

بررسی اثر انتخاب واگرای وزن بدن و دوره تخم گذاری بلدرچین بر برخی ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی تخم بلدرچین ژاپنی

موسی‌الرضا باغانی^{1*} - محمد حسین آق‌خانی²

تاریخ دریافت: 1393/01/20

تاریخ پذیرش: 1394/12/4

چکیده

در این تحقیق ابتدا تغییرات استحکام پوسته و ویژگی‌های فیزیکی تخم بلدرچین در طول اولین دوره تخم گذاری پرنده بر روی 90 بلدرچین ژاپنی در سال 1390، در سه مرحله زمانی 15 هفتگی، 19 هفتگی و 23 هفتگی مورد مطالعه قرار گرفته و سپس تاثیرات انتخاب واگرای وزن بدن پرنده پس از پنج نسل انتخاب واگرا در سن چهار هفتگی بر روی تخم بلدرچین‌های نسل پنجم مورد بررسی قرار گرفت. برای اندازه‌گیری استحکام پوسته تخم بلدرچین‌ها در هر دو بخش پژوهش از دو روش آزمون فشار شبه استاتیک بین دو صفحه موازی دستگاه تست یونیورسال و اندازه‌گیری جرم مخصوص استفاده شد. در بخش اول تحقیق، هر چه از ابتدای دوره تخم گذاری به انتهای دوره نزدیکتر شد، انرژی شکست و جرم مخصوص تخم بلدرچین‌ها افزایش یافته و تغییر شکل و انعطاف پذیری تخم‌ها در برابر نیروهای خارجی بیشتر شد. جرم، حجم، قطر بزرگ، قطر میانی، میانگین قطر هندسی و سطح رویه نیز از ابتدا تا انتهای دوره تغییری نداشته و میانگین مقادیرشان به ترتیب $12/41\text{ g}$ ، $11/51\text{ cm}^3$ ، $33/79\text{ mm}$ ، $26/10\text{ mm}$ و $28/45\text{ mm}^2$ شد. در بخش دوم تحقیق نیز تخم بلدرچین‌های گروه کاهش وزن چهار هفتگی دارای وزن و حجم کمتر و ابعاد کوچکتر از تخم‌های گروه شاهد بودند ولی گروه افزایش وزن چهار هفتگی اختلاف کمی با گروه شاهد داشت، که بیانگر تاثیر بیشتر انتخاب واگرای وزن بدن بلدرچین ژاپنی در گروه کاهش وزن چهار هفتگی است. پارامترهای معرف وزن مخصوص و استحکام پوسته تخم بلدرچین‌ها نیز در سه گروه هیچ تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند.

واژه‌های کلیدی: انتخاب واگرا، تخم بلدرچین، دوره تخم‌گذاری، ویژگی‌های فیزیکی، ویژگی‌های مکانیکی.

مقدمه

تنش وارد شده به آن‌ها تبدیل به جوجه نمی‌شوند و بازده دستگاه را پایین می‌آورند. تعداد زیادی از تخم‌های بلدرچین نیز در فرآیندهای مختلف پس از تولید مثل جمع‌آوری مکانیکی، بسته‌بندی و جا به جایی تخم‌ها در عرضه‌ی محصول به بازار دچار شکستگی می‌شوند، که این تعداد از نظر اقتصادی آسیب‌های زیادی به وجود می‌آورد. در تخم بلدرچین‌های با استحکام ضعیف پوسته، احتمال ترک خوردن تخم‌ها در مدت نگهداری بسیار بیشتر است و زمانی که ترک‌های پوسته افزایش یابد تخم بیشتر مستعد عفونت‌های باکتریایی شده و این منجر به افزایش تلفات جنینی و در نتیجه کاهش جوجه در آوری می‌شود (4 و 17).

شناسایی موثر و دقیق ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی محصولات گیاهی و جانوری و عوامل موثر بر این ویژگی‌ها، علاوه بر کمک به افزایش کیفیت تولید این محصولات، در افزایش کارایی تجهیزات مرتبط با این محصولات نیز بسیار موثر است. ویژگی‌های استحکام، حجم، ابعاد، اندازه، سطح رویه و میانگین قطر هندسی بین ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی از اهمیت زیادی در طراحی و بهینه

پرورش بلدرچین و تولید صنعتی گوشت و تخم بلدرچین به دلیل ارزش غذایی بسیار بالای این محصولات، جایگاه خاصی در صنعت پرورش طیور پیدا کرده و با توجه به تقاضای زیاد و اقتصادی بودن تولید آن، پیش‌بینی می‌شود در آینده توسعه بیشتری پیدا کند. برای افزایش تولید تخم بلدرچین، توجه به پارامترهای کیفیت تخم ضروری است. مهم‌ترین پارامترهای کیفی تخم طیور شامل استحکام پوسته تخم، وزن و شکل مناسب تخم‌ها است (11 و 15).

استحکام پوسته از عوامل مهم در تعیین کیفیت تخم بلدرچین می‌باشد. در دستگاه‌های ستر و هچر جوجه‌کشی، تعداد زیادی از تخم‌ها با چرخش اتوماتیک توسط دستگاه دچار شکستگی شده و یا در اثر

1- دانشجوی دکتری گروه مهندسی بیوسیستم دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد،

2- دانشیار گروه مهندسی بیوسیستم دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد.
* - ایمیل نویسنده مسئول: (Email:mousareza.baghani@gmail.com)

سازی یک ماشین برخوردار است (3، 12 و 13).

استحکام و نیروی شکست پوسته تخم بلدرچین به متغیرهای متعددی از قبیل وزن مخصوص، وزن و حجم تخم، ضخامت پوسته، وزن و درصد پوسته، سختی، نیروی شکست، تغییر شکل، انرژی شکست، سطح رویه تخم (14 و 15)، شرایط پرورش (18)، نوع، نسل و گونه پرنده (9)، تغذیه (7)، ویژگیهای هندسی تخم (6) و پارامترهای دیگر وابسته است.

