

## اثر منابع کلسیم با و بدون آنزیم فیتاز و اسیدهای ارگانیک بر صفات تولیدی و کیفیت پوسته تخم مرغ در مرغ‌های تخم‌گذار

مرتضی یوسفی

استادیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه  
نویسنده مسؤول: myousefi@iau-saveh.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۲/۲۰

تاریخ دریافت: ۹۲/۰۹/۰۵

### چکیده

طی آزمایشی ۲۲۴ قطعه مرغ تخم‌گذار لگهورن سویه W-36 در سن ۶۰ هفتگی به صورت تصادفی به هفت تیمار غذایی و چهار تکرار هر کدام با هشت قطعه مرغ تقسیم گردیدند. مرغ‌ها از جیره‌های غذایی آزمایشی در حد اشتها در طول دو دوره آزمایش ۲۸ روزه تغذیه شدند که عبارت بودند از: شاهد منفی (فاقد مکمل کلسیم، آنزیم فیتاز و اسیدهای ارگانیک)؛ شاهد منفی (به همراه کربنات کلسیم)؛ شاهد منفی (به همراه سنگ آهک)؛ شاهد منفی (به همراه کربنات کلسیم و فیتاز)؛ شاهد منفی (به همراه سنگ آهک، فیتاز و اسیدهای ارگانیک)؛ شاهد منفی (به همراه کربنات کلسیم، فیتاز و اسیدهای ارگانیک) و شاهد منفی (به همراه سنگ آهک، فیتاز و اسیدهای ارگانیک). خوراک مصرفی تیمارهای آزمایشی نسبت به شاهد به طور معنی داری کمتر بود. میانگین وزن تخم مرغ‌های شاهد سبک‌تر از تیمارهای آزمایشی بود ( $P < 0/001$ ). درصد تولید در تمام جیره‌های غذایی آزمایشی در مقایسه با شاهد در کل آزمایش بیشتر بود ( $P < 0/01$ ). علاوه بر این، جیره غذایی شاهد به همراه سنگ آهک، فیتاز و اسیدهای ارگانیک بهتر از جیره غذایی شاهد به همراه سنگ آهک بود. ضریب تبدیل خوراک در تیمارهای غذایی آزمایشی نسبت به شاهد منفی در طول مدت آزمایش بهتر بود ( $P < 0/001$ ). فراسنجه‌های کیفیت پوسته تخم مرغ در تمام تیمارهای غذایی نسبت به شاهد منفی بهتر بودند ( $P < 0/05$ ). نتایج کلی نشان دادند که افزودن منابع کلسیم و افزودنی‌های خوراکی موجب بهبود عملکرد تخم‌گذاری و کیفیت پوسته تخم مرغ در خوراک مرغ‌های تخم‌گذار تجاری گردیدند.

کلمات کلیدی: اسیدهای ارگانیک، پوسته تخم‌مرغ، تولید، فیتاز، منابع کلسیم

## مقدمه

اسیدهای آمینه گران ترین جزء تشکیل دهنده جیره‌های غذایی طیور است. ولی در جیره‌های غذایی امروزی که اکثراً از مواد خوراکی گیاهی استفاده می‌شود تقریباً دو سوم فسفر موجود در خوراک طیور غیرقابل استفاده است (ساری و همکاران، ۲۰۱۲). این باعث افزایش مصرف مکمل‌های فسفر و کلسیم می‌شود که هزینه‌های زیادی را ببار می‌آورد. افزودن اسیدهای ارگانیک به جیره غذایی طیور موجب کاهش pH روده و افزایش فعالیت آنزیم فیتاز و در نهایت بهبود جذب مواد مغذی می‌گردد (گاریدو و همکاران، ۲۰۰۴). طی ۲۰ سال گذشته که پیشرفت‌های قابل توجهی در علوم بیوتکنولوژی و میکروبیولوژی حاصل گردید، اثرات کاملاً بسزایی بر روی دامپروری داشته است. به گونه‌ای که پتانسیل تولید فراوان آنزیم‌ها و هزینه‌های غیرقابل اجتناب مصرف ترکیبات خوراکی حاشیه‌ای را افزوده است. از بین آنزیم‌های بررسی شده فیتاز بیشترین توسعه و موفقیت تجاری را داشته است که این احتمالاً ناشی از مسائل مربوط به کاهش آلودگی‌های زیست محیطی و هزینه‌های زیاد افزودن مکمل‌های معدنی حاوی فسفر (مانند دی کلسیم فسفات) به جیره‌های غذایی طیور بوده است. اگرچه اثرات مثبت اسید سیتریک بر روی بازدهی استفاده از فسفر فیتات در جوجه‌های گوشتی به خوبی مستند است (برنز و همکاران، ۲۰۰۳). ولی اطلاعات اندکی درباره اثر هم‌افزایی فیتاز و اسیدهای ارگانیک به همراه منابع مختلف کلسیم در خوراک مرغ‌های تخم‌گذار وجود دارد. بنابراین، هدف از بررسی حاضر تعیین اثرات غذایی جداگانه یا ترکیبی اسیدهای ارگانیک و آنزیم فیتاز به همراه منابع مختلف کلسیم بر عملکرد تولید و کیفیت پوسته تخم‌مرغ در مرغ‌های تخم‌گذار است.

## مواد و روش‌ها

آزمایش در مرغداری واقع در اطراف شهریار در فصل بهار بعمل آمد. طی آزمایشی تعداد ۲۲۴ قطعه مرغ تخم‌گذار نژاد لگهورن سفید سویه "های لاین" W-36 در سن ۶۰ هفتگی در قالب طرح کاملاً تصادفی به هفت گروه آزمایشی و چهار تکرار هر یک با دو قفس مجاور هشت قطعه‌ای مرغ تقسیم گردیدند. برنامه نوردهی به صورت روزانه ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی اعمال شد. آب و خوراک به صورت آزادانه در اختیار مرغ‌ها قرار گرفت. جیره‌های غذایی آزمایش به شکل آردی بر پایه ذرت- گندم-کنجاله سویا مطابق با احتیاجات غذایی

