

DOI: 10.22034/AS.2022.38196.1551

اثر مقایسه‌ای ویتامین C با مکمل نانو ویتامین C بر عملکرد رشد، مورفولوژی روده و فراسنجه‌های خونی جوجه‌های گوشتی تحت شرایط تنش گرمایی

رسول شادمان^۱، نعمت ضیائی*^۱، امیدعلی اسماعیلی پور^۲ و مهدی رنجبر^۳

تاریخ دریافت: ۹۸/۱۱/۱۱ تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۱/۲۹

^۱ دانشیار گروه آموزشی مهندسی طبیعت، دانشکده کشاورزی شیروان، دانشگاه بجنورد، شیروان

^۲ به ترتیب دانش آموخته کارشناسی ارشد و دانشیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت

^۳ استادیار مرکز تحقیقات فارماسیوتیکس، پژوهشکده نوروفارماکولوژی، دانشگاه علوم پزشکی کرمان

* مسئول مکاتبه: Email: nemat.ziaei@cheshirvan.ac.ir

چکیده

زمینه مطالعاتی: افزودن برخی ویتامین‌ها به جیره غذایی می‌تواند یک عامل مفید در شرایط تنش و استرس زا، باشد. **هدف:** این آزمایش به منظور بررسی اثر سطوح مختلف نانوویتامین C و ویتامین C بر عملکرد رشد و برخی فراسنجه‌های خونی جوجه‌های گوشتی تحت تنش گرمایی انجام شد. **روش کار:** این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی روی ۲۸۰ قطعه جوجه نر یک روزه سویه راس ۳۰۸ با هفت تیمار شامل شاهد و سه سطح نانو ویتامین C (۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم جیره) و سه سطح ویتامین C (۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم جیره) و چهار تکرار (هر کدام شامل ۱۰ پرنده) انجام شد. در ۲۵ روزگی همزمان با شروع تنش گرمایی، پرنده‌ها به مدت شش ساعت در روز از ساعت یازده صبح تا پنج بعد از ظهر در معرض دمای 2 ± 34 درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. در پایان آزمایش (۴۲ روزگی)، یک جوجه از هر پن به طور تصادفی انتخاب و پس از وزن‌کشی و خون‌گیری کشتار شد. **نتایج:** میانگین مصرف خوراک روزانه در جوجه‌های تغذیه شده با ۲۰۰ میلی‌گرم ویتامین C در کیلوگرم جیره بیشتر از مقدار مربوط به جوجه‌های تغذیه شده با ۲۰۰ میلی‌گرم نانو ویتامین C در کیلوگرم جیره و جوجه‌های دریافت کننده ۱۰۰ میلی‌گرم ویتامین C در کیلوگرم بود. جوجه‌های دریافت کننده حاوی ۵۰ میلی‌گرم نانو ویتامین C در کیلوگرم جیره بیشترین افزایش وزن روزانه، بهترین ضریب تبدیل خوراک، بیشترین افزایش وزن نسبی سینه و بیشترین مقدار عرض پرز روده را داشتند. بیشترین افزایش وزن نسبی لاشه مربوط به جوجه‌های دریافت کننده ۲۰۰ میلی‌گرم ویتامین C در کیلوگرم جیره بودند. بیشترین وزن نسبی طحال مربوط به جوجه‌های تغذیه شده با جیره حاوی ۱۰۰ میلی‌گرم ویتامین C در کیلوگرم جیره بودند. بیشترین مقدار طول نسبی ژوژنوم مربوط به جوجه‌های دریافت کننده ۱۰۰ میلی‌گرم نانو ویتامین C در کیلوگرم جیره بودند. بیشترین طول پرز مربوط به جوجه‌های تغذیه شده با ۲۰۰ میلی‌گرم ویتامین C در کیلوگرم بودند. بیشترین عمق کریپت در جوجه‌های دریافت کننده ۱۰۰ میلی‌گرم نانو ویتامین C در کیلوگرم جیره مشاهده شد. بیشترین نسبت طول پرز به عمق کریپت مربوط به جوجه‌های تغذیه شده با ۱۰۰ میلی‌گرم ویتامین C در کیلوگرم جیره بود. بیشترین گلبول قرمز، بیشترین مقدار هموگلوبین و بیشترین مقدار آنزیم گلوکاتیون پراکسیداز مربوط به جوجه‌های تغذیه شده با جیره ۲۰۰ میلی‌گرم نانو ویتامین C در کیلوگرم جیره بود. بیشترین هماتوکریت در جوجه‌های تغذیه شده با تیمار حاوی ۲۰۰ میلی‌گرم ویتامین C در کیلوگرم جیره بود. بیشترین تعداد لنفوسیت در جوجه‌های تغذیه شده با مقادیر ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم نانو ویتامین C در کیلوگرم جیره مشاهده شد.

نتیجه گیری نهایی: به طور کلی، استفاده از سطوح ۵۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم نانو ویتامین C در کیلوگرم جیره به ترتیب می‌تواند باعث بهبود عملکرد رشد و خصوصیات لاشه و افزایش آنزیم گلوکاتایون پراکسیداز در شرایط تنش گرمایی در جوجه‌های گوشتی شود.

واژگان کلیدی: آنزیم گلوکاتایون پراکسیداز، جیره غذایی، ضریب تبدیل خوراک، راس ۲۰۸، هموگلوبین

مقدمه

مکمل‌های جیره با تغییر به نانو ذرات و افزایش نسبت سطح به حجم و افزایش جذب آن‌ها، در پرورش طیور رویکرد جدیدی را به دنیا عرضه کرد (ابراهیم زاده ۲۰۱۳). با توجه به اینکه تاکنون در زمینه تاثیر نانو ویتامین C بر عملکرد طیور تحقیقی انجام نشده است، بنابراین هدف از انجام این پژوهش مقایسه اثر ویتامین C با نانو ویتامین C در شرایط تنش گرمایی بر عملکرد رشد، متابولیت‌های خونی و خصوصیات لاشه در جوجه‌های گوشتی بود.

