

يك تخم مرغ است، بازتابی از يك سيستم ديناميكي در جهت معدني شدن (mineralisation) يك كيسه غشائي در هر ۲۴ ساعت است. در تخم مرغی که دارای ساختمان پوسته‌ای سالمی است، موارد غیرطبیعی تأثیر چندانی بر روی کل تخم مرغ نخواهد داشت، ولی هنگامیکه نقائص پوسته افزایش می‌یابد مسلماً شکستگی پوسته و کاهش کیفیت تخم مرغ با روند سریعتری اتفاق خواهد افتاد.

محققین دیپارتمان علوم دامپزشکی دانشگاه گلاسکو، به رهبری دکتر Sally Solomon موفق به ابداع

## ساختمان و طرز کار پوسته تخم مرغ

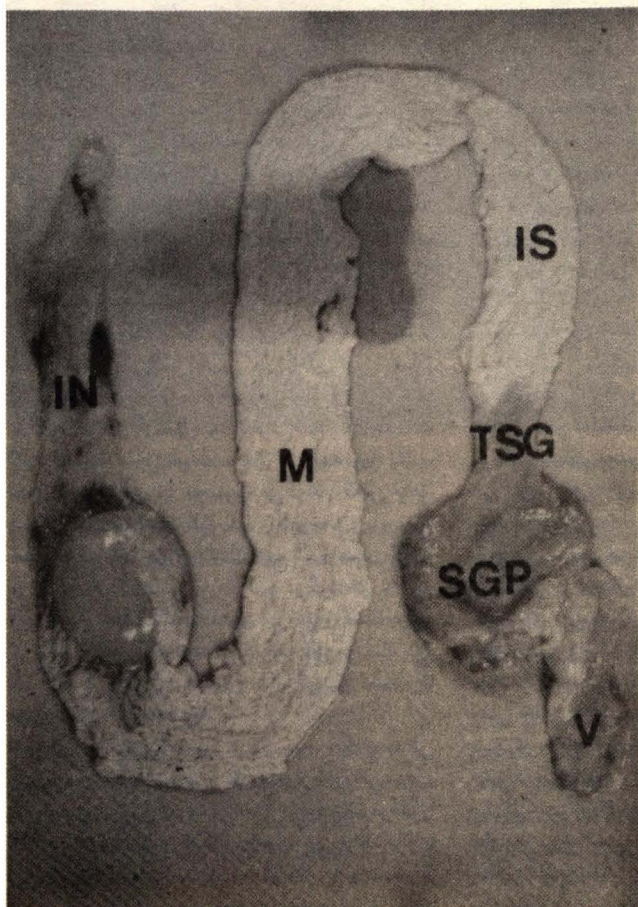
مقدمه:

دست اندرکاران صنعت مرغداری، تولید کنندگان تخم مرغهای جوجه‌کشی و جوجه‌یک‌روزه باید قبول کنند که ۵ تا ۱۰ درصد تولید آنها از طریق آسیب پوسته تخم مرغ و پائین بودن کیفیت آن از دست می‌رود. با احتساب تعداد تخم مرغهای پوسته نازک و بدون پوسته، این رقم به دو برابر خواهد رسید. بار مالی این مسئله در اقتصاد مرغداری بسیار قابل توجه بوده و کارخانجات جوجه‌کشی، مرغداران، تولیدکنندگان خوراک طیور، طراحان قفس‌های مرغان تخمگذار و سالنهای پرورش طیور و سازندگان ابزار مرغداری و همچنین مسئولین بهداشت و برنامه‌ریزی را برآن میدارد تا توجه کافی در اینمورد مبذول دارند.

کیفیت پوسته تخم مرغ نهایتاً وابسته به رابطه بین اجزاء آلی و غیرآلی تخم مرغ می‌باشد که این رابطه از طریق مطالعه ساختمان پوسته مشخص می‌گردد. همه افرادی که با چنین مسئله‌ای درگیر هستند، بتدریج بر این نکته واقف می‌شوند که روشهای معمولی برای آزمایش کیفیت پوسته تخم مرغ کافی نبوده و بسیاری از اقدامات درمانی برای افزایش کیفیت پوسته تخم مرغ، به دلیل متنوع بودن علت آنها غیرمؤثر است.

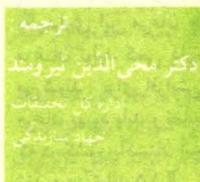
آزمایشاتی که روی ساختمان پوسته تخم مرغ صورت می‌گیرد، نقاط خاصی را در داخل پوسته مشخص می‌کنند که این نقاط دارای بافت سستی هستند. این مسئله توجه را به ابتلاء لوله تخم پر (Oviduct)، نقش ناخالصی‌های خاص یونی و نهایتاً انتخاب ژنتیکی مرغها جلب می‌کند.

