تحقیقات تولیدات دامی

سال دهم/شماره چهارم/زمستان ۱۴۰۰ (۱۰۷-۹۳)

Animal Production Research

دانشگاه گیلان

مقاله پژوهشی

آثار عصاره گیاه تشنه‌داری، ویتامین E، ویتامین C و سلنیوم بر عملکرد، پاسخ ایمنی و فراسنجه‌های خونی جوجه‌های گوشتی در شرایط تنش گرمایی

فرهاد رستمی[۱]، کامران طاهرپور[۲*]، محمد اکبری قرائی[۳]، حسینعلی قاسمی[۴]، حسن شیرزادی[۳]

۱- دانش‌آموخته دکتری، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام

۲- دانشیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام

۳- استادیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام

۴- دانشیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی و محیط زیست، دانشگاه اراک

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۱/۰۷ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۳/۱۱)

چکیده

به منظور بررسی تأثیر عصاره هیدروالکلی گیاه تشنه‌داری، ویتامین E، ویتامین C و سلنیوم بر عملکرد، فراسنجه‌های خونی و پاسخ ایمنی جوجه‌های گوشتی در شرایط تنش گرمایی، آزمایشی با استفاده از ۳۵۰ قطعه جوجه گوشتی نر یک‌روزه در قالب طرح کاملاً تصادفی با هفت تیمار و پنج تکرار (۱۰ جوجه در هر تکرار) انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل گروه شرایط محیطی طبیعی (شاهد منفی)، گروه تنش گرمایی (شاهد مثبت)، و بقیه گروه‌ها در شرایط تنش گرمایی و تغذیه شده با جیره حاوی ۲۰۰ پی‌پی‌ام ویتامین E، ۵۰۰ پی‌پی‌ام ویتامین C، ۰/۳ پی‌پی‌ام سلنیوم، و یا ۲۰۰ و ۴۰۰ پی‌پی‌ام عصاره گیاه تشنه‌داری بودند. از روز اول تا پایان دوره پرورش به مدت هشت ساعت (۱۰ صبح تا ۶ عصر)، دمای ۲±۳۴ درجه سلسیوس به منظور ایجاد تنش گرمایی، اعمال شد. نتایج آزمایش نشان داد که همه تیمارهای آزمایشی سبب بهبود میانگین وزن بدن، ضریب تبدیل غذایی، شاخص عملکرد، نسبت هتروفیل به لنفوسیت، تیتر IgG و تیتر کلی ثانویه بر علیه گلبول قرمز خون گوسفندی و ایمنی سلولی در پاسخ به تزریق زیر پوستی فیتوهماگلوتینین در مقایسه با تیمار شاهد مثبت شد (P<۰/۰۵) و بهترین عملکرد به ترتیب در تیمارهای شاهد منفی، سطح بالای عصاره تشنه‌داری و ویتامین E مشاهده شد. همه تیمارهای آزمایشی به استثنای تیمارهای سلنیوم و سطح پایین عصاره تشنه‌داری موجب افزایش لنفوسیت و پتاسیم خون در مقایسه با تیمار شاهد مثبت شدند (P<۰/۰۵). به‌طور کلی، سطح ۴۰۰ پی‌پی‌ام عصاره تشنه‌داری در جیره غذایی مشابه با ویتامین E تأثیر مفیدی بر عملکرد رشد، فراسنجه‌های خونی و پاسخ ایمنی طی تنش گرمایی داشت.

واژه‌های کلیدی: ایمنی، تنش گرمایی، جوجه‌های گوشتی، عصاره تشنه‌داری، ویتامین

* نویسندهٔ مسئول: k.taherpour@ilam.ac.ir

doi: 10.22124/AR.2022.19243.1605

مقدمه

اگرچه درجه حرارت طبیعی بدن جوجه‌ها در حدود ۴۱ تا ۴۲ درجه سلسیوس است، اما مناسب‌ترین دما برای بیشینه رشد جوجه‌ها در حدود ۱۸ تا ۲۴ درجه سلسیوس است. بروز تنش گرمایی در سالن‌های پرورش طیور به ویژه در تابستان امری اجتناب ناپذیر است که ضریب تبدیل غذایی، میزان رشد، تلفات و دیگر صفات مهم مورد توجه در امر پرورش طیور را به‌طور منفی تحت تأثیر قرار می‌دهد (Ebrahimzadeh *et al.,* 2012). به‌طور کلی تنش گرمایی سبب چهار تغییر عمده شامل تغییرات رفتاری (نفس نفس زدن)، تغییرات فیزیولوژیکی (تنش اکسیداتیو، عدم تعادل اسید-باز، افزایش نسبت هتروفیل به لنفوسیت و آلکالوز تنفسی)، تغییرات نورواندوکرین (افزایش کورتیکوسترون، افزایش کاتاکولامین-ها، کاهش هورمون T_3 و کاهش هورمون‌های جنسی) و تغییرات تولید (افزایش مرگ و میر، کاهش مصرف خوراک، کاهش وزن بدن و افزایش ضریب تبدیل غذایی) می‌شود (Sahin *et al.,* 2001). در شرایط تنش اکسیداتیو ناشی از دمای بالای محیط، سطوح پلاسمایی برخی ویتامین‌ها و برخی مواد معدنی دخیل در سیستم آنتی‌اکسیدانی بدن کاهش یافته و نیز میزان گونه‌های فعال اکسیژن افزایش می-یابد (Wasti *et al.,* 2020). همچنین تنش اکسیداتیو و ایجاد حالت پراکسیداسیون لیپیدها باعث آسیب رساندن به لیپیدهای غیراشباع در غشای سلول، اسیدهای آمینه، پروتئین‌ها و نوکلئوتیدهای DNA می‌شود (صابری و همکاران، ۱۳۹۶). همچنین نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که تنش گرمایی باعث افزایش میزان گلوکز، کلسترول، تری‌گلیسرید، هماتوکریت و نسبت هتروفیل به لنفوسیت می‌شود (Hosseini-Mansoub *et al.,* 2010).

دستکاری جیره اغلب اثر منفی تنش گرمایی بر سیستم آنتی-اکسیدانی طیور را کاهش می‌دهد. تحقیقات نشان داده است که آنتی‌اکسیدان‌ها می‌توانند گونه‌های اکسیژن فعال را غیرفعال کنند و سلول را از آسیب اکسیداتیو محافظت نمایند. استفاده از ویتامین‌ها و همچنین ترکیب‌های فنولیک گیاهان دارویی می‌توانند سیستم آنتی‌اکسیدانی را تقویت و مانع از تولید رادیکال‌های آزاد در بدن طیور شوند و همچنین اکسیداسیون را نیز کاهش دهند (Wasti *et al.,* 2020). ویتامین‌های C و E و همچنین عنصر سلنیوم به دلیل خواص آنتی‌اکسیدانی که دارند برای حذف رادیکال‌های آزاد استفاده می‌شوند (محسنی سلطانی و همکاران، ۱۳۹۱؛ رستمی و همکاران، ۱۳۹۷). با توجه به آثار سوء استفاده از آنتی-اکسیدان‌های مصنوعی و آنتی‌بیوتیک‌ها، همچون جهش‌زا و سرطان‌زا بودن آن‌ها، احتیاج به مواد جایگزین برای مقابله با شرایط پرتنش ضروری است. در این بین، ترکیب‌های فنولیک گیاهان دارویی به دلیل خاصیت آنتی‌اکسیدانی فراوان اهمیت خاصی دارند، به‌طوری که فعالیت آنتی‌اکسیدانی آن‌ها در شرایط آزمایشگاهی از ویتامین‌های C و E بالاتر گزارش شده است (صابری و همکاران، ۱۳۹۶). بر اساس توصیه NRC در سال ۱۹۹۴، میزان توصیه شده ویتامین E در جیره جوجه-های گوشتی برابر با ۱۰ واحد بین المللی است (NRC, 1994). همچنین به‌طور معمول و در شرایط طبیعی پرورش، میزان ۰/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیوم به جیره طیور گوشتی اضافه می‌شود (Leeson *et al*., 2008). با این حال گزارش شده است که میزان نیاز ویتامین E و سلنیوم تحت تاثیر عوامل مختلف و بسته به شرایط فیزیولوژیکی پرنده تغییر می-کند (Hidiroglou *et al*., 1992; Leeson *et al*., 2008).

گیاه تشنه‌داری یک خانواده بزرگ از گیاهان نهان‌دانه است که به‌طور گسترده در جنگل‌های برگ‌ریز مرکزی اروپا، شمال آمریکا، آسیای میانه و به‌خصوص در ناحیه مدیترانه گسترش یافته است (Richman *et al*., 1997). با این حال این گیاه یک گونه بومی ایران محسوب می‌شود که دارای پراکندگی جغرافیایی بوده و اغلب در دامنه‌های کوهستانی و مناطق دشتی استان‌هایی مانند ایلام، لرستان، فارس، خوزستان، آذربایجان غربی و شرقی، گرگان و تهران می‌روید (مظفریان، ۱۳۹۴). این گیاه دارای خواص دارویی بوده و به‌طور سنتی در درمان عفونت‌ها استفاده می‌شود. گزارش شده است که ریشه و اندام هوایی گیاه تشنه‌داری حاوی فلاونوئیدها، گلیکوزیدها، تانن‌ها و ترپنوئیدها است (رستمی و همکاران، ۱۳۹۷). در مطالعه‌ای نشان داده شده است که استفاده از سطح ۰/۸ درصد پودر اندام هوایی تشنه‌داری سبب بهبود عملکرد و پاسخ ایمنی در جوجه‌های گوشتی در مقایسه با آنتی‌بیوتیک شده است (Rostami *et al.,* 2015).

