Shahid Bahonar University of Kerman
Agricultural Biotechnology Journal
Iranian Biotechnology Society
Print ISSN: 2228-6705 Online ISSN: 2228-6500

The effect of different levels of zinc hydroxide and zinc glycine on performance, blood and immune parameters, liver enzymes and expression of interleukin 6 and gamma interferon genes in broiler chickens

Shahram Nessabian

Ph.D. Student, Department of Animal Science, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. E-mail address: shahramnessabian@yahoo.com

Abolfazl Zarei

*Corresponding author. Professor, Department of Animal Science, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran. E-mail address: a-zarei@kiau.ac.ir

Mohammad Chamani

Professor, Department of Animal Science, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. E-mail address: m.chamani@srbiau.ac.ir

Ali-Asghar Sadeghi

Associate Professor, Department of Animal Science, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. E-mail address: a.sadeghi@srbiau.ac.ir

Alireza Seidavi

Professor, Department of Animal Science, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran. E-mail address: alirezaseidavi@iaurasht.ac.ir

Abstract

Objective

This study was conducted to investigate the effects of zinc hydroxide and zinc glycine and their mixtures on performance, blood and immune parameters, liver enzymes and expression of *interleukin-6* and *interferon gamma genes* in broiler chickens.

Materials and methods

Birds fed on a Corn-Soybean based diet. The study was conducted in a completely randomized design with a 3×3 factorial arrangement with nine treatments and four replications, each replication containing 15 birds. (540 Ross 308 male broiler chickens). The experimental diets

included the control diet (without zinc hydroxide and zinc glycine) and the levels of 50 and 100 mg / kg zinc hydroxide and zinc glycine.

Results

The results showed that the use of mixture of zinc hydroxide and zinc glycine increased feed intake and weight at the end of broiler chickens breeding ($P<0.05$). Among the experimental groups, 100 zinc hydroxide (mg/kg of feed) had a better effect on the blood and immune parameters ($P<0.05$). The use of zinc hydroxide and zinc glycine in the diet of broiler chickens had significant effect on liver enzyme ($P<0.05$). The different levels of zinc hydroxide and zinc glycine decreased the expression of interleukin-6 and increased gamma interferon liver genes.

Conclusions

In general, it can be stated that the ration containing 100 mg/kg of feed zinc hydroxide had the most effect on performance, blood and immune parameters and 100 mg/kg of feed zinc hydroxide and zinc glycine had the highest expression of liver genes in broiler chickens.

Keywords: broiler, gene expression, performance, zinc

Paper Type: Research Paper.

Citation: Nessabian S, Zarei A, Chamani M, Sadeghi AA, Seidavi AR (2023) The effect of different levels of zinc hydroxide and zinc glycine on performance, blood and immune parameters, liver enzymes and expression of interleukin 6 and gamma interferon genes in broiler chickens. Agricultural Biotechnology Journal 15 (3), 221-250.

Agricultural Biotechnology Journal 15 (3), 221-250. DOI: 10.22103/jab.2023.21937.1499

Received: July 3, 2023. Received in revised form: August 21, 2023.

Accepted: August 22, 2023. Published online: September 30, 2023.

Publisher: Faculty of Agriculture and Technology Institute of Plant Production, Shahid Bahonar University of Kerman-Iranian Biotechnology Society.

© the authors

مجله بیوتکنولوژی کشاورزی
شاپا چاپی: ۶۷۰۵-۲۲۲۸ شاپا الکترونیکی: ۶۵۰۰-۲۲۲۸

اثر سطوح مختلف هیدروکسید روی و روی گلایسین بر عملکرد، فراسنجه‌های خونی و ایمنی، آنزیم‌های کبدی و بیان ژن‌های اینترلوکین ٦ و گاما‌اینترفرون در جوجه‌های گوشتی

شهرام نصابیان

دانشجوی دکتری، گروه علوم دامی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. رایانامه: shahramnessabian@yahoo.com

ابوالفضل زارعی

*نویسنده مسئول: استاد، گروه علوم دامی، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران. رایانامه: a-zarei@kiau.ac.ir

محمد چمنی

استاد، گروه علوم دامی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. رایانامه: m.chamani@srbiau.ac.ir

علی اصغر صادقی

دانشیار، گروه علوم دامی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. رایانامه: a.sadeghi@srbiau.ac.ir

علیرضا صیداوی

استاد، گروه علوم دامی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران. رایانامه: alirezaseidavi@iaurasht.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۴/۱۲ تاریخ دریافت فایل اصلاح شده نهایی: ۱۴۰۲/۰۵/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۵/۳۱

چکیده

هدف: مطالعه حا ضر به منظور برر سی تاثیر سطوح مختلف هیدروکسید روی و روی گلایسین بر عملکرد، فرا سنجه‌های خونی و ایمنی، آنزیم‌های کبدی و بیان ژن‌های اینترلوکین -۶ و گاما اینترفرون در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره بر پایه ذرت-سویا انجام شد.

مواد و روش‌ها: از طرح کاملا تصادفی در قالب آزمایش فاکتوریل ۳ × ۳ با ۹ تیمار و ۴ تکرار در هر تیمار استفاده شد که هر تکرار شامل ۱۵ قطعه جوجه گوشتی بود (مجموعاً ۵۴۰ جوجه گوشتی نر سویه راس ۳۰۸). جیره‌های مورد مطالعه شامل جیره شاهد (صفر میلی‌گرم در کیلوگرم خوراک) و سطوح ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم خوراک از هیدروکسید روی و روی گلایسین بود.

اطلاعات به دست آمده با نرم‌افزار آماری SPSS تجزیه و تحلیل شد و مقایسه میانگین‌ها به روش توکی انجام گرفت. سطح معنی داری ۵ درصد مورد استفاده قرار گرفت.

نتایج: استفاده از هیدروکسید روی و روی گلایسین باعث افزایش مصرف خوراک و وزن در پایان دوره پرورش شد (P<۰/۰۵). در بین گروه‌های آزمایشی، ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خوراک هیدروکسید روی تاثیر بهتری بر پارامترهای خونی و ایمنی داشت (P<۰/۰۵). استفاده از هیدروکسید روی و روی گلایسین در جیره جوجه‌های گوشتی اثر معنی‌داری بر آنزیم‌های کبدی داشت (P<۰/۰۵). سطوح مختلف هیدروکسید روی و روی گلایسین باعث کاهش بیان ژن اینترلوکین ۶ و افزایش اینترفرون گاما شد.

نتیجه‌گیری: بطور کلی می‌توان بیان کرد که جیره حاوی ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم هیدروکسید روی بیشترین تاثیر را بر بهبود عملکرد، فرا سنجه‌های خونی و ایمنی دا شته ا ست. همچنین تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم هیدروک سید روی و روی گلای سین، تاثیر مناسب بر بیان ژن‌های اینترلوکین ۶ و اینترفرون گاما داشته است.

کلیدواژه‌ها: بیان ژن، جوجه‌های گوشتی، روی، عملکرد.

نوع مقاله: پژوهشی.

استناد: نصابیان شهرام، زارعی ابوالفضل، چمنی محمد، صادقی علی اصغر، صیداوی علیرضا (۱۴۰۲) اثر سطوح مختلف هیدروکسید روی و روی گلایسین بر عملکرد، فراسنجه‌های خونی و ایمنی، آنزیم‌های کبدی و بیان ژن‌های اینترلوکین ۶ و گمااینترفرون در جوجه‌های گوشتی. مجله بیوتکنولوژی کشاورزی، ۱۵(۳)، ۲۲۱-۲۵۰.

Publisher: Faculty of Agriculture and Technology Institute of Plant Production, Shahid Bahonar University of Kerman-Iranian Biotechnology Society.

© the authors

مقدمه

پرورش طیور در ایران و توزیع آن در این کشور سابقه بسیار قدیمی دارد. ایران از قرن پنجم پیش از میلاد تا تقریباً قرن هفتم میلادی امپراتوری بزرگی بود و از هند (دهلی) تا دریای سیاه و مدیترانه امتداد داشت. در آن زمان و بعد از آن، در قرون وسطی، ایران در محل تلاقی راه های حمل و نقل فرآورده هایی مانند طیور از شرق به غرب چه از طریق زمین و چه از طریق دریا قرار داشت. جنگ های بسیاری در اطراف ایران و کشورهای همسایه در این دوره ها نیز توسعه و گسترش جمعیت طیور را تسهیل کرد. کاوش های باستان‌شناسی وجود مرغ در ایران در دوران باستان را تایید کرده است (Mohammadabadi et al. 2010). بر اساس تحقیقات انجام شده، استخوان های یافت شده در ایران در سه منطقه یافت شده است: دو اکتشاف در تپه یحیی (جنوب شرقی ایران) به ترتیب مربوط به ۳۸۰۰ تا ۳۹۰۰ سال قبل از میلاد و ۱۰۰۰ سال قبل از میلاد و دیگری در تخت سلیمان (شمال غربی ایران)

متعلق به ۱۰۰۰ سال قبل از میلاد (Mohammadifar et al. 2014; Mohammadifar & Mohammadabadi 2017). از سوی دیگر، مرغ در تامین منبع اصلی پروتئین با کیفیت بالا (تولید گوشت و تخم مرغ) برای انسان و همچنین به عنوان حیوان نمونه در مطالعات ژنومی اهمیت دارد (Shahdadnejad et al. 2016; Khabiri et al. 2023). هر ساله میلیاردها جوجه برای تامین نیاز دائمی پروتئین حیوانی پرورش می‌یابد (Mohammadifar & Mohammadabadi 2018). نیازهای مناسب و به روز برای مواد مغذی مورد احتیاج طیور یک فرایند پیوسته‌ای است که برای بهبود عملکرد، تنوع در قابلیت در دسترس بودن مواد مغذی، تداخل بین مواد مغذی برای جذب و متابولیسم و بالاخره دستیابی به طرح‌های تولیدی خاص انجام می‌پذیرد. عنصر روی یک ماده معدنی کم مصرف حیاتی برای رشد و نمو طبیعی طیور نیاز می‌باشد.

روی به عنوان یکی از عناصری که بر فرایندهای متابولیکی سلول‌ها تاثیر داشته وبه عنوان کوفاکتور در عملکرد بیش از ۳۰۰ آنزیم نقش کاتالیکی داشته و نقش حیاتی در تعداد زیادی از فرآیندهای بیولوژیکی را ایفا می‌کند. آنزیم‌هایی که در سوخت و ساز کربوهیدراتها، پروتیین و ا سیدهای نوکلییک و لیپیدها م شارکت دارند، حاوی عن صر روی می‌با شند. روی برای ر شد سلولی، تق سیم سلولی، تو سعه ا سکلت بدن و سی ستم ایمنی ضروری ا ست (Eskandari et al. 2021). کمبود روی در جیره غذایی می‌تواند باعث بروز م شکلاتی از جمله متوقف شدن تق سیم سلولی گردد (Neville. 2021). در حیوانات محروم از عن صر روی، تراکم ویتامین E و A در کبد و پلاسما کاهش می‌یابد که علت آن را می‌توان در نقش روی در جذب چربی‌ها جستجو کرد. همچنین فسفولیپاز[1] A2 موجود در تر شحات پانکرا سی، وابسته به عنصر روی می‌با شد. اهمیت این آنزیم در شکل گیری و جذب کیلومیکرون‌ها می‌باشد (Noh et al. 2001).

کاهش شدید عن صر روی در جیره باعث کاهش ا شتها و م صرف کمتر غذا در موش‌های صحرایی می‌گردد (Salim et al. 2008). افزایش بیان ژن برای هورمون کوله سیستوکینین[2] در صورت کاهش عنصر روی بوجود می‌آید. هورمون کوله سی ستوکینین هورمون تنظیم‌کننده ا شتها می‌با شد (Cousin. 2002). محققان دیگر (Sundergard et al. 2006; Beattie et al. 2008) نیز کمبود روی را عاملی برای کاهش اشتها می‌دانند. در صورت کمبود روی، میزان ترشح آنزیم‌های مهم در سوخت و ساز کربوهیدرات‌ها کاهش می‌یابد. روی از طریق اثر بر تولید و ترشح هورمون‌های رشد و آنزیم‌های مرتبط با تنظیم تکثیر سلولی در رشد بدن تاثیر گذار است. کمبود روی در حیوانات علاوه بر کاهش مصرف خوراک، سبب کاهش رشد، کاهش آزادسازی هورمون ر شد و کاهش تولید فاکتور ر شد شبه انسولینی نوع ۱ [3] از کبد می‌شود (Azimi et al. 2020). یکی دیگر از وظایف عنصر روی محافظت کردن از سلول‌ها می‌با شد. کمبود عن صر روی افزایش ح سا سیت‌پذیری سلول‌های اندوتلیال[4] در ا سترهای واب سته به اکسیدان را باعث می‌گردد (Beattie et al. 2004). کمبود روی در جیره باعث کاهش رشد و تخم درآوری (Park et al.