به طور کلی تولیدات طیور و بویژه تخم‌مرغ از جمله ارزان‌ترین منابع پروتئینی و ویتامینی از نظر هزینه‌های تولید بویژه در جوامع در حال توسعه محسوب می‌شوند (کوهل و همکاران، ۱۹۷۷). در همین راستا، حائز اهمیت است که مقادیر واقعی کلسیم مورد نیاز برای مرغ‌های تخم‌گذار فراهم شود. بازنگری یا اصلاح کلسیم و تغییر یافتن آن به مقادیر واقعی مورد نیاز مرغ‌های تخم‌گذار به دو جهت مهم است. اول این که تخم‌مرغ‌ها با کیفیتی تولید شوند که از نظر وضعیت پوسته و ارزش غذایی شرایط بهتری داشته باشند و دوم این که مرغ‌ها به چالش ناشی از بازجذب استخوانی کلسیم جهت جبران کمبود کلسیم دچار نشوند. بازجذب استخوانی کلسیم موجب تضعیف استخوان در مرغ‌های تخم‌گذار شده و این اغلب منجر به بروز شکستگی‌ها و نواقص استخوانی می‌شود که در نهایت بر روی میزان تولید تأثیرگذار است. شکستگی تخم‌مرغ هنوز نشان دهنده خسارت اقتصادی عظیمی در صنعت طیور تخم‌گذار است. بر طبق گزارشی حدوداً ۱۳ تا ۲۰ درصد از کل تخم مرغ‌های تولیدی ترک خورده‌اند یا این که قبل از رسیدن به مقصد نهایی حذف می‌شوند (پاندا و همکاران، ۲۰۰۵). بنابراین، این سؤال پیش می‌آید که کیفیت پوسته تخم‌مرغ باید بهبود یابد. تاکنون گزارش‌های متعددی در ارتباط با اثر بخشی افزودن منابع مختلف کلسیم به فرم نرم آسیاب شده و گرانولی شکل بر روی کیفیت پوسته تخم مرغ ارائه شده است. پرورش دهندگان طیور همواره به دنبال تولیدات بالا با حداقل هزینه مواد اولیه بوده، به طوری که فعالیت‌های تغذیه‌ای شان مقرون به صرفه و اقتصادی شود (احتشام و چاداوری، ۲۰۰۲). علاوه بر این، اخیراً روند رو به رشدی به سوی کاهش ضایعات غیرضروری مواد مغذی وجود دارد که از طریق فضولات پرنده دفع می‌شوند و می‌توانند خود به آلودگی‌های زیست محیطی منجر شوند. منابع بهینه کلسیم در جیره‌های غذایی مرغ تخم‌گذار و درک نقش کلسیم غذا در تقویت تولید و کیفیت تخم‌مرغ از جمله مسائل مهمی است که محققان همواره بدان توجه داشته‌اند. اما مسئله اصلی این است که منابع معدنی کلسیم مثل سنگ آهک از نظر منشاء، خلوص و اندازه ذرات متفاوتند و همین اختلافات می‌تواند منتهی به تغییراتی در استحکام استخوان و کیفیت پوسته تخم‌مرغ شود. فسفر ماده معدنی ضروری برای متابولیسم و تولید تخم‌مرغ در مرغ‌های تخم‌گذار محسوب می‌شود که علاوه بر کلسیم نقش بسزایی در تشکیل و استحکام استخوان دارد. فسفر بعد از انرژی و

در ابتدا و پایان ۲۸ روز اول و دوم آزمایش تعداد ۸ عدد تخم مرغ از هر گروه آزمایشی به صورت تصادفی جمع‌آوری گردید تا جهت اندازه‌گیری فراسنجه‌های کیفیت پوسته تخم مرغ مورد استفاده قرار بگیرد. وزن تخم مرغ و وزن پوسته با ترازوی دیجیتال (دقت ۰/۰۱ گرم) توزین شدند. محتویات پوسته تخم مرغ جدا و پوسته تخم مرغ تمیز شده و به مدت ۴۸ ساعت برای خشک شدن در دمای اطاق نگهداری شدند. ضخامت پوسته با استفاده از دستگاه میکرومتر (با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر) اندازه‌گیری گردید (فرخوی و همکاران، ۱۳۷۳). استحکام پوسته توسط دستگاه مقاومت‌سنج مکانیکی (Sanovo Technology Group) ساخت دانمارک تعیین گردید (فرخوی و همکاران، ۱۳۷۳)، برای اندازه‌گیری وزن مخصوص تخم مرغ از فرمول زیر استفاده شد Poultry Adviser (۱۹۹۲):

$$ESG = EW / [0.9680(EW - SW) + (0.4921SW)]$$

ESG = وزن مخصوص تخم مرغ؛ EW = وزن تخم مرغ (گرم) و SW = وزن پوسته تخم مرغ (گرم)  
سطح پوسته تخم مرغ‌ها به طریقه زیر محاسبه گردید (فرخوی و همکاران، ۱۳۷۳):

$$ESG^{1/0.56} (\text{وزن تخم مرغ}) \times 3/9782 = \text{سطح پوسته}$$

که سطح پوسته بر حسب سانتی‌متر مربع، وزن تخم مرغ بر حسب گرم و وزن پوسته در واحد سطح بر حسب میلی‌گرم در سانتی‌متر مربع با فرمول زیر تعیین گردید:

$$\text{سطح پوسته/وزن پوسته} = \text{شاخص پوسته}$$

داده‌های حاصل از فراسنجه‌های مربوط به عملکرد تولید و کیفیت پوسته تخم مرغ با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS (۲۰۰۳) و به رویه تجزیه و تحلیل واریانس (ANOVA) مورد پردازش آماری قرار گرفت. میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مورد مقایسه قرار گرفتند. مدل آماری آزمایش نیز به شرح ذیل است:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

که در فرمول فوق:

$Y_{ij}$  = مقدار عددی هر یک از مشاهدات در آزمایش،  $\mu$  میانگین جمعیت،  $T_i$  = اثر جیره غذایی و  $\varepsilon_{ij}$  = اثر خطای آزمایش در نظر گرفته شده است.

پرورشی مرغ‌های تخمگذار لگهورن سویه "های‌لاین W-36" با استفاده از نرم‌افزار جیره‌نویسی WUFFFDA<sup>۱</sup> تنظیم شدند (جدول ۱). جیره غذایی شاهد منفی (فاقد مکمل معدنی کلسیم، آنزیم فیتاز<sup>۲</sup> و اسیدهای ارگانیک<sup>۳</sup> شامل: اسید فوماریک، فوماریک، فرمات کلسیم، پروپیونات کلسیم و سوربات پتاسیم) طی یک دوره عادت‌پذیری دو هفته‌ای به طور یکسان به همه مرغ‌ها تغذیه شد و سپس آزمایش اصلی طی دو دوره آزمایشی ۲۸ روز با استفاده از جیره‌های غذایی به شرح ذیل انجام گردید:

(T۱) شاهد منفی (فاقد مکمل کلسیم، آنزیم فیتاز و اسیدهای ارگانیک)؛ (T۲) شاهد منفی به همراه کربنات کلسیم؛ (T۳) شاهد منفی به همراه سنگ آهک؛ (T۴) شاهد منفی به همراه کربنات کلسیم و آنزیم فیتاز (۳۰۰ g/kg)؛ (T۵) شاهد منفی به همراه سنگ آهک و فیتاز (۳۰۰ g/kg)؛ (T۶) شاهد منفی به همراه کربنات کلسیم، فیتاز (۳۰۰ g/kg) و اسیدهای ارگانیک (۱ g/kg) و (T۷) شاهد منفی به همراه سنگ آهک، فیتاز (۳۰۰ g/kg) و اسیدهای ارگانیک (۱ g/kg).