بنابراین با توجه به موارد اشاره شده، هدف از انجام این آزمایش، بررسی تأثیر عصاره هیدروالکلی گیاه تشنه‌داری در مقایسه با ویتامین E، ویتامین C و سلنیوم بر عملکرد، سیستم ایمنی و فراسنجه‌های خونی جوجه‌های پرورش یافته در شرایط تنش گرمایی بود.

مواد و روش‌ها

تیمارهای آزمایشی و شرایط پرورش: این آزمایش در یکی از مزارع پرورش مرغ گوشتی استان ایلام با استفاده از ۳۵۰ قطعه جوجه گوشتی نر یک روزه (با وزن اولیه ۴۲ گرم) سویه راس ۳۰۸ در قالب طرح کاملاً تصادفی با هفت تیمار و پنج تکرار (۱۰ جوجه در هر تکرار) انجام شد. پرنده‌ها در پن‌هایی با ابعاد ۱۳۰×۱۲۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۸۰ سانتی‌متر تا سن ۴۲ روزگی روی بستر پرورش یافتند. برنامه نوری به‌صورت یک ساعت تاریکی و ۲۳ ساعت روشنایی بود. تیمارهای آزمایشی شامل ۱- شاهد منفی (جیره پایه بدون ماده افزودنی و بدون تنش گرمایی)، ۲- شاهد مثبت (جیره پایه بدون ماده افزودنی و در شرایط تنش گرمایی)، ۳- جیره پایه + ۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم آلفا توکوفرول استات (معادل ۴۴۴ واحد بین‌المللی ویتامین E) و در شرایط تنش گرمایی، ۴- جیره پایه + ۵۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم ویتامین C و در شرایط تنش گرمایی، ۵- جیره پایه+ ۰/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیوم و در شرایط تنش گرمایی، ۶ و ۷- به ترتیب جیره پایه + ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم از عصاره هیدروالکلی گیاه تشنه-داری و در شرایط تنش گرمایی بودند. در طول دوره آزمایش، پرندگان دارای دسترسی آزاد به آب و خوراک بودند. جیره‌های آزمایشی برای تأمین نیازهای مواد مغذی توصیه شده در راهنمای پرورش سویه راس ۳۰۸ برای دوره‌های آغازین (سن یک تا ۱۰ روزگی)، رشد (سن ۱۱ تا ۲۴ روزگی) و پایانی (سن ۲۵ تا ۴۲ روزگی)، تنظیم شدند (جدول ۱).

به منظور ایجاد تنش گرمایی از یک روزگی تا پایان دوره پرورش، تمام تیمارهای آزمایشی به استثنای تیمار شاهد منفی، که در شرایط دمایی رایج پرورش جوجه‌های گوشتی (در روز اول دمای سالن برابر ۳۴ درجه سلسیوس بود و هر هفته، سه درجه سلسیوس کاهش تا به دمای ۲۲ درجه سلسیوس در پایان هفته چهارم رسید و سپس تا پایان دوره ثابت ماند) بود، به مدت هشت ساعت (از ۱۰ صبح تا شش عصر) در محدوده دمایی ۲±۳۴ درجه سلسیوس قرار گرفتند. اندام هوایی گیاه تشنه‌داری مورد استفاده در آزمایش با تأیید کارشناسان منابع طبیعی، از کوه‌های مانشت شهرستان چرداول استان ایلام جمع‌آوری و در سایه خشک شد. در مراحل بعد، پودر خشک شده این گیاه آسیاب شده و با استفاده از روش ماسراسیون (خیساندن) با اتانول و آب (به نسبت ۷۰ به ۳۰) و بر اساس روش ارائه شده به وسیله Trusheva *et al*. (2007) عصاره‌گیری شد.

عملکرد رشد و شاخص‌های اقتصادی: مقدار خوراک مصرفی و وزن بدن جوجه‌های گوشتی هر واحد آزمایشی در سنین ۱۰، ۲۴ و ۴۲ روزگی اندازه‌گیری و شاخص‌های عملکرد (خوراک مصرفی، افزایش وزن و ضریب تبدیل) برای دوره‌های آغازین، رشد، پایانی و کل دوره آزمایش (سن یک تا ۴۲ روزگی) محاسبه شد. تلفات هر تیمار به‌صورت روزانه ثبت شد و در قالب دوره‌های مختلف پرورش مورد بررسی آماری قرار گرفت. همچنین جهت محاسبه شاخص کارآیی تولید از رابطه زیر استفاده شد (Amiri *et al*., 2019):

۱۰۰× [(سن کشتار × ضریب تبدیل غذایی)/(درصد ماندگاری × میانگین وزن کشتار)] = شاخص کارآیی تولید

برای ارزیابی شاخص‌های اقتصادی، به دلیل نبود شرایط دسترسی به همه هزینه‌ها و با توجه به سهم عمده تغذیه در هزینه‌های پرورش، از هزینه خوراک مصرفی و درآمد حاصل از فروش مرغ در زمان انجام این آزمایش برای محاسبه سود ناخالص یا همان سود حسابداری استفاده شد.

اندازه‌گیری فراسنجه‌های خونی: در ۴۲ روزگی، دو قطعه پرنده از هر واحد آزمایشی به‌صورت تصادفی انتخاب و خون‌گیری از راه ورید بال به عمل آمد. پس از انعقاد خون، نمونه‌های سرم جدا و پس از انتقال به میکروتیوب به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۲۰۰۰ دور در دقیقه با دستگاه سانتریوفوژ مدل 3-30K (Sigma Aldrich, Germany) سانتریفیوژ شدند. غلظت گلوکز، پروتیئن تام، آلبومین، تری‌گلیسرید، کلسترول، HDL-کلسترول و آنزیم‌های کبدی در نمونه‌های سرم خون با استفاده از کیت‌های آزمایشگاهی شرکت پارس آزمون و دستگاه اسپکتروفتومتر مدل UV 1600 PC (Shimadzu, Japan) اندازه‌گیری شد.

جدول ۱- ترکیب مواد خوراکی و تجزیه شیمیایی جیره پایه در دوره‌های مختلف پرورش

Table 1. Feed ingredients and chemical composition of basal diet during different rearing periods

Ingradients (%)	Starter (1-10 days)	Grower (11-24 days)	Finisher (25-42 days)
Corn	47.03	59.66	65.99
Wheat	5.58	5.00	5.00
Soybean meal	29.02	16.15	10.28
Corn gluten meal	10.00	11.48	11.50
Soybean oil	3.50	3.34	3.09
Limestone	1.45	1.23	1.00
Dicalcium phosphate	1.95	1.80	1.83
Common salt	0.20	0.20	0.20
Vitamin and mineral premix[1]	0.50	0.50	0.50
DL-Methionine	0.52	0.58	0.57
L-Lysine HCl	0.25	0.06	0.04
Calculated composition			
AME (kcal/kg)	2950	3000	3050
Crude protein (%)	22	20	19
Lysine	1.3	1.2	1.1
Methionine	0.56	0.54	0.52
Methionine + cystine (%)	0.92	0.90	0.88
Calcium (%)	1.04	0.95	0.92
Availiable phosphorus (%)	0.52	0.44	0.42

[1] Supplied per kilogram diet: vitamin A (retinol acetate), 9,000 IU; vitaminD3, 3,000 IU; vitamin E (DL-α-tocopherol acetate), 18 mg; vitamin K, 3 mg; thiamin, 1.8 mg; riboflavin, 6 mg; pyridoxine, 3 mg; vitamin B_{12}, 0.012 mg; niacin, 30 mg; folic acid, 1 mg; biotin, 0.24 mg; pantothenic acid, 10 mg. choline, 500 mg, manganese, 100 mg; zinc 100 mg; iron, 80 mg; copper, 10 mg; iodine, 1 mg; selenium, 0.2 mg.

پاسخ ایمنی: برای ارزیابی پاسخ سیستم ایمنی همورال، سوسپانسیون دو و نیم درصد گلبول قرمز خون گوسفندی (SRBC) در بافر فسفات در شرایط استریل تهیه شد. در سن ۲۸ روزگی، مقدار یک میلی‌لیتر از سوسپانسیون مذکور به عضله سینه دو قطعه پرنده از هر واحد آزمایشی تزریق شد (Rostami *et al*., 2015). هفت روز بعد یعنی در سن ۳۵ روزگی به منظور بررسی پاسخ اولیه از ورید بال جوجه‌ها خون-گیری به عمل آمد. همچنین جهت بررسی پاسخ ثانویه، پس از خون‌گیری در ۳۵ روزگی، سوسپانسیون تازه‌ای از SRBC تهیه و مجدداً به همان جوجه‌ها تزریق شد و خون‌گیری در سن ۴۲ روزگی انجام شد (Rostami *et al*., 2015). نمونه‌های استحصال شده در هر دو مرحله بلافاصله جهت سنجش ایمونوگلوبولین کل، ایمونوگلوبولین M و ایمونوگلوبولین G به آزمایشگاه فرستاده شدند و با استفاده از روش هماگلوتیناسیون تعیین تیتر شدند (Cheema *et al.,* 2003). جهت بررسی پاسخ ایمنی سلولی، سنجش واکنش پوستی ازدیاد حساسیت بازوفیلی به تزریق فیتوهماگلوتینین-P در سن ۴۲ روزگی با استفاده از دو قطعه پرنده از هر واحد آزمایشی انجام شد (Corrier and De Loach, 1990). قبل از تزریق، ضخامت پرده میانی انگشت سوم و چهارم در هر دو پای چپ و راست اندازه‌گیری شد. در پای راست، ۱۰۰ میکرولیتر محلول فیتوهماگلوتینین ۰/۱ درصد و در پای چپ به همان میزان، سرم فیزیولوژی به عنوان گروه شاهد منفی تزریق شد. ۲۴ و ۴۸ ساعت بعد از تزریق، ضخامت پوست هر دو پا مجدداً اندازه‌گیری شد و پاسخ ازدیاد حساسیت تأخیری از راه محاسبه تفاوت ضخامت پرده میانی انگشت سوم و چهارم پای راست و پای چپ قبل از تزریق و نسبت به دو زمان ۲۴ و ۴۸ ساعت بعد از تزریق محاسبه شد.