تصویر علمی و استاندارد تکوین پوسته تخم مایکان، تسلسل منظمی از اتفاقاتی را که با تشکیل پرده‌های دولایه پوسته‌ای شروع شده و با تولید یک تخم مرغ با پوسته کامل پایان می‌یابد مشخص می‌نماید. چیزی که باعث طبیعی بنظر رسیدن پوسته



شکل ۱- لوله تخم‌بر، تخم مرغ در ناحیه شیور- ماگنوم قرار دارد. IN: شیور، M: ماگنوم، IS: تنگه، TSG: غده لوله‌ای ترشح کننده پوسته، SGP: کیسه غده‌ای ترشح کننده پوسته، V: واژن

یک روش انقلابی برای آزمایش ساختمان پوسته تخم مرغ شده‌اند که «تبت پلاسمائی» (plasma etch-ing) نامیده می‌شود. در این روش، الیاف پوسته توسط یک پلاسمای اکسیژنی جدا شده و اثراتی را روی کریستالهای مربوطه بجا می‌گذارد. این کریستالها با میکروسکوپیهای الکترونی مشاهده و عکس برداری شده و میکروگرافهای حاصله، داخلی ترین ارتباط بین الیاف غشاء و ساختمان کریستالی پوسته را بوضوح و شگفتی خاصی نشان می‌دهد. اولین کریستالهائی که از طریق محلول بسیار اشباع







شکل ۲- چین های مخاطی پوشش دهنده ناحیه شیور، دارای مژگ هستند، درشت نمائی با میکروسکوپ الکترونی  $\times 18000$



شکل ۳- قسمتی از چین مخاطی که با میکروسکوپ نوری بزرگ شده و نشانگر تپ های مختلف سلول است  $\times 120$

شده کربنات کلسیم در کیسه غده ای ترشح کننده پوسته (shell gland pouch) تحت تأثیر قسمت های انتهائی الیاف غشائی که دچار تغییرات شیمیائی شده اند، دیده شده سپس پروسه معدنی شدن در رئوس جداگانه روی سطح تخم مرغ شروع می شود. پوسته حاوی کربنات کلسیم به فرم تبدیل شده کلسیت بوده و بدنبال تشکیل اجسام پستانی (mamillary bodies)، ادامه معدنی شدن پوسته، لایه مخروطی (cone layer)، لایه مشبک (palisade layer) و لایه تشکیل شده از کریستالهای با آرایش افقی در زیر کوتیکول را افزایش می دهد.

تمام این پروسه پیچیده اکنون قابل مشاهده و با جزئیات بسیار دقیق، همانند تحقیق دکتر Solomon و همکاران ایشان قابل مطالعه هستند. این آزمایش عمیق و مطالعه مکانیسم تشکیل پوسته، درک جدیدتری از آنچه را که باعث بروز اشکالات در پوسته نظیر تخم مرغهای بدون پوسته، شکستگی، لکه لکه بودن، تخم مرغهای صورتی رنگ، «تحدب کمر بندی» و رنگدانه دار بودن پوسته می شود را بدست می دهد.

درک پروسه های دست اندرکار در کیفیت و ساختمان پوسته، این امر را ممکن ساخته است که بتوان مسائل و مشکلات خاصی را در این زمینه ردیابی نمود. ما اکنون قادر به درک اثرات استرس، تغذیه، سالن و شرایط محیطی، بیماری و نژاد هستیم. ساختمان پوسته امروزه بعنوان یک مقیاس قابل اعتماد از کیفیت پوسته در تمام مراحل تولید تخم مرغ قابل استفاده است. سود عملی حاصله از این تحقیق به صنعت مرغداری بسیار قابل توجه خواهد بود.

دکتر Solomon مشغول انتشار نتایج این تحقیق در کتابی بنام Eggshell Structure and Function است، پروژه ای که یکی از شرکت های معروف جوجه کشی هزینه آن را پرداخته است. این کتاب مرجعی برای همه دست اندرکاران تولید تخم مرغ از شرکت های جوجه کشی گرفته تا پروسه و بسته بندی کنندگان تخم مرغ، دانشجویان دامپروری در رشته مرغداری، تغذیه و علوم دامپزشکی خواهد بود.

مقاله حاضر خلاصه ای از این کتاب مهم را ارائه داده و نقش لوله تخم بر، اولوسیون و راه عبور تخم و دستگاه تولید مثل را توضیح می دهد. همچنین مطالب جالبی در مورد ترکیب و ساختار آلبومین عرضه شده است.

### لوله تخم بر در طیور: (Avian Oviduct)

پروسه های تکاملی که باعث پیدایش پرندگان از خزندگان گردید، تغییراتی را در شکل و طرز کار آنها بوجود آورد تا آنها قادر به مقابله با شرایط جدید باشند.

