مجله علوم كشاورزي ايران
جلد ۳۸، شماره ۲، سال ۱۳۸٦ (۳۴۷-۳۳۷)

اثر سطوح مختلف رنگدانه و منبع چربي، با و بدون آنزيم بر عملكرد و رنگ زرده تخم مرغ در مرغان تخمگذار

فائقه زعفريان[۱]، محمود شيوازاد*[۲]، علي نيكخواه[۳] و احمد زارع شحنه[۴]
۱، ۲، ۳، ۴، دانشجوي سابق كارشناسي ارشد، اساتيد و دانشيار پرديس كشاورزي و منابع طبيعي دانشگاه تهران
(تاريخ دريافت: ۸۳/۵/۳ - تاريخ تصويب: ۸۵/۹/۱۵)

چكيده

در آزمايشي استفاده از سطوح مختلف رنگدانه در جيره‌هاي حاوي منابع مختلف چربي با و بدون آنزيم (گريندازيم جي پي ۱۵۰۰۰) بر رنگ زرده تخم‌مرغ و عملكرد مرغان تخمگذار مورد ارزيابي قرار گرفت. آزمايش در قالب يك طرح كاملا تصادفي با روش فاكتوريل ۳×۲×۳ انجام گرفت،كه شامل۳ سطح رنگدانه، ۲ سطح آنزيم و ۳ منبع چربي بود. كلية جيره‌هاي غذايي از نظر درصد پروتئين خام و انرژي، يكسان در نظر گرفته شدند. اين آزمايش داراي ۱۸ گروه آزمايشي و سه تكرار براي هر گروه آزمايشي بود و در هر تكرار از شش قطعه مرغ تخمگذار سويه هاي‌لاين **W36** استفاده شد. جيره‌هاي آزمايشي شامل سه جيره پايه بر اساس روغن آفتابگردان، پيه و اسيدچرب با و بدون آنزيم و سه سطح رنگدانه (صفر ميلي‌گرم در كيلوگرم رنگدانه قرمز و زرد، ۱۱۰۰ ميلي‌گرم در كيلوگرم رنگدانه قرمز همراه با ۱۲۵ ميلي‌گرم در كيلوگرم رنگدانه زرد، ۱۵۰۰ ميلي‌گرم در كيلوگرم رنگدانه قرمز همراه با ۲۲۵ ميلي‌گرم در كيلوگرم رنگدانه زرد) بود. ثبت مقادير صفات مختلف با توجه به نوع آن صفت بطور روزانه و يا به صورت دوره‌اي انجام گرفته و در پايان دوره آزمايش جهت تعيين ميزان كلسترول خون و كلسترول تخم‌مرغ از هر گروه آزمايشي سه قطعه مرغ و سه عدد تخم‌مرغ بطور تصادفي انتخاب گرديد. نتايج حاصله نشان داد كه درصد توليد، ميانگين وزن تخم‌مرغ و ضريب تبديل غذايي بطور معني‌داري تحت تاثير سطوح رنگدانه، آنزيم و منبع چربي قرار نگرفت. اثرات نوع چربي براي ميزان كلسترول خون معني‌دار بودبطوريكه اسيد چرب با ميانگين ۱٤٦/٤٦ ميلي گرم در دسي ليتر و پيه با ميانگين ۱۸۸ /۷۸ ميلي گرم در دسي ليتر به ترتيب كمترين و بيشترين ميزان كلسترول را ايجاد كردند (**P** <۰/۰۵). اثر اصلي منبع چربي بر ميزان كلسترول زرده معني‌دار شد (**P** <۰/۰۵). بطوريكه پيه با ميانگين ۵/٦۵ ميلي گرم در گرم و آفتابگردان با ميانگين ٦/۸۵ ميلي گرم در گرم به ترتيب كمترين و بيشترين ميزان كلسترول زرده را ايجاد كردند. نتايج حاصله ازاثر اصلي رنگدانه تاثير معني‌داري بر رنگ زرده در هفته اول نشان داد (**P** <۰/۰۵). سطح دو و سه رنگدانه با ميانگين درجه ۱۰/٦٦۷ و سطح صفر رنگدانه با ميانگين درجه ۳/۳۳ به ترتيب بيشترين و كمترين تاثير را بر رنگ زرده گذاشتند . اثر اصلي آنزيم بر رنگ زرده معني‌دار نبود، در حاليكه اثر اصلي چربي بر رنگ زرده معني‌دار بود (**P** <۰/۰۵). پيه با ميانگين درجه ۹/۰٦ و اسيد چرب با ميانگين درجه ۸/۲۸ به ترتيب بيشترين و كمترين تاثير را بر رنگ زرده گذاشتند.

واژه‌هاي كليدي: مرغ تخمگذار، رنگدانه، آنزيم، چربي، رنگ زرده.

* نويسنده مسئول: محمود شيوازاد تلفن: ۰۲۶۱-۲۲۴۸۰۸۲ E-mail:shivazad@ut.ac.ir

مقدمه

تخم‌مرغ غني از پروتئين‌ها، چربيها، كربوهيدراتها، مواد معدني و ويتامين‌هاست كه در حالت بسيار ويژه‌اي در ساختمان آن توزيع شده‌اند، بطوريكه اين سطح از مواد مغذي در هيچ يك از محصولات غذايي ديگر مشاهده نمي‌شود(۱۴). حدود ٦۰ درصد وزن خشك زرده تخم مرغ را ليپيد تشكيل مي دهد. ليپيدها شامل تري گلسريد، فسفوليپيدها، كلسترول، گليكوسيد (سربروزيد) و ليپيدهاي بسيار كم ديگر هستند. اسيدهاي چرب اصلي موجود در تخم مرغ، اولئيك، پالمتيك، لينولئيك و استئاريك مي‌باشند. كلسترول حدود ۱/٦ درصد زرده خام و ۵ درصد ليپيدهاي زرده را تشكيل مي دهد.۸٤ درصد كلسترول زرده به صورت آزاد و بقيه به صورت استر كلسترول مي‌باشد (۱۸).كاروتنوييدهادسته ديگر از تركيبات زرده تخم مرغ مي‌باشند كه باعث رنگ زرده مي‌شوند. رنگ زرده تخم‌مرغ، يكي از صفات كيفي است كه امروزه بسيار مورد توجه قرار گرفته است. يكي از كارهايي كه در صنعت طيور در چند سال اخير شكل گرفته استفاده از رنگدانه مي‌باشد. كاروتنوييدها از خانواده تركيبات ترپنوييدها هستند كه بطور وسيعي در طبيعت گسترش دارند. حيوانات براي ذخيره كاروتنوييدها به مصرف جيره غذايي وابسته بوده و قادر به تغيير و تبديل ساختمان كاروتنوييدهاي مختلف خورده شده مي‌باشند. كاروتنوييدها، رنگدانه‌هاي طبيعي زرد، قرمز، و نارنجي هستند كه داراي ٤۰ كربن بوده و از هشت واحد ايزوپرن[1] تشكيل گرديده‌اند. اين ويژگي به كاروتنوييدها خاصيت رنگزايي داده و آنها را از ساير مولكول‌هاي موجود در سلول زنده متمايز مي‌كند. در بعضي از كشورها، اضافه نمودن رنگدانه‌هاي مصنوعي به جيرة طيور مجاز نمي‌باشد، براي مثال در آمريكا استفاده از كانتازانتين درتغذيه طيور ممنوع است (٦). اضافه نمودن اين تركيبات مصنوعي به جيره مرغان تخمگذار بايستي با بعضي از ملاحظات به كار رود (۱۱). به هر حال هنگاميكه تمايل براي رنگ زرده پررنگ وجود دارد اضافه نمودن رنگدانه‌هاي طبيعي به جيره بسيار مفيد مي‌باشد. از رنگدانه‌هاي مصنوعي مي‌توان به كانتازانتين، سيترانازانتين و از رنگدانه‌هاي طبيعي مي‌توان به رنگدانه موجود در گلبرگ گل هميشه‌بهار (لوتيين) و فلفل قرمز (كپسانتين) اشاره نمود.

