## ۱-۱- مقدمه

تخم مرغ غذایی است که همچون شیر گاو از ماقبل تاریخ به وسیله انسان مورد استفاده بوده است. تخم پرندگان و از جمله مرغ حاوی مواد مغذی است که برای رشد جنین مورد استفاده قرار می گیرد و تا مدت ۴۸-۲۴ ساعت تغذیه آنها را تامین می کند. تخم مرغ متشکل از پروتئین، چربی، کربوهیدرات ها، مواد معدنی و ویتامین ها است. کلیه این ترکیبات در حالتی خاص و با نسبتهایی مطلوب که برای رشد جنین لازمند ، قرار دارد. از نظر مواد مغذی مورد نیاز بدن یعنی پروتئین ها ، چربی ها ، کربوهیدرات ها ، تخم مرغ منبع غنی از دو دسته اول است. تخم مرغ غذای کاملی است و بیشتر مواد مغذی ضروری را در بردارد. تخم مرغ حاوی مواد معدنی زیادی مخصوصا آهن و فسفر بوده و تمامی ویتامینها مخصوصا ویتامینهای A، D، B۱ و B۲ را در خود جای می دهد. رابطه انرژی و پروتئین نیز بسیار عالی است. اگر نیاز تغذیه ای یک انسان بالغ را در نظر بگیریم، یک عدد تخم مرغ حدود ۱۰٪ پروتئین، ۹٪چربی و ۴٪کالری مورد نیاز او را تامین می کند. مواد مغذی تخم مرغ تماما قابل هضم بوده و انسان قادر است تا حد ۹۷٪ پروتئینها، ۹۵٪چربیها، ۹۸٪ کربوهیدراتها و ۷۶٪مواد معدنی آنرا مورد استفاده قرار داده یا هضم نماید(۱، ۷، ۱۴). وزن یک تخم مرغ به طور متوسط ۶۰ گرم است و در کل دارای حدود ۶ گرم پروتئین ، ۵گرم چربی و حدود ۷۵کیلو کالری انرژی است. یک تخم مرغ از ۶۴ ٪ سفیده، ۲۷ ٪ زرده و ۹ ٪ پوسته تشکیل می شود(۱۱۷).

مطابق گزارش سازمان جهانی بهداشت، پروتئین تخم مرغ بالاترین قابلیت هضم حقیقی را در میان پروتئین های مواد غذایی دارد و پروفیل آمینو اسیدهای آن مشابه با تعادل ایده آل آمینو اسید مورد نیاز انسان است به دلیل چنین کیفیت بالایی، پروتئین تخم مرغ را به عنوان استاندارد برای ارزیابی کیفیت تغذیه ای سایر پروتئین های غذا به کار می برند. حدود ۴۴ ٪ پروتئین تخم مرغ در زرده، ۵۰ ٪ در سفیده و ۶ ٪ در پوسته و غشاهای پوسته قرار دارد(۱۳۳).

به طور کلی پروتئین تخم مرغ به دو دسته پروتئین سفیده و پروتئین زرده تقسیم می شود . سفیده حداقل دارای ۱۰ نوع پروتئین است (۱۳). هنگامی که سفیده تخم مرغ یا آلبومین در دستگاه تولید مثل تراوش می کند، این ترکیب آمیزه ناهمگنی از بیش از ۴۰ پروتئین گوناگون است؛ هر چند که هفت پروتئین بیش از ۹۰ ٪ از ۴۰ گرم ماده خشک سفیده را تشکیل می دهند.کونالبومین که در سفیده تخم مرغ قادر به اتصال به فلزات دو ظرفیتی به خصوص آهن، مس، منیزیم و روی است. این پروتئین اثر جلوگیری کننده بر رشد باکتری ها داشته که ممکن است ناشی از اتصال به آهن و ممانعت از دسترسی باکتری ها به آهن باشد. البته

این خصوصیات توسط حرارت از بین می رود که علت آن باید ناشی از عدم امکان اتصال گروههای خاص متصل شونده به آهن در حالت جدید ساختمان پروتئین باشد. این پروتئین در بین پروتئین های سفیده بالاترین وزن مولکول را داراست. اووآلبومین[1] یک فسفو پروتئین است که حدود ۶۰ ٪ پروتئین سفیده را تشکیل داده و دارای ۳ درصد کربوهیدرات است. اووآلبومین قدرت ژل سازی خوبی دارد (۱۳).

**جدول۱-۱ ترکیب شیمیایی تخم مرغ بر حسب درصد (۱، ۲).**

| مواد مغذی / اجزا | آب | ماده خشک | پروتئین | چربی | کربوهیدراتها | مواد معدنی |
|---|---|---|---|---|---|---|
| پوسته آهکی | ۱/۶ | ۹۸/۴ | ۳/۳ | – | – | ۹۵/۱ |
| سفیده | ۸۷/۹ | ۱۲/۱ | ۰/۶ | – | ۰/۹ | ۰/۶ |
| زرده | ۴۸/۷ | ۵۱/۳ | ۱۶/۶ | ۲۶/۶ | ۱ | ۱/۱ |
| تخم مرغ بدون پوسته | ۷۳/۶ | ۲۶/۴ | ۱۲/۸ | ۱۱/۸ | ۱ | ۰/۸ |
| تخم مرغ با پوسته | ۵۶/۶ | ۴۳/۴ | ۱۲/۱ | ۱۰/۵ | ۰/۹ | ۱۰/۹ |

اوواموکویید[2] یکی دیگر از پروتئینهای سفیده دارای ۲۳٪ کربوهیدرات است که بیشتر آن به صورت گلوکزامین است . ویژگی خاص این پروتئین این است که از عمل تریپسین جلوگیری می نماید. به همین دلیل است که هضم کامل پروتئینی که به صورت خام مصرف می شود در دستگاه گوارش به سرعت و سهولت انجام نمی گیرد (۱۳).

از پروتئین های دیگر سفیده اوومیوسین[3] است که ۱۱٪ پروتئین سفیده را تشکیل می دهد که نقش آن ایجاد ویسکوزیته در تخم مرغ است، آویدین[4] پروتئین دیگر تخم مرغ می باشد که به بیوتین چسبیده و آن را از دسترس خارج می سازد. البته حرارت این ویژگی آویدین را از بین می برد (۱۳). و همچنین اووگلوبولین، که ۶٪ پروتئین سفیده را تشکیل می دهد. پروتئینهای زرده عبارتند از: لی وتین[5]، فسفولیتین و لیپو پروتئین. لی وتین به صورت های $\alpha$، $\beta$، $\delta$ وجود دارد. لی وتین ها ۳۰ ٪ پروتئین زرده را تشکیل می دهند. فسفوتین دارای مقادیر قابل توجهی فسفر است و ۱۰٪ زرده را تشکیل می دهد و کمترین وزن مولکولی را داراست (۱۳). سهم اصلی مواد پروتئینی زرده را ویتلین (۶۵٪)، لی وتین و نیز ترکیبات فسفری این دو پروتئین و محصولات حاصل از هیدرولیز آنها تیروزین و تریپتوفان و سیستئین تشکیل می دهند. جداول ۱-۴ و ۱-۵ به ترتیب اختصاصات بیولوژیک سفیده تخم مرغ و ترکیب اسید آمینه های موجود در تخم مرغ را نشان داده است.

[1] ovalbumin
[2] Ovomucoid
[3] Ovomucin
[4] Avidin
[5] Livetin

**جدول۱-۲ اختصاصات بیولوژیکی ترکیبات سفیده تخم مرغ (۱۰)**

| نام مواد تشکیل دهنده | نوع فعالیت بیولوژیکی |
|---|---|
| لیزوزیم | تجزیه جدار باکتریهای گرم مثبت |
| کونالبومین | کیلات کردن آهن،مس و روی |
| اوواموکوئید | بازدارنده تریپسین |
| آویدین | بازدارنده بیوتین |
| ریبوفلاوین | کیلات کردن کاتیونها |
| پروتئینA | بازدارنده تریپسین |
| پروتئینB | بازدارنده پروتئاز قارچی |
| پروتئین C | کیلات کردن کاتیونها |
| پروتئینD | بازدارنده ویتامین$D_3$ |

**جدول۱-۳ ترکیب اسید آمینه های موجود در تخم مرغ (گرم) (۱۱۶)**

| اسید آمینه | در ۱۰۰ گرم قسمت قابل خوردن |
|---|---|
| آلانین | ۰/۶۴۴ |
| آرژنین | ۰/۷۷۱ |
| اسید آسپارتیک | ۱/۱۹۷ |
| سیستئین | ۰/۲۷۴ |
| اسید گلوتامیک | ۱/۴۸۷ |
| گلیسین | ۰/۳۹۳ |
| هیستیدین | ۰/۲۷۹ |
| ایزولوسین | ۰/۶۰۰ |
| لوسین | ۰/۹۹۸ |
| لیزین | ۰/۸۵۱ |
| متیونین | ۰/۳۸۸ |

زرده اساساً به صورت یک اموسیون چربی در آب است که به شکل یک لیپید کروی در یک فاز پروتئین است و نسبت کلی لیپید به پروتئین ۲ به ۱ است. لیپید قابل استخراج تقریباً ۳۳ ٪ کل وزن زرده و ۶۵-۶۰ درصد ماده خشک زرده را تشکیل می دهد. یک تخم مرغ ۶۰ گرمی تقریباً حاوی ۵ گرم چربی است که تماماً در زرده وجود دارد. الگوی تخم گذاری در مرغان تخم گذار شامل بلوغ مرتب و پشت سر هم تخمک یا زرده در طول فواصل ۲۴ ساعته است. برای نگهداری بازده تولید تخم مرغ، نیاز به انتقال و تخریب و سنتز مقادیر فراوانی لیپید است. لیپیدی که برای تشکیل زرده لازم است از طریق سنتز در بدن و جابجایی آن بین کبد و پلاسما و یا از طریق جیره تأمین می شود (۱۰۱).

