

مقایسه کیفیت داخلی و خارجی، ترکیب شیمیایی و ترکیب اسید چرب تخم مرغ مروارید (*Numida meleagris*) و تخم مرغ

زینب محسن پور^۱، مجید علیایی^{۲*}، حسین جانمحمدی^۳ و علیرضا فانی^۳

تاریخ دریافت: ۹۷/۲/۵ تاریخ پذیرش: ۹۷/۷/۲۴

^۱ دانشجوی سابق کارشناسی ارشد گروه علوم دامی دانشگاه تبریز

^۲ به ترتیب استادیار و استاد گروه علوم دامی دانشگاه تبریز

^۳ کارشناس ارشد سازمان تحقیقات دام جهاد کشاورزی استان آذربایجان شرقی

*مسئول مکاتبه: Email: majidolyayee@yahoo.com

چکیده

زمینه مطالعاتی: مرغ شاخدار یا مرغ مروارید نام رایج از هفت گونه پرندگان گالیناکوس از خانواده نومیدیدا است که گوشت و تخم آنها مقبولیت بالایی دارد. هدف: این پژوهش به منظور مقایسه کیفیت داخلی و خارجی، ترکیب شیمیایی و ترکیب اسید چرب زرده تخم مرغ مروارید آذربایجان شرقی با تخم مرغ انجام شد. روش کار: بدین منظور تعداد ۵۰ عدد تخم سالم به صورت نمونه‌گیری تصادفی ساده از ایستگاه تحقیقات مرغ مروارید و تعداد ۵۰ عدد تخم مرغ سالم از فروشگاه معتبر خریداری شد. پس از نمونه‌برداری تخم‌ها بلافاصله به آزمایشگاه منتقل و صفات مرتبط با کیفیت تخم به صورت انفرادی اندازه‌گیری شد. **نتایج:** میانگین صفات مرتبط با کیفیت خارجی و داخلی تخم مرغ‌های مروارید از قبیل وزن تخم، درصد و ضخامت پوسته، شاخص شکل تخم، حجم تخم، درصد زرده، درصد سفیده، واحد‌ها، رنگ زرده به ترتیب ۴۰/۷۳۶ گرم، ۱۵/۶۰۴ درصد و ۰/۷۱۸ میلی‌متر، ۷۸/۸۰۱، ۴۲/۰۳۵ سانتی‌متر مکعب، ۳۱/۴۱۸ درصد، ۵۲/۹۷۷ درصد، ۷۸/۰۳۰ و ۸/۸۰۰ بود. میانگین این صفات در تخم مرغ به ترتیب ۶۱/۳۷۱ گرم، ۹/۰۸۰ درصد و ۰/۶۶۵ میلی‌متر، ۷۶/۸۵۲، ۶۳/۰۶۵ سانتی‌متر مکعب، ۳۱/۳۳۴ درصد، ۵۹/۵۸۵ درصد، ۷۵/۰۷۵ و ۴/۷۰ اندازه‌گیری شد. میانگین کلسترول نمونه‌های زرده تخم مرغ مروارید و تخم مرغ به ترتیب ۱۶۰۵ و ۱۳۹۱ میلی‌گرم در هر ۱۰۰ گرم زرده اندازه‌گیری شد. برای تعیین ترکیب اسیدهای چرب زرده به روش کروماتوگرافی گازی تعداد ۵ نمونه مخلوط به صورت تصادفی انتخاب شد. بیشترین اسیدهای چرب زرده تخم مرغ مروارید مربوط به اسید پالمیتیک و اسید اولئیک و اسید لینولئیک بود که مقادیر آنها به ترتیب ۲۸/۲۷، ۳۴/۶۸، ۲۰/۱۳ درصد از کل اسیدهای چرب زرده و در تخم مرغ خوراکی به ترتیب ۲۹/۱۷، ۲۷/۷۲ و ۱۷/۲۰ درصد از کل اسیدهای چرب زرده بود. میانگین مجموع اسیدهای چرب اشباع (SFA) و غیراشباع با چند پیوند دوگانه (PUFA) در زرده تخم مرغ مروارید به ترتیب ۳۸/۱۴ و ۲۲/۰۹ درصد و برای زرده تخم مرغ ۴۰/۶۳ و ۱۹/۲۶ درصد اندازه‌گیری شد. **نتیجه‌گیری نهایی:** با توجه به نتایج این تحقیق، درصد پوسته، ضخامت پوسته، میزان کلسترول و چربی زرده، MUFA، PUFA و اسیدهای چرب امگا ۶- تخم مرغ مروارید در مقایسه با تخم مرغ بیشتر بود.

واژگان کلیدی: مرغ مروارید، تخم مرغ، ارزش غذایی، ترکیب اسیدهای چرب، کیفیت تخم

مقدمه

مرغ شاخدار یا مرغ مروارید (Guinea fowl) رایج‌ترین نام از هفت گونهٔ پرندگان گالیناکوس^۱ است که جزو راسته گالی‌فرمیس و خانوادهٔ نومیدیدا بوده و با نام علمی *Numida meleagris* شناخته می‌شود (آدایی ۲۰۱۰). نام اولیهٔ آن مرغ گینه‌ای بود که می‌تواند معرف منشأ و موطن اصلی آن باشد. در بیشتر نواحی جهان این پرنده را برای تولید گوشت و تخم پرورش می‌دهند. صنعت پرورش مرغ مروارید در کشورهای اروپایی و به‌ویژه در کشور فرانسه بسیار پیشرفته است. تولید تخم و گوشت مرغ مروارید در کشورهای ایتالیا و بلژیک نسبتاً محبوب بوده به‌طوری‌که دومین منبع گوشت مرغ و تخم بعد از مرغ است (برناکی و همکاران ۲۰۱۳). تخم مرغ ارزان‌ترین منبع پروتئین حیوانی است که در سراسر جهان مورد استفاده قرار می‌گیرد. تخم مرغ مروارید در مقایسه با تخم مرغ معمولی از میزان بالای ویتامین A، B_۲ و E برخوردار است (استادلمن و همکاران ۱۹۹۵). مرغان مروارید نسبت به بیشتر بیماری‌های متداول در طیور صنعتی مقاوم بوده و تولید آن حتی در شرایط ضعیف مدیریت نیز کمتر تحت تأثیر قرار می‌گیرد. همچنین با توجه به اینکه مرغ‌های مروارید می‌توانند درجه حرارت‌های بالا و پایین محیط را به‌خوبی تحمل کنند، بنابراین هزینه سوخت در پرورش آنها در مقایسه با پرورش مرغ‌های مدرن اندک است (سائلا ۲۰۰۹). مرغان مروارید قادر هستند تا از مواد کم‌ارزش استفاده کرده و مواد خوراکی فیبری را مورد تغذیه قرار دهند، به همین دلیل هزینه‌های تغذیه‌ای پایینی دارند (موراکي و سابو ۲۰۱۲). لذا، با توجه به هزینه‌های پایین‌تر تغذیه و تأمین حرارت، پرورش مرغ مروارید نسبت به سایر طیور نیز ارزش غذایی بالاتر تخم تولیدی آن، می‌توان پرورش این پرنده را به پرورش‌دهندگان توصیه نمود (موراکي و سیابو ۲۰۱۲). تخم مرغ مروارید

در مقایسه با تخم مرغ کوچک‌تر و شکل متفاوت‌تری دارد. انتهای بزرگ آن‌ها گرد شده و انتهای کوچک آن‌ها نوک‌تیز است. یکی از عوامل اصلی که بر اندازهٔ تخم مرغ و مصرف غذا تأثیر می‌گذارد، وزن بدن است (رابینسون و شریدان ۱۹۸۲). پوستهٔ تخم مرغ مروارید ضخیم‌تر است و مقاومت مکانیکی بهتری نسبت به تخم مرغ دارد؛ به‌طوری‌که پوستهٔ تخم مرغ مروارید ۱۵ درصد و پوستهٔ تخم مرغ ۹ درصد از وزن کل تخم را تشکیل می‌دهد. این امر نشان دهندهٔ مقاومت و استحکام بیشتر تخم مرغ مروارید در مقایسه با تخم مرغ است (کوپر و گلزار ادبی ۲۰۱۲). در ایران هنوز آمار دقیقی از تعداد مرغان مروارید و شیوهٔ پرورش آنها وجود ندارد. زیستگاه این مرغ بیشتر در غرب و شمال غرب کشور می‌باشد. تراکم جمعیت آنها در استان‌های آذربایجان شرقی و اردبیل بیش از سایر مناطق است. این پرندگان به رنگ‌های خاکستری و خاکستری مایل به آبی و به‌ندرت سینه سفید مشاهده می‌شوند. در استان آذربایجان شرقی بیشترین پراکنش مرغ مروارید در مناطق ارسباران، کلبر و مرند و نیز به‌صورت محدود در شهرستان‌های بناب، ملکان و میانه می‌باشد. در استان اردبیل بیشترین پراکنش مرغ مروارید در شهرستان‌های گرمی، پارس‌آباد، بيله‌سوار، تازه‌کند و به‌صورت محدود در شهرستان‌های مشکین‌شهر و اردبیل می‌باشد. با توجه به اینکه، اطلاعات محدودی در مورد صفات مرتبط با کیفیت داخلی و خارجی تخم مرغ مروارید استان آذربایجان شرقی و ارزش تغذیه‌ای و ترکیب اسیدهای چرب زردهٔ تخم آنها وجود دارد، انجام تحقیقاتی در این خصوص ضروری به نظر می‌رسد. بنابراین هدف از این تحقیق تعیین ترکیبات شیمیایی، صفات مرتبط با کیفیت داخلی و خارجی تخم و ترکیب اسیدهای چرب زردهٔ تخم مرغان مروارید استان آذربایجان شرقی و مقایسه آن‌ها با داده‌های مربوط به تخم مرغ است.