[1]. Phospholipase
[2]. Cholecystokinine
[3]. Insuline-like growth factors1(IGF-1)
[4]. Endothelial cells

Agricultural Biotechnology Journal; Print ISSN: 2228-6705, Electronic ISSN: 2228-6500

2004) و کاهش کیفیت لاشه می‌شود (Le et al. 2004). روی در تحریک و توسعه سیستم ایمنی زمانی عملکرد خوبی دارد که به میزان کافی منابع روی قابل دسترس باشد که حاصل آن سلامتی و کاهش مرگ و میر می‌باشد (Zakaria. 2017).

ا ستفاده بیش از حد روی در جیره مرغان گو شتی ممکن ا ست باعث آلودگی تو سط روی دفع شده از طریق مدفوع گردد. میزان روی در مدفوع رابطه مستقیم با افزایش غلظت روی در جیره غذایی طیور گوشتی و تخمگذار دارد (Zhang et al. 2018). به عنوان دومین عنصر کمیاب در بدن حیوانات، تنظیم روی جیره برای جبران کمبود آن در بدن مهم می‌باشد. بهترین روش رفع کمبود روی، افزودن آن به صورت مکمل در جیره غذایی است. بنابراین مکمل سازی عنصر روی برای طیور گوشتی می‌تواند نقش مهمی در فراهم کردن احتیاجات حیوان دا شته با شد. در گذ شته نمک‌های معدنی مانند سولفات روی و اکسید روی در جیره طیور برای تامین احتیاجات عنصر روی استفاده می‌گردید. پیوندهای یونی در نمک‌های معدنی خیلی ضعیف می‌باشند و این امکان را می‌دهد که یون‌های فلزی (برای مثال روی) به طور کامل از مولکول سولفات یا اکسید جدا شده و در برخورد با آب، مولکولهای جدا شده مثلا یون روی می‌توانند با تعداد زیادی از ترکیبات جیره مانند برخی از مواد معدنی، ویتامین‌ها، آنزیم‌ها و یا مولکول‌های فیتات باند شده و نه تنها جذب روی را مختل می‌کند بلکه جذب سایر مواد معدنی و مواد مغذی را با مشکل روبرو می‌نماید.

سولفات روی در آب بسیار محلول است که منجر به شکستن ویتامین‌ها، اکسیداسیون چربی‌ها و اثر متقابل با دیگر ترکیبات غذایی می‌گردد، درحالیکه اکسید روی کمتر فعال می‌باشد ولی فراهمی زیستی[5] کمتری برای طیور نسبت به سولفات روی دارد. از این رو ا ستفاده از یک ترکیب سولفات روی و اکسید روی در جیره جوجه‌های گو شتی به طور معمول در صنعت مرغداری وجود دارد. این ترکیب فراهمی زیستی روی را افزایش داده و باعث کاهش اثرات منفی مقدار زیاد سولفات در جیره می‌گردد. هیدراید کلراید روی شکل دیگری از منابع معدنی روی می‌باشد که با پیوندهای کووالان بین اتم روی، گروههای هیدروکسی و یون‌های کلراید پیوند شیمیایی قویتری ن سبت به سایر ا شکال یونی (سولفات و اک سید) ایجاد می‌کند. نتیجه این ساختار باعث می‌شود که هیدرو کلراید روی قابلیت حل کمتری نسبت به سایر اشکال یونی داشته باشد و بنابراین باعث کاهش احتمال واکنش‌های آنتاگونیستی در مواد غذایی و همچنین در د ستگاه گوارش می‌گردد (Nguyen et al. 2021). در میان منابع مختلف روی، منابع معدنی روی، فراهمی زیستی کمتری دارند و بنابراین تغذیه اشکال معدنی روی به علت سطح جذب کم در بدن و میزان دفع بالا از طریق مدفوع می‌تواند باعث آلودگی محیط گردد. منابع آلی روی دارای فراهمی زیستی بیشتری نسبت منابع معدنی روی بوده و تاثیر بیشتری بر رشد دارد (Eskandani et al. 2021). اشکال مورد استفاده عنصر روی در جیره بیشتر به صورت معدنی (اکسیدروی، سولفات روی، کربنات روی، کلراید روی) و آلی (لیزین روی و متیونین روی) می‌با شد. در منابع معدنی از هیدروکسید روی و در منابع آلی از گلایسین روی کمتر استفاده شده است و لذا در این تحقیق اثر هیدروکسید روی و گلایسین روی بر عملکرد،

[5]. Availability

فراسنجه‌های خونی و ایمنی، آنزیم‌های کبدی و همچنین بیان ژن‌های اینترلوکین ۶ و گاما اینترفرون در جوجه‌های گوشتی مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

مدیریت پرورش جیره‌ها: این پژوهش در تابستان ۱۳۹۹ در مزرعه پرورش جوجه گوشتی رجبی واقع در آستانه اشرفیه، جاده کیاشهر با استفاده از تعداد ۵۴۰ قطعه جوجه نر گوشتی یک روزه سویه راس ۳۰۸، در قالب یک طرح کاملا تصادفی به روش فاکتوریل ۳×۳ در ۹ تیمار و هر تیمار شامل ۴ تکرار و هر تکرار شامل ۱۵ جوجه تقسیم شدند (جمعاً ۳۶ واحدآزمایشی). هر تکرار در پن‌های‌های مجزا که دارای آبخوری خودکار و دانخوری دستی بود نگهداری شدند. شرایط آزمایش مانند دما، نور، رطوبت، تهویه و واکسیناسیون در همه تیمارها مشابه و طبق استاندارد راهنمای پرورش سویه راس ۳۰۸ بوده است.

تیمارها و جیره‌های آزمایشی: سه سطح هیدروکسید روی به عنوان منبع معدنی عنصر روی (صفر، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره) و ۳ سطح روی گلایسین به عنوان منبع آلی عنصر روی (صفر،۵۰ و ۱۰۰میلی‌گرم در کیلوگرم جیره) استفاده گردید. مکمل روی گلایسین با خلوص ۱۷٪ و هیدروکسیدروی با خلوص ۵۵ ٪ از شرکت ORFFA کشور هلند تهیه شد. در تنظیم جیره‌های آزمایشی، میزان خلوص مکمل درنظر گرفته شد. تمامی جیره‌های آزمایشی از لحاظ انرژی و پروتئین مشابه بوده و طبق توصیه راس ۳۰۸ (کاتالوگ ۲۰۱۹)[6] جداول نیاز غذایی جوجه‌های گوشتی سویه تنظیم گردیدند. این آزمایش ۴۲ روز به طول انجامید و در طی این مدت ۳ جیره غذایی از یک تا ۱۰ روزگی، ۱۱ تا ۲۴ روزگی و ۲۵ تا ۴۲ روزگی مورد استفاده قرار گرفت (جدول ۱). تیمارها به شرح ذیل بودند.

تیمار ۱: جیره شاهد: هیدروکسید روی (۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خوراک) + روی گلایسین (۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خوراک)

تیمار ۲: جیره شاهد + هیدروکسید روی (۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خوراک) + روی گلایسین (۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خوراک)

تیمار ۳: جیره شاهد + هیدروکسید روی (۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خوراک) + روی گلایسین (۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خوراک)

تیمار ۴: جیره شاهد + هیدروکسید روی (۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خوراک) + روی گلایسین (۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خوراک)

تیمار ۵: جیره شاهد + هیدروکسید روی (۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خوراک) + روی گلایسین (۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خوراک)

تیمار ۶: جیره شاهد + هیدروکسید روی (۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خوراک) + روی‌گلایسین (۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خوراک)

تیمار ۷: جیره شاهد + هیدروکسید روی (۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خوراک) + روی گلایسین (۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خوراک)

تیمار ۸: جیره شاهد + هیدروکسید روی (۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خوراک) + روی گلایسین (۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خوراک)

تیمار ۹: جیره شاهد + هیدروکسید روی (۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خوراک) + روی گلایسین (۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خوراک)

[6]. Ross Nutrition Specification(2019)

جدول ۱. ترکیب اجزای خوراکی و مواد مغذی مربوط به جیره‌های پایه آغازین، رشد و پایانی

Table 1. Ingredients and chemical analysis of basal starter, grower and finisher diets fed to broilers

پایانی (۴۲-۲۵ روزگی) Finisher (25-42 days of age)	رشد (۲۴-۱۱ روزگی) Grower (11-24 days of age)	آغازین (۱۰-۱ روزگی) Starter (1-10 days of age)	Ingredients (%)	ترکیبات (درصد)
65.330	59.950	58.770	Corn	ذرت
28.310	33.620	36.620	Soybean Meal	کنجاله سویا
20810	2.960	1.440	Soybean oil	روغن سویا
1.560	1.500	1.740	Di-Calcium-Phosphate	دی کلسیم فسفات
1.150	1.110	1.340	CaCO3	کربنات کلسیم
0.020	0.020	0.200	NaCl	نمک
0.025	0.025	0.025	Vitamin Premix[a]	مکمل ویتامینی و معدنی
0.025	0.025	0.025	Mineral Premix[b]	مکمل معدنی
0.020	-	0.015	L-Lysine	ال لیزین
0.014	0.016	0.024	DL-Methionine	دی ال متیونین
			Nutrient Analysis	آنالیز مواد مغذی
3200	3100	3000	Metabolizable energy (kcal/kg)	انرژی متابولیسمی (کیلوکالری/کیلوگرم)
18.028	20.160	21.01	Crude protein (%)	پروتئین خام (درصد)(%)
0.093	1.006	1.021	Lysine (%)	لیزین (درصد) (%)
0.073	0.080	0.090	Methionine + Cysteine (%)	متیونین + سیستئین (درصد) (%)
0.042	0.047	0.056	Metionine (%)	متیونین (درصد) (%)
0.067	0.075	0.078	Threonine (%)	تره‌اونین (درصد) (%)
0.043	0.043	0.048	Available Phosphorus (%)	فسفر قابل دسترس (درصد) (%)
0.087	0.086	1.000	Calcium (%)	کلسیم (درصد) (%)

a.Vitamin A: 3,600,000 IU/kg; Vitamin D3: : 800,000 IU/kg; Vitamin E: 7,200 IU/kg; Vitamin K3: 800 mg/kg; Vitamin B1: 720 mg/kg; Vitamin B2: 2,640 mg/kg; Vitamin B3 (Calcium Pantothenate): 4,000 mg/kg; Vitamin B5 (Niacin): 12,000 mg/kg; Vitamin B6: 1,200 mg/kg; Vitamin B9 (Folic acid): 400 mg/kg; Vitamin B12: 6 mg/kg; Vitamin H2 (Biotin): 40 mg/kg; Choline: 100,000 mg/kg.

b.Mn:120 mg/kg; Fe:20mg /kg; Cu: 16mg/kg; I: 1.25mg/kg; Se:0.3mg/kg; Zn:0mg/kg.