مواد و روش‌ها

تعداد ۲۸۰ قطعه جوجه خروس یکروزه راس ۲۰۸ از کارخانه جوجه‌کشی ماهان خریداری و پس از وزن‌کشی با میانگین وزن 2 ± 40 گرم بطور تصادفی در داخل پن-هایی به ابعاد $1 \times 1/5$ قرار گرفتند. دمای سالن ۲۴ ساعت پیش از ورود جوجه‌ها به میزان مطلوب و مورد نظر (۳۴ درجه سانتی‌گراد) رسید. جیره‌های آزمایشی بطور آزاد در دسترس آن‌ها قرار داده شد. انتخاب هر واحد آزمایشی برای تیمار خاص به روش تصادفی و قرعه‌کشی انجام شد و چهار پن بصورت تصادفی به عنوان چهار تکرار برای هر تیمار در نظر گرفته شد. هنگام تقسیم بندی جوجه‌ها در یک روزگی جهت دستیابی به یکنواختی وزنی بین واحدهای آزمایشی، آن‌ها را وزن‌کشی نموده و با اطمینان از یکسان بودن تقریبی میانگین وزنی واحدهای آزمایشی جوجه‌ها در داخل واحدهای آزمایشی قرار داده شدند. تیمارهای مورد آزمایش شامل:

شاهد (جیره پایه): ۵۰ میلی‌گرم ویتامین C در کیلوگرم جیره؛ ۵۰ میلی‌گرم نانو ویتامین C در کیلوگرم جیره، ۱۰۰

پرورش طیور در مناطق گرمسیر جهان به سرعت رو به افزایش است. قسمت‌های زیادی از قاره‌های آسیا، آفریقا و آمریکای جنوبی، در این شرایط آب و هوایی واقع شده اند که سهم عمده ای از جمعیت جهان را در خود جای داده اند. یکی از موانع مهم توسعه صنعت مرغداری در مناطق گرم جهان، مسئله وقوع تنش گرمایی است. درجه حرارت بالا به‌ویژه همراه با رطوبت بالا، موجب تحمیل تنش شدید به پرندگان شده و به کاهش عملکرد منجر می‌شود (قیصری ۲۰۰۳). در طول دو دهه گذشته، پژوهش‌های زیادی در مورد راه‌های کاهش اثرات تنش گرمایی در پرندگان تحت درجه حرارت بالای محیطی انجام شده است. تاکنون مؤثرترین روش‌ها، ایجاد تحول در شیوه‌های ایجاد تاسیسات مرغداری برای اقلیم‌های گرم است. اما اضافه کردن افزودنی های خوراکی شیمیایی و بیولوژیکی که با اهداف مختلفی به جیره طیور اضافه می‌شود می‌تواند در بهبود عملکرد رشد مؤثر باشد (مظفرپور توبکانلو و همکاران ۲۰۱۷). نقش مؤثر ویتامین C در کاهش تنش ناشی از تنش گرمایی را نمی‌توان نادیده گرفت. استفاده از ویتامین C در شرایط تنش گرمایی و مقاوم سازی طیور نسبت به این عامل تنش زا، سالیان است که توسط محققین به ثبت رسیده است (نامقی ۲۰۱۳). نانوفناوری دانشی است که اخیراً توجه زیادی را در تمامی رشته‌ها به خود معطوف کرده است. در نانو ذرات بدلیل افزایش نسبت سطح به حجم، ویژگی‌های منحصر به فردی در جذب و اثرگذاری مواد مشاهده شده است (سیم چی ۲۰۰۸). استفاده از فناوری نانو در تغذیه طیور نوپا بوده و میتواند بسیاری از

میلی‌گرم ویتامین C در کیلوگرم جیره، ۱۰۰ میلی‌گرم نانو ویتامین C در کیلوگرم جیره، ۲۰۰ میلی‌گرم ویتامین C در کیلوگرم جیره ۲۰۰ میلی‌گرم نانو ویتامین C در کیلوگرم جیره بودند.

نیازهای تغذیه‌ای جوجه‌ها بر اساس سن آن‌ها از راهنمای پرورش راس ۳۰۸ استخراج و جیره‌های غذایی بر اساس آن و با استفاده از نرم افزار جیره نویسی UFFDA^۱ تنظیم شد. از نظر پرورش (تغذیه‌ای) برای جوجه‌ها دوره آغازین (۱۰-۰ روزگی)، رشد (۲۵-۱۱ روزگی) و پایانی (۴۲-۲۶ روزگی) در نظر گرفته شد. در بازه زمانی ۲۵ الی ۴۲ روزگی که تنش گرمایی (۳۴±۲) اعمال شد. پودر ویتامین C و نانو ویتامین C به صورت سرک به جیره آماده اضافه شد. به دلیل عدم وجود سالن مجزا برای نگهداری جوجه‌ها در دمای نرمال همه جوجه‌ها در زمان تنش در دمای بالای ۳۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. نانو ویتامین C با استفاده از روش میورایاما و همکاران (۲۰۱۲) ساخته شد. در طول دوره آزمایش، آب و دان بصورت آزاد در اختیار جوجه‌ها قرار داده شد. برنامه نوری سالن با استفاده از چهار ردیف لامپ ۶۰ وات که در ارتفاع ۲/۵ متری از کف سالن قرار داشتند و به صورت مداوم بدون اعمال تاریکی در کل دوره اجرا شد. وزن بدن و مصرف خوراک در پایان هر دوره اندازه‌گیری و برای محاسبه پارامترهای عملکرد از جمله افزایش وزن روزانه، مصرف خوراک روزانه و ضریب تبدیل خوراک استفاده شدند. در روز ۴۲ آزمایش، یک قطعه پرنده از هر تکرار (پن) با میانگین وزنی مشابه با پن مورد نظر انتخاب، توزین و کشتار شد و وزن لاشه و وزن نسبی هر کدام از اجزای بدن جوجه‌ها جداگانه توزین و ثبت شد. اجزای مورد اندازه‌گیری در آزمایش شامل وزن لاشه، سینه، ران، کبد، طحال و بورس بود. همچنین وزن و طول نسبی ژوژنوم محاسبه شد و قسمتی از آن نیز برای مورفولوژی روده در فرمالین ۱۰ درصد قرار گرفت. فراسنجه‌های خونی مورد