فراسنجه‌های مختلفی نظیر: خوراک مصرفی، وزن تخم مرغ، درصد تولید، وزن توده تخم مرغ تولیدی و ضریب تبدیل خوراک در آزمایش به صورت هفتگی و کل دوره اندازه‌گیری و محاسبه شدند. میانگین خوراک مصرفی هر هفته از طریق جمع‌آوری خوراک باقیمانده هر واحد آزمایشی و کسر آن از خوراک دریافتی بر اساس روز مرغ محاسبه گردید (پوررضا، ۱۳۸۸):

(تعداد روزهایی که زنده بوده اند × تعداد تلفات) - (تعداد

مرغ‌های اولیه × تعداد روز) = روز مرغ

تخم مرغ‌ها (اعم از: سالم، شکسته، ترک‌خورده و لمبه) روزانه رأس ساعت مشخصی جمع‌آوری و شمارش می‌شدند. وزن تخم مرغ‌ها هر هفته در روز معینی با ترازوی دیجیتال (با دقت ۰/۰۱ گرم) اندازه‌گیری گردید. آمار و ارقام بدست آمده برای محاسبه درصد تولید تخم مرغ، میانگین وزن هر تخم مرغ، وزن توده تخم مرغ تولیدی روزانه هر مرغ و ضریب تبدیل خوراک به صورت هفتگی استفاده شد. تلفات نیز به صورت روزانه جمع‌آوری شد تا در محاسبات بعدی مورد استفاده قرار گرفت (پوررضا، ۱۳۸۸).

## 1. Windows User-Friendly Feed Formulation Done Again

۲. ناتافوس محصول شرکت بی. آ. اس. اف آلمان

۳. نوتراسید فوکوس محصول شرکت نوترکس بلژیک

جدول ۱- ترکیبات جیره‌های غذایی و مواد مغذی آزمایش

تیمارها							اقدام خوراکی (/.)
۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	
۴۴/۵۹	۴۴/۵۹	۴۴/۵۹	۴۴/۵۹	۴۴/۵۹	۴۴/۵۹	۴۴/۵۹	ذرت
۱۵/۷۱	۱۵/۷۱	۱۵/۷۱	۱۵/۷۱	۱۵/۷۱	۱۵/۷۱	۱۵/۷۱	کنجاله سویا
۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	گندم
۳/۰۸	۳/۰۸	۳/۰۸	۳/۰۸	۳/۰۸	۳/۰۸	۳/۰۸	سبوس گندم
۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	پودر گوشت
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	روغن سویا
۳/۲۲	۳/۲۲	۳/۲۲	۳/۲۲	۳/۲۲	۳/۲۲	۰	پوسته صدف
۰	۶/۴۴	۰	۶/۴۴	۰	۶/۴۴	۰	کربنات کلسیم
۶/۴۴	۰	۶/۴۴	۰	۶/۴۴	۰	۰	سنگ آهک
۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	نمک طعام
۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	مکمل ویتامینی و معدنی*
۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۸	دی ال- متیونین
۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۳	دی کلسیم فسفات
۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳	۰	۰	۰	آنزیم فیتاز
۰/۱	۰/۱	۰	۰	۰	۰	۰	اسید ارگانیک
۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۵	۰/۱۵	۹/۸۱	ماده فیبر
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	جمع
							مواد مغذی محاسبه‌ای
۲۷۰۰	۲۷۰۰	۲۷۰۰	۲۷۰۰	۲۷۰۰	۲۷۰۰	۲۷۰۰	انرژی قابل متابولیسم (kcal/kg)
۱۶	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶	پروتئین خام (/.)
۴/۲۹	۴/۲۹	۴/۲۹	۴/۲۹	۴/۲۹	۴/۲۹	۰/۶۲	کلسیم (/.)
۰/۳۷	۰/۳۷	۰/۳۷	۰/۳۷	۰/۳۷	۰/۳۷	۰/۳۷	فسفر فراهم (/.)
۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	سدیم (/.)
۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۱۹	کلر (/.)
۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۷۱	پتاسیم (/.)
۰/۷۶	۰/۷۶	۰/۷۶	۰/۷۶	۰/۷۶	۰/۷۶	۰/۷۶	لیزین (/.)
۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۳۳	متیونین (/.)
۰/۵۹	۰/۵۹	۰/۵۹	۰/۵۹	۰/۵۹	۰/۵۹	۰/۵۹	متیونین + سیستین (/.)
۰/۶۱	۰/۶۱	۰/۶۱	۰/۶۱	۰/۶۱	۰/۶۱	۰/۶۱	ترئونین (/.)
۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۲۱	تریپتوفان (/.)

\* یک کیلوگرم مکمل ویتامینی حاوی: A = ۸۸۰۰ IU؛ D<sub>3</sub> = ۲۵۰۰ IU؛ E = ۱۱ IU؛ K<sub>3</sub> = ۲/۲ mg؛ B<sub>1</sub> = ۱/۴۸ mg؛ B<sub>2</sub> = ۴ mg؛ B<sub>3</sub> = ۷/۸ mg؛ B<sub>5</sub> = ۳۴/۷ mg؛ B<sub>6</sub> = ۲/۵ mg؛ B<sub>9</sub> = ۰/۴۸ mg؛ B<sub>12</sub> = ۱۰ μg؛ بیوتین = ۰/۱۵ mg؛ کولین کلراید = ۲۰۰ mg؛ آنتی اکسیدان = ۱۰۰۰ mg. هر کیلوگرم از مکمل معدنی دارای ۷۴/۴ میلی گرم منگنز، ۷۵ میلی گرم آهن، ۶۴/۶۷۵ میلی گرم روی، ۶ میلی گرم مس، ۰/۸۶۷ میلی گرم ید و ۰/۲ میلی گرم سلنیوم می‌باشد.

جدول ۲- تأثیر تیمارهای آزمایشی بر عملکرد تولید در کل دوره ۸ هفته‌ای

تیمارهای آزمایشی	خوراک مصرفی (گرم/روز/مرغ)	وزن تخم‌مرغ (گرم)	درصد تولید تخم‌مرغ (روز مرغ)	وزن توده تخم‌مرغ (گرم/تخم/مرغ)	ضریب تبدیل خوراک (گرم/گرم)
T1	۱۰۴/۸۱ <sup>a</sup>	۵۸/۹۱ <sup>b</sup>	۷۶/۱۳ <sup>c</sup>	۴۵/۰۳ <sup>c</sup>	۲/۳۳ <sup>b</sup>
T2	۱۰۲/۴۴ <sup>b</sup>	۶۲/۵۹ <sup>a</sup>	۷۸/۴۴ <sup>ab</sup>	۴۹/۰۹۷ <sup>ab</sup>	۲/۰۹ <sup>a</sup>
T3	۱۰۲/۸۱ <sup>b</sup>	۶۲/۳۸ <sup>a</sup>	۷۷/۵۰ <sup>b</sup>	۴۸/۳۴ <sup>b</sup>	۲/۱۳ <sup>a</sup>
T4	۱۰۲/۰۶ <sup>b</sup>	۶۳/۷۵ <sup>a</sup>	۷۸/۰۹۴ <sup>ab</sup>	۴۹/۷۷ <sup>a</sup>	۲/۰۵ <sup>a</sup>
T5	۱۰۲/۲۵ <sup>b</sup>	۶۳/۲۵ <sup>a</sup>	۷۸/۱۹ <sup>ab</sup>	۴۹/۴۵ <sup>ab</sup>	۲/۰۶ <sup>a</sup>
T6	۱۰۲/۰۶ <sup>b</sup>	۶۳/۱۳ <sup>a</sup>	۷۷/۹۴ <sup>ab</sup>	۴۹/۱۹ <sup>ab</sup>	۲/۰۷ <sup>a</sup>
T7	۱۰۲/۳۸ <sup>b</sup>	۶۲/۶۳ <sup>a</sup>	۷۸/۹۷ <sup>a</sup>	۴۹/۴۵ <sup>ab</sup>	۲/۰۷ <sup>a</sup>
سطح احتمال	۰/۰۲۹	۰/۰۰۱	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
SEM	۰/۲۶	۰/۳۳	۰/۲۱	۱/۷۱	۰/۰۱۹