¹ Galinacos² Galliformes

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری: در این پژوهش تعداد ۵۰ عدد تخم سالم و تمیز از ایستگاه تحقیقات مرغ مروارید شهرستان بناب تهیه شد. تخم‌ها از مرغان مروارید هم‌سن که با یک جیره غذایی یکسان از لحاظ پروتئین و انرژی تغذیه می‌شدند، به‌طور کاملاً تصادفی و در یک مرحله نمونه‌برداری شد. بلافاصله پس از نمونه‌برداری تخم‌ها به آزمایشگاه منتقل شدند. صفات مرتبط با کیفیت خارجی تخم از قبیل وزن تخم، طول، عرض و شاخص شکل تخم، وزن و ضخامت و درصد پوسته، مساحت پوسته، وزن پوسته در واحد سطح و حجم تخم و صفات مرتبط با کیفیت داخلی تخم مرغ از قبیل وزن زرده و سفیده، درصد زرده و سفیده، ارتفاع زرده، طول زرده، شاخص زرده، شاخص سفیده، نسبت زرده به سفیده، ارتفاع سفیده، واحد هاو، رنگ زرده، pH زرده و سفیده به‌صورت انفرادی اندازه‌گیری شد. برای مقایسه ارزش تغذیه‌ای، کیفیت داخلی و خارجی تخم مرغ مروارید با مقادیر تخم مرغ، تعداد ۵۰ عدد تخم مرغ از فروشگاه معتبر به‌صورت نمونه‌برداری تصادفی ساده و در یک مرحله خریداری شد و تمام صفات مذکور به‌صورت انفرادی اندازه‌گیری شد.

تعیین کیفیت خارجی و داخلی تخم: برای اندازه‌گیری وزن تخم مرغ و تخم مرغ مروارید از ترازوی دیجیتالی (با دقت ۰/۰۰۱ گرم) استفاده شد. برای اندازه‌گیری وزن پوسته پس از تخلیه محتویات درونی تخم‌ها پوسته به مدت ۴۸ ساعت در دمای اتاق قرار داده شد تا کاملاً خشک شود، سپس عمل وزن‌کشی صورت گرفت (پانهلوکس و همکاران ۲۰۰۰). ضخامت پوسته از ناحیه میانی و دو انتهای هر تخم (انتهای باریک و پهن) و با استفاده از دستگاه کولیس مدرج با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شد (سنکویلو و همکاران ۲۰۰۵، باقری و همکاران ۲۰۱۶). طول و عرض تخم با استفاده از کولیس مدرج و با دقت ۰/۰۵ میلی‌متر اندازه‌گیری شد. برای

تعیین شاخص شکل تخم از فرمول زیر استفاده شد (مونیرا و همکاران ۲۰۰۳، دومان و همکاران ۲۰۱۶).

$$\text{شاخص شکل تخم} = \frac{\text{عرض تخم (میلی‌متر)}}{\text{طول تخم (میلی‌متر)}} \times 100$$

رنگ زرده تخم با استفاده از مقیاس رنگ رش^۱ تعیین گردید. همچنین پس از اندازه‌گیری ارتفاع سفیده با استفاده از ارتفاع سنج سه‌پایه و با دقت ۰/۰۰۱ میلی‌متر، واحد هاو با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد که در آن H.U واحد هاو، log لگاریتم عدد بر مبنای ۱۰، H ارتفاع سفیده برحسب میلی‌متر، W وزن تخم برحسب گرم است.

$$H.U = 100 \log \left(H + \sqrt[3]{W} - \sqrt[3]{W} \right)$$

برای محاسبه مساحت پوسته تخم (آلکان و همکاران ۲۰۱۳) و برای محاسبه وزن پوسته در واحد سطح (سانگ و همکاران ۲۰۰۰) از روابط زیر استفاده شد.

$$\text{وزن تخم} = 3/9782 \times (\text{مساحت پوسته})^{0/7505}$$

$$\text{وزن پوسته} (\text{gr/cm}^2) = \frac{\text{وزن پوسته در واحد سطح}}{\text{مساحت پوسته}}$$

همچنین از روابط زیر برای محاسبه شاخص سفیده، شاخص زرده، حجم تخم (دودسولا ۲۰۱۰)، وزن پوسته در واحد سطح و مساحت سطح استفاده شد (آلکان و همکاران ۲۰۱۳).

$$\text{ارتفاع سفیده} (\%) = 100 \times \frac{\text{ارتفاع سفیده}}{\text{عرض سفیده} + \text{طول سفیده}}$$

$$\text{ارتفاع زرده} (\%) = \frac{\text{ارتفاع زرده}}{\text{قطر زرده}} \times 100$$

$$\text{حجم تخم (cm}^3\text{)} = \left[\left(\text{عرض تخم} \times \left(\text{طول تخم} - \left(\frac{0/0018 \times \text{وزن تخم}}{0/6057} \right) \right) \right) \right]$$

$$\text{عرض تخم} \times \text{طول تخم} \times \left(\text{عرض تخم} \times 0/0115 + \text{طول تخم} \times 0/0134 - \frac{2/155}{0/0115} \right) (\text{cm}^2) = \text{مساحت تخم}$$

در این تحقیق pH سفیده و زرده با استفاده از دستگاه pH متر (HANNA, HI2209-01) اندازه‌گیری شد.

¹ Roche color

بدین منظور ۲ گرم نمونه به صورت انفرادی از زرده و سفیده تخم برداشته شد و به بشر ۲۵۰ میلی‌لیتری منتقل شد و سپس ۹ حجم از آب دیونیزه افزوده شد. پس از کالیبراسیون pH متر با استفاده از محلول‌های استاندارد (۴، ۷، ۱۰) pH نمونه‌ها اندازه‌گیری و ثبت شد (لی‌چان و همکاران ۱۹۹۵، کول و سکر ۲۰۰۴).

ترکیبات شیمیایی اجزای داخلی تخم: برای تعیین ترکیبات شیمیایی زرده و سفیده تخم، از مخلوط ۵ عدد تخم، یک نمونه کاملاً تصادفی برای زرده و یک نمونه برای سفیده اخذ شد و میزان رطوبت، پروتئین خام و خاکستر خام هر یک از نمونه‌ها بر اساس روش تجزیه تقریبی طبق روش‌های AOAC^۱ (۲۰۰۵) صورت گرفت.

اندازه‌گیری ترکیب اسیدهای چرب زرده: ابتدا زرده‌های تخم جدا و از هر ده عدد زرده تخم پس از مخلوط کردن یک گرم نمونه تصادفی (تعداد ۵ نمونه زرده برای هر یک از تخم مرغ مروارید و تخم مرغ) اخذ شد. سپس چربی کل به روش فولچ (۱۹۵۷) با استفاده از حلال‌های متانول و کلروفرم استخراج گردید. سپس چربی با افزودن ۳ میلی‌لیتر هیدروکسید پتاسیم متانول (۲ مولار) صابونی و بعد با افزودن ۵ میلی‌لیتر اسید سولفوریک متانولی (۱۲ درصد حجمی/حجمی) به متیل استر تبدیل گردید. متیل استر اسیدهای چرب در یک میلی‌لیتر هپتان نرمال استخراج شد و جهت آنالیز ترکیب اسیدهای چرب، یک میکرولیتر از فاز هپتان نرمال به دستگاه کروماتوگرافی گازی مدل Agilent-۶۸۹۰ (آمریکا) تزریق شد. برای شناسایی اسیدهای چرب از مخلوط استاندارد سیگما استفاده شد. دستگاه کروماتوگرافی مجهز به دریچه تزریق کاپیلاری، ستون کاپیلاری ویژه تجزیه اسیدهای چرب (DB-wax) به طول ۳۰ متر و قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر با فاز ساکن پلی‌اتیلن گلیکول به ضخامت ۰/۲۵ میکرومتر، دتکتور یونش شعله‌ای (FID) بود. دمای اولیه آون در ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت یک دقیقه نگه داشته شد و بعد با سرعت ۲۵ درجه سانتی‌گراد در دقیقه

تا ۲۴۰ درجه سانتی‌گراد افزایش یافت و ۸ دقیقه در همان دما ماند. از گاز نیتروژن به عنوان گاز حامل به ترتیب با سرعت جریان ۱ و ۴۵ میلی‌لیتر بر دقیقه استفاده گردید. دمای دریچه تزریق در ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد و دمای آشکارساز در ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد. پردازش داده‌های دستگاه با استفاده از نرم‌افزار Chemstation انجام شد (پولات و همکاران ۲۰۱۳، کیانی و همکاران ۲۰۱۶).