تجزیه و تحلیل آماری: داده‌های حاصل با استفاده از رویه مدل‌های خط عمومی (GLM) نرم افزار آماری SAS (SAS, 2009) (نسخه ۹/۱) در قالب طرح کاملاً تصادفی تجزیه و میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند.

نتایج

عملکرد و شاخص‌های اقتصادی: تأثیر تیمارهای آزمایشی بر عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی در جدول ۲ نشان داده شده

است. تیمارهای آزمایشی تأثیر معنی‌داری بر عملکرد جوجه-های گوشتی در دوره آغازین نداشتند (P>۰/۰۵). در دوره‌های رشد، پایانی و کل دوره پرورش، تنش گرمایی باعث کاهش عملکرد شد (P<۰/۰۵)؛ به‌طوری که خوراک مصرفی، وزن بدن و شاخص کارآیی تولید طی تنش گرمایی کاهش و ضریب تبدیل غذایی و تلفات افزایش یافت. در دوره رشد (۱۱ تا ۲۴ روزگی)، همه تیمارهای حاوی افزودنی‌ها سبب افزایش میزان خوراک مصرفی و میانگین افزایش وزن نسبت به تیمار شاهد مثبت شدند، اما نسبت به تیمار شاهد منفی، میزان خوراک مصرفی و میانگین افزایش وزن کمتری داشتند (P<۰/۰۵). همچنین با مقایسه بین تیمارهای تنش حرارتی در این دوره مشخص شد که تیمارهای حاوی ویتامین E، سلنیوم و سطح بالای عصاره تشنه‌داری دارای میانگین افزایش وزن بالاتری در مقایسه با تیمار حاوی ویتامین C بودند (P<۰/۰۵). همه تیمارهای آزمایشی به استثنای تیمار ویتامین C در طی دوره رشد سبب کاهش ضریب تبدیل غذایی در مقایسه با تیمار شاهد مثبت شدند (P<۰/۰۵). همچنین در این دوره، تیمارهای شاهد منفی، ویتامین E، سلنیوم و سطح بالای عصاره تشنه‌داری، ضریب تبدیل غذایی بهتری در مقایسه با تیمار ویتامین C نشان دادند (P<۰/۰۵). در طی دوره پایانی (۲۵ تا ۴۲ روزگی)، همه تیمارهای آزمایشی به استثنای تیمارهای حاوی ویتامین C و سلنیوم در مقایسه با تیمار شاهد مثبت، خوراک مصرفی بالاتر اما در مقایسه با تیمار شاهد منفی، خوراکی مصرفی پایین‌تری داشتند (P<۰/۰۵). همچنین همه تیمارهای آزمایشی به استثنای تیمار حاوی سلنیوم، میانگین افزایش وزن بالاتر و ضریب تبدیل غذایی کمتری در مقایسه با تیمار شاهد مثبت نشان دادند (P<۰/۰۵). در بین تیمارهای حاوی مواد افزودنی، بالاترین میانگین افزایش وزن در تیمارهای حاوی ویتامین E و دو سطح عصاره تشنه‌داری مشاهده شد که با بقیه تیمارهای آزمایشی تفاوت معنی‌داری داشتند (P<۰/۰۵). بالاترین میانگین افزایش وزن کل دوره در گروه شاهد منفی مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری با همه گروه‌های آزمایشی نشان داد (P<۰/۰۵). همچنین در بین گروه‌های دارای تنش گرمایی، تیمارهای حاوی عصاره تشنه‌داری و ویتامین E تفاوت معنی-داری در افزایش وزن کل دوره در مقایسه با تیمارهای حاوی ویتامین C و سلنیوم نشان دادند (P<۰/۰۵). همچنین ضریب تبدیل غذایی در کل دوره آزمایشی در همه تیمارهای آزمایشی در مقایسه با تیمار شاهد مثبت کمتر بود (P<۰/۰۵). همچنین در کل دوره آزمایش، در بین تیمارهای تنش گرمایی، تیمارهای حاوی ویتامین E و دو سطح عصاره تشنه-داری، ضریب تبدیل غذایی بهتری در مقایسه با تیمار حاوی سلنیوم داشتند (P<۰/۰۵). اگر چه همه تیمارهای حاوی افزودنی طی تنش گرمایی سبب افزایش شاخص کارآیی تولید در مقایسه با تیمار شاهد مثبت شدند، اما در مقایسه با تیمار شاهد منفی، شاخص تولید کمتری داشتند (P<۰/۰۵). در بین تیمارهای تنش گرمایی، بهترین شاخص کارآیی تولید در تیمار سطح بالای عصاره تشنه‌داری مشاهده شد که با تیمارهای حاوی ویتامین C و سلنیوم دارای تفاوت معنی‌داری بود (P<۰/۰۵). همچنین تیمارهای حاوی ویتامین E و عصاره تشنه‌داری مشابه با تیمار شاهد منفی سبب کاهش درصد تلفات در مقایسه با تیمار شاهد مثبت شد (P<۰/۰۵).

نتایج شاخص‌های اقتصادی نشان داد که هزینه خوراک، درآمد حاصل از فروش مرغ و سود ناخالص در تیمار شاهد منفی در مقایسه با گروه شاهد مثبت بیشتر بود (P<۰/۰۵). از نظر هزینه خوراک و درآمد حاصل از فروش مرغ، تیمارهای حاوی ویتامین E و دو سطح عصاره تشنه‌داری مشابه تیمار شاهد منفی و بالاتر از تیمار شاهد مثبت بودند (P<۰/۰۵). همچنین سود ناخالص در تیمارهای حاوی ویتامین E، دو سطح عصاره تشنه‌داری و ویتامین C در مقایسه با تیمار شاهد مثبت بالاتر بود (P<۰/۰۵).

هماتولوژی: تأثیر تیمارهای آزمایشی بر فراسنجه‌های هماتولوژی و جمعیت تفریقی گلبول‌های سفید جوجه‌های گوشتی در شرایط تنش گرمایی در جدول ۳ ارائه شده است. تأثیر تیمارهای آزمایشی بر میزان هموگلوبین، ائوزینوفیل و مونوسیت خون معنی‌دار نشد (P>۰/۰۵). در مقابل، تنش گرمایی سبب کاهش مقادیر هماتوکریت، گلبول‌های قرمز، گلبول‌های سفید و لنفوسیت و افزایش درصد هتروفیل و نسبت هتروفیل به لنفوسیت شد (P<۰/۰۵). تیمارهای حاوی افزودنی به استثنای تیمار حاوی سطح پایین عصاره تشنه-داری و سلنیوم از آثار منفی تنش گرمایی بر درصد هماتوکریت، لنفوسیت و گلبول‌های قرمز خون ممانعت کردند

جدول ۲- اثر تیمارهای آزمایشی بر عملکرد رشد و شاخص‌های اقتصادی جوجه‌های گوشتی در شرایط تنش گرمایی

Table 2. Effect of experimental treatments on growth performance and economical indices of broilers under heat stress

Item[1]	NC	PC	VE	VC	Se	SSE_1	SSE_2	SEM	*P*-value
Starter (1-10 d)									
Feed intake (g)	279.8	266.0	265.2	256.0	260.4	256.4	245.2	8.42	0.172
Body weight gain (g)	200.0	167.6	177.0	184.4	179.4	184.4	170.2	8.20	0.163
FCR	1.39	1.59	1.50	1.40	1.46	1.39	1.44	0.04	0.059
Grower (11-24 d)									
Feed intake (g)	1090^{a}	892.8^{c}	982.0^{b}	981.2^{b}	962.4^{b}	966.0^{b}	973.0^{b}	19.59	0.007
Body weight gain (g)	658.8^{a}	465.0^{d}	588.2^{b}	530.0^{c}	585.4^{b}	563.0^{bc}	591.4^{b}	16.57	0.003
FCR	1.65^{c}	1.92^{a}	1.67^{c}	1.85^{ab}	1.66^{c}	1.72^{bc}	1.64^{c}	0.04	<0.001
Finisher (25-42 d)									
Feed intake (g)	2900^{a}	2582^{d}	2763^{bc}	2652^{cd}	2576^{d}	2785^{b}	2748^{bc}	39.88	<0.006
Body weight gain (g)	1398^{a}	1019^{d}	1266^{b}	1205^{c}	1045^{d}	1277^{b}	1260^{b}	18.65	<0.001
FCR	2.08^{b}	2.53^{a}	2.18^{b}	2.20^{b}	2.47^{a}	2.18^{b}	2.18^{b}	0.04	<0.001
Total (1-42 d)									
Feed intake (g)	4270^{a}	3740^{d}	4010^{b}	3889^{bc}	3799^{cd}	4008^{b}	3966^{b}	42.98	<0.001
Body weight gain (g)	2256^{a}	1651^{e}	2032^{b}	1920^{c}	1810^{d}	2025^{b}	2022^{b}	17.80	<0.001
FCR	1.89^{d}	2.26^{a}	1.97^{c}	2.03^{bc}	2.10^{b}	1.98^{c}	1.96^{cd}	0.02	<0.001
Performance index[2]	274.4^{a}	122.2^{e}	212.2^{bc}	189.3^{cd}	171.5^{d}	227.6^{bc}	229.0^{b}	8.23	<0.001
Mortality (%)	3.33^{b}	30.0^{a}	13.33^{b}	16.67^{ab}	16.67^{ab}	6.67^{b}	6.67^{b}	5.15	0.022
Feed cost (Rials)	180408^{a}	158015^{c}	171829^{ab}	168199^{b}	164687^{bc}	170941^{ab}	170736^{ab}	435	0.046
Income from sales (Rials)	269952^{a}	193167^{c}	237744^{ab}	224640^{b}	211770^{bc}	236925^{ab}	236574^{ab}	1324	0.012
Gross profit (Rials)	83545^{a}	35152^{d}	65916^{b}	56441^{bc}	47083^{cd}	65984^{b}	65838^{b}	639	0.008