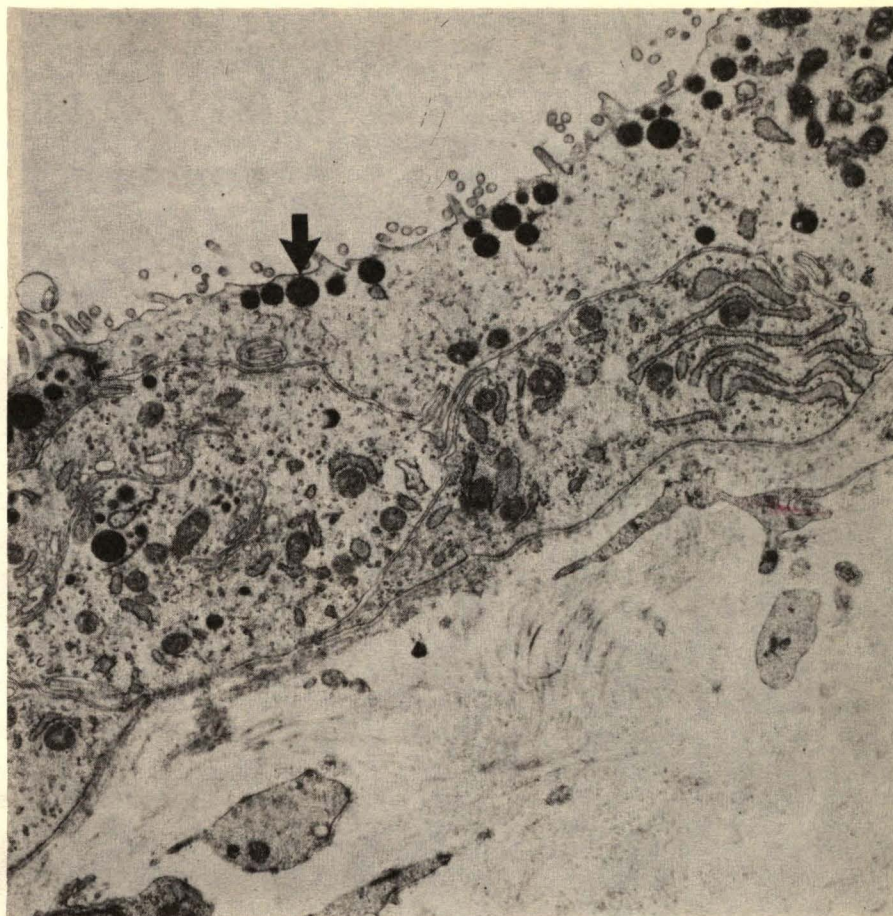
در سالهای اخیر، طبیعت اهمیت کمتری را بعهده گرفته و تقاضای مصرف کنندگان فرآورده های غذایی تأثیر عمده تر را در انتخاب نژادهای خاص در هر دو گونه خزندگان و پرندگان داشته است. درحالی که برنامه های انتخاب ژنتیکی برای بهداشت رساندن جنبه های ملموس نظیر اندازه، رنگ و عملکرد تولید مثل برحسب تعداد تخم مرغ قابل استفاده هستند ولی تابحال از این برنامه ها برای انتخاب در برابر نقائص



ساختمانی پوسته تخم مرغ در مرغان اهلی استفاده نشده است. بسیاری از نقائص ساختمانی مشاهده شده، اشتقاق پرندگان از خزندگان را فاش می کند، و از آنجائیکه این تغییرات عموماً کیفیت پوسته تخم مرغ را کاهش می دهند، وارد شدن این صفات مطلوب نخواهد بود.

تخم مرغ سالم که بوسیله پارامترهای فیزیکی و تغذیه ای مورد قضاوت قرار می گیرد، نشانگر سالم بودن محیط داخلی بدن مرغها بوده و این مسئله نکته ای برای توجه به ساختمان و وظیفه ارگان اصلی مسئول برای تشکیل توده تخم مرغ یعنی اویدوکت می باشد.

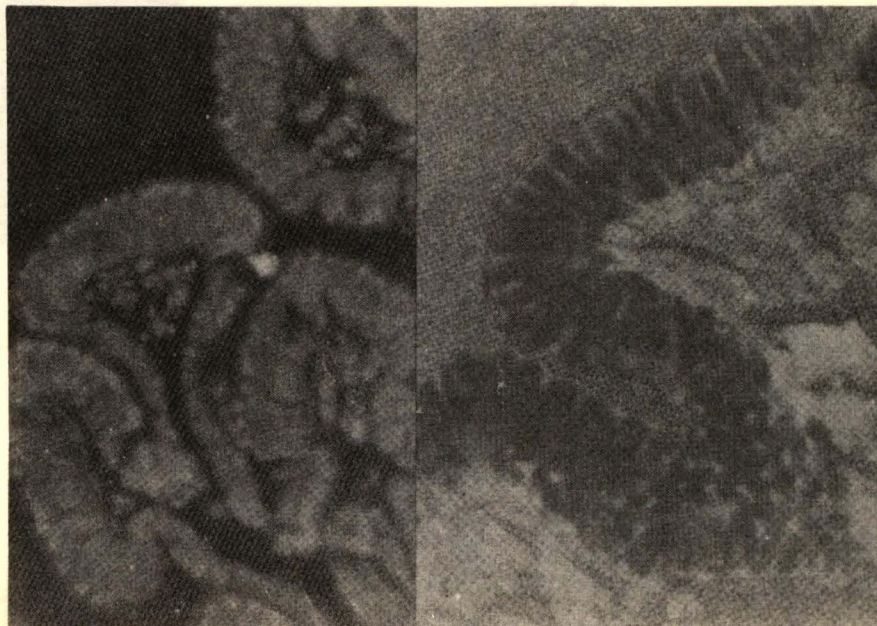
تولید و رهاسازی اجزاء پروتئینی و کربوهیدراتی تخم مرغ، عملی با تعادل حساس است که برای ایجاد مکانی مناسب جهت ترشح پوسته طراحی شده است. رده پرندگان با داشتن یک اویدوکت منفرد در سمت چپ از خزندگان متمایز می شود. طول این لوله پر پیچ و خم که بشکل مارپیچ در داخل محوطه بطنی قرار گرفته در بعضی نژادهای جدید حتی به ۶۰۰ میلی متر نیز می رسد. این لوله از نظر مورفولوژی و فونکسیون به ۶ ناحیه بنامهای شیپور (Infundibulum)، ماگنوم (Magnum)، تنگه (Isthmus)، غده لوله ای ترشح کننده پوسته (Tubular shell gland)، کیسه غده ای ترشح کننده پوسته (Shell gland pouch) و واژن (Vagina) تقسیم میشود. تهیه یک مقطع عرضی از هر کدام از این نواحی، ۷ لایه مختلف را آشکار می سازد که به نوبه خود به قسمت های ترشچی، عضلانی و بافت همبند تقسیم می شوند.