کلسترول زرده: بدین منظور ۱ گرم زرده درون لوله آزمایشی قرار داده شد. چربی زرده به وسیله ایزو پروپانول استخراج (۴ میلی‌لیتر) و به مدت ۲ تا ۳ دقیقه به هم زده شد و سپس در دور ۹۰۷g به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ (بهداد مدل یونیورسال ۱۶ شاخه، ایران) شد. میزان کلسترول زرده (میلی‌گرم کلسترول در ۱۰۰ گرم زرده تخم) در نمونه‌های صاف شده به وسیله اسپکتروفتومتر (UV/VIS Photonix Ar 2015) و با استفاده از کیت تجاری پارس آزمون اندازه‌گیری شد (لی‌چان و همکاران ۱۹۹۵).

تجزیه و تحلیل آماری: داده‌ها پس از جمع‌آوری با استفاده از نرم‌افزار اکسل مرتب و برای تجزیه و تحلیل بیشتر آماده گردید. محاسبه آماره‌های توصیفی از قبیل میانگین، دامنه تغییرات، حداکثر و حداقل مقدار، ضریب تغییرات و انحراف معیار هریک از صفات مرتبط با کیفیت داخلی و خارجی تخم مرغ مروارید و تخم مرغ با استفاده از نرم‌افزار SAS (۲۰۰۳) و رویه univariate صورت گرفت و برای مقایسه داده‌های تخم مرغ مروارید با داده‌های تخم مرغ از آزمون t دو طرفه جفت نشده استفاده شد.

¹ Association of Official Analytical Chemists (AOAC)

نتایج و بحث

آماره‌های توصیفی صفات مربوط به کیفیت خارجی تخم مرغ مروارید و صفات مربوط به کیفیت داخلی تخم این پرنده به ترتیب در جداول ۱ و ۲ نشان داده شده است. براساس نتایج جدول ۱، وزن تخم مرغ مروارید از ۳۴/۶۰۷ تا ۴۶/۲۰۲ گرم متغیر بود و میانگین وزن تخم ۴۰/۷۳۶ گرم بود که با نتایج مطالعات انجام شده توسط اکی و همکاران (۲۰۰۴)، الکان و همکاران (۲۰۱۳)، سینگ و همکاران (۲۰۰۸) و ناهاشون و همکاران (۲۰۰۷) مطابقت دارد. میانگین طول و عرض تخم و شاخص شکل تخم مرغ مروارید به ترتیب ۴۸/۳۶۹ و ۳۸/۰۵۱ میلی‌متر و ۷۸/۸۰۱ اندازه‌گیری شد که با نتایج تبسی و همکاران (۲۰۱۲)، سینگ و همکاران (۲۰۰۸) و سانگ و همکاران (۲۰۰۰) و آلکان و همکاران (۲۰۱۳) هماهنگی داشت. وزن تخم مرغ همبستگی مثبت با طول و عرض تخم مرغ دارد (مونیرا و همکاران، ۲۰۰۳) که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی داشت؛ به طوری که تخم‌های

سنگین‌تر طول و عرض بزرگتری داشتند. دامنه ضخامت پوسته تخم ۰/۵۴۰ تا ۰/۹۳۰ میلی‌متر و میانگین آن ۰/۷۱۸ میلی‌متر اندازه‌گیری شد. همچنین میانگین ضخامت پوسته در ناحیه نوک‌تیز ۰/۷۱۰ میلی‌متر و در ناحیه پهن ۰/۷۱۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شد که نشان می‌دهد معدنی شدن در ناحیه پهن بیشتر صورت گرفته است. برخی از محققان بین وزن تخم مرغ و ضخامت پوسته تخم مرغ همبستگی مثبتی (۰/۲۶) گزارش کرده‌اند (استادلمن ۱۹۹۵ و نووازسکی و همکاران ۲۰۰۸ و کول و سکر ۲۰۰۴) که نشان می‌دهد ضخامت پوسته تخم با افزایش وزن تخم افزایش می‌یابد. حداقل و حداکثر مقادیر درصد پوسته تخم مرغ مروارید از ۱۰/۸۹۰ به ۱۹/۳۱۰ درصد متغیر بود و میانگین آن ۱۵/۶۰۴ درصد اندازه‌گیری شد که با نتایج ارائه شده توسط نووازسکی و همکاران (۲۰۰۸) و الکان و همکاران (۲۰۱۳) هماهنگی داشت.

جدول ۱- صفات کیفیت خارجی تخم مرغ مروارید

Table 1- The external quality traits of guinea fowl eggs

Traits	N	Minimum	Maximum	Range	Coefficient of variance (%)	Mean±S.D.*
Egg weight (g)	50	34.607	46.202	11.595	7.201	40.736±2.933
Egg length (mm)	50	38.5	53.000	14.500	4.764	48.369±2.304
Egg breadth (mm)	50	33.520	40.020	6.500	3.028	38.051±1.152
Egg shape index	50	72.340	98.880	26.540	4.684	78.801±3.691
Sharp region thickness of shell (mm)	50	0.530	0.940	0.410	16.939	0.710±0.120
blunt region thickness of shell (mm)	50	0.490	0.990	0.500	20.490	0.711±0.145
Equatorial region thickness of shell (mm)	50	0.440	0.990	0.550	19.367	0.732±0.141
Average egg shell thickness (mm)	50	0.540	0.930	0.390	12.674	0.718±0.091
Shell weight (g)	50	4.420	8.920	4.500	14.898	6.367±0.948
Shell percentage (%)	50	10.890	19.310	8.420	11.528	15.604±1.799
Shell surface area (cm ²)	50	56.880	70.650	13.770	5.408	64.248±3.474
Unit surface shell weight (g/cm ²)	50	0.068	0.126	0.057	12.067	0.098 ±0.011
Egg volume (cm ³)	50	29.960	48.900	18.940	9.176	42.035±3.857
Egg surface area (cm ²)	50	46.047	66.201	20.154	6.940	58.729±4.076

* SD: standard deviation

هله ۲۰۰۳ و کوزنیکا و همکاران ۲۰۰۴ و دودوسولا ۲۰۱۰ و نووازسکی و همکاران ۲۰۰۸ و اوکی و همکاران (۲۰۰۳). میانگین مساحت تخم مرغ مروارید ۵۸/۷۲۹ سانتی‌متر مربع محاسبه شد.

حداقل و حداکثر مساحت پوسته تخم از ۵۶/۸۸۰ تا ۷۰/۶۵۰ و میانگین آن ۶۴/۲۴۸ سانتی‌متر مربع محاسبه شد. دامنه تغییرات وزن پوسته در واحد سطح تخم ۰/۰۵۷ گرم در هر سانتی‌متر مربع محاسبه شد که با گزارش‌های پژوهشگران دیگر هماهنگ بود (برناکی و

در جدول ۲ آماره‌های توصیفی مربوط به صفات کیفیت داخلی تخم مرغ مروارید ارائه شده است که بر اساس آن میانگین درصد سفیده و زرده به ترتیب ۵۲/۹۷۷ و ۳۱/۴۱۸ درصد اندازه‌گیری شد. همچنین شاخص سفیده و زرده به ترتیب ۹/۶۰ و ۴۳/۱۳۶ محاسبه شد. حداقل و حداکثر ارتفاع سفیده تخم مرغ مروارید ۳/۳۷۰ و ۵/۸۶۰ میلی‌متر و میانگین آن ۵/۱۸۶ میلی‌متر اندازه‌گیری شد. دامنه تغییرات واحد هاو که نشان دهنده کیفیت داخلی تخم مرغ می‌باشد؛ ۲۰/۷۱۰ محاسبه شد و میانگین آن ۷۸/۰۳۰ بود. همبستگی بسیار مثبت و معنی‌داری بین ارتفاع سفیده و شاخص سفیده توسط سزایی الکن و همکاران (۲۰۱۳) گزارش شده است. همچنین اوزن کلک

(۲۰۰۲) نتیجه‌گیری کرد که ارتفاع سفیده، شاخص سفیده، وزن سفیده و درصد سفیده کیفیت سفیده غلیظ تخم را نشان می‌دهند که در برآورد واحد هاو مورد استفاده قرار می‌گیرد و عامل مهمی در تشخیص کیفیت داخلی تخم مرغ است. حداقل و حداکثر pH سفیده تخم مرغ مروارید از ۸/۸۰ تا ۹/۶۴۰ متغیر بود و میانگین آن ۹/۳۳۲ اندازه‌گیری شد که با گزارش سیلور سید و همکاران (۲۰۰۱) مطابقت داشت. مشخص شده است که pH سفیده نشان دهنده کیفیت سفیده است، اما طبق نتیجه‌گیری هانتون (۱۹۸۷) این روش برای تعیین کیفیت تخم وقت گیر است.