[a-e] Means within the same row with different superscripts differ significantly ($P< 0.05$).

[1] NC: Negative control; PC: positive control; VE: PC + 200 mg/kg Vitamin E, VC: PC + 500 mg/kg Vitamin C, Se: PC + 0.3 mg/kg selenium, SSE_1: PC + *Scrophularia striata* extract (200 mg/kg); SSE_2: PC + *Scrophularia striata* extract (400 mg/kg).

[2] Performance index = livability (%) × live weight (kg) × 100/age (d) × FCR

(*P*<۰/۰۵). همچنین تیمارهای حاوی افزودنی به استثنای تیمار سلنیوم، مشابه با تیمار شاهد منفی، موجب کاهش درصد هتروفیل و نسبت هتروفیل به لنفوسیت خون در مقایسه با تیمار شاهد مثبت شدند و بهترین نسبت هتروفیل به لنفوسیت در تیمار حاوی ویتامین E مشاهده شد (*P*<۰/۰۵). همچنین تیمارهای شاهد منفی و ویتامین E نیز سبب افزایش میزان گلبول‌های سفید خون طی تنش گرمایی شدند (*P*<۰/۰۵).

فراسنجه‌های خون: تأثیر تیمارهای آزمایشی بر فراسنجه‌های بیوشیمیایی، عناصر معدنی و آنزیم‌های کبدی خون جوجه‌های گوشتی در شرایط تنش گرمایی در جدول ۴ ارائه شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود از نظر آلبومین، پروتئین تام، LDL-کلسترول و فعالیت آنزیم آلانین ترانس آمیناز اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد (*P*>۰/۰۵). با این حال، میزان گلوکز، تری‌گلیسرید، کلسترول، HDL و VLDL تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت (*P*<۰/۰۵)، به‌طوری که تنش گرمایی سبب افزایش میزان گلوکز خون شد و تیمارهای حاوی افزودنی به استثنای تیمار سلنیوم از افزایش گلوکز خون طی تنش گرمایی ممانعت کردند (*P*<۰/۰۵). همه تیمارهای حاوی افزودنی موجب کاهش کلسترول خون در مقایسه با تیمار شاهد مثبت شدند (*P*<۰/۰۵). تیمارهای حاوی عصاره تشنه‌داری سبب کاهش میزان تری‌گلیسرید و VLDL خون در مقایسه با تیمارهای شاهد منفی، شاهد مثبت و سلنیوم شدند (*P*<۰/۰۵). همچنین تیمارهای حاوی افزودنی به استثنای تیمارهای ویتامین E و سلنیوم موجب افزایش غلظت HDL خون در مقایسه با تیمارهای شاهد منفی و شاهد مثبت شدند (*P*<۰/۰۵). اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف از نظر میزان پتاسیم و سدیم خون مشاهده شد (*P*<۰/۰۵)، به‌طوری که تنش گرمایی سبب کاهش پتاسیم و افزایش سدیم شد و

جدول ۳- اثر تیمارهای آزمایشی بر فراسنجه‌های هماتولوژی و پروفایل لوکوسیتی جوجه‌های گوشتی در شرایط تنش گرمایی

Table 3. Effect of experimental treatments on hematological parameters and leukocyte profile of broilers under heat stress

Item[1]	NC	PC	VE	VC	Se	SSE_1	SSE_2	SEM	*P*-value
Red blood cell (10^6/µL)	2.11^{ab}	1.64^{d}	2.17^{a}	1.96^{abc}	1.87^{bcd}	1.83^{cd}	1.95^{abc}	0.085	<0.001
White blood cell (10^3/µL)	17.66^{a}	13.46^{b}	16.90^{a}	14.54^{b}	13.90^{b}	13.46^{b}	14.22^{b}	0.599	0.002
Hematocrit (%)	36.40^{ab}	31.80^{c}	36.40^{ab}	36.80^{ab}	32.10^{c}	34.40^{bc}	38.60^{a}	1.06	0.008
Hemoglobin (g/dL)	13.20	12.20	15.20	14.00	14.00	16.40	16.40	1.68	0.513
Leukocyte profile									
Lymphocyte (%)	62.80^{b}	48.10^{d}	70.10^{a}	56.20^{c}	49.10^{d}	52.10^{d}	59.20^{bc}	1.36	<0.001
Heterophile (%)	34.60^{e}	50.20^{a}	26.80^{f}	41.20^{cd}	49.00^{ab}	44.80^{bc}	38.40^{de}	1.57	<0.001
Heterophile /Lymphocyte	0.55^{e}	1.06^{a}	0.38^{f}	0.73^{cd}	1.01^{ab}	0.86^{bc}	0.64^{de}	0.05	<0.001
Eosinophile (%)	1.60	0.80	1.40	1.80	1.00	1.60	1.00	0.32	0.257
Monocyte (%)	1.20	1.00	1.80	0.80	1.00	1.60	1.40	0.37	0.486

[a-f] Means within the same row with different superscripts differ significantly (*P*<0.05).

[1]NC: Negative control; PC: positive control; VE: PC + 200 mg/kg Vitamin E, VC: PC + 500 mg/kg Vitamin C, Se: PC + 0.3 mg/kg selenium, SSE_1: PC + *Scrophularia striata* extract (200 mg/kg); SSE_2: PC + *Scrophularia striata* extract (400 mg/kg).

جدول ۴- اثر تیمارهای آزمایشی بر مقادیر متابولیت‌ها، مواد معدنی و آنزیم‌های خون جوجه‌های گوشتی در شرایط تنش گرمایی

Table 4. Effect of experimental treatments on blood values of metabolites, minerals and enzymes in broiler chickens exposed to heat stress

Item[1]	NC	PC	VE	VC	Se	SSE_1	SSE_2	SEM	*P*-value
Albumin (g/dL)	1.38	1.34	1.50	1.42	1.34	1.50	1.54	0.09	0.652
Total protein (g/dL)	2.90	2.96	3.16	3.02	2.92	3.16	3.32	0.14	0.339
Glucose (mg/dL)	165.0^{c}	240.6^{a}	202.0^{bc}	166.7^{c}	213.6^{ab}	191.6^{bc}	176.6^{bc}	12.52	0.001
Triglyceride (mg/dL)	169.2^{a}	169.9^{a}	152.4^{ab}	155.4^{ab}	168.8^{a}	137.6^{b}	130.4^{b}	9.71	0.050
Cholesterol (mg/dL)	207.0^{ab}	211.2^{a}	178.6^{c}	171.0^{c}	187.2^{bc}	176.4^{c}	170.4^{c}	6.83	0.006
HDL-C (mg/dL)	31.80^{c}	30.00^{c}	33.60^{bc}	39.00^{ab}	34.00^{bc}	38.80^{ab}	41.60^{a}	1.93	0.001
LDL-C (mg/dL)	141.3	122.8	114.5	100.9	119.4	110.0	102.7	10.82	0.170
VLDL-C (mg/dL)	33.84^{a}	34.20^{a}	30.48^{ab}	31.08^{ab}	33.76^{a}	27.52^{b}	26.08^{b}	1.94	0.043
Potassium (mg/dL)	1340^{a}	620.0^{d}	860.0^{bc}	900.0^{b}	720.0^{cd}	740.0^{bcd}	840.0^{bc}	55.63	<0.001
Sodium (mg/dL)	4560^{c}	8280^{a}	3980^{e}	4360^{cd}	4540^{cd}	4920^{b}	4300^{d}	79.79	<0.001
Aspartate aminotransferase (u/L)	226.0^{b}	279.4^{a}	227.0^{b}	248.4^{ab}	265.8^{ab}	241.2^{ab}	228.0^{b}	3.280	0.038
Alanine transaminase (u/L)	2.80	4.00	3.60	2.60	2.60	2.80	2.40	0.70	0.640
Alkaline phosphatase (u/L)	2556^{b}	5993^{a}	4270^{ab}	4955^{ab}	4337^{ab}	4065^{ab}	3460^{ab}	48.35	0.042

[a-e] Means within the same row with different superscripts differ significantly (*P*<0.05).

