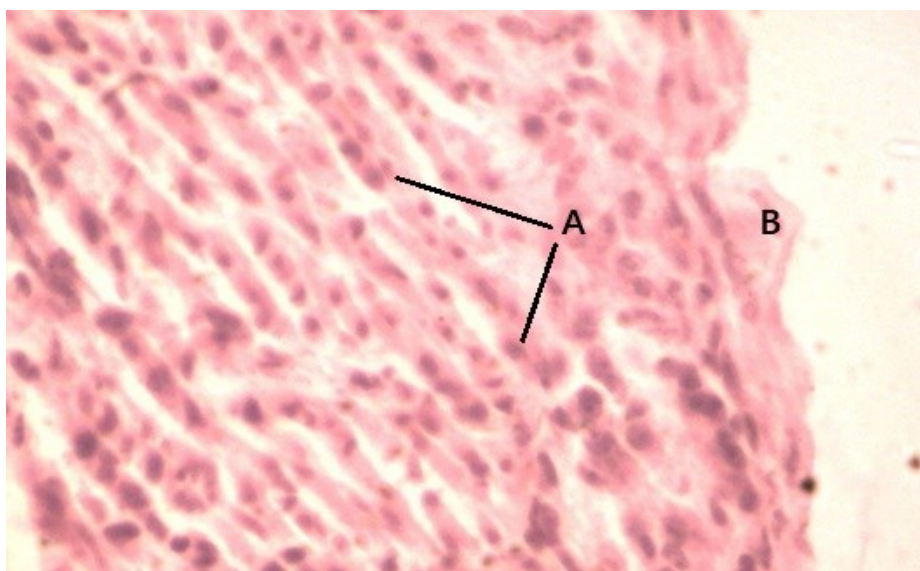


شکل ۹- فتومیکروگراف پانکراس جنین ۱۴ روزه شتر مرغ H&E x400. در این سن سلول های پانکراس ساختار آسینی ندارند و بصورت رشته ای دنبال یکدیگر قرار می گیرند. (A) سلول های پانکراتیک.

پانکراس در رویان ۲۰ روزه

بافت پانکراس همانند رویان ۱۴ روزه از سلول های مکعبی تا استوانه ای کوتاه تشکیل می شود. این سلول ها به شکل طناب های طولی یا رشته ای پشت سرهم نظم پیدا می کردند. اگرچه این طناب ها کوتاه تر شده و شروع روند

تشکیل آسینی ها را نشان میداد. سیتوپلاسم اتوزینوفیلی آنها با اینکه محدود و کم بود ولی نسبت به سن ۱۴ روزگی بیشتر شده بود. بافت همبندی خیلی ظریفی بافت پانکراس را از خارج می پوشاند. هیچ مجرای داخل لوبولی، بین لوبولی و جزایر لانگرهانس در برش ها قابل مشاهده نبود (شکل ۱۰).

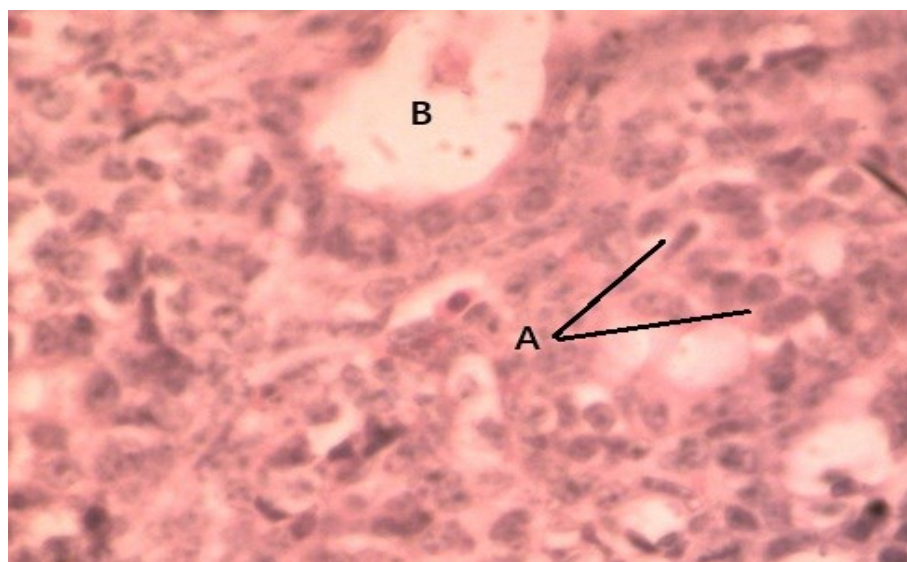


شکل ۱۰- فتومیکروگراف پانکراس جنین ۲۰ روزه شتر مرغ H&E x400. در این سن روند کوتاه شدن رشته های سلولی به منظور تشکیل آسینی ها مشاهده می گردد. هم چنین بافت همبندی پانکراس ضخامت بیشتری می یابد. (A) سلول های پانکراتیک. (B) بافت پیوندی اطراف پانکراس.

