

مطالعه‌ی هیستومورفولوژیکی تکامل روده بزرگ در سنین مختلف جوجه شتر مرغ نژاد آفریقایی (*Struthio camelus*)

عباس علائی نوین*^۱، بابک رسولی^۲، محمد عابدی^۳

چکیده

ریخت شناسی روده بزرگ در پرندگان متفاوت است. این ارگان علاوه بر نقش‌های تغذیه‌ای به دلیل تجمعات بافت لنفاوی نقش ایمونولوژیک مهمی دارد. مطالعه حاضر با هدف گسترش دامنه‌ی دانش بافت‌شناسی دستگاه گوارش در پرندگان از طریق بررسی‌های هیستومورفولوژی و هیستومورفومتری ساختمان سکوم و کولون در سنین مختلف جوجه‌ی شتر مرغ نژاد آفریقایی طراحی و اجرا شد. ۳۶ جوجه شتر مرغ در ۶ گروه سنی ۶ قطعه‌ای و در سنین یک و پانزده‌روزگی و یک، سه، شش و دوازده ماهگی از مزارع تهران انتخاب شد. نمونه‌های بافتی از بخش‌های مختلف سکوم و کولون جدا گردید و پس از انجام مراحل تهیه لام از رنگ آمیزی هماتوکسیلین و اتوزین استفاده گردید. در سکوم و کولون اپی تلیوم مخاط از نوع استوانه‌ای و استوانه‌ای شبه مطبق بوده و تعداد سلول‌های گابلت با افزایش سن جوجه‌ها افزایش می‌یابد. ماهیچه مخاطی در قاعده سکوم نامشخص و نازک ولی در رأس سکوم و کولون واضح بود. ضخامت لایه ماهیچه‌ای همزمان با سن افزایش می‌یافت و مقاطع عصبی مربوط به شبکه آنوریخ بیشتر در بنیابن الیاف لایه طولی طبقه عضلانی دیده شد. تشکیلات لنفاوی نیز در ناحیه پارین و از سن شش ماهگی به بعد بصورت فولیکولار مشاهده گردید. به طور کلی از لحاظ هیستومورفولوژیک، تکامل روده بزرگ در جوجه شتر مرغ‌ها شباهت بسیاری با سایر پرندگان و بخصوص خانواده سینه پنهان دارد و تفاوتها را می‌توان در وضعیت ماهیچه مخاطی و چگونگی پراکنندگی و ظهور تشکیلات لنفاوی جستجو کرد.

واژگان کلیدی: بافت شناسی، سکوم، جوجه شتر مرغ، کولون، مورفومتری.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۴/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۷/۶

مقدمه

شتر مرغ متعلق به دسته پرندگان سینه پهن می‌باشد. با وجود شباهت‌های فراوان مورفولوژیکی این پرنده با سایر پرندگان، تفاوت‌هایی نیز با آن‌ها دارد. روده بزرگ در پرندگان از یک جفت سکوم و یک روده کوتاه مستقیم به نام کولورکتوم یا کولون تشکیل می‌شود.

سکوم‌ها در اکثریت پرندگان، به شکل دو لوله تهبسته از محل اتصال ایلتوم با کولون منشاء می‌گیرند. شکل و اندازه روده بزرگ در پرندگان بسیار متفاوت و متنوع است (۱). بهره‌وری تولید در گله‌های پرندگان صنعتی وابسته به تغذیه، مدیریت پرورش و هم چنین ژنتیک آن‌هاست. با وجود اطلاعات زیادی که پیرامون تغذیه در پرندگان موجود است، بخصوص در رابطه با آناتومی و بافت شناسی روده‌های بزرگ در گونه‌های مختلف پرندگان گزارشات کمی در دسترس است. بالابردن اطلاعات و توانمندی در زمینه‌های مختلفی از علوم دامی و دامپزشکی وابسته به شناخت کامل از آناتومی و بافت‌شناسی ارگان‌های مختلف است. وظیفه سکوم به عنوان بخش توسعه یافته روده بزرگ تا حدی ناشناخته است. با این وجود نقش آن در حفظ فشار اسمزی، هضم سلولوز باز جذب و حفظ آب بدن و برخی مواد غذایی و بالانس انرژی غیر قابل انکار است. روده بزرگ علاوه بر نقش‌های تغذیه‌ای به دلیل تجمعات بافت لنفاوی نقش ایمونولوژیک مهمی دارد. از سوی دیگر این بخش از لوله گوارش همواره در بررسی‌های هیستوپاتولوژیک مورد توجه آسیب شناسان بوده است (۲).

مطالعات Gosomji و همکاران در سال ۲۰۱۵ بیان داشت که رشد سکوم در روز ۱۲ تا ۱۳ دوره انکوباسیون در مرغ شاخ دار تکمیل می‌گردد (۳). Pandit و همکاران در سال ۲۰۱۸ ساختمان روده بزرگ را در مرغ محلی هندوستان از لحاظ میکروآناتومی مورد مطالعه قرار داد (۴).

*۱-اسنادیار گروه دامپزشکی واحد گرمسار، دانشگاه آزاد اسلامی، گرمسار، ایران (abbas.alaei.iaug@gmail.com)

۲-گروه علوم پایه، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران.

۳-کارشناس آزمایشگاه بافت شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، تهران، ایران.