[1] NC: Negative control; PC: positive control; VE: PC + 200 mg/kg Vitamin E, VC: PC + 500 mg/kg Vitamin C, Se: PC + 0.3 mg/kg selenium, SSE_1: PC + *Scrophularia striata* extract (200 mg/kg); SSE_2: PC + *Scrophularia striata* extract (400 mg/kg).

تیمارهای حاوی افزودنی به استثنای تیمارهای سلنیوم و سطح پایین عصاره تشنه‌داری از کاهش سطح پتاسیم به وسیله تنش گرمایی جلوگیری کردند. همچنین تیمارهای حاوی افزودنی مانع از افزایش سطح سدیم خون طی تنش گرمایی شدند (*P*<۰/۰۵). تنش گرمایی سبب افزایش فعالیت آنزیم‌های کبدی آسپارتات ترانس آمیناز و آلکالین فسفاتاز شد (*P*<۰/۰۵). تیمارهای حاوی ویتامین E و سطح بالای عصاره تشنه‌داری موجب کاهش فعالیت آنزیم آسپارتات ترانس آمیناز در مقایسه با تیمار شاهد منفی شدند (*P*<۰/۰۵).

پاسخ ایمنی: تأثیر تیمارهای آزمایشی بر ایمنی همورال و سلولی در جدول ۵ ارائه شده است. تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای مختلف آزمایشی از نظر پاسخ IgG بر علیه SRBC وجود نداشت (*P*>۰/۰۵). در مقابل، بین تیمارهای مختلف از نظر پاسخ اولیه تیتر کلی و IgM بر علیه SRBC تفاوت معنی‌داری وجود داشت (*P*<۰/۰۵)، به‌طوری که تیمارهای حاوی ویتامین C در مقایسه با سایر تیمارهای ازمایشی به استثنای ویتامین E موجب افزایش تیتر کلی و IgM شدند. بین تیمارهای مختلف از نظر تیتر کلی و IgG ثانویه نیز تفاوت معنی‌داری وجود داشت (*P*<۰/۰۵)، به‌طوری که همه تیمارهای آزمایشی موجب افزایش

تیتر کلی و IgG در مقایسه با تیمار شاهد مثبت شدند (P<۰/۰۵). بین تیمارهای حاوی افزودنی، بالاترین تیتر کلی و IgG ثانویه در تیمارهای سطح بالای تشنه‌داری، ویتامین E و ویتامین C مشاهده شد که با تیمارهای سلنیوم و سطح پایین عصاره تشنه‌داری تفاوت معنی‌داری نشان دادند (P<۰/۰۵). همچنین بین تیمارهای آزمایشی از نظر میانگین شاخص تورم پوست پرده پا در پاسخ به تزریق فیتوهماگلوتینین در ساعت‌های مختلف اندازه‌گیری تفاوت معنی‌داری وجود داشت (P<۰/۰۵)، به‌طوری که همه تیمارهای آزمایشی در مقایسه با تیمار شاهد مثبت موجب افزایش میزان تورم پوست پرده پا در ۲۴ و ۴۸ ساعت بعد از تزریق شدند (P<۰/۰۵). بالاترین شاخص تورم پوست در تیمارهای سطح بالای تشنه‌داری و ویتامین E مشاهده شد که با همه تیمارهای آزمایشی به استثنای تیمار سطح پایین عصاره تشنه‌داری اختلاف معنی‌داری نشان دادند (P<۰/۰۵).

بحث

در مطالعه حاضر، در طی دوره‌های رشد، پایانی و همچنین در کل دوره آزمایشی، تنش حرارتی موجب کاهش خوراک مصرفی و میانگین افزایش وزن و افزایش ضریب تبدیل غذایی در مقایسه با گروه شاهد منفی (شرایط طبیعی محیطی) شد. در این راستا، Liu *et al*. (2020) بیان کردند تنش گرمایی تأثیر منفی بر فراسنجه‌های عملکرد (مصرف خوراک، وزن بدن و ضریب تبدیل خوراک) داشت. می‌توان بیان کرد کاهش رشد در زمان بروز تنش گرمایی ناشی از کاهش مصرف خوراک است (De Basilio *et al.,* 2003). کاهش مصرف خوراک در شرایط تنش گرمایی سبب کاهش تولید حرارت ناشی از سوخت و ساز شده، در نتیجه ممکن است با وجود پیشگیری از تلفات سنگین سبب کاهش وزن بدن پرنده شود (Lott, 1991). در مطالعه حاضر، نقش مثبت استفاده از عصاره تشنه-داری در جیره جوجه‌های گوشتی به ویژه در سطح بالاتر بر عملکرد رشد مشاهده شد که از این نظر مشابه مکمل‌های ویتامینی و سلنیوم به‌خصوص ویتامین E بود. علاوه بر موارد ذکر شده در بالا، احتمالاً یکی دیگر از دلایل کاهش عملکرد جوجه‌های گوشتی در زمان تنش گرمایی، افزایش تنش اکسیداتیو است. در مطالعه حاضر، میانگین افزایش وزن کل دوره در تیمارهای حاوی عصاره تشنه‌داری نسبت به تیمارهای سلنیوم و ویتامین C بهتر بود، اما مشابه با تیمار ویتامین E بود. همچنین ضریب تبدیل غذایی در تیمارهای حاوی عصاره تشنه‌داری نسبت به تیمار سلنیوم بهتر، اما مشابه با تیمارهای ویتامین E و ویتامین C بود.

جدول ۵- اثر تیمارهای آزمایشی بر پاسخ آنتی‌بادی علیه گلبول قرمز خون گوسفندی (SRBC) و حساسیت بازوفیلی پوست در پاسخ به تزریق فیتوهماگلوتینین (اندازه‌گیری شده به‌صورت ضخامت پرده انگشت) در جوجه‌های گوشتی در شرایط تنش گرمایی

Table 5. Effect of experimental treatments on antibody titers against sheep red blood cells (SRBC) and cutaneous basophil hypersensitivity to phytohemagglutinin injection (measured as toe-web skin thickness) in broilers under heat stress

Item[1]	NC	PC	VE	VC	Se	SSE_1	SSE_2	SEM	*P*-value
Primary response against SRBC (log_2)									
IgG	1.40	1.20	1.80	2.00	1.40	1.60	1.41	0.23	0.352
IgM	1.40^{b}	1.20^{b}	1.60^{ab}	2.20^{a}	1.40^{b}	1.40^{b}	1.60^{ab}	0.35	0.023
Total	2.8^{b}	2.4^{b}	3.4^{ab}	4.2^{a}	2.8^{b}	3.0^{b}	3.0^{b}	0.24	0.029
Secondary response against SRBC (log_2)									
IgG	4.0^{b}	2.2^{c}	5.0^{a}	5.0^{a}	3.8^{b}	3.6^{b}	5.0^{a}	0.28	<0.001
IgM	2.2	2.2	2.2	2.4	2.2	2.4	2.6	0.23	0.302
Total	6.2^{bc}	4.4^{d}	7.0^{ab}	7.4^{ab}	6.0^{c}	6.0^{c}	7.6^{a}	0.35	<0.001
Toe-web skin thickness (mm)									
24h	0.23^{c}	0.18^{d}	0.34^{a}	0.30^{b}	0.25^{c}	0.32^{ab}	0.34^{a}	0.01	<0.001
48h	0.22^{c}	0.18^{d}	0.33^{a}	0.29^{b}	0.25^{c}	0.31^{ab}	0.34^{a}	0.01	<0.001

[a-d] Means within the same row with different superscripts differ significantly (P<0.05).

[1] NC: Negative control; PC: positive control; VE: PC + 200 mg/kg Vitamin E, VC: PC + 500 mg/kg Vitamin C, Se: PC + 0.3 mg/kg selenium, SSE_1: PC + *Scrophularia striata* extract (200 mg/kg); SSE_2: PC + *Scrophularia striata* extract (400 mg/kg).

به نظر می‌رسد عصاره گیاه تشنه‌داری به دلیل خاصیت آنتی-اکسیدانی ترکیبات موجود در آن به بهبود عملکرد در زمان تنش گرمایی کمک کرده است. آثار مفید فلاونوئیدها در کاهش آثار تنش گرمایی به دلیل خاصیت آنتی‌اکسیدانی فلاونوئیدها است که نقش مهمی در خنثی‌سازی رادیکال‌های آزاد دارند. گیاه تشنه‌داری دارای ترکیبات فلاونوئیدی و فنلی با خاصیت آنتی‌اکسیدانی است (Mahboubi *et al.,* 2013). همچنین در مطالعه دیگری بیان شده است که گیاه تشنه‌داری دارای ترکیب کوئرستین است که نقش مهمی را به عنوان یک ترکیب فعال آنتی‌اکسیدان ایفا می‌کند (Rostami *et al.,* 2015). با توجه به خاصیت آنتی‌اکسیدانی طبیعی ویتامین-های C و E و به دلیل اثر سلنیوم بر سوخت و ساز بهتر هورمون‌های تیروئیدی که برای رشد طبیعی بدن اهمیت دارند (Köhrle, 2005)، می‌توان اثر مثبت تیمارهای حاوی مکمل ویتامین، سلنیوم و عصاره تشنه‌داری برای جلوگیری از کاهش رشد در زمان تنش گرمایی را به خاصیت آنتی-اکسیدانی آن‌ها و فعالیت بهتر غده تیروئید مربوط دانست. در مطالعه حاضر، افزایش مصرف خوراک در تیمارهای حاوی عصاره تشنه‌داری در مقایسه با تیمارهای حاوی ویتامین C و سلنیوم مشاهده شد. به نظر می‌رسد این تفاوت ناشی از آثار افزودنی‌های گیاهی بر تحریک ترشحات آنزیم‌های گوارشی به واسطه ترکیبات محرک هضمی نظیر کارواکرول و تیمول در داخل این مکمل‌ها باشد (Windisch *et al*., 2008). همچنین افزودنی‌های گیاهی ممکن است از راه خاصیت ضدمیکروبی و کاهش رقابت برای مواد مغذی بین میزبان و میکروارگانیسم-های روده، تأثیر خود را بر افزایش وزن بدن و بهبود ضریب تبدیل خوراک اعمال کنند و در نهایت سبب تحریک رشد شوند (Windisch *et al*., 2008).