اندازه‌گیری در آزمایش شامل گلبول‌های قرمز، گلبول‌های سفید، هموگلوبین، هتروفیل و لنفوسیت و هورمون گلوکوکورتیکوئید پراکسیداز بودند. برای اندازه‌گیری فراسنجه‌های خونی در ۴۲ روزگی آزمایش از هر پن یک پرنده (که دارای کمترین اختلاف وزن با میانگین وزن پن بود) انتخاب و به میزان دو سی‌سی خون از ورید بال خونگیری شد. برای شمارش سلول‌های خونی گلبول‌های قرمز، گلبول‌های سفید، هموگلوبین از دستگاه Sysmex K-1000 ساخت کشور ژاپن و تعیین غلظت هموگلوبین با استفاده از روش سیانومت هموگلوبین و به کمک کیت تجاری شرکت زیست شیمی انجام شد (قیاسی و همکاران، ۲۰۰۸). همچنین برای اندازه‌گیری هورمون گلوکوکورتیکوئید پراکسیداز از دستگاه تمام اتوماتیک Addcare ELISA200 با استفاده از کیت‌های سنجشی رانسل شرکت راندوکس استفاده شد. برای مطالعه ساختار پرزهای بافت ژوژنوم، نمونه‌هایی از بافت هدف به اندازه ۴ سانتیمتر از قسمت میانی ژوژنوم تهیه و پس از تخلیه محتویات و شستشو در فرمالین ۱۰ درصد نگهداری شد. نمونه ثابت شده در موم جاسازی و به ضخامت ۵ میکرومتر برش داده شده و با همتوکسیلینوزین رنگ آمیزی شد. برای اندازه‌گیری ارتفاع پرز (از راس پرز تا قاعده آن) و عرض پرز از میکروسکوپ (OLYMPUS آلمان، مدل BX51) از درشت‌نمایی ۴۰ برابر و برای عمق کریپت (از قاعده پرز تا انتهای غدد) از درشت‌نمایی ۱۰۰ برابر استفاده شد (لیوو دیگران ۲۰۱۱). در پایان مقادیر یادداشت شده براساس کالیبراسیون به میکرومتر تبدیل شد. مدل آماری آزمایش بصورت زیر بود:

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

Y_{ij} : مقدار هر مشاهده؛ μ : میانگین جمعیت؛ T_i : اثر تیمارهای آزمایشی؛ e_{ij} : اثر خطای آزمایش

^۱ User Friendly Feed Formulation Done Again

گرفت و برای مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده از آزمون توکی - کرامر با سطح احتمال ۰/۰۵ استفاده شد.

داده‌های جمع‌آوری شده توسط نرم افزار Minitab و با استفاده از رویه GLM مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار

Table1- Composition and nutrient content of the basal diet of broilers chickens

Diet Ingredients (%)	Starter (d 1-10)	Grower (d 11-25)	Finisher (d 26-42)
Corn	53.00	54.81	60.63
Soybean meal	39.00	36.24	30.85
Sunflower oil	3.75	5.00	4.85
Limestone	1.43	1.35	1.30
Dicalcium phosphate	1.81	1.29	1.21
Vitamin and Mineral premix ¹	0.50	0.50	0.50
Salt	0.32	0.29	0.29
Lysine	0.32	0.23	0.13
DL- Methionine	0.24	0.29	0.25
Calculated value			
AMEn (Kcal/Kg)	3025	3150	3200
Crude protein (%)	22	21	19
Lysine (%)	1.43	1.30	1.09
Methionine + Cystine (%)	1.07	0.95	0.86
Threonine (%)	0.94	0.90	0.82
Valine(%)	1.43	1.40	1.36
Isoleucine(%)	1.32	1.25	1.20
Arginine(%)	1.73	1.67	1.56
Tryptophan(%)	0.40	0.38	0.35
Leucine (%)	1.24	1.22	1.19
Glycine (%)	1.00	0.96	0.89
Histidine (%)	0.79	0.76	0.74
Phenylalanine (%)	1.34	1.20	1.24
Threonine (%)	0.93	0.89	0.83
Calcium (%)	1.05	0.90	0.85
Phosphorous (%)	0.52	0.45	0.42
Sodium(%)	0.11	0.12	0.12
Chloride(%)	0.16	0.16	0.16
Potassium(%)	0.72	0.68	0.60
DEB (mEq/kg)	184.5	181.4	161.8

¹Provides the following per kg of diet: 4.13 mg retinol, 60.00 µg chole-calciferol, 30.00 mg D1- α -tocopherol, 3mg menadione, 2.20 mg thiamine, 8.00 mg riboflavin, 5.00 mg pyridoxine, 11.00 µg cyanocobalamin, 1.50 mg folic acid, 150.00 µg biotin, 25.00 mg calcium pantotenat, 65.00 mg nicotinic acid, 60.00 mg. Provides the following per kg of diet: Mn (manganese sulphate), 40.00 mg Zn (zinc oxide), 0.33 mg I (potassium iodate), 80.00 mg Fe (ferrous sulphate), 8.00 mg Cu (copper sulphate), 0.15 mg Se (sodium selenite), 150.00 mg ethoxyquin.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از اثرات ویتامین C در مقایسه با نانو ویتامین C در دوره پرورش جوجه‌های گوشتی بر میانگین مصرف خوراک، میانگین افزایش وزن و ضریب تبدیلیخوراک در جدول ۲ ارائه شده است.

اثر تیمارهای تغذیه‌ای بر مصرف خوراک جوجه‌های گوشتی معنی‌دار بود ($P < 0/05$). جوجه‌های تغذیه شده با جیره حاوی ۲۰۰ میلی‌گرم ویتامین C و یا ۲۰۰ میلی‌گرم نانو ویتامین C در کیلوگرم جیره به ترتیب بیشترین و کمترین مصرف خوراک را نسبت به سایر جوجه‌ها داشتند. نتایج این آزمایش در راستای نتایج دیگر محققینی بود که بیان کردند، استفاده از ۲۵۰ میلی‌گرم ویتامین C باعث بهبود این پارامترها می‌شود (کوتلو و فوربز ۱۹۹۳).

بر اساس جدول ۲ تیمارهای تغذیه‌ای اثر معنی‌داری بر افزایش وزن جوجه‌ها داشت ($P < 0/001$). جوجه‌های تغذیه شده با ۵۰ میلی‌گرم نانو ویتامین C در کیلوگرم جیره بیشترین افزایش وزن را نسبت به سایر تیمارها داشتند. مطابق با این نتایج روشنی و همکاران (۲۰۰۶) گزارش کردند که افزودن ویتامین C طی دو هفته آخر و در طی دوره تنش گرمایی به طور معنی‌داری سبب بهبود خوراک مصرفی و افزایش وزن روزانه شد. ساهین و کوکاک (۲۰۰۲) گزارش کردند که استفاده از ۲۰۰ میلی‌گرم ویتامین C در کیلوگرم جیره باعث بهبود عملکرد بلرچین در شرایط تنش گرمایی شد. ابیدین و خاتون (۲۰۱۳) نشان داد که مکمل ویتامین C در شرایط تنش گرمایی باعث افزایش وزن روزانه در جوجه‌های گوشتی در ۴۲ روزگی شد. در پژوهش دیگری پینگ و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند که نانو مولتی ویتامین سبب افزایش وزن روزانه و کاهش روزانه مصرف خوراک و تلفات شد.