جدول ۲- صفات کیفیت داخلی تخم مرغان مروارید

Table 2- Internal quality traits of guinea fowl eggs

Traits	N	Minimum	Maximum	Range	Coefficient of variance (%)	Mean±S.D.
Albumen weight (g)	50	15.760	28.110	12.350	12.865	21.625±2.782
Albumen ratio (%)	50	43.700	62.520	18.820	8.605	52.977±4.559
Albumen height (mm)	50	3.370	5.860	2.490	10.637	5.186±0.551
Albumen length (mm)	50	62.630	101.203	38.600	9.864	80.044±7.895
Albumen width (mm)	50	16.020	56.880	40.860	24.458	29.441±7.200
Haugh unit	50	67.421	84.132	20.710	5.671	78.030±4.425
Albumen index (%)	50	6.410	13.120	6.710	15.567	9.600±1.494
albumen pH	50	8.800	9.640	0.840	1.473	9.332±0.137
Yolk length(mm)	50	31.420	42.030	10.610	7.169	37.632±2.698
Yolk width (mm)	50	3.270	42.690	10.420	6.976	36.842±2.570
Yolk diameter (mm)	50	32.740	42.360	9.620	5.938	37.239±2.211
Yolk height (mm)	50	12.850	18.210	5.360	7.815	16.021±1.252
Yolk index (%)	50	32.510	51.830	19.320	8.918	43.136±3.847
Yolk weight (g)	50	9.370	16.360	6.990	12.291	12.743±1.566
Yolk ratio (%)	50	23.640	42.440	18.800	13.837	31.418±4.347
Yolk pH	50	6.330	6.920	0.59۰	2.102	6.592±0.138
Yolk color	50	7.000	12.000	5.000	10.520	8.800±0.925
Ratio of Yolk/albumen	50	39.670	96.580	56.910	22.730	60.419±13.733

S.D: Standard deviation

با توجه به اینکه در این تحقیق تخم‌های انتخاب شده به صورت تازه تولید شده مورد بررسی قرار گرفتند و در یک مرحله نمونه‌برداری صورت گرفت ضریب تغییرات pH سفیده کمتر بود (۱/۴۷۳ درصد). همچنین میانگین pH زرده ۶/۵۹۲ با ضریب تغییرات ۲/۱۰۲ درصد اندازه‌گیری شد که نشان از یکنواخت بودن نمونه‌های انتخاب شده برای آزمایش دارد.

در جداول ۳ و ۴ به ترتیب آماره‌های توصیفی صفات مربوط به کیفیت خارجی و کیفیت داخلی تخم مرغ نشان داده شده است. با توجه به جدول ۳ مشاهده می‌شود که دامنه تغییرات وزن تخم مرغ از ۵۳/۶۳۰ تا ۶۸/۵۵۹ گرم بود و میانگین آن ۶۱/۳۷۱ گرم اندازه‌گیری شد که با گزارش‌های دومان و همکاران (۲۰۱۶) و مونیرا و همکاران (۲۰۰۳) مطابقت داشت. با توجه به اینکه وزن

تخم مرغ در مقایسه با وزن تخم مرغ مروارید بیشتر بود
بنابراین تفاوت آماری معنی داری بین وزن تخم مشاهده
شد ($p < 0.0001$). حداقل و حداکثر مقادیر طول تخم مرغ
۵۶/۲۹۲ تا ۶۰/۶۸۰ میلی متر و میانگین آن ۵۶/۲۹۲
میلی متر اندازه گیری شد و همچنین حداقل و حداکثر
مقدار عرض تخم مرغ ۴۰/۳۷۰ تا ۴۶/۰۴۰ میلی متر متغیر
بود.

جدول ۳- مقایسه صفات کیفیت خارجی تخم مرغ با تخم مرغ مروارید

Table 3- Comparison of external quality traits of hen eggs and guinea fowl eggs

Traits	N	Minimum	Maximum	Range	Coefficient of variance (%)	Mean±S.D.	t value
Egg weight (g)	50	53.630	68.559	14.913	6.884	61.371±4.225	28.37**
Egg length (mm)	50	52.540	60.680	8.140	3.308	56.292±1.862	18.91**
Egg breadth (mm)	50	40.370	46.040	5.670	3.012	43.241±1.302	21.10**
Egg shape index	50	73.730	82.460	8.730	2.791	76.852±2.145	3.23**
Sharp region thickness (mm)	50	0.370	0.910	0.540	22.389	0.686±0.153	0.86 ^{ns}
Blunt region thickness	50	0.410	0.900	0.490	19.623	0.628±0.123	3.07**
Equatorial region thickness (mm)	50	0.380	0.910	0.530	19.797	0.680±0.134	1.86 ^{ns}
Average shell thickness (mm)	50	0.410	0.820	0.410	16.019	0.665±0.106	2.70**
Shell weight (g)	50	4.463	6.730	2.267	8.629	5.566±0.480	5.32**
Shell ratio (%)	50	7.480	10.900	3.420	6.817	9.080±0.619	24.25**
Shell surface area (cm ²)	50	79.030	95.010	15.981	5.178	87.391±4.525	28.68**
Unit surface shell weight (g/cm ²)	50	0.053	0.076	0.022	6.676	0.063±0.004	19.64**
Egg volume (cm ³)	50	52.050	73.330	21.280	8.350	63.065±5.266	22.78**
Egg surface area (cm ²)	50	67.183	85.252	18.048	5.625	76.190±4.286	22.65**

* and ** indicates that chemical composition of hen eggs and guinea fowl eggs differ significantly $p < 0.05$ and $p < 0.01$, respectively.

مقاومت بیشتری در برابر شکنندگی در مقایسه با تخم
مرغ دارد که با نتایج آدایی (۲۰۱۰) و آلکان و همکاران
(۲۰۱۳) هماهنگی دارد. مساحت پوسته تخم مرغ ۷۹/۰۳۰
سانتی مترمربع و وزن پوسته در واحد سطح ۰/۰۵۳ گرم
بر سانتی متر مربع محاسبه گردید که در مقایسه با
مقادیر تخم مرغ مروارید مساحت پوسته بیشتر بود
(۵۶/۸۸۰ سانتی متر مربع)، ولی وزن پوسته در واحد
سطح تخم مرغ مروارید بیشتر از تخم مرغ بود (به ترتیب
۰/۰۹۸ و ۰/۰۶۳ گرم در هر سانتی مترمربع، جدول ۱). با
توجه به اینکه طول و عرض تخم مرغ خوراکی در مقایسه
با تخم مرغ مروارید بیشتر بود، بنابراین مساحت پوسته
تخم مرغ بیشتر از تخم مرغ مروارید بود. همچنین
می توان علت بالا بودن وزن پوسته در واحد سطح را که
مقادیر آن در تخم مرغ مروارید بیشتر از تخم
مرغ محاسبه شد، به بیشتر بودن میانگین ضخامت پوسته
تخم مرغ مروارید نسبت داد. حداقل و حداکثر حجم تخم
مرغ ۵۲/۰۵۰ و ۷۳/۳۳۰ سانتی متر مکعب و مساحت تخم

میانگین شاخص شکل تخم مرغ ۷۶/۸۵۲ بود که تفاوت
آماری معنی داری با شاخص شکل تخم مرغ مروارید
داشت ($p < 0.0001$). با توجه به اینکه تفاوت آماری
معنی داری در طول و عرض تخم مرغ با تخم مرغان
مروارید مشاهده شد بنابراین شاخص شکل تخم مرغ
مروارید با تخم مرغ تفاوت داشت که این نتایج با
یافته های مونیرا و همکاران (۲۰۰۳) مطابقت داشت. نتایج
تحقیق دومان و همکاران (۲۰۱۶) مشخص ساخت بین
وزن تخم مرغ و شاخص شکل تخم مرغ همبستگی مثبتی
وجود دارد به طوری که با افزایش وزن تخم مرغ شاخص
شکل تخم مرغ نیز افزایش می یابد. میانگین ضخامت
پوسته تخم مرغ ۰/۶۶۵ میلی متر اندازه گیری شد و
درصد پوسته تخم ۹/۰۸۰ محاسبه شد که در مقایسه با
تخم مرغ مروارید کمتر می باشد. با توجه به اینکه
ضخامت پوسته تخم در تخم مرغ مروارید (۰/۷۱۸
میلی متر) ضخیم تر از تخم مرغ (۰/۶۶۵ میلی متر)
اندازه گیری شد، بنابراین تخم مرغ مروارید استحکام و

مرغ ۶۷/۱۸۳ و ۸۵/۲۵۲ سانتی‌متر مربع محاسبه شد که در مقایسه با مقادیر تخم مرغ مروارید به علت بیشتر بودن طول و عرض تخم مرغ در مقایسه با تخم مرغ مروارید بالاتر بود.