فريتز (۱۹٦۲) گزارش كرد كه اضافه نمودن چربي به جيره اثر واضحي بر رنگ زرده ندارد. در مطالعات مربوط به انسان، نشان داده شده كه افزايش چربي جيره با افزايش جذب بتاكاروتن همراه مي‌باشد. كارانجوا و همكاران(۱۹۸٤) گزارش كردند كه سطح بالاي جو (۵۰ درصد) در جيره بدون اضافه نمودن چربي باعث كاهش رنگ زرده به مقدار سه تا شش درصد در مقايسه با جيره بر پايه گندم مي‌شود. روشن است كه عوامل ناشناخته‌اي در جو و تريتيكاله وجود دارند كه باعث كاهش رنگ زرده مي‌شوند و هنگاميكه چربي اضافه شود اين اثر بازدارندگي مهار مي‌گردد. مكاي و همكاران (۱۹٦۳) گزارش كردند كه اضافه نمودن چهار درصد چربي حيواني، وقتي منبع رنگدانه فلفل قرمز باشد، باعث بهبود رنگ زرده مي‌شود. درحاليكه ساليوان و هولمن (۱۹٦۲) گزارش كردند كه اضافه نمودن چهار درصد چربي حيواني اثري بر رنگ زرده مرغهايي كه با ذرت زرد و كنجاله سويا تغذيه شده بودند، نداشت. كارو و همكاران (۱۹۷۲) پيشنهاد كردند كه چربيهايي با نقطه ذوب پايين‌تر باعث رنگ زرده بالاتر شده و اسيدهاي چرب كوتاه زنجير و غير اشباع زنجير بلند باعث افزايش مصرف رنگدانه مي‌شوند. هميلتون و پارك‌هورست (۱۹۹۰) وقتي پيه، روغن زيتون و روغن آفتابگردان را در سطح چهار درصد به جيره مرغان تخمگذار اضافه نمودند، مشاهده كردند كه فقط پيه (كه از لحاظ اسيد چرب اشباع بلند زنجير غني مي‌باشد) باعث بهبود رنگ زرده مي‌شود. تايكووسكي و همكاران (۱۹۸۹) نشان دادند كه جذب لوتيين توسط اسيد چرب اشباع كوتاه زنجير (لوريك) و غير اشباع بلندزنجير (اولئيك) نسبت به اسيدهاي چرب بلندزنجير اشباع (استئاريك) بيشتر مي‌باشد. اين يافته‌ها بيان مي‌دارد كه چربي جيره بايستي نسبت اندكي از اسيدهاي چرب اشباع زنجير بلند را براي حداكثر جذب كاروتنوييدي داشته باشد.

با توجه به موارد فوق هدف از انجام اين تحقيق عبارت بود از:

1. Isoprene

۱. تعيين اثرات سطوح مختلف رنگدانه‌هاي طبيعي افزودني روي رنگ زرده تخم‌مرغ و ساير خصوصيات عملكردي مرغ تخمگذار

۲. تعيين اثرات منابع مختلف چربي روي رنگ زرده تخم‌مرغ

۳. تعيين اثرات كاربرد آنزيم (گريندازيم جي‌پي ۱۵۰۰۰) بر روي جذب رنگدانه و رنگ زرده تخم‌مرغ

٤. تعيين اثرات انواع مختلف چربي روي ميزان كلسترول خون و زرده تخم‌مرغ

مواد و روش‌ها

اين تحقيق در اواخر زمستان سال ۸۱ و اوايل بهار سال ۸۲، در محل سالن مرغ تخمگذار ايستگاه آموزشي-تحقيقاتي علوم دامي دانشكده كشاورزي دانشگاه تهران انجام شد. آزمايش بر روي مرغان تخمگذار سويه W_{36} هاي لاين صورت گرفت كه در مرحله نيمچگي و قبل از شروع تخمگذاري توسط ايستگاه تحقيقاتي دانشكده خريداري و به قفسهاي موجود در سالن منتقل شد. خصوصيات جيره غذايي و شرايط پرورش اعم از نور، دما و ساير مشخصات در مرحله نيمچگي و نيز بعد از تخم گذاري تا حد امكان مطابق با خصوصيات و شرايط توصيه شده موجود در آخرين راهنما و دستور العمل پرورش سويه هاي‌لاين W_{36} صورت گرفت. پس از مشخص نمودن گروه‌هاي آزمايشي، به منظور رفع تنش حاصل از اين جابجايي جيره پيش آزمايشي به مدت سه هفته به تمام واحدهاي آزمايشي تغذيه گرديد. پس از اين مدت، چند ركوردگيري در مورد وزن و تعداد تخم مرغ و رنگ زرده به عمل آمد، تا در صورت وجود تفاوت اوليه، به هنگام تجزيه داده‌ها، به عنوان عامل كوواريت، لحاظ گردد. آغاز مرحله اصلي مصادف با سن ۲٤ هفتگي مرغان بوده و آزمايش به مدت ٦۰ روز به طول انجاميد. اين تحقيق به صورت آزمايش فاكتوريل در قالب طرح كاملاً تصادفي انجام شد. فاكتورهاي مورد مطالعه، سه منبع چربي (روغن آفتابگردان، پيه و اسيد چرب) با و بدون آنزيم (گريندازيم جي‌پي ۱۵۰۰۰) با سه سطح رنگدانه بود. آزمايش در سه تكرار و هر تكرار شامل شش قطعه مرغ بود كه در دو قفس قرار داشتند و بين هر دو قفس يك قفس خالي قرار داشت. در مجموع ٥٤ واحد آزمايشي با تعداد ۳۲٤ قطعه مرغ مورد استفاده قرار گرفت. مدل آماري بكار رفته در اين آزمايش بصورت زير مي باشد.

$$y_{ijk}=M+F_i+E_j+P_k+(FE)_{ij}+(FP)_{ik}+(EP)_{jkt}+(FEP)_{ijk}+e_{ijk}$$

M = ميانگين صفت مورد بررسي

y_{ijk} = مقدار هر يك از مشاهدات

F_i = اثر مربوط به نوع چربي

E_j = اثر مربوط به آنزيم

P_k = اثر مربوط به سطوح مختلف رنگدانه

$(FE)_{ij}$ = اثر متقابل مربوط به دو عامل چربي و آنزيم

$(FP)_{ik}$ = اثر متقابل مربوط به نوع چربي و سطوح مختلف رنگدانه

$(EP)_{jk}$ = اثر متقابل مربوط به آنزيم و سطوح مختلف رنگدانه

$(FEP)_{ijk}$ = اثر متقابل سه جانبه مربوط به نوع مختلف چربي، با و بدون آنزيم و سطوح مختلف رنگدانه

E_{ijk} = خطاي آزمايشي.

داده‌هاي جمع‌آوري شده بوسيله نرم افزار SAS با برنامه GLM تجزيه و تحليل گرديد. مقايسه ميانگين‌ها با تست دانكن و در سطح پنج درصد انجام گرفت.

از آنجاييكه در سه هفته قبل از شروع آزمايش يك جيره كنترلي به همه مرغان تغذيه گرديد، علاوه بر جيره‌هاي آزمايشي يك جيره پيش آزمايش هم ساخته شد. لازم بذكر است كه احتياجات غذايي مرغان تخمگذار در اين تحقيق با استفاده از راهنماي پرورش، دستورالعمل سويه‌هاي لاين و تجزيه مواد غذايي با استفاده از راهنماي (NRC) سال ۱۹۹٤ مربوط به طيور محاسبه گرديد. هركدام از جيره‌هاي آزمايشي به دو گروه تقسيم شدند يك گروه بدون آنزيم و گروه ديگر حاوي آنزيم بود. آنزيم مورد استفاده در اين آزمايش حاوي۱۸۰۰۰ واحد آنزيمي ۱ ← ٤ ß گلوكاناز و ٤۳۰۰۰ واحد آنزيمي ۱←٤ ß زايلاناز در هر گرم آنزيم بود. براساس توصيه شركت توليدكننده[1] به ازاي هر كيلوگرم گندم موجود در جيره غذايي، مقدار آنزيم توصيه شده ۰/۳ گرم و به ازاي هر كيلوگرم جو موجود در جيره غذايي، مقدار آنزيم توصيه شده ۰/۲٥ گرم مي‌باشد. رنگدانه‌هاي طبيعي مورد استفاده در اين آزمايش شامل رنگدانه قرمز (بيوكاپس) و رنگدانه زرد(بيوگلد) بودند كه

۱- شركت بيوشم

جهت تامين رنگ مطلوب زرده به صورت مخلوط با يكديگر به خوراك افزوده مي‌شوند. اين رنگدانه‌ها به شكل پودر مورد استفاده قرار گرفت. روش كار جهت افزودن رنگدانه‌ها، بدين ترتيب بود كه ابتدا مقدار گزانتوفيل موجود در جيره پايه محاسبه شد. از آنجاييكه در جيره پايه، ذرت تنها منبع تامين‌كننده رنگدانه بوده و مقدار گزانتوفيل موجود در ذرت معادل با ۱۷ ميلي‌گرم در كيلوگرم مي‌باشد، بنابراين مقدار گزانتوفيل تامين شده از طريق خوراك محاسبه گرديد. سپس با توجه به مقدار گزانتوفيل خوراك و درجه رنگ مورد نظر كه درجه ۱۲-۱۱ (سطح دو رنگدانه) و ۱۳-۱۲ (سطح سه رنگدانه) بود، مقادير مورد نياز رنگدانه به خوراك افزوده شد. مقدار رنگدانه مورد نياز براي رسيدن به درجه رنگ ۱۲-۱۱ برابر با ۱۱۰۰ ميلي گرم در كيلوگرم رنگدانه قرمز (بيوكاپس) و ۱۲۵ ميلي‌گرم در كيلوگرم رنگدانه زرد (بيوگلد) و مقدار رنگدانه مورد نياز براي رسيدن به درجه رنگ ۱۳-۱۲ برابر با ۱۵۰۰ ميلي‌گرم در كيلوگرم رنگدانه قرمز و ۲۲۵ ميلي‌گرم رنگدانه زرد بود. بديهي است كه به سطح صفر رنگدانه، هيچگونه رنگدانه‌اي اضافه نشد و در اين سطح، تنها رنگدانه موجود در خوراك تامين كننده رنگ زرده بود.