باتوجه به اهمیت و نقش استحکام پوسته در سلامت تخم های خوراکی و تأثیر بر قابلیت جوجه آوری، روش های مختلفی برای برآورد استحکام پوسته تخم بلدرچین و سایر طیور مورد استفاده قرار گرفته است. این روش ها شامل سنجش وزن پوسته به ازای واحد سطح، آزمون شکست، تراکم منافذ سطح، برآورد قابلیت هدایت نسبی، تعیین میزان ضخامت پوسته بدون غشاء، مشخص کردن درصد پوسته و اندازه گیری وزن مخصوص می باشند (17). روشی که بطور معمول برای اندازه گیری استحکام پوسته تخم استفاده می شود و در این پژوهش نیز از آن استفاده شده، ایجاد فشار شبه استاتیک بر روی تخم، بین دو صفحه فولادی موازی است (5 و 14).

کیفیت تخم بلدرچین ممکن است طی دوره تخم گذاری پرنده تغییر کرده و برخی تخم ها مناسب برای جوجه در آوری نباشند. همچنین بهبود کیفیت تخم ها ممکن است با انتخاب طیور مناسب تر و با توجه به وراثت پذیری برخی صفات در بلدرچین ها به دست آید.

تحقیقات زیادی در زمینه انتخاب واگرای وزن بدن بلدرچین و بررسی تأثیرات آن بر نسل های بعد انجام شده است. نتایج این تحقیقات بسیار مشابه بوده و در اکثر موارد فاکتور وزن بدن پرنده به عنوان فاکتور اصلی برای ارزیابی نتیجه کار مورد بررسی قرار گرفته است. مارکس (10) پس از 40 نسل انتخابی واگرای وزن بدن بلدرچین توانست وزن این پرنده را از 90 گرم به 200 گرم برساند (10). همچنین روبرت (16) با انتخاب برای وزن بدن در سن 4 هفتگی، توانست بلدرچین را پس از 40 نسل انتخاب واگرا به بیش از دو برابر وزن اولیه برساند (16).

پلات و همکاران (2007) ویژگی های مقاوتی تخم بلدرچین ژاپنی را مورد بررسی قرار دادند و نتایج میانگین نیروی شکست تخم بلدرچین 10/51 نیوتن در راستای محور طولی، تغییر شکل در راستای محور طول 1/5 میلی متر، انرژی شکست 7/88 نیوتن - میلی متر و سختی برابر با 0/0219 نیوتن بر میلی متر بود (15). همچنین محققان زیادی به بررسی ویژگیهای هندسی و استحکام تخم پرندگان پرداخته اند با این حال، اطلاعات و داده های علمی مختص صفات فیزیکی و مکانیکی تخم بلدرچین ژاپنی و ارتباط بین انتخاب وزن بدن پرنده و دوره تخم گذاری با ویژگی های کیفی تخم بلدرچین ژاپنی بسیار محدود است (8 و 15). هدف از این تحقیق پیدا کردن رابطه بین زمان تخم گذاری بلدرچین در اوایلین دوره تخم گذاری با

ویژگی های فیزیکی و مکانیکی تخم و بررسی تاثیر افزایش و کاهش وزن بدن پرنده در چند نسل بر ویژگی های فیزیکی و مکانیکی تخم بلدرچین ژاپنی است.

مواد و روش ها

در بخش اول پژوهش یک گروه 90 تایی جوجه بلدرچین یک روزه به صورت کاملا تصادفی تهیه شد و در خانواده های 3 تایی در شرایط استاندارد تا پایان اولین دوره تخم گذاری نگه داری شده و تغییرات صفات تخم بلدرچین ها طی اولین دوره تخم گذاری شان مورد بررسی قرار گرفت. برای نمونه برداری از تخم بلدرچین های این گروه در سه مرحله ی زمانی 15، 19 و 23 هفتگی و در هر مرحله 30 عدد، در مجموع 90 نمونه تخم بلدرچین ژاپنی به صورت کاملا تصادفی انتخاب شد. در کل زمان پرورش، جیره غذایی اعمال شده با توجه به احتیاجات غذایی استاندارد NRC98 تنظیم شده است. میزان نور و رطوبت نیز در تمام نقاط سالن یکسان بوده و همواره 16 ساعت نور از ساعت 6 صبح تا 22 شب و 8 ساعت تاریکی از ساعت 22 شب تا 6 صبح به عنوان رژیم نوری پرنده ها در سالن پرورش رعایت شد. دمای سالن بین 18 تا 23 درجه سلسیوس و رطوبت نسبی هوا به طور متوسط 60% (بین 50% تا 70%) بود.