جمع‌آوری نمونه‌های بافتی مرحله بعد یعنی آماده سازی بافتی در دستگاه اتوتکنیکون (تولید شرکت Pazhoohesh) صورت گرفت. در این دستگاه از الکل‌های اتانول (دو ظرف شامل اتانول ۷۰ درصد به مدت یک ساعت و دو ظرف اتانول ۹۰ درصد به مدت یک و دو ساعت و سه ظرف اتانول ۱۰۰ درصد به مدت یک و دو ساعت) برای آب‌گیری استفاده شد و برای شفاف‌سازی از سه ظرف گزلیل هرکدام به مدت ۳ ساعت و برای آغشتگی از دو ظرف پارافین ۶۰ درجه سانتی‌گراد هرکدام به مدت سه ساعت استفاده شد. سپس نمونه‌های آماده و برای قالب‌گیری از داخل پارافین مذاب خارج و در مرکز قالب‌های لوکهارت قرار داده شد. 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 گردید و مشخصات نمونه یادداشت شد. از بلوک‌های پارافینی توسط میکروتوم، برش‌های 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. مشخصات شماره هر برش در گوشه لام مربوطه، به وسیله قلم الماس یادداشت شد. برای رنگ‌آمیزی برش‌ها از روش هماتوکسیلین و ائوزین (Haematoxylin and Eosin) استفاده گردید. هدف از رنگ‌آمیزی هماتوکسیلین و ائوزین، مشخص کردن انواع بافت‌ها و سلول‌های مورد نظر بود. بعد از رنگ‌آمیزی، لام‌ها به وسیله میکروسکوپ نوری (Olympus, Model: CH40RF200) مورد مطالعه قرار گرفتند و بوسیله دوربین دیجیتال (Nikon, Model: Ds-Fi3) فتومیکروگراف‌هایی تهیه شد. هم چنین به منظور مطالعات هیستومورفومتریک از برنامه ی Image-Pro Plus 4.5 استفاده گردید.

Udoumoh و همکاران در ۲۰۱۸ بافت‌شناسی نواحی انتهایی ایلئوم و سکوم را در کبوتر مورد بررسی قرار دادند (۵). هم چنین Zaher و همکاران در سال ۲۰۱۲ و Hamedi و همکاران در سال ۲۰۱۳ مطالعات جامعی را پیرامون ساختمان لوله گوارش و تطابق آن با عادات غذایی در بلدرچین و کورکور بال سیاه انجام دادند (۶).

بدلیل تنوع بسیار زیاد گونه ای در پرندگان و کمبود اطلاعات پیرامون بافت‌شناسی تکاملی دستگاه گوارش در سنین مختلف جوجه شتر مرغ، مطالعه حاضر با هدف گسترش دامنه‌ی دانش آناتومی دستگاه گوارش در پرندگان از طریق بررسی بافت‌شناسی ساختمان روده بزرگ در سنین مختلف جوجه‌ی شتر مرغ طراحی و اجرا گردید. نتایج این بررسی در زمینه‌های مختلف دامپزشکی طیور از جمله آسیب‌شناسی، تغذیه و بیماری‌های متابولیک و عفونی سودمند خواهد بود.

مواد و روش کار

حیوانات مورد مطالعه

برای این مطالعه ۳۶ جوجه شتر مرغ آفریقایی (*Struthio camelus*) در ۶ گروه سنی ۶ قطعه‌ای و در سنین یک و پانزده‌روزگی و یک، سه، شش و دوازده ماهگی از مزارع استان تهران و استان‌های همجوار انتخاب شد. در طول دوره نگهداری پرندگان، نوع جیره غذایی در تمام نمونه‌ها به صورت یکنواخت در نظر گرفته شد. پس از کشتار به صورت ذبح شرعی روده بزرگ به همراه بخشی از کلواک از محل اصلی در داخل حفره سلومی جدا شد و بر روی سینی آناتومی گسترش یافت. نمونه‌های بافتی از بخش‌های پایه، بدنه و رأس هر دو سکوم راست و چپ و ابتدا و انتهای کولون جدا گردید و در محلول فرمالین بافر ۱۰ درصد قرار گرفت و مشخصات نمونه‌ها یادداشت شد. پس از

نتایج

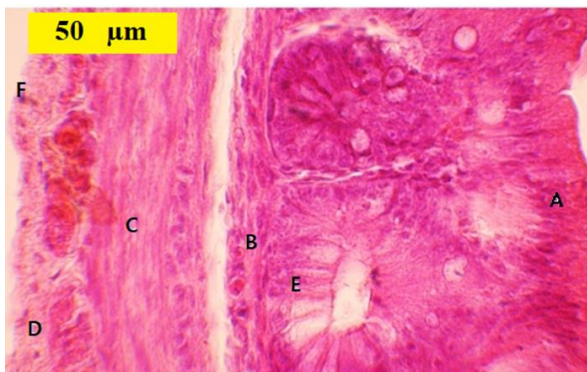
مخاط در بخش رأسی سکوم نازک بود و کرک ها با ارتفاع کمتری دیده شدند. تعداد سلول های گابلت بیشتر و غدد لیبرکون کوتاه می باشد. ماهیچه مخاطی ظریفی پارین را از زیرمخاط جدا می کند. طبقه عضلانی از دو لایه عضله صاف حلقوی داخلی ضخیم و طولی خارجی باریک تر تشکیل می شد. سرورز به شکل بافت همبند سست سکوم را از خارج پوشش می داد (نگاره ۲).

سکوم در جوجه دو هفته: در پایه سکوم کرک ها و اپی تلیوم مشابه یک روزگی مشاهده شد. پارین شامل یافت همبند سست و تشکیلات لنفاوی بسیار کمی داشت. طبقه عضلانی نازک از دو لایه عضله صاف حلقوی داخلی ضخیم و طولی خارجی باریک تر تشکیل می شود. مخاط در بخش رأسی سکوم ضخیم تر از یک روزگی بوده و غدد مخاطی لیبرکون بیشتر و نسبتاً عمیق مشاهده شد. ماهیچه مخاطی ظریفی بین پارین و زیرمخاط قرار داشت و طبقه عضلانی تفاوت عمده ای با پایه سکوم نداشت (نگاره ۳).