بر اساس نتایج جدول ۲ جوجه‌های تغذیه شده با سطح ۵۰ میلی‌گرم نانو ویتامین C در کیلوگرم جیره نسبت به جوجه‌های سایر تیمارها دارای بهترین ضریب تبدیل خوراک بودند. نتایج این آزمایش مطابق با نتایج آلبا و همکاران (۲۰۱۵)، کوتلا و فوربز (۱۹۹۳) و آماکی و همکاران (۲۰۰۰) است. این پژوهشگران گزارش کردند که استفاده از مکمل ویتامین C باعث کاهش معنی‌دار ضریب تبدیل خوراک نسبت به گروه شاهد شد. ویتامین C به طور معنی‌داری باعث بهبود ضریب تبدیل خوراک به میزان پنج درصد شد (آلبا و همکاران ۲۰۱۵). ساهین و کوکاک (۲۰۰۲) گزارش کردند که استفاده از ۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره ویتامین C باعث بهبود عملکرد رشد و ضریب تبدیل خوراک بلرچین در شرایط تنش گرمایی شد. ویتامین C باعث افزایش استفاده از کورتیکواستروئیدها در طول تنش گرمایی می‌شود و در نتیجه نقش مهمی را در پاسخ به تنش ایفا می‌کند.

تأثیر مقایسه‌ای ویتامین C و نانو ویتامین C بر میانگین وزن اجزای لاشه در جدول ۳ آورده شده است. اثر مقایسه‌ای تیمارهای آزمایشی بر وزن ران معنی‌دار نبود. محققین در آزمایشی گزارش کردند که استفاده از مکمل ویتامین C در فصل تابستان تأثیر معنی‌داری بر وزن نسبی ران نداشت که با نتایج این آزمایش مشابه است (کونکا ۲۰۰۹). وزن نسبی سینه و لاشه توسط تیمارهای آزمایشی تحت تأثیر قرار گرفت و تفاوت معنی‌داری بین گروه‌ها مشاهده شد. بیشترین افزایش وزن نسبی لاشه مربوط به پرندگان تغذیه شده با ۲۰۰ میلی‌گرم ویتامین C در کیلوگرم جیره بود، پرندگان این تیمار نسبت به پرندگان تغذیه شده با سطح ۵۰ میلی‌گرم ویتامین C، ۵۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم نانو ویتامین C در کیلوگرم جیره اختلاف معنی‌داری داشتند ($P < 0/05$).

Table 2-Effects of vitamin and nano vitamin C on growth performance of heat stressed broiler chickens (d 26-42)

Experimental diets	Feed intake (g.b ⁻¹ .d ⁻¹)	Body weight gain(g.b ⁻¹ .d ⁻¹)	Feed conversion ratio
Control	148 ^a	84.67 ^b	1.76 ^a
50 mg vit C	154 ^a	93.86 ^a	1.68 ^{ab}
50 mg nano vit C	139 ^c	94.32 ^a	1.46 ^c
100 mg vit C	141 ^{bc}	81.50 ^b	1.69 ^{ab}
100 mg nano vit C	146 ^b	82.73 ^b	1.62 ^b
200 mg vit C	155 ^a	86.03 ^a	1.77 ^a
200 mg nano vit C	137 ^c	81.75 ^b	1.68 ^{ab}
SEM	2.99	2.43	0.05
P-Value	0.002	0.003	0.006

^{abc} Means within same column with different superscripts differ significantly ($p < 0.05$).

دریافت کننده ۱۰۰ میلی‌گرم ویتامین C در کیلو گرم جیره بیشترین وزن نسبی طحال را داشتند. همچنین جوجه‌های تغذیه شده با ۱۰۰ میلی‌گرم ویتامین C و نانو ویتامین C کمترین وزن نسبی بورس را داشتند. در تحقیقی از سه سطح ویتامین C (۰، ۱۵۰، ۳۰۰ میلی‌گرم در هر کیلوگرم جیره) در شرایط تنش گرمایی استفاده شد. نتایج نشان داد که مصرف ویتامین C تاثیر معنی داری بر بخش‌های مختلف دستگاه گوارش نداشت (کونکا ۲۰۰۹). نعمتی و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که استفاده از ۳۰۰ میلی‌گرم ویتامین C تحت تنش سرمایی، وزن نسبی طحال و سیستم ایمنی با واسطه سلولی را بهبود بخشید و درصد تلفات را کاهش داد. همچنین وزن کبد در شرایط تنش سرمایی مصرف ویتامین C کاهش یافت که با نتایج این آزمایش مشابه بود. رئیسی و همکاران (۲۰۱۷) نشان داد که اثر اصلی سطوح مختلف کوآنزیم Q₁₀ و ویتامین C بر وزن نسبی طحال، کبد معنی‌دار بود، اما بر وزن نسبی بورس اثر معنی‌داری نداشت ولی اثر متقابل آنها بر وزن بورس معنی دار بود. در آزمایش ما بیشترین مقدار طول نسبی ژوژنوم مربوط به جوجه‌های تغذیه شده با ۱۰۰ میلی‌گرم نانو ویتامین C در کیلوگرم جیره بود که این سطح نسبت به گروه‌های دریافت کننده تیمار شاهد و ۵۰