<sup>a-c</sup> میانگین‌های هر ستون با حروف غیرمشابه، نشانه اختلاف معنی دار است ( $P < 0.05$ )؛ SEM = انحراف معیار از میانگین

جدول ۳- تأثیر تیمارهای آزمایشی بر کیفیت پوسته تخم‌مرغ در دوره‌های مختلف

تیمار آزمایشی	پوسته (/)	ضخامت پوسته (mm)	استحکام پوسته (kg/cm <sup>2</sup> )	وزن مخصوص (mg/mm <sup>3</sup> )	شاخص پوسته (mg/cm <sup>2</sup> )
T1	۹/۳۰ <sup>b</sup>	۰/۳۱ <sup>c</sup>	۱/۱۳ <sup>c</sup>	۱/۰۸۳ <sup>b</sup>	۰/۸۳
T2	۱۰/۰۰۳ <sup>a</sup>	۰/۳۲ <sup>bc</sup>	۱/۲۵ <sup>bc</sup>	۱/۰۸۶ <sup>a</sup>	۰/۸۶
T3	۹/۸۷ <sup>a</sup>	۰/۳۳ <sup>abc</sup>	۱/۴۵ <sup>b</sup>	۱/۰۸۶ <sup>a</sup>	۰/۸۸
T4	۱۰/۱۵ <sup>a</sup>	۰/۳۴ <sup>ab</sup>	۱/۷۳ <sup>ab</sup>	۱/۰۸۷ <sup>a</sup>	۰/۸۸
T5	۱۰/۰۲ <sup>a</sup>	۰/۳۵ <sup>a</sup>	۱/۷۳ <sup>ab</sup>	۱/۰۸۷ <sup>a</sup>	۰/۸۸
T6	۱۰/۱۲ <sup>a</sup>	۰/۳۴ <sup>ab</sup>	۱/۸۸ <sup>a</sup>	۱/۰۸۷ <sup>a</sup>	۰/۸۹
T7	۱۰/۴۲ <sup>a</sup>	۰/۳۴ <sup>ab</sup>	۱/۹۳ <sup>a</sup>	۱/۰۸۹ <sup>a</sup>	۰/۹۱
سطح احتمال	۰/۰۰۷	۰/۰۰۹	۰/۰۰۱	۰/۰۰۶	۰/۱۳۱
SEM	۰/۰۸	۰/۰۳	۰/۰۶	۰/۰۴	۰/۰۸

<sup>a-c</sup> میانگین‌های هر ستون با حروف غیرمشابه، نشانه اختلاف معنی دار است ( $P < 0.05$ )؛ SEM = انحراف معیار از میانگین

## نتایج

معنی‌داری وجود داشت ( $P < 0.001$ ). به طوری که تیمار شاهد با ۷۶/۱ درصد و تیمار ۷ (حاوی منابع کلسیم و آنزیم فیتاز و اسیدهای ارگانیک) با ۷۹ درصد به ترتیب از کمترین و بیشترین تولید برخوردار بودند. مابین تیمارهای آزمایشی نیز اختلاف معنی‌داری بین تیمار ۳ و ۷ وجود داشت که نشان دهنده اثر افزودن آنزیم فیتاز و اسیدهای ارگانیک به جیره غذایی می‌باشد. وزن توده تخم‌مرغ تولیدی روزانه همان‌گونه که در جدول ترکیبات جیره (جدول ۱) نشان داده شده است، اختلاف معنی‌داری را در کل دوره آزمایش نشان می‌دهد. به طوری که تیمار شاهد از وزن

همان طوری که از جدول ۲ مشهود است، بین تیمار شاهد و تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی‌داری وجود داشت ( $P < 0.05$ ). به طوری که تیمار شاهد در مقایسه با سایر تیمارها خوراک بیشتری مصرف نمود. میانگین وزن تخم‌مرغ‌ها از نظر آماری در کل دوره اختلاف بسیار معنی‌داری نشان دادند (جدول ۲؛  $P < 0.001$ ). به طوری که تیمار شاهد از کمترین وزن تخم‌مرغ و تیمارهای آزمایشی از وزن تخم‌مرغ بیشتری برخوردار بودند. همان طوری که در جدول ۲ مشهود است، در خصوص درصد تولید تخم‌مرغ در کل آزمایش بین تیمارهای آزمایشی اختلاف بسیار

آماری نسبت به تیمار ۲ داشت که نشان دهنده اثرات مثبت ترکیب آنزیم فیتاز و اسیدهای آلی است. وزن مخصوص تخم‌مرغ در انتهای دوره ۲۸ روز اول آزمایش اختلاف بسیار معنی‌داری بین تیمار شاهد و سایر تیمارها نشان داد ( $P < 0/001$ ). البته این روند اختلاف در انتهای دوره ۲۸ روز دوم آزمایش نیز وجود داشت ولی معنی‌دار نبود. در دوره ۲۸ روز اول، تیمار شاهد کمترین وزن مخصوص را داشت. همین روند اختلاف در دوره ۲۸ روز دوم آزمایش نیز به صورت عددی وجود داشت ولی معنی‌دار نبود. شاخص پوسته اختلاف معنی‌داری بین شاهد و تیمارهای آزمایشی در انتهای دوره ۲۸ روز اول نشان داد ( $P < 0/01$ ). کمترین شاخص پوسته به تیمار شاهد اختصاص داشت. همین روند اختلاف در انتهای دوره ۲۸ روز دوم نیز وجود داشت ولی معنی‌دار نبود.

### بحث

تحت شرایط فیزیولوژیکی خاص (مانند: تولید تخم‌مرغ) نیاز به کلسیم و اشتهای مرغ برای تأمین کلسیم به مقدار زیادی افزایش می‌یابد (گریولند و برنرز، ۱۹۹۷). طیور از اشتهای ویژه کلسیم برخوردارند بدین معنی که در مرغ تخم‌گذار اشتهای پرده می‌تواند بر اساس مقدار کلسیم جیره تغییر کند. حیوان در مصرف انتخابی یک منبع سرشار از کلسیم به منظور تأمین حداقل احتیاجاتش خوراک مصرف می‌نماید (لوباق و همکاران، ۱۹۸۱). سیستم‌های انتخاب غذا برای تأمین منبع انرژی و منبع پروتئین است و در مورد مرغ‌های تخم‌گذار منبع کلسیم می‌باشد. نتایج مربوط به تغذیه انتخابی کلسیم در منابع مورد بررسی از همخوانی بیشتری برخوردارند (ویلکینسون و همکاران، ۲۰۱۱). آزمایش‌های متعددی روی مرغ‌های تخم‌گذار صورت پذیرفته که ثابت می‌کند اشتهای آنها به خوردن کلسیم در عصر که زمان مناسب تشکیل پوسته است در مقایسه با روزهایی که پوسته تشکیل نشده، افزایش پیدا کرده است (ویلکینسون و همکاران، ۲۰۱۱). این موافق کارهای قبلی است که توسط اولور و ملان (۲۰۰۰) صورت گرفته است که نشان دادند وزن تخم‌مرغ، ضخامت پوسته و ضریب تبدیل خوراک همگی به طور معنی‌داری با تغذیه انتخابی مرغ‌ها در مقایسه با مرغ‌هایی که از جیره غذایی آردی متداول تغذیه گردیدند، بهبود یافتند ولی این اختلاف در تولید تخم‌مرغ معنی‌دار نبود. لیسون و سامرز (۲۰۰۵) احتیاجات کلسیم مرغ‌های تخم‌گذار برای تولید