در زرده دو بخش لیپو پروتئینی اصلی بر اساس خصوصیات فیزیکی متفاوت تعریف شده اند:
لیپو پروتئین با چگالی بالا (HDL) و لیپو پروتئین با چگالی پایین (LDL) که بیشتر لیپید زرده (بیشتر از۹۰٪) در بخش چگالی کم قرار دارد(۱۰۱). به طور کلی لیپید زرده از سه ترکیب تشکیل شده است: تری گلیسرید، فسفولیپید و کلسترول آزاد یعنی کلسترولی که با اسیدهای چرب باند استری ندارد. فسفاتیدیل کولین و فسفاتیدیل اتانول آمین از مهمترین ترکیبات فسفولیپیدی هستند (۱۰۱).

مقادیر متوسط کربوهیدرات ها ۰/۵گرم در هر تخم مرغ است که ۴۰٪ این مقدار در زرده قرار دارد. تخم مرغ یکی از طبیعی ترین و غنی ترین منابع غذایی و تأمین کننده مواد معدنی و ویتامین های مورد نیاز انسان به استثنای ویتامینC است. در مطالعه اخیر در آمریکا گزارش شده که یک تخم مرغ، ۲۰-۱۰٪ نیاز روزانه فولات و کل نیاز چربی اشباع و غیر اشباع و ۳۰-۲۰٪ نیاز روزانه ویتامین B۱۲ را تأمین می کند. تخم مرغ اغلب به عنوان منبعی از چربی های اشباع مطرح بوده است در حالیکه فقط حاوی ۶ گرم چربی است و دارای نسبت مطلوبی از اسیدهای چرب غیر اشباع به اشباع می باشد.این نسبت در واقع بهتر از نسبتی است که به وسیله اکثر انجمن های بهداشت و سلامتی توصیه شده است. کلسترول در تمامی بافت های حیوانی به ویژه در بافت های مغزی ، غدد فوق کلیوی ، جسم زرد تخمدان، زرده تخم مرغ و همچنین در خون به وفور وجود داشته و از اجزای تشکیل دهنده صفرا است (۱۱).

روغن ها و چربی ها از زمان های دور یکی از اجزاء اصلی و مهم تشکیل دهنده غذای انسان بوده اند . نیاز روزانه چربی یک فرد از دو منبع گیاهی و حیوانی تأمین می شود. در مجموع ۳۴ غذای متفاوت حاوی چربی وجود دارند که روزانه می بایست ۱۰۰ گرم چربی از طریق آنها وارد بدن انسان شود. گوشت ، تخم مرغ، محصولات لبنی و چربی ها به خصوص کره، مارگارین و روغن های سرخ کردنی منابع اولیه چربی های غذایی می باشند (۱۱، ۲۰). میزان چربی در جیره انسان با توجه به وضعیت محیطی و اقتصادی بسیار متفاوت است. در کشورهای توسعه نیافته و پر جمعیت حدود ۱۰-۶ درصد از کل انرژی مورد نیاز بدن را چربی های جیره تأمین می کنند در حالی که در کشورهای توسعه یافته این میزان ۳۵-۲۵ ٪ می باشد . در کشورهای صنعتی مصرف چربی روزانه بیش از ۱۴۰ گرم رسیده است در حالیکه در کشورهای در حال توسعه ۴۰-۳۰ گرم است.

چربی ها در بدن به عنوان منبع مؤثر از انرژی هم به صورت مستقیم و هم به شکل بالقوه هنگام ذخیره دربافت چربی عمل می کنند. مواد چربی به عنوان عایق حرارتی در نسوج زیر جلدی و در اطراف بعضی از اعضا عمل کرده و لیپیدهای غیر قطبی به صورت عایق الکتریکی عمل می کنند و انتشار سریع امواج دپولاریزاسیون را در طول عصب های میلین دار امکان پذیر می سازند.

لیپو پروتئینها از اجزاء مهم سلولی بوده هم در غشای سلول هم در میتوکندری در داخل سیتوپلاسم وجود دارند ، همچنین به عنوان وسیله ای برای انتقال لیپیدها در خون عمل می کنند. چربی تأمین کننده ویتامین های محلول در چربی برای بدن می باشند. نقش لیپیدها در تولید پروستانوئیدها بسیار پر اهمیت می باشد.

لیپیدها به عنوان پیش ساز پیامبرهای ثانویه و سیگنالهای داخل سلولی عمل می کنند، نقش استروئیدها (یک نوع از لیپیدها)که کلسترول شناخته شده ترین آنهاست، در ایجاد بیماری های قلبی-عروقی منشأ علمی دارد و کلسترول پیش ساز بسیاری از ترکیبات استروئیدی بدن شامل اسیدهای صفراوی، هورمونهای بخش قشری غدد فوق کلیوی، هورمونهای جنسی، ویتامین D، گلیکوزیدهای قلبی وغیره می باشد.

لیپیدها به عنوان تنها منبع تأمین کننده اسیدهای چرب ضروری که بدن بدون آنها قادر به ادامه حیات نیست در تغذیه و سلامتی حائز اهمیت می باشد (۱۱). در مجموع، در جیره غذایی، چربی های اشباع شده حیوانی باید در حداقل باشند ، بهترین روغن ها و چربی ها آنهایی هستند که در درجه حرارت اتاق مایع باشند و همچنین چربی هایی که حاوی اسیدهای چرب ضروری هستند. اسیدهای چرب ضروری اسیدهای چرب غیر اشباع چندگانه می باشند که دارای دو خانواده امگا ۶ و امگا ۳ هستند. این اسیدهای چرب به ظاهر تفاوت بسیار کمی با هم دارند ولی عملکرد آنها در بدن بسیار متفاوت است اگرچه بدن به هر دو خانواده احتیاج دارد اما باید توجه داشت که افزایش بیش از حد امگا ۶ عواقب خطرناکی دارد . بسیاری از دانشمندان اعتقاد دارند که بزرگ ترین دلیل برای شیوع زیاد بیماریهای قلبی، فشار خون، دیابت، چاقی، بلوغ زود هنگام برخی از سرطان ها به علت عدم تعادل بین میزان دریافتی اسیدهای چرب امگا ۳ و امگا ۶ است (۸۷).

منابع اصلی امگا ۶ شامل روغن های گیاهی مثل ذرت و سویا می باشند که حاوی میزان زیادی اسید چرب لینولئیک[۱] هستند. اسیدهای چرب امگا ۳ در روغن دانه کتان، روغن گردو، پلانکتوهای دریایی و چربی های ماهی یافت می شوند. قسمت عمده روغن دانه کتان و گردو اسید آلفا لینولنیک[۲] است . اسید آلفا لینولینک در بدن می تواند به DHA,EPA[۳] تبدیل شود که میزان تبدیل آن در افراد مسن کافی نیست (۸۷).آگاهی در مورد رابطه بین چربی غذا و پیشرفت بیماری های قلبی-عروقی و تصلب شرایین منجر به انتشار یک سری گزارشات مبنی بر تغییر رژیم غذایی انسان شده است. همچنین توصیه شده است کل مقدار چربی و نسبت اسیدهای چرب اشباع به غیر اشباع و مصرف کل کسترول که به کمتر از ۳۰۰ میلی گرم در روز رسیده است کاهش یابد. هر تخم مرغ حدود ۲۵۰-۲۰۰ میلی گرم کلسترول دارد و برداشتی که عموم مردم از تخم مرغ به عنوان یک منبع مهم کلسترول در رژیم غذایی دارند، اغلب به عنوان یک عامل معنی دار در کاهش مصرف تخم مرغ مؤثر است. بالا بودن مصرف سرانه تخم مرغ علاوه بر اینکه ، افراد جامعه را از مصرف این ماده غذایی با ارزش بهره مند می کند، به تولید کننده نیز کمک کرده و ضمن تشویق تولید بیشتر و علمی تر، زمینه را برای توسعه صنایع فراوری و تبدیلی فراهم می سازد. با در نظر گرفتن اینکه تخم مرغ یک منبع غنی پروتئین و قابل دسترس و ارزان برای افراد جامعه است لزوم توجه هر چه بیشتر به توسعه این بخش برای بالا بردن کیفیت و کمیت تولید احساس می شود.