فاکتورهای مورد مطالعه: افزایش وزن بدن، خوراک مصـرفی و ضـریب تبدیل غذایی از یک تا ۱۰ روزگی، ۱۱ تا ۲۴ روزگی و ۲۵ تا ۴۲ روزگی و شاخص اروپایی در پایان دوره اندازه گیری شدند. غذای هر واحد آزمایشی پس از محاسبه در اختیار پرنده‌ها قرار داده و در پایان هر دوره، پس از کسر مقدار غذای مصرف‌نشده از آن، مقدار غذای مصرفی بدست آورده شد. در پایان دوره پرورش از هر تکرار ۲ قطعه جوجه جدا شد و از ورید بال ۲ میلی‌لیتر خون‌گیری به عمل آمد. نمونه‌های خون به درون لوله‌های دارای ماده ضدانعقاد ریخته شده و بلافاصله به آزمایشگاه منتقل و پلاسمای آن‌ها با استفاده از دستگاه سانتریفوژ با ۶۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۵ دقیقه جدا شده و نمونه‌های پلاسما تا زمان اندازه‌گیری گلوکز، کلسترول و تری‌گلیسرید در دمای منفی ۲۰ درجه سلسیوس نگهداری شدند. و سپس با استفاده از کیت‌های پارس آزمون و با دستگاه اتوآنالایزربیوشیمیایی R1000 ساخت کشور آمریکا گلوکز، کلسترول و تری‌گلیسرید اندازه‌گیری شد. جهت اندازه‌گیری فراسنجه‌های ایمنی، واکسن نیوکاسل در ۱۳ روزگی تزریق و در دو نوبت (۲۳ و ۴۲ روزگی) از ورید بال ۲ میلی‌لیتر خون‌گیری به عمل آورده شـد و پاسـخ‌های ایمنی به روش هِم‌آگلوتیناسیون[۷] اندازه‌گیری شد. همچنین در پایان دوره، ۲ جوجه از هر تکرار و مجموعاً از ۷۲ نمونه خون‌گیری شده و شمارش سلول‌های سفید انجام پذیرفت و درصدهای هتروفیل، لنفوسیت، مونوسیت و ائوزینوفیل و نسبت هتروفیل به لنفوسیت نیز به دست آمد. در پایان ۴۲ روزگی جهت اندازه‌گیری فعالیت‌های آنزیمی، از هر تکرار ۲ قطعه جوجه جدا و از ورید بال ۲ میلی‌لیتر خون‌گیری به عمل آمد. نمونه‌های خون به درون لوله‌های دارای ماده ضدانعقاد ریخته‌شده و بلافاصله به آزمایشگاه منتقل و پلاسمای آن‌ها با استفاده از دستگاه سانتریفوژ با ۶۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۵ دقیقه جدا شده و نمونه‌های پلاسما تا زمان اندازه‌گیری آنزیم‌ها در دمای منفی ۲۰ درجه سلسیوس نگهداری شدند. در پایان ۴۲ روزگی جهت اندازه‌گیری فعالیتهای آنزیمی، از هر لانه ۲ قطعه جوجه جدا و خونگیری به عمل آمد. برای اندازه‌گیری آنزیمهای ALT[۸]، AST[۹]، ALP[۱۰] و از کیتهای پارس آزمون و با دسـتگاه اتو آنالایزر بیوشیمیایی R1000 ساخت کشور آمریکا و برای اندازه‌گیری استفاده گردید.

برای تهیه نمونه‌های مربوط به بیان ژنهای اینترلوکین ۶ و گاما اینترفرون در پایان دوره از کبد ۳۶ جوجه (از هر تکرار یک جوجه) نمونه کبدی برداشت شد. جداسازی RNA از بافت کبد با کمک کیت استخراج RNA تولیدی شرکت سیناکلون صورت گرفت. تمامی مراحل کار در شرایط استریل و زیر هود انجام شد. فیلترهای مورد استفاده دارای غشا سیلیکونی بودند که طی انجام روند جداسازی در حضور بافرها، RNA به این غشا چسبیده و در پایان به وسیله آب مقطر بدون RNA شسته، جمع‌آوری و در دمای ۸۰- درجه سانتیگراد قرار داده شده و سپس برای ساخت cDNA به کار برده شد. ساخت cDNA با استفاده از کیت سیناکلون (cat.No:RT5201) صورت گرفت. تعیین کمیت نسبی RT-PCR با استفاده از دستگاه LightCycler® 96 Instrument انجام گرفت. توالی استفاده شده برای بیان ژن اینترلوکین-۶ برای آغازگر رفت

[7]. Hemagglutination inhibition
[8]. Alanine transaminase
[9]. Aspartat transaminase
[10]. Alkaninephopspatase

CAGGACGAGATGTGCAAGAA و برای آغازگر برگشت TAGCACAGAGACTCGACGTT و برای بیان ژن گاما ا ینتر فرون برای آغاز گر رفت GCCGCACATCAAACACATATCT و برای آغاز گر برگشت TGAGACTGGCTCCTTTTTCCTT بود. توالی ژن مرجع GAPDH برای آغازگر رفت GGCACGCCATCACTATC و برای آغازگر برگشت CCTGCATCTGCCCATTT بود. واسرشتگی اولیه در دمای ۹۵ درجه سانتیگراد به مدت ۱۲۰ ثانیه، واسرشتگی در دمای ۹۴ درجه سانتیگراد به مدت ۳۰ ثانیه، اتصال در دمای ۵۹ درجه سانتیگراد به مدت ۳۰ ثانیه و امتداد در دمای ۷۲ درجه سانتیگراد به مدت ۳۰ ثانیه انجام شد. علاوه بر نمونه کبدی در پایان دوره از تعداد ۳۶ جوجه (از هر تکرار یک نمونه) ۳ میلی‌لیتر خون‌گیری به عمل آمده و نمونه‌های خون در داخل لوله‌های حاوی ماده ضد انعقاد برای تعیین بیان ژن به آزمایشگاه انتقال داده شد تا هر کدام از نمونه‌های خونی و یا بافتی که جواب مناسب برای بیان ژن دادند، استفاده گردد (نمونه بافت‌های کبدی پاسخ مناسب‌تری نسبت به نمونه‌های خونی داشتند).

تجزیه و تحلیل آماری: این پژوهش در قالب یک طرح کاملاً تصادفی به روش فاکتوریل ۳×۳ انجام شد و مدل آماری آن به صورت $Y_{ijK} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + e_{ijk}$ بود. اطلاعات به دست آمده با نرم‌افزار آماری SPSS تجزیه و تحلیل شد و مقایسه میانگین‌ها به روش توکی انجام گرفت. سطح معنی‌داری ۵ درصد مورد استفاده قرار گرفت.

Y_{ijk} = مقدار مشاهده

μ = میانگین جامعه

A_i = اثر هیدروکسید روی در جیره (۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم)

B_j = اثر روی گلایسین در جیره (۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم)

AB_{ij} = اثر متقابل سطوح مختلف هیدروکسید روی + روی–گلایسین

e_{ijk} = اثر خطای آزمایش

نتایج و بحث

عملکرد: اثر سطوح مختلف هیدروکسید روی بر افزایش وزن دردوره آغازین و پایانی، مصرف خوراک و ضریب تبدیل در آغازین، رشد و پایانی و وزن در پایان دوره معنی‌دار شد ($P<۰/۰۵$). بیشترین و کمترین مقدار به‌ترتیب متعلق به ۱۰۰ و صفر میلی‌گرم در کیلوگرم بود. اثر سطوح روی گلایسین در دوره آغازین و رشد، مصرف خوراک و ضریب تبدیل در تمام دوره‌ها معنی‌دار شد ($P<۰/۰۵$). بیشترین و کمترین مقدار به‌ترتیب تعلق به ۱۰۰ و صفر میلی‌گرم در کیلوگرم داشت. افزودن عنصر روی به شکل روی گلایسین به میزان ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم باعث افزایش وزن و خوراک مصرفی جوجه‌های گوشتی در کل دوره گردید و

همچنین ضریب تبدیل نیز با افزودن ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم روی گلایسین افزایش یافته است. در جیره‌های مختلف مکمل شده با سطوح صفر–۵۰–۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم هیدروکسیدروی و روی گلایسین، تیمار روی گلایسین به میزان ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم و بدون هیدروکسیدروی باعث افزایش وزن، ضریب تبدیل و خوراک مصرفی جوجه‌های گوشتی در کل دوره گردیده است (جداول ۲ و ۳).

افزایش وزن بدن: نتایج حا صل از این آزمایش ن شان داد که منبع آلی عن صر روی باعث افزایش وزن بدن ن سبت به منبع معدنی گردید. کمبود عنصـــر روی باعث کاهش در ســـرعت رشـــد حیوان میگردد. همچنین باعث کاهش در عملکرد گیرنده هورمون رشد و پروتئین متصل به آن می‌شود. کمبود روی باعث لطمه زدن به بیوسنتز اسید نوکلئیک و مصرف اسید آمینه یا سنتز پروتئین می‌گردد (O`Dell 1981) عن صر روی با شرکت در ساختار آنزیم‌ها مانند آمینوپپتیداز و همچنین به عنوان کوفاکتور، در متابولیســـم پروتئین‌ها، نقش بســـزایی دارد (Gropper et al. 2009). در مطالعه‌ای Tonaszewska et al. (2017) اعلام کردند که روی گلایســین باعث افزایش غلظت فاکتور رشـد شـبه انسـولین در خون می‌شـود. نتایج بدسـت آمده در این تحقیق با مشاهدات Smith & Hunt (2004)، Bartlett & Smith (2003)، Huang et al. (2007)، Feng et al. (2010)، El-Husseini et al.(2012)، Kwiecien et al. (2016)، Tomaszewka et al.(2017)، Ibrahim et al. (2017)، Abd El-Hack et al. (2017)، Olukosi et al. (2018) و Dukare et al. (2018) مطابقت داشـت، ولی با مشـاهدات Kim & Patterson(۲۰۰۴)، Sunder et al. (2008)، Yogesh et al. (2013)، Badawi et al. (2017)، Zakaria et al. (2017) و Zhang et al. (2018) مطابقت نداشت. در پژوهشی Hosseini et al. (2017) در مقایسه بین تاثیر روی متیونین و روی گلایسین، افزایش وزن بدن در اثر م صرف روی متیونین ن سبت به روی گلایسین را اعلام نمودند. تفاوت در نتایج بدست آمده را می‌توان به دلیل مقدار استفاده شده از منبع عنصر روی دانست به طوری که در تحقیقات ذکر شده مقدار عنصر روی اسـتفاده شـده در جیره بیش از نیاز پرنده بوده اسـت. در مطالعه‌ای Hosseini et al. (2017) مقایسـه اثرات روی گلایسـین و سولفات روی را بر عملکرد جوجه‌های گوشتی بررسی نمودند و نتیجه گرفتند که شکل منبع آلی عنصر روی، عملکرد بهتری نسبت به فرم معدنی آن نشان نداد که با نتایج حاضر مغایرت دارد. علت این تفاوت را می‌توان در منبع عنصر روی و نژاد مورد آزمایش ذکر نمود. به طور کلی ا ستفاده از منابع آلی عن صر روی در مقای سه با منابع معدنی افزایش وزن در جوجه‌های گو شتی را سبب می شود (Ao et al. 2009).

مصرف خوراک: از زمانیکه نقش عنصر روی در تنظیم اشتها بیان گردید، مطالعات وسیعی انجام گرفته و نشان داده شد که کاهش حاد عن صر روی در جیره‌ها باعث کاهش م صرف غذا می شود (Salim. 2008) کاهش عن صر روی باعث افزایش بیان ژن برای کوله سی ستوکینین که هورمون تنظیم‌کننده ا شتها می‌با شد، می‌گردد (Cousins. 2002). همچنین کمبود عن صر روی اغلب باعث افزایش لپتین و کاهش پیرووات کیناز که بو سیله ان سولین تنظیم می شود، می‌گردد. تغییرات در غلظت نوروترانسمیترها

در مغز، در اثر محرومیت از عنصر روی گزارش شده است که می‌تواند به دنبال آن کاهش اشتها و کاهش مصرف خوراک را سبب گردد (Beattie et al. 2008) کاهش حاد عنصر روی سبب کاهش اشتها و عدم تامین کربوهیدارت‌ها، پروتئین‌ها و چربی‌ها می‌گردد. متابولیسم کربوهیدارت‌ها در شرایط کمبود عنصر روی به دلیل کم شدن بیان ژن mRNA وابسته به عنصر روی، کاهش می‌باشد (Sondergaard. 2006). قابلیت حل بالا و تداخل کمتر Zn کلیت شده با دیگر مواد مغذی طی جذب در لوله گوارش باعث بهبود قابلیت در دسترس بودن Zn می‌شود. به علاوه Zn نقش حیاتی در نگهداری از ساختار پروتیین‌ها دارد به طوریکه کمبود Zn می‌تواند بر متابولیسم پروتیین در حیوانات با رشد سریع تاثیرگذار باشد. همچنین کمبود Zn جیره باعث کاهش اشتها و بدنبال آن کاهش عملکرد رشد می‌شود (Eskandani et al. 2021). در این تحقیق تاثیر منبع عنصر روی در کل دوره بر خوراک مصرفی معنی‌دار بوده است و تیمارهایی که بیشترین سطح روی گلایسین را دا شته‌اند مصرف خوراک بیشتر و تیمارهایی که کمترین سطح روی گلایسین را استفاده کرده بودند مصرف خوراک کمتر شده است. (P<۰/۰۵). نتایج این آزمایش با مشاهدات Batal et al. (2001)، Bartlett & Smith (2003)، Huang et al. (2007)، Sunder et al. (2008) و Feng et al. (2010) مطابقت داشت، ولی با مشاهدات Jahanian et al. (2008)، (2008)، Yogesh et al. (2013)، Hosseini et al. (2017) و Zhang et al. (2018) مطابقت نداشت. تفاوت در نتایج بدست آمده به دلیل مقدار عنصر روی موجود در جیره پایه یا مقدار و نوع منبع روی می‌باشد. همچنین لیگاندهای جیره‌ای مانند فیتات که با عنصر روی تشکیل ترکیب غیرمحلول می‌دهد و مانع جذب روی می‌شود، همچنین مقدار بالای کلسیم جیره که باند شدن روی با فیتات را افزایش می‌دهد، در جذب عنصر روی دخالت دارد (Rossi et al. 2007). همچنین Azimi et al. (2019) عدم افزایش مصرف خوراک در اثر افزودن مکمل روی را وجود Zn باقیمانده از کیسه زرده با جذب آسانتر از لوله گوارشی می‌دانند که بخشی از نیاز دوره آغازین پرورش را رفع می‌نماید.