توده تخم‌مرغ کمتری نسبت به تیمارهای آزمایشی ۳ و ۴ برخوردار بود ( $P < 0/001$ ). ضمن این که تیمار آزمایشی ۴ نسبت به تیمار ۳ از وضعیت بهتری برخوردار بود که نشان دهنده تأثیر آنزیم فیتاز یا منبع کلسیم (کربنات کلسیم یا سنگ آهک) و آنزیم فیتاز با یکدیگر می‌باشد. ضریب تبدیل خوراک نیز که از محاسبه نسبت میانگین خوراک مصرفی به وزن توده تخم‌مرغ تولیدی حاصل می‌گردد نیز آنگونه که انتظار می‌رفت اختلاف بسیار معنی‌داری نشان داد ( $P < 0/001$ ). به طوری که بدترین ضریب تبدیل به تیمار شاهد (کم کلسیم) و بهترین ضریب تبدیل نیز به تیمارهای آزمایشی اختصاص داشت. همان گونه که از نتایج جدول ۳ مشهود است، همه فراسنجه‌های کیفیت پوسته تخم‌مرغ از نظر آماری اختلاف معنی‌داری را بین تیمارهای آزمایشی و شاهد از خود نشان داده است. درصد پوسته در انتهای دوره ۲۸ روز اول آزمایش اختلاف بسیار معنی‌داری بین شاهد با سایر تیمارها نشان داد ( $P < 0/001$ ). ولی در دوره ۲۸ روز دوم آزمایش اختلاف معنی‌دار نبود. درصد پوسته در تیمار شاهد کمتر از تیمارهای آزمایشی بود و همین روند اگر چه معنی‌دار نبود ولی در ۲۸ روز دوم نیز مشاهده شد. ضخامت پوسته در انتهای ۲۸ روز اول و دوم اختلاف معنی‌داری داشت و بین تیمارهای آزمایشی نیز اختلاف بسیار معنی‌دار وجود داشت ( $P < 0/001$ ). به طوری که کمترین ضخامت پوسته مربوط به شاهد بود و تیمارهای ۴ و ۵ (حاوی منابع مختلف کلسیم و آنزیم فیتاز) در مقایسه با تیمار ۲ از ضخامت پوسته بیشتری برخوردار بودند. به عبارت دیگر، افزودن آنزیم فیتاز به منابع کلسیم یعنی کربنات کلسیم یا سنگ آهک موجب بهبود ضخامت پوسته گردید. در دوره ۲۸ روز دوم آزمایش تیمار شاهد از کمترین ضخامت پوسته برخوردار بود و در بین تیمارهای آزمایشی نیز تیمار ۵ (حاوی سنگ آهک و آنزیم فیتاز) در مقایسه با تیمار ۲ (حاوی کربنات کلسیم) از وضعیت بهتری برخوردار بود. استحکام پوسته نیز همانند ضخامت پوسته در انتهای دوره‌های ۲۸ روز اول و دوم آزمایش اختلاف بسیار معنی‌داری بین تیمارها نشان داد ( $P < 0/001$ ). در دوره ۲۸ روز اول تیمار شاهد با کمترین استحکام پوسته و تیمارهای ۵، ۶ و ۷ از بیشترین استحکام برخوردار بودند. در بین تیمارهای آزمایشی نیز تیمارهای ۵، ۶ و ۷ بهتر از ۲، ۳ و ۴ بودند. در دوره دوم تیمار شاهد از کمترین استحکام و تیمار ۷ از بیشترین استحکام پوسته برخوردار بودند. همچنین مابین تیمارهای آزمایشی تیمار ۷ استحکام بیشتری از نظر

درصد تولید بود. این نتیجه توسط گوئنت و نیس (۱۹۹۰) تأیید شد. در بررسی آن‌ها از منابع مختلف کلسیم (پوسته صدف و سنگ آهک) و اندازه درشت یا نرم ذرات کلسیم در نژاد لگهورن سفید استفاده شد که تولید تخم‌مرغ، وزن توده تخم‌مرغ و بازدهی خوراک تغییری نیافت. این محققان در تحلیل نتایج خود این گونه عنوان کردند که کلسیم غذایی مورد نیاز برای حداکثر ساختن معدنی شدن استخوان، ضخامت پوسته و استحکام پوسته تخم‌مرغ بیش از مقدار مورد لزوم برای سایر اعمال است. البته سطوح احتیاجات مرغ‌ها بر اساس این فرض است که کلسیم مصرفی از نظر قابلیت زیست فراهمی با کربنات کلسیم یکسان بوده است (کلاسینگ، ۱۹۹۸). جهت اطمینان از حداکثر کیفیت پوسته توصیه شده که مرغ‌ها از حداقل مقدار ۳/۷۵ گرم کلسیم به ازای هر مرغ روزانه مصرف نمایند (رولاند، ۱۹۸۶). در بررسی حاضر با توجه به مقدار کلسیم جیره‌های غذایی (به جز تیمار شاهد که از ۰/۶۲ کلسیم برخوردار بود) همه جیره‌های غذایی ۴/۲۹ درصد کلسیم داشتند که می‌توان با توجه به مطالب مذکور این طور نتیجه‌گیری نمود که این مقدار کلسیم بیشتر از حداقل احتیاجات کلسیم (مقدار ۳/۷۵ گرم) را تأمین نموده و شاید همین موضوع باعث شد تا تولید و کیفیت تخم مرغ را بخوبی تأمین نماید و بنظر می‌رسد یکی از دلایل اختلاف در نتایج بررسی کنونی با نتایج سایر محققان می‌باشد. در مجموع نتایج مثبت مربوط به عملکرد تخم‌گذاری و کیفیت تخم‌مرغ که در آزمایش حاضر کسب گردید توسط بسیاری از محققان (واتکینز و همکاران، ۱۹۷۷؛ احمد و همکاران، ۲۰۰۳؛ کوتولیز و همکاران، ۲۰۰۹) تأیید شده است. با توجه به وزن تخم مرغ‌ها در تیمارهای آزمایشی نشان داده شد که وزن تخم‌مرغ‌ها به نسبت جداول عملکرد راهنمای پرورشی در حد استاندارد است ولی میانگین وزن تخم مرغ‌های تیمار شاهد در کل دوره ۸ هفته آزمایش (وزن ۵۸/۹ گرم) نشان می‌دهد که به نسبت استانداردهای پرورشی و سن مرغ‌های آزمایشی به طور قابل توجهی پایین‌تر است. این موضوع می‌تواند مربوط به اثر میزان کلسیم بر وزن تخم مرغ‌ها در تیمار شاهد باشد. با توجه به این که وزن توده تخم‌مرغ از حاصل ضرب وزن تخم مرغ در درصد تولید تخم مرغ محاسبه می‌گردد بنابراین، دور از انتظار هم نبود که با تغییر هر یک از عوامل اشاره شده وزن توده تخم‌مرغ نیز تغییرات معنی دار و قابل توجهی را نشان بدهد. در بخش دوم بحث به اثرات افزودن جداگانه یا ترکیب آنزیم فیتاز و اسیدهای ارگانیک به خوراک پرداخته می‌شود. همان گونه که از نتایج درصد تولید