پانکراس در رویان ۲۵ روزه

در پارانشیم پانکراس رویان ۲۵ روزه سلول‌های پانکراتیک تشکیل تجمعاتی داده بودند و از شکل طنابی خارج شده بودند. این سلول‌ها سیتوپلاسم اتوزینوفیلی بیشتری نسبت

به رویان ۲۰ روزگی داشتند. در بخش قشری، ساختارهایی همانند مجرای داخل لوبولی با یک ردیف سلول‌های مکعبی با سیتوپلاسمی روشن، هسته‌های کروی مشاهده می‌شد (شکل ۱۱).

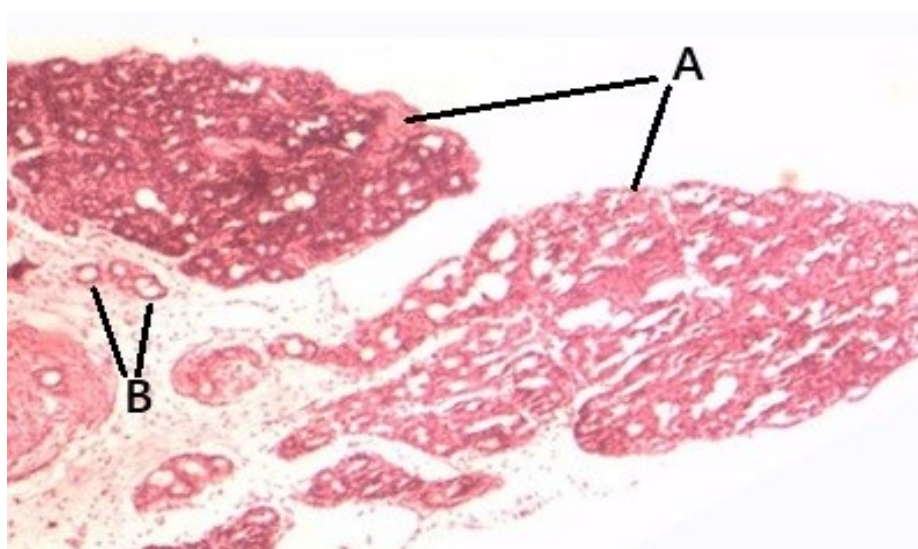


شکل ۱۱- فتومیکروگراف پانکراس جنین ۲۵ روزه شتر مرغ H&E x400. در این سن سلول حالت ردیفی و رشته ای سلول های پانکراتیک کاملاً از بین رفته و مجاری داخل لوبولی اولیه دیده می شوند. (A) سلول های پانکراتیک. (B) مجرای داخل لوبولی اولیه.

پانکراس در رویان ۳۰ روزه

پارانشیم پانکراس شباهتهایی به پانکراس رویان ۲۵ روزه داشت. سلول‌ها به شکل تجمعی دیده شده و آسینی‌ها در

حال تشکیل بودند. در این سن لوبولاسیون اولیه پانکراس و شکل اولیه مجرای پانکراس نیز مشاهده می‌گردد (شکل ۱۲).