بیشترین افزایش وزن نسبی سینه مربوط به پرندگان تیمار ۵۰ میلی‌گرم نانو ویتامین C در کیلوگرم جیره بود و وزن نسبی سینه پرندگان این تیمار نسبت به پرندگان سایر تیمارها به جز پرندگان تیمار ۲۰۰ میلی‌گرم ویتامین C نیز دارای اختلاف معنی‌داری بود ($P < 0.05$). مطابق با این نتایج ساهین و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند که استفاده از مکمل ویتامین C به میزان ۲۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره، موجب بهبود وزن زنده، بازده خوراک و صفات لاشه شده است. همچنین روشنی و همکاران (۲۰۰۶) گزارش کردند که افزودن ویتامین C در طی دو هفته آخر و در طی دوره تنش گرمایی به طور معنی‌داری سبب افزایش وزن سینه شد. در آزمایشی رفیعی و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند که استفاده از پودر به لیمو همراه با ۲۵۰ میلی‌گرم ویتامین C بر کیلوگرم جیره منجر به افزایش وزن سینه شد و توانست تا حدودی اثرات منفی ناشی از تنش گرمایی بر عملکرد پرنده را کاهش دهد. در تحقیقی دیگر درمانی کوهی (۲۰۰۵) گزارش کرد که استفاده از اسید آسکوربیک (۲۰۰ ppm) و ۴۰۰) در شرایط تنش گرمایی باعث افزایش کیفیت و بازده لاشه جوجه‌های گوشتی شد. وزن نسبی کبد تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. اثر تیمارها بر وزن نسبی طحال و بورس معنی‌دار بود ($P < 0.05$). جوجه‌های

میلی‌گرم ویتامین C اختلاف معنی داری داشت ($P < 0.05$)
وزن نسبی ژوژنوم تحت تاثیر تیمارها قرار نگرفت.

Table 3- Effects of vitamin and nano vitamin C on carcass characteristics (g.kg⁻¹liveBW×100) of heat stressed broiler chickens (d 42)

Experimental diets	Carcass	Breast	Thigh	Liver	Spleen	Bursa	Jejunum length	Jejunum weight
Control	66.53 ^a	23.86 ^b	19.64	2.02	0.157 ^a	0.100 ^a	3.75 ^b	1.63
50 mg vit C	64.56 ^{bc}	24.69 ^b	18.43	1.96	0.127 ^c	0.070 ^b	3.84 ^b	2.16
50 mg nano vit C	63.94 ^c	26.19 ^a	18.43	1.88	0.132 ^c	0.087 ^{ab}	3.88 ^{ab}	1.99
100 mg vit C	65.15 ^{bc}	23.40 ^c	18.77	1.90	0.162 ^a	0.062 ^b	4.51 ^{ab}	1.86
100 mg nano vit C	64.80 ^{bc}	23.73 ^{bc}	18.89	1.90	0.152 ^{ab}	0.062 ^b	5.02 ^a	2.22
200 mg vit C	68.07 ^a	26.20 ^a	20.36	1.74	0.127 ^c	0.067 ^b	4.23 ^{ab}	1.60
200 mg nano vit C	65.68 ^b	22.84 ^c	19.46	1.73	0.145 ^{bc}	0.067 ^b	4.35 ^{ab}	1.58
SEM	0.663	0.382	0.484	0.107	0.005	0.006	0.254	0.174
P-Value	0.007	0.001	0.083	0.455	0.001	0.002	0.020	0.074

^{abc} Means within same column with different superscripts differ significantly ($p < 0.05$).

مقدار لنفوسیت رانسبت به پرندگان دریافت کننده ۲۰۰ میلی‌گرم ویتامین C و نانو ویتامین C در کیلوگرم جیره داشتند ($P < 0.05$). آزمایشات گراس (۱۹۸۸) نشان داد که تعداد لنفوسیت‌های خون در اثر استفاده از ویتامین C در جیره جوجه‌های گوشتی بهبود یافت که احتمالاً به دلیل محافظت ویتامین C از لنفوسیت‌ها و جلوگیری از صدمه دیدن آن‌ها در برابر رادیکال‌های آزاد تولید شده در شرایط تنش گرمایی در بدن جوجه‌های گوشتی می‌باشد. تقی لو و همکاران (۲۰۱۰) از مقدار ۰/۰۵ درصد ویتامین C در شرایط تنش گرمایی در جیره جوجه‌های گوشتی استفاده کردند و مشاهده کردند که این ماده باعث افزایش هماتوکریت شد. در خصوص تاثیر ویتامین C محققان چندین سطح (۰، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) اسید آسکوربیک را بر روی بلدرچین ژاپنی در نواحی گرمسیری در حالت تنش گرمایی در دمای ۳۳- ۳۶ درجه سانتیگراد مورد بررسی قرار داد. نتایج حاصل نشان داد که ویتامین C تاثیر معنی‌داری بر پارامترهای سلول‌های خونی نداشت (تولن ۲۰۱۱). در تحقیقی دیگر میرزاپور و همکاران (۲۰۱۵) سطوح ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم ویتامین C بر روی فراسنجه‌های خونی مورد بررسی

تاثیر ویتامین C و نانو ویتامین C بر متابولیت‌های خونی جوجه‌های گوشتی در جدول ۴ آورده شده است. تیمارهای آزمایشی اثر معنی‌داری بر گلبول‌های سفید خون نداشتند ($P \geq 0.05$). بیشترین تعداد گلبول قرمز مربوط به پرندگان تیمار ۲۰۰ میلی‌گرم نانو ویتامین C در کیلوگرم جیره بود. تعداد گلبول‌های قرمز در پرندگان این تیمار نسبت به تیمارهای شاهد، ۵۰ میلی‌گرم ویتامین C، ۵۰ میلی‌گرم نانو ویتامین C و ۱۰۰ میلی‌گرم ویتامین C در کیلوگرم جیره، بیشتر بود ($P < 0.001$). بیشترین هموگلوبین خون مربوط به پرندگان دریافت کننده ۲۰۰ میلی‌گرم نانو ویتامین C در کیلوگرم جیره بود ($P < 0.01$). پرندگان دریافت کننده این سطح نسبت به پرندگان دریافت کننده ۵۰ میلی‌گرم نانو ویتامین C اختلاف معنی‌داری داشتند ($P < 0.001$). پرندگان دریافت کننده ۲۰۰ میلی‌گرم ویتامین C در کیلوگرم جیره نسبت به تیمارهای ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم ویتامین C و نانو ویتامین C بیشترین مقدار هماتوکریت را داشتند ($P < 0.001$). تیمارهای آزمایشی اثر معنی‌داری بر درصد هتروفیل نداشت. پرندگان تغذیه شده با تیمارهای ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم نانو ویتامین C در کیلوگرم جیره بیشترین

طوریکه به عنوان احیا کننده گونه‌های اکسیژن فعال (ROS) عمل می‌کند و نقش تعدیل کننده ای بر فعالیت دفاع آنتی‌اکسیدانی دارد (سیس ۱۹۹۵). همچنین در پژوهشی دیگر نشان داده شد که ویتامین C در حدود ۷۰ درصد از سهم آنتی‌اکسیدانی را به خود اختصاص می‌دهد و باعث بهبود سطح گلوکوتاتیون پراکسیداز در خون می‌شود (وینستون ۱۹۹۸).