جدول ۴- مقایسه صفات کیفیت داخلی تخم مرغ با تخم مرغ مروارید

Table 4- Comparison of internal quality traits of hen eggs and guinea fowl eggs

Traits	N	Minimum	Maximum	Range	Coefficient of variance (%)	Mean±S.D.	t value
Albumen weight (g)	50	28.410	42.700	14.290	8.946	36.594±3.274	24.64**
Albumen ratio (%)	50	52.460	64.710	12.250	4.355	59.585±2.595	8.91**
Albumen height (mm)	50	4.450	8.150	3.700	15.893	5.931±0.942	4.82**
Albumen length (mm)	50	77.650	106.050	28.400	6.846	92.618±6.34	8.78**
Albumen width (mm)	50	22.930	56.410	33.480	19.979	38.140±7.620	5.87**
Haugh unit	50	60.912	90.309	29.396	9.394	75.075±7.053	2.51*
Albumen index (%)	50	6.160	15.340	9.180	22.474	9.212±2.070	1.07 ^{ns}
albumen pH	50	9.160	9.850	0.690	1.492	9.415±0.140	3.01**
Yolk length(mm)	50	4.070	48.010	43.940	19.111	41.620±7.954	3.36**
Yolk width (mm)	50	35.950	46.700	10.750	5.784	42.853±2.421	10.04**
Yolk diameter (mm)	50	22.470	46.200	23.730	10.401	41.738±4.341	6.53**
Yolk height (mm)	50	14.450	18.910	4.460	6.146	17.001±1.04	4.25**
Yolk index (%)	50	34.000	80.960	46.960	19.195	41.472±7.960	1.33 ^{ns}
Yolk weight (g)	50	15.850	23.460	7.790	8.977	19.209±1.724	19.62**
Yolk ratio (%)	50	27.140	37.110	9.970	7.413	31.334±2.322	0.12 ^{ns}
Yolk pH	50	6.260	6.670	0.410	1.654	6.431±0.106	6.54**
Yolk colour	50	3.000	6.000	3.000	12.346	4.700±0.580	26.53**
Yolk/albumen ratio (%)	50	42.300	70.320	28.020	11.880	52.854±6.279	3.54**

* and ** indicates that chemical composition of hen eggs and guinea fowl eggs differ significantly $p<0.05$ and $p<0.01$, respectively.

طبق جدول ۴، میانگین درصد سفیده تخم مرغ ۵۹/۵۸۵ درصد اندازه‌گیری شد که نسبت به درصد سفیده تخم مرغ مروارید (۵۲/۹۷۷ درصد) بیشتر بود و تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده شد. ارتفاع سفیده تخم مرغ در مقایسه با ارتفاع سفیده تخم مرغ مروارید بیشتر بود و اختلاف آماری معنی‌داری بین آنها مشاهده شد (به ترتیب ۵/۹۳۱ و ۵/۱۸۶ میلی‌متر). به نظر می‌رسد با توجه به اینکه وزن و درصد سفیده تخم مرغ در مقایسه با تخم مرغ مروارید بیشتر بود ارتفاع سفیده نیز در تخم مرغ بیشتر از تخم مرغ مروارید بوده است. همچنین طول، عرض، قطر و ارتفاع زرده تخم مرغ در مقایسه با تخم مرغ مروارید بیشتر بود و اختلاف آماری معنی‌داری بین آنها مشاهده شد ($p<0.0001$). بین شاخص سفیده و شاخص زرده در تخم مرغ و تخم مرغ

مروارید تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده نشد ($p>0.05$) که نشان می‌دهد تخم مرغ سفیده و زرده مشابهی با تخم مرغ مروارید دارد و تفاوت‌های موجود در طول و عرض و ارتفاع سفیده و زرده مربوط به اندازه و ابعاد تخم مرغ و تخم مرغ مروارید است. رنگ زرده تخم مرغ در مقایسه با رنگ زرده تخم مرغ مروارید بر اساس مقیاس رنگ رش کمتر بود (۴/۷۰۰ در برابر ۸/۸۰۰). رنگ زرده عمدتاً وابسته به مقدار و نوع کارتنوئیدهای موجود در خوراک است (شیواپراساید و جاب ۱۹۷۸). کارتنوئیدها رنگدانه‌های محلول در چربی زرد، قرمز و نارنجی هستند که به دو گروه کاروتن‌ها و گزانتوفیل‌ها تقسیم می‌گردند. گزانتوفیل‌هایی از قبیل لوتئین و زی‌گزانتین بیشترین تأثیر و بتاکاروتن کمترین اثر را بر روی رنگ زرده تخم دارند. با توجه به اینکه

پرورش مرغان مروارید به صورت نیمه متراکم بود و پرندگان دسترسی آزاد به محیط اطراف داشتند در مقایسه با مرغان تخم‌گذار صنعتی که عمدتاً در قفس پرورش داده می‌شوند و به محیط دسترسی ندارند، دریافت رنگدانه‌هایی از قبیل گزانتوفیل‌ها و ابقاء آن در زرده تخم مرغان مروارید بیشتر بود. دامنه pH سفیده تخم مرغ از ۹/۱۶۰ تا ۹/۸۵۰ متغیر بود و میانگین آن ۹/۴۱۵ بود که با گزارش سیلور سید و همکاران (۲۰۰۱) مطابقت داشت. کیفیت سفیده را می‌توان با اندازه‌گیری pH آن ارزیابی کرد، اما طبق گزارش هانتون (۱۹۸۷) این روش می‌تواند وقت گیر باشد. در تخم مرغ تازه، pH سفیده بین ۷/۶ و ۸/۵ است. در طول ذخیره سازی و با افزایش درجه حرارت محل نگهداری، pH سفیده تا ۹/۷ افزایش می‌یابد (هیت ۱۹۷۷). لیچان و همکاران (۱۹۹۵) گزارش کردند که پس از ۲۱ روز ذخیره سازی و صرف نظر از دمای نگهداری بین ۳ تا ۳۵ درجه سانتی گراد، pH سفیده برابر با ۹/۴ شد. به نظر می‌رسد نمونه‌های تخم مرغ خریداری شده مدت زمان بیشتری نگهداری شده بود. این روند در pH زرده تخم نیز مشاهده شد. در تخم مرغ‌های تازه pH زرده نزدیک به ۶/۰ است. با این حال، در طول ذخیره سازی، pH زرده به تدریج افزایش می‌یابد و از ۶/۴ به ۶/۹ می‌رسد. دامنه pH زرده تخم در تحقیق حاضر بین ۶/۲۶ تا ۶/۶۷ متغیر بود، که با داده‌های لیچان و همکاران (۱۹۹۵) مطابقت داشت.

مقایسه صفات مربوط به ترکیبات شیمیایی تخم مرغ مروارید و تخم مرغ در جدول ۵ نشان داده شده است. میانگین درصد ماده خشک سفیده تخم مرغ مروارید و تخم مرغ به ترتیب ۱۳/۵۲۶ و ۱۲/۷۳۰ درصد بود که تفاوت آماری معنی‌داری بین آنها مشاهده نشد و همچنین میانگین درصد ماده خشک زرده تخم مرغ مروارید و تخم مرغ به ترتیب ۴۶/۶۶۲ و ۴۵/۷۷۰ درصد اندازه‌گیری شد که تفاوت آماری معنی‌داری نداشتند ($p > 0.05$). حداقل و حداکثر درصد خاکستر پخته تخم مرغ مروارید به ترتیب ۸۰/۳۱۰ و ۹۳/۵۵۰ درصد و در

