



### اثر روی آلی و معدنی و اسید بوتیریک بر عملکرد و صفات کیفی پوسته تخم مرغ در دوره‌های مختلف پرورش

حمیده یعقوبی طاسکوه<sup>۱</sup>، محمود شمس شرق<sup>۲\*</sup>، تقی قورچی<sup>۳</sup>، سعید حسنی<sup>۴</sup>

- ۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه تغذیه دام و طیور دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
- ۲- دانشیار گروه تغذیه دام و طیور دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
- ۳- استاد گروه تغذیه دام و طیور دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
- ۴- استاد گروه ژنتیک و اصلاح نژاد دام و طیور دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

(تاریخ دریافت: ۹۷/۰۴/۲۸ - تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۹/۲۳)

#### چکیده

تحقیق حاضر به منظور بررسی اثر استفاده از سه شکل عنصر روی (فاقد مکمل روی، اکسید روی و روی-متیونین) و اسید بوتیریک (صفر و ۰/۰۵ درصد) بر عملکرد و صفات کیفی پوسته تخم مرغ در مرغ‌های تخم‌گذار سویه های‌لاین w36 انجام شد. این آزمایش با تعداد ۱۴۴ قطعه مرغ به مدت نه هفته از سن ۷۴ تا ۸۳ هفتگی در مرحله دوم تخم‌گذاری در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با آرایش فاکتوریل ۳×۲ با شش تیمار، شش تکرار و چهار قطعه مرغ در هر تکرار انجام شد. پارامترهای عملکرد به صورت روزانه و صفات کیفی پوسته در سه دوره سنی اندازه‌گیری شدند. نتایج آزمایش نشان داد آثار اصلی سطوح اسید بوتیریک و سه شکل عنصر روی بر درصد تولید تخم مرغ، تولید تخم مرغ‌های معیوب، وزن تخم مرغ، توده تخم مرغ، ضریب تبدیل خوراک و مصرف خوراک روزانه در کل دوره آزمایش معنی‌دار نبودند. در سن ۷۴ تا ۷۷ هفتگی، ضریب تبدیل خوراک در تیمار حاوی اکسید روی و اسید بوتیریک از سایر تیمارها به استثنای تیمار حاوی روی-متیونین و بدون اسید بوتیریک به طور معنی‌داری بیشتر بود ( $P < 0/05$ ). ضخامت پوسته در کل دوره پرورش در تیمارهای حاوی روی-متیونین و اسید بوتیریک بیشتر از تیمارهای حاوی اکسید روی و فاقد اسید بوتیریک بود ( $P < 0/05$ ). در کل دوره پرورش، درصد خاکستر پوسته در تیمارهای حاوی اکسید روی و همچنین جیره فاقد اسید بوتیریک بیشتر از سایر تیمارها بود ( $P < 0/05$ ). بر اساس یافته‌های این تحقیق می‌توان نتیجه‌گیری کرد که استفاده از اسید بوتیریک و روی-متیونین منجر به افزایش ضخامت پوسته تخم مرغ می‌شود.

**واژه‌های کلیدی:** اسید بوتیریک، روی آلی و معدنی، عملکرد، صفات کیفی پوسته، مرغ تخم‌گذار

\* نویسنده مسئول: m\_shams196@yahoo.com

## مقدمه

به طور کلی تولیدات طیور و به ویژه تخم مرغ از جمله ارزان ترین منابع پروتئینی و ویتامینی از نظر هزینه های تولید به ویژه در جوامع در حال توسعه محسوب می شوند (یوسفی، ۱۳۹۳). کیفیت پوسته تخم مرغ مهم بوده و به دلیل کیفیت ضعیف پوسته تخم مرغ تولیدی در دوره دوم تولید (دوره بعد از تولکبری اجباری)، تعداد تخم مرغ شکسته افزایش و تولید خالص نهایی کاهش می یابد و سبب ضرر اقتصادی برای تولیدکننده می شود. عناصر کم نیاز از جمله روی نقش حیاتی در واکنش های متابولیکی، آنزیمی و بیوشیمیایی داشته و در نهایت سبب بهبود نرخ رشد، میزان تخم گذاری و بازدهی مصرف خوراک می شوند. کمبود و یا عدم توازن هر کدام از این عناصر می تواند سبب بروز اختلالات متابولیکی، تضعیف رشد، کاهش میزان تخم گذاری، افت جوجه درآوری و کاهش بازدهی مصرف خوراک شود (Zofkova et al., 2013). کیفیت پایین پوسته سبب افزایش معنی دار ضایعات هم برای تولیدکنندگان و هم برای مصرف کنندگان خواهد شد و تخم مرغ غیراستاندارد معمولاً ۳ تا ۱۲ درصد کل تولید را شامل می شود. مقاومت در برابر شکنندگی در پوسته تخم مرغ و وجود محافظت کننده ها در مقابل نفوذ باکتری های بیماری زا از قبیل سالمونلا نیز ضروری است (Seo et al., 2010). فراوانی ۲/۵ درصدی تخم مرغ های شکسته و ۴ درصدی پوسته ضعیف سبب ضرر ۳۰ تا ۳۵ میلیون دلاری صنعت تولید تخم مرغ کشور مکزیک در سال ۲۰۰۵ شد (دستار، ۱۳۹۰). بنابراین، یافتن راهکارها و ساز و کار تغذیه ای مناسب و موثر بر کیفیت پوسته تخم مرغ و کیفیت درونی تخم مرغ اهمیت بسیار زیادی دارد (Roberts, 2004). مهم ترین نگرانی در مورد کیفیت تخم مرغ در پرورش صنعتی مرغ تخم گذار به کیفیت پوسته تخم مرغ مرتبط است. برای عرضه کردن تخم مرغ به بازار، تخم مرغ باید مقاومت کافی داشته باشد تا در برابر تخم گذاری، جمع آوری و انتقال تخم مرغ تا رسیدن به دست مشتری پایدار باشد (Pizzolante et al., 2011). کوشش های فراوانی به منظور بهبود کیفیت پوسته تخم مرغ در زمینه هایی مانند ژنتیک، محیط و مواد غذایی و به ویژه تغذیه مواد معدنی انجام شده است (Cornescu et al., 2013).

اسیدیفایرها مانند اسیدهای آلی ترکیباتی هستند که در ساختمان خود دارای گروه کربوکسیل هستند. از بین این ترکیبات، آن هایی که بین یک تا هفت کربن دارند، دارای اثرات ضد میکروبی هستند. بنابراین، اسیدهای آلی این توانایی را دارند که جیره طیور را در مقابل میکروب ها و قارچ ها محافظت کنند. اما اثر مستقیم استفاده از اسیدهای آلی در تغذیه طیور کاهش pH معده و کل محتویات روده است (Ragaa, and Korany, 2016). اسیدهای آلی می توانند سبب افزایش قابلیت هضم خوراک، افزایش ترشح آنزیم های پانکراس و افزایش جذب مواد معدنی شوند. آنیون های اسیدی می توانند با یون های Ca, P, Mg, Zn ترکیب شده و سبب بهبود قابلیت هضم و جذب این مواد شوند (Garcia et al., 2006). استفاده از اسیدهای آلی در جیره غذایی منجر به افزایش هضم، بهبود ضریب تبدیل غذایی، افزایش تولید تخم مرغ روزانه، بهبود توده تخم مرغ تولیدی و افزایش جذب کلسیم می شود (Izat et al., 1990). اسید آلی، حلالیت اجزاء خوراکی، هضم و جذب مواد معدنی را بهبود می بخشد. و باعث بهبود تولید تخم مرغ، جرم تخم مرغ و کیفیت پوسته تخم مرغ (ضخامت پوسته) شده است. پس لازم به ذکر است که این افزودنی ممکن است در جیره طیور باعث اثرات سودمند اقتصادی شود (Świątkiewicz et al., 2010). بهبود ضخامت پوسته تخم مرغ ممکن است به افزایش جذب مواد معدنی و پروتئین مربوط باشد. این پدیده افزایش جذب موجب می شود کلسیم و پروتئین پوسته افزایش یافته و ضخامت پوسته بهبود یابد. همچنین سبب بهبود کیفیت شده و در نتیجه باعث کاهش شکسته شدن پوسته می شود. افزودنی های انتخابی که pH جیره و روده را کاهش می دهند، می توانند بر کیفیت پوسته تخم مرغ های مسن با تولید بالا، تاثیر مثبت داشته باشند (Amani et al., 2013).

اسید بوتیریک به علت داشتن خاصیت ضد میکروبی و اثرات مفید بر دستگاه گوارش از جایگاه ویژه ای برخوردار است، اما بوتیرات آزاد به سرعت در قسمت های بالای دستگاه گوارش ناپدید می شود (سرابی و همکاران، ۱۳۹۳). همچنین اسید بوتیریک به علت دارا بودن خصوصیت ویژه تحریک رشد پرز روده و دز مصرفی پایین، نسبت به سایر اسیدهای آلی مورد توجه ویژه قرار گرفته است (شهری و همکاران، ۱۳۹۱). استفاده از اسید بوتیریک

زیستی بالاتر و اثرات زیست‌محیطی کمتر رایج شده است. منابع معدنی روی در جیره طیور شامل سولفات روی و اکسید روی و منابع آلی روی شامل روی متیونین، روی لیزین و کمپلکس‌های فلز-اسید آمینه هستند. برخی مطالعات نشان داده‌اند قدرت و ضخامت پوسته تخم‌مرغ و کاهش شکستگی تخم‌مرغ در گروه مرغ‌های تغذیه شده با شکل آلی روی و یا ترکیبی از روی آلی و معدنی افزایش یافته است (Martin., 2016). بنابراین، هدف از انجام این تحقیق بررسی اثر اسید بوتیریک با مکمل روی آلی و معدنی بر عملکرد و صفات کیفی پوسته تخم‌مرغ بود.