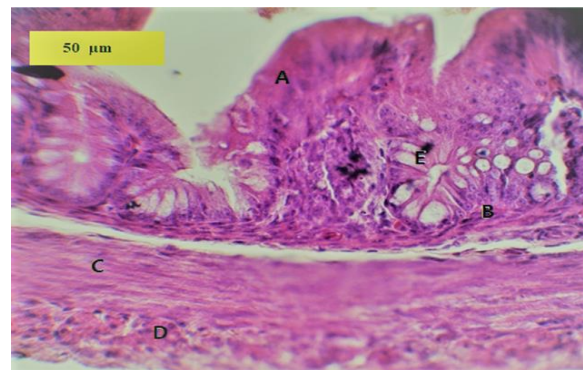
سکوم در جوجه یک روزه: در پایه سکوم، کرک های انگشتی شکل با اپیتلیوم استوانه ای شبه مطبق به همراه تعداد بسیار محدودی سلول های گابلت قابل مشاهده بود. پارین به شکل بافت همبندی سست همراه با تشکیلات لنفاوی محدودی قرار داشت و غدد لیبرکون در پارین تحلیل رفته بود. ماهیچه مخاطی تحلیل رفته و پارین و زیر مخاط نیز ضخامت کمی را نشان می دادند (نگاره ۱)



نگاره ۱: فتومیکروگراف بخش پایه سکوم جوجه یک روزه A: اپی تلیوم کرک سکوم، B: پارین، C: لایه حلقوی طبقه عضلانی، D: لایه طولی طبقه عضلانی، E: ماهیچه مخاطی (رنگ آمیزی H&E و بزرگنمایی ۴۰۰).



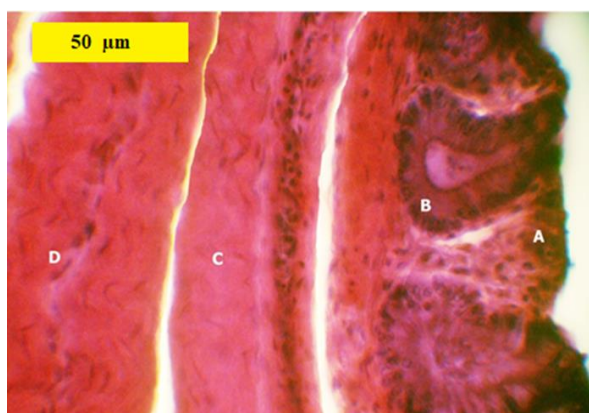
نگاره ۳: فتومیکروگراف بخش رأسی سکوم جوجه دو هفته در این سن به نسبت یک روزگی مخاط سکوم ضخیم تر بوده و تعداد غدد مخاطی بیشتر است. A: اپی تلیوم کرک سکوم، B: ماهیچه مخاطی، C: لایه حلقوی، D: لایه طولی طبقه عضلانی، E: غدد مخاطی F: سرورز (رنگ آمیزی H&E و بزرگنمایی ۴۰۰).



نگاره ۲: فتومیکروگراف بخش رأسی سکوم جوجه یک روزه A: اپی تلیوم کرک سکوم، B: ماهیچه مخاطی، C: لایه حلقوی، D: لایه طولی طبقه عضلانی، E: غدد مخاطی (رنگ آمیزی H&E و بزرگنمایی ۴۰۰).

سکوم در جوجه یک ماهه: مخاط در پایه سکوم، ضخیم تر از دو هفتهگی بود و دهانه غدد لیبرکوهن وسیع مشاهده شد.

عضلانی به نسبت یک ماهگی رشد زیادی را نشان می داد (نگاره ۵).

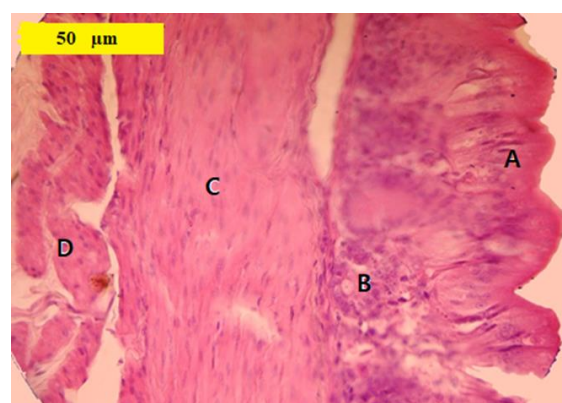


نگاره ۵: فتومیکروگراف بخش رأسی سکوم جوجه سه ماهه در این سن قطر دهانه غدد مخاطی افزایش یافته و ضخامت لایه های عضلانی افزوده می شود. A: اپی تلیوم کرک سکوم ، B: غدد مخاطی ، C: لایه حلقوی طبقه عضلانی ، D: لایه طولی طبقه عضلانی (رنگ آمیزی H&E و بزرگنمایی ۴۰۰).

سکوم در جوجه شش ماهه: در شش ماهگی مخاط پایه سکوم نسبت به کل ضخامت دیواره کمی باریک تر می شد. غدد مخاطی سلول های گابلت فراوانی دارند. ماهیچه مخاطی در مقاطع مشاهده نشد و یا بسیار تحلیل رفته بود. مخاط بخش رأسی سکوم، کمی ظریف تر از سه ماهگی بود. غدد مخاطی لیبرکون دارای سلول های گابلت فراوان بودند. بافت پوششی استوانه ای ساده مشاهده می شد. طبقه عضلانی مشابه سکوم ها در سه ماهگی است. در این سن تشکیلات لنفوی در قاعده چین های سکوم پدیدار شدند.