در مطالعه حاضر، تنش گرمایی موجب افزایش تلفات و کاهش شاخص کارآیی تولید شد. در مقابل، افزودن سطوح مختلف عصاره تشنه‌داری موجب کاهش تلفات ناشی از تنش گرمایی شد که از این نظر قابل قیاس با تیمار شاهد منفی بود. مشابه نتایج آزمایش حاضر، قرار گرفتن جوجه‌ها در معرض تنش گرمایی سبب افزایش تلفات شد (Selvam *et al.,* 2018). همچنین در گزارش دیگری اشاره شده است که تنش گرمایی سبب افزایش دمای بدن و تلفات به واسطه تضعیف سیستم ایمنی طیور می‌شود (Nienaber and Hahn, 2007). افزایش هزینه خوراک در تیمارهای حاوی مواد افزودنی به استثنای تیمار حاوی سلنیوم در مقایسه با گروه شاهد مثبت تحت تأثیر دو عامل مقدار خوراک مصرفی و قیمت نهایی هر کیلوگرم خوراک است، زیرا قیمت نهایی هر کیلوگرم خوراک حاوی افزودنی‌های خوراکی نسبت به گروه شاهد بیشتر بوده و از طرفی هم مقدار خوراک مصرفی در کل دوره در گروه شاهد مثبت نسبت به همه تیمارها به غیر از تیمار حاوی سلنیوم کاهش معنی‌داری داشت. با توجه به افزایش وزن بالاتر در تیمارهای حاوی ویتامین E و دو سطح عصاره تشنه‌داری در مقایسه با تیمار شاهد مثبت، فروش جوجه‌ها در انتهای این دوره، درآمد بیشتری را عاید مرغدار خواهد کرد که در نهایت منجر به افزایش سود ناخالص در این تیمارها می‌شود، اگر چه همه تیمارهای در معرض تنش گرمایی نسبت به تیمار در شرایط طبیعی محیطی (شاهد منفی) بازده اقتصادی کمتری داشتند.

تنش گرمایی با افزایش فعالیت محور هیپوتالاموس- هیپوفیز- آدرنال سبب افزایش ترشح هورمون‌های کورتیکوسترون و گلوکوکورتیکوئیدها و همچنین کاهش لنفوسیت و افزایش نسبت هتروفیل به لنفوسیت در طیور می‌شود. علاوه بر این، در تنش گرمایی، اندام‌های لنفوئیدی که محل بلوغ سلول‌های لنفوسیت هستند، کوچک می‌شوند. بنابراین با افزایش دمای محیطی، گلبول‌های سفید خون و سایر سلول‌های ایمنی پرنده کاهش می‌یابند و در چنین شرایطی، حساسیت پرنده نسبت به بیماری‌ها افزایش می‌یابد (Selvam *et al.,* 2018). در تحقیق حاضر، ویتامین E منجر به افزایش گلبول‌های سفید و لنفوسیت و کاهش هتروفیل و نسبت هتروفیل به لنفوسیت در جوجه‌های گوشتی در شرایط تنش گرمایی شد. در این راستا، گزارش شده است که تعداد گلبول‌های سفید در اثر استفاده از ویتامین E در جیره جوجه‌های گوشتی افزایش 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 است (Tahmasbi *et al.,* 2012). نتایج یک تحقیق اخیر نشان داد که تغذیه جوجه‌ها با سطوح بالای ویتامین E (۲۵۰ تا۳۰۰ پی‌پی‌ام) می‌تواند باعث تقویت

سیستم ایمنی و همچنین محافظت بافت‌های بدن در برابر فشارهای اکسیداتیو، به ویژه در شرایط تنش گرمایی و یا حتی در شرایط عادی شود (Gu *et al.,* 2008). همچنین استفاده از عصاره الکلی گیاه تشنه‌داری در این مطالعه سبب بهبود سلول‌های خونی در جوجه‌ها در زمان تنش گرمایی شد. محققان در آزمایشی بیان کردند که استفاده از پودر گیاه به-لیمو در جیره جوجه‌های گوشتی در شرایط تنش گرمایی سبب کاهش هتروفیل و نسبت هتروفیل به لنفوسیت و افزایش لنفوسیت شد (Rafiee *et al.,* 2016). بخش‌های هوایی گیاه تشنه‌داری حاوی ترکیبات کوئرستین و ایسورهامنتین ۳-o روتینوسید (isorhamnetin 3-O-rutinoside) هستند که نقش مهمی به عنوان ترکیبات فعال آنتی‌اکسیدانی دارند (Rostami *et al.,* 2015) و احتمالاً افزایش تکثیر لنفوسیت به وسیله تشنه‌داری به دلیل حمایت سلول‌ها از تنش اکسیداتیو است.

در مطالعه حاضر، عصاره تشنه‌داری سبب کاهش میزان تری-گلیسرید و کلسترول خون طی تنش گرمایی شد. به‌طور مشابه گزارش شد که بخش‌های هوایی گیاه تشنه‌داری حاوی ترکیب کوئرستین است که می‌تواند تولید اسید چرب و تری-گلیسرید را در سلول‌های کبد موش‌های صحرایی مهار کند (Gnoni and Paglialonga, 2009). به‌طور معمول، خاصیت کاهش کلسترول به وسیله گیاهان دارویی به متوقف کردن فعالیت ۳- هیدروکسی ۳- متیل گلوتاریل کوآنزیم A ردوکتاز نسبت داده می‌شود که این آنزیم تعیین کننده مقدار ساخت کلسترول است (Lien *et al.,* 2008). در مطالعه حاضر، تنش گرمایی باعث افزایش غلظت گلوکز خون شد. گزارش شده است که ظرفیت غشاء موکوسی روده برای جذب قندها در دمای محیطی بالا افزایش می‌یابد و تنش گرمایی باعث افزایش انتقال گلوکز از ژژنوم جوجه‌ها می‌شود (Garriga *et al.,* 2006)، در نتیجه سطح گلوکز خون بالا می‌رود. افزایش گلوکز خون ممکن است کورتیزول و سایر هورمون‌های گلوکورتیکوئیدی که نقش مهمی در سوخت و ساز گلوکز دارند را افزایش دهد (Hosseini-Mansoub *et al.,* 2010). این در حالی است که افزودن آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی مثل ویتامین E به جیره می‌تواند در کنترل این موارد مفید واقع شود (Hosseini-Mansoub *et al.,* 2010) که در تطابق با نتایج این آزمایش بود. همچنین محققان گزارش کردند که وجود ویتامین‌ها از جمله ویتامین E در جیره جوجه‌های گوشتی سبب کاهش گلوکز وکلسترول خون در زمان تنش گرمایی می‌شود (Rafiee *et al.,* 2016). این محققان بیان کردند که این کاهش در ارتباط با افزایش آدرنوکورتیکوتروپین است که این هورمون سبب افزایش فرآیندهای کاتابولیک و بهره‌وری بیشتر از گلوکز و کلسترول می‌شود (Rafiee *et al.,* 2016).

بالا رفتن سطح سرمی آنزیم‌های آلانین ترانس آمیناز، آسپارتات ترانس آمیناز و آلکالین فسفاتاز به عنوان شاخصی برای آسیب‌های کبدی است. در حالت طبیعی این آنزیم‌ها داخل سلول‌های کبدی حضور دارند، اما در صورت بروز آسیب‌های کبدی، وارد جریان خون می‌شوند (Ozaki *et al.,* 1995). آسیب اکسیداتیو که در نتیجه فعالیت رادیکال‌های آزاد حاصل از تنش ایجاد می‌شود باعث افزایش فعالیت آنزیم-های کبدی می‌شود (Manna *et al.,* 2006). به طور معمول، حیوانات مصرف خوراک را به هنگام تنش گرمایی کاهش می-دهند، بنابراین کبد با افزایش تولید آنتی‌اکسیدان‌های بیوشیمیایی به تنش اکسیداتیو پاسخ می‌دهد و واکنش‌های التهابی را کاهش می‌دهد (Jastrebski *et al.,* 2017). پایین بودن میزان آنزیم‌های کبدی در تیمارهای مصرف‌کننده افزودنی‌ها طی تنش گرمایی، نشان از تأثیر مثبت آنها بر کاهش تنش اکسیداتیو ناشی از تنش گرمایی دارد. گزارش شده است که فلاونوئیدهای موجود درگیاهان به دلیل خاصیت آنتی‌اکسیدانی این قابلیت را دارند که جایگزینی برای ترکیباتی مانند ویتامین C و ویتامین E در شرایط تنش گرمایی باشند و محافظت از کبد و اندام‌های حیاتی ناشی از نقش آنتی‌اکسیدانی و خنثی‌سازی رادیکال‌های آزاد به وسیله فلاونوئیدهای گیاهی است (Tieppo *et al.,* 2007).