شکل ۴- میکروگراف عرضی از دو سلول پوشش دهنده ناحیه شیپور، گرانولهای تیره (فلش) پروتئین هستند  $\times 12000$

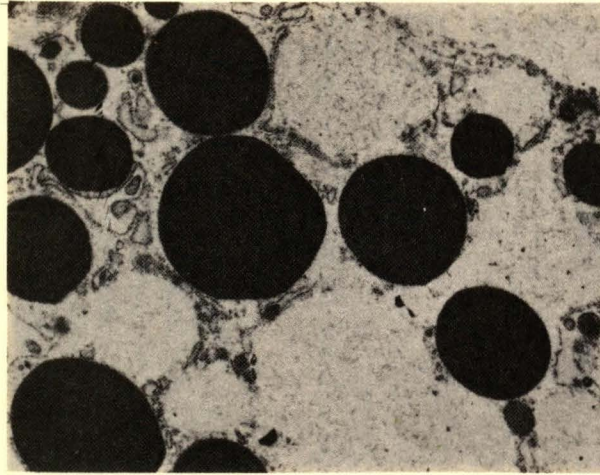
#### شیپور (Infundibulum):

شیپور دارای یک قسمت رأسی مخروطی و یک ناحیه انتهایی یا پشتی باریک است. اعمال و وظائف آن مختلف و حتی کمی نامشخص است. در حالیکه پذیرفته شده که نقش اولیه آن هدایت توده زرده رهاس شده به قسمت اصلی اویدوکت است - عملی که بخاطر آن این قسمت برای داشتن توانائی جهت انبساط، دارای عروق خونی فراوانی است - در پروسه باروری، تولید پرده دور زرده (perivitelline) و تشکیل شالاز نیز دخیل است. مجاورت آن با تخمدان، آنرا به جایگاه مناسبی برای ایجاد باروری مبدل ساخته و شکل داخل سلولی و فعالیت دوره ای غدد ساده ای که ناحیه پشتی آنرا پوشش می دهند، منشأ لایه دانه دار پروتئین دور زرده ای را توجیه می نماید. توضیح شالاز کمی مشکل تر است، این دو نوار آلبومین که باعث تعلیق زرده در داخل سفیده می شود تنها زمانی ظاهر می شود که تخم مرغ در قسمت پائینی ماگنوم قرار دارد. با این حال پیشنهاد شده است که زمانی که تخم مرغ به قسمت پائینی ماگنوم می رسد، آنزیمی که از شیپور ترشح شده فعال گردیده و پروسه های احیای بیوشیمیائی در رابطه با چرخش تخم مرغ بهنگام پیشروی در داخل اویدوکت باعث جداشدن آلبومین و پیچیده شدن آن در دو قطب می شود (شکل ۴-۱).

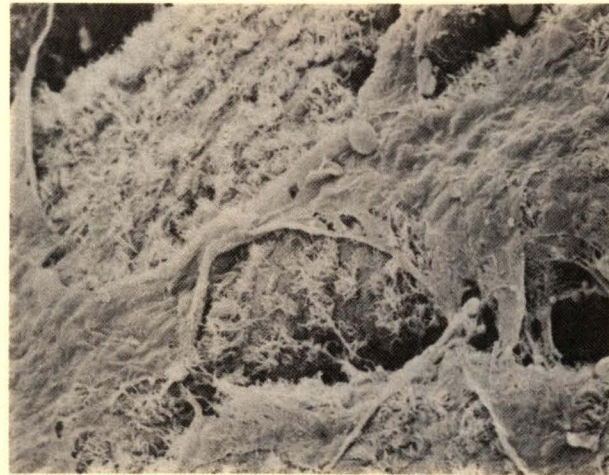


شکل ۵ و ۶- از رنگ فلورسنت، acridine orange جهت نشان دادن وجود مواد مخاطی اسیدی در ماگنوم استفاده شد. شکل ۶ از قسمت خلفی مخاطی ماگنوم گرفته شده درحالیکه عکس از قسمت وسط ماگنوم اخذ شده است.  $\times 240$  و  $\times 400$  به ترتیب