### مواد و روش‌ها

آزمایش در یکی از سالن‌های مجهز به سیستم قفس به روش پلکانی پرورش مرغ تخم‌گذار در شرکت کشت و صنعت پرطلا واقع در شهرستان علی آباد کتول، استان گلستان انجام شد. این تحقیق روی مرغ تخم‌گذار سویه های‌لاین w36 به مدت ۹ هفته صورت گرفت. سیستم پرورشی به صورت بسته بوده و مرغ‌های تخم‌گذار در قفس‌های سه طبقه مجموعاً در ۳۶ واحد آزمایشی توزیع شدند و هر طبقه به عنوان یک بلوک در نظر گرفته شد. تمام آزمایش‌ها در دانشکده علوم دامی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام شد. در این آزمایش، تعداد ۱۴۴ قطعه مرغ تخم‌گذار سویه های‌لاین سفید w36 در سنین ۷۴ تا ۸۳ هفته استفاده شد. سه شکل عنصر روی (فاقد مکمل روی، اکسید روی و روی-متیونین) و دو سطح اسید بوتیریک (صفر و ۰/۰۵ درصد) به جیره مرغان تخم‌گذار اضافه شد، که شامل شش تیمار، شش تکرار و چهار قطعه مرغ در هر تکرار قرار داشتند. آزمایش در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با آرایش فاکتوریل ۳×۲ انجام گرفت. جیره پایه از یک جیره تجاری فرموله شده بر اساس توصیه راهنمای سویه (های‌لاین w36، جدول ۱) تهیه و تمامی مرغ‌ها در طول دوره آزمایش به صورت آزادانه به خوراک و آب آشامیدنی دسترسی داشتند. لازم به ذکر است در تنظیم جیره‌های آزمایشی از مکمل مواد معدنی بدون روی استفاده شد و اکسید روی (ZnO) به عنوان روی معدنی و اوپلا روی (Avila Zn) به عنوان مکمل روی آلی اضافه شد. اوپلا روی یک محصول انحصاری شرکت زینپرو آمریکا است که یک کمپلکس آلی روی - متیونین محسوب می‌شود. اسید

باعث افزایش میزان کلسیم و آلومین و پروتئین پلاسما می‌شود (Izat et al., 1990). مطالعات نشان داده که اسیدهای آلی مانند فوماریک، پروپیونیک و بوتیریک اثرات متغیری بر تولید تخم‌مرغ و صفات کیفی تخم‌مرغ می‌گذارند. افزودن اسید آلی به جیره مرغ‌ها سبب بهبود تولید تخم‌مرغ می‌شود. مکمل اسید آلی به طور چشمگیری میزان تولید تخم را از ۸۸/۵ به ۹۷/۳ درصد افزایش داده و به میزان ۹/۰۸ درصد وزن تخم را بهبود می‌بخشد. همچنین بهترین وزن تخم‌مرغ در مرغ‌هایی که از جیره حاوی مکمل اسید آلی استفاده کرده‌اند مشاهده شده است (Amani et al., 2013). به طور کلی، اسیدهای آلی از راه کاهش pH محتویات گوارشی، میزان انحلال‌پذیری مواد معدنی را افزایش داده و احتمالاً از این مسیر بر افزایش قابلیت استفاده آن‌ها اثر می‌گذارند (تهامی و همکاران، ۱۳۹۳). گزارش شده است که استفاده از اسیدهای آلی در جیره، عملکرد طیور را از راه حفظ pH دستگاه گوارش، جذب بهتر مواد معدنی و مغذی و کاهش رشد باکتری‌های مضر، بهبود می‌بخشد (شهیر و همکاران، ۱۳۹۱). اسیدهای آلی سبب کاهش pH معده، افزایش فعالیت پپسین و افزایش قابلیت هضم نیتروژن، فسفر و مواد معدنی می‌شوند (Ragaa and Korany., 2016). همچنین استفاده از اسیدهای آلی در جیره مرغ‌های تخم‌گذار باعث بهبود ضریب تبدیل غذایی آن‌ها می‌شود (شمس شرق و خسروی، ۱۳۹۰).

روی، از جمله مواد معدنی کم نیاز است که می‌تواند در بهبود عملکرد طیور نقش موثری داشته باشد. روی در مگنوم بر رسوب آلومین دخالت داشته و در ایستموس به شکل‌گیری تولید غشاء پایه پوسته تخم‌مرغ کمک می‌کند و در نهایت در رحم به واسطه آنزیم کربونیک آنهیدراز در شکل‌گیری پوسته موثر است. گزارش شده که افزایش سطوح روی باعث کاهش معنی‌دار میزان خوراک مصرفی شده است (سروش و همکاران، ۱۳۹۴). روی یکی از اجزای آنزیم کربونیک آنهیدراز است و برای تامین یون‌های کربنات در طول شکل‌گیری پوسته تخم‌مرغ بسیار مهم است. مهار این آنزیم منجر به کاهش ترشح یون بی‌کربنات و در نتیجه تا حد زیادی کاهش وزن پوسته تخم‌مرغ می‌شود (Gheisari et al., 2011) منبع استاندارد برای مصرف مکمل روی در جیره طیور، سولفات روی است، اما در سال‌های اخیر استفاده از منابع آلی به دلیل فراهمی

مقاومت سنج (مدل Ogawa Seiki Co., LTD. OSK 134773) با حساسیت ۰/۰۱ کیلوگرم بر سانتی متر مربع استفاده شد. در این روش، تخم مرغها از قسمت طولی بین دو صفحه موازی دستگاه قرار گرفت و نیرو از مسیر آن به نوک تیز تخم مرغ وارد شد و در لحظه ای که پوسته تخم مرغ شکسته می شد حداکثر نیروی لازم برای شکست پوسته ثبت می شد. بعد از اینکه پوسته از زرده و سفیده جدا شد به مدت ۴۸ ساعت در دمای آزمایشگاه خشک شد و سپس با ترازوی با دقت ۰/۰۱ گرم توزین شد و درصد پوسته، سطح پوسته، وزن مخصوص پوسته و وزن توده تخم مرغها با استفاده از معادلات زیر محاسبه شدند (Courtis and Wilson., 1990):

$$\text{درصد پوسته} = \frac{\text{وزن پوسته (گرم)}}{\text{وزن تخم مرغ (گرم)}} \times 100$$

$$\text{سطح پوسته (cm}^2\text{)} = 3/9782 \times W^{0/7056}$$

$$\text{وزن تخم مرغ} = W$$

$$\text{وزن مخصوص پوسته (gr/cm}^2\text{)} = \frac{\text{وزن پوسته}}{\text{سطح پوسته}} \times 1000 = \text{وزن مخصوص پوسته}$$

بوتیریک مورد استفاده با نام تجاری نوویریت (Novyrate) بود که حاوی نمک سدیمی اسید بوتیریک است که به وسیله شرکت اینوواد بلژیک تولید و از شرکت جوانه خراسان تهیه شد. میزان مصرف آن تا نیم کیلوگرم در هر تن خوراک مرغ تخم گذار توصیه شده است. همچنین اکسید روی و روی-متیونین به ترتیب با خلوص ۸۰ و ۱۵ درصد (۱۰۰ و ۵۳۴ میلی گرم در هر کیلوگرم خوراک) در جیره مورد استفاده قرار گرفتند.

در طول نه هفته دوره آزمایش، تولید تخم مرغ و وزن تخم مرغ به صورت روزانه اندازه گیری و درصد تولید تخم مرغ بر اساس روز مرغ محاسبه شد. باقیمانده خوراک در پایان هر هفته اندازه گیری و مصرف خوراک روزانه هر مرغ و ضریب تبدیل غذایی محاسبه شد. صفات مربوط به خصوصیات کیفی پوسته سه بار در طول انجام آزمایش در سنین ۷۷، ۸۰ و ۸۳ هفتگی اندازه گیری شدند. برای اندازه گیری صفات کیفی پوسته تخم مرغ، سه عدد تخم مرغ به طور تصادفی از هر تکرار در پایان هر سه هفته جمع آوری شد. تخم مرغها به صورت انفرادی توزین شدند. برای اندازه گیری استحکام پوسته از دستگاه دیجیتالی

جدول ۱- مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره پایه

Tabale1. Ingredients and chemical composition of basal diet

Ingredient	%
Corn grain	61.24
Soybean meal (44% CP)	21.36
Sesame meal	2.50
Soy oil	1.30
Dicalcium phosphate	2.00
Oyster shells	10.09
Common Salt	0.24
Sodium bicarbonate	0.15
DL-Methionine	0.48
L-Lysine HCL	0.14
Vitamin premix <sup>1</sup>	0.25
Mineral premix <sup>2</sup>	0.25
Calculated analysis	
ME (kcal/kg)	2700
Crude protein (%)	15.70
Calcium (%)	4.4
Avilable P (%)	0.50
Sodium (%)	0.17
Methionine (%)	0.75
Met+Cys (%)	1.02
Lysin (%)	0.14
Threonine (%)	0.58
Tryptophan (%)	0.21
Dietary anion cation balance (meq/kg)	190

<sup>1</sup> Supplied vitamins per kilogram of diet: mg: A, 10000 IU, B1 2.2 mg, B2 4 mg, B3 8mg, B6 2 mg, B9 0.56 mg, B12, 0.015mg, Cholin 200 mg.

<sup>2</sup> Supplied minerals per kilogram of diet: mg: Mn, 80 mg, Fe 50 mg, Cu 12 mg, Sodium Selenite 0.3 mg.

تخم‌مرغ‌های معیوب و توده تخم‌مرغ برای تیمارهای مختلف در جداول ۲ تا ۵ ارائه شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود در مقدار مصرف خوراک تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. بین تیمارهای آزمایشی، منابع مختلف روی و سطوح اسید بوتیریک در کل دوره پرورش هیچ‌گونه ارتباط معنی‌داری برای ضریب تبدیل غذایی نشان ندادند. اما در سن ۷۴ تا ۷۷ هفتگی، تفاوت معنی‌داری بین تیمار حاوی اکسید روی و اسید بوتیریک با سایر تیمارها بجز تیمار حاوی روی-متیونین و فاقد اسید بوتیریک از نظر ضریب تبدیل غذایی وجود داشت ( $P < 0.05$ ), به طوری که تیمار حاوی اکسید روی مخلوط با اسید بوتیریک بالاترین عدد ضریب تبدیل غذایی را به خود اختصاص داد که با تیمار روی-متیونین فاقد اسید بوتیریک اختلاف معنی‌داری نداشت، ولی با بقیه تیمارها، تفاوت معنی‌دار نشان داد. بنابراین، در کل دوره پرورش، تیمار حاوی اکسید روی همراه اسید بوتیریک با این که در سن ۷۷ تا ۸۳ هفتگی اختلاف معنی‌دار نبود، ولی این تیمار بالاترین ضریب تبدیل را نشان داد و تیمار اکسید روی فاقد اسید بوتیریک کمترین ضریب تبدیل غذایی را نشان داد که از نظر آماری معنی‌دار نبود. همچنین بین تیمارهای آزمایشی، منابع مختلف روی و سطوح اسید بوتیریک هیچ‌گونه ارتباط معنی‌داری برای وزن تخم‌مرغ، درصد تولید تخم‌مرغ و توده تخم‌مرغ نشان ندادند. با این وجود در سن ۷۴ تا ۷۷ هفتگی، تیمار حاوی روی-متیونین به همراه اسید بوتیریک وزن بالاتری نسبت به سایر تیمارها نشان داد. اما در سن ۸۰ تا ۸۳ هفتگی پرورش، تیمار حاوی جیره شاهد میانگین بالاتری از وزن تخم‌مرغ را نشان داد که از نظر آماری معنی‌دار نبود. در طول آزمایش و همچنین میانگین کل دوره آزمایش، استفاده از اکسید روی فاقد اسید بوتیریک باعث افزایش درصد تولید تخم‌مرغ و توده تخم‌مرغ شد که از نظر آماری معنی‌دار نبود. همچنین بین تیمارهای آزمایشی، منابع مختلف روی و سطوح اسید بوتیریک هیچ‌گونه ارتباط معنی‌داری برای درصد تولید تخم‌مرغ‌های معیوب نشان ندادند. با این وجود در سن ۷۴ تا ۷۷ هفتگی، تیمار حاوی جیره شاهد از درصد