قرار دادند و مشاهده کردند که ویتامین C سبب افزایش مقدار گلبول قرمز و هموگلوبین و افزایش هماتوکریت خون شد که با یافته‌های آزمایش ما مطابقت دارد. پرندگان دریافت کننده ۲۰۰ میلی‌گرم نانو ویتامین C در کیلوگرم جیره بیشترین غلظت آنزیم گلوکوتاتیون پراکسیداز را نسبت به پرندگان تغذیه شده با سایر تیمارها داشتند ($P < 0.001$). در پژوهشی نشان داده شد که ویتامین C دارای توانایی دهندگی الکترون بوده به

Table 4-Effects of vitamin and nano vitamin C on blood parameters in heat stressed broiler chickens (d-42)

Experimental diets	WBC($\times 10^3/\mu\text{l}$)	RBC($\times 10^6/\mu\text{l}$)	Hemoglobin (g/dl)	Hematocrit (%)	Heterophil (%)	Lymphocyte (%)	Glutathione peroxidase(U/ml)
Control	19500	2.95 ^{bc}	12.00 ^{ab}	42.13 ^{bc}	10.00	90.00 ^{ab}	190.2 ^d
50 mg vit C	19250	2.78 ^c	11.56 ^{ab}	39.50 ^c	10.50	89.50 ^{ab}	178.7 ^d
50 mg nano vit C	16125	2.74 ^c	10.90 ^b	39.25 ^c	9.25	92.82 ^a	226.3 ^d
100 mg vit C	19875	2.95 ^{bc}	12.50 ^{ab}	41.67 ^{bc}	9.61	89.19 ^b	261.8 ^c
100 mg nano vit C	18875	2.99 ^{abc}	11.50 ^{ab}	40.94 ^c	9.50	91.75 ^a	299.4 ^b
200 mg vit C	22299	3.22 ^{ab}	13.00 ^{ab}	46.42 ^a	11.73	86.40 ^c	278.4 ^{bc}
200 mg nano vit C	24625	3.33 ^a	13.38 ^a	45.49 ^{ab}	13.25	86.75 ^{bc}	329.8 ^a
SEM	2325	0.080	0.430	0.891	0.962	0.901	11.807
P-Value	0.287	0.001	0.008	0.001	0.082	0.001	0.001

^{abc} Means within same column with different superscripts differ significantly ($p < 0.05$).

بهبود عملکرد سیستم ایمنی و میزان پاسخ ایمنی همورال گردید (داده‌ها در این مقاله ارائه نشده است). همچنین ۲۰۰ میلی‌گرم نانو ویتامین C در کیلوگرم جیره باعث افزایش غلظت هموگلوبین و آنزیم گلوکوتاتیون پراکسیداز در شرایط تنش گرمایی شد. بنابراین استفاده از سطوح مذکور این مکمل در جیره می‌تواند باعث بهبود عملکرد جوجه‌های گوشتی در شرایط تنش گرمایی شود.

نتیجه گیری کلی

نتایج این آزمایش نشان داد که مصرف ۵۰ میلی‌گرم نانو ویتامین C در کیلوگرم جیره جوجه‌های گوشتی در شرایط تنش باعث بهبود افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک شد. همچنین نانو ویتامین C سبب افزایش معنی دار وزن نسبی طحال و بورس شده و در نهایت سبب

منابع مورد استفاده:

- Abidin Z and Khatoon A, 2013. Heat stress in poultry and the beneficial effects of ascorbic acid (vitamin C) supplementation during periods of heat stress. *World's Poultry Science Journal* 69 (1): 135 – 152.
- Akbar M, 2008. The Effect of Vitamins E, A, Zinc and Probiotics on Nutrition and Immune System in Broiler Chickens. Doctoral dissertation, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran (In Persian).
- Alba M, Esmaeilipour OA and Mirmahmoudi R, 2015. Effects of Withania coagulants fruit powder and vitamin C on growth performance and some blood components in heat stressed broiler chickens. *Livestock Science* 173:64–68.