تعداد دفعات تنفس در پرندگان در مواجهه با تنش گرمایی افزایش می‌یابد و منجر به آلکالوز تنفسی می‌شود. آلکالوز تنفسی در پرندگان در شرایط تنش گرمایی ناشی از تعادل منفی بین کاتیون‌ها با آنیون‌ها (پتاسیم و سدیم با آنیون‌ها) رخ می‌دهد و میزان یون‌های پتاسیم و سدیم و بیکربنات در بدن پرندگان جهت مقابله با تنش دچار اختلال می‌شوند (Mushtaq *et al.,* 2005). گزارش شده است که دفع پتاسیم

هنگام تنش گرمایی افزایش می‌یابد و پرندگانی که دچار کمبود سطح پتاسیم خون هستند دچار کاهش مصرف خوراک و رشد می‌شوند و در نهایت تلفات در سطح گله رخ می‌دهد (Leeson and Summers, 2009). بنابراین افزایش میزان پتاسیم خون با استفاده از مکمل‌های غذایی در زمان تنش حرارتی می‌تواند سبب کاهش آثار منفی تنش گرمایی شود (Naseem *et al.,* 2005).

در مطالعه حاضر، تنش گرمایی سبب تضعیف سیستم ایمنی بدن جوجه‌ها می‌شود. به طور مشابه، محققان گزارش کردند که دمای بالای محیط پرورش باعث تضعیف سیستم ایمنی طیور گوشتی می‌شود (Niu *et al.,* 2009). قرار گرفتن جوجه-های گوشتی در معرض تنش گرمایی، پاسخ ایمنی آن‌ها را کاهش و حساسیت به بیماری‌های عفونی را زیاد می‌کند (Monson *et al.,* 2018). همچنین تنش گرمایی علاوه بر سرکوب سیستم ایمنی و کاهش پاسخ ایمنی هومورال سبب افزایش عفونت‌های ثانویه در طیور می‌شود (Jahanian and Rasouli, 2015). بروز تنش در جوجه‌های گوشتی سبب افزایش ترشح هورمون کورتیزول از غدد فوق کلیوی و افزایش غلظت آن در خون می‌شود، این هورمون استروئیدی سبب تضعیف و سرکوب سیستم ایمنی می‌شود که به تبع آن، کاهش تولید تیتر آنتی‌بادی بر علیه آنتی‌ژن گلبول قرمز خون گوسفند رخ می‌دهد (Tabiri *et al.,* 2002). در آزمایشی در شرایط تنش گرمایی، ویتامین E و عصاره آویشن بیشترین اثر معنی‌دار را بر افزایش تولید آنتی‌بادی داشته‌اند (Tahmasbi *et al.,* 2012). ویتامین E از راه تحریک فعالیت گلوتاتیون پراکسیداز، نوتروفیل‌ها و ماکروفاژهای موجود در خون، سیستم ایمنی را تقویت کرده و فعالیت لنفوسیت‌های T را تحریک می‌کند و باعث افزایش فعالیت فاگوسیتوزی و تولید آنتی‌بادی می‌شود (Kermanshahi *et al.,* 2008). همچنین ویتامین C از مسیر کاهش ترشح کورتیکوسترون‌ها از آثار منفی تنش گرمایی بر عملکرد و سیستم ایمنی طیور جلوگیری می‌کند (Barbour *et al.,* 2010). علاوه بر این، ویتامین C به علت خاصیت آنتی‌اکسیدانی از بافت‌های لنفوئیدی حفاظت می‌کند و کارآیی آنها را افزایش می‌دهد (Kidd, 2004). در مطالعه حاضر، تیمارهای حاوی عصاره تشنه‌داری سبب بهبود وضعیت ایمنی در زمان تنش گرمایی شدند که در این راستا گزارش شده است گیاهان حاوی ترکیبات فلاوونوئید و ترپنی با افزایش فعالیت ویتامین C و آثار ضد باکتریایی خود باعث افزایش عملکرد سیستم ایمنی در حیوانات می‌شوند (Cook and Samman, 1996). به نظر می‌رسد استفاده از سطوح مختلف عصاره گیاه‌تشنه‌داری توانسته است با بهره‌گیری از ترکیبات آنتی‌اکسیدانی خود، آثار تنش گرمایی را تعدیل و طی تنش گرمایی باعث تحریک پاسخ مناسب ایمنی سلولی شود. از ترکیباتی که از تجزیه عصاره تشنه‌داری حاصل می‌شود می-توان به ترکیبات فنولی اشاره نمود. اسیدهای فنولی به عنوان ترکیبات آنتی‌اکسیدانی قوی مطرح هستند و عملکرد ضدمیکروبی، ضدویروسی، ضدسرطانزایی، ضدالتهابی و اتساع عروق آن‌ها گزارش شده است (Lipiński *et al.,* 2017).

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج مطالعه حاضر، تیمارهای حاوی افزودنی تأثیر مثبتی بر عملکرد رشد، سلول‌های خونی و ایمنی جوجه‌های گوشتی در معرض تنش گرمایی داشتند و در بین تیمارهای حاوی افزودنی، سطح بالای عصاره تشنه‌داری و ویتامین E تأثیر بهتری بر فراسنجه‌های مورد بررسی جوجه‌های گوشتی در معرض تنش گرمایی داشت. بنابراین می‌توان بیان کرد که استفاده از سطح ۴۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم عصاره گیاه تشنه-داری در جیره غذایی به عنوان راهکاری برای مقابله با تنش گرمایی در جیره جوجه‌های گوشتی پیشنهاد می‌شود.

فهرست منابع

رستمی ف.، طاهرپور ک.، اکبری قرائی م.، شیرزادی ح.، و قاسمی ح. ۱۳۹۷. آثار افزودن عصاره هیدروالکلی گیاه تشنه‌داری در مقایسه با آنتی‌بیوتیک، پروبیوتیک و مخلوط مکمل ویتامین و مواد معدنی بر عملکرد رشد و فراسنجه‌های خونی جوجه‌های گوشتی. پژوهش-های علوم دامی، ۲۸: ۱۹۷-۲۱۱.

صابری س.، سریر ه.، و حسینی‌واشان س. ج. ۱۳۹۶. اثر تفاله زرشک و آنزیم بر عملکرد، خصوصیات لاشه، برخی فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون و سامانه ایمنی جوجه‌های گوشتی تحت تنش گرمایی. علوم دامی (پژوهش و سازندگی)، ۱۱۶: ۱۹۳-۲۰۴.

محسنی سلطانی د.، حسینی س. ع.، زارعی ا.، لطف الهیان ه.، و صادقی پناه ا. ۱۳۹۱. اثر برنامه خوراک‌دهی و ترکیبات ویتامینی- معدنی بر پاسخ ایمنی و فراسنجه‌های مرتبط با آسیت در جوجه‌های گوشتی. تحقیقات تولیدات دامی، ۳: ۱۷-۲۵.

مظفریان و. ۱۳۹۴. شناخت گیاهان دارویی و معطر. انتشارات فرهنگ معاصر. تهران، ۱۴۴۴ صفحه.

Amiri M., Ghasemi H. A., Hajkhodadadi I. and Khaltabadi Farahani A. H. 2019. Efficacy of guanidinoacetic acid at different dietary crude protein levels on growth performance, stress indicators, antioxidant status, and intestinal morphology in broiler chickens subjected to cyclic heat stress. Animal Feed Science and Technology, 254: 114208.

Barbour E. K., Tayeb I., Shaib H. and Ibrahim I. M. 2010. Physiological and carcass traits in heat-stressed broilers differing in heat acclimatization, chemical or feed restriction treatments. Agriculture and Biology Journal of North America, 1(2): 65-74.

Cheema M., Qureshi M. and Havenstein G. 2003. A comparison of the immune response of a 2001 commercial broiler with a 1957 randombred broiler strain when fed representative 1957 and 2001 broiler diets. Poultry Science, 82(10): 1519-1529.

Cook N. C. and Samman S. 1996. Flavonoids—chemistry, metabolism, cardioprotective effects, and dietary sources. The Journal of Nutritional Biochemistry, 7(2): 66-76.

Corrier D. and DeLoach J. 1990. Evaluation of cell-mediated, cutaneous basophil hypersensitivity in young chickens by an interdigital skin test. Poultry Science, 69(3): 403-408.

De Basilio V., Requena F., Leon A., Vilarino M. and Picard M. 2003. Early age thermal conditioning immediately reduces body temperature of broiler chicks in a tropical environment. Poultry Science, 82(8): 1235-1241.

Ebrahimzadeh S., Farhoomand P. and Noori K. 2012. Immune response of broiler chickens fed diets supplemented with different level of chromium methionine under heat stress conditions. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 25(2): 256-260.

Ellis A. E. 1990. Lysozyme assays. Techniques in Fish Immunology, 1: 101-103.

Friedewald W. T., Levy R. I. and Fredrickson D. S. 1972. Estimation of concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma without use of the ultra-centrifuge. Clinical Chemistry, 18(6): 499-502.

Garriga C., Hunter R. R., Amat C., Planas J. M., Mitchell M. A. and Moretó M. 2006. Heat stress increases apical glucose transport in the chicken jejunum. American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology, 290(1): R195-R201.