سکوم در جوجه دوازده ماهه: تفاوت بافت پایه سکوم جوجه شش ماهه به نسبت به شش ماهه، کاهش تعداد سلول های گابلت، افزایش تشکیلات لنفوی و افزایش ضخامت قابل توجه در لایه عضلانی بود. بقیه مشخصات شبیه شش ماهگی بود. مخاط بخش رأسی سکوم ظریف

ماهیچه مخاطی بسیار نازک و ساختار خاصی در زیرمخاط وجود نداشت. لایه داخلی طبقه عضلانی ضخیم تر از زمان دوهفتگی مشاهده شد (نگاره ۴). در بخش رأسی مخاط سکوم ضخامت بیشتری نسبت به دوهفتگی داشت. غدد لیبرکون دارای عمق بیشتر و سلول های گابلت بیشتر مشاهده می شد. ماهیچه مخاطی ظریفی بین پارین و زیرمخاط مشخص است. زیر مخاط نازک و فاقد هر گونه ساختار غده ای بود و طبقه عضلانی تفاوت عمده ای با پایه سکوم نداشت.

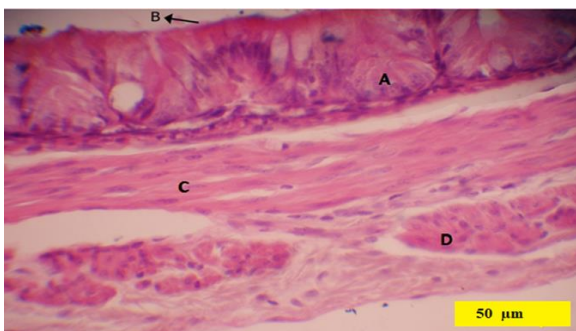


نگاره ۴: فتومیکروگراف بخش پایه سکوم جوجه یک ماهه در این سن ضخامت لایه های عضلانی به نسبت جوجه دوهفته ضخامت قابل توجهی پیدا می کند. A: اپی تلیوم کرک سکوم ، B: غدد مخاطی ، C: لایه حلقوی طبقه عضلانی ، D: لایه طولی طبقه عضلانی (رنگ آمیزی H&E و بزرگنمایی ۴۰۰).

سکوم در جوجه سه ماهه: ضخامت مخاط پایه سکوم در سه ماهگی تقریباً برابر با یک ماهگی بود. دهانه غدد مخاطی وسیع و سلول های گابلت به تعداد زیاد مشاهده گردید. ماهیچه مخاطی مشاهده نشد. طبقه عضلانی کمی ضخیم تر از یک ماهگی می باشد. ضخامت مخاط بخش رأسی سکوم بیشتر از زمان یک ماهگی دیده شد. غدد لیبرکون با دهانه گشادتر، عمیق تر از یک ماهگی و سلول های گابلت بیشتری در قاعده غدد مشاهده می شد. ماهیچه مخاطی در بخش رأس حضور داشت و لایه خارجی و طولی در طبقه

دیواره انتهای کولون مانند ابتدای آن نازک با چین‌های کم و دارای کرک بود. اپیتلیوم، ماهیچه مخاطی، زیرمخاط و طبقه عضلانی در بخش انتهایی شبیه ابتدای کولون است.

کولون جوجه دو هفته: ابتدای کولون چین خوردگی‌ها ضخیم تر می‌شود. مخاط دارای غدد عمیق‌تر و فراوان‌تری با سلول‌های گابلت در قاعده بود. ماهیچه مخاطی مشخص و زیرمخاط فاقد ساختار مشخصی بود. طبقه عضلانی ضخیم‌تر



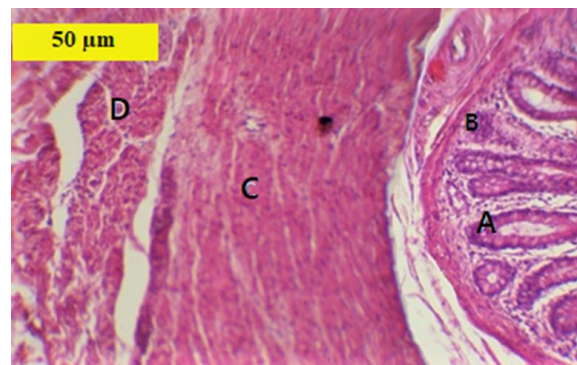
نگاره ۷: فتومیکروگراف بخش ابتدایی کولون جوجه یک روزه A: غده مخاطی، B: میکروویلی های سطح اپی تلیم، C: لایه حلقوی طبقه عضلانی، D: شبکه عصبی در داخل لایه ی طولی (رنگ آمیزی H&E و بزرگنمایی ۴۰۰).

از یک روزگی است و شبکه عصبی در بافت همبندی بین دولایه عضلانی مشاهده می‌شود. در این سن بافت بخش انتهایی کولون تقریباً شبیه به جوجه یک روزه بود (نگاره ۸). کولون جوجه یک ماهه: در قسمت ابتدایی کولون، مخاط چین‌های عمیق‌تر و فراوان‌تری داشت و غدد مخاطی بلندتر، عمیق‌تر بودند. سلول‌های گابلت در قاعده غدد فراوان‌تر دیده شد.

ماهیچه مخاطی مشخص و در زیرمخاط غددی حضور نداشت. طبقه عضلانی ضخیم بود. شبکه عصبی در بافت همبندی بین دولایه طبقه عضلانی و بینابین لایه طولی

است. غدد لیبرکون کوتاه‌تر می‌شود و ماهیچه مخاطی ظریفی دیده می‌شود. طبقه عضلانی مشابه سکوم‌ها در شش ماهگی است. (نگاره ۶).

لازم به ذکر است که از لحاظ هیستومورفولوژی تفاوتی بین سکوم چپ و راست و همچنین بین بدنه و رأس سکوم مشاهده نشد.