در بخش دوم پژوهش از بلدرچین ها، پس از پنج نسل انتخاب واگرای وزن بدن در سن چهار هفتگی، برای نمونه برداری از تخم ها و بررسی تاثیر انتخاب واگرا بر ویژگی های تخم بلدرچین ها استفاده شده است. معمولا انتخاب واگرا برای افزایش یا کاهش وزن بدن در سن 4، 5 و 6 هفتگی انجام می شود ولی انتخاب در سن 4 هفتگی در مقالات بیشتر مورد استفاده قرار گرفته است و انتخاب این سن به این دلیل است که سن بلوغ جنسی در این پرنده پایین بوده و افزایش وزن بدن پس از یک ماهگی بطئی می باشد (1). انتخاب واگرای بلدرچین ها برای وزن بدن به این ترتیب انجام شده که در نسل اول، بلدرچین ها در سن 4 هفتگی با توجه به میانگین وزن بدن کل گله و اختلاف وزن هر بلدرچین با میانگین کل گله در 3 گروه: افزایش وزن 4 هفتگی، شاهد و کاهش وزن 4 هفتگی دسته بندی شده اند. بلدرچین های هر گروه به صورت خانواده های 3 تایی (2 بلدرچین ماده و یک نر در هر قفس) پرورش داده شده و از تخم های هر گروه برای ایجاد نسل بعد همان گروه استفاده شده است. در نسل دوم تا پنجم بلدرچین های هر گروه افزایش وزن، در سن 4 هفتگی وزن شده و پرنده های با وزن بیشتر از متوسط وزن گروه خودشان برای نسل بعد گروه افزایش وزن انتخاب شده اند. گروه کاهش وزن 4 هفتگی نیز به همین شکل انتخاب شده با این تفاوت که نمونه های انتخاب شده برای نسل بعد این گروه دارای وزن کمتر از متوسط وزن گروه خودشان بوده اند. گروه شاهد نیز بدون انتخاب در شرایط یکسان با

$$\rho_w / M = V \quad (6)$$

$$= V \text{ حجم نمونه ها}$$

$$= \rho_w \text{ چگالی آب}$$

برای اندازه‌گیری ویژگی‌های مکانیکی تخم بلدرچین از آزمون فشار شبه استاتیک بین دو صفحه‌ی فلزی دستگاه اینسترون استفاده شد. در این دستگاه صفحه‌ی پایینی که بر روی فک پایین قرار گرفته ثابت بوده و صفحه‌ی بالایی که به محصول بار وارد می‌کند به یک نیروسنج 20 نیوتنی وصل شده است. کل دستگاه به یک رایانه متصل است که نمودار نیرو-تغییر شکل آزمون را به صورت قابل استفاده در نرم افزار Excel ترسیم می‌کند. یک نمونه از این نمودارها در شکل (1) آورده شده است.

روند تغییرات نمودار نیرو-تغییر شکل در شکل (1) نشان می‌دهد که رفتار تخم بلدرچین تحت تاثیر نیروی مخرب، بسیار شبیه به فلزات نرم بوده و هیچ گونه پرش یا خطایی در آزمون اتفاق نمی‌افتد و گویای آن است که می‌توان از این آزمون برای به دست آوردن پارامترهای مکانیکی تخم بلدرچین استفاده کرد.

برای انجام آزمون ابتدا تخم بلدرچین با استفاده از خمیر بازی بر روی فک پایین به صورت کاملاً عمودی ثابت شد، سپس فک بالایی با تخم بلدرچین تماس شده و به آن نیرو وارد کرد. سرعت بارگذاری فک متحرک دستگاه تست بیونورسال در بخش اول پژوهش 10 و در بخش دوم 6 میلی متر بر دقیقه در نظر گرفته شده است.

نقطه‌ی شکست، نقطه‌ای بر روی منحنی نیرو-تغییر شکل است که در آن، نمونه تحت بارگذاری محوری، گسیخته می‌شود. به طوری که در این نقطه حتی با کاهش نیروی اعمالی میزان تغییر شکل افزایش پیدا کرده و جسم گسیخته می‌شود. نیروی اعمال شده به تخم بلدرچین در نقطه شکست، نیروی شکست نامیده می‌شود. تغییر شکل طولی نیز به تغییر در طول تخم بلدرچین از ابتدای اعمال نیرو تا نقطه‌ی شکست اطلاق می‌شود. سختی یا صلبیت، شیب بخش خطی اولیه منحنی اعمال نیرو است. سختی را نسبت نیرو به تغییر شکل در نقطه شکست نیز تعریف می‌کنند (13). نسبت تنش به کرنش در این بخش که منطقه الاستیک منحنی است نیز مدول الاستیسیته یا مدول یانگ خوانده می‌شود (11). سختی ضریبی از مدول الاستیسیته می‌باشد و هر چه این مقدار بزرگتر باشد انعطاف پذیری ماده کمتر است. کرنش به تغییرات طول در واحد طول گفته می‌شود که از روی نمودار نیرو-تغییر شکل برای هر نمونه به دست آمد. مقدار انرژی شکست که نشان دهنده‌ی کار لازم برای گسیختن ماده است نیز با اندازه‌گیری سطح زیر منحنی نیرو-تغییر شکل (این منحنی ضریبی از نمودار تنش-کرنش است) تا نقطه‌ی شکست محاسبه شد (13).

سایر گروه‌ها، نسل به نسل پرورش داده شده است. برای انجام آزمایشات در این بخش نیز از هر گروه 20 نمونه، در مجموع 60 نمونه تخم بلدرچین تهیه و به آزمایشگاه منتقل شد.

پس از هر بار نمونه برداری از تخم بلدرچین‌ها در هر دو بخش، ابتدا صفات فیزیکی تخم‌ها مانند: کرویت، میانگین قطر هندسی، سطح رویه، جرم، حجم و جرم مخصوص برای تمام نمونه‌ها اندازه‌گیری شده و سپس آزمون شکست با دستگاه اینسترون در راستای محور طولی تخم‌ها برای محاسبه ویژگی‌های مکانیکی مانند نیرو و انرژی شکست در لحظه گسیختگی، سختی (سختی)، تغییر شکل و کرنش انجام شد. در پایان تغییرات استحکام پوسته و ویژگی‌های فیزیکی تخم بلدرچین‌ها در طول دوره تخم‌گذاری و اختلاف تخم بلدرچین‌های سه انتخاب واکرای وزن بدن بلدرچین‌ها مورد بررسی قرار گرفت.

