دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشهای تولیدات دامی

"مقاله پژوهشی"

بررسی تأثیر افزودن منابع مختلف کلسیم و اندازه ذرات آن بر عملکرد تولید و کیفیت تخم‌مرغ مرغان تخم‌گذار

رسول میرزائی[۱]، حسین جانمحمدی[۲]، مجید علیایی[۳] و سید علی میرقلنج[۴]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد تغذیه طیور، گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
۲- استاد گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، (نویسنده مسوول: mehrzad.hossein@gmail.com)
۳- استادیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
۴- استادیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۹/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۶/۷
صفحه: ۲۱ تا ۲۹

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: استفاده از منابع مختلف کلسیم با اندازه ذرات مختلف در مزارع پرورش مرغان تخم‌گذار و همچنین اثرات نوع منبع کلسیم و اندازه آن بر عملکرد تولید پرنده و کیفیت تخم مرغ، سبب توجه به بررسی اثرات نوع منبع کلسیم و اندازه ذرات آن در عملکرد تولید و کیفیت تخم مرغ در مرغان تخم‌گذار، شده است.

مواد و روش‌ها: این آزمایش به منظور بررسی تأثیر استفاده از منابع مختلف کلسیم و اندازه ذرات آن بر عملکرد تولید و کیفیت تخم‌مرغ مرغان تخم‌گذارهای- لاین W-80 انجام شد. بدین منظور تعداد ۱۹۲ قطعه مرغ تخم‌گذار با وزن بدن و تولید مشابه انتخاب شد و آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل (۳×۲) با سه منبع کلسیم (صدف معدنی، صدف دریایی، کربنات کلسیم) و دو اندازه ذرات (۱- ریز: با ذرات <۲ میلی‌متر و ۲- مخلوط: مخلوطی از ذرات < ۲ و ۲-۴ میلی‌متر)، در ۴ تکرار و ۸ پرنده در هر تکرار به مدت ۸ هفته از سن ۵۰-۴۲ هفتگی انجام شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که کربنات کلسیم کمترین میزان انحلال‌پذیری و ذرات ریز در مقایسه با ذرات درشت انحلال پذیری بیشتری داشتند ($p<۰/۰۵$). اثر اصلی منبع کلسیم بر میزان مصرف خوراک معنی‌دار بود ($p<۰/۰۵$). اثرات اصلی و متقابل منبع کلسیم و اندازه ذرات آن بر ضریب تبدیل خوراک، وزن تخم‌مرغ، تعداد تخم‌مرغ شکسته معنی‌دار نبود ($p>۰/۰۵$). اثرات اصلی و متقابل منبع و اندازه ذرات کلسیم بر صفات کیفیت داخلی تخم‌مرغ از قبیل درصد سفیده، درصد زرده، واحد هاو و شاخص زرده معنی‌دار نبود، ولی pH سفیده تخم‌مرغ به صورت معنی‌داری تحت تاثیر اصلی منبع کلسیم تفاوت نشان داد ($p<۰/۰۵$)، که کم‌ترین pH مربوط به جیره حاوی صدف معدنی و بیشترین pH مربوط به جیره صدف دریایی بود. اثر اصلی و متقابل منبع کلسیم و اندازه ذرات بر صفات کیفیت خارجی تخم‌مرغ، وزن نسبی پوسته، ضخامت پوسته، خاکستر پوسته، معنی‌دار نبود ($p>۰/۰۵$)، ولی وزن مخصوص تخم‌مرغ به صورت معنی‌داری تحت تأثیر اثرات اصلی منبع کلسیم قرار گرفت ($p<۰/۰۵$) و کمترین و بیشترین مقادیر به ترتیب مربوط به صدف معدنی و صدف دریایی بود.

نتیجه‌گیری: نتیجه نهایی نشان داد که کربنات کلسیم کمترین انحلال‌پذیری را در بین منابع کلسیم مورد استفاده در این تحقیق داشته و ذرات ریز در مقابل ذرات درشت انحلال‌پذیرتر بودند. با این حال، تفاوت معنی‌داری بین صفات کیفیت داخلی و خارجی تخم‌مرغ و عملکرد تولید پرندگان با استفاده از منابع مختلف کلسیم و اندازه ذرات مختلف مشاهده نشد.

واژه‌های کلیدی: انحلال‌پذیری، کیفیت تخم‌مرغ، مرغ تخم‌گذار، منابع کلسیم

مقدمه

کلسیم یکی از عناصر معدنی ضروری در تأمین نیازهای بیولوژیکی و تشکیل استخوان و پوسته تخم‌مرغ در طیور هست. اهمیت کلسیم در کنترل انواع متابولیت‌های بدن، از انقباض ماهیچه‌ای تا انعقاد خون و انتقال سلولی و همچنین شکل‌گیری استخوان و پوسته تخم مرغ به اثبات رسیده است. کلسیم مورد نیاز طیور از منابع مختلف معدنی و آلی تأمین می‌شود که همواره در تنظیم جیره‌های غذایی از آنها استفاده می‌شود. استفاده از کربنات کلسیم در صورت کم بودن مقدار فلوئور می‌تواند منبع خوبی برای تأمین کلسیم درجیره‌های غذایی طیور باشد (۱۳). کربنات کلسیم در دو نوع کوهی و فسیلی موجود می‌باشند و به سه صورت پودری، شکری و گرانول جهت مصارف دام، طیور و آبزیان در ایران تولید و فرآوری می‌شود. صدف‌های معدنی با توجه به تنوع مصرف آن در کارخانه‌های خوراک دام و طیور در اندازه‌های مختلف تولید و در اختیار مصرف کنندگان قرار می‌گیرد (۱۱). صدف یا صدف دریایی نام عمومی است که به پوسته سخت کلیه جانوران نرم تن که دارای پوشش خارجی هستند، اطلاق می‌شود و از نظر کلسیم بسیار غنی بوده (۳۸٪) و همچنین منبع خوبی از لحاظ منگنز (۰/۳٪) می‌باشد و از این رو برای تغذیه جوجه‌ها و مرغ‌های تخم‌گذار کاربرد فراوان دارد (۱۳). علاوه بر این اندازه ذرات منبع تأمین کلسیم جهت آزاد سازی کلسیم بسیار مهم می‌باشد. اسکات و همکاران برای اولین بار گزارش کردند که ارائه کلسیم به شکل پوسته صدف موجب افزایش هضم و جذب بیشتر کربنات کلسیم در مقایسه با سنگ‌آهک درشت (بزرگ تر از ۴ میلی‌متر) می‌شود، به این دلیل که فرض کردند که ذرات بزرگ‌تر پوسته صدف در سنگدان باقی‌مانده و به آرامی در مدت طولانی حل می‌شود. در مقابل، ذرات کوچک‌تر آهک به‌سرعت از طریق دستگاه گوارش حرکت می‌کنند و تنها تا حدودی محلول می‌باشند (۲۳). محققین در بررسی‌های خود، رابطه مثبت بین کلسیم با اندازه ذرات درشت را بر کیفیت تخم‌مرغ گزارش کردند (۲۳،۱۷،۶). آن‌ها به این نتیجه رسیدند که اندازه ذرات بزرگ سنگ‌آهک با حلالیت کم در روش آزمایشگاهی، مدت زمان طولانی در سنگدان حفظ می‌شود که ممکن است باعث افزایش ابقاء کلسیم شود (۲۶). انحلال‌پذیری آزمایشگاهی کلسیم بسته به نوع منبع کلسیم و اندازه ذرات آن متفاوت است و اثر متقابل معنی‌داری بین آنها وجود دارد (۲۱).