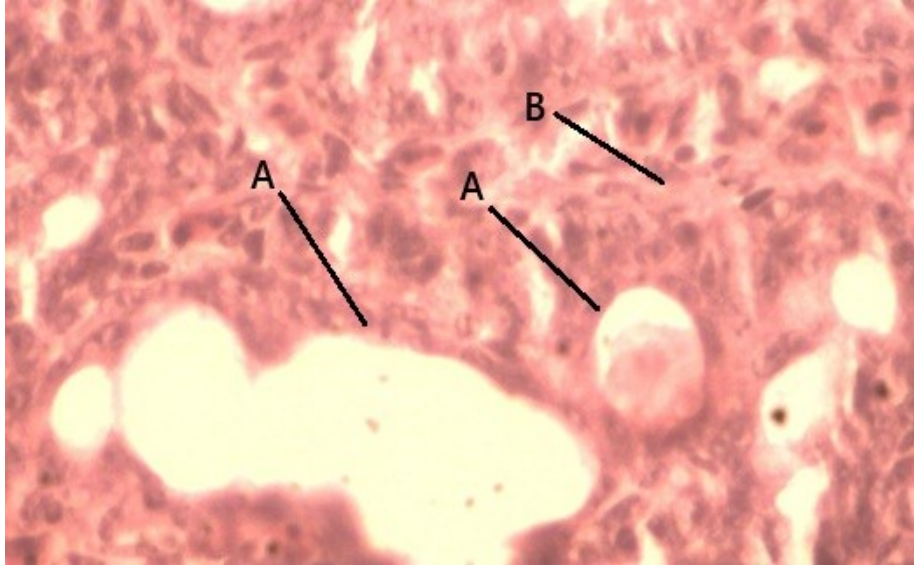


شکل ۱۲- فتومیکروگراف پانکراس جنین ۳۰ روزه شتر مرغ H&E x60. در این سن لوبولاسیون اولیه پانکراس و گسترش بافت پیوندی در بین لوبول‌ها مشاهده گردید. (A) لوب‌های اولیه پانکراس. (B) مجرای بین لوبولی.

پانکراس در رویان ۳۴ روزه

مشاهده بود و افزایش تعداد مجاری قابل توجه بود (شکل ۱۳).

سلول‌ها در کنار هم حالت آسینی نامنظمی نشان می‌دادند. در برشها مجاری داخل لوبولی و مجاری بین لوبولی قابل

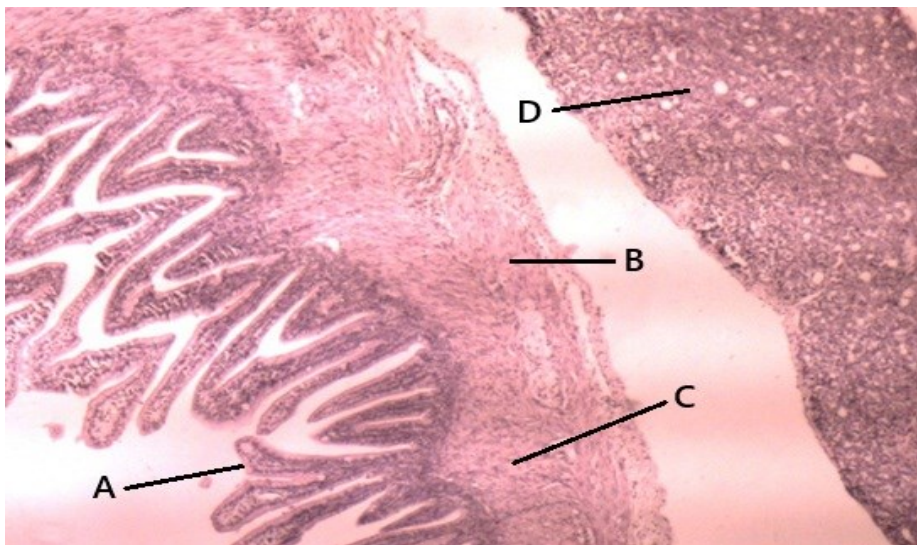


شکل ۱۳- فتومیکروگراف پانکراس جنین ۳۴ روزه شتر مرغ H&E x400. در این سن تعداد مجاری بین لوبولی افزایش یافته اند. (A) مجاری بین لوبولی (B) آسینی‌های در حال تشکیل.

پانکراس در رویان ۳۸ روزه

نامنظمی نشان می‌دادند و جزایر لانگرهانس دیده نمی شدند. مجاری داخل لوبولی تکامل یافته ، مجاری بین لوبولی و مجرای پانکراس با چین خوردگی های فراوان مشاهده می‌شد (شکل‌های ۱۴ و ۱۵).

پارانشیم پانکراس رویان ۳۸ روزه شباهتهای فراوانی به پانکراس رویان ۳۴ روزه داشت. بافت همبندی سستی آن را از خارج پوشش می‌داد. سلول‌های آسینی حالت آسینی بسیار



شکل ۱۴- فتومیکروگراف پانکراس جنین ۳۸ روزه شتر مرغ H&E x40. در این شکل بافت پانکراس در کنار مجرای پانکراس دیده می شود. (A) اپی تلیوم پانکراس (B) لایه عضلانی داخلی (C) لایه عضلانی خارجی (D) بافت پانکراس.