رنگ زرده با استفاده از بادبزن رنگي[1] اندازه گيري شد. براي تعيين رنگ زرده هر هفته تعداد يك تخم مرغ از هر واحد آزمايشي (مجموعاً سه تخم مرغ از هر گروه آزمايشي) به طور تصادفي انتخاب و مورد ارزيابي قرار گرفت.

براي اندازه‌گيري كلسترول خون از روش آنزيماتيك استفاده گرديد. دراين روش تعداد سه مرغ از هر گروه آزمايشي انتخاب و از ورید زير بال به مقدار دو ميلي‌ليتر خون به وسيله سرنگ جمع‌آوري شد. خون تا قبل از انتقال به آزمايشگاه در يخچال مزرعه علوم دامي دانشكده و درحين انتقال در يخ نگهداشته شد. پس از مخلوط نمودن مدت ۲۰ دقيقه در درجه حرارت اتاق (۲۵-۲۰ درجه سانتيگراد) يا مدت ۱۰ دقيقه در دماي ۳۷ درجه قرار داده و سپس در اسپكتوفتومتر مقدار جذب نوري رنگ ايجاد شده براي استاندارد و نمونه‌ها مشخص گرديد. طول موج مورد استفاده ۵۴۶ نانومتر بود. بعد از بدست آوردن مقدار جذب نوري براي نمونه و استاندارد اين اعداد در فرمول زير قرار گرفت تا مقدار كلسترول سرم بدست آيد(۲۲).

تركيب مواد خوراكي و موادمغذي محتوي جيره هاي آزمايشي

مواد خوراكي(%)	جيره پايه آفتابگردان روغن	جيره پايه پيه حيواني	جيره پايه اسيد چرب
ذرت	۲۰	۲۰	۲۰
كنجاله سويا	۲۲/۴۴	۲۱/۰۱	۲۰/۹
گندم	۳۲/۰۱	۳۶/۱۷	۳۷/۶۷
جو	۷/۰۰	۷/۵۸	۶/۲۰
روغن آفتابگردان	۴	-	-
پيه	-	۴	-
اسيد چرب	-	-	۴
دي كلسيم فسفات	۱/۷۲	۱/۶۹	۱/۶۹
كربنات كلسيم	۶/۳۷	۶/۲۲	۶/۲۲
پودر صدف	۲	۲	۲
شن	۳/۱۵	-	-
نمك	۰/۳۸	۰/۳۷	۰/۳۶
مكمل ويتامينه[1]	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
مكمل مواد معدني[2]	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
ويتامين D_3	۰/۱	۰/۱	۰/۱
ويتامين E	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۸
دي ال ميتونين	۰/۲۱	۰/۲	۰/۲۱
ليزين هيدروكلرايد	۰/۰۴	۰/۰۷	۰/۰۸
مواد مغذي تامين شده			
انرژي قابل متابوليسم (كيلوكالري در كيلوگرم)	۲۷۵۰	۲۷۵۰	۲۷۵۰
پروتيين %	۱۶/۲۶	۱۶/۲۶	۱۶/۲۶
لينولئيك %	۳/۰۶۷	۰/۸۹۵	۳/۱۸
چربي %	۵/۸۴	۵/۸۳	۵/۹۱
فيبر خام %	۳/۳۶	۳/۴۱	۳/۳۷
فسفر قابل استفاده %	۰/۴۱۱	۰/۴۰۷	۰/۴۰۵
كلسيم %	۳/۵۷	۳/۵۷	۳/۵۷
سديم %	۰/۱۸۳	۰/۱۸۳	۰/۱۸۳
ليزين %	۰/۸۱	۰/۸۱	۰/۸۱
متيونين	۰/۴۳۸	۰/۴۳۶	۰/۴۳۶
متيونين+ سيستئين %	۰/۷۱	۰/۷۱	۰/۷۱

۱- مكمل ويتاميني در هر كيلوگرم از خوراك مقادير زير را تامين مي نمود: ويتامينA، ۹۰۰۰ واحد بين المللي، كوله كلسيفرول، ۲۰۰۰ واحد بين المللي، ويتامينE، ۱۸ واحد بين المللي، ويتامين k_3، ۴ ميلي گرم، ويتامين B_{12}، ۰/۰۱۵ ميلي گرم، بيوتين، ۰/۱۵ ميلي گرم، فولاسين، ۱ ميلي گرم، نياسين، ۳۰ ميلي گرم، پانتوتنيك اسيد، ۲۵ ميلي گرم، پيرودوكسين، ۲/۹ ميلي‌گرم،ريبوفلاوين،۶/۶ ميلي گرم، تيامين، ۱/۸ ميلي گرم.

۲- مكمل معدني در هر كيلوگرم از خوراك مقادير زير را تامين مي نمود: مس(سولفات مس $5H_2O$)، ۱۰ ميلي گرم، يد(يدات كلسيم)، ۰/۹۹ ميلي گرم، آهن(سولفات آهن $7H_2O$)، ۵۰ ميلي گرم، منگنز(اكسيد منگنز)، ۹۹ ميلي گرم، سلنيوم(سديم سلنيت)، ۰/۲ ميلي گرم، روي(اكسيد روي) ، ۸۴ ميلي گرم.

1. Fan colour

مقدار كلسترول سرم نمونه= مقدار جذب نوري نمونه / مقدار جذب نوري محلول استاندارد * غلظت كلسترول در

براي اندازه‌گيري كلسترول زرده تعداد يك تخم‌مرغ از هر واحد آزمايشي، مجموعاً سه تخم‌مرغ براي هر گروه آزمايشي به طور تصادفي انتخاب گرديد. روش كار بدين طريق بود: يك گرم زرده تخم مرغ را كه خوب مخلوط شده بود برداشته، ۱۵ سي‌سي از محلول كلروفرم، متانول (به نسبت دو به يك) به اضافه پنج سي‌سي آب مقطر به آن اضافه گرديد. محلول فوق را به مدت ۱۰ دقيقه با دور ۲۵۰۰ دور بر دقيقه سانتريفوژ كرده، فاز آبي جدا و بقيه مواد از كاغذ صافي عبور داده شد. ۲۰ ميكروليتر از محلول صاف شده فوق را برداشته سه ميلي‌ليتر اسيداستيك كلروفريك ودو ميلي‌ليتر اسيد سولفوريك به آن اضافه شد. يك لوله براي شاهد، يك لوله براي استاندارد كه ۲۰ ميكروليتر از محلول استاندارد (۲۰۰ ميكروگرم بر دسي ليتر) به آن اضافه گرديد و يك لوله براي نمونه در نظر گرفته شد. بعد از انكوباسيون لوله‌هاي آزمايش دردماي ۳۷ درجه سانتيگراد به مدت ۱۰ دقيقه، جذب نوري محلول مورد نظر درطول موج ٥٦٠ نانومتر توسط دستگاه اسپكتوفتومتر خوانده شد. بعد از بدست آوردن جذب نوري استاندارد و جذب نوري نمونه طبق فرمول زير مقدار كلسترول برحسب ميلي گرم بر گرم زرده بدست مي‌آيد (۲۲، ۲۳).

وزن مقدارنمونه × جذب نوري استاندارد / حجم مقدار استاندارد ۲۰۰× جذب نوري = ميزان كلسترول(ميلي‌گرم در گرم)

نتايج و بحث

مقايسه ميانگين‌هاي مربوط به درصد توليد نشان داد كه ميانگين گروه‌هاي آزمايشي براي اثرات اصلي (جداول ۱، ۲ و ۳) و متقابل رده اول و دوم (جداول ٤، ٥، ٦ و ۷) با يكديگر اختلاف معني‌دار ندارند. در مرغان تخمگذار نسبت به جوجه‌هاي گوشتي، به دليل توسعه بيشتر سيستم هضمي و آنزيم‌هاي گوارشي، اثر آنزيم‌هاي افزودني به خوراك ضعيف تر مي‌باشد (۱). عدم تأثير منبع چربي بر درصد توليد تخم مرغ با نتايج تحقيق گروباس و همكاران (۲۰۰۱) مطابقت دارد. آنها بيان داشتند كه منبع چربي در مرغان تغذيه شده با روغن سويا، پيه، كتان و روغن زيتون بر توليد تخم مرغ تأثيري ندارد. همچنين اگر در منابع مختلف چربي، نسبت اسيدهاي چرب با يكديگر تفاوت داشته باشند، تفاوت معني‌داري بر عملكرد گله به دنبال نخواهد داشت.