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.22518622.1400.12.34.9.6]
[DOI: 10.52547/rap.12.34.21]

با توجه به استفاده از منابع مختلف کلسیم با اندازه ذرات مختلف در مزارع پرورش مرغان تخم‌گذار و همچنین اثرات نوع منبع کلسیم و اندازه آن بر عملکرد تولید پرنده و کیفیت تخم مرغ، این آزمایش با هدف بررسی اثرات نوع منبع کلسیم و اندازه ذرات آن در عملکرد تولید و کیفیت تخم مرغ در مرغان تخم‌گذار، طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سالن مرغداری تجاری به ظرفیت ۳۰۰۰۰ قطعه مرغ تخم‌گذار که مجهز به سیستم قفسی چهار طبقه بود، انجام شد. دان‌خوری به‌صورت ناودانی و سیستم آبخوری به‌صورت نیپل بود. دما و رطوبت مورد نیاز سالن بر اساس دفترچه راهنمای پرورش مرغان تخم‌گذارهای-لاین W80 (۲۰۱۹) انجام و با استفاده از سنسورهای الکترونیکی کنترل شد. برنامه نوردهی به‌صورت اتوماتیک و طبق برنامه ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی بود. به منظور عادت‌دهی مرغان تخم‌گذار به شرایط آزمایشی دو هفته قبل از شروع دوره آزمایش دوره عادت‌دهی شروع شد. ابعاد قفس‌ها ۴۰ ×۴۰ ×۴۰ سانتی‌متر بود که در هر قفس ۴ پرنده قرار گرفت. هر دو قفس برای یک تکرار آزمایشی توسط جداکننده پلاستیکی تقسیم گردید و به‌صورت کاملاً تصادفی به هر تکرار آزمایشی تخصیص یافت. تعداد ۱۹۲ قطعه مرغ تخم گذارهای-لاینW-80 با متوسط وزن ۵۰±۱۵۰۰ گرم و ۹۴ درصد تولید تخم‌مرغ، به صورت تصادفی در ۶ گروه آزمایشی، با ۴ تکرار و ۸ پرنده در هر تکرار در طبقه سوم توزیع شدند. این آزمایش به صورت طرح کاملاً تصادفی به آرایش فاکتوریل ۲×۳ با استفاده از سه منبع (صدف معدنی، صدف دریایی، کربنات کلسیم) و دو اندازه ذرات (۱- ریز با ذرات <۲ میلی‌متر و ۲- مخلوط، مخلوطی از ذرات <۲ و ۲-۴ میلی‌متر) به مدت ۸ هفته از سن ۴۲-۵۰ هفتگی در مرغان تخم‌گذار نژاد لگهورن سویه‌ی‌های لاین W-80، انجام شد. جیره‌های غذایی آزمایشی عبارت بودند از: ۱: جیرهٔ غذایی حاوی صدف معدنی درشت ۲: جیرهٔ غذایی حاوی صدف معدنی مخلوط ۳: جیرهٔ غذایی حاوی صدف دریایی درشت ۴: جیرهٔ غذایی حاوی صدف دریایی مخلوط ۵: جیرهٔ غذایی حاوی کربنات کلسیم درشت ۶: جیرهٔ غذایی حاوی کربنات کلسیم مخلوط. جهت اندازه‌گیری میزان انحلال‌پذیری، بصورت کاملاً تصادفی چهار تکرار به میزان یک گرم از هر نمونه توسط ۱۰۰ میلی‌لیتر اسید کلریدریک ۰/۲ نرمال در حمام آب ۴۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۹،۷،۵،۳،۱ دقیقه حل شدند و سپس با کاغذ صافی شماره ۴۱، صاف گردید و پس از خشک شدن کامل وزن‌کشی شدند؛ و با کسر عدد به دست آمده از مقدار اولیه درصد انحلال‌پذیری به صورت میانگین به دست آمد (۲۶).

برای اندازه‌گیری درصد کلسیم هر یک از منابع کلسیم مورد استفاده در این پژوهش، تعداد دو نمونه تصادفی از هر یک از منابع تهیه شد و میزان خاکستر هر یک از نمونه‌ها با استفاده از کوره الکتریکی و با قرار دادن ۵۰۰ میلی‌گرم از هر منبع در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۵ ساعت به دست آمد. سپس خاکستر به دست آمده با ۵ میلی‌لیتر اسید کلریدریک ۰/۲ نرمال حل گردیده و به وسیله کاغذ صافی واتمن شماره ۴۱ صاف و توسط آب مقطر به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسانده شد. در نهایت با استفاده از دستگاه جذب اتمی سری AA-6200 شیمادزو ژاپن، مقدار کلسیم اندازه‌گیری شد (۲۶). صفات عملکرد تولید مرغان تخم‌گذار از قبیل میزان مصرف خوراک، وزن تخم‌مرغ، گرم تخم‌مرغ تولیدی، درصد تخم مرغ شکسته، درصد تولید تخم‌مرغ، ضریب تبدیل خوراک به صورت روزانه اندازه‌گیری شد و برای کل دوره آزمایش گزارش شد. تعداد تخم‌مرغ‌های شکسته هر روزه شمارش شد و در انتها به صورت درصدی از تخم‌مرغ‌های تولید شده بیان شد. صفات مربوط به کیفیت داخلی تخم‌مرغ از قبیل درصد سفیده، درصد زرده، شاخص زرده، واحد هاو و صفات مربوط کیفیت خارجی تخم‌مرغ شامل وزن تخم‌مرغ، درصد پوسته، ضخامت پوسته، استحکام و شاخص شکل تخم‌مرغ و وزن مخصوص تخم‌مرغ به ازای دونمونه از هر تکرار به صورت هر سه هفته یک بار بررسی و نتایج به صورت کل در انتهای دوره آزمایش گزارش شد.

ارتفاع سفیده با استفاده از ریزسنج (سه‌پایه) بافاصله یک سانتی‌متر از ناحیه اتصال سفیده و زرده اندازه‌گیری شد و با استفاده از رابطه زیر واحد هاو محاسبه شد (۱۹).

$$HU=100\ LOG(H + 7.75 - 1.7W^{.37})$$

HU: واحد هاو، H: ارتفاع سفیده برحسب میلی‌متر و W: وزن تخم‌مرغ برحسب گرم.

شاخص زرده با تقسیم ارتفاع زرده بر حسب میلی‌متر که توسط ریزسنج اندازه‌گیری شده بود بر قطر زرده و ضرب آن در ۱۰۰ با استفاده از رابطه زیر به دست آمد:

$$\text{شاخص زرده} = \frac{\text{ارتفاع زرده}}{\text{قطر زرده}} * 100$$

قطر زرده نیز توسط کولیس اندازه‌گیری گردید. pH سفیده تخم مرغ با استفاده از pH متر HANA HI98108 آمریکا با دقت اندازه‌گیری pH ۰/۱ اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری pH سفیده ابتدا pH متر با بافرهای استاندارد ۴، ۷ و ۱۰ کالیبره گردید و سپس دو گرم از سفیده برداشته و به درون بشر انتقال و با ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر به‌طور کامل مخلوط گردید. پس از حل شدن کامل، الکترود pH متر به درون محلول وارد کرده و پس از ثابت شدن عدد نمایشگر مقدار pH ثبت گردید. عمق کیسه هوایی پس از شکستن تخم‌مرغ و تخلیه محتویات آن، با استفاده از میکرومتر اندازه‌گیری و باکم کردن ضخامت پوسته از مقدار حاصله به دست آمد. وزن مخصوص تخم‌مرغ با استفاده از دانسیومتر (۳) اندازه‌گیری شد. ضخامت پوسته پس از خشک شدن کامل و جداسازی پرده غشایی از سه ناحیه (دو سر تخم‌مرغ و قسمت میانی) توسط میکرومتر با دقت ۰/۱ میلی‌متر اندازه‌گیری و سپس میانگین اعداد به‌دست‌آمده ثبت گردید.