---

[۱] Linoleic acid
[۲] α-Linolenic
[۳] Eicosa-pentaenoic acid,docosahexaenoic acid

هدف از این پژوهش، بررسی اثر جیره های حاوی روغن های گیاهی (زیتون، هسته انگور و سویا) و حیوانی(پیه حیوانی) بر روی عملکرد، میزان کلسترول تخم مرغ و میزان کلسترول سرم خون مرغان تخمگذار تغذیه شده با این جیره ها می باشد.

## ۲-۱- روغن منبع تامین انرژی

روغن ها از طریق تأمین انرژی مورد نیاز بدن و نیز تأمین اسیدهای چرب ضروری و ویتامین های محلول در چربی (A,D,E,K) نقش مهمی در سلامت بدن ایفا می کنند. منابع روغن دریافتی ما دو نوع روغن حیوانی (مثل دنبه و کره) و روغن نباتی (مثل روغنهای مایع گیاهی) است . انتخاب نوع مناسب روغن و نحوه صحیح مصرف آن در سلامت انسان و پیشگیری از ابتلا به بسیاری از بیماریهای مزمن از جمله بیماریهای قلبی،عروقی و سرطان نقش مهمی را ایفا می کند. در حدود ۹۵ درصد چربی موجود در بدن انسان و غذا از تری گلیسریدها تشکیل یافته است.تـــری گلیسرید ها از اتصال گـروه کربوکسیل اسیدهای چرب با گلیسرول (نـوعی الـکـل) بـه وجـود می آید. اسید هـای چـرب از یک زنجیره هیدروکربن طویل و آبگریز و یک سر گروه کـربـوکسیل (-COOH) آبدوسـت تشـکـیـل یـافـتـه اند. بسته به موجود بودن و تعداد پیوندهای دوگانه (C=C) اسیدهای چرب به دو دسـته اشباع و غیر اشباع تقسیم بندی میگردند. در اسید هــای چرب اشباع اتمهای کربن حداکثر تعداد اتم هیدروژنی کـه قادر به پذیرش می بـاشند را دریافت کرده است (اشباع شده اند). ساختار زنجیره هیدروکربن در اسیـد هـای چــرب مستقیم بوده و همین امر موجب بالا رفتن نقطه ذوب آنها میگردد. اما در اسیدهای غیر اشباع یک یا چند اتم کربن ظرفیت پذیرش اتم هیدروژن شان تکمیل نگردیده است. وجود پیوندهای دوگانه موجب پدید آمدن خمیدگی در ساختمان زنجیره هیدروکربن و در نهایت پایین آمدن نقطه ذوب اسید های چرب غیر اشباع میگردد. چربیها از نظر شکل ساختاری به دو نوع چربیهای اشباع وغیر اشباع تقسیم می شوند.

### ۲-۱-۱- چربیهای اشباع (جامد)

این چربیها ، چربیهایی هستند که در دمای اتاق به روغن حالت جامد می بخشند. منابع این چربیها عبارتند از: مارگارین،کره،روغن جامد،پیه حیوانی و...

روغنهای نخل و نارگیل هم با وجود اینکه حالت نیمه جامد دارند ولی میزان چربی اشباع آنها بالا است. مصرف چربیهای اشباع خطر بیمارهای قلبی و عروقی را به شدت افزایش می دهد. این چربیها نه تنها باعث افزایش کلسترول مضر خون (LDL) میشوند بلکه کلسترول مفید خون (HDL) را هم پائین می آورند و عامل بروز اترواسکروز و بیماریهای قلبی عروقی هستند. علاوه بر این در جریان تولید روغنهای نباتی جامد، نوعی از چربیهای خطر ناک در آنها بوجود می آیند بنام چربیهای ترانس که این نوع چربیها هم برای

سلامت قلب و عروق بسیار مضر می باشند. بنابراین روغنهای جامد نباتی نه تنها به خاطربالا بودن چربیهای اشباع بلکه به خاطر وجود چربیهای ترانس، عامل خطر بزرگی برای بیماریهای قلبی عروقی می باشند و بهتر است از رژیم غذایی حذف شوند. روغنهای حیوانی اگر چه چربی ترانس ندارند ولی به خاطر ماهیت بسیار اشباع آنها ، بهتر است محدود گردند.

## ۲-۱-۲- چربی های غیر اشباع (مایع)

چربیهای غیر اشباع، چربیهایی هستند که به روغن حالت مایع می بخشند و منابع آنها عبارتند از انواع روغنهای مایع گیاهی مثل ذرت، آفتابگردان، سویا، زیتون، هسته انگور، گلرنگ و ...
مصرف این چربیها بر خلاف چربیهای اشباع خطر بیماریهای قلبی عروقی را به همراه ندارند و حتی می توانند برای سلامت قلب و عروق مفید باشند. دو نوع مهم این چربیها ، امگا ۳ و امگا ۶ هستند.

## ۲-۱-۳- چربیهای امگا ۳

نقش این چربیها که در غذاهای دریائی (بخصوص ماهی های چرب مثل ساردین، خالی مخالی و قزل آلا) و نیز در دانه های گیاهی و مغزها (مثل گردو) یافت می شوند، در سلامت قلب و عروق به اثبات رسیده است. علاوه بر این، این چربیها باعث افزایش هوش کودکان و کاهش التهاب دربیماریهای التهابی (مثل آرتروز) می شوند.

## ۲-۱-۴- چربیهای امگا ۶ (اسید لینولئیک)

منابع این چربیها عبارتند از: انواع روغن مایع مثل ذرت، سویا، هسته انگور، آفتابگردان و ...
مصرف این چربیها باعث کاهش خطر بروز بیماریهای قلبی و عروقی می شوند. این چربی ها با کاهش LDL و افزایش HDL از ایجاد پلاکهای آترواسکلروز در عروق جلوگیری کرده و از بروز سکته قلبی پیشگیری می کنند.

## ۲-۱-۵- چربیهای تک زنجیره ای غیر اشباع (MUFA)

این چربیها که در روغن زیتون ، بادام زمینی و کانولا ( کلزا ) یافت می شوند، برای سلامت قلب و عروق بسیار مفیدند و مصرف آنها ریسک بیماریهای قلبی را کاهش میدهد. علاوه بر این، این چربیها بر خلاف امگا ۳ و امگا ۶ به حرارت حساس نیستند و مواجهه آنها با حرارت مشکلی ایجاد نمی کند.

### ۲-۱-۶- نحوه مصرف روغن های مایع

چربیهای غیر اشباع (روغن های مایع) اگر چه فواید زیادی دارند ولی بخاطر ماهیت غیر اشباعشان به حرارت بالا حساس هستند و با حرارت مستقیم بالا دستخوش اکسیداسیون شده و سرطان زا می گردند.

جدول ۱-۱.ترکیب اسید چرب بعضی از روغن های گیاهی (درصد) (۱۳)

| اسید چرب / روغنها | ۱۴:۰ | ۱۶:۰ | ۱۸:۰ | ۲۰:۰ | ۲۲:۰ | ۲۴:۰ | ۱۶:۱ | ۱۸:۱ | ۱۸:۲ | ۱۸:۳ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| زیتون | ناچیز | ۱۴ | ۲ | ناچیز | – | – | ۲ | ۶۴ | ۱۶ | – |
| ذرت | – | ۱۳ | ۴ | ناچیز | ناچیز | – | – | ۲۹ | ۵۴ | – |
| سویا | ناچیز | ۱۱ | ۴ | ناچیز | ناچیز | – | – | ۲۵ | ۵۱ | ۹ |
| بادام زمینی | ناچیز | ۶ | ۵ | ۲ | ۳ | ۱ | ناچیز | ۶۱ | ۲۲ | – |
| پنبه دانه | ۱ | ۲۵ | ۳ | ۱ | – | – | ۲ | ۲۴ | ۴۴ | – |
| پالم | ۱ | ۴۸ | ۴ | – | – | – | – | ۳۸ | ۹ | – |
| هسته پالم | ۱۴ | ۹ | ۱ | ناچیز | – | – | ناچیز | ۱۸ | ۱ | – |
| نارگیل | ۱۸ | ۱۰ | ۲ | ناچیز | – | – | ناچیز | ۸ | – | – |
| گلرنگ | ناچیز | ۸ | ۳ | ناچیز | – | – | – | ۱۳ | ۷۵ | ۱ |
| کنجد | – | ۱۰ | ۵ | – | – | – | – | ۴۰ | ۴۵ | – |
| *آفتابگردان* | – | *۱۱* | *۶* | – | – | – | – | ۲۹ | ۵۲ | – |

## ۲-۲- ترکیبات شیمیایی چربیها (روغنها)

ساختار شیمیایی چربیها (روغنها) تری گلیسیرید می باشد که سه مولکول اسید چرب با یک مولکول گلیسرول (الکل سه ظرفیتی) طی واکنش استری شدن ترکیب شده اند. تری گلیسرید طی واکنش آبکافت می تواند به گلیسرول و اسید چرب تجزیه شود. تفاوت چربیها و روغنها بستگی به ترکیب نوع اسید چرب تشکیل دهنده ساختار تری گلیسیرید دارد.