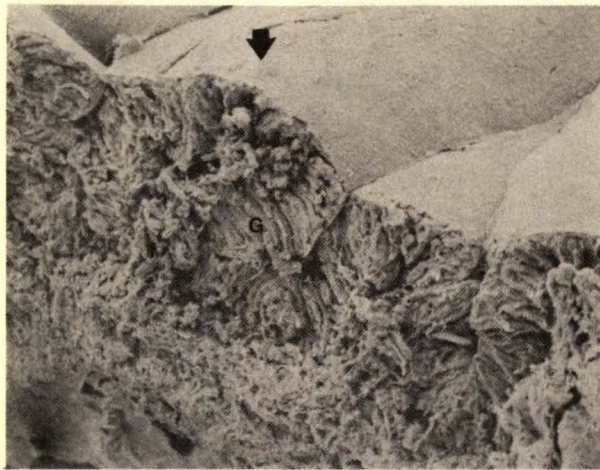




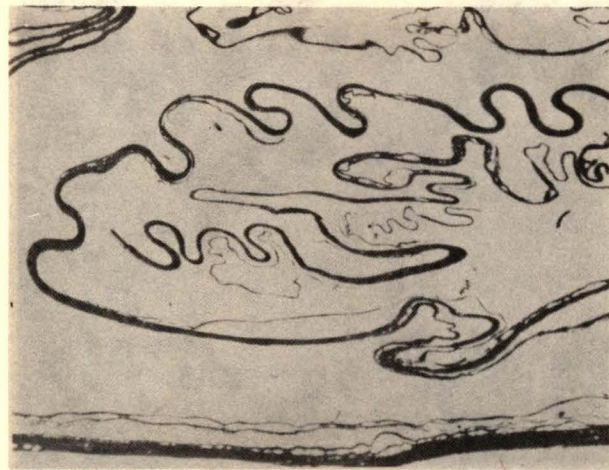
شکل ۸- قسمتی از سلول غده‌ای ماگنوم که نشانگر دانه‌های پروتئین با اندازه‌های مختلف است \*  
۱۵۰۰۰



شکل ۷- چین‌های مخاطی پوشش دهنده ماگنون حتی پس از عبور یک تخم‌مرغ با آلبومین پوشیده شده است \* ۱۸۰۰



شکل ۱۰- اسکن ناحیه تنگه با درشت‌نمایی پایین. سطح خارجی (فلش) با مزگهائی که با این درشت‌نمایی قابل رویت نیستند پوشیده شده و لایه زیر آن از غده لوله‌ای پیچیده درهم آشفته شده \* ۱۲۰۰



شکل ۹- رشته‌هایی از سفیده سفت تخم‌مرغ که با میکروسکوپ نوری مشاهده می‌شود \* ۲۰۰

### ماگنوم (Magnum):

ماگنوم طولیترین و مشخص‌ترین قسمت اویدوکت بوده و براحتی از شیپور با رنگ سفید «کشته»، قطر زیاد و کلفتی دیواره‌های آن متمایز می‌شود. چین‌های (مخاطی) کاملاً مشخص بوده و با جمعیت مخلوطی از سلولهای پوشش داده شده‌اند. مثل همه قسمت‌های اویدوکت، وجود تعداد زیادی از سلولهای مؤکدار در سطح ماگنوم، در مطالعه میکروسکوپی، منظره یک فرش پرزدار را به آن می‌دهد. زمانی که تخم‌مرغ در حال گذر از کانال است، این چین‌های مخاطی بطور جانبی فشرده شده ولی بسرعت ظاهر طبیعی خود را بدست می‌آورند. حتی پس از عبور یک تخم‌مرغ، سطح آن مرطوب و چسبناک بنظر رسیده و برخی عقیده دارند که در هر مقطعی از زمان، این ناحیه حاوی آلبومین کافی برای دو عدد تخم‌مرغ می‌باشد. آلبومین یا سفیده تخم‌مرغ مخلوط پیچیده‌ای از پروتئینها (۴۰ نوع مختلف) است که علاوه بر وظیفه

تغذیه‌ای، زرده را در مقابل ضربات مکانیکی حمایت کرده بعنوان عامل باکتری کش عمل نموده و فضای مناسبی برای ترشح پرده‌های پوسته تخم‌مرغ فراهم می‌آورد. سلولهای پوشش سطحی و سلولهای غده‌ای زیر آن برای انجام این پروسه ترشحي کاملاً مجهز بوده و ظاهر متغیر آنها نه تنها منعکس کننده ماهیت دوره‌ای سنتز و آزاد شدن پروتئین است بلکه نشانگر تولید انواع پروتئین‌هایی است که از نظر شیمیائی و ساختمانی متفاوتند.