قطر بزرگ (L) و قطر میانی (W) تخم‌ها با استفاده از کولیس دیجیتال با دقت 0/01 میلی متر اندازه‌گیری شد. میانگین قطر هندسی (D_g) نیز توسط رابطه (1) محاسبه شد (12).

$$D_g = (L W^2)^{1/3} \quad (1)$$

مساحت سطح خارجی (S) با این فرض که تخم بلدرچین یک بیضی‌گون است که از دوران حول محور طولی آن به دست آمده است با استفاده از رابطه (2) محاسبه شد و کرویت (S_p) از رابطه (3) به دست آمد (12). ضریب شکل تخم بلدرچین‌ها نیز با استفاده از رابطه (4) محاسبه شد (2).

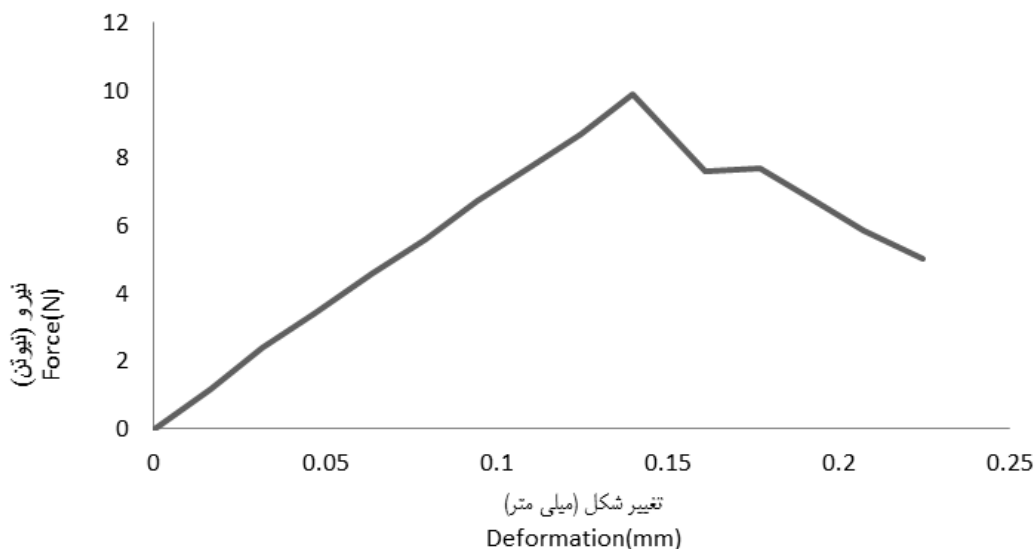
$$S = \pi (D_g)^2 \quad (2)$$

$$S_p = D_g / L \quad (3)$$

$$S_f = \frac{W}{L} \times 100 \quad (4)$$

از آنجا که تعیین جرم مخصوص یکی از متعارف‌ترین روش‌های تعیین استحکام پوسته‌ی تخم‌پرنده‌گان می‌باشد، در این تحقیق نیز با اندازه‌گیری جرم، حجم و در نهایت محاسبه‌ی جرم مخصوص، معیاری از استحکام پوسته جهت مقایسه تخم‌ها به دست آمد. جرم نمونه‌ها به وسیله ترازوی دیجیتال با دقت 0/01 گرم و حجم به روش جا به جایی مایع اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری حجم نمونه‌ها به روش جابه‌جایی مایع به این ترتیب عمل شد که ابتدا یک ظرف حاوی آب با دمای 20 درجه را روی ترازوی دیجیتال قرار داده و عدد جرم نشان داده توسط ترازو ثبت شد (M_1). سپس تخم بلدرچین به شکلی درون آب قوطه‌ور شد که هیچ تماسی با کف و دیواره‌های ظرف نداشته و تمام حجم آن درون آب قرار گرفته شد. در این حالت نیز عدد ترازو ثبت شد (M_2). حال جرم معادل با آب جا به جا شده (M) را با استفاده از روابط (5) و (6) حجم نمونه‌ها محاسبه شد (11).

$$M = M_1 - M_2 \quad (5)$$



شکل 1- نمونه نمودار نیرو-تغییر شکل تخم بلدرچین

Figure 1- An example of the force-deformation diagram for quail eggs

جرم مخصوص تخم ها وجود دارد. با مقایسه میانگین ها (شکل 2) می بینیم که هر چه از شروع دوره تخم گذاری (15 هفتگی) گذشته و به 19 و سپس 23 هفتگی می رسیم با وجود این که جرم و حجم تغییر معنی داری نداشتند اما جرم مخصوص تخم ها با گذشت زمان افزایش پیدا کرده است. این افزایش جرم مخصوص نشان دهنده ی افزایش استحکام تخم ها نیز می باشد.

با توجه به جدول 2 و 3 تجزیه واریانس و مقایسه میانگین ویژگی های مکانیکی تخم بلدرچین تحت تأثیر سه زمان مختلف نمونه برداری، نیروی شکست تخم ها با گذشت زمان تغییر نکرده اما تغییرات انرژی شکست همان طور که در جدول تجزیه واریانس نشان داده شده در سطح 0/05 معنی دار است. کمترین مقدار انرژی شکست مربوط به 15 هفتگی یعنی ابتدای دوره تخم گذاری است. تغییرات انرژی شکست در زمان با تغییرات جرم مخصوص تخم بلدرچین روال مشابه دارند و می تواند گویای این موضوع باشد که در طی یک دوره تخم گذاری بلدرچین هر چه از ابتدای دوره به پایان دوره تخم گذاری نزدیک می شود استحکام و ضخامت پوسته تخم ها بیشتر می شود.

تجزیه واریانس داده های سختی، تغییر شکل و کرنش نیز اختلاف معنی دار در طول زمان دارند. سختی در ابتدای دوره (15 هفتگی) بیشترین مقدار و تغییر شکل و کرنش طولی کمترین مقدار را داشته اند و طی دوره دوم و سوم تغییر معنی داری نداشته اند. این تغییرات بیانگر انعطاف پذیری کمتر تخم بلدرچین ها در ابتدای دوره تخم گذاری نسبت به اواسط و پایان دوره است.