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.22518622.1400.12.34.9.6]
[DOI: 10.52547/rap.12.34.21]

جدول ۱- مواد خوراکی تشکیل‌دهنده و ترکیبات شیمیایی جیره‌های غذایی آزمایشی
Table 1. The feed ingredients and chemical composition of the experimental diets

مواد خوراکی و ترکیبات شیمیایی	جیره‌های غذایی آزمایشی					
	۱	۲	۳	۴	۵	۶
ذرت	۵۰/۸۵	۵۰/۸۵	۵۰/۷۰	۵۰/۷۰	۵۰/۸۰	۵۰/۸۰
کنجاله سویا	۱۳/۳۰	۱۳/۳۰	۱۳/۱۴	۱۳/۱۴	۱۳/۱۱	۱۳/۱۱
گندم	۱۵/۰۰	۱۵/۰۰	۱۵/۰۰	۱۵/۰۰	۱۵/۰۰	۱۵/۰۰
کنجاله کانولا	۵/۰۰	۵/۰۰	۵/۰۰	۵/۰۰	۵/۰۰	۵/۰۰
کربنات کلسیم	–	–	–	–	۱۱/۰۰	۱۱/۰۰
صدف معدنی	۱۱/۰۰	۱۱/۰۰	–	–	–	–
صدف دریایی	–	–	۱۱/۵	۱۱/۵	–	–
روغن	۱/۴۶	۱/۴۶	۱/۵	۱/۵	۱/۴۶	۱/۴۶
دی کلسیم فسفات	۱/۴۸	۱/۴۸	۱/۵	۱/۵	۱/۴۸	۱/۴۸
نمک	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰
جوش شیرین	۰/۶۷	۰/۶۷	۰/۶۷	۰/۶۷	۰/۶۷	۰/۶۷
ال- لایزین هیدروکلراید	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶
دی – ال متیونین	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵
مکمل ویتامینی*	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
مکمل مواد معدنی**	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
انرژی قابل متابولیسم (Kcal/kg)	۲۷۰۰	۲۷۰۰	۲۷۰۰	۲۷۰۰	۲۷۰۰	۲۷۰۰
پروتئین خام (٪)	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴
کلسیم (٪)	۴/۳۵	۴/۳۵	۴/۳۵	۴/۳۵	۴/۳۵	۴/۳۵
فسفر قابل دسترس (٪)	۰/۳۸	۰/۳۸	۰/۳۸	۰/۳۸	۰/۳۸	۰/۳۸
آرژنین (٪)	۰/۸۱	۰/۸۱	۰/۸۱	۰/۸۱	۰/۸۱	۰/۸۱
لیزین (٪)	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۷۸
متیونین + سیستین (٪)	۰/۶۴	۰/۶۴	۰/۶۴	۰/۶۴	۰/۶۴	۰/۶۴
ترئونین (٪)	۰/۵۶	۰/۵۶	۰/۵۶	۰/۵۶	۰/۵۶	۰/۵۶
تعادل الکترولیتی (meq/kg)	۲۰۰	۲۰۰	۲۰۰	۲۰۰	۲۰۰	۲۰۰

جیره‌های غذایی آزمایشی عبارت بودند از: ۱: جیرهٔ غذایی حاوی صدف معدنی درشت – ۲:جیرهٔ غذایی حاوی صدف معدنی مخلوط –۳: جیرهٔ غذایی حاوی صدف دریایی درشت – ۴: جیرهٔ غذایی حاوی صدف دریایی مخلوط- ۵: جیرهٔ غذایی حاوی کربنات کلسیم درشت – ۶:جیرهٔ غذایی حاوی کربنات کلسیم مخلوط.
*–هر کیلوگرم مکمل ویتامین دارای ۱۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامینA ، ۵۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامینD ، ۱۲ میلی‌گرم ویتامینE ، ۲ میلی‌گرم ویتامینK ، ۲ میلی‌گرم ویتامین B_1، ۶ میلی‌گرم ویتامین B_2، ۸ میلی‌گرم اسید پانتوتنیک (ویتامین B_5)، ۳۵ میلی‌گرم نیاسین (ویتامین B_3)، ۲/۵ میلی‌گرم ویتامین (B_6)، ۰/۵ میلی‌گرم اسیدفولیک، ۷۵ میکروگرم بیوتین، ۱۲ میکروگرم ویتامین B_{12}و. **–هر کیلوگرم مکمل موادمعدنی دارای ۸۰ گرم منگنز، ۶۰ گرم روی،۵۰ میلی‌گرم آهن،۱۰ میلی‌گرم مس، ۱ میلی‌گرم ید ۰/۲ میلی‌گرم سلنیوم و ۴۰۰ میلی‌گرم کولین کلراید جیره های

برای اندازه‌گیری مقدار خاکستر پوسته تخم‌مرغ دو گرم از پوسته در بوته‌های چینی قرارگرفته و به درون کوره تحت دمای ۵۶۰ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۵ ساعت انتقال یافت و با تقسیم کردن وزن خاکستر بر وزن خشک پوسته درصد خاکستر محاسبه شد. مقاومت به شکست پوسته با استفاده از دستگاه مقاومت‌سنج OGAWA SEKL CO.L.TD ژاپن اندازه‌گیری شد. داده‌های جمع‌آوری‌شده توسط نرم‌افزار SAS و با استفاده از رویه GLM مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و بررسی معنی‌داری اختلافات بین میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون توکی با سطح احتمال ۹۵ درصد معنی‌داری صورت گرفت (۲۰).

نتایج و بحث

نتایج اثرات اصلی و متقابل منبع و اندازه ذرات کلسیم بر میزان انحلال‌پذیری در جدول ۲ ارائه گردیده است.در بررسی اثرات اصلی منبع کلسیم بیشترین درصد انحلال، در زمان ۹ دقیقه، در تیمار حاوی صدف معدنی با مقدار ۴۹/۵ درصد مشاهده شد ($p<۰/۰۵$). همچنین در بررسی اثرات اصلی اندازه ذرات نیز بیشترین درصد انحلال، در زمان ۹ دقیقه، در اندازه ذرات کوچک‌تر از ۲ میلی‌متر با مقدار ۵۰ درصد مشاهده شد. اثرات متقابل منبع و اندازه ذرات نیز به‌صورت معنی‌داری بر میزان انحلال‌پذیری کلسیم تأثیر گذاشت به صورتی که کمترین و بیشترین انحلال‌پذیری، در مدت ۱ دقیقه مربوط به کربنات کلسیم درشت با مقدار ۷ درصد و صدف معدنی مخلوط با مقدار ۱۵ درصد بوده و در زمان ۹ دقیقه، نیز مربوط به صدف معدنی درشت با مقدار ۳۶ درصد وصدف معدنی مخلوط با مقدار ۵۵/۲۵ درصد بود. همچنین مشاهده شد که با افزایش مدت زمان انحلال میزان انحلال نیز افزایش می‌یابد که بیشترین افزایش در صدف دریایی به ویژه با اندازه ذرات مخلوط مشاهده شد. برخی محققین گزارش نمودند که انحلال‌پذیری آزمایشگاهی وابسته به منبع کلسیم و اندازه ذرات است و اثر متقابل معنی‌داری بین آن‌ها وجود دارد و همچنین گزارش نمودند پوسته‌ی صدف به‌طور عمده، حلالیت سریع‌تری نسبت به سنگ‌آهک با اندازه ذرات مشابه، به‌خصوص در مقایسه با اندازه ذرات بزرگ‌تر از ۲ میلی‌متر دارد که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد (۱۸،۲۱،۲۶).