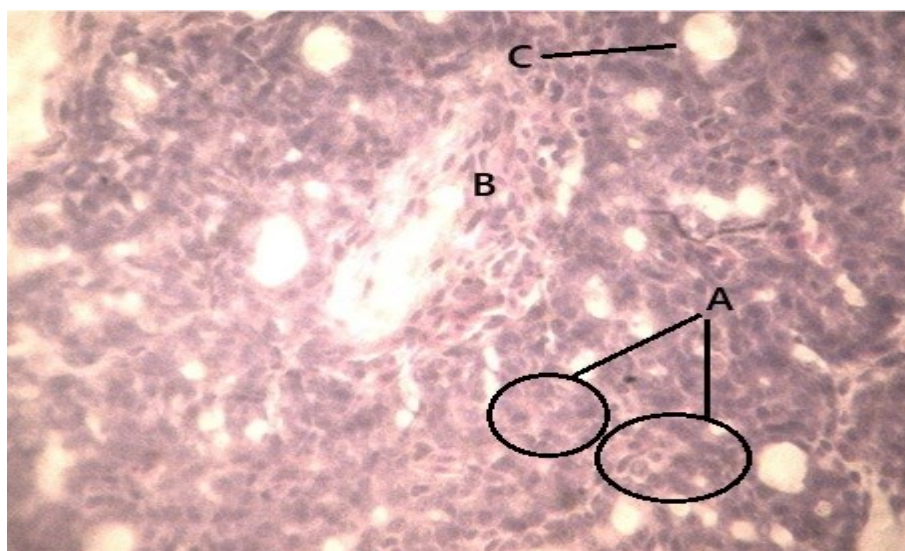
شکل ۱۵- فتومیکروگراف پانکراس جنین ۳۸ روزه شتر مرغ H&E x100. در این تصویر یک مجرای داخل لوبولی تکامل یافته دیده میشود. (A) مجرای داخل لوبولی.

پانکراس در رویان ۴۱ روزه

پارانشیم پانکراس رویان ۴۱ روزه، تکامل بیشتری یافته بود و شباهت‌های فراوانی به پانکراس جوجه شترمرغ یک روزه پیدا کرده بود. سلول‌های آسینی مکعب تا استوانه‌ای کوتاه در کنار قرار گرفته و حالت آسینی اولیه را نشان می‌دادند. هم چنین سلول‌های مرکز آسینی هم در این مجموعه دیده می‌شدند. بافت همبندی سستی از خارج پارانشیم آن را

می‌پوشاند.

بخش درون‌ریز پانکراس به شکل کانون‌های جدا از هم، به نام جزایر لانگرهانس اولیه تنها در رویان ۴۱ قابل مشاهده بود. جزایر لانگرهانس از آسینی‌های مرکب برون‌ریز که آنها را احاطه کرده بودند روشن‌تر دیده می‌شدند. بافت همبندی بسیار ظریفی جزایر را از آسینی‌ها جدا می‌کرد (شکل ۱۶).



شکل ۱۶- فتومیکروگراف پانکراس جنین ۴۱ روزه شتر مرغ H&E x400. در این سن آسینی و سلول‌های مرکز آسینی تکامل یافته و جزایر لانگرهانس اولیه مشاهده میشوند. (A) آسینی‌های اولیه (B) جزیره لانگرهانس (C) مجرای داخل لوبولی.

در برشها مجاری داخل لوبولی، مجاری بین لوبولی و مجرای پانکراس با مشخصات ذیل قابل مشاهده بود:

مجاری داخل لوبولی : مجاری بسیار کوچکی بودند که بلافاصله بعد از آسینی ها قرار داشتند. هر مجرای داخل لوبولی، از چندین سلول مکعبی کوتاه با سیتوپلاسمی روشن تشکیل یافته بود که بر روی بازال لامینا قرار داشت و از اطراف توسط بافت همبندی ظریف پوشانده می شد. دربرش ها به علت کوتاهی طول آنها، کمتر قابل مشاهده بودند (شکل های ۱۱، ۱۳ و ۱۵).