جدول ۱- اثر اصلي رنگدانه بر صفات عملكردي و غلظت كلسترول خون و تخم مرغ

گروه آزمايشي		درصد توليد تخم‌مرغ	ميانگين وزن تخم‌مرغ (گرم)	ضريب تبديل غذايي	غلظت كلسترول خون (ميلي‌گرم در دسي‌ليتر)	كلسترول زرده تخم‌مرغ (ميلي‌گرم در گرم)	وزن زرده (گرم)
سطح رنگدانه	صفر	۹۲/۵۱ ± ۰/۸۱۱	۵۳/۰۹ ± ۰/۲۱۲	۱/۸۹ ± ۰/۰۱۷	۱۶۱/۰۱ ± ۱۳/۲۰	٦/٤٤ ± ۰/۲۷	۱۳/٤۷ ± ۰/٥٦
	دو	۹۲/٥٦ ± ۰/۸۰٦	۵۲/۷۷ ± ۰/۲۱۲	۱/۸۹ ± ۰/۰۱۷	۱۷٥/٥٦ ± ۱۳/۲۳	٥/۷۹ ± ۰/۲۷	۱۳/۱۲ ± ۰/٦۰
	سه	۹۱/۳۰ ± ۰/۸۱٤	۵۲/٥٥ ± ۰/۲۱۱	۱/۹۳ ± ۰/۰۱۸	۱۷۸/۸۲ ± ۱۳/۲٥	٦/٤٥ ± ۰/۲۷	۱۳/۲۹ ± ۰/٦۰

جدول ۲- اثر اصلي آنزيم بر صفات عملكردي، غلظت كلسترول خون و تخم مرغ

گروه آزمايشي		درصد توليد تخم‌مرغ	ميانگين وزن تخم‌مرغ (گرم)	ضريب تبديل غذايي	غلظت كلسترول خون (ميلي‌گرم در دسي‌ليتر)	كلسترول زرده تخم‌مرغ (ميلي‌گرم در گرم)	وزن زرده (گرم)
آنزيم	بدون آنزيم	۹۲/٦۹ ± ۰/٦٦٤	۵۲/۸۱ ± ۰/۱۷٤	۱/۹۰ ± ۰/۰۱٤	۱۷۸/۹ ± ۱۱/۰۱	٦/۳ ± ۰/۲۲	۱۳/۱٥ ± ۰/٥۸ [b]
	با آنزيم	۹۱/٥٦ ± ۰/٦٦٤	۵۲/۸ ± ۰/۱۷٤	۱/۹۱ ± ۰/۰۱٤	۱٦٤/٦ ± ۱۱/۰۱	٦/۱٦ ± ۰/۲۲	۱۳/٤٤ ± ۰/٥۰ [a]

حروف غيرمشابه در هر ستون بيانگر وجود اختلاف معني‌دار در سطح ۰/۰٥ بين ميانگين‌هاي مربوطه مي‌باشد.

جدول ۳- اثر اصلي منابع چربي بر صفات عملكردي و غلظت كلسترول خون و تخم‌مرغ

گروه آزمايشي		درصد توليد تخم‌مرغ	ميانگين وزن تخم‌مرغ (گرم)	ضريب تبديل غذايي	غلظت كلسترول خون (ميلي‌گرم در دسي‌ليتر)	كلسترول زرده تخم‌مرغ (ميلي‌گرم در گرم)	وزن زرده (گرم)
چربي	آفتابگردان	۹۲/٥۸ ± ۰/۸۱	۵۲/۹۱ ± ۰/۲۱۳	۱/۹۰ ± ۰/۰۱۸	۱۸۰/۱٤ ± ۱۳/۱۷ [ab]	٦/۸٥ ± ۰/۲۷ [a]	۱۳/۲٦ ± ۰/٦۰ [ab]
	پيه	۹۲/٦۲ ± ۰/۸۰	۵۲/٥ ± ۰/۲۱٥	۱/۸۹ ± ۰/۰۱۸	۱۸۸/۷۸ ± ۱۳/۳٤ [a]	٥/٦٥ ± ۰/۲۷ [b]	۱۳/۱۱ ± ۰/۷۰ [b]
	اسيد چرب	۹۱/۱٦ ± ۰/۸۱	۵۳ ± ۰/۲۱۷	۱/۹۲ ± ۰/۰۱۹	۱٤٦/٤٦ ± ۱۳/٤۳ [b]	٦/۲ ± ۰/۲۷ [ab]	۱۳/٥۱ ± ۰/٦۰ [a]

حروف غيرمشابه در هر ستون بيانگر وجود اختلاف معني‌دار در سطح ۰/۰٥ بين ميانگين‌هاي مربوطه مي‌باشد

جدول ٤- اثر متقابل سطوح مختلف رنگدانه و آنزيم بر صفات عملكردي و غلظت كلسترول خون و تخم مرغ

گروه آزمايشي		درصد توليد	ميانگين وزن	ضريب تبديل	غلظت كلسترول خون	غلظت كلسترول زرده	وزن زرده (گرم)
سطح رنگدانه	آنزيم	تخم‌مرغ	تخم‌مرغ (گرم)	غذايي	(ميلي‌گرم در دسي‌ليتر)	(ميلي‌گرم در گرم)	
صفر	بدون آنزيم	۹۳/۳۳ ± ۱/۱٤	۵۳/۲ ± ۰/۳۰۲	۱/۸۸ ± ۰/۰۲۵	۱٤۹/٦٤ ± ۱۸/٦۹ ^{b}	٦/۵٦ ± ۰/۳۸	۱۳/۳٦ ± ۰/٦۰ ^{ab}
	با آنزيم	۹۱/٦۸ ± ۱/۱٦	۵۲/۹۷ ± ۰/۳۰	۱/۹۰ ± ۰/۰۲۵	۱۷۲/۳۸ ± ۱۸/۵۸ ^{ab}	٦/۳۲ ± ۰/۳۸	۱۳/۵۷ ± ۰/۵٤ ^{a}
دو	بدون آنزيم	۹۲/۰۳ ± ۱/۱۸	۵۲/٦ ± ۰/۳۱	۱/۹۲ ± ۰/۰۲٦	۲۰۵/۷٦ ± ۱۹/۷٦ ^{a}	۵/۵۱ ± ۰/۳۸	۱۲/۹٤ ± ۰/۷۵ ^{b}
	با آنزيم	۹۳/۰۹ ± ۱/۱٤	۵۲/۹٦ ± ۰/۳۰	۱/۸٦ ± ۰/۰۲۵	۱٤۵/۳۷ ± ۱۸/۹۱ ^{b}	٦/۰۸ ± ۰/۳۸	۱۳/۳۰ ± ۰/٦۰ ^{ab}
سه	بدون آنزيم	۹۲/۷ ± ۱/۱٤	۵۲/٦٤ ± ۰/۳۰	۱/۹۰ ± ۰/۰۲٦	۱۸۱/٦۰ ± ۱۸/٦٦ ^{ab}	٦/۸۲ ± ۰/۳۸	۱۳/۱٤ ± ۰/٦۵ ^{ab}
	با آنزيم	۹۱/۱ ± ۱/۱۸	۵۲/٤٦ ± ۰/۳۰	۱/۹۲ ± ۰/۰۲۵	۱۷٦/۱ ± ۹۱/۰۱ ^{ab}	٦/۰۷ ± ۰/۳۸	۱۳/٤۵ ± ۰/٦۰ ^{a}

حروف غيرمشابه در هر ستون بيانگر وجود اختلاف معني‌داردر سطح ۰/۰۵ بين ميانگين‌هاي مربوطه مي‌باشد.

جدول ۵- اثر متقابل سطوح مختلف رنگدانه و منبع چربي بر صفات عملكردي و غلظت كلسترول خون و تخم‌مرغ