### ۲-۲-۱- گلیسرول

گلیسرول یک الکل سه ظرفیتی است که در سال ۱۷۸۳ میلادی توسط یک داروساز سوئدی به نام شل هنگامیکه بر روی روغن زیتون تحقیقاتی انجام می داد کشف شد. نام آن از مواد شیرین کننده (لغت یونانی) گرفته شده است (۲۰).

## ۲-۳- کلسترول

کلسترول یک الکل استروئیدی با ساختار شیمیایی $C_{۲۷} H_{۴۵} OH$ است. کلسترول در تمامی بافتهای حیوانی به ویژه در بافت های مغزی، کبد، کلیه ها، غدد فوق کلیوی، جسم زرد تخمدان و همچنین در خون به وفور وجود داشته و از اجزای تشکیل دهنده صفرا می باشد (۱۶،۵۰). کلسترول برای سنتز ویتامین D در پوست و برای سنتز هورمون های مختلف مثل هورمون های جنسی (تستوسترون و استرادیول) لازم است. کلسترول در بدن بخصوص در کبد و کلیه ها سنتز می شود. بیشتر کلسترول موجود در بدن در کبد ساخته می شود .اما بخشی از آن از طریق غذاهای غنی از چربی مثل چربی های حیوانی، شیر و زرده تخم مرغ جذب بدن می شود. کلسترول پیش ساز اسیدهای صفراوی و هورمون های استروئیدی است و وجود آن برای انجام متابولیسم صحیح بدن و اعمال تولید مثلی، ضروری است.

کلسترول خالص ماده جامد متبلور سفید رنگی است، که در آب نا محلول بوده اما در حلال های آلی مانند اتر، کلروفرم، بنزن و الکل به آسانی حل و پس از تبخیر این حلال ها کلسترول به دست می آید.

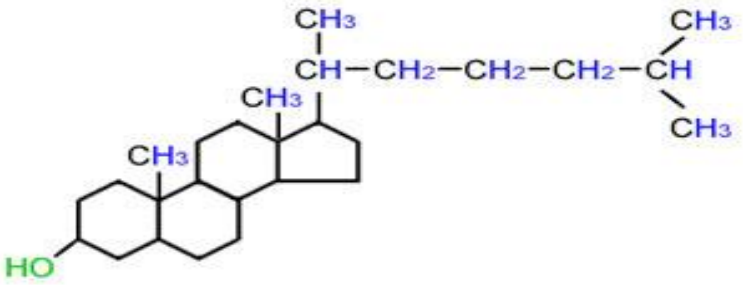
کلسترول در واقع یک نوع چربی پیچیده است که در ساختار بدنی حیوانات و انسان وجود دارد و جزء ضروری غشاء سلول های بدن است ( ۶، ۸، ۱۷).

### ۲-۳-۱- ساختمان کلسترول

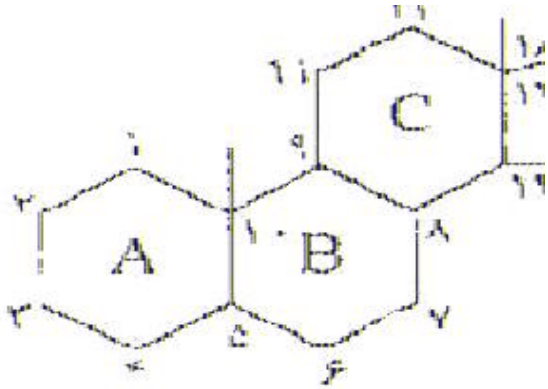
کلسترول جزء لیپیدهای غیرصابونی شونده است و از نظر طبقه بندی به گروه استروئیدها تعلق دارد.

استروئیدها مشتقات هسته سیکلوپنتا نو پرهیدروفنانترن بوده و دارای سه حلقه شش ضلعی فنانترن و یک حلقه پنج ضلعی می باشند.

استروئیدها به مقدار بسیار کم در سلول ها وجود دارند و فقط یک نوع از آنها که به طورکلی استرول نامیده می شود در سلول ها بسیار فراوان است. استرول ها یک عامل الکلی روی کربن شماره سه و یک زنجیره کربنی روی کربن شماره ۱۷ دارند. کلسترول فراوان ترین نوع استرول در بافت های حیوانی است که به صورت آزاد و استریفیه وجود دارد. به دلیل وجود عامل الکلی بر روی کربن شماره سه،کلسترول با اسید ها پیوند استری و با الکل ها پیوند اتری تشکیل می دهد (۱۱).




**(شکل ۲-۱) ساختار شیمیائی کلسترول**




**شکل (۲-۲) هسته سیکلوپنتانو پرهیدروفنانترون(۱۱)**

## ۲-۳-۲- ساخت کلسترول در بدن

کلسترول در بدن توسط سلول های بافت های مختلف مانند روده، غدد فوق کلیوی، بیضه ها، تخمدان ها، بافت عصبی و کبد ساخته می شود (۹۸). انسان و حیوانات بزرگ قادر به ساخت کلسترول مورد نیاز بدن خود هستند و بیشتر کلسترولی که در بدن وجود دارد، در بدن ساخته می شود و فقط بخش کمی از آن ناشی از منابع خوراکی است. کبد و روده ها محل اولیه ساخت کلسترول در بدن انسان هستند. حیوانات پست تر به کلسترول غذایی به عنوان یک ماده مغذی ضروری نیاز دارند چون آنها، توانایی ساخت کلسترول در بدن خود را ندارند. بنابراین این حیوانات برای نگهداری و انجام اعمال حیاتی به صورت طبیعی به کلسترول نیاز دارند(۹۸). پروتئین ها، کربوهیدرات ها و چربی ها در فرآیند تولید انرژی در بدن شکسته و تبدیل به استات می شوند. در بافتهای بدن، کلسترول همچون اسیدها ی چرب از تراکم ذرات استیل کوآنزیم آ ساخته می شود. بنابراین استیل کوآنزیم آ ماده اولیه در ساخت کلسترول می باشد. مراحل تبدیل استیل کوآنزیم آ به کلسترول را به دو مرحله خطی و حلقوی می توان تقسیم کرد. در مرحله خطی نخست دو مولکول استیل کوآنزیم آ متراکم شده و استر استیل کوآنزیم آ تولید می کنند.

سپس این ماده با یک مولکول استیل کوآنزیم آ دیگر ترکیب شده و به بتا هیدروکسی بتا-متیل گلوتاریل کوآنزیم آ و سپس به اسید موالونیک تبدیل می گردد. ذرات اسید موالونیک به نوبه خود متراکم و شش مولکول آنان با از دست دادن شش مولکول انیدریدکربنیک یک مولکول اسکوآلن می سازند. در مرحله حلقوی اسکوالن طی چند واکنش متوالی ابتدا به یک ماده حد واسط یعنی لانوسترول تبدیل شده و در نهایت کلسترول تولید می گردد(۱۱، ۱۶، ۱۹، ۹۸).

## ۲-۳-۳- کلسترول زرده تخم مرغ

کبد و تخمدان، مرکز اولیه سنتز کلسترول در پرندگان تخم گذار هستند. کبد منبع اصلی چربی های موجود در زرده تخم مرغ است (۱۲۸، ۱۲۹).

اگرچه بیشتر کلسترول موجود در زرده در کبد ساخته و به شکل لیپوپروتئین به وسیله خون منتقل شده و به داخل فولیکولهای رشد کرده ترشح می شود اما غلظت کلسترول پلاسما ارتباط نزدیک با مقدار کلسترول زرده ندارد (۹۶، ۱۱۷، ۱۲۵، ۱۳۰).

سنتز کلسترول یک فرآیند فعال است و تحت کنترل فاکتورهای زیادی است. مرحله اول در تشکیل کلسترول از استیل کوآنزیم آ، مرحله مشترک در سنتز سایر ترکیبات متابولیکی مانند اجسام کتونی و اسیدهای چرب است. در بیشتر حیوانات، سنتز کلسترول به وسیله خود کلسترول کنترل می شود. افزایش مقدار ذخیره بدنی کلسترول از طریق افزودن کلسترول به جیره و یا با افزایش سنتز کلسترول در بدن باعث می شودکه میزان ساخته شدن کلسترول ازطریق مکانیزم کنترل خودتنظیمی،کاهش یابد (۹۸).