نیروی شکست، سختی و انرژی شکست به طور معمول به یکدیگر وابسته اند و با سرعت بارگذاری در آزمون شکست رابطه مستقیم دارند. به عبارتی با افزایش سرعت بارگذاری، نیرو و انرژی شکست به دست آمده نیز بیشتر خواهد شد (18، 19).

نتایج و بحث

بررسی تغییرات صفات تخم بلدرچین طی اولین دوره تخم گذاری

در این بخش از پژوهش مجموعاً صفات 90 نمونه تخم بلدرچین در 3 مرحله زمانی 15 هفتگی، 19 هفتگی و 23 هفتگی اندازه گیری شده و تغییرات صفات بررسی شد. برخی صفات فیزیکی تخم بلدرچین ها طی 3 دوره نمونه برداری ثابت بوده و مقایسه میانگین ها و جدول تجزیه واریانس محاسبه شده با نرم افزار SAS نشان دهنده ی عدم تغییر معنی دار جرم، حجم، قطر بزرگ، قطر میانی، میانگین قطر هندسی و سطح رویه از ابتدا تا انتهای دوره نمونه برداری تخم بلدرچین ها است. میانگین مقادیر این صفات به ترتیب برابر با $12/41 \text{ g}$ ، 2546 mm^2 و $28/45 \text{ mm}$ ، $26/10 \text{ mm}$ ، $33/79 \text{ mm}$ ، $11/51 \text{ cm}^3$ است. با توجه به جدول 1 تغییرات کرویت و ضریب شکل معنی دار بوده و با مقایسه میانگین های این صفات نتیجه می شود که از ابتدای دوره تخم گذاری با گذشت زمان کرویت و ضریب شکل کاهش یافته است. میانگین مقادیر این دو صفت به ترتیب % 84/21 و 0/769 می باشد.

همان طور که در جدول 1 نتایج تجزیه واریانس نشان داده شده اختلاف معنی دار بین زمان های نمونه برداری تخم بلدرچین برای

جدول 1- تجزیه واریانس خصوصیات فیزیکی تخم بلدرچین تحت تأثیر سه زمان مختلف نمونه برداری

Table 1- Analysis of variance of the physical properties of quail eggs affected by three different time sampling

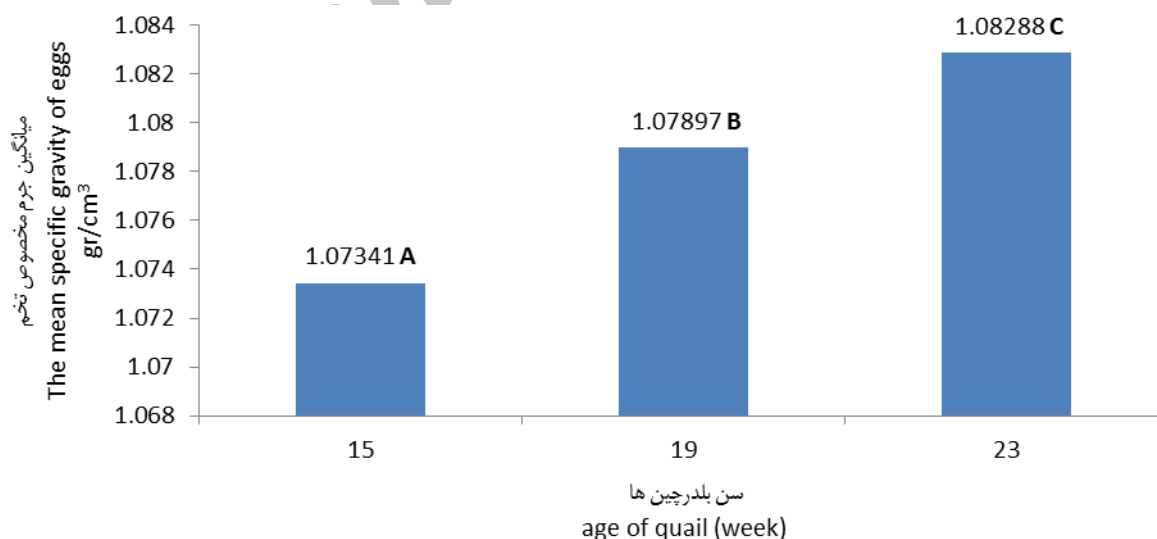
خصوصیات فیزیکی Physical properties	منابع تغییرات Sources variations		
	زمان نمونه برداری Sampling time	خطا Error	ضریب تغییرات (C.V.) Coefficient of variation
قطر بزرگ large diameter	2.91 ^{ns}	1.92	4.09
قطر میانی central diameter	0.30 ^{ns}	0.83	3.49
جرم Weight	1.23 ^{ns}	1.26	9.11
حجم Volume	1.11 ^{ns}	1.15	9.37
جرم مخصوص specific gravity	0.001774*	0.000861	1.76
میانگین قطر هندسی geometric diameter mean	0.34 ^{ns}	0.88	3.31
کروییت Sphericity	10.30*	3.73	2.30
سطح روبه surface of the shell	10334 ^{ns}	27528	6.52
ضریب شکل shape index	0.002121*	0.000728	3.50

ns, *, ** = Non-significant, significant at 0.05 and significant at 0.01, respectively.

Ns, *, ** = Non-significant, significant at 0.05 and significant at 0.01, respectively.

شکست، تغییر شکل، انرژی شکست و سختی به ترتیب 10/51 N، 1/5 mm، 7/8 Nmm و 0/0219 Mj/mm² بود که بسیار نزدیک به نتایج حاصل از این تحقیق است (15).