- Amakye-Anim JT, Lin L, Hester PY, Thiagarajan D, Watkins BA and Wu CC, 2000. Ascorbic acid supplementation improved antibody response to infectious burial disease vaccination in chickens. *Poultry Science* 79 (5): 680-688.
- Bradley GL, Savage TF and Timm KI, 1994. The effects of supplementing diets with *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii* on male poultry performance and ileal morphology. *Poultry Science* 73:1766-1770.
- Darmanikohy H and Shivazad M, 2005. Effects of ascorbic acid and nutrient density on performance of male broiler chickens at exposure to thermal stress. *Journal of Agricultural Science and Natural Resources*, 12th Special Issue of *Animal Science*. (12): 144-153.
- Ebrahimnezhad Y, Gheiasi J, Maheri N., Mohammadikhah M and Ahmadi F, 2013. Influence of zinc oxide nanoparticles on growth performance, carcass quality and growth index of immune organs of broiler chickens. *International Journal of Poultry Science* 92: 83-90.
- Gheysari A, Samiei A, And Pourreza J, 2003. Effects of Different Levels of Vitamins C, E and Fat on Performance and Death Rate of Chickens under Thermal Stress Conditions. *Journal of Veterinary Research* 58 (2):125-128 (In Persian).
- Ghiyasi M, Rezaei GH, Sayyahzadeh H, Firouzbakhsh F and Attar A, 2008. Effects of prebiotic (Fermacto) in low protein diet some blood parameters and intestinal microbiota of broiler chicks. *Italian Journal of Animal Science* 7: 313 - 319.
- Grasman AK, 2010. In vivo functional tests for assessing immunotoxicity in birds. *Immunotoxicity Testing. Methods Molecular Biology* 598:387-98.
- Gross W, 1988. Effect of ascorbic acid on antibody response of stressed and unstressed chickens. *Avian Diseases* 32:483-485.
- Hosseini bilondi H, Hosseini M, Dabagh Kakhaki J and naghos M, 2012. Effect of selenium, vitamin E and garlic powder on the performance, immune system and fat accumulation in broiler carcasses. *Journal of Animal and Poultry Research*. 1(4): 39-46. (In Persian).
- Konca YF, Kirkpinar F, Mert S and Yurtseven S, 2009. Effects of dietary ascorbic acid Supplementation on growth Performance, carcass, bone quality and blood parameters in broilers during natural summer temperature. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances* 4: 139-147.
- Kutlu HR. and Forbes JM, 1993. Alleviation of the effect of heat stress by dietary methods in broilers: A review. *World Review Animal Production* 28: 16-26.
- Lu J, Kong XL, Wang ZY, Yang HM, Zhang KN and Zou JM, 2011. Influence of whole corn feeding on the performance, digestive tract development, and nutrient retention of geese. *Poultry Science* 90:587-594.
- Mirzapour Sarab S, Salary S, Mirzadeh KH and Aghayi A, 2015. Effect of different levels of vitamin C and L-carnitine on performance and some safety and blood parameters of broiler chickens under thermal stress. *Iranian Journal of Animal Science Research* 8(1):153-141. (In Persian).
- Mozaffarpour Toubkanlou M, Shakouri MD and Janmohammadi H, 2017. Effect of crude and heated milk thistle seed on performance and some blood and humoral immunity parameters of broiler chickens. *Journal of Animal Science Researches* 27 (4): 77-90. (In Persian).
- Murayama N, Maekawa IH, Ushiro T and Miyoshi J, 2012. Synthesis of various layered double hydroxides using aluminum dross generated in aluminum recycling process. *International Journal of Mineral Processing* 110: 46-52.
- Nameghi A, Nasiri Moghadam H, Tavakol Afshari J and Kermanshahi H, 2007. The Effect of Vitamin C supplementation on immunological responses and performance of broiler chickens. *Iranian Journal of Animal Sciences* 39 (1): 1-10. (In Persian).
- Nemati M, Shahir M, Harkinezhad M and Lotfollahian H, 2013. The immunity of chicken broilers under cold stresses to vitamin C and coenzyme Q10. *Animal Production Journal* 15 (1): 53-45. (In Persian).
- Pardue SL, Thaxton JP, Brake JO, 1985. Role of ascorbic acid in chicks exposed to high environmental temperature. *Journal of Applied Physiology* 58(5): 1511-1516.

- Ping X, Hong X and Guang, Y, 2011. Effects of liquid nano vitamin on the growth performance and carcass quality of broilers. *Animal Husbandry and Feed Science* 11:52-54.
- Rafiei F, Mazhari M, Ghoreishi M and Esmailipour OA, 2014. Effect of lemon verbena powder and vitamin C on performance and immunity of heat-stressed broilers. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. DOI: 10.1111/jpn.12457.
- Raiesi-Zeydabad S, Mirmahmoudi R, Esmailipour O and Mazhari M, 2017. Effects of Coenzyme Q10 and Vitamin C on Growth Performance and Blood Components in Broiler Chickens under Heat Stress. *Poultry Science Journal* 5 (2): 145-152.
- Roushani E, A M Tahmasbi AM, A Taghizadeh A and Valizadeh M, 2006. Influences of early heat shock and supplemental vitamin C and E on the performance of broiler chicks exposed to acute heat stress. *Journal of Agricultural Science* 16(1): 255-264. (In Persian).
- Sahin K., O. Kucuk O, N. Sahin N and Sari M. 2002. Effects of vitamin C and vitamin E on lipid peroxidation status, serum hormone, metabolite, and mineral concentrations of Japanese quails reared under heat stress (34 s C). *International Journal Vitamin Nutrition Research* 72(2):91-100.
- Sies H and Stahl W, 1995. Vitamins E and C, Beta carotene, and other Carotenoids as antioxidants. *The American Journal of Clinical Nutrition* 62:1315-1321.
- Simchi A, 2008. Introduction to nanoparticles (Properties, Methods of Production and Application). Scientific Publications of Sharif University of Technology. (In Persian). 280.
- Taqilu S, Zarei A, Lotfollahian H, Norouzi H, Motamedi Motlagh M and Bizhani S, 2010. The effect of vitamin C and betaine on the immune system of broiler chickens under thermal stress conditions. *Journal of Animal Science and Research* 7: 31-40. (In Persian).
- Tuleun CD, Adenkola AY and Afele T, 2011. Effect of dietary ascorbic acid supplementation on the performance of Japanese (*Coturnix coturnix japonica*) quails in a tropical environment. *Journal of Animal and Plant Sciences* 10 (2): 1268- 1275.
- Winston GW, Regoli F, Dugas AJ, Fong JH and Blanchard KA, 1998. A rapid GC assay for determining oxyradical scavenging capacity of antioxidants and biological fluids, *Free Radical Biology and Medicine* 24: 480-493.

Effects of vitamin C and nano vitamin C supplement on growth performance, immune responses, intestine morphology and blood parameters of heat stressed broiler chickens

R Shadman², N Ziaei¹, OA Esmailipour² and M Ranjbar³

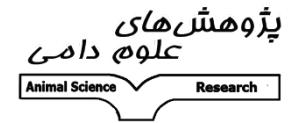

Received: January 31, 2020 Accepted: February 17, 2021

¹Associate Professor, Department of Nature Engineering, Shirvan Faculty of Agriculture, University of Bojnord, Shirvan, Iran

²MSc Graduate and Associate Professor respectively, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Jiroft, Jiroft, Iran

³Assistant Professor, Pharmaceutics Research Center, Neuropharmacology Research Institute, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran

*Corresponding author: Email: nemat.ziaei@cheshirvan.ac.ir

 <p>پژوهش‌های علوم دامی Animal Science Research</p>	<p>Journal of Animal Science/vol.31 No.4/ 2022/pp 71-83 https://animalscience.tabrizu.ac.ir</p>	
<p>© 2009 Copyright by Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran This is an open access article under the CC BY NC license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/) DOI: 10.22034/AS.2022.38196.1551</p>		

Introduction: One of the major obstacles to the development of poultry industry in the warmer regions of the world is the issue of thermal stress (Gheisari et al. 2003). The effective role of vitamin C cannot be overlooked in reducing the heat stress (Nameghi et al. 2007). In various studies, nanoparticles having higher surface-to-volume ratio have shown improved absorption properties (Simchi, 2008; Ebrahimzadeh et al. 2013). In this study, vitamin C particles were converted to nanoscale according to the method of Murayama et al. (2012) and compared with vitamin C under conditions of thermal stress in broiler chickens.