صفات عملکردی در کل دوره آزمایش

مصرف خوراک

نتایج اثرات اصلی و متقابل منبع و اندازه ذرات کلسیم بر میزان عملکرد مرغان تخم‌گذار در کل دوره آزمایش در جدول ۳ ارائه گردیده است. با توجه به نتایج آزمایش مصرف خوراک به‌صورت معنی‌داری تحت تأثیر اثرات اصلی منبع کلسیم قرارگرفت ($p<۰/۰۵$) به صورتی که بیشترین مصرف خوراک در تیمار حاوی صدف دریایی مشاهده شد. در بررسی اثرات اصلی اندازه ذرات و همچنین اثرات متقابل منبع و اندازه ذرات تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. نتایج این پژوهش همسو با

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.22518622.1400.12.34.9.6]
[DOI: 10.52547/rap.12.34.21]

دیگر محققین است که از منابع مختلف کلسیم (پوسته‌های صدف دریایی تحت اثر اسید فسفریک، پوسته صدف و سنگ‌آهک) با اندازه ذرات متفاوت در جیرهٔ مرغان تخم‌گذار استفاده و گزارش کردند مصرف خوراک در پرندگانی که جیره‌های منابع ذرات ریز دریافت کرده بودند، بیشتر بود (۲۱،۶،۱). درحالی‌که برخی محققین بیان داشتند که مصرف خوراک تحت تأثیر نوع منبع مورد استفاده قرار نگرفت (۱۶،۲۲). دلیل این تفاوت در مصرف می‌تواند تفاوت در نوع منبع کلسیم مورد استفاده و اندازه ذرات آن و یا شرایط آزمایش باشد. ایتو طی مطالعه‌ای دریافت مصرف خوراک تحت تأثیر اندازه ذرات سنگ آهک ۰/۵ میلی‌متر و ۳ میلی‌متر قرار نگرفت (۷). در مقابل، فاریا مشاهده کرد که اندازه ذرات سنگ آهک بین ۰/۵ تا ۱/۲ میلی متر باعث افزایش مصرف خوراک شد (۵).

درصد تولید و وزن و میانگین توده تخم‌مرغ

هیچ‌یک از اثرات اصلی و متقابل نوع منبع کلسیم و اندازه ذرات آن بر میزان درصد تولید و وزن تخم‌مرغ تأثیر معنی‌داری نداشت (p>۰/۰۵) (جدول ۳). که مطابق با نتایج این تحقیق برخی محققین بیان داشتند که تأثیر منبع و اندازه ذرات کلسیم بر میزان درصد تولید و وزن تخم‌مرغ دارای تفاوت معنی‌دار نیست (۲،۸،۱۰،۱۶،۲۱). همچنین در مقابل سافا گزارش نمود که درصد تولید تخم‌مرغ تحت تأثیر سطح کلسیم می‌باشد، اما اثر اندازه ذرات و منبع کلسیم معنی‌دار نمی‌باشد (۱۷).

جدول ۲- اثرات نوع منبع کلسیم (صدف دریایی، صدف معدنی و کربنات کلسیم) و اندازه ذرات آن (۰-۲ و ۲-۴ میلی‌متر) بر انحلال‌پذیری کلسیم (درصد)

Table 2. The effects of calcium sources (lumyashel,oyster shell and calcium carbonate) and its Particles size (0-2 mm and 2-4 mm) on the solubility

منابع و اندازه ذرات	۱ دقیقه	۳ دقیقه	۵ دقیقه	۷ دقیقه	۹ دقیقه
صدف دریایی	۱۲/۵^{a}	۲۳^{a}	۳۰/۵^{a}	۳۷^{b}	۴۵/۶۲^{b}
صدف معدنی	۱۱/۵^{a}	۲۴^{a}	۳۳^{a}	۴۱^{a}	۴۹/۵^{a}
کربنات کلسیم	۷/۵^{b}	۱۳/۵^{b}	۲۱/۵^{b}	۲۷/۳۷^{c}	۳۹^{c}
p-value	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۱
SEM	۰/۵۲۷	۰/۶۰۶	۰/۵۹۸	۰/۵۶۹	۰/۴۶۲
اندازه ذرات					
درشت	۱۰	۱۸^{b}	۲۴/۳۳^{b}	۲۷/۲۵^{b}	۳۹^{b}
ریز	۱۱	۲۲/۵^{a}	۳۲/۳۳^{a}	۴۲/۳۳^{a}	۵۰^{a}
p-value	۰/۱۱	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۸
SEM	۰/۴۳۰	۰/۴۹۵	۰/۴۸۱	۰/۵۶۹	۰/۳۷۷
اثر متقابل منبع و اندازه ذرات					
صدف معدنی درشت	۱۰^{bc}	۱۴^{a}	۲۴^{c}	۲۴^{c}	۳۶^{a}
صدف معدنی مخلوط	۱۵^{a}	۳۲^{a}	۳۷^{a}	۵۰^{a}	۵۵/۲۵^{a}
صدف دریایی درشت	۱۳^{ab}	۲۱/۵^{c}	۲۹^{b}	۳۵^{b}	۴۴^{b}
صدف دریایی مخلوط	۱۰^{bc}	۲۷^{b}	۳۷^{a}	۴۸^{a}	۵۵^{a}
کربنات کلسیم درشت	۷^{c}	۱۳^{a}	۲۰^{a}	۲۲/۷۵^{c}	۳۸^{ca}
کربنات کلسم مخلوط	۸^{c}	۱۴^{a}	۲۳^{ca}	۳۲^{b}	۴۰^{c}
p-value	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۵
SEM	۰/۷۴۵	۰/۸۵۷	۰/۸۳۳	۰/۸۰۵	۰/۶۵۳

a-b: میانگین‌های با حروف غیرمشابه در هر ستون دارای تفاوت آماری معنی‌دار می‌باشند (p<۰/۰۵)
SEM: خطای استاندارد میانگین ها

هیچ‌یک از اثرات اصلی و متقابل منبع و اندازه ذرات بر میزان میانگین توده تخم‌مرغ در طول این آزمایش تأثیر معنی‌داری نداشته‌اند (p>۰/۰۵). مطابق با پژوهش حاضر برخی محققین گزارش دادند هیچ‌یک از اثرات اصلی و متقابل منبع و اندازه ذرات بر میزان میانگین توده تخم‌مرغ تأثیر معنی‌داری نداشت (۱۷،۱۶)

ضریب تبدیل خوراک

نوع منبع کلسیم و اندازه ذرات آن بر ضریب تبدیل خوراک تأثیر معنی‌داری نداشت (p>۰/۰۵) (جدول ۳). همچنین در بررسی اثرات متقابل بین منبع و اندازه ذرات نیز تفاوت معنی‌داری در ضریب تبدیل خوراک مشاهده نشد. همسو با نتایج این آزمایش گزارشات برخی محققین گزارش دادند که ضریب تبدیل غذایی تحت تاثیر نوع منبع و اندازه ذرات کلسیم قرار نگرفت (۱۷،۶،۱۲،۲۵) در مقابل صادقی عنوان داشت ضریب تبدیل خوراک تحت تأثیر منبع کلسیم قرار گرفت (۱۶).