مجاری بین لوبولی : اپیتلیوم این مجاری را یک ردیف سلول های استوانه ای کوتاه یا مکعبی بلند با سیتوپلاسمی روشن، هسته های بازوفیل و کروی تشکیل می داد و این سلول ها بر روی بازال لامینا قرار گرفته بودند و همواره توسط بافت همبندی که بیشتر، از مجاری داخلی لوبولی بود احاطه می شدند. این مجاری از مجاری داخل لوبولی بزرگتر بودند و به مجاری پانکراس اتصال می یافتند (شکل ۱۲).

مجرای پانکراس: این مجرا ترشحات خارجی پانکراس را به طور مستقیم وارد دوازدهه می کرد. ساختمانی کامل تر از سایر مجاری داشت. مخاط آن دارای چین های متعددی بود. بافت همبندی سست و وسیع پارین را رشته های الاستیک، رگ های خونی، لنفی و همچنین رشته های عصبی شکل می داد. زیرمخاط از بافت همبندی سست همراه با رگ های خونی و بافت چربی فراوان شکل می گرفت که با پارین یکی می شد. طبقه عضلانی از دو ردیف داخلی حلقوی و خارجی طولی نوع صاف تشکیل یافته بود و از خارج توسط لایه سروزی پوشانده می شد (شکل ۱۴).

بحث

نتایج نشان می دهد که پانکراس شترمرغ قبل از هج شدن تفاوت قابل ملاحظه ای با پانکراس شترمرغ بعد از هج شدن دارد. محل قرارگیری و ارگان های مجاور آن در رویان بطور دقیق شبیه اکثر پرندگان و شترمرغ، بعد هج شدن می باشد. پانکراس آن ها دارای دو لوب پشتی و شکمی می باشد. همانند ماکیان و اکثر پرندگان دو لوب پشتی و شکمی، توسط یک بخش رابط پارانشیمی به هم متصل می شوند و این درحالی است که این ارتباط در اردک و کبوتر وجود ندارد (King et al, 1984; McLelland, 1979; Nickel et al, 1977; Saadatfar et al, 2009; Sisson, 1914). رنگ این غده در رویان ۹ روزه سفید مایل به کرم رنگ و هر چه سن آن بالا می رود به کرم تا

صورتی تغییر رنگ می دهد و به رنگ پانکراس بعد از هج شدن در جوجه های نابالغ زیر یک ماه نزدیک می شود (King et al, 1984; Nickel et al, 1977; Sisson, 1914)، همچنین رنگ پانکراس در دلیجه بالغ نیز صورتی کم رنگ می باشد (Al-Haak et al, 2019).

نتایج بیانگر این نکته هستند که اندازه پانکراس از حیث طول و پهنا، در دو لوب پشتی و شکمی پانکراس همزمان با افزایش سن رویان از ۹ روزگی تا هج شدن با سرعت محسوسی افزایش می یابد (جدول ۱). در تمام سنین رویان شترمرغ، اندازه لوب پشتی از نظر طول و پهنا، تا حدودی بیشتر از لوب شکمی به نظر می رسد (جدول ۱)؛ در صورتی که این وضعیت در دلیجه بالغ بر عکس می باشد و لوب شکمی از لوب پشتی بزرگ تر می باشد (Al-Haak et al, 2019).

مجاری پانکراس رویان شترمرغ، ترشحات برون ریز را تنها توسط یک مجرای منفرد و مستقل از مجرای صفراوی به بخش ابتدای دوازدهه صعودی تخلیه می کند. این در حالی است که در ماکیان اهلی توسط سه مجرا و در اردکها توسط سه تا چهار مجرای مشخص و در سار توسط مجرای متعددی در نزدیکی مجاری صفراوی به بخش انتهایی دوازدهه صعودی تخلیه می شود (King et al, 1984; McLelland, 1979; Mobini et al, 2007; Nickel et al, 1977; Sisson, 1914; Mobini, 2008).

یافته های میکروسکوپی نشان داد که بافت پانکراس شترمرغ را در تمامی سنین رویانی، کپسولی از بافت همبند سست می پوشاند. نفوذ تیغه های کپسولی به داخل غده بسیار کم و نامحسوس می باشد، بنابراین لوبول ها همانند سایر پرندگان همانند ماکیان، غاز، اردک، سار و شترمرغ بالغ قابل تشخیص نیست (شکل های ۹ تا ۱۶).