تخم‌مرغ و کیفیت پوسته تخم‌مرغ را ۴/۲ درصد کلسیم پیشنهاد کردند که با افزایش سن پرند تا حداکثر ۴/۶ درصد نیز افزایش می‌یابد. این میزان مطابق با مقدار کلسیم در بررسی حاضر می‌باشد. برعکس، مقادیر اضافی کربنات کلسیم و فسفات کلسیم در جیره غذایی مرغ‌های تخم‌گذار موجب عدم خوشخوراکی جیره شده است (انزمینگر، ۱۹۹۲). از آنجایی که تیمارهای غذایی از نظر انرژی، پروتئین، اسیدهای آمینه و سایر مواد مغذی (به جز کلسیم) یکسان بودند، به نظر می‌رسد کمبود کلسیم در تیمار غذایی شاهد موجب افزایش خوراک مصرفی در کل دوره آزمایش گردید. به عبارت دیگر مرغ‌های تخم‌گذار جهت جبران کمبود کلسیم از خوراک بیشتری استفاده نمودند. در راستای نتایج بررسی حاضر، احمد و همکاران (۲۰۰۳) گزارش کردند که با افزایش سطح کلسیم از ۲/۵ به ۵ درصد جیره غذایی مرغ‌های تخم‌گذار نژاد "بوونز" که به مدت ۶ هفته به طول انجامید، میانگین خوراک مصرفی بین ۱۱۱ و ۱۱۴ گرم به ازای هر مرغ در روز متفاوت بود. مرغ‌هایی که از جیره‌های غذایی واجد کمبود کلسیم تغذیه شدند، جهت رفع این مشکل خوراک بیشتری مصرف کردند. اما، به دلیل آستانه سطح تحمل خوراک در مرغ‌ها (یعنی در مدت زمان معین مرغ‌ها فقط قادرند غذای بیشتری بخورند)، این دسته از مرغ‌ها کلسیمی از جیره غذایی واجد کمبود کلسیم کسب نکردند و تولید این دسته از مرغ‌ها کاهش یافت. در بررسی حاضر نیز علی‌رغم افزایش معنی‌دار خوراک مصرفی در جیره شاهد منفی (فاقد مکمل کلسیم)، درصد تولید تخم‌مرغ بین تیمار شاهد با ۷۶/۱ درصد در مقایسه با تیمار ۷ (حاوی منبع کلسیم، آنزیم فیتاز و اسیدهای ارگانیک) با ۷۹ درصد تولید کاهش معنی‌داری نشان داد که موافق نتایج واتکینز و همکاران (۱۹۷۷) است که "عنوان کردند اثر مقدار، منبع و اندازه ذرات کلسیم در مرغ‌های تخم‌گذار نژاد لگهورن بر تولید تخم‌مرغ و ضریب تبدیل خوراک تأثیر داشت". در بررسی این افراد با افزایش مقدار کلسیم از ۲/۵ به ۳/۵ درصد، تولید تخم‌مرغ بهبود یافت. علاوه بر این، مرغ‌هایی که از ۳/۲۵ درصد کلسیم تغذیه شدند، در مقایسه با مرغ‌هایی که از ۱/۷۵ یا ۲/۵ درصد کلسیم تغذیه کردند، خوراک کمتری مصرف نمودند و تخم مرغ‌های بیشتری با کیفیت بهتر تولید نمودند. ولی بر عکس احمد و بالاندر (۲۰۰۳) از سه جیره غذایی با سه نوع منبع مختلف کلسیم (سنگ آهک، صدف معدنی و صدف دریایی) در خوراک مرغ‌های تخم‌گذار سویه "های‌لاین" تغذیه کردند که نتیجه آن عدم تأثیر معنی‌دار جیره‌های غذایی بر میانگین

تخم مرغ در جدول ۲ مشهود است بین تیمار ۳ (حاوی سنگ آهک) و تیمار ۷ (حاوی سنگ آهک و ترکیب آنزیم فیتاز و اسیدهای ارگانیک) اختلاف معنی داری وجود دارد که این می‌تواند نشانگر اثر هم‌افزایی آنزیم فیتاز و اسیدهای ارگانیک به جیره غذایی می‌باشد. در همین راستا، گاریدو و همکاران (۲۰۰۴) عنوان می‌کنند که افزودن اسیدهای ارگانیک به خوراک موجب کاهش pH محتویات معده می‌شود. اسیدهای ارگانیک مانند اسید سیتریک قادرند pH مواد هضمی را کاهش داده و موجب افزایش تجزیه اتصال بین اسید فیتیک و مواد معدنی (مینز و همکاران، ۱۹۹۹) و افزایش فعالیت آنزیم‌های فیتاز شده که فعالیت مناسب آن‌ها در pH اسیدی آشکار می‌شود (سایمون و ایبسان، ۲۰۰۲). کاهش pH معده موجب تسریع تبدیل پپسینوژن غیرفعال به پپسین فعال می‌شود که خود موجب بهبود سرعت جذب پروتئین‌ها، اسیدهای آمینه و مواد معدنی می‌شود (یون و همکاران، ۲۰۰۵). بر همین اساس، در بررسی حاضر نیز می‌توان این گونه نتیجه‌گیری نمود که کمبود کلسیم در جیره شاهد موجب کاهش تولید شد و افزودن ترکیبی از آنزیم فیتاز و اسیدهای ارگانیک یا اثر هم‌افزایی آن‌ها در خوراک موجب بهبود وضعیت هضم و جذب کلسیم و فسفر، پروتئین، اسیدهای آمینه و نیز بازده انرژی گردید که توانست در وضعیت تولید تیمار ۷ در مقایسه با تیمار شاهد و تیمار ۳ (فاقد آنزیم و اسیدهای ارگانیک) بهبود ایجاد نماید. وزن توده تخم مرغ نیز در بررسی حاضر همانند وزن تخم مرغ و درصد تولید تخم مرغ روند مثبتی را بین تیمارهای آزمایشی نشان داد به طوری که علاوه بر اختلاف بین تیمار شاهد و تیمارهای آزمایشی بین تیمارهای ۳ و ۴ که به ترتیب فاقد و واجد آنزیم فیتاز بودند، اختلاف معنی‌داری وجود داشت که این می‌تواند نشانگر اثر آنزیم فیتاز بر وزن توده تخم مرغ تولیدی باشد که خود از حاصل ضرب دو عامل مهم بر عملکرد تولید یعنی وزن تخم مرغ و درصد تولید تخم مرغ تشکیل شده است که به خوبی توسط لیم و همکاران (۲۰۰۳) به اثبات رسیده است و این موضوع توسط پاندا و همکاران (۲۰۰۵) و وو و همکاران (۲۰۰۶) نیز تأیید شده است. نتایج بررسی حاضر نیز نتایج قبلی را تأیید می‌نماید. ولی برعکس، نتایج بررسی حاضر و سایر افراد (پاندا و همکاران، ۲۰۰۵؛ وو و همکاران، ۲۰۰۶)، اسنو و همکاران (۲۰۰۴) اثر هم‌افزایی فیتاز، اسید سیتریک و ویتامین D را بر روی مرغ‌ها مشاهده نکردند. علاوه بر این، اثر افزودن فیتاز میکروبی به جیره‌های غذایی ذرت-کنجاله سویا موجب افزایش تولید تخم مرغ در