درصد تخم‌مرغ شکسته

نتایج آزمایش نشان داد که هیچ یک از اثرات اصلی و متقابل منبع کلسیم و اندازه ذرات آن بر درصد تخم‌مرغ شکسته در طول این آزمایش تأثیر معنی‌داری ندارد (p>۰/۰۵) (جدول ۳). نتایج این آزمایش مطابق گزارش برخی محققین است که گزارش داده‌اند میزان تخم‌مرغ‌های تحت تاثیر منبع کلسیم مور استفاده قرار نمی‌گیرد (۲۱،۱۷). برخی دیگر از محققین نیز (۱۶،۶) اعلام کردند همبستگی قابل‌توجهی بین (منشأ منبع و اندازه ذرات) در معیارهای کیفیت پوسته تخم‌مرغ و میزان درصد تخم‌مرغ شکسته وجود دارد. به نظر می‌رسد که عامل اصلی مؤثر بر میزان کیفیت پوسته و تعداد تخم‌مرغ‌های شکسته در سطح سالن میزان سطح کلسیم هست که در این آزمایش مقدار کلسیم موردنیاز به‌صورت کامل تأمین شده است.

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.22518622.1400.12.34.9.6]
[DOI: 10.52547/rap.12.34.21]

تغییرات وزن بدن

تغییرات وزن بدن (به صورت تفاوت وزن بدن در انتهای آزمایش با وزن پرندگان در شروع آزمایش) تحت تأثیر نوع منبع و اندازه ذرات کلسیم قرار نگرفت (p>۰/۰۵). همچنین در بررسی اثرات متقابل بین منبع و اندازه ذرات نیز تفاوت معنی‌داری در تغییرات وزن بدن مشاهده نشد.نتایج آزمایش حاضر همسو با نتایج (۲۱،۱۷،۱۶) بود که گزارش داده‌اند منبع و اندازه ذرات کلسیم رابطه ای با میزان وزن بدن پرنده ندارد.

جدول ۳- اثرات نوع منبع کلسیم (صدف دریایی، صدف معدنی و کربنات کلسیم) و اندازه ذرات آن (۰-۲ و ۲-۴ میلی‌متر) بر میزان صفات عملکردی مرغان تخم‌گذار در کل دوره آزمایش

Table 3. Efects of calcium sources (lumyashel, oyster shell and calcium carbonate and its Particles size (0-2mm and 2-4mm) on the performance characteristics of laying hens during the all period expriment

منبع و اندازه ذرات	مصرف خوراک (گرم)	تولید تخم مرغ (درصد)	توده تخم‌مرغ (گرم)	ضریب تبدیل خوراک	وزن تخم‌مرغ (گرم)	تخم‌مرغ شکسته (درصد)	تغییرات وزن بدن (گرم)
صدف معدنی	۱۰۰[b]	۹۰/۶۲	۵۳/۷۷	۱/۸۵	۵۹/۳۵	۰/۰۲	۱۴/۷۵
صدف دریایی	۱۰۱[a]	۸۹/۴۷	۵۳/۲۴	۱/۸۹	۵۹/۵۴	۰/۰۴	۱۱/۸۲
کربنات کلسیم	۱۰۰[b]	۸۸/۱۳	۵۲/۷	۱/۸۹	۵۹/۸۶	۰/۰۳	۱۳/۶۲
p-value	۰/۰۰۲۴	۰/۴۱۹	۰/۵۵۵	۰/۳۵۷	۰/۶۸۶	۰/۴۲۲	۰/۵۱۷
SEM	۰/۱۷۱	۱/۳۲۶	۰/۶۴۶	۰/۰۲۷	۰/۳۸۱	۰/۷۹۵	۱/۷۵۰
اندازه ذرات							
درشت	۱۰۰/۴	۸۸/۹۶	۵۳/۵۱	۱/۸۷	۵۹/۶۱	۰/۰۲	۱۳/۱۶
ریز	۱۰۰/۴	۸۹/۸۵	۵۲/۹۶	۱/۸۹	۵۹/۵۶	۰/۰۴	۱۳/۶۶
p-value	۰/۹۵۰	۰/۵۶۱	۰/۵۰۳	۰/۹۸۵	۰/۹۲۱	۰/۱۱۴	۰/۸۰۷
SEM	۰/۱۴۰	۱/۰۸۲	۰/۵۲۸	۰/۰۲۲	۰/۳۱۱	۰/۶۴۹	۱/۴۲۹
اثر متقابل منبع و اندازه ذرات							
صدف معدنی درشت	۹۹/۹۲	۹۰/۸۴	۵۳/۸۱	۱/۸۵	۵۹/۲۶	۰/۰۲	۱۳/۵۰
صدف معدنی مخلوط	۱۰۰/۲۴	۹۰/۴۰	۵۳/۷۳	۱/۸۶	۵۹/۴۴	۰/۰۲	۱۶
صدف دریایی درشت	۱۰۱/۱۱	۸۹/۵	۵۳/۵۷	۱/۸۸	۵۹/۹	۰/۰۵	۱۲
صدف دریایی مخلوط	۱۰۰/۷۵	۸۹/۴۳	۵۲/۹۱	۱/۹	۵۹/۱۸	۰/۰۲	۱۱/۷۵
کربنات کلسیم درشت	۱۰۰/۱۶	۸۶/۵۳	۵۱/۵۲	۱/۹۴	۵۹/۶۷	۰/۰۴	۱۵/۵۰
کربنات کلسیم مخلوط	۱۰۰/۲۵	۸۹/۷۳	۵۳/۸۸	۱/۸۶	۶۰/۰۶	۰/۰۲	۱۱/۷۵
p-value	۰/۳۱۲	۰/۵۶۴۸	۰/۲۸۰۴	۰/۱۱۴	۰/۶۰۸	۰/۷۱۲	۰/۴۶۵
SEM	۰/۲۴۲	۱/۸۷۵	۰/۹۱۴	۰/۰۳۹	۰/۵۴۰	۱/۱۲۵	۲/۴۷۶

a-b: میانگین‌های با حروف غیرمشابه در هر ستون دارای تفاوت آماری معنی‌دار می‌باشند. (p<۰/۰۵)
SEM: خطای استاندارد میانگین ها

صفات کیفیت داخلی تخم‌مرغ

نتایج اثرات اصلی و متقابل نوع منبع کلسیم و اندازه ذرات آن بر صفات کیفیت داخلی تخم‌مرغ (واحد هاو، شاخص زرده، pH سفیده، عمق کیسه هوایی، درصد زرده، درصد سفیده) در جدول ۴ ارائه گردیده است.

شاخص زرده

بر اساس نتایج به دست آمده در این پژوهش اثرات اصلی منبع کلسیم و اندازه ذرات آن و همچنین اثرات متقابل بین منبع و اندازه ذرات اثر معنی‌داری بر شاخص زرده نداشته است زیرا گزارش شده است که شاخص زرده تخم مرغ تحت‌تاثیر چربی و پروتئین جیره می‌باشد (p>۰/۰۵) (۱۷).

درصد سفیده و زرده

بر اساس نتایج جدول ۴، در بررسی اثرات اصلی منبع کلسیم و اندازه ذرات آن و همچنین اثرات متقابل بین منبع کلسیم و اندازه ذرات بر روی صفات درصد سفیده و درصد زرده تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (p>۰/۰۵). در راستای این پژوهش برخی محققان دیگر بیان داشتند که منابع مختلف کلسیم و اندازه ذرات بر میزان درصد سفیده و زرده تاثیر معنی‌داری نداشت زیرا این دو صفت بیشتر تحت تأثیر پروتئین و منبع انرژی جیره قرار می‌گیرد (۱۷،۱۱،۱،۲۵).