بخش برون ریز پانکراس رویان شترمرغ توسط آسینی های مرکب (غدد حبابی مرکب) تشکیل می شود. سلول های غدد اگزوکرینی پانکراس که سلول های آسینی نامیده می شود، از روز چهاردهم به شکل مکعبی تا استوانه ای کوتاه با سیتوپلاسمی اتوزینوفیلی و هسته ای گرد تا بیضوی نزدیک قاعده همراه با یک تا دو هستک دیده می شوند. از پشت سرهم قرار گرفتن سلول های آسینی ستون های طولی ایجاد می شود. این وضعیت تا سن ۲۰ روزگی هم ادامه دارد. در سن ۲۵ روزگی، نظم و ترتیب ستون ها در برخی نواحی از

در بخش قشری پانکراس رویان ۲۵ روزه، با یک ردیف سلول مکعبی تا استوانه‌ای کوتاه مشاهده شد. در ۳۰ روزه این مجاری به همراه مجاری بین لوبولی و خارج لوبولی و مجرای پانکراس با چین کمتر مشاهده شد. این وضعیت تا ۴۱ روزه ادامه دارد (شکل‌های ۱۱ تا ۱۵ و شکل ۱۴) (Mansouri et al, 2006; Mobini et al, 2007; Saadatfar et al, 2009; Trimble et al, 1981; Wang et al, 2009; Mobini et al, 2009; Abdi et al, 2007; Mobini, 2008; Alboghish et al, 2005).

ظهور اولین مجاری بخش برون ریز پانکراس که همان مجاری داخل لوبولی می باشد در جنین شتر مرغ در ۲۵ روزه رخ می دهد در صورتی که شروع تکامل مجاری برون ریز و همچنین آسینی ها در جوجه به ترتیب از روز های ۶ و ۸ می باشد (da silva et al, 2018).

بخش درون ریز پانکراس به شکل کانون‌های جدا از هم، که به نام جزایر لانگرهانس شهرت دارد، تنها در رویان ۴۱ روزه مشاهده شد. هر جزیره لانگرهانس را چندین سلول نامنظم تشکیل می‌دهد و اطراف هر جزیره را آسینی‌های برون ریز با یک ردیف سلول مکعبی تا استوانه‌ای کوتاه احاطه می‌کند. جزایر لانگرهانس از آسینی‌های مرکب برون ریز که آنها را احاطه می‌کنند، روشن تر دیده می‌شوند که مشابه این وضعیت در جوجه مرغ تازه متولد شده نیز به همین صورت است (Yadav et al., 2018). بافت همبندی بسیار ظریفی، جزایر لانگرهانس را از آسینی‌ها جدا می‌کند (شکل ۱۶). جزایر لانگرهانس موجود در پانکراس جنین ۴۱ روزه شتر مرغ حاصل اجتماع چندین سلول می باشد که به این جزایر ظاهری نامنظم می دهد در صورتی که در جوجه مرغ تازه متولد شده این جزایر اشکال متنوعی دارند به این صورت که برخی حالت ۴ ضلعی، برخی حالت نامنظم و بسیاری دیگر شکل بیضی و منظم داشتند (Yadav et al., 2018). همچنین این جزایر در شاهین به شکل گرد (Şimşek et al, 2009) و در عقاب طلایی به شکل بیضی می باشد (Al-Agele et al, 2012).

باتوجه به اختلافات گونه ای و همچنین اختلاف در مدت زمان انکوباسیون تخم ها تا تفریخ شدن جوجه ها در پرندگان تفاوت های قابل توجهی در مورفولوژی و هیستولوژی پانکراس جنین شتر مرغ با سایر پرندگان وجود داشت ولی به صورت کلی پانکراس این جنین مشابه سایر پرندگان اهلی مانند مرغ بود.

دست می‌رود و در برخی نواحی، سلول‌های آسینی گرد هم آمده و تقریباً یک ساختار مجرا مانند را نشان می‌دهند و سیتوپلاسم بیشتر حالت انوزینوفیلی پیدا می‌کند. در ۳۰ روزه سلول‌های آسینی بیشتر گرد هم می‌آیند و ساختار ستونی، خیلی کم مشاهده می‌شود. در سن ۳۴ روزه، هیچ ساختار ستونی شکلی از سلول‌های آسینی در مقاطع دیده نمی‌شود. در ۳۸ روزه سلول‌های آسینی ساختاری شبیه به غدد حبابی مرکب نامنظم را در برش‌ها نشان می‌دهد. در ۴۱ روزه تمامی سلول‌های آسینی همانند بافت پانکراس بعد از هچ شدن در تشکیل غدد حبابی مرکب شرکت می‌کنند (شکل‌های ۹ تا ۱۶).