میانگین وزن تخم‌مرغ  $\times$  درصد تولید تخم‌مرغ = وزن توده تخم‌مرغ  
 ضخامت پوسته تخم‌مرغ‌ها از سه مقطع سر، ته و وسط تخم‌مرغ‌ها با استفاده از دستگاه ضخامت‌سنج (مدل Ogawa Seiki Co., LTD. OSK 13469) که دارای دقت  $0.001$  میلی‌متر بود اندازه‌گیری شد و میانگین این مقادیر محاسبه و به عنوان ضخامت پوسته آن تخم‌مرغ ثبت شد. از وزن توده تخم‌مرغ‌ها برای محاسبه ضریب تبدیل غذایی استفاده می‌شود (Mathlouti et al., 2003). برای اندازه‌گیری خاکستر پوسته ابتدا بوته‌های چینی تمیز را وارد کوره الکتریکی با دمای  $550-500$  درجه سانتی‌گراد نموده، سپس به مدت یک تا دو ساعت از کوره خارج نموده و به مدت ۲۰ دقیقه در دسیکاتور قرار داده و وزن بوته‌های چینی را با ترازوی با حساسیت  $0.001$  گرم بدست آورده و بعد از سوزاندن مقدماتی، بوته‌ها را به مدت هشت ساعت وارد کوره الکتریکی با دمای  $550-500$  درجه سلسیوس نموده و سپس بوته‌ها را داخل دسیکاتور می‌برند. البته مهم این است که رنگ پوسته‌ها باید سفید خاکستری شود که نشانه خوب سوختن است. سپس بوته‌های چینی را از دسیکاتور خارج نموده و وزن کرده و درصد خاکستر پوسته محاسبه می‌شود (Aydin et al., 2008).

داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری (SAS (2003) و رویه GLM مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و مقایسه میانگین تیمارها در صورت معنی‌دار بودن صفات نیز با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد انجام شد. مدل آماری طرح آزمایشی به صورت زیر است:

$$y_{ijkl} = \mu + a_i + b_j + c_k + (ab)_{ij} + e_{ijkl}$$

$y_{ijkl}$ : هر یک از مشاهدات

$\mu$ : میانگین کل داده‌ها

$a_i$ : اثر مکمل روی ( $i=1,2,3$ )

$b_j$ : اثر سطوح اسید آلی ( $j=1,2$ )

$c_k$ : اثر بلوک

$(ab)_{ij}$ : اثر متقابل اسید آلی با مکمل روی

$e_{ijkl}$ : خطای آزمایشی یا اثر باقیمانده

## نتایج

عملکرد: میانگین مصرف خوراک، ضریب تبدیل خوراک، وزن تخم‌مرغ‌ها، درصد تولید تخم‌مرغ، درصد تولید

طوری که تیمار حاوی روی-متیونین فاقد اسید بوتیریک بالاترین درصد پوسته و تیمار حاوی روی-متیونین به همراه اسید بوتیریک کمترین درصد پوسته را داشت که با نتایج بدست آمده از تیمارهای شاهد، تیمار حاوی روی-متیونین فاقد اسید بوتیریک و تیمار اکسید روی به همراه اسید بوتیریک اختلاف معنی داری داشت ( $P < 0.05$ ). بین دو سطح استفاده شده اسید بوتیریک اختلاف قابل توجهی مشاهده شد ( $P < 0.05$ ), به طوری که اسید اثر منفی روی وزن پوسته داشت و درصد پوسته کاهش معنی دار نشان داد. در سه دوره سنی، اختلاف قابل ملاحظه و معنی داری در مقاومت پوسته تخم مرغ در بین گروه‌های آزمایشی مشاهده نشد. در کل دوره آزمایش، تیمار اکسید روی فاقد اسید بوتیریک بالاترین مقاومت و تیمار اسید بوتیریک فاقد مکمل روی کمترین مقاومت را داشت.

تخم مرغ‌های معیوب بالاتری نسبت به سایر تیمارها نشان داد، اما در سنین ۷۷ تا ۸۰ و ۸۰ تا ۸۳ هفتگی، تیمار حاوی روی-متیونین به همراه اسید بوتیریک میانگین بالاتری از نظر درصد تخم مرغ‌های معیوب به خود اختصاص داد، ولی این اثرات معنی دار نبودند ( $P > 0.05$ ). از سوی دیگر تیمار اکسید روی حاوی اسید بوتیریک تولید تخم مرغ‌های معیوب کمتری را در مقایسه با سایر تیمارها دارا بود.

صفات کیفی پوسته تخم مرغ: درصد وزن پوسته، مقاومت پوسته، ضخامت پوسته، وزن مخصوص و درصد خاکستر پوسته تیمارهای آزمایشی مختلف در جداول ۶ تا ۹ گزارش شده است. نتایج بدست آمده نشان داد که بین تیمارهای آزمایشی منابع مختلف روی و سطوح اسید بوتیریک تفاوت معنی داری برای درصد وزن پوسته در سن ۷۴ تا ۷۷ هفتگی آزمایش وجود داشت ( $P < 0.05$ ). به

جدول ۲- مقایسه میانگین اثرات اصلی و متقابل اسید بوتیریک با اکسید روی و روی-متیونین بر فراسنجه‌های عملکردی مرغ‌های تخم‌گذار<sup>۱</sup> (۷۴ تا ۷۷ هفتگی)

Table 2. Comparison of the main effects and interactions of butyric acid with ZnO and Zn-Met on the performance in laying hens<sup>1</sup> (74 to 77 weeks of age)

Treatments	Egg production (%)	Defective eggs (%)	Egg weight (g)	Egg mass (g/h/d)	Feed intake (g/h/d)	FCR <sup>2</sup>
<b>Zinc</b>						
Without zn	81.94	9.72	66.76	55.18	108.62	1.98
ZnO	77.08	7.54	66.31	51.00	108.70	2.17
Zn-Met	77.48	8.63	66.67	51.71	106.67	2.09
P-value	0.4313	0.6327	0.8445	0.2456	0.2927	0.1662
SEM	2.90	1.60	0.57	1.84	1.01	0.06
<b>Butyric acid</b>						
0 % butyric acid	80.29	10.45	66.23	53.32	107.88	2.04
0.05 % butyric acid	77.38	6.81	66.93	51.94	108.11	2.11
P-value	0.3921	0.0584	0.3023	0.5228	0.8484	0.3817
SEM	2.36	1.30	0.46	1.50	0.82	0.05
<b>Zinc × butyric acid</b>						
Control	81.74	13.09	66.77	55.06	108.09	1.97 <sup>b</sup>
Zno × 0 % butyric acid	83.13	9.12	66.38	54.99	109.64	2.00 <sup>b</sup>
Zn-Met × 0 % butyric acid	75.99	9.12	65.55	44.90	105.92	2.15 <sup>ab</sup>
Without zn × 0.05 % butyric acid	82.14	6.34	66.75	55.29	109.14	1.98 <sup>b</sup>
Zno × 0.05 % butyric acid	71.03	5.95	66.24	47.02	107.77	2.33 <sup>a</sup>
Zn-Met × 0.05 % butyric acid	78.96	8.13	67.80	53.52	107.42	2.03 <sup>b</sup>
P-value	0.1627	0.4487	0.2670	0.0897	0.4517	0.0659
SEM	4.10	2.26	0.81	2.60	1.43	0.09

<sup>1</sup> Means within a column with different superscripts are significantly different ( $P < 0.05$ ).

<sup>2</sup> Feed conversion ratio was calculated as grams of feed per gram of egg mass.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات اصلی و متقابل اسید بوتیریک با اکسید روی و روی- متیونین بر بر فراسنجه‌های عملکردی مرغ‌های تخم‌گذار (۷۷ تا ۸۰ هفتگی)

Table 3. Comparison of the main effects and interactions of butyric acid with ZnO and Zn-Met on the performance in laying hens (77 to 80 weeks of age)

Treatments	Egg production (%)	Defective eggs (%)	Egg weight (g)	Egg mass (g/h/d)	Feed intake (g/h/d)	FCR <sup>1</sup>
<b>Zinc</b>						
Without zn	66.86	4.96	67.24	44.97	100.39	2.28
ZnO	69.14	4.26	67.15	46.33	101.02	2.21
Zn-Met	70.43	5.25	66.88	47.09	98.85	2.17
<i>P</i> -value	0.7785	0.7819	0.9283	0.8182	0.6316	0.7976
SEM	3.59	1.02	0.68	2.39	1.63	0.10
<b>Butyric acid</b>						
0 % butyric acid	69.11	4.49	67.32	46.47	100.59	2.20
0.05 % butyric acid	68.51	5.15	66.86	45.80	99.58	2.24
<i>P</i> -value	0.8871	0.5794	0.5726	0.8086	0.5920	0.7354
SEM	2.93	0.83	0.56	1.95	1.33	0.08
<b>Zinc × butyric acid</b>						
Control	63.88	4.96	68.06	43.47	98.84	2.32
Zno × 0 % butyric acid	74.20	3.77	67.33	49.85	102.34	2.07
Zn-Met × 0 % butyric acid	69.24	4.76	66.57	46.08	100.61	2.21
Without zn × 0.05 % butyric acid	69.84	4.96	66.42	46.47	101.93	2.23
Zno × 0.05 % butyric acid	64.08	4.76	66.98	42.81	99.70	2.36
Zn-Met × 0.05 % butyric acid	71.62	5.75	67.19	48.10	97.09	2.14
<i>P</i> -value	0.2685	0.9247	0.5144	0.2768	0.3119	0.3685
SEM	5.08	1.44	0.97	3.38	2.30	0.15