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.22518622.1400.12.34.9.6]
[DOI: 10.52547/rap.12.34.21]

جدول ۴- اثرات نوع منبع کلسیم (صدف دریایی ،صدف معدنی و کربنات کلسیم) و اندازه ذرات آن (۰-۲ و ۲-۴ میلی متر) بر صفات کیفی داخلی تخم‌مرغ در کل دروه آزمایش

Table 4. Effects of calcium sources (lumyashel,oyster shell and calcium carbonate and its Particles size (0-2mm and 2-4mm) on the quality of internal egg factors in the all period expriment

منبع و اندازه ذرات	واحد هاو	شاخص زرده	pH سفیده	عمق کیسه هوایی (میلی‌متر)	درصد زرده	درصد سفیده
صدف معدنی	۹۶/۸۲	۲۱/۳۲	۹^{c}	۵	۲۷/۹۲	۶۳/۱۹
صدف دریایی	۹۶/۹۶	۲۱/۹۴	۹/۲^{a}	۴/۸۷	۲۸/۱۵	۶۲/۷۶
کربنات کلسیم	۹۶/۲۸	۲۱/۷۲	۹/۱^{b}	۴/۶۲	۲۸/۱	۶۲/۸۳
p-value	۰/۸۸۲	۰/۳۳۹	۰/۰۰۲	۰/۶۲۸	۰/۹۴۷	۰/۸۲۹
SEM	۰/۶۶۷	۰/۲۶۳	۰/۰۲۰	۰/۲۷۶	۰/۵۲۵	۰/۵۲۷
اندازه ذرات						
درشت	۹۷/۶۷	۲۱/۶۱	۹/۱۱	۴/۷۵	۲۸/۳۳	۶۲/۶۱
ریز	۹۶/۳۷	۲۱/۷۳	۹/۱۵	۴/۹۱	۲۷/۷۹	۶۳/۲۴
p-value	۰/۱۰۸	۰/۷۳۹	۰/۱۰۰	۰/۳۷۷	۰/۳۷۷	۰/۳۱۲
SEM	۰/۵۴۵	۰/۲۱۵	۰/۰۱۷	۰/۴۲۹	۰/۴۲۹	۰/۴۳۰
اثر متقابل منبع و اندازه ذرات						
صدف معدنی درشت	۹۶/۸۵	۲۱/۳۷	۹/۰۵	۵/۲۵	۲۸/۰۹	۶۳/۰۵
صدف معدنی مخلوط	۹۶/۷۹	۲۱/۲۷	۹/۱	۴/۷۵	۲۷/۷۵	۶۳/۳۲
صدف دریایی درشت	۹۹	۲۱/۸۲	۹/۱۷	۴/۵	۲۹/۰۱	۶۱/۹۳
صدف دریایی مخلوط	۹۲/۹۶	۲۲/۰۷	۹/۲۲	۵/۲۵	۲۷/۲۹	۶۳/۵۹
کربنات کلسیم درشت	۹۷/۱۶	۲۱/۶۲	۹/۱۲	۴/۵	۲۷/۸۹	۶۲/۸۴
کربنات کلسیم مخلوط	۹۷/۴	۶۱/۸۲	۹/۱۵	۴/۷۵	۲۸/۳۲	۶۲/۸۲
p-value	۰/۰۶۱	۰/۹۰۴	۰/۸۸۷	۰/۲۹۸	۰/۳۵۸	۰/۵۰۳۲
SEM	۰/۹۴۴	۰/۳۷۲	۰/۰۲۹	۰/۳۹۰	۰/۷۴۲	۰/۷۴۵

$^{a-b}$: میانگین های با حروف غیر مشابه داری دارای تفاوت آماری معنی‌دار می‌باشند ($p<۰/۰۵$)
SEM: خطای استاندارد میانگین ها

عمق کیسه هوایی، pH سفیده و واحد هاو

در بررسی اثرات اصلی منبع کلسیم و اندازه ذرات آن و همچنین اثرات متقابل بین منبع کلسیم و اندازه ذرات آن بر عمق کیسه هوایی و واحد هاو تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ($p>۰/۰۵$) درحالی‌که pH سفیده تحت تأثیر اثرات اصلی منبع کلسیم قرارگرفته است ($p<۰/۰۵$)، به‌صورتی که استفاده از صدف معدنی باعث کاهش pH گردید. اما اثرات اصلی اندازه ذرات و همچنین اثرات متقابل بین منبع و اندازه تاثیر معنی‌داری بر pH نداشتند. مشابه با نتایج این تحقیق برخی محققین نیز بین منبع کلسیم تأثیر معنی‌داری بر میزان واحد هاو پیدا نکردند (۱،۱۱). برخلاف نتایج این گزارشات، برخی محققین دیگر گزارش نمودند که صدف دریایی بالاترین و کربنات کلسیم کمترین واحد هاو را به خود اختصاص دادند (۱۱،۴).

صفات کیفیت خارجی تخم‌مرغ

نتایج اثرات اصلی و متقابل منبع و اندازه ذرات کلسیم بر صفات کیفیت خارجی تخم‌مرغ در جدول ۵ ارائه گردیده است.

شاخص شکل تخم‌مرغ

بر اساس نتایج حاصل از آزمایش حاضر، شاخص شکل تخم مطابق با گزارش بسیاری از محققین تحت تأثیر معنی‌دار هیچ یک از اثرات اصلی و متقابل بین نوع منبع کلسیم و اندازه ذرات کلسیم قرار نگرفته است ($p>۰/۰۵$) (۱،۶،۲۱).

درصدپوسته، ضخامت پوسته و استحکام پوسته تخم‌مرغ

در بررسی اثرات اصلی و متقابل بین نوع منبع کلسیم و اندازه ذرات کلسیم بر درصد پوسته، ضخامت پوسته و استحکام پوسته تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ($p>۰/۰۵$). در موافقت با گزارش حاضر طی یک تحقیقی که در آن از سه نوع سنگ آهک و یک نوع صدف دریایی با اندازه ذرات ریز و درشت استفاده شده بود عنوان شد که منبع کلسیم تأثیر معنی‌داری بر میزان مقاومت به شکست پوسته تخم‌مرغ ندارد (۲۱). اسکات گزارش کرد استفاده از پوسته صدف موجب بهبود جذب کلسیم،کیفیت و ضخامت پوسته، و درصد پوسته، می‌شود (۲۳). برخی محققین گزارش نمودند رابطه قابل‌توجهی میان کیفیت پوسته و نوع منبع کلسیم و اندازه ذرات آن وجود دارد. بر اساس توصیه محققین جیره غذایی حاوی سنگ‌آهک و پوسته صدف درشت کلسیم با اندازه ۲-۴ میلی‌متر کیفیت بهتر تخم‌مرغ را به ارمغان آورد (۱۵،۹،۶،۲۴).

درصد خاکستر پوسته و وزن مخصوص تخم‌مرغ

در بررسی اثرات اصلی نوع منبع کلسیم و اندازه ذرات آن و همچنین اثرات متقابل بین منبع کلسیم و اندازه ذرات بر درصد خاکستر پوسته تخم‌مرغ تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ($p>۰/۰۵$). بریستر بیان داشت که اندازه ذرات بر وزن پوسته اثر معنی‌داری دارد درحالی‌که پلیسیا گزارش کرد که منبع و اندازه ذرات منبع کلسیم بر میزان درصد پوسته اثر معنی‌داری ندارد (۲،۱۳). در بررسی تاثیر اثرات اصلی منبع کلسیم بر میزان وزن مخصوص تخم‌مرغ، کمترین میزان وزن مخصوص در تیمار حاوی صدف معدنی و بیشترین مقدار آن در تیمارهای حاوی کربنات کلسیم و صدف دریایی مشاهده شد ($p<۰/۰۵$)، اما در بررسی اثرات اصلی اندازه ذرات و اثرات متقابل بین منبع کلسیم و اندازه ذرات بر وزن مخصوص تخم‌مرغ تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ($p>۰/۰۵$).