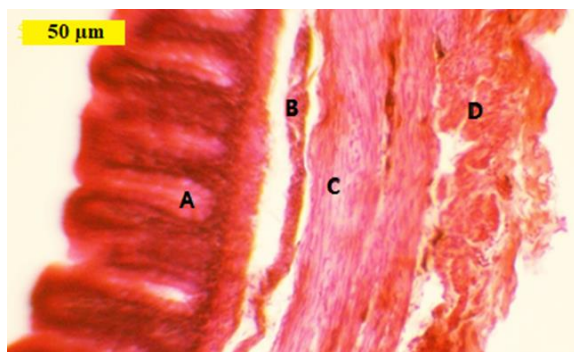


نگاره ۶: فتومیکروگراف بخش رأسی سکوم جوجه دوازده ماهه بر خلاف سنین دیگر، در شش و دوازده ماهگی تشکیلات لنفوی در زیر مخاط مشاهده می‌گردد. A: غده مخاطی، B: تشکیلات لنفوی، C: لایه حلقوی طبقه عضلانی، D: لایه طولی طبقه عضلانی (رنگ آمیزی H&E و بزرگنمایی ۴۰۰).

کولون جوجه یک روزه: در جوجه یک روزه ضخامت اپی تلیم نازک و سطح آن صاف و فاقد کرک مشاهده شد. اپیتلیوم از نوع استوانه‌ای ساده و غدد آلوئولی با سلول‌های گابلت در مخاط دیده شد. ماهیچه مخاطی در مرز پارین و زیرمخاط نامشخص بوده و زیرمخاط فاقد هر گونه ساختاری بود.

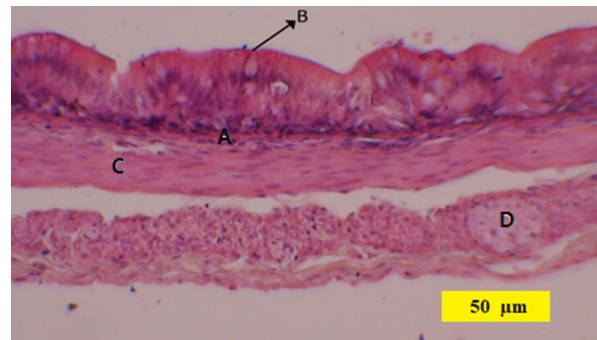
دو لایه عضلانی حلقوی داخلی نازک و طولی خارجی ضخیم، طبقه عضلانی را تشکیل داده و شبکه عصبی در بین لایه طولی مشاهده شد (نگاره ۷).

کولون جوجه شش ماهه: در ابتدای کولون مخاط ضخیم تر و غدد مخاطی بلندتر و عمیق تر دیده شدند. نکته قابل توجه عدم وجود سلول گابلت در اپی تلیوم این ناحیه بود. ماهیچه مخاطی با ضخامت قابل توجهی مشاهده شد و زیرمخاط غددی را نشان نداد. طبقه عضلانی تا حدودی ضخیم بود. (نگاره ۹). غدد در بخش انتهایی کولون کوتاه می‌باشند. سلول‌های گابلت در بافت پوششی سطحی حضور ندارند، اما در غدد مخاطی فراوان مشاهده می‌شوند. طبقه عضلانی مانند بخش ابتدای کولون می‌باشد.



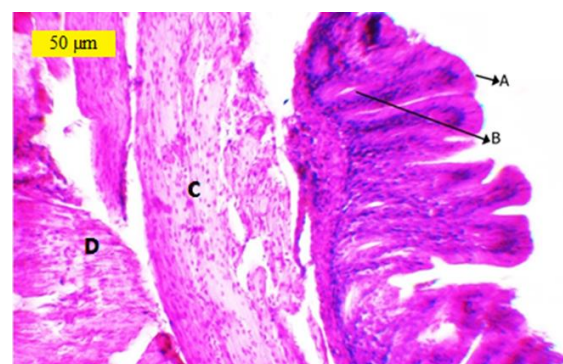
نگاره ۱۰: فتومیکروگراف بخش ابتدای کولون جوجه دوازده ماهه در این سن تنها بر ضخامت لایه‌های عضلانی افزوده می‌شود. A: اپی تلیوم ، B: ماهیچه مخاطی ، C: لایه حلقوی طبقه عضلانی ، D: لایه طولی طبقه عضلانی (رنگ آمیزی H&E و بزرگنمایی ۴۰۰).

کولون جوجه دوازده ماهه: در این سن تفاوت آشکاری با دوره شش ماهگی مشاهده نشد و تنها بر ضخامت لایه‌های عضلانی افزوده شد (نگاره ۱۰). نتایج هیستومورفومتریک مربوط به اندازه گیری لایه‌های مخاطی و عضلانی سکوم و کولون در نمودار ۱ آمده است. لازم به ذکر است که در این نمودار ضخامت لایه‌ها به صورت کلی و میانگین از نواحی مختلف هر ارگان ذکر گردیده است. هم چنین بدلیل شباهت سکوم‌ها، مشخصات لایه‌های سکوم چپ در نمودار قرار داده شده است (نمودار ۱).