<sup>1</sup> Feed conversion ratio was calculated as grams of feed per gram of egg mass.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات اصلی و متقابل اسید بوتیریک با اکسید روی و روی- متیونین بر فراسنجه‌های عملکردی مرغ‌های تخمگذار (۸۰ تا ۸۳ هفتگی)

Table 4. Comparison of the main effects and interactions of butyric acid with ZnO and Zn-Met on the performance in laying hens (80 to 83 weeks of age)

Treatments	Egg production (%)	Defective eggs (%)	Egg weight (g)	Egg mass (g/h/d)	Feed intake (g/h/d)	FCR <sup>1</sup>
<b>Zinc</b>						
Without zn	47.81	2.97	67.16	32.18	97.42	3.23
ZnO	47.22	3.67	67.65	31.95	98.96	3.17
Zn-Met	45.04	4.06	66.60	29.94	99.59	3.40
<i>P</i> -value	0.7625	0.6980	0.5060	0.6531	0.5737	0.6966
SEM	2.79	0.91	0.62	1.87	1.48	0.19
<b>Butyric acid</b>						
0 % butyric acid	47.55	3.30	67.31	31.98	98.78	3.17
0.05 % butyric acid	45.83	3.83	66.96	30.73	98.53	3.36
<i>P</i> -value	0.5982	0.6205	0.6272	0.5684	0.8819	0.3910
SEM	2.28	0.74	0.51	1.53	1.21	0.15
<b>Zinc × butyric acid</b>						
Control	49.60	2.77	68.18	33.80	98.18	2.94
Zno × 0 % butyric acid	49.60	3.37	67.57	33.52	97.89	2.99
Zn-Met × 0 % butyric acid	43.45	3.77	66.19	28.64	100.28	3.57
Without zn × 0.05 % butyric acid	46.03	3.17	66.13	30.57	96.66	3.51
Zno × 0.05 % butyric acid	44.84	3.96	67.73	30.38	100.03	3.36
Zn-Met × 0.05 % butyric acid	46.62	4.36	67.01	30.24	98.89	3.22
<i>P</i> -value	0.5629	0.9961	0.2582	0.4634	0.6187	0.2207
SEM	3.95	1.29	0.88	2.65	2.10	0.27

<sup>1</sup> Feed conversion ratio was calculated as grams of feed per gram of egg mass.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثرات اصلی و اثرات متقابل اسید بوتیریک با اکسید روی و روی- متیونین بر فراسنجه‌های عملکردی مرغ‌های تخم‌گذار (۷۴ تا ۸۳ هفتگی)

Table 5. Comparison of the main effects and the mutual effects between butyric acid with ZnO and Zn-Met on the performance in laying hens (74 to 83 weeks of age)

Treatments	Egg production (%)	Defective eggs (%)	Egg weight (g)	Egg mass (g/h/d)	Feed intake (g/h/d)	FCR <sup>1</sup>
<b>Zinc</b>						
Without zn	65.54	5.88	67.05	44.11	102.14	2.49
ZnO	64.48	5.15	67.04	43.10	102.89	2.52
Zn-Met	64.31	5.98	66.72	42.91	101.70	2.55
<i>P</i> -value	0.9290	0.8180	0.8912	0.8441	0.7669	0.8960
SEM	2.44	1	0.55	1.56	1.16	0.09
<b>Butyric acid</b>						
0 % butyric acid	65.65	6.08	66.95	43.92	102.42	2.47
0.05 % butyric acid	63.91	5.26	66.92	42.00	102.07	2.57
<i>P</i> -value	0.5417	0.4870	0.9534	0.5469	0.7963	0.3421
SEM	1.99	0.81	0.45	1.27	0.95	0.07
<b>Zinc × butyric acid</b>						
Control	65.07	6.94	67.67	44.11	101.70	2.41
Zno × 0 % butyric acid	68.98	5.42	67.09	46.12	103.29	2.35
Zn-Met × 0 % butyric acid	62.89	5.88	66.10	41.54	102.27	2.65
Without zn × 0.05 % butyric acid	66	8.82	66.44	44.11	102.58	2.57
Zno × 0.05 % butyric acid	59.98	4.89	66.98	40.07	102.50	2.68
Zn-Met × 0.05 % butyric acid	65.74	6.08	67.33	44.29	101.14	2.46
<i>P</i> -value	0.2016	0.7091	0.3093	0.1438	0.8095	0.1398
SEM	3.45	1.41	0.78	2.21	1.64	0.12

<sup>1</sup> Feed conversion ratio was calculated as grams of feed per gram of egg mass.

تیمار حاوی ۰/۰۵ درصد اسید بوتیریک ضخامت پوسته بیشتری نسبت به تیمار فاقد اسید بوتیریک داشت. بین اثرات متقابل عنصر روی و اسید بوتیریک، تیمار فاقد مکمل روی حاوی ۰/۰۵ درصد اسید بوتیریک ضخامت پوسته بیشتری نسبت به تیمارهای دیگر داشت که اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد و تیمار اکسید روی فاقد اسید بوتیریک دارا بود ( $P < 0.05$ ).

وزن مخصوص در سنین ۷۴ تا ۷۷ هفتگی در تیمارهای بالاتری را نشان داد و بین اثرات متقابل عنصر روی و اسید بوتیریک اختلاف‌ها قابل مقایسه و معنی‌دار بودند. تیمار روی- متیونین فاقد اسید بوتیریک از وزن مخصوص بالاتری نسبت به تیمارهای دیگر برخوردار بود که از نظر آماری با تیمار روی- متیونین حاوی ۰/۰۵ درصد اسید بوتیریک اختلاف چشمگیری داشت. در کل دوره آزمایش یعنی سنین ۷۴ تا ۸۳ هفتگی، بین اثرات اصلی عنصر

تجزیه آماری داده‌ها نشان داد که ضخامت پوسته تخم‌مرغ‌های تیمارهای آزمایشی مختلف در هر سه دوره سنی و همچنین کل دوره تفاوت معنی‌داری با یکدیگر داشتند ( $P < 0.05$ ). ضخامت پوسته در سنین ۷۴ تا ۷۷ هفتگی در تیمار با اثر اصلی فاقد مکمل روی نسبت به دو شکل دیگر عنصر روی اختلاف قابل مقایسه و معنی‌داری را نشان داد ( $P < 0.05$ ) و بین اثرات متقابل عنصر روی و اسید بوتیریک، تیمار شاهد ضخامت پوسته بالاتری نسبت به تیمارهای دیگر داشت که از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با تیمار روی- متیونین حاوی ۰/۰۵ درصد اسید بوتیریک داشت ( $P < 0.05$ ) ولی با بقیه تیمارها اختلاف معنی‌دار نداشت.

در کل دوره آزمایش یعنی سنین ۷۴ تا ۸۳ هفتگی، ضخامت پوسته در تیمارهای با اثر اصلی عنصر روی و اسید بوتیریک و اثرات متقابل عنصر روی و اسید بوتیریک اختلاف قابل مقایسه و معنی‌داری را نشان داد ( $P < 0.05$ ). در تیمارهای با اثر اصلی عنصر روی، تیمار حاوی اکسید روی از ضخامت پوسته پایین‌تری نسبت به دو شکل دیگر عنصر روی برخوردار بود و بین اثر اصلی اسید بوتیریک،



## بحث

همان‌طور که مشاهده شد بین میزان مصرف خوراک تیمارهای آزمایشی مختلف اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. گزارش‌های مختلف نشان دادند که استفاده از اسید بوتیریک و سایر اسیدهای آلی در جیره مرغ‌های تخم‌گذار تأثیری بر خوراک مصرفی نداشته است که با نتایج بدست آمده در این پژوهش مطابقت دارد (Park et al., 2009)؛ (Yesilbag and Colpan, 2006) در مطالعه‌ای که در جیره مرغ‌های تخم‌گذار با استفاده از سطوح و منابع متفاوت روی انجام دادند، اختلاف معنی‌داری بین گروه‌های آزمایشی در خوراک مصرفی مشاهده کردند که بیانگر مصرف بیشتر خوراک در مرغ‌های دریافت‌کننده سطوح بالاتر عنصر روی نسبت به سایر تیمارها بود (Khosravi et al., 2008). پژوهشگران دیگر گزارش نمودند که افزایش سطوح روی باعث کاهش خوراک مصرفی می‌شود (Huang et al., 2007; Khan et al., 2011).

روی و اسید بوتیریک و همچنین اثرات متقابل عنصر روی و اسید بوتیریک اختلاف قابل مقایسه و معنی‌داری از نظر آماری وجود نداشت ( $P > 0.05$ ). خاکستر پوسته در کل دوره آزمایش یعنی سنین ۷۴ تا ۸۳ هفتگی در تیمار دارای اثر اصلی عنصر روی و اثر اصلی اسید بوتیریک و همچنین اثرات متقابل عنصر روی و اسید بوتیریک اختلاف معنی‌داری نشان داده است ( $P < 0.05$ ). در تیمارهای با اثر اصلی عنصر روی، تیمار اکسید روی درصد خاکستر بالاتری با اختلاف معنی‌دار نسبت به دو شکل دیگر روی داشت. بین اثر اصلی اسید بوتیریک، تیمار حاوی ۰/۰۵ درصد اسید بوتیریک به طور معنی‌داری درصد خاکستر کمتری نسبت به تیمار فاقد اسید بوتیریک نشان داد. بین اثرات متقابل عنصر روی و اسید بوتیریک، تیمار اکسید روی حاوی ۰/۰۵ درصد اسید بوتیریک درصد خاکستر بالاتری نسبت به تیمارهای دیگر داشت که اختلاف معنی‌داری با بقیه تیمارها نشان داد ولی اختلاف‌ها با تیمار شاهد و تیمار روی-متیونین فاقد اسید بوتیریک معنی‌دار نبود ( $P > 0.05$ ).