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.22518622.1400.12.34.9.6]
[DOI: 10.52547/rap.12.34.21]

جدول ۵- اثرات نوع منبع کلسیم (صدف دریایی ،صدف معدنی و کربنات کلسیم)و اندازه ذرات آن(۰-۲ و ۲-۴ میلی‌متر) بر صفات کیفی خارجی تخم‌مرغ در کل دوره آزمایش

Table 5. Effects of calcium sources (lumyashel, oyster shell and calcium carbonate and its Particles size (0-2mm and 2-4mm) on the quality of external egg factors in the all period expriment

منبع و اندازه ذرات	شاخص شکل تخم مرغ	پوسته تخم (درصد)	خاکستر پوسته (درصد)	ضخامت پوسته (میلی‌متر)	استحکام پوسته تخم‌مرغ (کیلو گرم بر سانتی‌متر)	وزن مخصوص تخم‌مرغ (N/m^3)
صدف معدنی	۷۶/۸۷	۹/۰۵	۹۱/۰۰	۰/۳۴	۲/۴۹	۱/۰۷^{b}
صدف دریایی	۷۷/۶۸	۹/۰۸	۹۱/۶	۰/۳۴	۲/۴۹	۱/۰۸^{a}
کربنات کلسیم	۷۷/۱۱	۹/۰۵	۹۱/۴	۰/۳۴	۲/۴۷	۱/۰۸^{a}
p-value	۰/۷۶۷	۰/۶۹۲	۰/۱۷۷	۰/۹۳۷	۰/۹۸۳	۰/۰۱۶
SEM	۰/۷۷۵	۰/۱۷۲	۰/۵۵۴	۰/۰۰۷	۰/۰۹۶	۰/۰۰۱
اندازه ذرات						
درشت	۷۶/۵۵	۹/۰۵	۹۱/۱۸	۰/۳۳	۴۵/۲	۱/۰۷۸
ریز	۷۷/۸۹	۸/۹۵	۹۲/۱۶	۰/۳۴	۲/۵۲	۱/۰۸
p-value	۰/۱۶۵	۰/۶۶۱	۰/۱۶۸	۰/۱۳۲	۰/۵۵۴	۰/۲۷۵
SEM	۰/۶۳۲	۰/۱۴۱	۰/۴۵۲	۰/۰۰۵	۰/۰۷۹	۰/۰۰۱
اثر متقابل منبع و اندازه ذرات						
صدف معدنی درشت	۷۶/۴	۸/۸۴	۹۰/۲۵	۰/۳۴	۲/۴۵	۱/۰۷۲
صدف معدنی مخلوط	۷۷/۳۴	۸/۹۱	۹۱/۸۱	۰/۳۴	۲/۵۳	۱/۰۷۸
صدف دریایی درشت	۷۶/۰۴	۹/۱۱	۹۱/۶۸	۰/۳۳	۲/۵۱	۱/۰۸۱
صدف دریایی مخلوط	۷۶/۰۴	۹/۰۴	۹۳/۵	۰/۳۴	۲/۴۷	۱/۰۸۰
کربنات کلسیم درشت	۷۷/۲۳	۹/۲۵	۹۱/۱۸	۰/۳۳	۲/۴	۱/۰۸۲
کربنات کلسیم مخلوط	۷۷	۸/۸۵	۹۱/۶۲	۰/۳۵	۲/۵۵	۱/۰۸
p-value	۰/۳۱۱	۰/۵۶۵	۰/۳۵۷	۰/۷۹۲	۰/۷۷۱	۰/۰۷۹
SEM	۱/۰۹	۰/۲۴۵	۰/۷۸۳	۰/۰۱۰	۰/۱۳۷	۰/۰۰۱

a-b: میانگین‌های با حروف غیرمشابه در هر ستون دارای تفاوت آماری معنی‌دار می‌باشند. ($p<۰/۰۵$)
SEM: خطای استاندارد میانگین ها

برخی محققین گزارش کردند با جایگزین کردن ۵۰ درصد کلسیم درشت به جای اندازه ذرات ریز وزن مخصوص پوسته بهبود می‌یابد و علت آن را افزایش مدت زمان ماندگاری کلسیم در قسمت میانی دستگاه گوارش بیان کردند (۲۶،۲۲،۷). برخلاف نتایج حاضر برخی محققین بیان داشتند که منبع کلسیم تأثیر معنی‌داری بر میزان وزن مخصوص تخم‌مرغ ندارد (۲۱،۲). علت وجود تفاوت در میزان وزن مخصوص می‌تواند وجود فسفر در منبع صدف دریایی باشد که باعث بهبود در وزن مخصوص می‌شود (۱). این تفاوت در گزارش‌ها ممکن است به دلیل تفاوت در نژاد پرندگان مورد آزمایش و یا تفاوت در ترکیب جیره و با ترکیبات جامد آب آشامیدنی مورداستفاده در آزمایش باشد (۱۷،۶). در جمع‌بندی نتایج حاصل از آزمایش حاضر می‌توان اذعان داشت که استفاده از منابع مختلف کلسیم با اندازه ذرات متفاوت بر صفات عملکردی مرغان تخم‌گذار تأثیر معنی‌داری نداشت و لیکن استفاده از صدف معدنی و کربنات کلسیم باعث کاهش مصرف خوراک شد. افزایش وزن مخصوص تخم‌مرغ با استفاده از کربنات کلسیم نشان دهندهٔ این است که با کاهش میزان حلالیت ابقای کلسیم در پوستهٔ تخم‌مرغ می‌تواند افزایش یابد.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله نویسندگان مقاله از مدیریت پژوهش و فن‌آوری دانشگاه تبریز و مرغداری آقای عباسی که امکانات اجرای این آزمایش را فراهم آوردند کمال تشکر و قدردانی را دارند.

منابع

1. Ahmad, H.A. and R.J. Balander. 2003. Alternative feeding regimen of calcium source and phosphorus level for better eggshell quality in commercial layers. Journal of Applied poultry research, 12: 509-514.
2. Brister, R.D., S.S. Linton and C.R. Creger. 1981. Effects of dietary calcium sources and particle size on laying hen performance. Poultry Science, 60: 2648-2654.
3. Butcher, G.D. and R.D. Miles. 1991. Egg specific gravity: designing a monitoring program. Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida.
4. Catl, A.U., M. Bozkurt, K .Küçükyılmaz, M. Çınar, E. Bintas and F. Çöven .2012. Performance and egg quality of aged laying hens fed diets supplemented with meat and bone meal or oyster shell meal. South African Journal of Animal Science 2012, 42(No. 1).