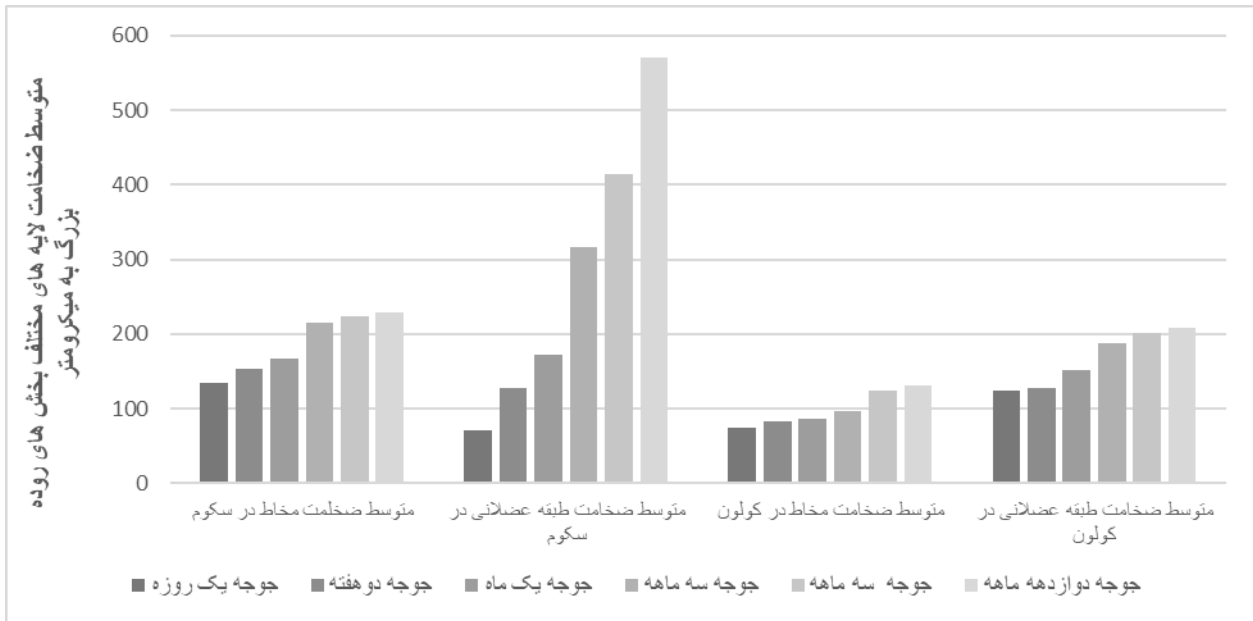


نگاره ۸: فتومیکروگراف بخش انتهایی کولون جوجه دو هفته (چین خوردگی‌های مخای کولون در این سن نمایان شده و ضخامت طبقه عضلانی افزایش می‌یابد. A: ماهیچه مخاطی ، B: سلول گابلت ، C: لایه حلقوی طبقه عضلانی ، D: شبکه عصبی در داخل لایه‌ی طولی رنگ آمیزی H&E و بزرگنمایی ۴۰۰).

تشکیل شبکه‌ی اثوریخ می‌دهند. غدد در بخش انتهایی کولون عمیق‌تر و سلول‌های گابلت در بخش سطحی بین سلول‌های استوانه‌ای ته و گردن غدد مخاطی مشاهده شدند. مقاطعی از بافت عصبی همانند ابتدای کولون، در این ناحیه نیز دیده شد. کولون جوجه سه ماهه: ابتدای کولون مخاط ضخیم‌تری داشت. طبقه عضلانی نازک‌تر به نظر می‌رسید که می‌تواند بدلیل حجیم شدن کولون باشد. سایر ویژگی‌ها در ابتدا و انتهایی کولون همانند زمان یک ماهگی مشاهده شد.



نگاره ۹: فتومیکروگراف بخش ابتدای کولون جوجه سه ماهه در این سن ضخامت تمامی لایه‌های کولون افزایش یافته و تعداد سلول‌های گابلت کاهش می‌یابد. A: میکروویلی‌های سطح اپی تلیوم ، B: کریپت ، C: لایه حلقوی طبقه عضلانی ، D: لایه طولی طبقه عضلانی (رنگ آمیزی H&E و بزرگنمایی ۴۰۰).



نمودار ۱: متوسط ضخامت لایه های مختلف در بخش های روده بزرگ به میکرومتر (μm)

بحث

همزمان با افزایش سن، ضخامت مخاط در رأس سکوم نیز همانند ناحیه پایه از یک روند افزایشی برخوردار است. اگرچه ارتفاع کرک ها کمتر می شود. اپیتلیوم همانند رأس بوده و غدد مخاطی با افزایش سن در رأس سکوم بیشتر دیده شد. هم چنین با افزایش سن این غدد عمیق تر شده و دهانه وسیع تری پیدا می کنند و سلول های گابلت بیشتر می شود. ماهیچه مخاطی ظریفی در رأس سکوم بین پارین و زیرمخاط تمام سنین قرار دارد، ولی غددی زیرمخاطی مشاهده نمی شود.

در جوجه شتر مرغ از سن شش ماهگی به بعد تشکیلات لنفوی در قاعده چین خوردگی ها پدیدار می شوند. مطالعات Sari و Kurtdede در سال ۲۰۰۷ نشان داد که سکوم در برابر آنتی ژن های باکتریایی و غیر باکتریایی مقاومت دارد و بنظر می رسد که در شتر مرغ این ویژگی از شش ماهگی به بعد ظاهر می گردد (۷). در مطالعه ی Abu Ali و همکاران در سال ۲۰۱۹ این تشکیلات در یک ماهگی ظاهر می گردد (۸). در مطالعه حاضر تشکیلات لنفوی تنها در پارین دیده شدند. مشاهدات Hanafy و همکاران در

مطالعه حاضر نشان داد که ضخامت مخاط در پایه سکوم همزمان با افزایش سن بیشتر شده است، اگرچه در شش ماهگی و یک سالگی نسبت به ضخامت کل دیواره سکوم تا حدودی کم تر است (نمودار ۱). اپیتلیوم کرک ها در پایه سکوم یک روزگی و دو هفتگی استوانه ای شبه مطبق می باشد و تعداد کمی سلول های گابلت نیز در بین آنهاست. با افزایش سن جوجه شتر مرغ ها پس از یک ماهگی، اپیتلیوم مخاط استوانه ای ساده شده و سلول های گابلت نیز افزایش می یابد.

پارین در همه سنین از بافت همبندی سست همراه با غدد لیبرکون تشکیل می شود. با افزایش سن، غدد مخاطی وسیع تر مشاهده می شود. به دلیل عدم وجود ماهیچه مخاطی مشخص، مرز پارین و زیرمخاط در پایه سکوم مشخص نمی باشد. طبقه عضلانی از نوع صاف با دو لایه حلقوی داخلی ضخیم و طولی، خارجی باریک تر است. ضخامت این لایه ها با افزایش سن، بیشتر می شود (نمودار ۱).