هسته سلول‌های هرمی شکل آسینی، همانند ماهی‌ها و اکثر پرندگان اهلی (غاز، اردک، ماکیان و بوقلمون) نزدیک به قاعده سلول، با یک و یا دو و گاهی هم سه هستک دیده می‌شوند (Mansouri et al, 2006; Mobini et al, 2007; Saadatfar et al, 2009; Trimble et al, 1981; Wang et al, 2009; Mobini et al, 2009; Abdi et al, 2007; Mobini, 2008; Mobini et al, 2008; Alboghish et al, 2005).

پانکراس شترمرغ برای خروج ترشحات بخش برون ریز دارای سه نوع مجاری داخل لوبولی، بین لوبولی و مجاری پانکراس می‌باشد. تبدیل این مجاری به همدیگر تدریجی صورت می‌گیرد. در مجاری داخل لوبولی، سلول‌ها، مکعبی کوتاه با سیتوپلاسمی روشن و روی بازال لامینا قرار دارند و به دلیل کوتاه بودن طول، کمتر در برش‌ها مشاهده می‌شوند. مجاری بین لوبولی از یک ردیف سلول استوانه‌ای کوتاه یا مکعبی بلند با سیتوپلاسمی روشن، هسته‌های بازوفیل و کروی و با بافت همبندی که اطراف آن است، وسیع تر از مجرای داخل لوبولی به نظر می‌رسد. مجرای پانکراس، ساختمانی کامل تر از سایر مجاری دارد. مخاط آن را تعدادی چین با اپیتلیومی از سلول‌های استوانه‌ای همراه میکروویلی های فراوان تشکیل می‌دهد. بافت همبندی سست و وسیع پارین آن را رشته‌های الاستیک، رگ‌های خونی، لنفی و همچنین رشته‌های عصبی شکل می‌دهد و زیرمخاط آن از بافت همبند سست همراه رگ‌های خونی و بافت چربی تشکیل می‌شود. طبقه عضلانی با دو ردیف داخلی حلقوی و خارجی طولی از نوع صاف، توسط لایه سروزی پوشانده می‌شود. این یافته‌ها با آنچه در ماکیان، اردک اهلی و مسکونی، غاز، ماهیان و پستانداران گزارش شده مطابقت دارد. ساختارهایی همانند مجاری داخل لوبولی

نتیجه گیری

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که پانکراس جنین شترمرغ از حدود روز ۱۴ انکوباسیون قابل شناسایی بوده و روند تمایز ساختاری و بافتی آن به تدریج تا اواخر دوره جنینی ادامه می‌یابد. تمایز لوب‌های پانکراس از مراحل میانی رشد آغاز شده، مجرای اصلی پانکراس در حدود روز ۳۰ شکل می‌گیرد و نخستین نشانه‌های ظهور جزایر لانگرهانس در روز ۴۱ مشاهده می‌شود. همچنین، تکامل بخش برون‌ریز پانکراس با افزایش سن جنین همراه بوده و تغییرات وابسته به سن در ابعاد و سازمان بافتی این اندام به وضوح قابل مشاهده است. در مجموع، با وجود تفاوت‌های گونه‌ای در برخی ویژگی‌های مورفولوژیک و هیستولوژیک، الگوی کلی تکامل پانکراس در جنین شترمرغ شباهت قابل توجهی با پرندگان اهلی، به ویژه مرغ، دارد. این نتایج می‌تواند به عنوان مبنایی علمی برای مطالعات تکمیلی در زمینه جنین‌شناسی، بافت‌شناسی و آناتومی تطبیقی پرندگان مورد استفاده قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان این مقاله کمال تشکر را از کارشناسان آناتومی و بافت‌شناسی دانشکده دامپزشکی دانشگاه سمنان و دانشگاه آزاد اسلامی گرمسار دارند.

تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌دارند که هیچ تعارض منافی در رابطه با نویسندگی یا انتشار مقاله ندارند.

مشارکت های نویسندگان

جلیل پورحاجی موتاب: تهیه نمونه و تشریح
بابک رسولی: بررسی پیشینه و نگارش مقاله
آراد جهانخانی: نگارش و ویرایش نهایی و ارسال مقاله

منابع مالی

هیچ هزینه‌ای از هیچ موسسه یا سازمانی دریافت نشده است.