ضریب تبدیل غذایی: نتایج این آزمایش با مشاهدات این تحقیق Feng et al. (2010) و Badawi et al. (2017) مطابقت دارد. ولی با مشاهدات Batal et al. (2001)، Huang et al. (2007)، Sunder et al. (2008)، Yogesh et al. (2013)، Ivanisinova (2016) و Zhang et al. (2018) مغایرت دارد و همچنین Saleh et al (2018) اعلام نمودند که استفاده از منابع آلی روی باعث بهبود ضریب تبدیل می‌گردد. در این رابطه Hosseini et al. (2017) اثر روی متیونین را بر ضریب تبدیل بهتر از روی گلایسین گزارش نمودند. علت تفاوت را می‌توان بدین شکل بیان کرد که عوامل بسیاری بر زیست فراهمی این منابع دخالت دارند که می‌توان به نوع و ترکیب ماده آلی متصل شده به عنصر روی و همچنین واکنش‌های شیمیایی مربوط به هضم متصل شونده‌های آلی اشاره نمود (Gropper et al. 2009).

جدول ۲. مقایسه میانگین صفات عملکردی (افزایش وزن و مصرف خوراک) جوجه‌های تغذیه شده با سطوح مختلف روی _گلایسین و هیدروکسید روی

Table 2. Comparison of average functional traits (weight gain and feed intake) of chickens fed with different levels of zinc glycine and zinc hydroxide

مصرف خوراک (گرم / جوجه) Feed intake (gr/chick)			افزایش وزن (گرم / جوجه) Weight gain (gr/chick)				
۲۵-۴۲ (پایانی) 25-42 (Finisher)	۱۱-۲۴ (رشد) 11-24 (Grower)	۱-۱۰ (آغازین) 1-10 (Starter)	۲۵-۴۲ (پایانی) 25-42 (Finisher)	۱۱-۲۴ (رشد) 11-24 (Grower)	۱-۱۰ (آغازین) 1-10 (Starter)		
3110.50^{c}	1152.00^{c}	451.66^{c}	1771.00^{c}	780.25	312.00^{c}	0	هیدروکسید روی (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Zinc Hydroxide (mg/kg)
3131.66^{b}	1159.33^{b}	452.66^{b}	1781.00^{b}	781.91	316.50^{b}	50	
3222.83^{a}	1160.66^{a}	454.66^{a}	1789.41^{a}	779.91	322.16^{a}	100	
54.4001	4.22239	1.51186	10.25429	4.02009	4.92677	انحراف معیار میانگین (SEM) Standard Error of Means	
P<0.001	P<0.001	P<0.001	P<0.001	0.306	P<0.001	مقدار احتمال Pvalue	
3147.50^{b}	1156.33^{b}	452.66^{b}	1781.91	777.58^{b}	318.50^{a}	0	روی گلایسین (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Zinc Glycine (mg/kg)
3150.91^{ab}	1156.66^{b}	452.66^{b}	1778.50	781.41^{a}	316.75^{b}	50	
3169.58^{a}	1159.00^{a}	453.66^{a}	1781.00	783.08^{a}	315.41^{ab}	100	
54.4001	1.51186	1.51186	10.25429	4.02009	4.92677	انحراف معیار میانگین (SEM) Standard Error of Means	
0.053	P<0.001	0.002	0.484	P<0.001	0.01	مقدار احتمال Pvalue	
3103.50^{c}	1150.00	450.00	1765.50^{e}	775.50^{d}	311.50^{d}	تیمار ۱: هیدروکسید روی (۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) – روی گلایسین (۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) Treatment 1: Zinc Hydroxide (0 mg/kg) – Zinc Glycine (0 mg/kg)	
3113.5^{c}	1150.00	452.00	1775.50^{cd}	780.00^{abcd}	311.00^{d}	تیمار ۲: هیدروک سید روی (۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) – روی گلایسین (۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) Treatment 2: Zinc Hydroxide (50 mg/kg) – Zinc Glycine (0 mg/kg)	
3114.00^{c}	1156.00	453.00	1771.50^{de}	785.00^{a}	313.00^{cd}	تیمار ۳: هیدروکسید روی (۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) – روی گلای سین (۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) Treatment 3: Zinc Hydroxide (100 mg/kg) – Zinc Glycine (0 mg/kg)	

Agricultural Biotechnology Journal; Print ISSN: 2228-6705, Electronic ISSN: 2228-6500

ادامه جدول ۲.

Table 2. Continiued

تیمار ۴: هیدروکسید روی (۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) – روی گلایسین (۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) Treatment 4: Zinc Hydroxide (0 mg/kg) – Zinc Glycine (50 mg/kg)	320.00^{b}	778.50^{bcd}	1783.00^{bc}	453.00	1159.00	3116.00^{c}
تیمار ۵: هیدروک سید روی (۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) – روی گلایسین (۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) Treatment 5: Zinc Hydroxide (50 mg/kg) – Zinc Glycine (50 mg/kg)	314.50^{cd}	784.00^{ab}	1774.50^{d}	452.00	1159.00	3116.50^{c}
تیمار ۶: هیدروکسید روی (۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) – روی گلایسین (۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) Treatment 6: Zinc Hydroxide (100 mg/kg) – Zinc Glycine (50 mg/kg)	315.00^{c}	783.00^{abc}	1785.00^{b}	453.00	1160.00	3171.50^{b}
تیمار ۷: هیدروکسید روی (۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) – روی گلایسین (۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) Treatment 7: Zinc Hydroxide (0 mg/kg) – Zinc Glycine (100 mg/kg)	324.00^{a}	778.50^{cd}	1797.00^{a}	455.00	1161.00	3223.00^{a}
تیمار ۸: هیدروک سید روی (۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) – روی گلایسین (۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) Treatment 8: Zinc Hydroxide (50 mg/kg) – Zinc Glycine (100 mg/kg)	320.50^{b}	780.00^{abcd}	1785.00^{b}	454.00	1160.00	3222.50^{a}
تیمار ۹: هیدروکسید روی (۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) – روی گلایسین (۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) Treatment 9: Zinc Hydroxide (100 mg/kg) – Zinc Glycine (100 mg/kg)	322.00^{ab}	781.00^{abc}	1786.00^{b}	455.00	1161.00	3223.00^{a}
انحراف معیار میانگین Standard Error of Means	0.8213	0.67001	1.70875	0.25198	0.70373	9.06668
مقدار احتمال Pvalue	P<0.001	0.007	P<0.001	P<0.001	P<0.001	P<0.001

Means (=Standard error of Means) Within each column with no common Superscripts differ singnificantly at ≤0.05.

جدول ۳. مقایسه میانگین صفات عملکردی (ضریب تبدیل غذایی و مصرف خوراک در پایان دوره) جوجه‌های تغذیه شده با سطوح مختلف روی گلایسین و هیدروکسیدروی

Table 3. Comparison of average functional traits (feed conversion ratio and weight at the end of the period) of chickens fed with different levels of zinc glycine and zinc hydroxide

وزن در پایان دوره (گرم / جوجه) Weight at the end of the period (gr/chick)	ضریب تبدیل غذایی Feed conversion ratio				
	۲۵-۴۲ (پایانی) 25-42 (Finisher)	۱۱-۲۴ (رشد) 11-24 (Grower)	۱-۱۰ (آغازین) 1-10 (Starter)		
2908.16^{c}	1.750^{b}	1.470^{b}	1.400^{c}	0	هیدروکسید روی (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Zinc Hydroxide (mg/kg)
2924.41^{b}	1.760^{b}	1.482^{a}	1.430^{b}	50	
2936.50^{a}	1.800^{a}	1.487^{a}	1.44^{a}	100	
13.79956	0.02164	0.00623	0.01694	انحراف معیار میانگین Standard Error (SEM) of Means	
P<0.001	P<0.001	P<0.001	P<0.001	مقدار احتمال Pvalue	
2922.91	1.765^{b}	1.479^{b}	1.420^{b}	0	روی گلایسین (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Zinc Glycine (mg/kg)
2920.33	1.772^{ab}	1.480^{b}	1.435^{a}	50	
2925.13	1.778^{a}	1.487^{a}	1.430^{a}	100	
13.79956	0.02164	0.00623	0.01694	انحراف معیار میانگین Standard Error (SEM) of Means	
0.195	0.088	0.004	0.011	مقدار احتمال Pvalue	
2897.00^{e}	1.757^{d}	1.482^{abcd}	1.445^{a}	تیمار ۱: هیدروکسید روی (۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) – روی گلایسین (۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) Treatment 1: Zinc Hydroxide (0 mg/kg) – Zinc Glycine (0 mg/kg)	
2912.25^{d}	1.752^{d}	1.475^{cd}	1.450^{a}	تیمار ۲: هیدروکسید روی (۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) – روی گلایسین (۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) Treatment 2: Zinc Hydroxide (50 mg/kg) – Zinc Glycine (0 mg/kg)	
2915.00^{d}	1.755^{d}	1.472^{d}	1.425^{a}	تیمار ۳: هیدروکسید روی (۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) – روی گلایسین (۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) Treatment 3: Zinc Hydroxide (100 mg/kg) – Zinc Glycine (0 mg/kg)	
2927.00^{c}	1.760^{cd}	1.490^{a}	1.417^{b}	تیمار ۴: هیدروکسید روی (۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) – روی گلایسین (۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) Treatment 4: Zinc Hydroxide (0 mg/kg) – Zinc Glycine (50 mg/kg)	
2918.00^{d}	1.777^{bc}	1.477^{bcd}	1.437^{a}	تیمار ۵: هیدروکسید روی (۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) – روی گلایسین (۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) Treatment 5: Zinc Hydroxide (50 mg/kg) – Zinc Glycine (50 mg/kg)	

Agricultural Biotechnology Journal; Print ISSN: 2228-6705, Electronic ISSN: 2228-6500

ادامه جدول ۳.

Table 3. Continiued

تیمار ۶: هیدروکسید روی (۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) – روی گلایسین (۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) Treatment 6: Zinc Hydroxide (100 mg/kg) – Zinc Glycine (50 mg/kg)	1.437^{a}	1.480^{abcd}	1.792^{ab}	2928.25^{bc}
تیمار ۷: هیدروکسید روی (۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) – روی گلایسین (۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) Treatment 7: Zinc Hydroxide (0 mg/kg) – Zinc Glycine (100 mg/kg)	1.402^{b}	1.490^{a}	1.805^{a}	2944.50^{a}
تیمار ۸: هیدروکسـید روی (۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) – روی گلایسین (۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) Treatment 8: Zinc Hydroxide (50 mg/kg) – Zinc Glycine (100 mg/kg)	1.415^{b}	1.487^{ab}	1.802^{b}	2930.75^{bc}
تیمار ۹: هیدروکسید روی (۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) – روی گلایسین (۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) Treatment 9: Zinc Hydroxide (100 mg/kg) – Zinc Glycine (100 mg/kg)	1.410^{b}	1.485^{abc}	0.00405	2933.75^{b}
انحراف معیـار میـانگین Standard Error of Means	0.00325	0.00139	P<0.001	0.25198
مقدار احتمال Pvalue	P<0.001	0.003		P<0.001

Means (=Standard error of Means) Within each column with no common Superscripts differ singnificantly at ≤0.05.