گروه آزمايشي		درصد توليد	ميانگين وزن	ضريب تبديل غذايي	غلظت كلسترول خون	كلسترول زرده تخم‌مرغ	وزن زرده (گرم)
سطح رنگدانه	چربي	تخم‌مرغ	تخم‌مرغ (گرم)		(ميلي‌گرم در دسي‌ليتر)	(ميلي‌گرم در گرم)	
صفر	آفتابگردان	۹۳/۵٦ ± ۱/٤۷	۵۲/۷۷ ± ۰/۳۸ ^{ab}	۱/۹۰ ± ۰/۰۳۳ ^{ab}	۱۷۸/۳۲ ± ۲۳/۳٦	۷/۵۷ ± ۰/٤٦ ^{ab}	۱۳/٤۷ ± ۰/۵۰ ^{ab}
	پيه	۹۱/۷۵ ± ۱/٤۰	۵۳/۱۳ ± ۰/۳۷ ^{a}	۱/۹۱ ± ۰/۰۳۰ ^{ab}	۱۷۲/٤۰ ± ۲۳/۲٤	۵/۳۸ ± ۰/٤٦ ^{cde}	۱۳/۲۸ ± ۰/٦۰ ^{ab}
	اسيد چرب	۹۲/۲۱ ± ۱/٤۱	۵۳/۳۵ ± ۰/۳۷ ^{a}	۱/۸۵ ± ۰/۰۳۰ ^{a}	۱۳۲/۳۲ ± ۲۲/۹٤	٦/۳۷ ± ۰/٤٦ ^{abcde}	۱۳/٦۵ ± ۰/۵۰ ^{a}
دو	آفتابگردان	۹۲/۱٦ ± ۱/٤۳	۵۳/۳۵ ± ۰/۳۸ ^{a}	۱/۸۹ ± ۰/۰۲٤ ^{ab}	۱۷۰/۲۰ ± ۲٤/۰۵	۵/۹۲ ± ۰/٤٦ ^{cd}	۱۳/۰۷ ± ۰/٦۰ ^{ab}
	پيه	۹۳/۸٤ ± ۱/٤۲	۵۲/٤۳ ± ۰/۳۹ ^{ab}	۱/۸٦ ± ۰/۰۳۲ ^{a}	۱۹۹/٤۰ ± ۲٤/۱۸	۵/٦۰ ± ۰/٤٦ ^{cde}	۱۲/۸۹ ± ۰/۷۵ ^{b}
	اسيد چرب	۹۱/۷ ± ۱/٤۲	۵۲/۵ ± ۰/۳۷ ^{Ab}	۱/۹۳ ± ۰/۰۳۱ ^{ab}	۱۵۷/۱ ± ۲۲/۷۷	۵/۸٦ ± ۰/٤٦ ^{cd}	۱۳/۳۹ ± ۰/٦۰ ^{ab}
سه	آفتابگردان	۹۲/۰۱ ± ۱/٤٤	۵۲/٦ ± ۰/۳۷ ^{ab}	۱/۹۰ ± ۰/۰۳۱ ^{ab}	۱۹۲ ± ۲۳/۵۵	۷/۰۵ ± ۰/٤٦ ^{abc}	۱۳/۲٤ ± ۰/٦۰ ^{ab}
	پيه	۹۲/۳ ± ۱/٤۱	۵۱/۹۲ ± ۰/۳۷ ^{b}	۱/۹۱ ± ۰/۰۳۱ ^{ab}	۱۹٤/٦۰ ± ۲۳/۱۹	۵/۹۸ ± ۰/٤٦ ^{cd}	۱۳/۱٦ ± /٦۰ ^{ab}
	اسيد چرب	۹۱/٦ ± ۱/٤۵	۵۳/۱۷ ± ۰/۳۸ ^{a}	۱/۹۸ ± ۰/۰۳٤ ^{b}	۱۵۰ ± ۲۳/۵۷	٦/۳۱ ± ۰/٤٦ ^{abcd}	۱۳/٤۹ ± ۰/۵۰ ^{ab}

حروف غيرمشابه در هر ستون بيانگر وجود اختلاف معني‌داردر سطح ۰/۰۵ بين ميانگين‌هاي مربوطه مي‌باشد.

جدول ٦- اثر متقابل منبع چربي و سطوح مختلف آنزيم بر صفات عملكردي، غلظت كلسترول خون و تخم‌مرغ

گروه آزمايشي		درصد توليد	ميانگين وزن تخم‌مرغ	ضريب تبديل	غلظت كلسترول خون	غلظت كلسترول زرده	وزن زرده (گرم)
چربي	آنزيم	تخم‌مرغ	(گرم)	غذايي	(ميلي‌گرم در دسي‌ليتر)	(ميلي‌گرم در گرم)	
آفتابگردان	بدون آنزيم	۹۲/٦۰ ± ۱/۱۵	۵۲/۷٤ ± ۰/۳۰٤ ^{ab}	۱/۸۹ ± ۰/۰۲۵	۱۸۳/۳۵ ± ۱۸/٦۵ ^{ab}	٦/۹۸ ± ۰/۳۸ ^{a}	۱۳/۰۲ ± ۰/۷۰ ^{b}
	با آنزيم	۹۲/۵٦ ± ۱/۱۳	۵۳/۰۸ ± ۰/۳۰۰ ^{a}	۱/۹۰ ± ۰/۰۲۵	۱۷٦/۹۳ ± ۱۸/٦٤ ^{ab}	٦/۷۲ ± ۰/۳۸ ^{ab}	۱۳/۵ ± ۰/٦۰ ^{ab}
پيه	بدون آنزيم	۹۲/٦۱ ± ۱/۱٤	۵۲/۹۱ ± ۰/۳۰٦ ^{ab}	۱/۹۰ ± ۰/۰۲۵	۱۹۷/۷۰ ± ۱۹/۰۹ ^{a}	۵/٦٦ ± ۰/۳۸ ^{b}	۱۳/۱٦ ± ۰/٦۵ ^{b}
	با آنزيم	۹۲/٦۳ ± ۱/۱٤	۵۲/۰۸ ± ۰/۳۰۰ ^{b}	۱/۸۹ ± ۰/۰۲٤	۱۷۹/۹۰ ± ۱۸/٦۰ ^{ab}	۵/٦٤ ± ۰/۳۸ ^{b}	۱۳/۰۵ ± ۰/۷۰ ^{b}
اسيد چرب	بدون آنزيم	۹۲/۸۵ ± ۱/۱٦	۵۲/۷۷ ± ۰/۳۰۱ ^{ab}	۱/۹۱ ± ۰/۰۲۷	۱۵۵/۹۵ ± ۱۸/۹۲ ^{ab}	٦/۲۵ ± ۰/۳۸ ^{ab}	۱۳/۲۵ ± ۰/٦۰ ^{b}
	با آنزيم	۹۲/۱ ± ۱/۱۸	۵۳/۲٤ ± ۰/۳۱۷ ^{a}	۱/۹۳ ± ۰/۰۲۷	۱۳٦/۹۸ ± ۲۰/۵۰ ^{b}	٦/۱۱ ± ۰/۳۸ ^{ab}	۱۳/۷۷ ± ۰/۵۰ ^{a}

حروف غيرمشابه در هر ستون بيانگر وجود اختلاف معني‌دار در سطح ۰/۰۵ بين ميانگين‌هاي مربوطه مي‌باشد.

جدول ۷- اثرات متقابل سطوح مختلف رنگدانه آنزيم و منبع چربي (گروه‌هاي آزمايشي) بر صفات عملكردي، غلظت كلسترول خون و تخم‌مرغ