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.22518622.1400.12.34.9.6]
[DOI: 10.52547/rap.12.34.21]

5. Faria, L.V. 2002. Granulometria do calcário calcítico and níveis de cálcio para poedeiras comerciais em segundo ciclo de produção [dissertação]. Lavras (MG): Universidade Federal de Lavras: 61 pp.
6. Guinote, F. and Y. Nys. 1991. Effects of particle size and origin of calcium sources on eggshell quality and bone mineralization in egg of laying hens. Journal of Poultry Science, 70: 583-92.
7. Ito, D.T., D.E. Faria, E.A. kuwano, O.M. Junqueira and L.F. Araujo. 2006. Efeitos do fracionamento do cálcio dietário egranulometria do calcário sobre o desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais. Acta Scientiarum Animal Sciences, 28: 187-195.
8. Kuhl, H.J.D., P. Holder and T.W. Sullivan. 1977. Influence of dietary calcium levels, source and particle size on performance of laying chickens. Journal of Poultry Science, 56: 605-611.
9. Lichovnikova, M. 2007. The effect of dietary calcium source, concentration and particle size on calcium retention, eggshell quality and overall calcium requirement in laying hens. Journal of Poultry Science, 48: 71-75.
10. Miller, P.C. and M.L Sunde. 1975. The effect of various particle sizes of oyster shell and limestone on performance of laying Leghorn pullets. Journal of Poultry Science, 54: 1422-1433.
11. Mirzasarvi, H., N. Afzali. 2015. The effect of different levels of three calcium sources of diet (oyster shell, calcium carbonate and limestone) on the qualitative characteristics of commercial laying eggs.The 2nd National Conference on Livestock and Poultry in the North (In Persian).
12. Oliveira, A., E. Freitas, T .Filgueira, C .Cruz and G .Nascimento. 2013**.** Limestone particle size and artificial light for laying hens in the second laying cycle. Revista Brasileira de Zootecnia**,** 42(7): 481-488 p.
13. Pelicia, K., J.L.M. Mourao, E.A. Garcia, V.M.C. Pinheiro, D.A Berto, A.B. Molino, A.B.G. Faitarone, F. Vercese, G.C. Santos and A.P. Silva. 2011. Effects of dietary calcium levels and limestone particle size on the performance, tibia and blood of laying hens. Brazilian Journal of Poultry Science, 13: 29-34.
14. Phillip, J. 2009. Why have my hens stopped lying? Poultry Extension Specialist, Animaland Poultry Sciences.
15. Roland, D. and M. Bryant. 1999. Optimal shell quality possible without oyster shell. Feedstuffs 71: 18-19.
16. Sadeghi, M., A.Temoori and H. Hafezian. 2009. Investigating the effect of different levels and particle size of calcium sources in the diet on the performance and quality of egg laying hens of Leghorn commercial mid-oviposition period. Ministry of Science, Technology Research, No. 195929 (In Persian).
17. Safa, H.M., G. Serrano, X. Valencia, E. Arbe, R. Jimenez-Moreno and G.G. Mateos. 2008. Effects of the levelsof methionine, linoleic acid, and added fat in the diet on productive performance and egg quality of brown laying hens in the latephase of production. Journal of Poultry Science, 87:1595-1602.
18. Safamehr, A., A. Nobakht and Y.Mehmannavaz. 2017. Evaluation of composition, In vitro solubility rate and calcium and phospouros digestibility of different calcium sources and their effects on performance and bone traits in broiler chickens. Research on Animal Production, 8(15): 1-10 (In Persian).
19. Saki, A.A., M. Haghi and E. Rahmatnejad. 2015. The effect of various levels of dietary protein andmethionine on the laying hens Performance and egg characteristics in late laying cycle. Research on Animal Production, 5(10): 13-25 (In Persian).
20. SAS Institute Inc. 2003. SAS/STAT User's Guide Release 9.1ed. SAS Institute, Inc. Cary, N.C.
21. Saunders-Blades, J.L., J.L. MacIsaac, D.R. Korver and D.M. Anderson, 2009. The effect of calcium source and particle size on the production performance and bone quality of laying hens. Journal of Poultry Science, 88: 338-353.
22. Scheideler, S.E. 1998. Eggshell calcium effects on egg quality and Ca digestibility in first- or third-cycle laying hens J. Appl. Poultry Reserch, 7: 69-74.
23. Scot, M.L., S.J. Hull and P.A. Mullenhoff .1971. The calcium requirement of laying hens and effects of dietary oystershellsupon eggshell quality, Journal of Poultry Science, 50: 1055-1063.
24. Skřivan, M., M. Marounek, I. Bubancova and M. Podsedníček. 2010. Influence of limestone particle size on performance and egg quality in laying hens aged 24-36 weeks and 56-68 weeks. Animal Feed Science, 158: 110-114.
25. Sultan, F., M.S. Islam and M.A.R. Howlider. 2007. Effect of dietary calcium sources and levels on egg production and egg shell quality of Japanese quill. Journal of Poultry Science, 6: 131-136.
26. Zhang, B. and C. Coon. 1997. The relationship of calcium intake, source, solubilty in vitro and in vivo and gizzard limestone retention in laying hens Journal of Poultry Science, 76: 1702-622.

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.22518622.1400.12.34.9.6]
[DOI: 10.52547/rap.12.34.21]

Investigating the Effect of Adding Different Calcium Sources and Its Particle Size on Production Performance and Egg Quality in Laying Hens

Rasoul Mirzaei[1], Hossen Janmohammadi[2], Majid Olyaei[3] and Seyed Ali Mirgheleng[4]

1- MSc Student of Poultry Nutrition, Faculty of Agriculture, Tabriz University
2- Professer, Department of animalzciences, Faculty of Agriculture, Tabriz University,
(Corresponding Author: mehrzad.hossein@gmail.com)
3- Assistant Professor, Department of animal sciences, Facutlty of Agriculture, Tabriz University
4- Assistant Professor, Department of animal sciences, Faculty of Agriculture, Urmia University
Received: 5 December, 2020 Accepeted: 29 August, 2021

Extended Abstract

Introduction and Objective: The use of different sources of calcium with different particle sizes in laying hens and also the effects of calcium source type and size on bird production performance and egg quality, due to the effects of calcium source type and particle size on production performance and Egg quality has been reduced in laying hens.

Material and Methods: This experiment was performed to investigate the effect of using different sources of calcium and its particle size on production performance and egg quality of *Hy lin*, W-80 Leghorn hens. For this purpose, 192 laying hens with similar body weight and production were selected And experiment in a completely randomized design with factorial arrangement (2 × 3) with three sources of calcium (lumyashel, oyster shel, calcium carbonate) and two particle sizes (1- fine with particles <2 mm and 2-mixture, a mixture of Particles < 2 and 2-4 mm), 4 replicates and 8 birds per replicate were performed for 8 weeks from 42-50 weeks of age.

Result: The results showed that calcium carbonate had the lowest solubility and fine particles were more soluble than large particles ($p<0.05$). The main effect of calcium source on feed intake was significant ($p<0.05$). The main and interaction effects of calcium source and its particle size on feed conversion ratio, egg weight and number of broken eggs were not significant ($p> 0.05$). The effect of main and interactions of source and particle size on the characteristics of internal traits of eggs (Albumen percentage, yolk percentage, Albumen height, HU unit and yolk index) did not significant ($p> 0.05$). But albumen pH showed a significant difference,The lowest pH was related to the diet containing lumyashel with a value of 9 and the highest pH was related to the oyster shell($p<0.05$). The main and interaction effecs of calcium source and particle size on egg external quality, shell percentage, shell thickness, shell ash were not significant ($p>0.05$), but the specific gravity of eggs was significantly affected by the main effects of the calcium source ($p<0.05$), and the lowest and highest values were for lumyashell and oester shel.

Conclusion: The final result showed that calcium carbonate had the lowest solubility among the calcium sources used in this study and fine particles were more soluble than large particles. However, no significant difference was observed between internal and external egg quality traits and production performance of birds using different calcium sources and different particle sizes.

Keywords: Calcium Source, Egg Quality, Laying Hen, Solubility

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.22518622.1400.12.34.9.6]
[DOI: 10.52547/rap.12.34.21]