مرغ‌های تخم‌گذار شد (آم و پایک، ۱۹۹۹؛ کمیز و پرز، ۲۰۰۵) که با نتیجه بررسی حاضر همخوانی دارد. ولی سایر محققان تأثیر معنی‌داری را در اثر افزودن مکمل فیتاز میکروبی بر عملکرد مرغ‌های تخم‌گذار تجاری نیافتند (لیبرت و همکاران، ۲۰۰۵؛ کاسارتلی و همکاران، ۲۰۰۵). شاید دلیل نتایج ضد و نقیض به خاطر تفاوت‌ها در سطح کلسیم جیره غذایی در آزمایشات مختلف باشد این موضوع توسط لیم و همکاران (۲۰۰۳) مورد تأیید قرار گرفت. علاوه بر این، عوامل متعددی بر تأثیرگذاری پاسخ فیتاز نقش دارند که می‌توان به نسبت کلسیم به فسفر خوراک، مقدار ویتامین D، حضور اسیدهای ارگانیک، تداخل یون‌های فلزی، برنامه‌های غذایی و روشنایی و بسیاری از عوامل دیگر اشاره نمود (سل و راویندران، ۲۰۰۷). ویرا و همکاران (۲۰۱۱) در بررسی بر روی سطوح مختلف کلسیم و افزودن فیتاز و اسید ارگانیک بوتیرات سدیم در مرغ‌های تخم‌گذار نشان دادند که سطوح کلسیم بر خوراک مصرفی و ضریب تبدیل خوراک تأثیر معنی‌داری داشت. اثرات متقابل سطوح کلسیم، آنزیم فیتاز و اسید ارگانیک بوتیرات سدیم بر روی میانگین وزن تخم مرغ معنی‌دار بود. در سطح ۳/۸ درصد کلسیم با افزودن آنزیم فیتاز و اسید ارگانیک به جیره غذایی وزن تخم مرغ‌ها از نظر آماری بیشتر از تیمارهای حاوی آنزیم فیتاز یا حاوی اسید ارگانیک بود ولی مشابه جیره غذایی بدون افزودنی‌ها بود. متغیرهای مورد بررسی هیچ تأثیری بر درصد پوسته تخم مرغ نداشتند که موافق نتایج لیچوونیکووا (۲۰۰۷) بود ولی مخالف کاسارتلی و همکاران (۲۰۰۵) بود. تیمارهای غذایی هیچ تأثیری بر درصد تولید تخم مرغ نداشت که با یافته‌های آم و پایک (۱۹۹۹) که از فیتاز و گاما و همکاران (۲۰۰۰) که از مخلوط اسیدهای ارگانیک (فوماریک، لاکتیک، سیتریک و اسید آسکوربیک) استفاده نمودند، مغایرت داشت. افزودن بوتیرات سدیم به جیره‌های غذایی طیور می‌تواند رشد مخاط دودنوم را تحریک نماید (هیو و گیو، ۲۰۰۷) و قابلیت زیست‌فراهمی انرژی غذایی را بهبود دهد (پیرگولزیو و همکاران، ۲۰۰۸) و بدین ترتیب جذب ماده مغذی را بهبود بخشد. ساری و همکاران (۲۰۱۲) در آزمایشی که روی مرغ‌های تخم‌گذار ۴۲-۲۳ هفته‌گی انجام دادند نتایج مطلوبی روی کیفیت پوسته یعنی وزن پوسته و ضخامت پوسته بدست‌نیاورند. شاید عواملی مانند سن و دوره تخم‌گذاری (لسک و کون، ۱۹۹۹) در کسب چنین نتایج ضد و نقیضی دخالت داشته باشد. با توجه به این که سن مرغ‌ها در آزمایش حاضر بیشتر بوده و در دوره انتهایی تخم‌گذاری قرار داشتند به



نتایج کلی نشان داد در مقایسه منابع مختلف کلسیم و افزودنی‌های خوراکی آنزیم فیتاز و اسیدهای ارگانیک به طور مجزا و ترکیبی، عملکرد تخم‌گذاری و کیفیت تخم‌مرغ در انتهای دوره تخم‌گذاری بهبود یافتند.

همین دلیل افزودنی‌های خوراکی اثر بیشتری بر روی جذب کلسیم و فسفر داشته و موجب بهبود کیفیت پوسته تخم‌مرغ در تیمارهای آزمایشی گردید.