تخم مرغ از نظر میزان کلسترول بالاتر از سایر منابع دامی نظیر گوشت، ماهی، شیر و فرآورده های آنها قرار دارد(۱، ۲، ۸، ۱۴، ۱۵، ۹۸). از نظر سلامت عمومی جامعه، تخم مرغ یکی از منابع غذایی بحث برانگیز است .آگاهی در مورد رابطه بین چربی غذا و پیشرفت بیماری تصلب شرایین منجر به انتشار یک سری گزارشات مبنی بر تغییر رژیم غذایی انسان شده است. همچنین توصیه هایی برای کا هش کل مقدار چربی و نسبت اسیدهای چرب اشباع به غیراشباع و مصرف کل کلسترول به کمتر از ۳۰۰ میلی گرم در روز گردیده است. بر اساس گزارش استادلمن وهمکاران (۱۹۸۹)، متوسط مقدار کلسترول در یک تخم مرغ ۲۱۳ میلی گرم است. مقادیر مشابهی که به وسیله وورلاوا و همکاران (۲۰۰۱) گزارش شده، از ۲۱۰ تا ۲۴۰ میلی گرم متغیر هستند. به نحوی که مصرف زیاد کلسترول، مقدار کلسترول خون انسان را تحت تأثیر قرار می دهد. ارتباط کلسترول مصرفی و مصرف تخم مرغ به وسیله بسیاری از محققین مطالعه شده است (۱۲۴). درکی که عموم مردم از تخم مرغ به عنوان یک منبع مهم کلسترول در رژیم غذایی شان دارند، اغلب به عنوان یک عامل معنی دار در کاهش مصرف آنها مؤثر است (۱۰۵). به همین علت، غالباً درصنعت طیور تولید کنندگان معتقدند که تخم مرغ هایی با کلسترول پایین تر می تواند نظر مصرف

کنندگان را به مصرف بیشتر تخم مرغ جلب نماید که از لحاظ اقتصادی به نفع تولید کنندگان تخم مرغ می باشد. بنابراین تلاش هایی درخصوص کا هش مقدار کلسترول زرده تخم مرغ از طریق تغییرات جیره ای، دخالت مواد دارویی و یا انتخاب ژنتیکی صورت گرفته است (۶۲) منابع موجود حاکی از وجود اختلاف نظر در مورد مقاوم بودن میزان کلسترول زرده تخم مرغ به تغییرات می باشد. اما با این وجود، تلاش ها در این زمینه متوقف نگردیده است. آزمایش هوو و همکاران (۱۹۹۹) که در ۴۰ هزار مرد و ۸۰ هزار زن انجام شد نشان داد که مصرف روزانه یک عدد تخم مرغ در افراد سالم، احتمال بروز بیمای قلبی را افزایش نمی دهد. همچنین محققین مصرف روزانه یک عدد تخم مرغ را در طول ۳ هفته مورد مطالعه قرار دادند و گزارش کردند که افزایش لیپو پروتئین ها با دانسیته کم پلاسما و کاهش لیپو پروتئین ها با دانسیته زیاد به میزان ۱۱ درصد مشاهده گردیده است.

### ۲-۳-۴- جذب و دفع کلسترول

تقریباً دو سوم کلسترول موجود در ذخیره بدنی ساخته می شود. در حالی که یک سوم آن در شرایط طبیعی از جیره وارد بدن می شود(۹۸). بنابراین کلسترول ورودی به ذخیره بدنی ترکیبی از جذب جیره ای و سنتز در بدن است، که سنتز کلسترول در بدن بیشتر است. کلسترول خروجی ناشی از دفع استرول های طبیعی از کبد و روده ها به داخل مدفوع و همچنین اسیدهای صفراوی که از اکسیداسیون کلسترول در کبد حاصل می شوند و از طریق مدفوع دفع می شوند. مقدار کمی از استرول های خروجی همچنین از طریق پوست، ادرار و ترشحات دستگاه تناسلی دفع می شوند(۱۶، ۹۸). در مرغ مسیر اصلی دفع کلسترول از طریق تخم مرغ است. استرول های اسیدی و خنثی دفعی، دومین مسیر اصلی برای حذف کلسترول است. در مرغ های تغذیه شده با جیره های با پروتئین بالا، سرعت سنتز وتخریب کلسترول پلاسما افزایش می یابد،که با افزایش دفع استروئید های خنثی و اسید های صفراوی همراه است. در جیره های معمولی کم چربی در مرغ های تخمگذار، مقدارکل استروئید های دفعی از طریق مدفوع فقط ۱۰ میلی گرم برای هر مرغ است که خیلی کمتر از مقداری است که از طریق تخم مرغ دفع می شود (۸). جیره های حاوی چربی های غیراشباع باعث افزایش قابل توجه دفع استروئید ها از طریق مدفوع می شوند، که تقریباً مشابه آن چیزی است که در تخم مرغ وجود دارد. میزان دفع استرول های خنثی بسیار متغیر است و بیشتر به ماهیت و مقدار چربی جیره ای بستگی دارد (۶۵).

## ۲-۴- عوامل مؤثر بر کلسترول زرده تخم مرغ

عوامل متعددی می توانند باعث تغییر در میزان کلسترول تخم مرغ گردند که مهمترین آنها عبارتند از: فاکتور های ژنتیکی، نژاد، سن مرغ و ترکیبات جیره.

## ۲-۴-۱- عوامل ژنتیکی

محققین میزان وراثت پذیری کلسترول زرده را در محدوده ۰/۲۱ تا ۰/۲۶ و برخی دیگر هم در حدود ۰/۰۴ تا ۰/۱۸ اعلام کرده اند و این موضوع نشان می دهد که پتانسیل برای تغییر مقدار کلسترول زرده به وسیله انتخاب ژنتیکی وجود دارد. این برآوردها همچنین نشان می دهد که میزان پیشرفت ژنتیکی بین جمعیت های پرندگان، متفاوت است (۵۶، ۶۹، ۷۱). مطالعات زیادی در مورد انتخاب های ژنتیکی برای کاهش کلسترول زرده انجام شده است. کانینگهام و همکاران(۱۹۷۴) گزارش کردند که بعد از یک نسل انتخاب، مقدار کلسترول زرده تخم مرغ در داخل دو لاین از جمعیت مر غ های لگهورن سفید که به صورت واگرا[۱] (دوطرفه) برای مقدار کلسترول انتخاب شده بودند به میزان ۵/۳ درصد به طور معنی داری متفاوت از سایرین بود. در مطالعات واشبورن وهمکاران (۱۹۷۶)، انتخاب برای مقادیر بالا و پایین کلسترول در داخل لاین پایه نشان می دهد که انتخاب عملاً مؤثر واقع می شود اما فقط به سمت حد بالای کلسترول. آنها پیشنهاد کردند که یک حد پایین برای مقدار کلسترول زرده وجود دارد به دلیل اینکه یک جنین در حال رشد نیاز زیادی به استرول دارد. همچنین انتخاب واگرا یا دو طرفه برای کلسترول زرده همبستگی منفی با تعداد تخم مرغ ها دارد و هیچ گونه تغییری در کل کلسترول خروجی روزانه در بین لاین ها دیده نشده است. بنابراین نیاز جنین به کلسترول نشان می دهد که انتخاب طبیعی در برابر انتخاب مصنوعی برای کاهش کلسترول زرده مقاومت می کند(۲۳، ۲۵، ۷۰).

مطالعات بعدی همین محققین نشان می دهدکه وزن تخم مرغ و وزن زرده در لاین کلسترول زیاد به طور معنی داری بیشتر از لاین کلسترول کم است. .همچنین وقتی که مقدار کل کلسترول براساس مقدارکل زرده یا گرم ماده خشک بیان می شود اختلاف بین لاین های با کلسترول کم و زیاد(حدود ۳۰ درصد) مشابه همان مقدار تفاوتی است وقتی که مقادیر براساس میلی گرم کلسترول در گرم زرده بیان می شود. درتحقیق آناش و همکاران (۱۹۸۵) به منظور کاهش کلسترول زرده در سه نسل جمعیت مرغ های لگهورن سفید با موفقیت همراه بود به نحوی که کلسترول تخم مرغ در نسل سوم به مقدار ۵/۴ درصد(یا ۹ میلی گرم در هر تخم مرغ) کاهش پیدا کرد. اگرچه این کاهش کلسترول به میزان ۱۰ میلی گرم از لحاظ کاربردی، معنی دار نیست. علی و همکاران (۱۹۷۷) اهمیت واریانس ژنتیکی افزایشی وغیرافزایشی را در وراثت پذیری کلسترول زرده و خون مرغ ها بررسی کردند. این محققین بیان کرد که براساس اثرات متقابل پدر و مادر که برای این دو صفت مشاهده شده، اثر ژن های غیر افزایشی در وراثت پذیری کلسترول زرده و خون اهمیت زیادی دارد. همچنین این محققین همبستگی منفی معنی داری در هر دو سطح فنوتیپ و ژنوتیپ بین میزان تخمگذاری و مقدار کلسترول زرده گزارش کرد (در سطح تولید بالاتر، میزان کلسترول زرده کمتر است) نتایج آزمایشات بارتوف و همکاران(۱۹۷۱) هم این یافته ها را تأیید می