جدول ۶- مقایسه میانگین اثرات اصلی و متقابل اسید بوتیریک با اکسید روی و روی-متیونین بر صفات کیفی بیرونی تخم مرغ<sup>۱</sup> (۷۴ تا ۷۷ هفتگی)

Table 6. Comparison of the main effects and interactions of butyric acid with ZnO and Zn-Met on the external quality traits of eggs<sup>1</sup> (74 to 77 weeks of age)

Treatments	Shell (%)	Shell thickness (mm)	Shell strength (g/cm <sup>2</sup> )	Shell specific gravity (g/cm <sup>3</sup> )	Shell ash (%)
<b>Zinc</b>					
Without zn	9.30	0.447 <sup>a</sup>	2.73	80.59	93.09 <sup>b</sup>
ZnO	9.28	0.438 <sup>b</sup>	3.02	80.28	94.36 <sup>a</sup>
Zn-Met	9.20	0.431 <sup>b</sup>	3.06	79.51	92.52 <sup>b</sup>
<i>P</i> -value	0.8330	0.0065	0.3157	0.7597	0.0136
SEM	0/12	0.003	0.16	1/05	1.05
<b>Butyric acid</b>					
0 % butyric acid	9.44 <sup>a</sup>	0.441	3.01	81.37 <sup>a</sup>	93.50
0.05 % butyric acid	9.09 <sup>b</sup>	0.436	2.86	78.88 <sup>b</sup>	93.15
<i>P</i> -value	0.0201	0.1559	0.4437	0.0491	0.4824
SEM	0.10	0.002	0.13	0.85	0.34
<b>Zinc × butyric acid</b>					
Control	9.54 <sup>a</sup>	0.448 <sup>a</sup>	2.72	82.26 <sup>a</sup>	93.93 <sup>ab</sup>
Zno × 0 % butyric acid	9.17 <sup>ab</sup>	0.434 <sup>ab</sup>	3.10	79.38 <sup>ab</sup>	93.13 <sup>bc</sup>
Zn-Met × 0 % butyric acid	9.60 <sup>a</sup>	0.441 <sup>a</sup>	3.20	82.48 <sup>a</sup>	93.43 <sup>bc</sup>
Without zn × 0.05 % butyric acid	9.06 <sup>ab</sup>	0.445 <sup>a</sup>	2.73	78.92 <sup>ab</sup>	92.26 <sup>bc</sup>
Zno × 0.05 % butyric acid	9.39 <sup>a</sup>	0.441 <sup>a</sup>	2.94	81.18 <sup>ab</sup>	95.59 <sup>a</sup>
Zn-Met × 0.05 % butyric acid	8.81 <sup>b</sup>	0.422 <sup>b</sup>	2.91	76.54 <sup>b</sup>	91.60 <sup>c</sup>
<i>P</i> -value	0.0214	0.0193	0.8109	0.430	0.0014
SEM	0.17	0.004	0.23	1.48	0.59

<sup>1</sup> Means within a column with different superscripts are significantly different ( $P < 0.05$ ).

جدول ۷- مقایسه میانگین اثرات اصلی و اثرات متقابل اسید بوتیریک با اکسید روی و روی- متیونین بر صفات کیفی بیرونی تخم مرغ<sup>۱</sup> (۷۷ تا ۸۰ هفتگی)

Table 7. Comparison of the main effects and interactions of butyric acid with ZnO and Zn-Met on the external quality traits of eggs<sup>1</sup> (77 to 80 weeks of age)

Treatments	Shell (%)	Shell thickness (mm)	Shell strength (g/cm <sup>2</sup> )	Shell specific gravity (g/cm <sup>3</sup> )	Shell Ash (%)
<b>Zinc</b>					
Without zn	8.87	0.447 <sup>a</sup>	2.65	76.53	92.83 <sup>b</sup>
ZnO	8.67	0.397 <sup>b</sup>	2.62	75.21	94.83 <sup>a</sup>
Zn-Met	8.81	0.455 <sup>a</sup>	2.60	75.89	94.98 <sup>a</sup>
<i>P</i> -value	0.5831	<0.0001	0.9786	0.7499	0.0399
SEM	0.14	0.006	0.16	1.22	0.63
<b>Butyric acid</b>					
0 % butyric acid	8.75	0.411 <sup>b</sup>	2.70	75.79	95.43 <sup>a</sup>
0.05 % butyric acid	8.81	0.455 <sup>a</sup>	2.55	75.97	92.99 <sup>b</sup>
<i>P</i> -value	0.7122	<0.0001	0.4226	0.8976	0.0022
SEM	0.11	0.005	0.13	0.99	0.51
<b>Zinc × butyric acid</b>					
Control	8.91	0.442 <sup>a</sup>	2.69	77.12	95.95 <sup>a</sup>
Zno × 0 % butyric acid	8.74	0.343 <sup>b</sup>	2.92	76.09	94.42 <sup>a</sup>
Zn-Met × 0 % butyric acid	8.60	0.448 <sup>a</sup>	2.49	74.15	95.93 <sup>a</sup>
Without zn × 0.05 % butyric acid	8.82	0.453 <sup>a</sup>	2.61	75.93	89.71 <sup>b</sup>
Zno × 0.05 % butyric acid	8.59	0.451 <sup>a</sup>	2.32	74.34	95.24 <sup>a</sup>
Zn-Met × 0.05 % butyric acid	9.02	0.462 <sup>a</sup>	2.72	77.64	94.03 <sup>a</sup>
<i>P</i> -value	0.3201	<0.0001	0.2134	0.2654	0.0017
SEM	0.20	0.009	0.23	1.72	0.89

<sup>1</sup> Means within a column with different superscripts are significantly different ( $P < 0.05$ ).

جدول ۸- مقایسه میانگین اثرات اصلی و اثرات متقابل اسید بوتیریک با اکسید روی و روی- متیونین بر صفات کیفی بیرونی تخم مرغ<sup>۱</sup> (۸۰ تا ۸۳ هفتگی)

Table 8. Comparison of the main effects and interactions of butyric acid with ZnO and Zn-Met on the external quality traits of eggs<sup>1</sup> (80 to 83 weeks of age)

Treatments	Shell (%)	Shell thickness (mm)	Shell strength (g/cm <sup>2</sup> )	Shell specific gravity (g/cm <sup>3</sup> )	Shell Ash (%)
<b>Zinc</b>					
Without zn	8.77	0.422 <sup>b</sup>	2.57	76.11	92.35 <sup>b</sup>
ZnO	8.87	0.439 <sup>a</sup>	2.88	77.31	93.66 <sup>a</sup>
Zn-Met	8.57	0.430 <sup>ab</sup>	2.67	74.05	92.59 <sup>b</sup>
<i>P</i> -value	0.3218	0.0299	0.3766	0.1815	0.0002
SEM	0.13	0.004	0.15	1.22	0.20
<b>Butyric acid</b>					
0 % butyric acid	8.80	0.420 <sup>b</sup>	2.83	76.20	92.71
0.05 % butyric acid	8.67	0.441 <sup>a</sup>	2.59	75.45	93.03
<i>P</i> -value	0.4278	0.0002	0.2021	0.5984	0.1813
SEM	0.11	0.003	0.13	1.002	0.16
<b>Zinc × butyric acid</b>					
Control	8.83	0.400 <sup>c</sup>	2.70	76.81	92.36 <sup>b</sup>
Zno × 0 % butyric acid	8.90	0.436 <sup>ab</sup>	2.06	77.26	92.91 <sup>b</sup>
Zn-Met × 0 % butyric acid	8.67	0.423 <sup>b</sup>	2.73	74.54	92.85 <sup>b</sup>
Without zn × 0.05 % butyric acid	8.71	0.444 <sup>a</sup>	2.44	75.42	92.35 <sup>b</sup>
Zno × 0.05 % butyric acid	8.83	0.441 <sup>ab</sup>	2.71	77.37	94.40 <sup>a</sup>
Zn-Met × 0.05 % butyric acid	8.47	0.437 <sup>ab</sup>	2.61	73.56	92.33 <sup>b</sup>
<i>P</i> -value	0.9443	0.0089	0.8703	0.9056	0.0043
SEM	0.19	0.006	0.22	1.73	0.28

<sup>1</sup> Means within a column with different superscripts are significantly different ( $P < 0.05$ ).

جدول ۹- مقایسه میانگین اثرات اصلی و اثرات متقابل اسید بوتیریک با اکسید روی و روی-متیونین بر صفات کیفی بیرونی تخم مرغ<sup>۱</sup> (۷۴ تا ۸۳ هفتگی)

Table 9. Comparison of the main effects and interactions of butyric acid with ZnO and Zn-Met on the external quality traits of eggs<sup>1</sup> (74 to 83 weeks of age)

Treatments	Shell (%)	Shell thickness (mm)	Shell strength (g/cm <sup>2</sup> )	Shell specific gravity (g/cm <sup>3</sup> )	Shell Ash (%)
<b>Zinc</b>					
Without zn	9.98	0.439 <sup>a</sup>	2.65	77.74	92.76 <sup>b</sup>
ZnO	8.94	0.424 <sup>b</sup>	2.84	77.60	94.28 <sup>a</sup>
Zn-Met	8.86	0.439 <sup>a</sup>	2.78	76.48	93.36 <sup>b</sup>
<i>P</i> -value	0.6812	0.0002	0.5254	0.5078	0.0029
SEM	0.09	0.002	0.12	0.82	0.28
<b>Butyric acid</b>					
0 % butyric acid	9	0.424 <sup>b</sup>	2.85	77.79	93.88 <sup>a</sup>
0.05 % butyric acid	8.86	0.444 <sup>a</sup>	2.67	76.76	93.06 <sup>b</sup>
<i>P</i> -value	0.2242	<0.0001	0.2051	0.2942	0.0189
SEM	0.07	0.001	0.09	0.67	0.23
<b>Zinc × butyric acid</b>					
Control	9.10	0.430 <sup>b</sup>	2.70	78.73	94.08 <sup>ab</sup>
Zno × 0 % butyric acid	8.94	0.405 <sup>c</sup>	3.03	77.57	93.49 <sup>bc</sup>
Zn-Met × 0 % butyric acid	8.96	0.438 <sup>ab</sup>	2.81	77.06	94.07 <sup>ab</sup>
Without zn × 0.05 % butyric acid	8.86	0.447 <sup>a</sup>	2.60	76.76	91.44 <sup>d</sup>
Zno × 0.05 % butyric acid	8.94	0.444 <sup>a</sup>	2.66	77.63	95.07 <sup>a</sup>
Zn-Met × 0.05 % butyric acid	8.76	0.440 <sup>a</sup>	2.75	75.91	92.65 <sup>c</sup>
<i>P</i> -value	0.6586	<0.0001	0.6238	0.6890	<0.0001
SEM	0.13	0.003	0.17	1.17	0.40

<sup>1</sup> Means within a column with different superscripts are significantly different ( $P < 0.05$ ).