پلات و همکاران (15) نیز خواص تخم بلدرچین ژاپنی را در دو راستای عمود بر هم تخم، تحت آزمون فشار شبه استاتیک به دست آوردند و نتایج آزمون فشار در راستای محور طولی برای صفات نیروی



شکل 2- تغییرات جرم مخصوص تخم بلدرچین در طول اولین دوره تخم گذاری
Fig 2- Specific gravity of quail egg during the first period of laying eggs

جدول 2- تجزیه واریانس خصوصیات مکانیکی تخم بلدرچین تحت سه زمان مختلف نمونه برداری

Table 2- Analysis of variance of quail eggs' mechanical properties affected by three different sampling time

خصوصیات مکانیکی Mechanical properties	منابع تغییرات Sources of variations		
	ضریب تغییرات (C.V.) Coefficient of variation	زمان نمونه برداری Sampling time	خطا Error
نیرو Breaking force	18.86	2.04 ^{ns}	4.61
انرژی شکست Breaking energy	31.24	0.162*	0.151
سختی Hardness	17.2	555.80**	121.55
تغییر شکل Breaking diformation	19.9	0.0030*	0.0012
کرنش Strain	20.03	0.00000352*	1.1E-06

ns, *, ** = Non-significant, significant at 0.05 and significant at 0.01, respectively.

0/01 و 0/05 در سطح معنی داری در سطح 0/01 و 0/05.

جدول 3- میانگین خصوصیات مختلف تخم بلدرچین برای سه زمان مختلف نمونه برداری¹
Table 3- mean properties of quail eggs for three different sampling time¹

خصوصیات تخم بلدرچین Properties of quail eggs	سن بلدرچین Age of quails		
	15 هفتگی 15 weeks	19 هفتگی 19 weeks	23 هفتگی 23 weeks
جرم مخصوص Specific gravity (gr/cm ³)	0.0067 ^c ±1.073	0.011 ^b ±1.076	0.028 ^a ±1.082
نیرو Force (N)	2.09 ^a ±11.39	1.83 ^a ±11.24	2.41 ^a ±11.54
انرژی شکست Breaking energy (N.mm)	0.38 ^b ±1.18	0.36 ^a ±1.22	0.40 ^a ±1.33
سختی Hardness (N/mm)	11.52 ^a ±70.92	8.69 ^b ±61.01	14.18 ^b ±60.80
تغییر شکل Breaking diformation (mm)	0.028 ^b ±0.16	0.035 ^a ±0.183	0.041 ^a ±0.194
کرنش Strain	0.00081 ^b ±0.0047	0.00125 ^a ±0.0054	0.00115 ^a ±0.0057

¹ میانگین های با حروف غیر مشابه اداری اختلاف معنی دار می باشد (P>0/05). (میانگین ± انحراف معیار).

¹Means within same row with different superscripts differ (P<0.05).

استحکام پوسته تخم ها بین سه گروه وجود ندارد. در واقع می توان نتیجه گرفت که انتخاب در جهت افزایش و کاهش وزن بدن بلدرچین در چهار هفتگی طی پنج نسل تاثیری بر پارامترهای استحکام پوسته تخم بلدرچین ها نداشته است. تفاوت میانگین ویژگی های فیزیکی تخم بلدرچین ها در گروه های انتخاب شده برای افزایش وزن بدن، شاهد و کاهش وزن بدن دارای اختلاف معنی دار است.

اثر انتخاب واگرای وزن بدن بلدرچین ژاپنی بر ویژگی های فیزیکی و مکانیکی تخم ها

در جدول 4 تجزیه واریانس اثر انتخاب وزن بدن پرنده در نسل پنجم از سه گروه افزایش وزن چهار هفتگی، شاهد و کاهش وزن چهار هفتگی بر صفات فیزیکی و مکانیکی تخم بلدرچین ژاپنی آورده شده است. با توجه به تجزیه واریانس و مقایسه میانگین ها در جدول 5 هیچ تفاوت معنی داری در ویژگی های مکانیکی مربوط به

جدول 4- تجزیه واریانس خصوصیات تخم بلدرچین تحت تأثیر انتخاب واگرایی وزن بدن پرنده

Table 4- Analysis of variance of quail eggs' properties affected by divergent selection of body weight of quail

خصوصیات تخم بلدرچین Properties of quail eggs	منابع تغییرات Sources variations		
	انتخاب واگرایی وزن پرنده Divergent selection	خطا Error	ضریب تغییرات (C.V.) Coefficient of variation
قطر بزرگ Large diameter	0.05 ^{ns}	0.02	2.46
قطر میانی Lentral diameter	7.19 [*]	1.31	4.38
میانگین قطر هندسی Geometric diameter	7.25 ^{**}	1.32	4.01
وزن Weight	14.02 [*]	2.68	13.02
نیروی شکست Break force	3.49 ^{ns}	8.69	33.53
سختی Hardness	274.79 ^{ns}	451.38	35.89
تغییر شکل Diformation	0.0007 ^{ns}	0.0016	25.84
انرژی شکست Breaking energy	0.03 ^{ns}	0.09	44.68

Ns, * و ** به ترتیب نشان از تأثیر غیرمعنی‌دار و معنی‌داری در سطح 0/05 و 0/01 دارد.

Ns, *, ** = Non-significant, significant at 0.05 and significant at 0.01, respectively.