فرا سنجه‌های خونی: اثر سطوح هیدروکسیدروی بر میزان کلسترول، تری‌گلیسرید، خون معنی‌دار شد (P<۰/۰۵) و بیشترین و کمترین مقدار در سطوح صفر و ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم مشاهده شد. تاثیر سطوح روی گلایسین بر میزان گلوکز خون معنی‌دار شد (P<۰/۰۵) و کمترین مقدار به‌ترتیب در سطوح صفر و ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم مشاهده گردید. جیره‌های مختلف مکمل شده با هیدروکسیدروی و روی گلایسین تاثیر معنی‌دار بر فراسنجه‌های خونی گذاشته است (P<۰/۰۵) در پایان دوره میزان کلسترول در تیمار شاهد بیشترین و در تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم روی گلایسین و ۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم هیدروکسید روی کمترین بوده است. مقدار گلوکز، تری‌گلیسرید و کلسترول در تیمار شاهد بیشترین و در تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم هیدروکسیدروی و روی گلایسین کمترین بوده است. بین تیمار شاهد با سایر تیمارها تفاوت معنی‌دار مشاهده گردید (P<۰/۰۵) (جدول ۴). سطوح مختلف مورد استفاده از هیدروکسیدروی تاثیر معنی‌داری بر فراسنجه‌های خونی به غیر از گلوکز گذاشت و در مقابل، سطوح مختلف روی گلایسین اثر معنی‌دار بر گلوکز داشته است. نتایج حاصل از تحقیق حاضر بیانگر تاثیر مناسب افزودن سطوح مختلف روی گلایسین و هیدروکسیدروی بر فراسنجه‌های خونی می‌باشد و بین شاهد و سایر تیمارها مشاهده شد. در تحقیقات Sharideh et al. (2015)، اکسید روی به عنوان منبع معدنی عنصر روی مصرف نمودند مشاهده کردند که و کلسترول و تری‌گلیسرید کاهش یافت و همچنین Ibrahim et al. (2017) افزایش کلسترول، تری‌گلیسرید ورا با مصرف

اکسیدروی مشاهده کردند که با نتایج تحقیق حاضر مشابهت دارد. در این تحقیق از هیدروکسید روی به عنوان منبع معدنی عنصر روی استفاده شده است که نتایج مشابه منبع معدنی اکسید روی داشته است. ولی Zakaria et al. (2017) با مصرف اکسیدروی به میزان ۸۰ میلی‌گرم در کیلوگرم، تفاوت معنی‌داری در میزان کلسترول و گلوکز مشاهده نکردند و همچنین در مطالعات et al. Echeverry (2016) (2016) و Sahoo et al. (2014) میزان تغییرات گلوکز، تری‌گلیسرید و کلسترول معنی‌دار نگردید که با نتایج مطالعه حاضر مشابهت نداشت. مقایسات تحقیق حاضر با سایر مطالعات نشان‌دهنده تفاوتها و شباهتها در نتایج بدست آمده میباشد که دلایل آنرا میتوان در نوع و سطح مورد استفاده از منبع معدنی عنصر روی دانست. از طرف دیگر مطالعات در مورد منابع آلی عنصرروی نشاندهنده تاثیرات مشابه و همچنین متفاوت با تحقیق حاضر میباشد. Refaie et al. (2014) از سولفات روی به عنوان منبع معدنی و نانواکسید روی به عنوان منبع آلی عنصر روی در تغذیه مرغان گوشتی استفاده نمودند و کاهش کلسترول و را مشاهده نمودند و علیرغم تفاوت در منابع آلی و معدنی استفاده شده عنصر روی با تحقیق حاضر نتایج مشابه حاصل شده است. Ahmadi et al. (2013) کاهش، تری‌گلیسرید، کلسترول و را در اثر مصرف نانواکسید روی گزارش نمودند که با نتایج تحقیق حاضر مشابهت دارد هر چند منبع آلی آن متفاوت بوده است. همچنین Saleh et al. (2018) گزارش نمودند که استفاده از منبع آلی روی متیونین در سطح ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم باعث کاهش کلسترول می‌گردد که با نتایج آزمایش حاضر تشابه دارد. از بررسی‌های انجام شده نتیجه می شود که عنصر روی تاثیر مناسب بر فراسنجه‌های خونی دارد ولی تفاوت‌ها در میزان تغییرات به دلیل نوع منابع آلی و معدنی و سطح مصرفی در جیره می‌باشد.

فراسنجه‌های ایمنی: اثر سطوح هیدروکسیدروی بر عیار آنتی‌بادی در نیوکاسل در هر دو نوبت تعداد گلبول‌های سفید، درصد هترفیل، لنفوسیت و نسبت هتروفیل به لنفوسیت معنی‌دار شد (P<۰/۰۵). بیشترین و کمترین مقدار به‌ترتیب متعلق به سطوح ۱۰۰و صفر میلی‌گرم در کیلوگرم بود. در خصوص عیار ایمنوگلوبین‌ها بر علیه بیماری نیوکاسل، بیشترین میزان در نوبت اول و دوم متعلق به تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم روی گلایسین و بدون هیدروکسیدروی و کمترین در نوبت اول تیمار ۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم روی گلایسین و بدون هیدروکسیدروی و در نوبت دوم تیمار ۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم هیدروکسیدروی و بدون روی گلایسین بوده است (P<۰/۰۵). در خصوص شمارش سلول‌های سفید خون، درصد منوسیت و ائوزینوفیل در بین تیمارها تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (P<۰/۰۵). بیشترین و کمترین میزان سلول‌های سفید خون، هتروفیل و لنفوسیت متعلق به تیمارهای ۱۰۰میلی‌گرم در کیلوگرم روی گلایسین و بدون هیدروکسیدروی و شاهد بوده است (P<۰/۰۵) (جداول ۵ و ۶). عنصر روی در سیستم دفاع آنتی اکسیدانی نقش مهمی بر عهده دارد (Prasad et al. 2002). همچنین اثرات موثری بر سیستم ایمنی می‌گذارد (Huang et al. 2007). نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد که استفاده از روی گلایسین در مقایسه با هیدروکسید روی اثر مناسب‌تری داشته و، تیمار شاهد با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری داشته است. مطالعات انجام شده توسط Feng et al. (2010) و Yogesh et al. (2013) نتایج تحقیق حاضر را تایید می‌نمایند.

جدول ٤. مقایسه میانگین غلظت فراسنجه‌های خونی جوجه‌های تغذیه شده با سطوح مختلف روی گلایسین و هیدروکسید روی در پایان دوره (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)

Table 4. Comparison of average concentration of blood parameters of chickens fed with different levels of zinc glycine and zinc Hydroxide at the end of the period (mg/dl)

Triglyceride تری‌گلیسرید	Cholesterol کلسترول	Glucose گلوکز		
115.75[a]	83.136[a]	132.50	0	هیدروکسید روی (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Zinc Hydroxide (mg/kg)
93.91[b]	112.25[b]	117.08	50	
98.75[b]	123.08[b]	115.83	100	
2.56188	3.10886	5.87554	انحراف معیار میانگین (SEM) Standard Error of Means	
P<0.001	0.004	0.21	مقدار احتمال Pvalue	
106.33	124.25	152.33[a]	0	روی گلایسین (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Zinc Glycine (mg/kg)
104.75	121.25	120.50[b]	50	
97.33	126.66	92.58[c]	100	
2.56188	3.10886	5.87554	انحراف معیار میانگین (SEM) Standard Error of Means	
0.16	0.72	P<0.001	مقدار احتمال Pvalue	
118.25[a]	156.00[a]	185.25[a]	تیمار ۱: هیدروکسید روی (۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) – روی گلایسین (۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) Treatment 1: Zinc Hydroxide (0 mg/kg) – Zinc Glycine (0 mg/kg)	
108.75[ab]	140.00[ab]	147.50[b]	تیمار ۲: هیدروکسید روی (۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) – روی گلایسین (۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) Treatment 2: Zinc Hydroxide (50 mg/kg) – Zinc Glycine (0 mg/kg)	
97.00[bc]	130.25[bc]	147.50[b]	تیمار ۳: هیدروکسید روی (۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) – روی گلایسین (۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) Treatment 3: Zinc Hydroxide (100 mg/kg) – Zinc Glycine (0 mg/kg)	
89.25[bc]	125.25[bcd]	112.75[cd]	تیمار ۴: هیدروکسید روی (۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) – روی گلایسین (۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) Treatment 4: Zinc Hydroxide (0 mg/kg) – Zinc Glycine (50 mg/kg)	
95.50[bc]	124.25[bcd]	124.25[c]	تیمار ۵: هیدروکسید روی (۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) – روی گلایسین (۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) Treatment 5: Zinc Hydroxide (50 mg/kg) – Zinc Glycine (50 mg/kg)	
101.75[bc]	112.75[cde]	114.25[cd]	تیمار ۶: هیدروکسید روی (۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) – روی گلایسین (۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) Treatment 6: Zinc Hydroxide (100 mg/kg) – Zinc Glycine (50 mg/kg)	
106.75[bc]	115.75[cde]	102.50[d]	تیمار ۷: هیدروکسید روی (۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) – روی گلایسین (۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) Treatment 7: Zinc Hydroxide (0 mg/kg) – Zinc Glycine (100 mg/kg)	
87.75[c]	108.82[de]	101.25[d]	تیمار ۸: هیدروکسید روی (۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) – روی گلایسین (۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) Treatment 8: Zinc Hydroxide (50 mg/kg) – Zinc Glycine (100 mg/kg)	
120.25[a]	104.00[e]	61.00[e]	تیمار ۹: هیدروکسید روی (۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) – روی گلایسین (۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) Treatment 9: Zinc Hydroxide (100 mg/kg) – Zinc Glycine (100 mg/kg)	
2.56188	3.10886	5.87554	انحراف معیار میانگین Standard Error of Means	
0.004	P<0.001	P<0.001	مقدار احتمال Pvalue	

Means (=Standard error of Means) Within each column with no common Superscripts differ singnificantly at ≤0.05.

جدول ۵. مقایسه میانگین غلظت فراسنجه‌های ایمنی نسبت به واکسیناسیون نیوکاسل (در دو نوبت) جوجه‌های تغذیه شده با سطوح مختلف روی گلایسین و هیدروکسید روی در پایان دوره (Log2)

Table 5. Comparison of average concentration of immune parameters compared to New castle vaccination (in two period) of chickens fed with different levels of zinc glycine and zinc hydroxide at the end of the period (log2)

بیماری نیوکاسل ND2 (نوبت دوم) Newcastle Disease (Second Period)	بیماری نیوکاسل ND1 (نوبت اول) Newcastle Disease (First Period)		
3.50c	2.66b	0	هیدروکسید روی (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Zinc Hydroxide (mg/kg)
4.58b	2.25b	50	
5.75a	3.41a	100	
0.18378	0.14426	Standard Error of Means (SEM) انحراف معیار میانگین	
P<0.001	0.002	مقدار احتمال Pvalue	
4.58	2.91	0	روی گلایسین (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Zinc Glycine (mg/kg)
4.50	2.75	50	
4.75	2.66	100	
0.18378	0.14426	Standard Error of Means (SEM) انحراف معیار میانگین	
0.604	0.711	مقدار احتمال Pvalue	
3.50de	3.25ab	تیمار ۱: هیدروکسید روی (۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) – روی گلایسین (۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) Treatment 1: Zinc Hydroxide (0 mg/kg) – Zinc Glycine (0 mg/kg)	
3.25e	2.50abc	تیمار ۲: هیدروکسید روی (۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) – روی گلایسین (۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) Treatment 2: Zinc Hydroxide (50 mg/kg) – Zinc Glycine (0 mg/kg)	
3.75cde	2.25bc	تیمار ۳: هیدروکسید روی (۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) – روی گلایسین (۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) Treatment 3: Zinc Hydroxide (100 mg/kg) – Zinc Glycine (0 mg/kg)	
4.50abc	2.00bc	تیمار ۴: هیدروکسید روی (۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) – روی گلایسین (۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) Treatment 4: Zinc Hydroxide (0 mg/kg) – Zinc Glycine (50 mg/kg)	
4.75bc	2.25a	تیمار ۵: هیدروکسید روی (۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) – روی گلایسین (۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) Treatment 5: Zinc Hydroxide (50 mg/kg) – Zinc Glycine (50 mg/kg)	
4.50abc	2.50abc	تیمار ۶: هیدروکسید روی (۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) – روی گلایسین (۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) Treatment 6: Zinc Hydroxide (100 mg/kg) – Zinc Glycine (50 mg/kg)	
6.00a	3.50a	تیمار ۷: هیدروکسید روی (۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) – روی گلایسین (۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) Treatment 7: Zinc Hydroxide (0 mg/kg) – Zinc Glycine (100 mg/kg)	
5.50ab	3.50a	تیمار ۸: هیدروکسید روی (۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) – روی گلایسین (۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) Treatment 8: Zinc Hydroxide (50 mg/kg) – Zinc Glycine (100 mg/kg)	
5.75a	3.25ab	تیمار ۹: هیدروکسید روی (۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) – روی گلایسین (۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) Treatment 9: Zinc Hydroxide (100 mg/kg) – Zinc Glycine (100 mg/kg)	
0.18378	0.14426	Standard Error of Means انحراف معیار میانگین	
P<0.001	0.034	مقدار احتمال Pvalue	

Means (=Standard error of Means) Within each column with no common Superscripts differ singnificantly at ≤0.05.