[۱] Divergent

کند(۳۰) بر طبق مطالعه آنسا و همکاران (۱۹۸۵) ضریب همبستگی کلسترول زرده با وزن زرده، وزن تخم مرغ و تولید تخم مرغ تا سه نسل، غیرمعنی دار بود. در نسل سوم، وزن زرده و تولید تخم مرغ همبستگی منفی با کلسترول زرده داشت که این با گزارش سایر محققین همخوانی دارد(۲۱، ۳۱، ۵۳، ۱۲۵). بنابراین در پاسخ به انتخاب ژنتیکی، کاهش کلسترول زرده کم و ناچیز است و نتیجه کاهش میزان تولید تخم مرغ است و شاید دلیل آن حفظ حداقل سطح ترشح کلسترول به داخل تخم مرغ باشد (۷۳). واشبورن و نیکس (۱۹۷۴) انتخاب را در مورد لاین هایی با کلسترول بالا و پایین انجام دادند که در نتیجه آن، لاین با کلسترول بالا دارای مقدار کلسترول ۲/۸±۲۲/۸ میلی گرم در گرم زرده و لاین با کلسترول پایین حاوی مقدار ۱/۲±۱۹/۲ میلی گرم در گرم زرده بود. وراثت پذیری در لاین کلسترول بالا ۰/۳ و در لاین کلسترول کم ۰/۲ تخمین زده شده است.

### ۲-۴-۲- نژاد

میزان کلسترول زرده بسته به گونه پرنده، نژاد و سویه متغیر است (۲۴، ۴۵، ۵۵، ۱۰۷، ۱۱۹). چاند و همکاران (۱۹۸۰) مقدار کلسترول را در گونه های مختلف مرغ با هم مقایسه کردند و نتیجه گرفتند که مرغهای تخمگذار، مقدار کلسترول کمتری نسبت به بلدرچین ژاپنی، بوقلمون، اردک و کبوتر دارند .تفاوت در مقدار کلسترول تخم مرغ در سویه های مختلف توسط کیچا و همکاران (۱۳۷۹) گزارش شد. آنها بیان کردندکه در مرغ های لگهورن سفید مقدار ۷/۸۲±۲۲۷/۸ میلی گرم کلسترول در هر تخم مرغ، تخم مرغ های بولادی سفید مقدار ۹/۱۶±۲۰۷/۳ میلی گرم، تخم مرغ های فایومی مقدار ۹/۳±۲۳۷/۴ میلی گرم کلسترول در هر تخم مرغ وجود دارد. بیر و ماریون (۱۹۸۷) گزارش کردند که اختلاف معنی داری در مقدار کلسترول در هفت لاین همخون مرغ ها وجود داشت. تفاوت در مقدار کلسترول بین نژادها و لاین های همخون، امکان استفاده از انتخاب ژنتیکی برای کلسترول زرده کمتر را فراهم می کند(۳۶، ۷۱).

### ۲-۴-۳- سن مرغ

ساخت کلسترول در مرغ با رسیدن به سن بلوغ افزایش می یابد. بررسی ها نشان می دهد که در مرغ جوان احتمالاً آنزیم های تکامل یافته برای ساخت کلسترول وجود ندارد و با رسیدن به سن بلوغ این آنزیم ها به تدریج کامل شده و قدرت ساختن کلسترول و سایر لیپید ها را پیدا خواهند کرد. نتایج حاصل از یک آزمایش نشان می دهد که میزان کلسترول تخم مرغ با افزایش سن افزایش می یابد. اما این اثر تقریباً به طور کامل به واسطه افزایش در اندازه تخم مرغ ها بوده و غلظت های کلسترول در تخم مرغ ها با افزایش سن تغییر پیدا نکرده است (۵۶، ۹۸). در مورد ارتباط سن با مقدار کلسترول نتایج متفاوتی توسط محققین گزارش شده است. اولتیجن و دینیوس(۱۹۷۵) گزارش کردند که مقدار کلسترول در فصل

های سال متغیر است و مقدار کلسترول تخم مرغ در فصل زمستان بالاترین مقدار است. همچنین آنها مشاهده کردندکه تخم مرغ های مربوط به مرغ های مسن، کلسترول کمتری دارند. همچنین گیسل وهمکاران (۱۹۷۶) مقادیر معنی دار بالایی کلسترول در تخم مرغ هایی که به وسیله مرغ های جوان گذاشته می شود نسبت به مرغ های مسن گزارش کردند. در تحقیقی که توسط وورلاوا و همکاران (۲۰۰۱). انجام شده، کمترین مقدار کلسترول در شروع دوره تخمگذاری دیده شده بعد از آن مقدار کلسترول از دو و سه هفتگی دوره تخمگذاری افزایش پیدا کرده و در سه هفتگی به پیک رسیده و چهار هفتگی مقدار کمی کاهش داشته و بعد از آن تا پایان دوره تخمگذاری تغییری نکرده است.

## ۲-۴-۴- عوامل تغذیه ای موثر بر کلسترول تخم مرغ

در سال های اخیر مطالعه متابولیسم کلسترول در مرغ های تخمگذار مورد توجه زیادی قرار گرفته است .مقدار کلسترول تخم مرغ به وسیله تیمارهای تغذیه ای و دارویی در مرغ های تخمگذار می تواند تغییر کند. اثر عوامل جیره ای مختلفی به ویژه مصرف روغن ها و استرول ها بر روی مقدار کلسترول زرده بررسی شده اند (۱، ۳۵، ۴۰، ۱۱۳).

### ۲-۴-۴-۱- اثر کلسترول جیره ای و استرول های گیاهی بر میزان کلسترول زرده

کلسترول جیره یکی از فاکتورهای مهمی است که مقدار کلسترول زرده را تحت تأثیر قرار می دهد. اگرچه توانایی مرغ های تخمگذار در جذب کلسترول جیره ای وابستگی زیادی به نوع چربی جیره ای دارد. در آزمایشی که توسط سیم و براگ (۱۹۷۷) انجام شد نتیجه گرفتند که افزودن کلسترول به جیره حاوی روغن گلرنگ، باعث افزایش معنی دار مقدار کلسترول سرم و زرده تخم مرغ شد درحالی که کلسترول در ترکیب با روغن نارگیل هیدروژنه شده، مقدار کلسترول سرم را تغییر نداد. مطالعات زیادی نشان داده که کلسترول جیره ای به طور قابل توجهی (۲۵ درصد یا بیشتر) مقدار کلسترول تخم مرغ را افزایش می دهند (۳۴، ۷۴، ۱۱۷). که در واقع نتیجه افزایش دفع کلسترول به داخل تخم مرغ و نگهداری سطح کلسترول خون در حد نرمال است. علاوه بر این، سنتز داخلی کلسترول از استات کاهش پیدا می کند و دفع استرول خنثی در مدفوع با تغذیه کلسترول افزایش می یابد (۱۱۴، ۱۲۹). اثر استرول های گیاهی بر متابولیسم کلسترول در جوجه ها و در مرغ ها توسط محققین زیادی مطالعه شده است(۱۱۳، ۱۲۶). استرول های گیاهی اثر ضد کلسترول در جوجه ها و حیوانات آزمایشگاهی دارند. مکانیسم عمل ضد کلسترولی این استرول ها بدین صورت است که یک کمپلکس غیرقابل جذب از استرول های گیاهی و کلسترول در ناحیه جذب روده ای تشکیل می شود (۱۱۳). همچنین در مطالعه سیم و همکاران (۱۹۸۰) مکانیسم عمل استرول های گیاهی در متابولیسم کلسترول بدین صورت بیان شده که از جذب کلسترول

در روده جلوگیری می کنند. به دلیل اینکه میزان دفع متابولیت های استرول وقتی که سوی استرول و کلسترول تغذیه می شوند افزایش می یابد.

کلارنبورگ و همکاران(۱۹۷۱)، بیان نمودند که بتا - سیتواسترول وقتی همراه یا بدون کلسترول تغذیه می شود، میزان کلسترول زرده را کاهش می دهد و خود استرول در زرده هم یافت می شود این مسئله پیشنهاد می کند که جایگاه جذبی تنها محل عمل استرول های گیاهی نیست. سیم و براگ(۱۹۷۷) کاهش معنی داری در مقدار کلسترول سرم و زرده (در دامنه ۳۳-۱۶ درصد بسته به وجود چربی در جیره) مشاهده کردند، وقتی که۲ درصد استرول به جیره حاوی روغن اشباع یا غیر اشباع همراه یا بدون کلسترول اضافه می شود. علاوه بر این سیم و همکاران (۱۹۸۰) در مطالعه ای میزان ابقاء استرول و دفع آن از طریق مدفوع را اندازه گیری کردند و شواهدی برای اثبات این موضوع که استرول های گیاهی جیره ای که با جذب کلسترول مقابله می کنند و در میزان برابر با کلسترول جذب می شوند، بدست نیاورند. این نتایج و یافته های کلارنبورگ (۱۹۷۱) نشان می دهد که جایگاه عمل استرول های گیاهی در تنظیم متابولیسم کلسترول در مرغ به جایگاه جذبی محدود نمی شود، در واقع این استرول ها اثرات خود را از طریق افزایش میزان سوخت و ساز کلسترول و افزایش میزان دفع از طریق صفرا بیشتر از تأثیر بر روی جذب کلسترول اعمال می کنند.