جدول 5- میانگین خصوصیات مختلف تخم بلدرچین برای سه انتخاب واگرایی وزن بدن بلدرچین¹

Table 3- Mean properties of quail eggs for three divergent selection of body weight of quail¹

خصوصیات تخم بلدرچین Properties of quail eggs	انتخاب واگرایی وزن divergent selection of body weight		
	کاهش وزن 4 هفته‌گی four week low body weight	گروه شاهد control group	افزایش وزن 4 هفته‌گی four week high body weight
قطر بزرگ large diameter (mm)	33.5 ± 0.28 ^a	35.2 ± 0.48 ^a	35 ± 0.99 ^a
قطر میانی central diameter (mm)	25.1 ± 0.23 ^b	26.7 ± 0.48 ^a	26.6 ± 0.33 ^a
میانگین قطر هندسی geometric diameter (mm)	27.66 ± 0.57 ^b	29.27 ± 1.50 ^a	29.16 ± 1.12 ^a
وزن Weight (gr)	11.1 ± 0.23 ^b	13.4 ± 0.67 ^a	13.1 ± 0.63 ^a
نیروی شکست Break force (N)	8.3 ± 1.02 ^a	9.4 ± 1.03 ^a	8.3 ± 0.82 ^a
سختی Hardness (N/mm)	57.4 ± 7.17 ^a	65.1 ± 6.10 ^a	53.8 ± 9.17 ^a
تغییر شکل Diformation (mm)	0.153 ± 0.0132 ^a	0.153 ± 0.0142 ^a	0.170 ± 0.0152 ^a
انرژی شکست Breaking energy (N.mm)	0.64 ± 0.107 ^a	0.76 ± 0.129 ^a	0.68 ± 0.054 ^a

¹ میانگین‌های با حروف غیر مشابه دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند (P>0/05) (میانگین ± انحراف معیار).

¹Means within same row with different superscripts differ (P<0.05). (Means ± Standard deviation)

نیروی شکست تخم ها ثابت بوده، سختی یا مقاومت به تغییر شکل کاهش یافته و تغییر شکل و کرنش تخم ها بیشتر شده است، می توان نتیجه گرفت که هر چه از ابتدای دوره اول تخم گذاری به انتهای دوره نزدیکتر می شود ضخامت پوسته تخم بلدرچین ها بیشتر شده و در برابر نیروهای خارجی انعطاف پذیری بیشتری از خود نشان می دهند که موجب آسیب پذیری کمتر و استحکام بیشتر آنها است. ویژگی های فیزیکی تخم ها نیز از ابتدا تا انتهای دوره اول تغییری نداشته است.

در بخش دوم تحقیق نیز بلدرچین های گروه کاهش وزن چهار هفتگی دارای تخم های با وزن و حجم کمتر و ابعاد کوچکتر از تخم های گروه شاهد هستند. این در حالی است که گروه افزایش وزن چهار هفتگی در تمام صفات با گروه شاهد یکسان هستند. بنا بر این می توان نتیجه گرفت که صفات فیزیکی تخم بلدرچین در گروه های انتخاب واگرای وزن بدن در جهت کاهش وزن بدن دارای تاثیر بالاتری است.

از جدول 4 و 5 می توان نتیجه گرفت که تخم بلدرچین های گروه کاهش وزن چهار هفتگی دارای وزن کمتر و میانگین قطر هندسی و قطر میانی کوچکتر از دو گروه شاهد و افزایش وزن چهار هفتگی هستند. اما گروه افزایش وزن چهار هفتگی در صفات فیزیکی و مکانیکی هیچ تفاوت معنی داری با گروه شاهد ندارد.

همان گونه که نتایج تحقیق ترنکا و همکاران (2012) نشان داد نیروی شکست، سختی و انرژی شکست با سرعت بارگذاری در آزمون شکست رابطه مستقیم دارند. مقایسه میانگین نیروی شکست، سختی و انرژی شکست مرحله اول پژوهش با گروه شاهد از مرحله دوم نیز نشان دهنده اختلاف بسیار معنی دار ($P < 0/01$) بین دو مرحله از تحقیق است و با کاهش سرعت بارگذاری در مرحله دوم تحقیق، هر سه ویژگی ذکر شده نیز کاهش یافته است.

نتیجه گیری و پیشنهادات

در بخش اول تحقیق با توجه به این که با گذشت زمان از ابتدا تا انتهای دوره تخم گذاری بلدرچین ها، جرم مخصوص و انرژی شکست که گویای استحکام تخم بلدرچین هستند افزایش یافته،

منابع

- 1- Aarabi, H., M. Moradi shahrbabak., and A. Nejadi javaremi. 2010. Response to selection and realized heritability of body weight at the age of 4 and 5 weeks in Japanese quail. Iranian Journal of Animal Science Research, 41(4):373-380. (In Persian).
- 2- Anderson, K. E., J. B. Tharrington, P. A. Curtis., and F. T. Jones. 2004. Shell characteristics of eggs from historic strains of Single Comb White Leghorn chickens and the relationship of egg shape to shell strength. International Journal of Poultry Science, 3: 17-19.
- 3- Aydın, C. 2002. Physical properties of hazelnuts. Bioprocess and Biosystems Engineering, 82: 297-303.
- 4- Bennett, C. D. 1992. The influence of shell thickness on hatchability in commercial broiler breeder flocks. Journal Applied Poultry Research, 1:61-65.
- 5- De Ketelaere, B., T. Govaerts., P. Couke., E. Dewil., T. Visscher., E. Decuyper., and J. De Baerdemaeker. 2002. Measuring the eggshell strength of 6 different strains of laying hens. Techniques and comparison. British Journal of Poultry Science, 43, 2: 238-244.
- 6- Havlicek, M., S. Nedomova., J. Simeonovova., L. Severa., and I. Krivanek. 2008. On the evaluation of chicken egg shape variability. Acta Universitatis agriculture et silviculture Mendelianae Brunensis, 5: 69-74.
- 7- Lichovnikova, M., L. Zeman, and J. Jandasek. 2008. The effect of feeding untreated rapeseed and iodine supplement on egg quality. Czech Journal of Animal Science, 53: 77-82.
- 8- Lin, H., K. Mertens., B. Kemps., T. Govaerts., B. De Ketelaere., J. De Baerdemaeker., E. Decuyper., and J. Buyse. 2004. New approach of testing the effect of heat stress on eggshell quality: mechanical and material properties of eggshell and membrane. British Journal of Poultry Science, 45: 476-482.
- 9- Machal, L. 2002. The relationship of shortening and strength of eggshell to some egg quality indicators and egg production in hens of different initial laying lines. Archives of animal breeding, 3: 287-296.
- 10- Marks, H. L. 1978. Long term selection for four-week body weight in Japanese quail under different nutritional environments. Poultry Science, 52: 105-111.
- 11- Minvielle, F. 2004. The future of Japanese quail for research and production. Worlds Poultry Science, 60: 500-507.
- 12- Mohsenin, N. N. 1986. Physical properties of plant and animal material. Gordon and Breach., New York.
- 13- Narushin, V. G. 1997. The avian egg: Geometrical description and calculation of parameters. Journal of Agricultural Engineering Research, 68: 201-205.
- 14- Nedomova, S., J. Buchar., and J. Strnkova. 2013. Mechanical behaviour of ostrich's eggshell at compression. Acta

- Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis, 3: 729-734.
- 15- Polat, F., S. Tarhan., M. Cetin., and U. Atay. 2007. Mechanical behaviour under compression loading and some physical parameters of japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) eggs. *Czech Journal of Animal Science*, 52: 50–56.
 - 16- Robert, E., R. E. Ricklefs., and H. L. Marks. 1985. Anatomical response to selection for four-week body mass in Japanese quail. *Journal of the American Ornithology*, 102: 323-333.
 - 17- Roque, L., and M. C. Soares. 1994. Effects of eggshell quality and broiler breeder age on hatchability. *Poultry Science*, 73: 1938-1945.
 - 18- Trnka, J., J. Buchar., L. Severa., S. Nedomov., and P. Stoklasova. 2012. Effect of Loading Rate on Hen's Eggshell Mechanics. *Journal of Food Research*, 4: 69-105.
 - 19- Voisey, P. W., and J. R. Hunt. 1969. Effect of compression speed on the behaviour of eggshells. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 14: 40-46.

Archive of SID

Effects of Divergent Selection Body Weight and the Quail Laying Eggs on some Physical and Mechanical Properties of Japanese Quail Eggs

M. Baghani^{1*} - M. H. Aghkhani²

Received: 09-04-2014

Accepted: 23-02-2016

Introduction Breeding quail and quail egg industrial production because of the high nutritional value of these products has been developing these years. Considering the high demand and economical production, further development in the future is predicted. In order to design and effective utilization of the equipment for transportation, separation, packaging and storage, the physical and mechanical properties of quail eggs are needed. It is of great importance to study the factors which are influencing these properties. Strength of the shell is an important factor in determination of quail egg quality. Quail egg shell strength depends on several variables including specific gravity, egg weight and volume, shell thickness, weight and percentage of shell, hardness, breaking force, breaking energy, egg surface, farming conditions, type and species of birds, nutrition and geometric characteristics of eggs.

Materials and Methods In this paper, initially in three phases, at 15 weeks, 19 weeks and 23 weeks, shell strength changes and physical properties of quail eggs on 90 quails during their first period of laying eggs were studied. Measured properties were included dimensions, weight, volume, specific gravity, shell thickness, weight and percentage of shell, breaking force, breaking energy, egg surface and some other properties.

In the second part the effects of divergent selection for the bird's body weight at four weeks of age on the quail eggs of fifth generation were studied. Measured properties were included dimensions, weight, volume, breaking force, breaking energy and some factors for direct and indirect measurement of strength of quail eggs. For direct measurement of the strength of eggshell of quail, two methods were employed: The first method was quasi-static compression test between two parallel plates of the universal testing machine and the second method was measuring specific gravity.

In the first method, eggs were compressed between two plates using universal testing machine. The compression speed was 6 cm/min and 10 cm/min. The egg sample was placed on the fixed plate and pressed with a moving plate connected to the load cell until its rupture.

In the second method, quail egg volume is measured by water displacement method, as they were weighed by digital scales and specific gravity is calculated by dividing weight per volume.

Results and Discussion In the first part of the study, through the time from beginning to end of the first period eggs (from 15 weeks to 23 weeks) breaking energy, specific gravity of quail eggs and also flexibility of eggs against external forces increased. Mass, volume, large diameter, central diameter, geometric diameter mean and surface of the shell from the beginning of the period to the end of it, remained unchanged and their mean values were respectively 12.41 gr, 11.51 cm³, 33.79 mm, 26.10 mm, 28.45 mm and 2546 mm². From 15 weeks to 23 weeks of age, shape index and sphericity decreased. Mean values of shape index and sphericity were 0.769 and 84.21% respectively.

In the second part of this research, quail eggs of four weeks low body weight group were smaller and lighter than quail eggs of control group, but quail eggs of four weeks high body weight group did not show significant differences with quail eggs of control group, which suggesting greater heritability of body weight in the physical properties of the eggs. Strength and specific gravity parameters in the three groups did not differ significantly from each other. The results showed that quail egg shell strength after several generations of divergent selection for body weight has not been changed.

Conclusion Flexibility and thickness of the quail egg shell increased from the beginning of the first period to the end of the laying eggs period. This makes the eggs less vulnerable and increases their strength. In the second part of the research, it could be concluded that the physical properties of quail

1- PhD student, Biosystems Engineering Department, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad.

2- Associate Professor, Biosystems Engineering Department, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

(*-Corresponding author email: mousareza.baghani@gmail.com)

eggs in a divergent selection for the birds' body weight in order to weight loss is more effective compared to body weight gain group.

Keywords: Divergent selection, Laying eggs period, Mechanical properties, Physical properties, Quail Egg.

Archive of SID