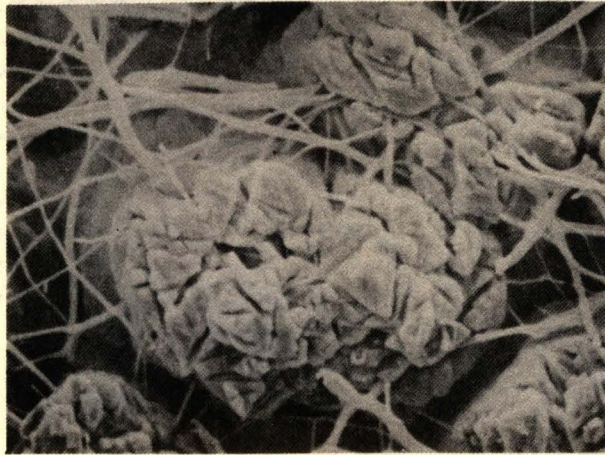
آلبومین یک ساختمان چندین لایه‌ای است که شکل نهائی خود را تنها پس از گذاشته شدن تخم‌مرغ بدست می‌آورد. زمانی که آلبومین بخش انتهائی ماگنوم را ترک می‌کند، یک لایه چسبناک از موکوس سولفات به آن اضافه می‌شود که آنرا سفت نگه می‌دارد، این سفتی برای نگهداری الیاف غشاء پوسته که بعداً ترشح خواهند شد لازم است. اگر نظیر آنچه که در روند بسیاری از بیماریها اتفاق می‌افتد، آلبومین شل و آبکی شود، محیط مناسبی برای ترشح پوسته بوجود نیامده و

این امر منجر به تولید تخم‌مرغهای کم کیفیت می‌شود. با چشم غیرمسلح، آلبومین یکنواخت بنظر می‌رسد، درحالیکه روشهای مطالعه با میکروسکوپ الکترونی خلاف این موضوع را ثابت کرده و نشانگر ماهیت رشته‌ای چندین لایه‌ای سفیده تخم‌مرغ است (شکل ۵-۹). ماگنوم بوسیله یک ناحیه غیرغده‌ای باریک که با چشم غیرمسلح قابل رویت است از قسمت تنگه قابل تفکیک می‌باشد. اهمیت کاری این منطقه نامشخص بوده ولی سلولهای پوششی آن ممکن است در تولید قسمت ضخیم سفیده سهمیم باشند.

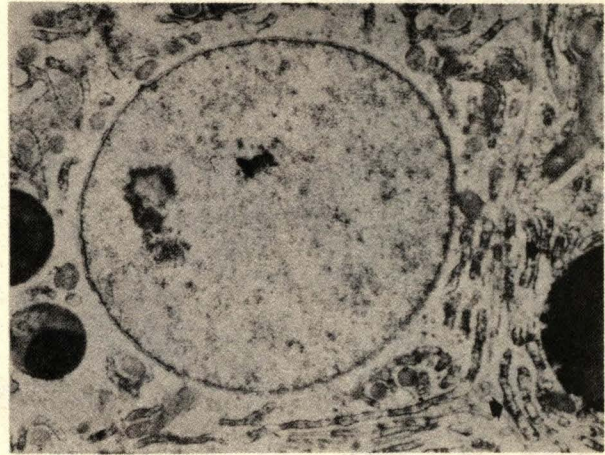
### تنگه (Isthmus):

تکنولوژی مدرن، امکان ارزیابی دقیقتر عملکرد تنگه در طیور و طول آنرا عملی نموده است. ولی مفاهیم قبلی دایر بر اینکه این ناحیه از منطقه غیرغده‌ای به کیسه غده‌ای ترشح کننده پوسته ادامه یافته با این مدرک و شواهد مورد تجدید نظر قرار گرفته که تنگه از





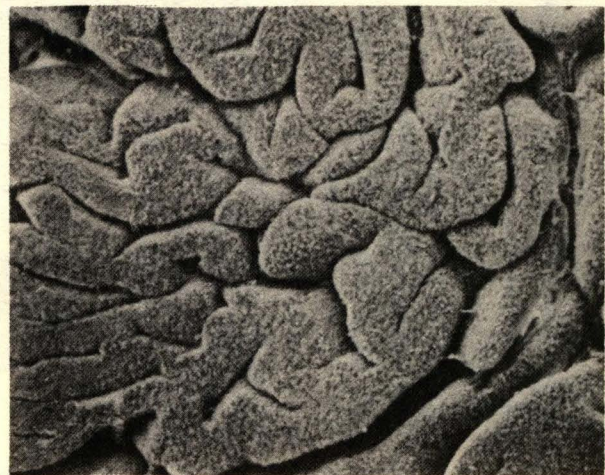
شکل ۱۲- الیاف غشائی زمان آزاد شدن از سلولهای غده‌ای به املاح رسوب یافته در غده لوله‌ای ترشح کننده پوسته به سختی می‌چسبند  $\times 900$



شکل ۱۱- قسمتی از سلول غده لوله‌ای. هسته بزرگی که در وسط واقع شده در هر طرف دارای دانه‌هایی با تراکم متغیر است (دانه‌های پروتئینی که الیاف غشائی را خواهند ساخت)  $\times 18000$



شکل ۱۴- در درشت‌نمایی بالا، چین‌های مخاطی بنظر می‌رسند که جمعیت مخلوطی از سلولها را نگهداری کنند. زوائد بلند در تصویر مرکزها بوده و بین آنها سلولهای ترشخی غیرمرکزدار قرار گرفته‌اند  $\times 6500 (S)$



شکل ۱۳- چین‌های مخاطی پوشش دهنده غده لوله‌ای ترشح کننده پوسته پریچ و خم‌تر از قسمت‌هایی است که در نزدیکی مجرای تخم‌بر قرار دارد  $\times 480$

تخم مرغ‌هایی که پس از عبور از غده لوله‌ای ترشح کننده پوسته از اویدوکت عبور می‌کنند از نظر گلوکز غنی هستند. برخلاف همه انواع دیگر سلولهای غده‌ای که اویدوکت فعال را پوشش می‌دهند، سلولهای غده‌ای در این ناحیه پر از ذرات گلیکوژن هستند. زمانی که تخم مرغ در این ناحیه صرف می‌کند نسبتاً کوتاه است ولی برای تشکیل یک پوسته خوب امری حیاتی است. در این ناحیه، الیاف غشائی تماس بسیار نزدیکی با املاح کلسیمی برقرار کرده و باندهای محکمی که به این طریق تشکیل می‌شود، راه را برای مرحله اصلی تشکیل پوسته هموار می‌نماید (شکل‌های ۱۴-۱۳).