ویز و همکاران(۱۹۶۷) گزارش کردند، که افزودن یک درصد بتا -سیتو استرول به جیره پایه با چربی کم، اثری بر مقدار کلسترول زرده نداشته به استثنای اینکه، افزایش کلسترول در خون و روده که به وسیله کلسترول جیره ای ایجاد می شود را به تأخیر می اندازد. اگرچه افزودن بتا -سیتو استرول به جیره حاوی روغن گلرنگ، کلسترول خون را کاهش داده (۲۲ درصد) و کلسترول زرده تخم مرغ را افزایش می دهد (تقریباً ۲۹ درصد).

کودچودکار و همکاران (۱۹۷۶) با استفاده از کروماتوگرافی گازی و اسپکترومتری دریافتند که مقدار خیلی کمی بتا - سیتو استرول از روده جذب می شود و مقدار خیلی کمی هم به داخل زرده منتقل می شود .این نتایج موافق با یافته ها در سایر گونه های از جمله انسان است که استرول های گیاهی به آسانی از روده کوچک جذب نمی شوند(۱۲۱).

کلارنبورگ و همکاران(۱۹۷۱) سطوح صفر، یک، دو و چهار درصد بتا - سیتواسترول را به جیره مرغ های تخمگذار اضافه کردند و گزارش کردند که استرول های گیاهی، کلسترول تخم مرغ را به میزان ۳۵ درصد کاهش می دهند و بر خلاف یافته های کودچودکار و همکاران(۱۹۷۶)، این محققین عنوان کردند که مقادیر معنی دار بتا - سیتواسترول به داخل زرده تخم مرغ منتقل می شود. مشتقات اکسیژنه کلسترول به عنوان ممانعت کننده آنزیم بتا هیدروکسی - بتا -متیل گلوتاریل کوآنزیم آ ردوکتاز ، آنزیم محدود کننده سرعت بیوسنتز کلسترول در غلظت های پایین جیره ای نسبت به کلسترول خالص شناخته شده است. این ترکیبات اکسیژنه ممکن است در کاهش کلسترول زرده از طریق فعالیت ممانعت کنندگی در

سنتز مؤثر باشند(۷۳). وارگاس و همکاران (۱۹۸۹) دریافتند که در شرایط تغذیه طبیعی، مرغ های تخمگذار قادر به سنتز کلسترول بیشتر از حد نیاز برای ترشح به داخل زرده هستند بنابراین میزان ممانعت از فعالیت بتا هیدروکسی - بتا -متیل گلوتاریل کوآنزیم آ ردوکتاز باید بیشتر از ۴۳ درصد برای تغییر میزان کلسترول باشد.

**۲-۴-۴-۲- اثر چربی های اشباع و غیراشباع بر روی کلسترول تخم مرغ**

توانایی مرغ برای جذب کلسترول جیره ای زیاد است به نحوی که میزان این توانایی به ماهیت چربی جیره ای بستگی دارد. وایز و همکاران (۱۹۶۷) و بارتوف و همکاران (۱۹۷۱) نشان دادند که وجود سطوح بالای چربی های غیر اشباع در جیره باعث افزایش کلسترول زرده تخم مرغ می شود. مقدار کلسترول تخم مرغ وقتی که چربی های اشباع استفاده می شود به همان اندازه افزایش نمی یابد. با مصرف چربی های غیراشباع، سنتز کلسترول در کبد افزایش می یابد(۱۳۱). با تغذیه چربی های اشباع، سرعت سنتز کل لیپید کاهش می یابد اما سنتز کلسترول نسبت به گروه کنترل تغییری نمی کند. این نتایج نشان می دهد که از آنجایی که کلسترول ترشح شده به داخل تخم مرغ از کبد ناشی می شود با افزایش سنتز کلسترول در کبد که با تغذیه چربی های غیراشباع با چند باند دوگانه ایجاد می شود باعث افزایش دفع کلسترول به داخل تخم مرغ می شود. چربی های حیوانی یا اشباع، باعث افزایش بیوسنتز کلسترول درکبد نمی شوند. بنابراین میزان کلسترول زرده به همان میزانی که با تغذیه چربی های غیراشباع حاصل می شود افزایش نمی یابد(۷۱). در مغایرت با این یافته ها هیراتا و همکاران (۱۹۸۶) گزارش کردند که میزان کلسترول زرده تخم مرغ بین مر غ های تغذیه شده با روغن سویا، روغن نارگیل، روغن خوک و پیه گاوی تفاوتی ندارد .اگرچه ترکیب اسید چرب زرده به طور قابل توجهی به وسیله نوع چربی جیره تحت تأثیر قرار می گیرد. هبرت و همکاران (۱۹۸۷) گزارش کردند وقتی که هشت درصد روغن گلرنگ به مرغ ها تغذیه شود تخم مرغ های حاصل حاوی ۱۹۷±۲۲۴ میلی گرم کلسترول هستند در مقایسه با مقدار ۲۵±۲۲۴ میلی گرم کلسترول وقتی که همان مقدار روغن زیتون تغذیه می شود. پیرز و بوریل (۱۹۷۹) گزارش کردند، که افزودن روغن زیتون به جیره باعث کاهش کلسترول زرده می شود. انتقال کلسترول از کبد به تخمدان به وسیله ماهیت چربی جیره ای تحت تأثیر قرار گیرد. سنتز فسفولیپیدها - ترکیبات ضروری لیپو پروتئین ها - به وسیله چربی های غیراشباع افزایش می یابد درحالی که چربی های اشباع جیره ای به مقداری خیلی کمی برای سنتز فسفولیپیدها در کبد مرغ استفاده می شوند.

## ۲-۵- کلسترول پلاسمای خون

کلسترول پلاسما چه به حالت آزاد و چه به حالت استری در دو دسته لیپو پروتئینی، لیپو پروتئین ها با دانسیته بسیارکم و لیپو پروتئین ها بادانستیه کم جای دارند. در حالیکه شیلو میکرونها و لیپو پروتئینها بادانستیه زیاد کلسترول کمتری دارند. از آنجا که افزایش کلسترول پلاسما همچون تری گلیسریدها احتمال بروز عوارض قلبی-عروقی را افزایش می دهند، اندازه گیری دقیق آن در خون اهمیت شایانی دارد. میزان طبیعی غلظت کلسترول پلاسما بر حسب سن و جنس متغیر است. کلسترول پلاسما که به وسیله شیلومیکروها و لیپو پروتئینها با دانستیه بسیار کم جریان خون راه می یابند. پس از جذب تری گلیسریدهای این ذرات، در دسته های لیپو پروتئین ها بادانستیه زیاد، لیپو پروتئینها بادانستیه کم متمرکز می شود. ذرات لیپو پروتئینها بادانستیه کم بوسیله گیرنده های اختصاصی که در جدار یاخته های فیبروبلاست محیطی و یاخته های نسجی وجود دارد از راه اندوستیوز جذب این یاخته ها شده و تحت تأثیر آنزیم های لیزوزومی شکسته می شوند و کلسترول آزاد شده در بافت ها ذخیره می شود. هنگامی که گیرنده های ویژه لیپو پروتئین ها بادانستیه کم به اندازه کافی وجود نداشته باشد یا کار خود را به درستی انجام ندهد، میزان غلظت لیپو پروتئین ها بادانستیه کم و کلسترول در پلاسما افزایش یافته و کلسترول در یاخته های درون پوششی در رگ ها متراکم و خطر تصلب شرایین را پیش می آورد(۹، ۱۱، ۱۶، ۲۲).

### ۲-۵-۱- لیپوپروتئین ها

لیپو پروتئین های پلاسما شامل ۴گروه اصلی هستند(۹، ۱۱، ۱۶):

۱- شیلو میکرون ها که از جذب تری آسیل گلیسرول ها درروده بدست می آیند.

۲- لیپوپروتئین ها با دانسیته بسیار کم[۱] که تری آسیل گلیسرول را منتقل می کنند.