بیانیه اخلاقی

در انجام این پژوهش، تمامی مراحل مربوط به جمع‌آوری نمونه‌ها، خارج‌سازی جنین‌ها و آماده‌سازی بافتی با رعایت موازین بهداشتی و با حداقل‌سازی آسیب به نمونه‌ها انجام شد.

References

- Abdi, R., Sheybani, M., Adibmoradi, M., Sharifpor, I. (2007). Histological study of liver and pancreas in adult otolithes ruber in bushehr. <https://doi.org/10.22092/isfj.2006.114916>. [Persian].
- Al-Agele, R., & Mohammed, F. (2012). Architecture morphology and histological investigations of pancreas in Golden Eagles (*Aquila Chrysaetos*). *Al Anbar J Vet Sci*, 5, 149-155.
- Alboghbish, N., & Khaksari Mahabadi, M. (2005). Study of the histological structure of the liver and pancreas of grass carp. [Persian].
- Al-Haak, A. (2019). A Gross anatomical and Histological study of pancreas in adult Kestrel.
- Allai Novin, A., Rasouli, B., Abedi, M. (2020). Histomorphological study of colon development at different ages of African ostrich chicks (*Struthio camelus*). [Persian].
- Calhoun, M. L. (1954). Microscopic anatomy of the digestive system of the chicken.
- da Silva, A. B. S., Fonseca, C. M. B., Cavalcante, M. M. A. d. S., de Oliveira, I. M., Ferraz, M. S., Viana, F. J. C., . . . Conde Júnior, A. M. (2018). Histomorphometry of pancreas development in hybrid chicken (*Galus galus*) embryo and fetus. *Microscopy Research and Technique*, 81(6), 614-623.
- Hodges, R. D. (1974). *The histology of the fowl*.
- King, A., & McLelland, J. (1984). Skeletomuscular system. *Birds: their structure and function*, 106, 43-49.
- Mansouri, H., S., Gholamis., Orimi, M., & Gh. (2006). Histomorphometrical study of pancreas in Mehraban female sheep. *Iranian Journal of Veterinary Research*, 7(2), 14-.
- McLelland, J. (1979). *Form and function in birds*: Academic Press.
- Mobini, B. (2008). Histomorphometric study of pancreatic islets of adult ducks native to western Iran. *Veterinary Clinical Pathology*, 1(4 (4) Winter), 235-238. [Persian].
- Mobini, B., & Aghaabedi, B. (2009). Histological and histochemical study of the pancreas of native Iranian turkeys. <https://doi.org/10.22092/vj.2009.101180>. [Persian].
- Mobini, B., & Khaksar, Z. (2007). Histomorphometrical study on pancreas of goose.
- Mobini, B., Mansouri, S., tajali, M. (2008). Histomorphological and morphometric study of the pancreas of male Mehraban sheep. *Journal of Veterinary Research*, 62(251). [Persian].
- Nickel, R., Schummer, A., & Seiferle, E. (1977). *Anatomy of the domestic birds*.
- Rasouli, B., Pourhaji Motab, J., Rasouli, S. E. (2020). Morphological and histological study of the liver, spleen and pancreas in See-See (*Ammoperdix griseogularis*). <https://doi.org/10.22059/jvr.2019.255707.2787>. [Persian].
- Saadatfar, Z., & Asadian, M. (2009). Anatomy of pancreas in mynah (*Acridotheres tristis*). *Journal of applied animal research*, 36(2), 191-193.
- Şimşek, N., gürol BAYRAKTAROĞLU, A., & Altunay, H. (2009). Localization of insulin immunopositive cells and histochemical structure of the pancreas in falcons (*Falco Anaumanni*). *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 56(4), 241-247.
- Sisson, S. (1914). *The anatomy of the domestic animals*: WB Saunders company.
- Trimble, E. R., & Renold, A. E. (1981). Ventral and dorsal areas of rat pancreas: islet hormone content and secretion. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 240(4), E422-E427.
- Wang, B. J., Liang, H. Y., & Cui, Z. J. (2009). Duck pancreatic acinar cell as a unique model for independent cholinergic stimulation-secretion coupling. *Cellular and molecular neurobiology*, 29, 747-756.
- Yadav, R., Prakash, A., Farooqui, M., Singh, S., Verma, A., & Vishen, A. (2018). Histology of endocrine pancreas in the chabro chicken. *J. Ent. Zoo. Stu*, 6(6), 414-417.