### کیسه غده‌ای ترشح کننده پوسته تخم مرغ (Shell gland Pouch):

با کنار گذاشتن افزایش کلسیم به پوسته و کوتیکول، که هر دو وزن تخم مرغ را افزایش می‌دهند، تخم مرغی

مشخص نمودن تغییرات جزئی خواهد بود که متعاقب تولید رشته اتفاق می‌افتد. تنگه قادر به ایفای نقش مهمی در ایجاد اشکالات خاص در پوسته تخم مرغ می‌باشد (شکل‌های ۱۲-۱۰).

### غده لوله‌ای ترشح کننده پوسته تخم مرغ (Tubular Shell gland):

غده کوتاه لوله‌ای ترشح کننده پوسته بخشی از ظاهر ساختمان میکروسکوپی خود را از تنگه گرفته ولی از نظر کاری با کیسه غده‌ای ترشح کننده پوسته قابل مقایسه بوده و مسئول انتقال املاح کلسیمی به الیاف غشاء پوسته می‌باشد. پروسه ترشح کلسیم بویژه در کانونهای (هسته‌های) پستانی (Mammillary Cores) انجام میشود که همان انتهای الیاف غشائی تغییر یافته از نظر شیمیائی هستند. این کانونها به همراه پوشش املاح کلسیمی، اجسام پستانی را تشکیل می‌دهند.

ناحیه کیسه بوسیله غده لوله‌ای ترشح کننده پوسته که از نظر وظیفه و عمل متمایز هستند، جدا شده است. این تمایز صرفاً از نظر آکادمیک مطرح نبوده بلکه برای تعیین منشأ تغییرات خاص پوسته تخم مرغ، داشتن نقشه صحیحی از ساختمان اویدوکت ضروری بنظر می‌رسد.

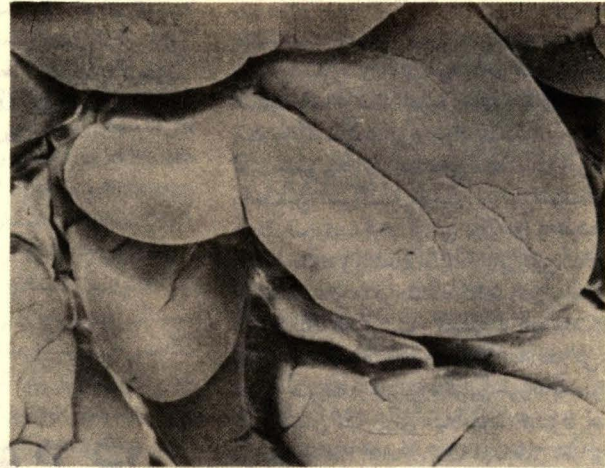
تنگه باریکتر از ماگنوم بوده و در جهت تولید پرده‌های مضاعف پوسته انجام وظیفه می‌کند که وزن آنها جمعا حدود ۱۴۳ گرم است. با میکروسکوپ الکترونی، این غشاها بصورت شبکه‌هایی با الیاف داخل هم با قطر متغیر دیده می‌شوند.

هر رشته مشتمل بر یک هسته electron dense محصور شده با یک پوشش کم ضخامت تر است. این تغییرات در ضخامت تا حدی انعکاس دهنده ترکیب شیمیائی متفاوت دو دسته می‌باشد. نظیر ماگنوم، این الیاف محصول سلولهای غده‌ای بوده و تنها یک آزمایش ماگنوم، قبل، در حین و بعد از عبور تخم مرغ قادر به