## منابع

- پوررضا، ج. ۱۳۸۸. اصول علمی و عملی پرورش طیور (تألیف). چاپ دهم، انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان. صفحات ۱۰۳-۱۰۲.
- فرخوی، م.، ت. سیگارودی. و ف. نیک‌نفس. ۱۳۷۳. راهنمای کامل پرورش طیور (ترجمه). چاپ دوم، انتشارات کوثر. صفحات ۲۶۶-۱۵۰.
- Ahmad, H.A., S.S. Yadalam and D.A. Roland, Sr. 2003. Calcium requirements of Bovanes hens. *International Journal of Poultry Science*. 2: 417-420.
- Brenes, A., A. Viveros, I. Arija, C. Centeno, M. Pizarro and C. Braro. 2003. The effect of citric acid and microbial phytase on mineral utilization in broiler chicks. *Animal Feed Science and Technology*. 110: 201-219.
- Camps, DM. and J. Pérez. 2004. Utilización de fitasa en la dieta para ponedoras White Leghorn. *Revista Cubana de Ciencia Avícola*. 28:1-4.
- Casartelli, E.M., O.M. Junqueira, A.C. Laurentiz, R.S. Filardi, J. Lucas Junior, L.F. Araújo. 2005. Effect of phytase in laying hen diet with different phosphorus sources. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*. 7: 93-98.
- Ehtesham, A. and S.D. Chowdhury. 2002. Response of laying hens to diets formulated by following different feeding standards. *Pakistan Journal of Nutrition*. 1(3): 127-131.
- Ensminger, M.E. 1992. *Poultry Science* (3rd ed.) Interstate Publishers, INC. Danville, Illinois, USA.
- Gama, N.M.S.Q., M.B.C. Oliveira, E. Santin and Jr. A. Berchieri. 2000. Ácidos orgânicos em rações de poedeiras comerciais. *Ciência Rural*. 30: 499-502.
- Garrido, M.N., M. Skjervheim, H. Oppegaard and H. Sorum. 2004. Acidified litter benefits the intestinal flora balance of broiler chickens. *Applied Environmental Microbiology*. 70: 5208-5213.
- Graveland, J. and A.E. Berends. 1997. Timing of the calcium intake and effect of calcium deficiency on behavior and egg laying in captive great tits, *parus major*. *Physiological Zoology*. 70: 74-84.
- Guinotte, F. and Y. Nys. 1990. Effect of particle size and origin of calcium sources on eggshell quality and bone mineralization in laying hens. *Poultry Science*. 70: 583-592.
- Hu, Z. and Y. Guo. 2007. Effects of dietary sodium butyrate supplementation on the intestinal morphological structure, absorptive function and gut flora in chickens. *Animal Feed Science and Technology*. 132: 240-249.
- Klasing, K.C. 1998. *Comparative Avian Nutrition*. CABI Publishing, Wallingford, UK.
- 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. *Poultry Science*. 56: 605-611.
- Koutoulis, K.C., I. Kyriazakis, G.C. Perry and P.D. Lewis. 2009. Effect of different calcium sources and calcium intake on shell quality and bone characteristics of laying hens at sexual maturity and end of lay. *International Journal of Poultry Science*. 8: 342-348.
- Leeson, S. and J. Summer. 2005. *Commercial Poultry Nutrition*. 3rd ed. Guelph: University Books. 411 p.
- Leske, K.L. and N.C. Coon. 1999. A bioassay to determine the effect of phytate on phytate phosphorus hydrolysis and total phosphorus retention of feed ingredients as determined with broilers and laying hens. *Poultry Science*. 78: 1151-1157.
- 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. *British Poultry Science*. 48: 71-75.
- Liebert, F., J. K. Htoo and A. Sünder. 2005. Performance and nutrient utilization of laying hens fed low-phosphorus corn-soybean and wheat-soybean diets supplemented with microbial phytase. *Poultry Science*. 84:1576-1583.
- Lim, H.S., H. Namkung and I.K. Paik. 2003. Effects of phytase supplementation on the performance, egg quality and phosphorous excretion of laying hens fed different levels of dietary calcium and non-phytate phosphorous. *Poultry Science*. 82: 92-99.
- Lobaugh, B., I.G. Joshua and W.J. Mueller. 1981. Regulation of calcium appetite in broiler chickens. *Journal of Nutrition*. 111: 298-306.
- Maenz, D.D., C.M. Engele-Schaan, R.W. Newkirk and H.L. Classen. 1999. The effect of minerals and mineral chelators on the formation of phytaseresistant and phytase-susceptible forms of phytic acid in solution and in a slurry of canola meal. *Animal Feed Science and Technology*. 81: 177-192.
- Olver, M.D. and D.D. Malan. 2000. The effect of choice-feeding from 7 weeks of age on the production characteristics of laying hens. *South African Journal of Animal Science*. 30: 110-114.
- Panda, A.K., S.V.R., Rao, M.V.L.N. Raju and S.K. Bhanja. 2005. Effect of microbial phytase on production performance of White Leghorn layers fed on a diet low in non-phytate phosphorus. *British Poultry Science*. 46: 464-469.

- Pirgozliev, V., T.C. Murfhy, B. Owens, J. George and M.E.E. McCann. 2008. Fumaric and sorbic acids as additives in broiler feed. *Research in Veterinary Science*. 84:387-394.
- Poultry Adviser. 1992. A new estimate of egg shell quality: Shell weight indirectly from egg weight and specific gravity. *Poultry Adviser*. 23: 53-54.
- Roland, D.A. 1986. Eggshell quality IV: Oyster shell versus limestone and the importance of particle size or solubility of calcium source. *World's Poultry Science Journal*. 42: 166-171.
- Sari, M., G. Ö. Ahmet, M. Daskiran, and Ö. Cengiz. 2012. Egg production and calcium-phosphorus utilization of laying hens fed diets supplemented with phytase alone or in combination with organic acid. *International Journal of Poultry Science*. 11: 181-189.
- Selle, P.H. and V. Ravindran. 2007. Microbial phytase in poultry nutrition. *Animal Feed Science and Technology*. 135: 1-41.
- Simon, O. and F. Igbasan. 2002. *In vitro* properties of phytases from various microbial origins. *International Journal of Food Science and Technology*. 37: 813-822.
- Snow, J.L., D.H. Baker and C.M. Parsons. 2004. Phytase, citric acid and 1 alpha hydroxycholecalciferol improve phytate phosphorus utilization in chicks fed a corn-soybean meal diet. *Poultry Science*. 83: 1187-1192.
- SPSS. 2003. SPSS For Windows Release 12.0, SPSS Inc.
- Um, J.S. and I.K. Paik. 1999. Effects of microbial phytase supplementation on egg production, eggshell quality and mineral retention of laying hens fed different levels of phosphorus. *Poultry Science*. 78: 75-79.
- Vieira, M.M., A.M. Kessler, A.M.L. Ribeiro, I.C.M. Silva and M.A. Kunrath. 2011. Nutrient balance of layers fed diets with different calcium levels and the inclusion of phytase and/or sodium butyrate. *Brazilian Journal of Poultry Science*. 13: 157-162.
- Watkins, R.M., B.C. Dilworth and E.J. Day. 1977. Effect of calcium supplement particle size and source on the performance of laying chickens. *Poultry Science*. 56: 1641-1647.
- Wilkinson, S.J., P.H. Selle, M.R. Bedford and A.J. Cowieson. 2011. Exploiting calcium-specific appetite in poultry nutrition. *Worlds Poultry Science Journal*. 67: 587-598.
- Wu, G., Z. Liu, M.M. Bryant and D.A.S.R. Roland. 2006. Comparison of Natuphos and Phyzyme as phytase sources for commercial layers fed corn-soy diet. *Poultry Science*. 85: 64-69.
- Youn, B.S., K.T. Nam, K.M. Chang and S.G. Hwang. 2005. Effects of wood vinegar addition for meat quality improvement of old layer. *Korean Journal of Poultry Science*. 32: 101-106.

## Effect of calcium sources with and without phytase and organic acids on productive traits and eggshell quality of laying hens

**M. Youssefi**

Assistant Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Saveh Branch, Saveh, Iran

Corresponding Author Email: myousefi@iau-saveh.ac.ir

**Submitted: 26 November 2013**

**Accepted: 10 May 2015**

### **Abstract**

A total of 224 Leghorn laying hens at 60 weeks of age were randomly assigned into seven dietary treatments and four replicates each one with eight birds in each replicate. The hens were fed with diets including: Negative Control (without Ca sources, phytase and organic acids supplementation); Negative Control with Ca-carbonate; Negative Control with limestone; Negative Control with Ca-carbonate and phytase; Negative Control with limestone and phytase; Negative Control with Ca-carbonate, phytase and organic acids and Negative Control with limestone, phytase and organic acids. Feed intake significantly was lower in experimental diets than the negative control. Mean egg weight in all experimental diets was higher than the negative control ( $P<0.001$ ). The hen-day egg production was higher in all dietary treatments than the negative control ( $P<0.01$ ). Also, negative control with phytase or organic acid supplementation diet was better than the treatment without phytase and organic acid. Feed conversion ratio was better in all dietary treatments than the negative control ( $P<0.001$ ). Eggshell quality parameters were better in all dietary treatments as compared to negative control ( $P<0.05$ ). The results showed that inclusion of either Ca sources or feed additives could improve layer performance and eggshell quality in commercial laying feeds.

**Keywords:** Organic acids, Eggshell, Production, Phytase, Calcium resources.