گروه آزمايشي			شماره گروه آزمايشي	درصد توليد تخم‌مرغ	ميانگين وزن تخم‌مرغ (گرم)	ضريب تبديل غذايي	غلظت كلسترول خون (ميلي‌گرم در دسي‌ليتر)	غلظت كلسترول زرده (ميلي‌گرم در گرم)	وزن زرده (گرم)
رنگدانه	آنزيم	چربي							
بدون آنزيم		آفتابگردان	۱	۹۳/۶۰ ± ۲/۰۶	۵۲/۷۰ ±۰/۵٤^{abcd}	۱/۸۹ ± ۰/۰٤۵^{ac}	۱۷۲/۸۶ ± ۳۲/۵٤^{ab}	۷/۵۰ ± ۰/۶۶^{ac}	۱۳/٤۸ ± ۰/۵۰^{abcde}
		پيه	۷	۹۲/۹۲ ± ۱/۹۹	۵۳/۵۰ ± ۰/۵۳^{a}	۱/۸۹ ± ۰/۰٤٤^{ac}	۱۵۷/۳۶ ± ۳۳/٤۹^{ab}	۵/۹۶ ± ۰/۶۶^{abcd}	۱۳/۲۱ ± ۰/۵۰^{abcde}
		اسيد چرب	۱۳	۹۳/۵۰ ± ۲/۰۱	۵۳/٤۲ ± ۰/۵۲^{a}	۱/۸٤ ± ۰/۰٤۳^{a}	۱۱۸/۷۰ ± ۳۲/٤۳^{b}	۶/۲۲ ± ۰/۶۶^{abcd}	۱۳/۳۹ ± ۰/۶۰^{abcde}
صفر	با آنزيم	آفتابگردان	٤	۹۳/۵۲ ± ۲/۰۰	۵۲/۸۶ ± ۰/۵۳^{abc}	۱/۹۰ ± ۰/۰٤٤^{ac}	۱۸۳/۷۹ ± ۲۳/۷۳^{ab}	۷/۶٤ ± ۰/۶۶^{a}	۱۳/٤۶ ± ۰/۶۰^{abcde}
		پيه	۱۰	۹۰/۶۰ ± ۲/۰۰	۵۲/۸۰ ±۰/۵۲^{abcd}	۱/۹۳ ۰/۰٤۳^{abc}	۱۸۷/٤۲ ± ۳۲/۳۲^{ab}	٤/۸۱ ± ۰/۶۶^{d}	۱۳/۳٤ ± ۰/۶۰^{abcde}
		اسيد چرب	۱۶	۹۰/۹۵ ± ۲/۰۱	۵۳/۲۹ ± ۰/۵۳^{a}	۱/۸۷ ± ۰/۰٤٤^{ac}	۱٤۵/۹٤ ± ۳۲/۹۸^{ab}	۶/۵۲ ± ۰/۶۶^{abcd}	۱۳/۹۲ ± ۰/٤۰^{ab}
بدون آنزيم		آفتابگردان	۲	۹۲/۷۶ ± ۲/۰۰	۵۳/۲۷ ± ۰/۵۳^{a}	۱/۸۹ ± ۰/۰٤٤^{ac}	۱۸۳/۸۳ ± ۳۳/۲۵^{ab}	۶/۱۳ ± ۰/۶۶^{abcd}	۱۲/۷٤ ± ۰/۷۰^{cd}
		پيه	۸	۹۲/۱۶ ± ۱/۹۹	۵۲/۷۶ ± ۰/۵۲^{abcd}	۱/۹ ± ۰/۰٤۸^{ac}	۲۳۱/۶۵ ± ۳۶/۳۷^{a}	٤/۶۵ ± ۰/۶۶^{d}	۱۲/۹٤ ± ۰/۷۰^{cd}
		اسيد چرب	۱٤	۹۱/۱۸ ± ۲/۰۰	۵۱/۷۱ ± ۰/۵۳^{bcd}	۱/۹۸ ± ۰/۰٤٤^{bc}	۲۰۱/۸۵ ± ۳۳/۱۸^{ab}	۵/۷۵ ± ۰/۶۶^{dc}	۱۳/۱۳ ± ۰/۶۰^{abcde}
صفر	با آنزيم	آفتابگردان	۵	۹۱/۶۰ ± ۲/۰۲	۵۳/۵۰ ± ۰/۵۲^{a}	۱/۸۹ ± ۰/۰٤۵^{ac}	۱۵۶/۵۷ ± ۳۳/۰۹^{ab}	۵/۷۱ ± ۰/۶۶^{dc}	۱۳/٤۱ ± ۰/۵۰^{abcde}
		پيه	۱۱	۹۵/۵۲ ± ۲/۰۷	۵۲/۱۱ ±۰/۵۳^{abcd}	۱/۸۲ ± ۰/۰٤٤^{ac}	۱۶۷/۱٤ ± ۳۲/۸۰^{ab}	۶/۵۳ ± ۰/۶۶^{abcd}	۱۲/۸۵ ± ۰/۷۰^{cd}
		اسيد چرب	۱۷	۹۲/۱۶ ± ۲/۰۵	۵۳/۳۰ ± ۰/۵۲^{a}	۱/۸۷ ± ۰/۰٤۵^{ac}	۱۱۲/٤۰ ± ۳۲/۰۸^{b}	۵/۹۸ ± ۰/۶۶^{abcd}	۱۳/۶۵ ± ۰/۵۰^{abc}
بدون آنزيم		آفتابگردان	۳	۹۱/٤٤ ± ۲/۰۰	۵۲/۲٤ ±۰/۵۳^{abcd}	۱/۸۹ ± ۰/۰٤۳^{ac}	۱۹۳/٤۰ ± ۳۲/٤٤^{ab}	۷/۳۰ ± ۰/۶۶^{ac}	۱۲/۸۵ ± ۰/۷۰^{cd}
		پيه	۹	۹۲/۷۵ ± ۲/۰۰	۵۲/۵۰ ±۰/۵۳^{abcd}	۱/۹۱ ± ۰/۰٤۳^{ac}	۲۰٤/۰۰ ± ۳۲/۶۸^{ab}	۶/۳۷ ± ۰/۶۶^{abcd}	۱۳/۳۳ ± ۰/۶۰^{abcde}
		اسيد چرب	۱۵	۹۳/۹۰ ± ۱/۹۷	۵۳/۲۰ ± ۰/۵۲^{abc}	۱/۹۲ ±۰/۰۵۱^{abc}	۱٤۷/۳۵ ± ۳۲/۱۸^{ab}	۶/۸۰ ± ۰/۶۶^{ac}	۱۳/۲۳ ± ۰/۶۰^{abcde}
صفر	با آنزيم	آفتابگردان	۶	۹۲/۶۰ ± ۲/۱۰	۵۲/۹۰ ± ۰/۵۲^{abc}	۱/۹۱ ± ۰/۰٤۵^{ac}	۱۹۰/٤۳ ± ۳۳/۱۶^{ab}	۶/۸۱ ± ۰/۶۶^{ac}	۱۳/۶۳ ± ۰/۵۰^{abe}
		پيه	۱۲	۹۱/۸۰ ± ۱/۹۹	۵۱/۳۵ ± ۰/۵۳^{d}	۱/۹۱ ± ۰/۰٤۳^{ac}	۱۸۵/۲۰ ± ۳۲/۳۵^{ab}	۵/۵۹ ± ۰/۶۶^{b}	۱۲/۹۸ ± ۰/۷۰^{cd}
		اسيد چرب	۱۸	۹۰/۳۲ ± ۲/۰۹	۵۳/۱۶ ± ۰/۵۲^{abc}	۲/۰۵ ± ۰/۰٤۷^{b}	۱۵۲/۶۰ ± ۳٤/۲۶^{ab}	۵/۸۲ ± ۰/۶۶^{abcd}	۱۳/۷٤ ± ۰/٤۰^{abe}

حروف غيرمشابه در هر ستون بيانگر وجود اختلاف معني‌دار در سطح ۰/۰۵ بين ميانگين‌هاي مربوطه مي‌باشد.

جدول ۸- اثر سطوح مختلف رنگدانه بر روي درجه رنگ زرده

گروه آزمايشي		درجه رنگ در شروع آزمايش [۱]	درجه رنگ در هفته اول	درجه رنگ در هفته دوم	درجه رنگ در هفته سوم	درجه رنگ در هفته پنجم	درجه رنگ در هفته آخر
سطح رنگدانه	صفر	۵/۵۰ ± ۱۹۲	۳/۳۳ ± ۰/۱٤۷^{b}	۳/۶۶۷ ± ۰/۰۹۱^{c}	۳/۷۲ ± ۰/۰۹۶^{c}	۳/۶۷ ± ۰/۰۹۱^{c}	۳/۳۹ ± ۰/۱٤۳^{c}
	دو	۵/۰۰ ± ۰/۱۹۲	۱۰/۶۶۷ ± ۰/۱٤۷^{a}	۱۱/۱۱۱ ± ۰/۰۹۱^{b}	۱۱/۸۳ ± ۰/۰۹۶^{b}	۱۱/۵۰ ± ۰/۰۹۱^{b}	۱۱/۵۶ ± ۰/۱٤۳^{b}
	سه	۵/۰۶ ± ۰/۱۹۲	۱۰/۶۶۷ ± ۰/۱٤۷^{a}	۱۱/۸۳۳ ± ۰/۰۹۱^{a}	۱۲/۱۷ ± ۰/۰۹۶^{a}	۱۲/۲۸ ± ۰/۰۹۱^{a}	۱۲/٤٤ ± ۰/۱٤۳^{a}

۱- در شروع آزمايش هنوز جيره آزمايشي را دريافت نكرده بودند.

حروف غيرمشابه در هر ستون بيانگر وجود اختلاف معني‌دار در سطح ۰/۰۵ بين ميانگين‌هاي مربوطه مي‌باشد.

جدول ۹- اثر منابع چربي بر روي درجه رنگ زرده

گروه آزمايشي		درجه رنگ در هفته اول	درجه رنگ در هفته دوم	درجه رنگ در هفته سوم	درجه رنگ در هفته پنجم	درجه رنگ در هفته آخر
چربي	آفتابگردان	۷/۳۳ ± ۰/۱٤۷^{b}	۸/۳۹ ± ۰/۰۹۱^{b}	۹/۲۲ ± ۰/۰۹۶	۹/۰۶ ± ۰/۰۹۱	۸/۵۶ ± ۰/۱٤۳^{b}
	پيه	۸/۵۶ ± ۰/۱٤۷^{a}	۹/۰۶ ± ۰/۰۹۱^{a}	۹/۲۲ ± ۰/۰۹۶	۹/۱۱ ± ۰/۰۹۱	۹/۰۶ ± ۰/۱٤۳^{a}
	اسيد چرب	۸/۷۸ ± ۰/۱٤۷^{a}	۹/۱۷ ± ۰/۰۹۱^{a}	۹/۲۸ ± ۰/۰۹۶	۹/۲۸ ± ۰/۰۹۱	۸/۲۸ ± ۰/۱٤۳^{b}

حروف غيرمشابه در هر ستون بيانگر وجود اختلاف معني‌دار در سطح۰۵ / ۰ بين ميانگين‌هاي مربوطه مي‌باشد.