همچنین Jarosz et al. (2019) افزایش عیار آنتی‌بادی علیه، ویروس بیماری نیوکاسل و تعداد گلبول سفید خون را گزارش نمودند که با نتایج مطالعه حاضر مشابهت دارد. علاوه بر بررسی مطالعات ذکر شده، نتایج آزمایش حاضر با مطالعات Swain et al. (2002)، El-wafa et al. (2003)، Bartlett & Smith (2003)، Hudson et al. (2003)، Virden et al. (2004)، Sunder et al. (2008)، Vieira et al. (2013)، Levkut et al. (2017) مشابهت داشت. از بررسی‌های انجام شده می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از روی گلایسین در مقایسه با هیدروکسید روی اثر مناسب‌تری داشته است.

آنزیم‌های کبدی: اثر سطوح مختلف هیدروکسیدروی و روی گلایسین بر فعالیت‌های آنزیم‌های کبدی معنی‌دار شد ($P<0/05$). بیشترین و کمترین مقدار اثر سطوح مختلف هیدروکسیدروی بر آنزیم‌های AST، ALT، و ALP به‌ترتیب در سطوح صفر و ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم بوده است. AST و ALT. بیشترین و کمترین مقدار اثر سطوح مختلف روی گلایسین بر فعالیت آنزیم‌های ALP، به‌ترتیب در سطوح ۱۰۰ و صفر میلی‌گرم در کیلوگرم مشاهده شد. تاثیر جیره‌های مختلف مکمل شده با هیدروکسیدروی و روی گلایسین بر میزان فعالیت آنزیم‌های کبدی تاثیر معنی‌دار گذاشته است. ($P<0/05$). بیشترین و کمترین مقدار فعالیت آنزیم‌های ALT و AST به‌ترتیب متعلق به تیمارهای شاهد و ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم روی گلایسین و بدون هیدروکسیدروی بوده است. بیشترین و کمترین مقدار فعالیت آنزیم ALP به‌ترتیب در تیمارهای شاهد و ۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم روی گلایسین بدون هیدروکسیدروی مشاهده شد (جدول ۷). سطوح مورد استفاده از روی گلایسین و هیدروکسید روی تاثیر معنی‌داری بر فعالیت آنزیم‌های کبدی گذاشته است و با توجه به نقش مهم عنصر روی در فعالیت آنزیم‌های کبدی، تاثیر ذکر شده کاملا قابل قبول می‌باشد و تفاوت معنی‌دار بین گروه شاهد و سایر تیمارهای آزمایشی وجود داشته است. گزارش با مصرف منابع آلی روی افزایش یافته است. البته Echeverry et al. (2016) تاثیر استفاده از منابع آلی و معدنی عنصر روی را بر AST، ALT و ALP را بررسی و تفاوت معنی‌داری گزارش نکردند. Sharideh et al. (2015) تفاوت معنی‌دار در میزان فعالیت AST و ALT را مشاهده نمودند. همچنین Sahoo et al. (2014) کاهش در فعالیت ALP و AST را گزارش نمودند. از بررسی مطالعات اینچنین به نظر میرسد که سطوح مختلف منابع آلی و معدنی مورد استفاده از عنصر روی اثرات مطلوبی بر آنزیم‌های کبدی داشته است.

بیان ژن: اثر سطوح هیدروکسید روی و روی گلایسین بر بیان ژن گاما‌اینترفرون معنی‌دار شد ($P<0/05$) و بیشترین و کمترین سطح به‌ترتیب مربوط به ۱۰۰ و صفر میلی‌گرم در کیلوگرم بوده است و تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلو گرم هیدروکسید روی و روی گلایسین بیشترین بیان ژن گاما اینترفرون را داشت. اثر سطوح هیدروکسید روی و روی گلایسین بر بیان ژن اینترلوکین ۶ معنی‌دار شد ($P<0/05$) و بیشترین و کمترین سطح به‌ترتیب مربوط به صفر و ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم بوده است و تیمار شاهد بیشترین بیان ژن گاما اینترفرون را داشت (جدول ۸).

جدول ٦. مقایسه میانگین شمارش گلبول‌های سفید خون جوجه‌های تغذیه شده با سطوح مختلف روی گلایسین و هیدروکسید روی در پایان دوره

Table 6. Comparison of the average white blood cell caunt of chickens fed with different levels of zinc glycine and zinc hydroxide at the end of the period

نسبت هتروفیل به لنفوسیت Hetero phile to Eosino phil Lymphocyte	ائوزینوفیل (٪) Eosino phil	منوسیت (٪) Mono cyte	لنفوسیت (٪) Lympho cyte	هتروفیل (٪) Hetero phile	سلول‌های سفید خون White blood cells		
90.31[a]	1.91	2.50	50.33[c]	45.25[a]	26905.00[c]	0	هیدروکسید روی (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Zinc Hydroxide (mg/kg)
70.52[b]	2.40	2.66	56.41[b]	38.50[b]	35268.33[b]	50	
54.65[c]	1.91	2.08	62.25[a]	33.75[c]	37645.00[a]	100	
3.35475	0.15622	1.18420	1.11697	1.12933	889.02826	انحراف معیار میانگین (SEM) Standard Error of Means	
P<0.001	0.34	0.44	P<0.001	P<0.001	P<0.001	مقدار احتمال Pvalue	
75.84	1.91	2.50	55.16	40.41	34497.50	0	روی گلایسین (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Zinc Glycine (mg/kg)
73.97	2.16	2.41	55.33	40.08	32553.33	50	
68.65	2.16	2.33	58.50	37.00	33767.50	100	
3.35475	0.15622	1.18420	1.11697	1.12933	889.02826	انحراف معیار میانگین (SEM) Standard Error of Means	
0.274	0.762	0.938	0.144	0.177	0.514	مقدار احتمال Pvalue	
94.450[a]	1.50	3.00	49.25[c]	46.50[a]	25302.50[c]	تیمار ۱: هیدروکسید روی (۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) – روی گلایسین (۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) Treatment 1: Zinc Hydroxide (0 mg/kg) – Zinc Glycine (0 mg/kg)	
87.210[a]	2.75	2.75	50.50[c]	43.75[a]	27647.50[c]	تیمار ۲: هیدروکسید روی (۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) – روی گلایسین (۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) Treatment 2: Zinc Hydroxide (50 mg/kg) – Zinc Glycine (0 mg/kg)	
89.295[a]	1.50	1.75	51.25[c]	45.50[a]	27765.00[c]	تیمار ۳: هیدروکسید روی (۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) – روی گلایسین (۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) Treatment 3: Zinc Hydroxide (100 mg/kg) – Zinc Glycine (0 mg/kg)	

ادامه جدول ٦.

Table 6. Continiued

تیمار ۴: هیدروکســـید روی (۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) – روی گلایسین (۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) Treatment 4: Zinc Hydroxide (0 mg/kg) – Zinc Glycine (50 mg/kg)	50370.00^{ab}	40.75^{ab}	53.75^{bc}	2.75	2.75	78.260^{ab}
تیمار ۵: هیدروکســید روی (۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) – روی گلایسین (۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) Treatment 5: Zinc Hydroxide (50 mg/kg) – Zinc Glycine (50 mg/kg)	36687.50^{b}	40.50^{ab}	55.00^{bc}	2.25	2.25	74.985^{abc}
تیمار ۶: هیدروکسید روی (۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) – روی گلایسین (۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) Treatment 6: Zinc Hydroxide (100 mg/kg) – Zinc Glycine (50 mg/kg)	35067.50^{ab}	34.25^{bc}	60.50^{ab}	2.25	3.00	58.330^{bcd}
تیمار ۷: هیدروکســـید روی (۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) – روی گلایســین (۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) Treatment 7: Zinc Hydroxide (0 mg/kg) – Zinc Glycine (100 mg/kg)	38470.00^{a}	31.25^{c}	63.75^{a}	1.50	2.00	49.432^{d}
تیمار ۸: هیدروکســید روی (۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) – روی گلایســین (۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) Treatment 8: Zinc Hydroxide (50 mg/kg) – Zinc Glycine (100 mg/kg)	36325.00^{ab}	36.00^{bc}	60.50^{ab}	1.50	2.00	59.717^{bcd}
تیمار ۹: هیدروکسید روی (۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) – روی گلایســین (۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) Treatment 9: Zinc Hydroxide (100 mg/kg) – Zinc Glycine (100 mg/kg)	38140.00^{a}	34.00^{bc}	62.50^{a}	2.75	2.25	54.825^{cd}
انحراف معیار میانگین Standard Error of Means	889.02868	1.12933	1.11697	0.18420	0.15622	3.35475
مقدار احتمال Pvalue	P<0.001	P<0.001	P<0.001	0.721	0.105	P<0.001

Means (=Standard error of Means) Within each column with no common Superscripts differ singnificantly at ≤0.05.

جدول ۷. مقایسه میانگین فعالیت آنزیم‌های کبدی جوجه‌های تغذیه شده با سطوح مختلف روی گلایسین و هیدروکسید روی در پایان دوره (U/L)

Table 7. Comparison of the average activity of liver enzymes of chickens fed with different levels of zinc glycine and zinc hydroxide at the end of the period (U/L)

آلکالین فسفات Alkaline Phosphatase	آلانین ترانس آمیناز Alanine transaminase	آسپارتات ترانس آمیناز Aspartat transaminase		
6805.00[a]	18.00[a]	303.16[a]	0	هیدروکسید روی (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Zinc Hydroxide (mg/kg)
3008.83[b]	10.83[b]	250.66[b]	50	
2760.00[b]	7.500[c]	224.00[b]	100	
320.20250	0.95600	10.82447	Standard Error of Means (SEM) انحراف معیار میانگین	
P<0.001	P<0.001	0.003	Pvalue مقدار احتمال	
3863.16[b]	13.5[a]	286.00[a]	0	روی گلایسین (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Zinc Glycine (mg/kg)
4597.41[a]	13.41[b]	268.25[a]	50	
4681.00[a]	9.41[c]	223.58[b]	100	
320.20250	0.95600	10.82447	Standard Error of Means (SEM) انحراف معیار میانگین	
0.024	0.006	0.018	Pvalue مقدار احتمال	
6463.750[a]	19.250[a]	392.500[a]	تیمار ۱: هیدروکسید روی (۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) – روی گلایسین (۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) Treatment 1: Zinc Hydroxide (0 mg/kg) – Zinc Glycine (0 mg/kg)	
7228.000[a]	16.750[abc]	267.500[bc]	تیمار ۲: هیدروکسید روی (۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) – روی گلایسین (۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) Treatment 2: Zinc Hydroxide (50 mg/kg) – Zinc Glycine (0 mg/kg)	
6723.000[a]	18.000[ab]	249.500[bc]	تیمار ۳: هیدروکسید روی (۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) – روی گلایسین (۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) Treatment 3: Zinc Hydroxide (100 mg/kg) – Zinc Glycine (0 mg/kg)	
2053.750[b]	14.500[abc]	290.000[b]	تیمار ۴: هیدروکسید روی (۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) – روی گلایسین (۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) Treatment 4: Zinc Hydroxide (0 mg/kg) – Zinc Glycine (50 mg/kg)	
3159.000[b]	12.500[bcd]	262.250[bc]	تیمار ۵: هیدروکسید روی (۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) – روی گلایسین (۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) Treatment 5: Zinc Hydroxide (50 mg/kg) – Zinc Glycine (50 mg/kg)	
3812.500[b]	5.500[e]	199.750[cd]	تیمار ۶: هیدروکسید روی (۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) – روی گلایسین (۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) Treatment 6: Zinc Hydroxide (100 mg/kg) – Zinc Glycine (50 mg/kg)	
3072.000[b]	6.750[de]	177.500[e]	تیمار ۷: هیدروکسید روی (۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) – روی گلایسین (۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) Treatment 7: Zinc Hydroxide (0 mg/kg) – Zinc Glycine (100 mg/kg)	
3405.250[b]	11.000[cde]	275.000[b]	تیمار ۸: هیدروکسید روی (۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) – روی گلایسین (۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) Treatment 8: Zinc Hydroxide (50 mg/kg) – Zinc Glycine (100 mg/kg)	
3507.250[b]	4.750[e]	221.500[bcd]	تیمار ۹: هیدروکسید روی (۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) – روی گلایسین (۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) Treatment 9: Zinc Hydroxide (100 mg/kg) – Zinc Glycine (100 mg/kg)	
320.20250	0.95600	10.82447	Standard Error of Means انحراف معیار میانگین	
P<0.001	P<0.001	P<0.001	Pvalue مقدار احتمال	

Means (=Standard error of Means) Within each column with no common Superscripts differ singnificantly at ≤0.05.