بهبود غیر معنی‌داری در ضریب تبدیل غذایی مرغان تخم‌گذار شد (Durmus *et al.*, 2004; Soltan, 2008). در مطالعه‌ای دیگر، استفاده از ۰/۲ درصد اسید لاکتیک در جیره مرغان تخم‌گذار در سن ۷۵ هفتگی به طور قابل توجهی سبب کاهش ضریب تبدیل غذایی آن‌ها شده است (Park *et al.*, 2009). نتایج مختلف از تاثیر استفاده از اسیدهای آلی بر ضریب تبدیل غذایی می‌تواند به علت اسیدهای آلی گوناگون، سطوح متفاوت آنها در جیره، جیره‌های پایه گوناگون و یا نوع طیور مورد پرورش باشد. همچنین پژوهشگران نشان دادند که سطوح مختلف جیره‌ای عنصر روی بر ضریب تبدیل غذایی اثر چندانی ندارد، اما با توجه به اثری که عنصر روی در تولید تخم‌مرغ و وزن تخم‌مرغ دارد و به دلیل موثر بودن این دو عامل در ضریب تبدیل خوراک، سطوح افزایشی روی سبب بهبود ضریب تبدیل غذایی شده است (Smith, 2003; Huang *et al.*, 2007). همچنین نتایج تحقیقات نشان داد که استفاده از ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم عنصر روی در جیره بلدرچین باعث بهبود ضریب تبدیل غذایی شده است (Namra *et al.*, 2009). هنگامی که روی و پیریدوکسین به مرغ‌های تخم‌گذار داده شد، ضریب تبدیل غذایی بهبود یافت که

گزارش شده است که مصرف خوراک کل دوره در بین پرندگان تغذیه شده با تیمارهای مختلف عنصر روی با سطوح ۴۰، ۸۰، ۱۲۰ و ۱۶۰ میلی‌گرم تفاوت معنی‌داری نداشته است، اما میانگین مصرف خوراک در پرندگان تغذیه شده با جیره حاوی ۸۰ میلی‌گرم روی در کیلوگرم نسبت به سایر تیمارها بالاتر بود (شریت دار و همکاران، ۱۳۹۰). نتایج تحقیقات دیگری نشان داد که در صورت عدم وجود اختلاف معنی‌دار مصرف خوراک بین تیمارها، کمبود عنصر روی منجر به کاهش اشتها و رشد می‌شود، اما ساز و کار بیوشیمیایی که نشان‌دهنده چگونگی تاثیر عنصر روی بر رشد و مصرف خوراک باشد ناشناخته است (Hudson *et al.*, 2004).

بین تیمارهای آزمایشی، منابع مختلف روی و سطوح اسید بوتیریک در کل دوره آزمایش هیچ‌گونه ارتباط معنی‌داری از نظر ضریب تبدیل وجود نداشت. گزارش‌ها نشان دادند که استفاده از مخلوط اسید فرمیک و اسید پروپیونیک بر ضریب تبدیل غذایی مرغان تخم‌گذار تاثیر معنی‌داری نداشت (Yesilbag and Colpan, 2006) نتایج بدست آمده با نتایج حاصل در این پژوهش مطابقت داشت. از طرفی در آزمایشی دیگر، استفاده از اسیدهای آلی باعث

تخمک‌گذاری می‌شود (Nakada *et al.*, 1994). گزارش شده است هنگامی که روی و پیریدوکسین به مرغ‌های تخم‌گذار داده شد تولید تخم‌مرغ بهبود یافت (Kucuk *et al.*, 2008). اضافه کردن مس آلی سبب افزایش تولید تخم‌مرغ، در حالی که اضافه کردن روی آلی تولید تخم‌مرغ را کاهش داد. همچنین مواد معدنی نسبت به مکمل‌های آلی تولید تخم‌مرغ و درصد تخم‌مرغ‌های شکسته را بهبود بخشید (Lim and Paik, 2003).

استفاده از کیلات اسید آمینه و روی در مرغ‌های مادر گوشتی باعث کاهش میزان تخم‌مرغ‌های شکسته شد که دلیل آن را می‌توان به کاهش قدرت مرغ در جذب و القای کلسیم و همچنین افزایش اندازه تخم‌مرغ (کاهش استحکام پوسته تخم‌مرغ) با افزایش سن مرغ بیان کرد (Peterson, 1995; Hudson *et al.*, 2004). اثر استفاده از منابع مختلف روی، مس و منگنز بر درصد شکستگی پوسته تخم‌مرغ نتایج چندان قابل توجه و معنی‌داری را نشان نداد که نتیجه حاصل از آزمایش حاضر با نتیجه این محقق مطابقت دارد (Mabe *et al.*, 2003)، اما در مطالعه‌ای استفاده از اسیدهای آلی باعث کاهش تعداد تخم‌مرغ‌های شکسته و بد شکل شد. به نظر می‌رسد اسیدهای آلی از راه کاهش pH خوراک و محتویات گوارشی و اثرات ضد میکروبی آن ممکن است باعث ایجاد یک محیط اسیدی در دستگاه گوارش جهت بهبود روند جذب کلسیم و شکل‌گیری پوسته تخم‌مرغ شوند که نتیجه حاصل از آزمایش حاضر با نتایج این محققین ارتباط قابل توجه و معنی‌داری را نشان نداد. این تفاوت‌های حاصل از استفاده اسیدهای آلی می‌تواند به علت استفاده از اسیدهای آلی گوناگون، سطوح متفاوت آنها در جیره، جیره‌های پایه گوناگون و یا سویه مرغ مورد پرورش باشد (Dibner and Buttin, 2002; Dhawale, 2005).

در آزمایشی استفاده از اسیدهای آلی در جیره مرغان تخم‌گذار باعث بهبود وزن توده تخم‌مرغ تولیدی شد (Soltan, 2008) که نتیجه حاصل از آزمایش حاضر با آن نتیجه مطابقت ندارد. همچنین سروش و همکاران (۱۳۹۴) مشاهده نمودند که اثر تیمارهای مختلف بر وزن توده تخم‌مرغ بجز در دو هفته اول، در سایر هفته‌ها از نظر آماری معنی‌دار بود، به طوری که در کل دوره آزمایش،

نتایج آزمایش حاضر با نتایج این محققین مطابقت نداشت (Kucuk *et al.*, 2008).

همچنین بین تیمارهای آزمایشی، منابع مختلف روی و سطوح اسید بوتیریک هیچگونه ارتباط معنی‌داری از نظر وزن تخم‌مرغ، درصد تولید تخم‌مرغ و توده تخم‌مرغ وجود نداشت. در یک مطالعه، استفاده از سطوح مختلف ۲۶۰، ۵۲۰ و ۷۸۰ قسمت در میلیون، مخلوط اسیدهای آلی شامل کلسیم بوتیرات، کلسیم پروپیونات، کلسیم لاکتات و اسید فوماریک در مقایسه با تیمار شاهد تاثیر قابل توجهی بر میانگین وزن تخم‌مرغ نداشت (Soltan, 2008). همچنین بسیاری از محققین دیگر در مطالعات خود نشان دادند که استفاده از اسیدهای آلی مختلف در جیره مرغ-های تخم‌گذار، تاثیری بر میانگین وزن تخم‌مرغ نداشته است (Gama *et al.*, 2000; Yesilbag and Colpan, 2006)، که نتایج آزمایش حاضر با نتایج حاصل از این محققین مطابقت دارد. اما در آزمایشی استفاده از روی-متیونین در جیره غذایی مرغان تخم‌گذار موجب افزایش وزن تخم‌مرغ شد (Kita *et al.*, 1997) که مخالف با نتایج این آزمایش است.

در آزمایشی مشاهده شد که با افزایش سن مرغان تخم‌گذار از ۵۴ تا ۷۰ هفتگی، درصد تولید تخم‌مرغ کاهش پیدا می‌کند، اما با افزودن ۷۸۰ قسمت در میلیون اسیدهای آلی به جیره تیمارهای آزمایشی باعث حفظ درصد تولید تخم‌مرغ در انتهای دوره تولید شد (Soltan, 2008). همچنین در مطالعاتی دیگر (Gama *et al.*, 2000; Yesilbag and Colpan, 2006) نشان دادند که استفاده از اسیدهای آلی اثر مثبتی بر تولید تخم‌مرغ دارد. استفاده از فرم آلی مواد معدنی سبب افزایش تولید تخم‌مرغ در مرحله دوم و به طور کلی در کل دوره تخم‌گذاری در مرغان تخم‌گذار شد. (Fakler *et al.*, 2002) با افزودن سطوح متفاوت عنصر روی به جیره، افزایش معنی‌داری در غلظت‌های استروژن و پروژسترون مشاهده نمودند. مصرف جیره حاوی عنصر روی منجر به بهبود هورمون‌های جنسی و عملکرد تولیدمثلی می‌شود. استروژن آزاد شده از تخمدان موجب تحریک رشد اویداکت، افزایش کلسیم خون، پروتئین‌ها، چربی‌ها، ویتامین‌ها و دیگر مواد ضروری برای تشکیل تخم‌مرغ می‌شود (Hazim and Mahmood, 2011; Nakada *et al.*, 1994). از طرفی پروژسترون سبب القای تخمک‌گذاری از فولیکول‌های رسیده در طول چرخه

کردند که افزودن اسیدهای آلی به جیره‌های آزمایشی باعث افزایش مقاومت پوسته شد. Swiatkiewicz *et al.* (2010) در یک مطالعه با افزودن ۰/۵ درصد مخلوطی از اسیدهای آلی شامل اسید فرمیک، اسید پروپیونیک و اسید استیک به جیره مرغان تخم‌گذار، دریافتند که در سن ۷۰ هفتگی باعث افزایش معنی‌دار مقاومت پوسته در شد که با نتایج حاصل از این آزمایش مطابقت ندارد. در یک مقایسه کلی از تحقیقات انجام شده استفاده از کیلات‌های آلی نسبت به عناصر غیر آلی و مخلوط عناصر آلی و معدنی منجر به افزایش مقاومت پوسته شد که نتایج این آزمایش چنین تاثیری را نشان نداد. (Fakler *et al.* 2002) در زمان استفاده از شکل آلی عناصر روی و منگنز در پژوهش خود افزایش ۲۰ درصدی مقاومت پوسته را گزارش کرده بودند، اما نتایج (Kita *et al.* 1997) اختلاف معنی‌داری را از نظر مقاومت پوسته با استفاده از مکمل روی-متیونین مشاهده نکردند که موافق با نتایج بدست آمده در این پژوهش است.