همانگی دارد (۱). در تمام طول روده پرنده امو، چین‌ها و کرک‌های در سطح داخلی با اپیتلیوم استوانه‌ای ساده همراه با سلول‌های گابلت اشاره شده است. زیرمخاط و ماهیچه مخاطی یک لایه ظریف است. این مشاهدات با یافته‌های ما تقریباً مشابهت دارد (۱۵). با افزایش سن، چین‌خوردگی‌های ابتدای کولون بلندتر و ضخیم‌تر می‌شوند و تعداد سلول‌های گابلت بیشتر می‌شود. غدد مخاطی در همه سنین وجود دارند و با افزایش سن تعداد آنها افزایش یافته و بلندتر می‌شوند. اگرچه در دوازده ماهگی این غدد کوتاه و حجیم شده و دهانه باریکی پیدا می‌کنند. در تمام سنین، سلول‌های گابلت در قاعده غدد مخاطی بیشتر است. مطالعات Jingjing و همکاران در سال ۲۰۰۷ نشان داد که در جوجه شتر مرغ ۵۰ روزه مخاط کولون، چین‌خورده بوده و به همراه کرک‌های پهن و کوتاه با اپیتلیومی از سلول‌های استوانه‌ای و جامی پوشانده می‌شود. این مشاهدات با مشاهدات ما پیرامون کولون جوجه شتر مرغ دو ماهه سازگاری دارد (۱۶). ماهیچه مخاطی در یک روزگی نامشخص، ولی از دو هفتگی قابل مشاهده است. دو لایه عضلانی حلقوی داخلی نازک و طولی خارجی ضخیم‌تر، در جوجه‌های دو هفته و یک‌ماهه ضخیم‌تر شده و در شش‌ماهگی به اوج ضخامت خود می‌رسند. در یک سالگی این لایه به نسبت اپی‌تلیوم رشد کمتری را نشان می‌دهد. دیواره انتهای کولون مانند ابتدای آن در یک روزگی نازک و چین‌های کمی دارد با افزایش سن این چین‌ها وسیع‌تر می‌شوند. مخاط در انتهای کولون با افزایش سن جوجه‌ها ضخیم‌تر شده و چین‌خوردگی‌ها بیشتر و ضخیم‌تر و کرک‌های بیشتری در آن‌ها مشاهده می‌شود. این مشاهدات در جوجه بلدرچین نیز دیده شده است (۸).

سلول‌های گابلت از شش ماهگی به بعد در اپیتلیوم سطحی مشاهده نمی‌شوند. غدد مخاطی با افزایش سن عمیق‌تر شده و ماهیچه مخاطی در همه جوجه‌ها مشخص است. در زیرمخاط غددای مشاهده نمی‌شود و طبقه عضلانی شبیه ابتدای کولون است. بیشتر مقاطع عصبی در بافت همبندی داخل لایه عضلانی طولی در ابتدا و انتهای کولون وجود

سال ۲۰۱۹ نشان داد که در مرغابی تشکیلات لنفاوی حتی در بین لایه‌های عضلانی هم دیده می‌شوند (۹). مطالعات Abd El-Wahab و همکاران در سال ۲۰۱۷ نشان داد که تشکیلات لنفاوی در جغد تنها در ناحیه پایه سکوم یافت می‌شود اما در اردک و بلدرچین این تشکیلات در رأس نیز دیده شدند. لذا مشاهدات در این مطالعه با اردک و بلدرچین مشابه است (۱۰). مطالعه Wang و همکاران در سال ۲۰۰۹ نشان داد که پارین بخش رأسی سکوم شتر مرغ بالغ، فولیکول‌های لنفاوی فراوانی دارد و با بالا رفتن سن توسعه بیشتری می‌یابد که با مطالعه ما همانگی دارد (۱). در مطالعه حاضر تشکیلات لنفاوی به صورت فولیکول تنها در سنین بالای پرنده و در پارین دیده شد. در مرغ کیوی، کلاغ و بلدرچین این تشکیلات بصورت منتشر در پارین و زیر مخاط دیده می‌شوند. لذا از این لحاظ مطالعه حاضر با مرغ کیوی تفاوت داشت (۱۱). کرک‌ها در پایه سکوم جوجه مرغ کیوی و سایر پرندگان بلندتر از رأس آن است و اپیتلیومی مشابه جوجه شتر مرغ‌ها دارد. در برخی پرندگان دیگر مانند بلدرچین ژاپنی عنوان شده که کرک‌ها تنها در ناحیه رأس حضور دارند (۶، ۱۱). در مرغ شاخ دار نیز چنین وضعیتی مشاهده شده و به نظر می‌رسد ارتفاع و ضخامت بیشتر کرک‌ها در پایه سکوم موجب جذب بیشتر مواد مغذی در این ناحیه به نسبت ناحیه رأس می‌شود (۱۲).

غدد مخاطی در پارین سکوم اکثریت پرندگان و خانواده سینه‌پنهان (رئا، امو و مرغ کیوی) خوب رشد کرده است که مشابه مشاهدات ما است. تجمع این غدد در سکوم و ترشحات آنزیمی نشان دهنده نقش مهم سکوم در هضم و جذب دی‌ساکاریدها و آمینواسیدها دارد (۵، ۶). وجود ماهیچه مخاطی ضخیم در چین‌خوردگی‌های سکوم مرغ کیوی با یافته‌های ما مغایر بود (۱۳، ۱۴). در مطالعه Wang و همکاران سال ۲۰۰۹ روی بخش رأسی سکوم جوجه‌های شتر مرغ یک تا ۱۲ ماهه به عمل آمد، وجود تشکیلات لنفاوی مشاهده شده در جوجه‌های با سن بالاتر با تحقیق ما