با مقايسه ميانگين‌ها مربوط به وزن تخم‌مرغ مشخص گرديد كه ميانگين گروه‌هاي آزمايشي، براي اثرات اصلي رنگدانه، آنزيم و چربي (جداول ۱، ۲، ۳) و همچنين اثرات متقابل رنگدانه و آنزيم (جدول۴) با يكديگر اختلاف ندارد. حال آنكه ميانگين اثرات متقابل رنگدانه × چربي × آنزيم با يكديگر اختلاف معني‌دار داشتند (جدول ۷). با توجه به اينكه در اثرات اصلي منبع چربي (جدول ۳) از لحاظ عددي، ميانگين وزن تخم مرغ با پيه پايين‌ترين ميزان (۵۲/۵ گرم) و اسيدچرب بالاترين ميزان (۵۳ گرم) مي‌باشد بنابراين مي‌توان نتيجه گرفت كه اسيد چرب به دليل دارا بودن بالاترين ميزان اسيد لينولئيك بيشترين وزن تخم مرغ و پيه به دليل دارا بودن پائين‌ترين ميزان اسيد لينولئيك موجب كمترين وزن تخم‌مرغ شد كه با نتايج فريدا و همكاران (۲۰۰۲a و ۲۰۰۲b) مطابقت دارد.

مقايسه ميانگين‌هاي ضريب تبديل غذايي براي اثرات متقابل رنگدانه × منبع چربي (جدول ۵) نشاندهندة وجود اختلاف معني‌دار بود به گونه‌اي كه پائين‌ترين ميانگين (۱/۸۵) مربوط به سطح صفر رنگدانه و اسيدچرب بوده و بالاترين ميزان ضريب تبديل غذايي (۱/۹۸) مربوط به سطح سه رنگدانه و اسيدچرب مي‌باشد. در بين ۱۸ گروه آزمايشي بالاترين ميزان ضريب تبديل غذايي (۲/۰۵) مربوط به گروه آزمايشي ۱۸ (سطح سه رنگدانه، با آنزيم و اسيدچرب) و پائين‌ترين مربوط به گروه آزمايشي ۱۳ (سطح صفر رنگدانه، بدون آنزيم، اسيد چرب) مي‌باشد.

مقايسه ميانگين‌هاي مربوط به غلظت كلسترول خون نشاندهندة اختلاف بين ميانگين‌هاي سه منبع مختلف چربي بود (جدول ۳). به گونه‌اي كه پيه با ميانگين ۱۸۸/۷۸ ميلي‌گرم در دسي ليتر بالاترين ميزان كلسترول خون و اسيدچرب با ميانگين ۱٤٦/٤٦ ميلي‌گرم در دسي ليتر پائين‌ترين ميزان كلسترول خون را داشت. مقايسه ميانگين‌ها براي ميانگين اثر متقابل چربي ×آنزيم (جدول٦)، نشانگر اختلاف معني‌دار بين ميانگين‌هاي مربوطه بود. به گونه‌اي كه بالاترين ميزان كلسترول خون مربوط به گروه پيه، بدون آنزيم با ميانگين ۱۹۷/۷ ميلي‌گرم در دسي ليتر و پائين‌ترين ميزان كلسترول خون مربوط به گروه اسيدچرب با آنزيم با ميانگين ۱۳٦/۹۸ ميلي‌گرم در دسي‌ليتر مي‌باشد. در بين ۱۸ گروه آزمايشي (جدول ۷)، بالاترين ميزان كلسترول خون مربوط به گروه آزمايشي شماره ۸ (پيه، بدون آنزيم، سطح دو رنگدانه) با ميانگين ۲۳۱/٦٥ ميلي‌گرم در دسي‌ليتر و پائين‌ترين ميزان كلسترول خون مربوط به گروه آزمايشي ۱۷ (اسيدچرب، آنزيم سطح دو رنگدانه) با ميانگين ۱۱۲/٤۰ ميلي‌گرم در دسي‌ليتر مي‌باشد. خوردن مقادير زياد چربي اشباع باعث مي‌شود كه كلسترول بيشتري وارد جريان خون شده و سرعت جذب كلسترول از خون به كبد نيز كاهش يابد. بارتو و همكاران (۱۹۷۲) گزارش كردند استرول‌هاي گياهي اثر ضدكلسترولي در مرغان تخمگذار دارند، زيرا آنها باعث تشكيل كمپلكس غيرقابل‌جذب استرول و كلسترول در مكانهاي جذب روده‌اي شده و در نتيجه ميزان جذب كلسترول كاهش مي‌يابد.

اثر اصلي منبع چربي (جدول ۳) بر روي ميزان كلسترول زرده تخم مرغ، معني‌دار بوده است ($P<۰/۰۵$). به گونه‌اي كه روغن آفتابگردان، بالاترين ميزان كلسترول زرده (٦/۸٥ ميلي‌گرم در گرم) و پيه پائين‌ترين ميزان كلسترول را، باعث شده‌اند (٥/٦٥ ميلي‌گرم در گرم)، مقايسه ميانگين‌هاي اثر متقابل رنگدانه × منبع چربي (جدول ۵) نيز نشاندهنده تفاوت معني‌دار بين ميانگين‌هاي مربوطه بودكه در اين حالت سطح صفر رنگدانه و آفتابگردان بيشترين مقدار كلسترول زرده (۷/۵۷ ميلي‌گرم در گرم) و سطح صفر رنگدانه و پيه، پائين‌ترين مقدار كلسترول زرده (٥/۳۸ ميلي‌گرم در گرم) را نشان دادند. همچنين در اثر متقابل منبع چربي × آنزيم (جدول ٦)، پيه با آنزيم كمترين مقدار كلسترول زرده (٥/٦٤ ميلي‌گرم درگرم) و روغن آفتابگردان، بدون آنزيم بيشترين مقدار كلسترول زرده (٦/۹۸ ميلي‌گرم درگرم) را به خود اختصاص داده بودند. نتايج اين آزمايش با نتايج تحقيق لال و اسلينجر (۱۹۷۳) مطابقت دارد.آنها بيان داشتند كه سطوح بالاي چربي غيراشباع با چند باند دوگانه در جيره باعث افزايش كلسترول زرده مي‌شود و غلظت كلسترول زرده تخم‌مرغ وقتي‌كه چربي اشباع خورانده مي‌شود افزايش نمي‌يابد. توجيه اين مساله اينگونه بيان مي‌شود كه با مصرف چربي غيراشباع، ليپوژنز كاهش يافته و سنتز كلسترول در كبد افزايش مي‌يابد و از آنجاييكه تجمع و ذخيره كلسترول در

تخم‌مرغ از كبد مي‌باشد، افزايش سنتز كلسترول كبد كه توسط تغذيه با اسيدهاي چرب غيراشباع چندگانه اتفاق مي‌افتد، منجر به افزايش ترشح كلسترول در تخم‌مرغ مي‌شود. چربي‌هاي حيواني يا اشباع باعث افزايش بيوسنتز كلسترول در كبد نمي‌شوند بنابراين در اثر مصرف اينگونه چربيها در خوراك طيور كلسترول زرده به اندازه مقداري كه توسط روغن‌هاي غيراشباع افزايش يافته بود افزايش نمي‌يابد. ويس و همكاران (۱۹٦۷) بيان داشتند كه وقتي چربي اشباع به جيره افزوده مي‌شود ميزان كلسترول تخم‌مرغ به ميزاني كه چربي غيراشباع افزايش مي‌يابد زياد نمي‌شود. همچنين آنها بيان داشتند كه انتقال كلسترول كبد به تخمدان تحت تاثير نوع چربي جيره قرار مي‌گيرد، بطوريكه سنتز فسفوليپيدها (اجزاي حياتي ليپوپروتيينها) توسط چربي‌هاي غيراشباع افزايش مي‌يابد، در صورتيكه چربي اشباع در سنتز فسفوليپيدها كمتر مورد استفاده قرار مي‌گيرند.

با مقايسه ميانگين‌ها براي سطوح مختلف آنزيم (جدول ۲)، ميانگين وزن زرده با آنزيم ۱۳/٤٤ و بدون آنزيم ۱۳/۱۵ گرم بوده است. همچنين مقايسه ميانگين‌هاي انواع چربي (جدول ۳) مبين تفاوت معني‌دار بين ميانگين‌هاي مربوطه است. در بين منابع چربي، وزن زرده در گروهي كه اسيدچرب دريافت كرده‌اند بالاترين (۱۳/۵۱ گرم) و گروهي كه پيه مصرف نمودند پائين‌ترين (۱۳/۱۱ گرم) بوده است. از آنجائيكه جيره‌هاي حاوي اسيدچرب بالاترين ميزان اسيدلينولئيك را در بين سه جيره دارا مي‌باشد، و پيه كمترين ميزان اسيدلينولئيك را به خود اختصاص داده است و از آنجائيكه اسيدلينولئيك بر روي وزن تخم مرغ تأثير مثبتي دارد، لذا در بين سه منبع مختلف چربي، بالاتر بودن ميانگين وزن زرده در اسيدچرب نسبت به آفتابگردان و پيه را مي‌توان به اين ويژگي مرتبط دانست. همچنين مقايسه ميانگين‌ها نشاندهنده اختلاف بين ميانگين‌هاي اثرات متقابل رده اول (جداول ٤، ۵، ٦) و رده دوم (جدول ۷) مي‌باشد. در بين ۱۸ گروه آزمايشي (جدول ۷) بالاترين ميانگين وزن زرده مربوط به گروه آزمايشي شماره ۱٦ (اسيدچرب، آنزيم، سطح صفر رنگدانه) با ميانگين ۱۳/۹۲ گرم و كمترين ميانگين وزن زرده مربوط به گروه آزمايشي شماره ۲ (آفتابگردان، بدون آنزيم، سطح دو رنگدانه) با ميانگين ۱۲/۷٤ گرم مي‌باشد.