اینترلوکین و اینترفرون گاما، در سیستم ایمنی و افزایش مقاومت بدن نقش مهمی را ایفا می‌کنند. سطوح مختلف مورد استفاده از هیدروکسید روی و روی-گلایسین تأثیر معنی‌داری بر بیان ژن‌های اینترلوکین ۶ و گاما اینترفرون گذاشت. نتایج پژوهش حا ضر بیانگر بیشترین تأثیر بر روی بیان ژن گاما اینترفرون تو سط تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم روی-گلایسین و هیدروکسید روی بوده است. هیدروکسید روی و روی-گلایسین در سطح ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم بر بیان ژن اینترلوکین ۶ کمترین اثر را داشته است. بیان ژن اینترلوکین ۶ در تیمار شاهد از سایر تیمارها بیشتر بوده و با افزایش غلظت روی در تیمارها، بیان ژن اینترلوکین ۶ نیز کاهش می‌یابد. در شرایط بیماری و التهاب میزان بیان ژن اینترلوکین ۶ افزایش می‌یابد که این افزایش مناسب نمی‌باشد؛ بنابراین کمبود عنصر روی باعث افزایش در بیان ژن اینترلوکین ۶ می‌گردد. هنگامی‌که استرس از بین می‌رود، سنتز اینترلوکین ۶ کاهش می‌یابد. جلوگیری از تولید اینترلوکین ۶ می‌تواند التهاب را کاهش داده و به سیستم ایمنی بدن کمک کند (Tanaka et al. 2016). همچنین Zulkifli et al. (2014) در پژوهش خود اعلام نمودند که با تزریق کورتیکوسترون افزایش بیان ژن اینترلوکین ۶ را در جوجه‌های گو شتی م شاهده کردند. در این را ستا Boever et al. (2008) با تزریق لیپوپلی ساکارید جوجه‌های گوشتی را تحت تنش اکسیداتیو قرار داده و افزایش غلظت اینترلوکین ۶ در پلاسما را گزارش نمودند. مواردی این چنینی بیانگر افزایش بیان ژن اینترلوکین ۶ در هنگام بروز چالش ایمنی در بدن حیوان می شود. بیان ژن گاما اینترفرون در تیمار شاهد، از سایر تیمارها کمتر بوده و با افزایش غلظت روی در تیمارها، بیان ژن گاما اینترفرون بیشتر می‌شود. گاما اینترفرون در زمان سلامت و برای ایمنی بدن مهم می‌باشد با افزایش روی، بیان ژن گاما اینترفرون نیز افزایش می‌یابد (Karaffova et al. 2021).

پژوهش‌هایی چند بر تأثیر مواد دیگر علاوه بر منابع آلی و معدنی عنصر روی در بیان ژن اینترلوکین ۶ و گاما اینترفرون شده است. مخلوط اسانس‌های رازیانه و مرزه سبب افزایش بیان ژن اینترلوکین ۶ کبدی در جوجه‌های گوشتی گردد (Gharehsheikhlou et al. 2019) و همچنین زردچوبه نیز باعث افزایش بیان ژن اینترلوکین ۶ شده است که با نتایج پژوهش حاضر مغایرت دارد (Yarru et al. 2009). کاهش محسوس در ژن اینترلوکین ۶ کبدی در جوجه‌های گوشتی تغذیه‌شده با آفلاتوکسینB1 مشاهده شده است. عصاره دارچین نیز میزان بیان این ژن را کاهش داد (Tabatabai et al. 2014) که با نتایج پژوهش حاضر مشابهت دارد. چای سبز باعث کاهش بیان ژن اینترلوکین ۶ و گاما اینترفرون شده و همچنین مصرف رزماری، کاهش مقدار بیان ژن گاما اینترفرون را در جوجه‌های گوشتی شده است (Alimohammadi-Saraei et al. 2019).

نتیجه گیری: نتایج این تحقیق نشان‌دهنده این است که در کل جیره‌های حاوی سطوح مختلف روی گلایسین و هیدروکسید روی تاثیرات مناسب بر عملکرد رشد، فراسنجه‌های خونی و ایمنی و همچنین فعالیت‌های آنزیم‌های کبدی و بیان ژن در جوجه‌های گوشتی نژاد راس ۳۰۸ داشته است و سطح ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم روی گلایسین و بدون هیدروکسید روی بهترین اثر را داشته است.

جدول ۸. مقایسه میانگین بیان ژن‌های اینترلوکین٦ و گاما اینترفرون جوجه‌های تغذیه شده با سطوح مختلف روی گلایسین و هیدروکسید روی در پایان دوره

Table 8. Comparison of the average expression of interlukin 6 and gamma interferon genes of chickens fed with different levels of zinc glycine and zinc hydroxide at the end of the period

اینترلوکین ٦ Interleukin 6	گاما اینترفرون Gamma interfrone		
1.699167[a]	1.226667[b]	0	هیدروکسید روی (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Zinc Hydroxide (mg/kg)
1.293333[b]	1.346667[b]	50	
0.886667[c]	1.866667[a]	100	
0.11437	0.14299	انحراف معیار میانگین Standard Error of Means (SEM)	
0.000	0.003	مقدار احتمال Pvalue	
1.904167[a]	1.026667[b]	0	روی گلایسین (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Zinc Glycine (mg/kg)
1.112500[b]	1.119167[b]	50	
0.862500[b]	2.294167[a]	100	
0.11437	0.14299	انحراف معیار میانگین Standard Error of Means (SEM)	
0.000	0.000	مقدار احتمال Pvalue	
2.1250[d]	1.0975[c]	تیمار ۱: هیدروکسید روی (۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) – روی گلایسین (۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) Treatment 1: Zinc Hydroxide (0 mg/kg) – Zinc Glycine (0 mg/kg)	
2.2000[d]	0.925[c]	تیمار ۲: هیدروکسید روی (۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) – روی گلایسین (۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) Treatment 2: Zinc Hydroxide (50 mg/kg) – Zinc Glycine (0 mg/kg)	
1.3875[d]	1.0575[c]	تیمار ۳: هیدروکسید روی (۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) – روی گلایسین (۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) Treatment 3: Zinc Hydroxide (100 mg/kg) – Zinc Glycine (0 mg/kg)	
1.7325[cd]	1.0825[c]	تیمار ۴: هیدروکسید روی (۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) – روی گلایسین (۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) Treatment 4: Zinc Hydroxide (0 mg/kg) – Zinc Glycine (50 mg/kg)	
0.9800[bcd]	1.1975[c]	تیمار ۵: هیدروکسید روی (۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) – روی گلایسین (۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) Treatment 5: Zinc Hydroxide (50 mg/kg) – Zinc Glycine (50 mg/kg)	
0.6250[bc]	1.0775[c]	تیمار ۶: هیدروکسید روی (۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) – روی گلایسین (۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) Treatment 6: Zinc Hydroxide (100 mg/kg) – Zinc Glycine (50 mg/kg)	
1.2400[ab]	1.5000[bc]	تیمار ۷: هیدروکسید روی (۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) – روی گلایسین (۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) Treatment 7: Zinc Hydroxide (0 mg/kg) – Zinc Glycine (100 mg/kg)	
0.7000[a]	1.9175[b]	تیمار ۸: هیدروکسید روی (۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) – روی گلایسین (۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) Treatment 8: Zinc Hydroxide (50 mg/kg) – Zinc Glycine (100 mg/kg)	
0.6475[a]	3.4650[a]	تیمار ۹: هیدروکسید روی (۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) – روی گلایسین (۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) Treatment 9: Zinc Hydroxide (100 mg/kg) – Zinc Glycine (100 mg/kg)	
0.11437	0.14299	انحراف معیار میانگین Standard Error of Means	
0.188	0.000	مقدار احتمال Pvalue	

Means (=Standard error of Means) Within each column with no common Superscripts differ singnificantly at ≤0.05.

سپاسگزاری: این مقاله براساس رساله دکتری نویسنده اول در واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران تهیه شده است. لذا نویسندگان از حمایت واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران سپاسگزاری می‌کنند.

منابع

حسینی سید عبدالله، شریفی علیرضا، نوروزیان حسین، امیرصادقی ممحمد، علیزاده قمصری امیر حسین، سلیمانی رضا (۱۳۹۷) مقایسه اثرات روی- گلایسین و سولفات روی بر عملکرد و سیستم ایمنی جوجه‌های گوشتی. نشریه علوم دامی ۱۲۰، ۱۸۶-۱۷۳.

طباطبایی سید محمود، بدل‌زاده رضا، محمدنژاد رضا، یوسفی بهمن (۱۳۹۴) تاثیر عصاره دارچین بر میزان بیان ژن COX- 2 کبدی و تغییرات پروفایل لیپیدی در سرم جوجه‌های گوشتی سالم و آلوده به اشیریشیاکولی. آسیب شناسی درمانگاهی دامپزشکی ۹(۱)، ۶۱-۷۲.

عظیمی مسعود، مهری مرتضی، شیرمحمد فاطمه (۱۳۹۹) اثر منابع مختلف روی بر عملکرد و آنزیم‌های کبد جوجه‌های گوشتی. مجله علوم دامی ایران ۵۱(۲)، ۱۱۲-۱۰۳.

علی‌محمدی سرایی محمدحسین، چمنی محمد، صیداوی علیرضا، صادقی علی اصغر (۱۳۹۸) تاثیر سطوح مختلف عصاره‌های چای سبز و رزماری بر عملکرد رشد، خصوصیات لاشه، آنزیم‌های کبدی و بیان ژن‌های اینترلوکین-۶ و اینترفرون گاما در جوجه‌های گوشتی راس ۳۰۸. مجله تکنولوژی کشاورزی ۱۱(۴)، ۱۱۲-۸۳.

قره‌شیخ‌لو حمیدرضا، صیداوی علیرضا، صادقی علی اصغر، محیطی اصل مازیار (۱۳۹۸) بررسی اثرات سطوح مختلف اسانس رازیانه، مرزه و مخلوط آن‌ها بر عملکرد، سیستم ایمنی، فراسنجه‌های آنتی اکسیدانی و بیان ژن اینترلوکین-۶ کبدی در جوجه‌های گوشتی. مجله بیوتکنولوژی کشاورزی ۱۱(۴)، ۱۵۲-۱۲۱.

محمدی‌فر آمنه، فقیه ایمانی سید علی، محمدآبادی محمدرضا، سفلایی محمد (۱۳۹۲) تأثیر ژن TGFβ3 بر ارزش های فنوتیپی و ارثی صفات وزن بدن در مرغ بومی استان فارس. مجله بیوتکنولوژی کشاورزی ۵(۴)، ۱۳۶-۱۲۵.

References

Abd El-Hack ME, Alagawany M, Arif M, et al. (2017) Organic or inorganic zinc in poultry nutrition: a review. World's Poult Sci J 73(4), 904-915.

Ahmadi F, Ebrahimnezhad Y, Sis NM, Ghiasi J (2013) The effects of zinc oxide nanoparticles on performance, digestive organs and serum lipid concentrations in broiler chickens during starter period. Int J Biosci 3(7), 23-29.