تخم مرغ خوراکی ۶۸/۵۴۰ و ۸۴/۱۴۰ درصد بود که تفاوت آماری معنی‌داری بین آنها مشاهده شد. رومانوف و رومانوف (۱۹۴۹) گزارش کردند که تخم‌هایی که دارای پوسته متراکم‌تر و ضخیم‌تر هستند و در برابر شکنندگی استحکام بیشتری دارند، مقدار مواد معدنی پوسته تخم آنها در مقایسه با تخم‌های نرم، بیشتر است. با توجه به اینکه درصد و ضخامت پوسته در تخم مرغ مروارید بیشتر از تخم مرغ بود (جدول ۳) این نتیجه منطقی به نظر می‌رسد. میانگین درصد چربی زرده تخم مرغ مروارید و تخم مرغ ۳۱/۴۵۶ و ۳۰/۴۰۶ درصد اندازه‌گیری شد و تفاوت معنی‌داری بین آنها مشاهده نشد ($p > 0.05$). میانگین پروتئین زرده تخم مرغ مروارید ۳۳/۶۵۲ درصد اندازه‌گیری شد و در تخم مرغ ۳۳/۰۶۴ درصد بود و تفاوت آماری معنی‌داری بین آنها مشاهده نشد. حداقل و حداکثر مقدار پروتئین سفیده تخم مرغ مروارید ۸۰/۵۲۰ و ۸۲/۳۶۰ درصد بر اساس ماده خشک بود و میانگین آن ۸۱/۶۹۶ درصد اندازه‌گیری شد و در تخم مرغ معمولی حداقل و حداکثر درصد پروتئین سفیده ۸۳/۰۳۰ و ۸۵/۲۶۰ درصد و میانگین آن ۸۴/۳۸۴ درصد اندازه‌گیری شد. به نظر می‌رسد علت تفاوت در مقادیر پروتئین سفیده به نوع جیره غذایی و شرایط پرورش بستگی داشته باشد. حداقل و حداکثر کلسترول زرده تخم مرغ مروارید به ترتیب ۱۵۵۰ و ۱۸۲۱ میلی‌گرم در هر ۱۰۰ گرم زرده اندازه‌گیری شد و میانگین آن ۱۶۰۵ میلی‌گرم در هر ۱۰۰ گرم زرده بود؛ که با داده‌های آندریوس و همکاران (۱۹۶۸) همخوانی داشت. میانگین کلسترول زرده تخم مرغ ۱۳۹۱ میلی‌گرم در هر ۱۰۰ گرم زرده اندازه‌گیری شد. بخش عمده لیپیدهای تخم مرغ در زرده تجمع می‌یابند و شامل لیوپروتئین‌ها، فسفولیوپروتئین‌ها، تری آسید گلیسرول‌ها و کلسترول است. بخش لیپیدی زرده تخم مرغ عمدتاً دارای ۸/۷ گرم اسیدهای چرب اشباع، ۱۳/۲ گرم اسیدهای چرب غیر اشباع با یک پیوند دوگانه، ۳/۴ گرم اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه و ۱/۱۲۰ میلی‌گرم به ازای

هر ۱۰۰ گرم زرده کلسترول هستند (هولاند و همکاران ۱۹۹۷) که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد. در اکثر حیوانات کلسترول به وسیله کاتابولیسم و دفع در مدفوع به صورت اسیدهای چرب صفراوی حذف می‌گردند، ولی در پرندگان تخم‌گذار مقادیر قابل توجهی از کلسترول در زرده تخم تجمع می‌یابد. برخی از محققین بیان می‌کنند که کلسترول زرده تخم از کلسترول پلاسما منشاء

می‌گیرد (اندریوس و همکاران ۱۹۶۸)، ولی برخی از محققین نشان دادند که غلظت کلسترول پلاسما رابطه نزدیکی با غلظت کلسترول زرده تخم ندارند (شیواپراساد و جاپ ۱۹۷۸). بنابراین با توجه به تفاوت جیره غذایی مرغ مروارید با مرغ وجود اختلاف در مقادیر کلسترول زرده تخم منطقی به نظر می‌رسد.

جدول ۵- مقایسه ترکیب شیمیایی تخم مرغ مروارید و تخم مرغ

Table 5- Comparison of chemical composition of hen eggs and guinea fowl eggs

Traits	Birds	N	Minimum	Maximum	Range	Coefficient of variance (%)	Mean±S.D.	t value
Albumen Dry matter	guinea fowl	5	12.170	17.270	5.100	15.973	13.526±2.160	0.76 ^{ns}
	hen	5	11.800	14.01	2.210	6.854	12.730±0.872	
Yolk Dray matter	guinea fowl	5	46.030	47.780	1.750	1.422	46.662±0.663	1.50
	hen	5	44.030	46.890	2.860	2.508	45.770±1.147	
Albumen moisture	guinea fowl	5	82.730	87.830	5.100	2.498	86.474±2.160	0.76
	hen	5	85.990	88.200	2.210	0.999	87.270±0.872	
Yolk moisture	guinea fowl	5	52.220	53.970	1.750	1.244	53.338±0.663	1.50
	hen	5	53.110	55.970	2.860	2.116	54.230±1.147	
Shell ash	guinea fowl	5	80.310	93.550	13.240	6.084	89.924±5.471	3.21 ^{**}
	hen	5	68.540	84.140	15.600	8.527	77.584±16.616	
Yolk fat	guinea fowl	5	31.135	32.07	0.935	0.617	31.456±0.388	2.04
	hen	5	28.485	31.08	2.595	4.284	30.406±1.085	
Yolk protein	guinea fowl	5	32.960	34.220	1.260	1.437	33.652±0.487	1.96
	hen	5	23.380	33.660	1.280	1.407	33.064±0.465	
Albumen protein	guinea fowl	5	80.520	82.360	1.840	0.922	81.696±0.753	5.32 ^{**}
	hen	5	83.030	85.260	2.230	0.997	84.384±0.841	
Cholesterol (mg/100g of yolk)	guinea fowl	5	1550	1821	0.246	0.123	1605±199.0	14.13 ^{**}
	hen	5	1212	1406	0.142	0.061	1391±0.848	

* and ** indicates that chemical composition of hen eggs and guinea fowl eggs differ significantly $p<0.05$ and $p<0.01$, respectively.

در جدول ۶ ترکیب اسیدهای چرب زرده تخم مرغ مروارید و تخم مرغ و مقایسه آنها با همدیگر نشان داده شده است. در بین اسیدهای چرب اشباع (SFA) مقادیر اسید چرب مریستیک، استئاریک و آراشیدیک زرده تخم مرغ مروارید و تخم مرغ تفاوت آماری معنی‌داری باهم داشتند ($p<0.05$). میانگین اسید استئاریک زرده تخم مرغ مروارید ۸/۳۶ درصد و ۹/۶۱۰ درصد در زرده تخم مرغ بود. بیشترین مقدار اسید چرب اشباع زرده

تخم مرغ مروارید و تخم مرغ مربوط به اسید پالمیتیک بود (به ترتیب ۲۸/۲۷۴ و ۲۹/۱۷۶ درصد). از آنجایی که اسیدهای چرب غیر اشباع و به ویژه اسیدهای چرب غیر اشباع با چند پیوند دوگانه مستعد تخریب اکسیداتیو هستند، بنابراین حیوانات و پرندگان تمایل دارند چربی را عمدتاً به صورت اسید چرب اشباع اسید پالمیتیک ذخیره سازند. میانگین مجموع اسیدهای چرب اشباع (SFA) زرده تخم مرغ خوراکی (۴۰/۶۳۸ درصد) بیشتر از تخم

مرغ مروارید (۳۸/۱۴۴ درصد) بود. در اسیدهای چرب غیر اشباع با یک پیوند دوگانه (MUFA) بین اسید مریستولیک و اسید اولئیک زرد تخم مرغ مروارید و تخم مرغ تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده شد و بیشترین مقدار اسید چرب MUFA زرد تخم مرغ مروارید و تخم مرغ مربوط به اسید اولئیک بود (به ترتیب ۳۴/۶۸۶ و ۲۷/۷۲۴ درصد).