Materials and methods: In this study, 280 one-day old male Ross 308 broiler chickens were tested for 17 days in the range of 26-42 days. The experiment was a completely randomized design with seven treatments and four replications, 10 birds each. Treatments included: control diet, 3 level of vitamin C (0, 100 and 200 mg/kg⁻¹ diet) and 3 level of nano vitamin C (0, 100 and 200 mg/kg). The experimental diets were corn-soybean meal based. Water and feed were offered *ad libitum*. Body weight and feed intake at the end of each period were recorded and used to calculate BWG and FCR. At 42 d one bird from each replicate was selected and sacrificed to measure the internal organ weights. A section of jejunum was used for intestinal morphology. Blood samples were taken from the wing vein and transferred to the EDTA tubes to measure the blood parameters. Data was analyzed by GLM procedure of Minitab software and the means were compared by Tukey multi-domain test.

Results and discussion: Broiler chickens fed with 200 mg of vitamin C kg⁻¹ diet had the greatest feed intake compared to other groups (P<0.05). Our results were in line with the results of Kutlu and Forbes (1993) who reported that 250 mg of vitamin C increased these parameters. Broiler Chickens fed with 50 mg nano vitamin C supplemented diet had the greatest weight gain compared with other treatments (P<0.001). Comparable to our results, Roshani et al. (2006) reported that vitamin C during the stress period improved the feed intake and daily weight gain. Sahin and Kucuk (2002) reported that the use of 200 mg vitamin C kg⁻¹ of diet improved the feed intake of quails under stress. Gross et al. (1988) showed that vitamin C supplementation increased daily weight gain of under stress broiler chickens. In another study, Ping et al. (2011) showed that nano multivitamin improved weight gain, feed intake and reduced mortality. Chicks fed 50 mg nano vitamin C had the best FCR compared

with other treatments. Our results are consistent with the results of studies (Kutlu and Forbes 1993; Amakye et al. 2000; Alba et al. (2015) reporting the positive effect of vitamin C supplementation on FCR compared with the control group. Sahin and Kucuk (2002) reported that using 200 mg kg⁻¹ of vitamin C improved feed consumption and FCR under heat stress. Studies have reported the insignificant effect of vitamin C supplementation in summer on the relative weight of the thigh, which is similar to our results (Konca, 2009). Relative weight of breast and carcass was affected by experimental treatments and a significant difference was observed. The greatest relative weight of the carcass was related to 200 mg vitamin C kg⁻¹ diet fed birds. The greatest relative weight was related to treatment with 50 mg nano vitamin C. According to these results, Sahin et al. (2002) reported that vitamin C supplementation of 250 mg kg⁻¹ diet improved live weight, nutritional efficiency, and carcass traits. Also, Roshani et al. (2006) reported that vitamin C supplementation during the stressful period significantly increased the weight of the breast. Rafiei et al. (2014) reported that 250 mg kg⁻¹ vitamin C increased breast weight. Darmanikouhi et al. (2005) reported that ascorbic acid increased the carcass quality and yield under the heat stress. The effect of treatments on relative weight of spleen was significant (P<0.05). Chickens fed 100 mg of vitamin C had the greatest relative spleen weight. Similar to our results an experiment showed that vitamin C had no significant effect on different parts of gastrointestinal system (Konca, 2009). Nemati et al. (2013) reported that the use of vitamin C under stress, reduced spleen relative weight, immune system, and mortality. Raeisi et al. (2017) showed that the effect of different levels of vitamin C on the relative weight of the spleen and liver was significant. The greatest amount of relative length of jejunum belonged to birds fed with 100 mg of nano vitamin C supplement (P<0.05). The greatest amount of RBC was related to treatment with 200 mg nano vitamin C (P<0.05). The greatest amount of hemoglobin was related to 200 mg nano vitamin C fed birds (P<0.001). The greatest amount of hematocrit was related to 200 mg vitamin C fed birds being significantly different from those treated with 50 mg and 100 mg vitamin C and nano vitamin C (P<0.001). The greatest amount of lymphocyte was related to birds fed 50 mg and 100 mg nano vitamin C (P<0.001). Abidin and Khatoon (2013) showed that the number of lymphocytes was increased by the use of vitamin C in broiler diets. Taghilu et al. (2010) showed that 0.05% of vitamin C improved hematocrit. Tuleunet et al. (2011) reported the insignificant effect of vitamin C on blood cell parameters. In another study, Mirzapoor et al. (2015) reported that 250 mg and 500 mg of vitamin C increased the amount of red blood cells and hemoglobin while increasing hematocrit. The greatest amount of glutathione peroxidase enzyme was related to 200 mg nano vitamin C kg⁻¹ diet fed group (P<0.001). Vitamin C acts as a regenerator of active oxygen species (ROS) having a moderating role in the antioxidant defense activity (Sies et al. 1995). Another study also showed that vitamin C accounts for about 70% of the antioxidant activity and improves glutathione peroxidase levels in the blood (Winston, 1998). The results indicated that the effect of experimental treatments on SRBC test was significant at 35 days (P<0.001). Chickens receiving different levels of vitamin C and nano vitamin C were significantly different than the control group (data not shown). The level of antibodies against the SRBC indicates the status of the humoral immune system (Grassman, 2010). Some nutrients, including dietary minerals, are capable of altering the immune maturation rate and the level of antibodies produced against infections (Akbari et al. 2008). Rafiei et al. (2014) showed that lemon powder with 250 mg kg⁻¹ of vitamin C reduced the negative effects of heat stress while improving the immune response of the bird. Pardu et al. (1985) reported that the consumption of 1000 mg kg⁻¹ of vitamin C would increase antibody production against SRBC. Mccorkie et al. (1980) showed that ascorbic acid can increase the activity of B lymphocytes and improve humoral immune responses. Amakye-Anim et al. (2000) reported that vitamin C improves humoral immune response in broilers.

Conclusion: The results of this experiment showed that consumption of 50 mg nano vitamin C kg⁻¹ diet had a positive effect on growth performance of broilers, thus improving the weight gain and FCR. Also, this treatment increased the weight of liver, spleen and bursa, and improved immune function

and the rate of humoral immune response. Also, 200 mg of nano-vitamin C kg⁻¹ diet increased the concentration of hemoglobin and glutathione peroxidase enzyme in under heat stress broiler chickens.

Keywords: Diet, Feed conversion ratio, Glutathione peroxidase, Hemoglobin, Ross 308