پيش از مصرف جيره‌هاي آزمايشي، اختلاف معني‌داري بين گروه‌ها از نظر رنگ زرده وجود نداشته و ميانگين درجه رنگ براي همه گروه‌هاي آزمايشي حدود پنج بدست آمد. با شروع مصرف جيره‌هاي آزمايشي، رنگ زرده بين گروه‌هاي آزمايشي اختلاف معني‌دار ($P<۰/۰۱$) پيدا كرد (جدول ۸)، به طوريكه در هفته اول گروه آزمايشي با سطح صفر رنگدانه، درجه رنگ ۳/۳۳ را نشان دادند و گروه‌هاي آزمايشي با سطح دو و سه رنگدانه، درجه ۱۰/٦۷ را نشان دادند. دليل كاهش درجه رنگ گروه آزمايشي با سطح صفر در هفته اول نسبت به شروع آزمايش، پائين‌تر بودن ميزان ذرت و افزايش گندم و جو موجود در اين جيره مي‌باشد، زيرا گندم و جو داراي مقادير بسيار كمي گزانتوفيل بوده و از اينرو در ايجاد رنگ زرده تاثيرچنداني ندارند. در هفته دوم اختلاف معني‌داري بين سطوح مختلف رنگدانه وجود داشت و گروه آزمايشي با سطح سه رنگدانه بالاترين ميانگين (۱۱/۸۳) را دارا بود. در اين هفته بين سطح دو و سه رنگدانه اختلاف معني‌دار وجود داشت.

در هفته سوم حداكثر رنگ (درجه رنگ مورد نظر) بدست آمد، در اين هفته اختلاف معني‌دار بين سطوح مختلف مطابق با هفته دوم بود. در هفته آخر نيز همچنين روند مشاهده گرديد بطوريكه گروه آزمايشي با سطوح صفر رنگدانه درجه رنگ حدود ۳/۵ را نشان داد و گروه آزمايشي با سطح دو رنگدانه درجه رنگ ۱۱/۵ و گروه آزمايشي با سطح سه رنگدانه، درجه رنگ ۱۲/۵ را نشان داد.

با توجه به جدول ۹ اثرمنبع چربي بر روي رنگ زرده در هفته‌هاي مختلف متفاوت مي‌باشد. به طوري كه در هفته اول آزمايش بالاترين رنگ زرده مربوط به جيره حاوي پيه و اسيدچرب و كمترين آن مربوط به روغن آفتابگردان مي‌باشد. در هفته دوم نتايج مشابه با هفته اول مي‌باشد. در هفته سوم و پنجم اختلاف معني‌داري بين گروه‌هاي آزمايشي وجود ندارد. در هفته‌هاي آخر بالاترين ميانگين مربوط به گروه حاوي پيه مي‌باشد كه اختلاف معني‌دار با گروه‌هاي آزمايشي حاوي اسيدچرب و آفتابگردان دارد.

فريتز (۱۹۶۲) گزارش کرد که اضافه نمودن چربي به جيره اثر واضحي بر روي رنگ زرده ندارد. در حاليکه هميلتون و همکاران (۱۹۹۰) بيان داشتند که وقتي پيه، روغن زيتون و روغن آفتابگردان را در سطح چهار درصد به جيره مرغان تخمگذار اضافه شود، فقط پيه باعث بهبود رنگ زرده مي‌شود. همچنين کارانجوا و همکاران (۱۹۸٤) بيان داشتند که در رنگ زرده چربيهاي اشباع مؤثرتر از چربيهاي غيراشباع مي‌باشند.

نتيجه اينکه استفاده از رنگدانه‌هاي طبيعي باعث بهبود رنگ زرده تخم‌مرغ مي‌شود و نوع چربي بر روي رنگ زرده موثر است، بطوريکه چربيهاي حاوي اسيدچرب اشباع نسبت به اسيدچرب غيراشباع رنگ زرده پررنگتري ايجاد مي‌نمايند. در ضمن منبع چربي بر وزن تخم‌مرغ، وزن سفيده، ميزان کلسترول خون و تخم‌مرغ اثر دارد. آنزيم افزودني در مرغهاي تخمگذار نسبت به جوجه‌هاي گوشتي به دليل کاملتر بودن دستگاه گوارش و وجود آنزيم‌هاي گوارشي تاثير کمتري دارد.

سپاسگزاري

از مساعدت و همکاري اساتيد و کارکنان محترم گروه علوم‌دامي‌دانشکدهٔ‌کشاورزي دانشگاه تهران و پرسنل ايستگاه دامپروري اين دانشگاه تشکر و قدرداني بعمل مي‌آيد.

REFERENCES

1. Annison, G. 1993.The role of wheat non-starch polysaccharides in broiler nutrition.Aust. Ag. Res.44:405-422.
2. Bartove, L., S. Bornstein, & P. Budowski .1972. Variability of cholesterol concentration in plasma and egg yolk of hens and evaluatin of the effect of some dietary oils. Poult. Sci.50:1357-1364.
3. Carew, L. B., J. R. H. Machemer,J. R. W. Sharp,and D. C. Fass.1972. Fat absorption by the very young chick.Poult. Sci.51:738-742.
4. Farida,D., M. Mazalli,& D. Ito.2002a. A comparison of feeding value of different sources of fatty acids for laying hens:1.performance characteristics.11th European Poltry Conference. Germany, Bremen.
5. Farida,D., M. Mazalli, & D. Ito. 2002b. A comparison of feeding value of different sources of fatty acids for laying hens:2.Lipid,cholesterol,and vitamin E profile of egg yolk. 11th European Poltry Conference.Germany,Bremen.
6. Fletcher, D. L., & H. R. Halloran.1983. Egg yolk pigmenting properties of marigold extract and paprika oleoresin in practicl type diet.Poult.Sci.62:1205-1210.
7. Fritz, j. C. 1962. Feeding for egg yolk color feedstuffs. Poult. Sci.34:44-48.
8. Grobas, S., J. Mendez, R. Lazaro, C. D. Blas, & G. G. Mateos.2001. Influence of source and percentage of fat added to diet on performance and fatty acid composition of egg yolks of two strains of laying hens. Poult.Sci.80:1171-1179.
9. Hamilton, P. B., F. J. Tirado, & F. G. Hernandez.1990. Deposition in egg yolks of carotenoids from sapnified and unsaponified oleoresin of red pepper(Capsicum annum) fed to laying hens.Poult. Sci.69:462-470.
10. Hamilton, P. B., & C. R. Parkhurst.1990. Improved deposition of oxycarotenoids in egg yolk by dietary cottonseed oil. Poult. Sci.69:354-359.
11. Karanajeewa, H., R. J. Hughes, M. W. Mc Donald, & F. S. shenston.1984. A review of factors in fluencing pigmentation of egg yolk.World Poult. Sci.40: 52-65.
12. Lall, S. P., & S. J. Slinger. 1973. Nutritional evaluation of rapeseed oils and rapeseed soapstocks for laying hen. Poult. Sci. 42:32-37
13. Mackay, E., J. J. Mountney, & E. C. Naber.1963.Yolk colour Resulting from different levels of paprika extract in ration.Pult.Sci.42:32-37.
14. Noble, R., & P.Penny. 2002. Egg fat. Poult. International, May. 41: 18-22.
15. Natiional Research Council. 1994. Nutrient requirements of poultry. 9th ed . National Academy Press, Washington. DC.

16. Ruff, M. D., & W. M. Britton.1976. Reduced yolk colour in layers with coccidiosis. Poult. Sci.55:1712-1716.
17. SAS, 1989. User's Guide to SAS Institute. Sparks Press, Inc.,Cary, NC.
18. Stadelman, W. J. & D. E. Pratt.1989.Composition of the hen's egg. World's poult. Sci. j.45:248-260
19. Sullivan, T. w., & K. A. Holleman.1962 . Effect of alfalfa meal,corn gluten meal,and other dietary component on egg yolk color. Poult. Sci. 41:1474-1478.
20. Tyczkowski, J. K., L. Jonathan, & P. B. Hamilton.1989. Influece of dietary lipid on pigmentation of young chickens. Poult. Sci.68:1246-1254.
21. Weiss, J. F., R. M. Johnson, & E. C. Naber, 1967. Effect of some dietary factors and drugs on cholesterol concentration in egg and plasma of hen. J. Nut. 91:119-128
22. zak, B. 1977. cholesterol methods. A review. Clin. Chem. 23:1201
23. zak, B. 1980. cholesterol methodology in human studies. Lipids.15:698