Alimohammadi-Saraei H, Chamani M, Seidavi AR, et al (2019) Effects of different levels of green tea and resemary extracts on growth performance, carcass characteristics, liver enzymes, interleukin-6 and interferon-gamma genes expression in broiler chickens Ross 308. Agri Biotechnol J 11(3), 83-112 (In Persian).

Ao T, Pierce JL, Power R, Pescatore AJ, et al. (2009) Effects of feeding different forms of zinc and copper on the performance and tissue mineral content of chicks. Poult Sci 88(10), 2171-2175.

Azimi M, Mehri M, Shirmohamed F (2019) The effect of different sources of zinc on liver function and enzymes of broiler chickens. Iranian J Anim Sci 51(2), 103-112 (In Persian).

Badawi M, Ali M, Behairy A (2017) Effects of zinc sources supplementation on performance of broiler chickens. J Am Sci, 13(7), 35-43.

Bartlett JR, Smith MO (2003) Effects of different levels of zinc on the performance and immunocompetence of broilers under heat stress. Poult Sci 82(10), 1580-1588.

Batal AB, Parr TM, Baker DH (2001) Zinc bioavailability in tetrabasic zinc chloride and the dietary zinc requirement of young chicks fed a soy concentrate diet. Poult Sci 80(1), 87-90.

Beattie JH, Gordon MJ, Rucklidge GJ, et al. (2008) Aorta protein networks in marginal and acute zinc deficiency. Proteomics 8(10), 2126-2135.

Beattie JH, Kwun IS (2004) Is zinc deficiency a risk factor for atherosclerosis? British J Nutr 91(2), 177-181.

Cousins RJ, Blanchard RK, Popp MP, Liu L, Cao J, Moore JB, Green CL (2003) A global view of the selectivity of zinc deprivation and excess on genes expressed in human THP-1 mononuclear cells. Proc Nat Acad Sci 100(12), 6952-6957.

De Boever S, Beyaert R, Vandemaele F, et al. (2008) The influence of age and repeated lipopolysaccharide administration on body temperature and the concentration of interleukin-6 and IgM antibodies against lipopolysaccharide in broiler chickens. Avian Path 37(1), 39-44.

Echeverry H, Yitbarek A, Munyaka P, et al. (2016) Organic trace mineral supplementation enhances local and systemic innate immune responses and modulates oxidative stress in broiler chickens. Poult Sci 95(3), 518-527.

El-Husseiny OM, Hashish SM, Ali RA, et al. (2012) Effects of feeding organic zinc, manganese and copper on broiler growth, carcass characteristics, bone quality and mineral content in bone, liver and excreta. Int Journal Poult Sci 11(6), 368-376.

Eskandani M, Janmohammadi H, Mirghelenj SA, et al. (2021) Effects of zinc nanoparticles on growth performance, carcass characteristics, immunity, and meat quality of broiler chickens. Iranian J Appl Anim Sci 11(1), 135-146.

Feng JWQM, Ma WQ, Niu HH, et al. (2010) Effects of zinc glycine chelate on growth, hematological, and immunological characteristics in broilers. Biol Trace Elem Res 133, 203-211.

Gharehsheikhlou HR, Chamani M, Seidavi AR, et al (2019) The effects of different levels of fennel, savory essential oils and their mixtures on performance, immune system, antioxidant parameters and inter-leukin-6 gene expression in broiler. Agri Biotechnol J 11(4), 121-152 (In Persian).

Hong SJ, Lim HS, Paik IK (2002) Effects of Cu and Zn-methionine chelates supplementation on the performance of broiler chickens. J Anim Sci Tech 44(4), 399-406.

Hosseini SA, Sharifi A, Norouzian H, et al (2017) Comparison of the effects of zinc-glycine and zinc sulfate on the performance and immune system of broiler chickens. J Anim Sci 120, 173-186 (In Persian).

Huang YL, Lu L, Luo XG, Liu B (2007) An optimal dietary zinc level of broiler chicks fed a corn-soybean meal diet. Poult Sci 86(12), 2582-2589.

Hudson BP, Dozier III WA, Fairchild BD, et al. (2004) Live performance and immune responses of straight-run broilers: influences of zinc source in broiler breeder hen and progeny diets and ambient temperature during the broiler production period. J Appl Poult Res 13(2), 291-301.

Ivanišinová O, Grešáková Ľ, Ryzner M, Oceľová V, Čobanová K (2016) Effects of feed supplementation with various zinc sources on mineral concentration and selected antioxidant indices in tissues and plasma of broiler chickens. Acta Vet Brno 85(3), 285-291.

Jahanian R, Moghaddam HN, Rezaei A (2008) Improved broiler chick performance by dietary supplementation of organic zinc sources. Asian-Australasian J Anim Sci 21(9), 1348-1354.

Jarosz Ł, Marek A, Grądzki Z, Laskowska E, Kwiecień M (2019) Effect of zinc sulfate and zinc glycine chelate on concentrations of acute phase proteins in chicken serum and liver tissue. Biol Trace Elem Res 187, 258-272.

Jarosz Ł, Marek A, Grądzki Z, Kwiecień M, Kalinowski M. (2017) The effect of feed supplementation with zinc chelate and zinc sulphate on selected humoral and cell-mediated immune parameters and cytokine concentration in broiler chickens. Res Vet Sci 112, 59-65.

Karaffová V, Revajová V, Dvorožňáková E, et al. (2021) Effect of inorganic zinc on selected immune parameters in chicken blood and jejunum after A. galli infection. Agriculture 11(6), 551.

Khabiri A, Toroghi R, Mohammadabadi M, Tabatabaeizadeh S (2023) Introduction of a Newcastle disease virus challenge strain (sub-genotype VII. 1.1) isolated in Iran. Vet Res Forum 14 (4), 221-228.

Kim WK, Patterson PH (2004) Effects of dietary zinc supplementation on broiler performance and nitrogen loss from manure. Poult Sci 83(1), 34-38.

Kwiecień M, Winiarska-Mieczan A, Milczarek A, et al. (2016) Effects of zinc glycine chelate on growth performance, carcass characteristics, bone quality, and mineral content in bone of broiler chicken. Livestock Sci 191, 43-50.

Levkut M, Fukasová M, Bobíková K, et al. (2017) The effect of inorganic or organic zinc on the morphology of the intestine in broiler chickens. Folia Vet 61(3), 52-56.

Mohammadabadi MR, Nikbakhti M, Mirzaee HR et al. (2010) Genetic variability in three native Iranian chicken populations of the Khorasan province based on microsatellite markers. Russ J Genet 46, 505-509.

Mohammadifar A, Faghih Imani SA, Mohammadabadi MR, Soflaei M (2014) The effect of TGFb3 gene on phenotypic and breeding values of body weight traits in Fars native fowls. Agri Biotechnol J 5, 125-136 (In Persian).

Mohammadifar A, Mohammadabadi MR (2018) Melanocortin-3 receptor (mc3r) gene association with growth and egg production traits in Fars indigenous chicken. Malays Appl Biol 47, 85-90.

Mohammadifar A, Mohammadabadi MR (2017) The Effect of Uncoupling Protein Polymorphisms on Growth, Breeding Value of Growth and Reproductive Traits in the Fars Indigenous Chicken. Iran J Appl Anim Sci 7, 679-685.

Nguyen HTT, Morgan N, Roberts JR, et al. (2021) Zinc hydroxychloride supplementation improves tibia bone development and intestinal health of broiler chickens. Poult Sci 100(8), 101254.

Noh SK, Koo SI (2001) Intraduodenal infusion of lysophosphatidylcholine restores the intestinal absorption of vitamins A and E in rats fed a low-zinc diet. Exp Biol Med 226(4), 342-348.

O'Dell BL, Reeves PG (1989) Zinc status and food intake. In Zinc in human biology pp. 173-181. London: Springer London.

Olukosi OA, van Kuijk S, Han Y (2018) Copper and zinc sources and levels of zinc inclusion influence growth performance, tissue trace mineral content, and carcass yield of broiler chickens. Poult Sci 97(11), 3891-3898.

Park SY, Birkhold SG, Kubena LF, et al. (2004) Review on the role of dietary zinc in poultry nutrition, immunity, and reproduction. Biol Trace Elem Res 101, 147-163.

Prasad AS, Kucuk O (2002) Zinc in cancer prevention. Cancer Metastasis Rev 21, 291-295.

Refaie AM, Eisa WH (2014) A new approach of zinc supplementation in broiler diets: effect on performance and lipid metabolism under summer season conditions. Poultry. Summit-Beirut, Lebanon, 2-5.

Rossi P, Rutz F, Anciuti MA, et al. (2007) Influence of graded levels of organic zinc on growth performance and carcass traits of broilers. J Appl Poult Res 16(2), 219-225.

Sahoo A, Swain RK, Mishra SK, Jena B (2014) Serum biochemical indices of broiler birds fed on inorganic, organic and nano zinc supplemented diets. Int J Rec Sci Res 5(11), 2078-2081.

Saleh AA, Ragab MM, Ahmed EA, et al. (2018) Effect of dietary zinc-methionine supplementation on growth performance, nutrient utilization, antioxidative properties and immune response in broiler chickens under high ambient temperature. J Appl Anim Res 46(1), 820-827.

Salim HM, Jo C, Lee BD (2008) Zinc in broiler feeding and nutrition. Avian Biol Res 1(1), 5-18.

Shahdadnejad N, Mohammadabadi MR, Shamsadini M (2016) Typing of Clostridium Perfringens Isolated from Broiler Chickens Using Multiplex PCR. Genet Third Millennium 14 (4), 4368-4374.

Smith KG, Hunt JL (2004) On the use of spleen mass as a measure of avian immune system strength. Oecologia 138, 28-31.

Søndergaard LG, Stoltenberg M, et al. (2006) Zinc ions in the endocrine andexocrine pancreas of zinc deficient rats. Histology and histopathology.

Statistical Package for the Social Sciences, SPSS (2015) SPSS Base 7.5 for Windows. SPSS, Chicago, IL.

Tabatabai SM, Badlzadeh R, Mohammadnejad R, Yousefi B (2014) Effect of cinnamon extract on hepatic COX-2 gene expression and lipid profile changes in the serum of healthy and Escherichia coli-infected broiler chickens. Vet Clin Path 9(1), 61-72 (In Persian).

Tanaka YSIT, Shiozawa S, Morimoto I, Fujita T (2016) Role of zinc in interleukin 2 (IL‐2)‐mediated T‐cell activation. Scan J Immunol 31(5), 547-552.

Tomaszewska E, Muszyński S, Dobrowolski P, et al. (2017) Effect of zinc level and source (zinc oxide vs. zinc glycine) on bone mechanical and geometric parameters, and histomorphology in male Ross 308 broiler chicken. Brazilian J Poult Sci 19, 159-170.

Vieira MM, Ribeiro AML, Kessler AM, et al. (2013) Different sources of dietary zinc for broilers submitted to immunological, nutritional, and environmental challenge. J Appl Poult Res 22(4), 855-861.

Virden WS, Yeatman JB, Barber SJ, et al. (2003) Hen mineral nutrition impacts progeny livability. J Appl Poult Res 12(4), 411-416.

Virden WS, Yeatman JB, Barber SJ, et al. (2004) Immune system and cardiac functions of progeny chicks from dams fed diets differing in zinc and manganese level and source. Poult Sci 83(3), 344-351.

Yogesh K, Deo C, Shrivastava HP, et al. (2013) Growth performance, carcass yield, and immune competence of broiler chickens as influenced by dietary supplemental zinc sources and levels. Agri Res 2, 270-274.

Zakaria HAI, Jalal MI, AL-Titi HHI, Souad A (2017) Effect of Zinc Sulfate and Zinc Glycine Chelate on Concentrationsof Acute Phase Proteins in Chicken Serum and Liver Tissue. Int J Poult Sci 11(6), 368-377.

Zhang TY, Liu JL, Zhang JL, et al. (2018) Effects of dietary zinc levels on the growth performance, organ zinc content, and zinc retention in broiler chickens. Brazilian J Poult Sci 20, 127-132.

Zulkifli I, Najafi P, Nurfarahin AJ, et al. (2014) Acute phase proteins, interleukin 6, and heat shock protein 70 in broiler chickens administered with corticosterone. Poult Sci 93(12), 3112-3118.