جدول ۶- مقایسه ترکیب اسیدهای چرب زرد تخم مرغ مروارید و تخم مرغ

Table 6- Comparison of yolk fatty acid profile of hen eggs and guinea fowl eggs

Fatty acid	Species	Minimum	Maximum	Range	Coefficient of Variance (%)	Mean±S.D.	t value
Myristic acid (C14:0)	guinea fowl	0.440	0.570	0.130	9.979	0.508±0.050	10.42**
	hen	0.800	0.920	0.120	6.457	0.858±0.055	
Palmitic acid (C16:0)	guinea fowl	27.410	29.150	1.740	2.289	28.274±0.647	0.62 ^{ns}
	hen	23.790	31.840	8.050	10.859	29.176±3.168	
Stearic acid (C18:0)	guinea fowl	7.380	8.520	1.140	5.914	8.036±0.475	3.04*
	hen	8.090	10.810	2.720	10.983	9.610±1.055	
Arachidic acid (C20:0)	guinea fowl	0.800	0.940	0.140	6.702	0.870±0.058	5.62**
	hen	0.500	0.700	0.200	15.684	0.594±0.093	
Behenic acid (C22:0)	guinea fowl	0.270	0.340	0.070	8.829	0.306±0.027	1.77 ^{ns}
	hen	0.240	0.310	0.070	11.317	0.268±0.030	
Lignoceric acid (C24:0)	guinea fowl	0.130	0.170	0.040	10.540	0.150±0.015	2.09 ^{ns}
	hen	0.110	0.150	0.040	12.448	0.132±0.016	
ΣSFAs	guinea fowl	37.120	39.050	1.930	2.381	38.144±0.908	1.33 ^{ns}
	hen	33.550	43.460	9.910	10.060	40.638±4.088	
Myristoleic acid (C14:1,n-5)	guinea fowl	0.060	0.090	0.030	15.002	0.076±0.011	3.79**
	hen	0.100	0.140	0.040	15.971	0.112±0.017	
Palmitoleic acid (C16:1,n-7)	guinea fowl	3.840	4.060	0.220	2.388	3.950±0.094	1.95 ^{ns}
	hen	3.970	5.370	1.400	12.594	4.444±0.559	
Oleic acid (C18:1,n-9)	guinea fowl	31.580	36.520	4.940	5.540	34.686±1.921	2.61*
	hen	21.650	35.700	14.050	20.347	27.724±5.641	
ΣMUFAs	guinea fowl	35.480	40.540	5.060	5.094	38.712±1.972	2.46*
	hen	25.720	40.010	14.290	17.067	32.280±5.509	
Linoleic acid (C18:2,n-6)	guinea fowl	9.580	20.410	0.830	1.588	20.130±0.319	2.63*
	hen	14.600	21.180	6.580	14.328	17.206±2.465	
α-linolenic acid (C18:3,n-3)	guinea fowl	0.160	0.210	0.050	12.529	0.182±0.022	2.75*
	hen	0.200	0.500	0.300	36.608	0.336±0.123	
Dihomo-gamma-linolenic acid (C20:3,n-6)	guinea fowl	0.140	0.260	0.120	23.156	2.208±0.048	1.09 ^{ns}
	hen	0.210	0.290	0.080	13.264	0.236±0.031	
Arachidonic acid(C20:4,n-6)	guinea fowl	1.230	1.530	0.300	8.101	1.410±0.114	1.62 ^{ns}
	hen	1.020	1.450	0.430	14.861	1.252±0.186	
Eicosapentaenoic acid(C20:5,n-3)	guinea fowl	0.006	0.009	0.003	17.496	0.007±0.001	2.16 ^{ns}
	hen	0.008	0.200	0.192	94.979	0.083±0.079	
Docosapentaenoic acid (C22:5,n-3)	guinea fowl	0.040	0.060	0.020	14.142	0.050±0.007	6**
	hen	0.020	0.030	0.010	21.066	0.026±0.005	
Docosahexaenoic acid (C22:6,n-3)	guinea fowl	0.015	0.170	0.155	54.446	0.103±0.056	0.65 ^{ns}
	hen	0.070	0.160	0.090	27.431	0.122±0.033	
ΣPUFAs	guinea fowl	21.657	22.291	0.634	1.158	22.090±0.255	2.46*
	hen	16.568	23.420	0.852	13.308	19.261±2.563	
Sum of n-3	guinea fowl	0.271	0.449	0.178	19.282	0.342±0.065	4.30**
	hen	0.450	0.680	0.230	17.071	0.567±0.096	
Sum of n-6	guinea fowl	21.310	22.020	0.710	1.207	21.748±0.262	2.64*
	hen	15.920	22.860	6.940	13.768	18.694±2.573	
Ratio of n-6 and n-3	guinea fowl	48.596	81.254	32.657	18.144	65.374±11.861	5.07**
	hen	24.567	40.821	16.253	21.714	33.767±7.332	
Ratio of SFAs and MUFAs	guinea fowl	0.915	1.088	0.172	6.920	0.988±0.068	3.36*
	hen	1.021	1.523	0.501	14.134	1.278±0.180	
Ratio of PUFAs and SFAs	guinea fowl	0.560	0.598	0.037	2.86	0.579±0.016	1.09 ^{ns}
	hen	0.413	0.555	0.142	11.35	0.475±0.05	

* and ** indicates that chemical composition of hen eggs and guinea fowl eggs differ significantly p<0.05 and p<0.01, respectively.

به عنوان اجزای ضروری فسفولیپیدهای مورد نیاز برای حفظ یکپارچگی غشای سلولی است. بنابراین به نظر می‌رسد تخم مرغ مروارید از لحاظ قدرت حفظ یکپارچگی غشای پلاسمایی در مقایسه با تخم مرغ مناسب‌تر باشد.

بنابراین بر اساس نتایج حاصل از بررسی صفات مرتبط با کیفیت خارجی، داخلی، ترکیب شیمیایی و ترکیب اسیدهای چرب زرده تخم مرغ مروارید و مقایسه آنها با مقادیر تخم مرغ می‌توان بیان داشت که تخم مرغ مروارید ارزش غذایی مناسبی داشته و ترکیب اسیدهای چرب زرده و به ویژه اسیدهای چرب غیر اشباع با چند پیوند دوگانه در تخم مرغ مروارید بیشتر از تخم مرغ است.

میانگین مجموع MUFA's زرده تخم مرغ مروارید و تخم مرغ به ترتیب ۳۸/۷۱۲ و ۳۲/۲۸۰ درصد اندازه‌گیری شد. در بین اسیدهای چرب غیر اشباع با چند پیوند دوگانه (PUFA) در زرده تخم مرغ مروارید و زرده تخم مرغ، اسید لینولئیک (C18:2,n-6) بیشترین مقدار را داشت که به ترتیب ۲۰/۱۳۰ و ۱۷/۲۰۶ درصد اندازه‌گیری شد. حداقل و حداکثر مجموع اسید چرب PUFA در زرده تخم مرغ مروارید به ترتیب ۲۱/۶۵۷ و ۲۲/۲۹۱ درصد و در زرده تخم مرغ ۱۶/۵۶۸ و ۲۳/۴۲۰ درصد بود و میانگین آن در تخم مرغ مروارید و تخم مرغ به ترتیب ۲۲/۰۹۰ و ۱۹/۲۶۱ درصد اندازه‌گیری شد که با گزارش پولات و همکاران (۲۰۱۳) هم‌خوانی داشت. اسید لینولئیک و اسید آلفا لینولئیک سریعتر از SFAs و MUFA's اکسید شده و تولید انرژی می‌کنند و نقش آنها

منابع مورد استفاده

- Adeyeye EI, 2010. Characteristic composition of guinea fowl (*Numida meleagris*) egg. International Journal of Pharmacy and Biological Sciences 1(2):1-9.
- Alkan S, Karsli T, Galiç A and Karabağ K, 2013. Determination of phenotypic correlations between internal and external quality traits of Guinea Fowl eggs. Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi 19(19): 861-867.
- Andrews JW, Wagstaff RK and Edwards HM, 1968. Cholesterol metabolism in the laying fowl. American Journal of Physiology 214: 1078-1083.
- Bagheri S, Janmohammadi H, Maleki R, Ostadrahimi A, and Kianfar R, 2016. The effects of dietary folic acid and zinc on yolk 5-methyltetrahydrofolate content, laying hens performance and egg quality. Journal of Animal Science Researches 26(4):73-78.
- Bernacki Z, Kokoszynski D and Bawej M, 2013. Laying performance, egg quality and hatching results in two guinea fowl genotypes. Arch Geflügelk 77(2): 109-115.
- Cooper RG and Golzar Adabi SG, 2012. Guinea fowl production. A guide for domestic and wild guinea fowl enthusiasts, first ed. Lulu Enterprises UK Ltd, London, United Kingdom.
- Dudusola IO, 2010. Comparative evaluation of internal and external qualities of eggs from quail and guinea fowl. International Research Journal of Plant Science 1(5): 112-115.
- Duman M, Şekeroğlu A, Yıldırım A, Eleroğlu H and Camci O, 2016. Relation between egg shape index and egg quality characteristics. European Poultry Science 2: 10.
- Folch J, Lees M and Sloane Stanley GH, 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. The Journal of Biological Chemistry 226(1), 497-509.
- Heath JL, 1977. Chemical and related osmotic changes in egg albumen during storage. Poultry Science 56(3): 822-828.
- Holland B, Welch AA, Unwin ID, Buss DH, Paul AA, Southgate DAT, 1997. The composition of foods. 5th ed. Cambridge: Redwood Books.
- Hosseini Z, 2005. Conventional methods in feed analyses. Shiraz university press. Iran. Shiraz.