- quail short title-caecum in pigeon and quail. *Int J Sci Environ Technol*. 2017;6(1):885-8.
3. Gosomji I, Salami S, Nzalak J, Kawu M, Omirinde J, Wanmi N, et al. Morphological Development of the Gastrointestinal Tract Of Helmeted Guinea Fowl (*Numida meleagris*) at Pre-Hatch and Post-Hatch. *Journal of Veterinary Anatomy*. 2015;8(2):17-27.
 4. Pandit K, Dhote B, Mahanta D, Sathapathy S, Tamilselvan S, Mrigesh M, et al. Histological, histomorphometrical and histochemical studies on the large intestine of Uttara Fowl. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2018;7(3):1477-91.
 5. Udoumoh AF, Igwebuikie UM, Ugwuoke WI. Morphological features of the distal ileum and ceca of the common pigeon (*Columba livia*). *Journal of Experimental and Clinical Anatomy*. 2016;15(1):27.
 6. Zaher M, El-Ghareeb A-W, Hamdi H, AbuAmod F. Anatomical, histological and histochemical adaptations of the avian alimentary canal to their food habits: I-*Coturnix coturnix*. *Life Sci J*. 2012;9(3):253-75.
 7. Sari EK, Kurtdede N. İntestinal İmmun Sistem Histolojisi. *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi*. 78(4): 57-62
 8. AbuAli AM, Mokhtar DM, Ali RA, Wassif ET, Abdalla K. Morphological characteristics of the developing cecum of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). *Microscopy and Microanalysis*. 2019;25(4):1017-31.
 9. Hanafy BG, Abumandour MM, Bassuoni NF. Morphological features of the gastrointestinal tract of Garganey (*Anas querquedula*, Linnaeus 1758)—to coprodeum. *Anatomia, Histologia, Embryologia*. 2020;49(2):233-250.
 10. Abd El-Wahab S, Farrag A, El Deeb R, Eltatawy S. Comparative histological and ultrastructural studies on the rectal caeca of three birds. *Middle East J Appl Sci*. 2017;7(2):250-61.
 11. Hamdi H, El-Ghareeb A-W, Zaher M, AbuAmod F. Anatomical, histological and histochemical adaptations of the avian alimentary canal to their food habits: II-*Elanus caeruleus*. *Int J Sci & Engineering Research*. 2013;4(10):1355-64.
- دارد که همان شبکه عصبی اتورباخ است. تحقیقات Liman و همکاران در سال ۲۰۰۲ نشان داد که سلول‌های گابلت و کریپت‌ها در سکوم و راست روده جوجه یک روزه غاز حضور دارند که با یافته‌های ما هماهنگ است. ماهیچه مخاطی با مسیر حلقوی در زیر پارین راست‌روده و سکوم‌ها مشخص می‌شود. که مغایر یافته‌های ما می‌باشد. در جوجه ۵ تا ۳۰ روزه با ازدیاد سن کرک‌ها، کریپت‌ها، سلول‌های گابلت و ضخامت طبقه عضلانی افزایش می‌یابد. سلول‌های گابلت در اپیتلیوم کرک‌ها و کریپت‌ها حضور دارند. یک افزایش ضخامت مشخص تنها در لایه مخاطی جوجه سی روزه وجود دارد. که مغایر یافته‌های ما می‌باشد (۱۷). مطالعات Elbrond و همکاران در سال ۲۰۰۹ که بر روی اپیتلیوم کولون رثا به عمل آورد، نشان داد که با افزایش سن سطح مخاطی کولون و کرک‌هایش بدلیل ایجاد چین خوردگی‌های مخاطی وسعت می‌یابد که با مطالعات ما هماهنگ است. شتر مرغ نیز که یک پرنده با جیره فیبری بالا است و چین‌های حلقوی مخاط کولون آنها باعث افزایش سطح تماس با مواد غذایی فیبری می‌شود (۱۳). با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان اینگونه استنتاج نمود که از لحاظ هیستومورفولوژیکی، تکامل روده بزرگ در جوجه شتر مرغ ها شباهت بسیاری با سایر پرندگان و بخصوص خانواده سینه پنهان مانند امو، رثا و مرغ کیوی دارد. تنها تفاوت شاخص را می‌توان در وضعیت ماهیچه مخاطی و چگونگی پراکندگی تشکیلات لنفاوی جستجو کرد. جهت تکمیل این مطالعه استفاده از میکروسکوپ الکترونی در بررسی روند تکاملی ساختمان لوله گوارش پیشنهاد می‌گردد.

فهرست منابع

1. Wang H, Yang Y, Ni P, Sun Z, Yu G, Kang J, et al. Anatomic and histological observation of blind-ending caecum of African ostrich (*Struthio camelus*). *Chinese Veterinary Science/Zhongguo Shouyi Kexue*. 2009;39(3):257-60.
2. Rajathi S. Comparative morphology and morphometry of the caecum in pigeon and

12. Samte L. Gross morphometric, Light and electron microscopic studies on the large intestine of Kadaknath fowl: Master's dissertation GBPUA &T., Pantnagar; 2008.
13. Elbrønd VS, Lavery G, Dantzer V, Grøndahl C, Skadhauge E. Ultrastructure and electrolyte transport of the epithelium of coprodeum, colon and the proctodeal diverticulum of *Rhea americana*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*. 2009;152(3):357-65.
14. Potter M, Lentle R, Minson C, Birtles M, Thomas D, Hendriks W. Gastrointestinal tract of the brown kiwi (*Apteryx mantelli*). *Journal of Zoology*. 2006;270(3):429-36.
15. Herd RM. Anatomy and histology of the gut of the emu *Dromaius novaehollandiae*. *Emu-Austral Ornithology*. 1985;85(1):43-6.
16. Ke-Mei WJ-XP, WEI DA-NTL, LI LE-HWY, Hui S-HS. Histological Structure of the Digestive Tract in African Ostrich Chicks [J]. *Chinese Journal of Zoology*. 2007;3.
17. Liman N, ASLAN S, GüLMEZ N. The histological observations on the large intestine of the goose (*Anser anser*) during the pre-and post-hatching periods. *Journal of veterinary medical science*. 2002;64 (8):705-709.