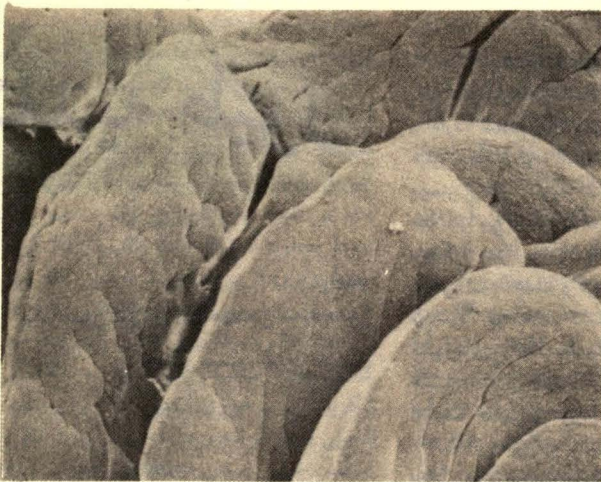




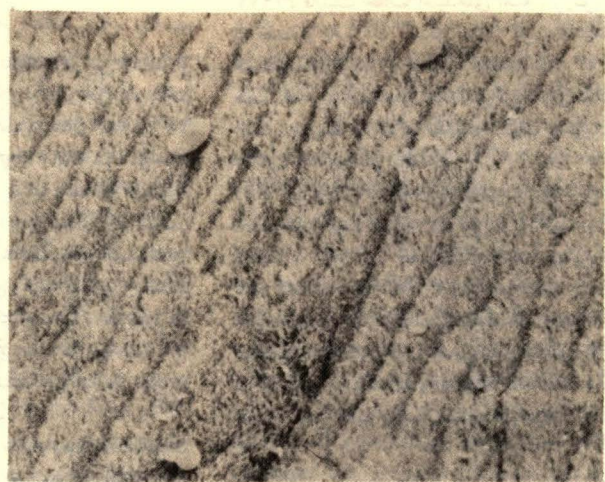
شکل ۱۶- سلولهای غده‌ای ناحیه کیسه اجسام ریز (فلش) میتوکندریها هستند. L: فضای خالی سلول غده‌ای



شکل ۱۵- میکروگراف با درشت‌نمایی پایین مربوط به چین‌های مخاطی پوشش دهنده کیسه غده‌ای ترشح‌کننده پوسته  $160 \times$



شکل ۱۷ و ۱۸- چین‌های واژن باریک‌بوده و سلولهای مزگداری در ردیف‌های موازی قرار گرفته‌اند  $160 \times$ ،  $4000 \times$



است که در آنها بخاطر وجود مواد مغذی، اسپرم برای مدت قابل توجهی زنده مانده و از آن محل توسط فعالیت مزگی در کنار حرکات ضد دودی (آنتی پرستالتیک) بطرف قسمت شیپوری حرکت خواهد کرد (تصاویر ۱۸ و ۱۷).

این مقاله مروری است سطحی از اوبدوکت فعال یک مرغ تخمگذار تجاری. بنابراین در آن مبادرت به ساده‌گویی شده ولی این جنبه بجای اینکه یک اشتباه به حساب بد یک مطلب طرح‌ریزی شده بود، در فصول بعدی کتاب ساختمان و طرز کار پوسته تخم مرغ که توسط مؤلف به چاپ رسیده، نقش نواحی خاص اوبدوکت در تولید تخم‌مرغ‌های غیرطبیعی با دقت و عمق خاصی بررسی شده که طی آن نظرات مختلف در مورد علل بروز این تغییرات مورد ارزیابی قرار گرفته است. □

منبع مورد استفاده:

Solomon, Sally, 1988, poultry International August 1988, p.62-75.

تظاهر می‌کند. مجدداً سلولهای اپیتلیال سطحی که ناحیه کیسه را پوشش می‌دهند بعنوان محل انتقال رنگدانه شناخته شده‌اند.

باتوجه به این اعمال مختلف، تعجب آور نیست که شبکه عروقی در ناحیه کیسه گسترده باشد. بنابراین در مرحله تشکیل فعال پوسته تخم مرغ، کیسه برنگ قرمز روشن است که نتیجه اتساع عروقی است. هنگام تخمگذاری، در نتیجه انقباضات عضلانی ناشی از اثرات هورمونی، تخم مرغ از واژن عبور می‌کند که این عمل در تشکیل پوسته نقشی ندارد و پس از آن تخم مرغ از کلوک می‌گذرد (شکل‌های ۱۵ و ۱۶).

#### واژن (Vagina):

چین‌های مخاطی پوشش دهنده واژن طویل و بهم پیچیده بوده، غدد نیز تنها در محل اتصال کیسه غده‌ای ترشح‌کننده پوسته وجود دارند. این غدد میزبان اسپرم

که بهنگام گذاشته شدن از کلوک بیرون می‌آید ۱۵ گرم سنگین‌تر از تخم مرغی است که قبل از ورود به کیسه غده‌ای مزبور بود. این افزایش وزن نتیجه اضافه شدن مایع «پلمپ‌کننده» بوده که نه تنها باعث «اتساع» تخم مرغ و ظهور اجسام پستانی می‌شود، بلکه مقدار پروتئین البومین را از ۲۰٪ به ۱۱٪ تقلیل می‌دهد. سلولهای مسئول تولید این مایع هرگز بطور قطعی شناسائی نشده ولی به کمک شکل داخل سلولی آنها و محتوی تعداد متغیر میتوکندریهای آنها، که در هر شرایطی نشانگر وقوع پروسه با واسطه انرژی است، سلولهای غده‌ای که ناحیه کیسه را پوشش داده‌اند، محتملترین منشاء مایع بنظر می‌رسد.

طی ۲۴ ساعت توقف در ناحیه کیسه، تخم مرغ پوسته واقعی خود را بدست می‌آورد که حاوی ۹۵٪ کلسیم و ۵ درصد مواد آلی است. در این پروسه بنظر می‌رسد از حامل پروتئینی استفاده شود. نزدیک به پایان تشکیل پوسته، رنگدانه به پوسته اضافه می‌شود، هرچند رنگدانه به شکل جزء لاینفک لایه کوتیکولی