گزارش‌ها نشان دادند که تغذیه ترکیب روی و منگنز در مرغ‌های تخم‌گذار سبب بهبود استحکام پوسته تخم‌مرغ می‌شود (Fakler *et al.*, Swiatkiewicz *et al.*, 2010)؛ 2002. در گزارشی دیگر، منابع آلی و غیر آلی عناصر استفاده شده، درصد تخم‌مرغ‌های شکسته و ضخامت پوسته تخم‌مرغ را بهبود بخشید (Mabe *et al.*, 2003).

همچنین اثرات مثبت روی آلی و معدنی بر درصد پوسته، مقاومت و ضخامت پوسته گزارش شده است (Gheisari *et al.*, 2011). از سوی دیگر مطابق با نتایج این تحقیق، گزارش شده که استفاده از ترکیبی از اسید فرمیک، بوتیریک، پروپیونیک و لاکتیک اسید به میزان ۷۸۰ قسمت در میلیون به جیره مرغان تخم‌گذار در سن ۷۰ هفتگی سبب افزایش ۱۲/۵ درصدی ضخامت پوسته تخم‌مرغ و کاهش تعداد تخم‌مرغ‌های شکسته شد (Soltan, 2008). اما (Yesilbag and Colpan 2006) و Mahdavi *et al.* (2005) گزارش کردند که افزودن اسید به جیره مرغان تخم‌گذار تاثیر چندانی بر ضخامت پوسته نداشت که نتایج حاصل از آزمایش حاضر مخالف نتایج حاصل از این محققین می‌باشد. (El-Husseiny *et al.* 2008) تاثیر قابل توجه و معنی‌داری با افزودن سطوح متفاوت روی و نیاسین در جیره بر ضخامت تخم‌مرغ گزارش کردند.

سطح ۱۳۰ میلی‌گرم روی در هر کیلوگرم جیره نسبت به سایر سطوح بالاترین وزن توده تخم‌مرغ را ایجاد کرد. وزن پوسته یکی از خصوصیات است که برای اندازه‌گیری کیفیت پوسته تخم‌مرغ مورد بررسی قرار می‌گیرد. عنصر روی به عنوان جزئی از آنزیم کربنیک آنهیدراز بوده که برای تهیه یون‌های کربنات طی تشکیل پوسته تخم‌مرغ بسیار ضروری است. جلوگیری از فعالیت این آنزیم موجب کاهش ترشح یون بی‌کربنات و در نتیجه کاهش وزن پوسته می‌شود (Mabe *et al.*, 2003). روی و اسید بوتیریک در کل دوره پرورش بر درصد پوسته تأثیر معنی‌داری نگذاشت، اما در سن ۷۴ تا ۷۷ هفتگی، درصد پوسته در تیمار فاقد اسید بوتیریک بیشتر از تیمار حاوی ۰/۵ درصد اسید بوتیریک بود ( $P < 0/05$ ). همچنین تیمار روی-متیونین فاقد اسید بوتیریک درصد پوسته بیشتری در مقایسه با تیمار روی-متیونین حاوی ۰/۵ درصد اسید بوتیریک داشت ( $P < 0/05$ ). گزارش‌ها اثر سن مرغ را بر میزان تولید تخم‌مرغ و درصد پوسته تخم‌مرغ معنی‌دار گزارش کرده‌اند. با افزایش سن، جذب و القای کلسیم کاهش یافته و این می‌تواند منجر به تولید تخم‌مرغ‌هایی با درصد پوسته کمتر شود. ممکن است در مرحله بعد از حداکثر تولید وزن پوسته نیز کاهش یابد که این حالت به دلیل کاهش توانایی مرغ در هیدروکسیله کردن کلسیفرول و تولید ویتامین D<sub>3</sub> فعال است، ولی Mabe *et al.* (2003) اصلی‌ترین عامل را در تشکیل پوسته تخم‌مرغ زمان توقف تخم در رحم (غده پوسته) اعلام کردند و نتیجه گرفتند که این زمان توقف در نژادهای مختلف متفاوت است و عوامل تغذیه‌ای نقش کمتری در این زمان ماندگاری دارند. در پژوهش دیگری افزودن اسیدهای آلی به جیره‌های آزمایشی تاثیری بر مقاومت پوسته و ضخامت پوسته تخم‌مرغ نداشت (Park *et al.*, 2009). همچنین (Yesilbag and Colpan 2006) در آزمایش خود نشان دادند که استفاده از مخلوط اسید فرمیک و اسید پروپیونیک به میزان ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد در جیره، تاثیری بر ضخامت و مقاومت پوسته تخم‌مرغ مرغان تخم‌گذار نداشتند که این یافته‌ها با نتایج حاصل از این آزمایش مطابقت نداشت چون ضخامت پوسته به طور خیلی معنی‌داری تحت تاثیر اسید آلی قرار گرفته است و اثرات متقابل آن نیز معنی‌دار شده است. از طرفی در مطالعات دیگر، (Park *et al.* 2009) و (Sengor *et al.* 2007) بیان

### نتیجه گیری کلی

با توجه به نتایج بدست آمده از بررسی صفات عملکردی و صفات کیفی پوسته تخم مرغ به نظر می رسد استفاده از فرم های مختلف عنصر روی و اسید بوتیریک در جیره اثر معنی داری بر هیچ کدام از صفات عملکردی مرغان تخم گذار مورد مطالعه نداشته است، اما استفاده از اسید بوتیریک اثر معنی داری بر ضخامت پوسته تخم مرغ داشت. همچنین اثرات اصلی و متقابل روی و اسید بوتیریک بر درصد خاکستر پوسته تخم مرغ تاثیر معنی داری گذاشت. بنابراین استفاده از عنصر روی و اسید بوتیریک برای بهبود صفات کیفی پوسته تخم مرغ پیشنهاد می شود.

### تشکر و قدردانی

از شرکت جوانه خراسان جهت تهیه مکمل ها و از شرکت کشت و صنعت پرطلا واقع در شهرستان علی آباد کتول، استان گلستان، جهت اجرای این طرح تشکر و قدردانی می شود.

در تحقیق (Castillo et al. 2004)، اثر کیفیت پوسته تخم مرغان تخم گذار لگهورن در اواخر دوره تولید در سن ۵۵ تا ۷۰ هفتگی نسبت به مرغان جوان تر را بررسی و نشان دادند کیفیت پوسته تخم مرغ از لحاظ وزن مخصوص به صورت معنی داری کاهش یافت. در یک مطالعه با افزودن ۰/۵ درصد مخلوطی از اسیدهای آلی شامل اسید فرمیک، اسید پروپیونیک و اسید استیک از سن ۲۵ تا ۷۰ هفتگی به جیره مرغان تخم گذار، دریافتند که استفاده از اسیدهای آلی در سن ۳۶ هفتگی تاثیر معنی داری بر صفات کیفی پوسته نداشت که مغایر با نتایج حاصل از این تحقیق است، اما در بازه زمانی ۵۸ تا ۷۰ هفتگی باعث افزایش معنی دار وزن مخصوص پوسته شد (Swiatkiewicz et al., 2010).

بررسی های (Soltan 2008) نشان داد که افزودن اسیدهای آلی به جیره های آزمایشی مرغان تخم گذار در سن ۵۴ هفتگی تاثیری بر خاکستر پوسته تخم مرغ نداشت. در حالی که نتایج این پژوهش نشان داد که در کل دوره پرورش، با افزایش سطح اسید آلی در جیره، خاکستر پوسته کاهش معنی داری یافت ( $P < 0/05$ ).

### فهرست منابع

- تهامی ز، حسینی م س، و باشتنی م. ۱۳۹۳. بررسی اثر اسید آلی بر برخی فراسنجه های خونی و خصوصیات استخوان درشتنی جوجه های گوشتی. تحقیقات دام و طیور، ۲۴: ۱-۱۵.
- جعفری صیادی ا، محیط ا، میراعلمی ن، و هادی پور ا. ۱۳۹۱. اثر سطوح مختلف اسید بنزوئیک بر عملکرد و خصوصیات لاشه جوجه های گوشتی. تحقیقات تولیدات دامی، ۴۱(۴): ۴۵-۵۱.
- دستار ب. ۱۳۹۰. راهنمای کاربردی ارزیابی کیفیت تخم مرغ. انتشارات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. چاپ اول. ۷۱ ص.
- سرابی ل، شریعتمداری ف، و کریمی ترشیزی م. ۱۳۹۳. اثر مکمل آلوه ورا (*Aloe vera L.*) و اسید بوتیریک در تولید و کیفیت تخم و برخی پارامترهای خونی و مرفولوژی روده کوچک در بلدرچین تخم گذار. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۱۱: ۶۵۱-۶۶۰.
- سروش ز، سالاری س، ساری م، فیاضی ج، و طباطبایی ص. ۱۳۹۴. تاثیر سطوح مختلف عنصر روی بر عملکرد، صفات کیفی تخم مرغ و برخی فراسنجه های خونی مرغ های تخم گذار. پژوهش های تولیدات دامی، ۱۱: ۱۹-۲۷.
- شربت دار س، شمس شرق م، حسایی نامقی ع، حسینی س، و وحدانیان ر. ۱۳۹۰. بررسی اثر سطوح مختلف عنصر روی بر عملکرد و پاسخ ایمنی همورال در جوجه های گوشتی. پژوهش های علوم دامی ایران، ۲: ۱۱۲-۱۱۳.
- شمس شرق م، و خسروی ع. ۱۳۹۰. افزودنی های خوراکی در تغذیه طیور. چاپ اول. انتشارات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. گرگان. ۲۰۸ صفحه.
- شهیر م ح، محمدی م، قاضی ش، افسریان ا، و مرادی س. ۱۳۹۱. تاثیر پروبیوتیک و بوتیرات کلسیم بر عملکرد تولید، کیفیت تخم مرغ، فراسنجه های خونی و پاسخ ایمنی مرغ های تخم گذار. تحقیقات دام پزشکی، ۴: ۳۱۳-۳۲۳.

یوسفی م. ۱۳۹۳. اثر منابع کلسیم با و بدون آنزیم و اسیدهای ارگانیک بر صفات تولیدی و کیفیت پوسته تخم مرغ در مرغ های تخم گذار. تحقیقات دام و طیور، ۴: ۷۰-۸۰.