- Kiani A, Sharifi S and Ghazanfari S, 2016. Effect of graded levels of Canola oil and lysine on performance, fatty acid profile of breast meat and blood lipids parameters of broilers. *Journal of Animal Science Researches* 26(2): 107-119.
- Kul S and Seker I, 2004. Phenotypic correlations between some external and internal egg quality traits in the Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). *International Journal of Poultry Science* 3(6): 400-405.
- Li-Chan, EC, Powrie WD and Nakai S, 1995. The chemistry of eggs and egg products. *Egg Science and Technology* 4: 75-105.
- Monira KN, Salahuddin M and Miah G, 2003. Effect of breed and holding period on egg quality characteristics of chicken. *International Journal of Poultry Science* 2(4): 261-263.
- Moreki JC and Seabo D, 2012. Guinea fowl production in Botswana. *Journal of World's Poultry Research* 2(1): 1-4.
- Nahashon SN, Aggrey SE, Adefope NA and Amenyenu A, 2006. Modeling growth characteristics of meat-type guinea fowl. *Poultry Science* 85(5): 943-946.
- Nowaczewski S, Witkiewicz K, Frątczak M, Kontecka H, Rutkowski A, Krystianiak S and Rosiński A, 2008. Egg quality from domestic and French guinea fowl. *Nauka Przyroda Technologie* 2(2): 8.
- Oke UK, Herbert U and Nwachukwu EN, 2004. Association between body weight and some egg production traits in the guinea fowl (*Numida meleagris*). *Livestock Research for Rural Development* 16(9): 6.
- Ozcelik M, 2002. The phenotypic correlations among some external and internal quality characteristics in Japanese quail eggs. *Veterinary Journal of Ankara University (Turkey)* 49: 67- 72.
- Panheleux M, Nys Y, Williams J, Gautron J, Boldicke T and Hincke MT, 2000. Extraction and quantification by ELISA of eggshell organic matrix proteins (ovocleidin-17, ovalbumin, ovotransferrin) in shell from young and old hens. *Poultry Science* 79(4): 580-588.
- Polat ES, Citil OB and Garip M, 2013. Fatty acid composition of yolk of nine poultry species kept in their natural environment. *Animal Science Papers and Reports* 31(4): 363-368.
- Robinson D and Sheridan, A. K, 1982. Effects of restricted feeding in the growing and laying periods on the performance of White Leghorn by Australorp crossbred and White Leghorn strain cross chickens. *British Poultry Science* 23(3): 199-214.
- Romanoff, AL and Romanoff A, 1949. *The Avian Egg*. John Wiley and Sons Co. pp 185.
- SAS Institute, 2003. *SAS User's Guide: Statistics*. SAS Inst. Inc., Cary, NC.
- Sayila A, 2009. Guinea fowl farming becomes popular in Botswana. *World Poultry* 25(10): 30-31.
- Senkoylu N, Samli HE, Akyurek H, Agma A and Yasar S, 2005. Performance and egg characteristics of laying hens fed diets incorporated with poultry by-product and feather meals. *Journal of Applied Poultry Research* 14(3): 542-547.
- Shivaprasad HL and Jaap RG, 1977. Egg and yolk production as influenced by liver weight, liver lipid and plasma lipid in three strains of small bodied chickens. *Poultry Science* 56: 1384-1390.
- Silversides FG and Scott TA, 2001. Effect of storage and layer age on quality of eggs from two lines of hens. *Poultry Science* 80(8): 1240-1245.
- Singh B, Jilani MH and Singh B, 2008. Genetic studies on internal and external egg quality traits of guinea fowl. *Indian Journal of Poultry Science* 43(3):363-364.
- Song KT, Choi SH and Oh HR, 2000. A comparison of egg quality of pheasant, chukar, quail and guinea fowl. *Asian Australasian Journal of Animal Science* 13(7): 986-990.
- Stadelman WJ, Newkirk D and Newby L, 1995. *Egg science and technology*. CRC Press.
- Tahmoorespur M and Tahmasebi AM, 2009. *Livestock feed evaluation*. Ferdowsi University of Mashad Press, Iran.
- Tebesi T, Madibela OR and Moreki JC, 2012. Effect of storage time on internal and external characteristics of Guinea fowl (*Numida meleagris*) eggs. *Journal of Animal Science Advance* 2(6): 534-542.

Comparison of internal and external, chemical composition and fatty acid profile of guinea fowl eggs (*Numida meleagris*) and table eggs

Z Mohsenpur¹, M Olyayee*², H janmohammadi² and A fani³

Received: April 25, 2018

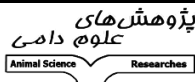
Accepted: October 16, 2018

¹Former MSc Student, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran

²Assistant Professor and Professor, respectively, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran

³MSc, Scientific Researcher, Institute of Animal Science Research, East Azarbaijan, Tabriz, Iran

*Corresponding author: majidolyayee@yahoo.com

	Journal of Animal Science/vol.29 No.4/ 2020/pp 1-15 https://animalscience.tabrizu.ac.ir	
© 2009 Copyright by Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran. This is an open access article under the CC BY license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0)		

Introduction: The term “guinea fowl” is the common name of the seven species of gallinaceous birds of the family *Numididae*, which is originated from Africa and their meat and eggs are very popular. Eggs, one of the versatile foods, inexpensive and high nutritious, supply well balanced nutrients that affect human health. An egg is a rich source of protein and then have high biological value. Eggs contain essential proteins, fats, vitamins except vitamin C, minerals mainly including calcium, phosphorous, iron, magnesium, zinc, selenium, potassium and sodium, and bioactive compounds, and their compositions could be affected by type of bird, heredity, strain, age, hen diet, and environmental conditions such as season and rearing condition. An average weight of egg in commercial strains is usually 55 g and this trait mainly influenced by diet mainly the concentration of methionine and lysine and energy content. Distribution of proteins in egg component is equal between egg yolk and egg white. Other hands, the egg yolk is the major part of lipid, mineral and vitamins. The high consumer preferences of guinea fowl and its products demonstrate that guinea fowl is valuable and have high marketing potential. Compared to native hens and chickens, the guinea fowl’s benefits are: low production and rearing cost, high meat quality, greater capacity to scavenge for insects and grains, better ability to protect itself against predators and low incidence of common poultry diseases than chickens including parasites Newcastle Disease and Fowl Pox. In order to improving household protein supply and income and Because of the great potential for increasing guinea fowl production for smallholder farmers need to evaluate their products and specifically egg. This study was conducted to determine internal and external egg quality traits, chemical composition and fatty acid profile of yolk of East Azarbaijan province guinea fowl and compare their values with table hen eggs values.

Material and methods: A total of 50 clean eggs were obtained from Bonab guinea fowl research station by simple random sampling method. The guinea fowl breeders were at the same age and fed with similar diets. In order to compare of these values with table eggs values, 50 clean table eggs were purchased from a market. After sampling, the eggs were immediately transferred to the lab and internal and external egg quality traits were individually measured. Descriptive statistics of traits were determined using SAS software by univariate procedure and unpaired t-test was used to compare the data of guinea fowl eggs with table eggs data.

Results and discussion: The results of this study showed that the mean external egg quality traits of guinea fowl eggs such as egg weight, shell ratio and thickness, egg shape index and egg volume were 40.736 g, 15.604% , 0.718 mm, 78.801 and 42.035 cm³, respectively. The mean of internal

egg quality traits of guinea fowl eggs such as yolk and albumin percentage, haugh unit, yolk color, pH of yolk and albumin were 31.418%, 52.977%, 78.030, 8.80, 6.592 and 9.332, respectively. Also, the average external egg quality traits of table eggs such as egg weight, shell percentage and thickness, egg shape index and egg volume were 61.371 g, 9.080 %, 0.665 mm, 76.852 and 63.065 cm³. The mean of internal egg quality traits of table eggs such as yolk and albumen percentage, haugh unit, yolk color, pH of yolk and albumen were 31.334%, 59.585%, 75.075, 4.70, 6.431 and 9.415, respectively. The average of shell thickness of guinea fowl eggs were higher than hen eggs that indicate the shell strength of guinea fowl eggs is higher than table eggs. For determining of chemical composition of guinea fowl and table eggs, 5 mixed samples (from each 10 eggs) were prepared. The amounts of albumin and yolk dry matter, albumin and yolk crude protein, yolk ether extract, and ash contents of shells were 13.526 and 46.662, 81.696 and 33.652, 31.456, and 89.924%, respectively and these values in table eggs were 12.730 and 45.770, 84.384 and 33.064, 30.406 and 77.564, respectively. The ash content of egg shells in guinea fowl was higher than that of table eggs. This is consistent with shell ratio and shell weight. Cholesterol content of the guinea fowl and table eggs were 1605 and 1391 mg/100 g of yolk, respectively. To determine the fatty acid profile of egg yolk of guinea fowl and table eggs, 5 mixed samples were selected and the fatty acids contents were measured by the gas chromatography method. In guinea fowl, the highest fatty acids content of egg yolks were palmitic acid, oleic acid and linoleic acid, with the amounts of 28.274%, 34.686% and 20.130% of total fatty acids of egg yolk, respectively. The highest and the lowest fatty acid content of table egg yolks were palmitic acid and docosapentaenoic acid with values of 29.176 and 0.026, respectively. The sum of saturated fatty acids (SFAs), monounsaturated fatty (MUFAs) acid and polyunsaturated fatty acids (PUFAs) in the egg yolk of guinea fowl were 38.144, 38.712 and 22.090 % and for table eggs were 40.638, 32.280 and 19.361 %, respectively. The sum of PUFAs of guinea fowl eggs significantly higher than table eggs ($p < 0.05$). Sum of n-3 PUFAs in table eggs was higher than guinea fowl eggs (0.567 vs 0.342) and unlike n-6 fatty acids, the guinea fowl eggs had higher value in comparison of table eggs (21.746 vs 18.694). PUFAs and specially, n-6 PUFAs have a hypo-cholesterolemic effect than n-3 PUFAs and therefore guinea fowl eggs can decrease cholesterol content of serum.

Conclusion: According to the results, the level of cholesterol, n-6 fatty acids and n-6 to n-3 fatty acids ratio of guinea fowl eggs were higher than those of table eggs. Also, the sum of PUFAs and the sum of SFA to sum of MUFA ratio in yolk samples of guinea fowl eggs in comparison with table eggs were higher.

Key words: Egg quality, Fatty acid, Guinea fowl, Nutritive value, Table egg