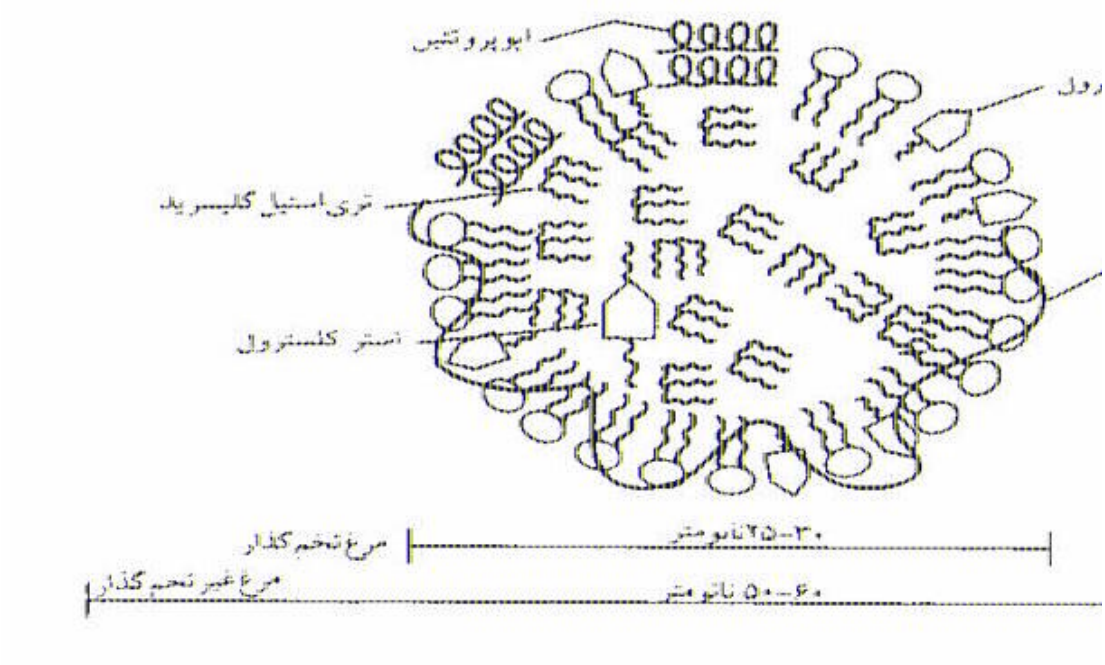
۳- لیپو پروتئین ها با دانسیته کم که نشان دهنده مرحله نهایی کاتابولیسم هستند.

۴- لیپو پروتئین ها با دانسیته زیاد که در متابولیسم لیپوپروتئین ها با دانسیته بسیار کم و شیلومیکرون و همچنین در انتقال کلسترول نقش دارند. لیپید اصلی موجود در شیلومیکرون و لیپوپروتئین ها با دانسیته بسیار کم، تری آسیل گلیسرول است درحالی که لیپیدهای اصلی موجود در لیپو پروتئین ها با دانسیته زیاد، لیپو پروتئین ها با دانسیته کم به ترتیب کلسترول و فسفولیپید می باشند.

کلسترول و استرول های آن در زرده تخم مرغ یافت می شود. که در زرده امولسیونی از لیپوپروتئین ها با دانسیته بسیار کم، لیپو پروتئین ها با دانسیته کم و لیپو پروتئین ها با دانسیته زیاد را تشکیل می دهند.

[۱] Very Low Density Lipoprotein.

لیپو پروتئین با دانسیته بالا به عنوان کلسترول خوب نام دارد و ۸ درصد زرده دهیدراته شده را تشکیل می دهد(۵۰). لیپو پروتئین ها با دانسیته کم به عنوان کلسترول بد شناخته شده وافزایش مقدار لیپوپروتئین ها با دانسیته کم ارتباط معنی داری با وقوع بیماری های مختلف دارد. شکل ۲-۳ یک لیپوپروتئین غنی از تری گلیسرید و تغییرات در آن جهت وارد شدن به زرده تخم مرغ را نشان می دهد(۳).




**شکل ۲-۳**

## ۲-۶- کلسترول و بیماریهای قلبی - عروقی

کلسترول یک لیپید آمفی پاتیک بوده و در نتیجه از اجزای ساختمانی مهم غشا ها و لایه خارجی لیپو پروتئین های پلاسماست. لیپو پروتئین ها، کلسترول آزاد را در گردش خون انتقال داده و این ترکیب به سرعت با کلسترول موجود در سایر لیپو پروتئین ها و غشاها به حالت تعادل در می آید. استر کلسترول یک شکل ذخیره ای کلسترول است که در اکثر نسوج وجود دارد. این ترکیب در بخش مرکزی هیدروفوب لیپو پروتئین ها منتقل می شود(۹، ۱۶). واسطه انتقال کلسترول و استر کلسترول به داخل بسیاری از بافت ها، لیپو پروتئین ها با دانسیته کم است. کلسترول آزاد توسط لیپو پروتئین ها با دانسیته زیاد از نسوج خار ج شده و به کبد منتقل می شود تا در آنجا به اسید های صفراوی تبدیل شود.

کلسترول از اجزای تشکیل دهنده مهم سنگ های صفراوی است. با این همه، نقش اصلی این ماده در فرآیندهای پاتولوژیک به صورت عامل آترواسکلروز در شریان های حیاتی بوده، منجر به بیماری های عروق مغز، عروق کرونر و عروق محیطی می شود. بروز آترواسکلروز در عروق کرونر با نسبت بالای

کلسترول لیپو پروتئین ها با دانسیته کم به لیپو پروتئین ها با دانسیته زیاد پلاسما نسبت مستقیم دارد (۱۱، ۱۶، ۲۲). پژوهشگران بسیاری نشان داده اند که بین تصلب شرایین و افزایش چربی ها ی سرم در انسان ارتباط وجود دارد و از بین انواع چربی های سرم، کلسترول بیش از همه مورد توجه قرار گرفته است . کلسترول وقتی که به مقدار نرمال در خون وجود داشته باشد هیچ نوع مشکلی ایجاد نمی کند. اما وقتی که مقدار اضافی کلسترول وجود داشته باشد باعث ایجاد مشکلاتی مثل بیماری کرونر قلب، افزایش فشار خون و مشکلات جریان خون می شود. مقدار زیاد کلسترول در خون منجر به شرایط هایپرکلسترولمی[۱] می شود. وقوع چنین عارضه ای در کشورهای صنعتی و توسعه یافته بیشتر است. اما افزایش زیادی از موارد این بیماری در کشورهای جهان سوم هم گزارش شده است. وقوع آن همچنین در قشر مرفه بیشتر و در طبقات ضعیف در همه جوامع کمتر است(۵۰).

افزایش مقدار لیپو پروتئین ها با دانسیته کم ارتباط معنی داری با وقوع بیماری های مختلف دارد. علاوه بر این، مقدار کم لیپو پروتئین ها با دانسیته زیاد هم با بیماری های مختلفی ارتباط دارد. از این رو، بعضی از محققین نسبت کلسترول لیپو پروتئین ها با دانسیته کم به لیپو پروتئین ها با دانسیته زیاد را بهترین عامل در پیش بینی وضع بیمار ارزیابی می کنند. باتوجه به نقشی که برای لیپو پروتئین ها با دانسیته کم در انتقال کلسترول به بافت ها و وظیفه ای که برای لیپو پروتئین ها با دانسیته زیاد در جمع آوری و پاک کردن کلسترول پیشنهاد گردیده اهمیت این نسبت را می توان توضیح داد(۹، ۱۶). مقدار اضافی لیپو پروتئین ها با دانسیته کم فرد را مستعد بیماری های خطرناکی مثل بیماری های عروق کرونر، تصلب شرایین می سازد که منجر به افزایش فشار خون و بیماری رگ های محیطی می شود . همچنین لیپو پروتئین ها با دانسیته کم سبب ایجاد سنگ در کیسه صفرا می شود. در بیمارانی با زمینه ارثی افزایش کلسترول، احتمال وقوع بیماری کرونر بیشتر است. مطالعات نشان داده که همبستگی مثبتی بین میانگین غلظت کلسترول پلاسما و مرگ و میر ناشی از بیماری کرونر وجود دارد(۴۹). آزمایشات کلینیکی اثبات کرده که کاهش سطح کلسترول پلاسما به وسیله رژیم غذایی و درمان دارویی باعث کا هش خطر توسعه بیماری های قلبی می شود (۵۰). مقدار تری گلیسرید و سایر انو اع چربی هم به طور معنی داری باعث افزایش استعداد بیماری می شوند. از بین لیپید های سرم، کلسترول بیش از سایر ترکیبات در رابطه با ایجاد بیماری های قلبی مورد توجه قرار گرفته است. به طور کلی بیماران مبتلا به عوارض شریانی ممکن است یکی از حالات غیر طبیعی زیر را داشته باشند:

۱- بالا بودن غلظت لیپوپروتئین ها با دانسیته بسیار کم (بیشتر تری آسیل گلیسرول ها) توأم با طبیعی بودن غلظت لیپو پروتئین ها با دانسیته کم که بیشتر حاوی کلسترول است.

۲- لیپو پروتئین ها با دانسیته کم بالا با لیپوپروتئین ها با دانسیته بسیار کم طبیعی

[۱] Hypercholesterolemia