- Amani Y. W., Hassan H. M. A., Ali H. M. and Mohamed M. A. 2013. Effect of probiotics, prebiotics and organic acids on layer performance and egg quality. *Asian Journal of Poultry Science*, 2: 1-10.
- Aydin R., Karaman M., Cicek T. and Yardibi H. 2008. Black cumen (*Nigella Sativa*) supplementation in to the diet of the laying hen positively influences egg yield parameters shell quality and decrease egg cholesterol. *Poultry Science*, 87: 2590-2596.
- Castillo C., Cuca M., Pro A., Gonzalez M and Morales E. 2004. Biological and economic optimum level of calcium in white Leghorn laying hens. *Poultry Science*, 6: 868-872.
- Cornescu G. M., Criste R. D., Untea A. E., Panaite T. D. and Olteanu M. 2013. Supplementation of manganese and zinc in laying hens diet improves eggshell quality. *Lucrari Stiintifice-Seria Zootehnie*, 60: 29-34.
- Courtis J. A. and Wilson G. C. 1990. Egg quality handbook. Queensland Department of primary industries, Australia. pp: 25-36.
- Dhawale A. 2005. Better eggshell quality with a gut acidifier. *Poultry International*, 44: 18-21.
- Dibner J. J. and Buttin P. 2002. Use of organic acids as a model to study the impact of gut microflora on nutrition and metabolism. *Journal of Applied Poultry Research*, 4: 453-463.
- Durmus I., Atasoglu C., Mizrak C., Ertas S. and Kaya M. 2004. Effect of increasing zinc concentration in the diets of Brown parent stock layers on various production and hatchability traits. *Archives Animal Breeding*, 5: 483-489.
- El-Husseiny O. M., Abd-Elsamee M. O., Omara I. I. and Fouad A. M. 2008. Effect of dietary zinc and niacin on laying hens performance and egg quality. *International Journal of Poultry Science*, 8: 757-764.
- Fakler T., Ward T. L. and Kuhl H. J. 2002. Zinc amino acid complexes improve layer production and egg quality. *Poultry Science*, 81: 120. (Abstr.)
- Gama N. M. S. Q., Oliveira M. B. C., Santin E. and Berchieri Junior A. 2000. Supplementation with organics acids in diet of laying hens. *Ciencia Rural*, 3: 499-502.
- Garcia V., Catala-Gregori P., Hernandez F., Megias M. D. and Madrid J. 2006. Effect of formic acid and plant extracts on growth, nutrient digestibility, intestine mucosa morphology, and meat yield of broilers. *Journal of Applied Poultry Research*, 16: 555-562.
- Gheisari A. A., Sanei A., Samie A., Gheisari M. M. and Toghyani M. 2011. Effect of diets supplemented with different levels of manganese, zinc, and copper from their organic or inorganic sources on egg production and quality characteristics in laying hens. *Biological Trace Element Research*, 3: 557-571.
- Hazim J. and Mahmood H. M. 2011. Effect of dietary zinc on certain blood traits of broiler breeder chickens. *International Journal of Poultry Science*, 10: 807-813.
- Huang Y. L., Lu L., Luo X. G. and Liu B. 2007. An optimal dietary zinc level of broiler chicks fed a corn-soybean meal diet. *Poultry Science*, 1: 2582-2589.
- Hudson B. P., Dozier Iii W. A., Wilson J. L., Sander J. E. and Ward T. L. 2004. Reproductive performance and immune status of caged broiler breeder hens provided diets supplemented with either inorganic or organic sources of zinc from hatching to 65 wk of age. *Journal of Applied Poultry Research*, 2: 349-359.
- Izat A. L., Tidwell N. M., Thomas R. A., Reiber M. A., Adams M. H., Colberg M. and Waldroup P. W. 1990. Effects of a buffered propionic acid in diets on the performance of broiler chickens and on microflora of the intestine and carcass. *Poultry Science*, 5: 818-826.
- Khan S. H., Rehman A. and Ansari J. 2011. Effects of dietary minerals on postmolt performance of laying hens. *Veterinary World*, 4(9): 389-395.
- Khosravi A., Boldaji F., Dastar B. and Hasani S. 2008. The use of some feed additives as growth promoter in broilers nutrition. *International Journal of Poultry Science*, 11: 1095-1099.
- Kita K., Hohmura I. and Okumura J-I. 1997. Influence of dietary zinc methionine supplementation on eggshell quality in laying hens under hot climate environment. *Japanese Poultry Science*, 1: 21-26.
- Kucuk O., Kahraman A., Kurt I., Yildiz N. and Onmaz A. C. A. 2008. Combination of zinc and pyridoxine supplementation to the diet of laying hens improves performance and egg quality. *Biological Trace Element Research*, 126(1-3): 165-175.
- Lim H. S., Paik I. K. 2003. Effect of supplementary mineral methionine chelates (Zn, Ca and Mn) of performance and eggshell quality of laying hens. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*, 16: 1804-1808.
- Mabe I., Rapp C., Bain M. M and Nys Y. 2003. Supplementation of a corn-soybean meal diet with manganese, copper, and zinc from organic or inorganic sources improves eggshell quality in aged laying hens. *Poultry Science*, 12: 1903-1913.
- Mahdavi A. H., Rahmani H. R. and Pourreza J. 2005. Effect of probiotic supplements on egg quality and laying hen's performance. *International Journal of Poultry Science*, 4: 488-492.

- Martin K. M. 2016. The effects of zinc supplementation from two sources on egg quality and bone health in laying hens. MSc. Dissertation. Animal Science Department. University of Nebraska, Lincoln.
- Mathlouti N., Mohamed M. A. and Larbier M. 2003. Effect of enzyme preparation containing xylanase and B-glucanase on performance of laying hens fed wheat/barley- or maize/soybean meal-based diets. *British Poultry Science*, 44: 60-66.
- Nakada T., Koja Z. and Tanaka K. 1994. Effect of progesterone on ovulation in hypophysectomised hens. *British Poultry Science*, 35: 153-156.
- Namra M. M. M., Abdel Wahed H. M. and Fayek H. M. 2009. Evaluation of different sources of dietary zinc supplementation for Japanese quail: 2-Laying performance. *Egypt Poultry Science*, 29: 127-143.
- Park K. W., Rhee A. R., Um J. S. and Paik I. K. 2009. Effect of dietary available phosphorus and organic acids on the performance and egg quality of laying hens. *Journal of Applied Poultry Research*, 3: 598-604.
- Peterson C. F. 1995. Factors influencing eggshell quality. *Worlds Poultry Science*, 21: 118-138.
- Pizzolante C., Kakimoto, S. K., Saldanha E. S. P. B., Lagana C., Souza, H. B. A. and Moraes J. E. 2011. Limestone and oyster shell for brown layers in their second egg production cycle. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, 2: 103-111.
- Ragaa N. M. and Korany R. M. S. 2016. Studying the effect of formic acid and potassium diformate on performance, immunity and gut health of broiler chickens. *Animal Nutrition*, 4: 296-302.
- Roberts J. R. 2004. Factors affecting egg internal quality and egg shell quality in laying hens. *The Journal of Poultry Science*, 3: 161-177.
- SAS Institute. 2003. SAS Users Guide. Version 9.1. SAS Institute. Cary, North Carolina.
- Sengor E., Yardimci M., Cetingul S., Bayram I., Sahin H. and Dogan I. 2007. Effects of short chain fatty acid (SCFA) supplementation on performance and egg characteristics of old breeder hens. *South African Journal of Animal Science*, 3: 158-163.
- Seo H., Cho Y., Kim T., Shin H. and Kwun I. 2010. Zinc may increase bone formation through stimulating cell proliferation, alkaline phosphatase activity and collagen synthesis in osteoblast MC3T3- E1 cells. *Nutrition Research and Practice*, 4: 356-361.
- Smith M. O. 2003. Effects of different levels of zinc on the performance and immunocompetence of broilers under heat stress. *Poultry Science*, 10: 1580-1588.
- Soltan M. A. 2008. Effect of dietary organic acid supplementation on egg production, egg quality and some blood serum parameters in laying hens. *International Journal of Poultry Science*, 6: 613-621.
- Swiatkiewicz S., Koreleski J. and Arczewska A. 2010. Laying performance and eggshell quality in laying hens fed diets supplemented with prebiotics and organic acids. *Czech Journal of Animal Science*, 7: 294-304.
- Yesilbag D. and Colpan I. 2006. Effects of organic acid supplemented diets on growth performance, egg production and quality and on serum parameters in laying hens. *Revue de médecine vétérinaire*, 5: 280-284.
- Zofkova I., Nemcikova P. and Matucha P. 2013. Trace elements and bone health. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine*, 51: 1555-1561.





Research paper

**Effect of organic and mineral zinc and butyric acid on performance and egg shell quality traits in different breeding periods**

**H. Yaghoobi Taskooh<sup>1</sup>, M. Shams shargh<sup>2\*</sup>, T. Ghoorchi<sup>3</sup>, S. Hassani<sup>4</sup>**

1. MSc. Student of Animal and Poultry Nutrition, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Gorgan, Iran

2. Associate Professor of Animal and Poultry Nutrition Group, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Gorgan, Iran

3. Professor of Animal and Poultry Nutrition Group, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Gorgan, Iran

4. Professor of Genetics and Animal Breeding Group, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Gorgan, Iran

(Received: 19-07-2018 – Accepted: 14-12-2018)

**Abstract**

The present study was carried out to investigate the effects of different forms of zinc (no zinc, ZnO and Zn-Met) and butyric acid on internal egg quality traits and performance in Hy-Line W36 strain laying hens using 144 chickens from 74 to 83 weeks of age in the second phase of laying. A complete randomized block design with 3 × 2 factorial arrangement with six treatments, six replicates and four layers per replicate for nine weeks was used. Performance parameters were measured daily and quality traits were measured in three periods of age. The results of the experiment showed that the main effects of organic acid and three forms of zinc on egg production, defective eggs, egg weight, egg mass, feed conversion ratio and daily feed intake were not significant during the whole experiment. During the period of 74 to 77 weeks, feed conversion ratio for the treatment containing mineral zinc and organic acid was higher than other treatments ( $P < 0.05$ ) except for treatment containing organic zinc without organic acid. During whole period, shell thickness was higher in treatments containing organic zinc and acid treatments containing mineral zinc without organic acid ( $P < 0.05$ ). Crude ash content in treatments containing mineral as well as in the treatment without organic acid was higher than other treatments during the whole period ( $P < 0.05$ ). Based on the findings of this study, it can be concluded that the use of organic acid and zinc resulted in higher shell eggs thickness.

**Keywords:** Butyric acid, Organic and mineral zinc, Performance, Shell quality traits, Layer hen

\*Corresponding author: m\_shams196@yahoo.com