Gnoni G. and Paglialonga G. 2009. Resveratrol inhibits fatty acid and triacylglycerol synthesis in rat hepatocytes. European Journal of Clinical Investigation, 39(3): 211-218.

Gu X., Li S. and Lin H. 2008. Effects of hot environment and dietary protein level on growth performance and meat quality of broiler chickens. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 21(11): 1616-1623.

Hidiroglou N., Cave N., Atwall A. S., Farnworth E. R. and McDowell L. R. 1992. Comparative vitamin E requirements and metabolism in livestock. Annals of Veterinary Research, 23: 337-359.

Hosseini-Mansoub N., Chekani-Azar S., Tehrani A., Lotfi A. and Manesh M. 2010. Influence of dietary vitamin E and zinc on performance, oxidative stability and some blood measures of broiler chickens reared under heat stress (35 °C). Journal of Agrobiology, 27(2): 103-110.

Hudson L., Hay F. C. and Hudson L. 1989. Practical immunology. Blackwell Scientific Oxford.

Jahanian R. and Rasouli E. 2015. Dietary chromium methionine supplementation could alleviate immunosuppressive effects of heat stress in broiler chicks. Journal of Animal Science, 93(7): 3355-3363.

Jastrebski S. F., Lamont S. J. and Schmidt C. J. 2017. Chicken hepatic response to chronic heat stress using integrated transcriptome and metabolome analysis. PLoS One, 12(7): e0181900.

Kermanshahi H., Nassiri Moghaddam H. and Heravi Moussavi A. 2008. Effects of wheat-soybean meal based diet supplementation with vitamin A, vitamin E and zinc on blood cells, organ weights and humoral immune response in broiler chickens. Journal of Animal and veterinary Advances, 7(3): 291-298.

Kidd M. 2004. Nutritional modulation of immune function in broilers. Poultry Science, 83(4): 650-657.

Köhrle J. 2005. Selenium and the control of thyroid hormone metabolism. Thyroid, 15: 841-853.

Leeson S., Namkung H., Caston L., Durosoy S. and Schlegel P. 2008. Comparison of selenium levels and sources and dietary fat quality in diets for broiler breeders and layer hens. Poultry Science, 87(12): 2605-2612.

Leeson S. and Summers J. D. 2009. *Commercial poultry nutrition*: Nottingham University Press.

Lien T. F., Yeh H. S. and Su W. T. 2008. Effect of adding extracted hesperetin, naringenin and pectin on egg cholesterol, serum traits and antioxidant activity in laying hens. Archives of Animal Nutrition, 62(1): 33-43.

Lipiński K., Mazur M., Antoszkiewicz Z. and Purwin C. 2017. Polyphenols in monogastric nutrition–a review. Annals of Animal Science, 17(1): 41-58.

Liu L., Ren M., Ren K., Jin Y. and Yan M. 2020. Heat stress impacts on broiler performance: a systematic review and meta-analysis. Poultry Science, 99: 6205-6211.

Lott B. 1991. The effect of feed intake on body temperature and water consumption of male broilers during heat exposure. Poultry Science, 70(4): 756-759.

Mahboubi M., Kazempour N. and Nazar A. R. B. 2013. Total phenolic, total flavonoids, antioxidant and antimicrobial activities of *Scrophularia striata* Boiss extracts. Jundishapur Journal of Natural Pharmaceutical Products, 8(1): 15-19.

Manna P., Sinha M. and Sil P. C. 2006. Aqueous extract of Terminalia arjuna prevents carbon tetrachloride induced hepatic and renal disorders. BMC Complementary and Alternative Medicine, 6(1): 33.

Monson M. S., Van Goor A. G., Ashwell C. M., Persia M. E., Rothschild M. F., Schmidt C. J. and Lamont S. J. 2018. Immunomodulatory effects of heat stress and lipopolysaccharide on the bursal transcriptome in two distinct chicken lines. BMC Genomics, 19(1): 643.

Mushtaq T., Sarwar M., Nawaz H., Mirza A. and Ahmad T. 2005. Effect and interactions of dietary sodium and chloride on broiler starter performance (hatching to twenty-eight days of age) under subtropical summer conditions. Poultry Science, 84(11): 1716-1722.

Naseem M., Naseem S., Younus M., Zafar I. C., Aamir G., Asim A. and Akhter S. 2005. Effect of potassium chloride and sodium bicarbonate supplementation on thermotolerance of broilers exposed to heat stress. Poultry Science, 4(11): 891-895.

Nienaber J. and Hahn G. 2007. Livestock production system management responses to thermal challenges. International Journal of Biometeorology, 52(2): 149-157.

Niu Z., Liu F., Yan Q. and Li W. 2009. Effects of different levels of vitamin E on growth performance and immune responses of broilers under heat stress. Poultry Science, 88(10): 2101-2107.

NRC. 1994. Nutrient requirements of poultry, 9th edn. National Academy Press, Washington, DC.

Ozaki M., Fuchinoue S., Teraoka S. and Ota K. 1995. The *in vivo* cytoprotection of ascorbic acid against ischemia/reoxygenation injury of rat liver. Archives of Biochemistry and Biophysics, 318(2): 439-445.

Rafiee F., Mazhari M., Ghoreishi M. and Esmaeilipour O. 2016. Effect of lemon verbena powder and vitamin C on performance and immunity of heat-stressed broilers. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 100(5): 807-812.

Richman A., Broothaerts W. and Kohn J. 1997. Self-incompatibility RNases from three plant families:homology or convergence?. American Journal of Botany, 84(7): 912-917.

Rostami F., Ghasemi H. A. and Taherpour K. 2015. Effect of *Scrophularia striata* and *Ferulago angulata*, as alternatives to virginiamycin, on growth performance, intestinal microbial population, immune response, and blood constituents of broiler chickens. Poultry Science, 94(9): 2202-2209.

Sahin N., Sahin K. and Kucuk O. 2001. Effects of vitamin E and vitamin A supplementation on performance, thyroid status, and serum concentrations of some metabolites and minerals in broilers reared under heat stress (32 °C). Veterinarny Medicina-Praha, 46(11/12): 286-292.

Selvam R., Suresh S., Saravanakumar M., Chandrasekaran C. and Prashanth D. S. 2018. Alleviation of heat stress by a polyherbal formulation, Phytocee™: impact on zootechnical parameters, cloacal temperature, and stress markers. Pharmacognosy Research, 10(1): 1-8.

Tabiri H. Y., Sato K., Takahashi K., Toyomizu M. and Akiba Y. 2002. Effects of heat stress and dietary tryptophan on performance and plasma amino acid concentrations of broiler chickens. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 15(2): 247-253.

Tahmasbi O., Shariatmadari F. and Torshizi K. 2012. Effect of dietary extract of thyme and vitamin E supplementation on immune responses and yolk cholesterol in laying hen under heat stress condition. Journal of Medicinal Plants, 2(42): 183-191.

Tieppo J., Vercelino R., Dias A., Vaz M. S., Silveira T., Marroni C., Marroni N., Henriques J. and Picada J. 2007. Evaluation of the protective effects of quercetin in the hepatopulmonary syndrome. Food and Chemical Toxicology, 45(7): 1140-1146.

Trusheva B., Trunkova D. and Bankova V. 2007. Different extraction methods of biologically active components from propolis: a preliminary study. Chemistry Central Journal, 1(13): 1-4.

Wasti S., Sah N. and Mishra B. 2020. Impact of heat stress on poultry health and performances, and potential mitigation strategies. Animals, 10: 1266.

Windisch W., Schedle K., Plitzner P. and Kroismayr A. 2008. Use of phytogenic products as feed additives for swine andpoultry. Journal of Animal Science, 86: E140-E148.

Animal Production Research

Vol. 10, No. 4, 2021 (93-107)

University of Guilan

Research paper

Effects of *Scrophularia striata* extract, vitamin E, vitamin C, and selenium on performance, immune response, and blood parameters of broilers under heat stress conditions

F. Rostami[1], K. Taherpour[2*], M. Akbari Gharaei[3], H. A. Ghasemi[4], H. Shirzadi[3]

1. Former Ph.D. Student, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran
2. Associate Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran
3. Assistant Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran
4. Associate Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture and Environment, Arak University, Arak, Iran

(Received: 27-03-2021 – Accepted: 01-06-2021)

Abstract

To evaluate the effect of hydroalcoholic extract of *Scrophularia striata* (SSE), vitamin E, vitamin C, and selenium on performance, blood parameters, and immune response of broilers under heat stress conditions, an experiment was performed using 350 one-day-old male broilers (Ross 308) in a completely randomized design with seven treatments and five replicates (10 chickens per replicate). Experimental groups were a group under normal environmental conditions (negative control), a group under heat stress (positive control), and other groups under heat stress and fed with the diet supplemented with 200 ppm vitamin E, 500 ppm vitamin C, 0.3 ppm selenium, or 200 and 400 ppm SSE. From day 1 to the end of the breeding period, a temperature of 34 ± 2 °C was applied to create heat stress for 8 h (10 am to 6 pm). The results showed that all treatments improved (P<0.05) body weight gain, feed conversion ratio, performance index, heterophil to lymphocyte ratio, total and IgG titers against sheep red blood cells, and cellular immunity (toe web swelling skin in response to phytohemagglutinin injection), and the best performance was observed in the negative control, high SSE and vitamin E, respectively. All experimental treatments, except for low SSE and selenium treatments, increased blood lymphocytes and potassium compared to the positive treatment (P<0.05). In general, the inclusion of 400 ppm of SSE in the diet had a beneficial effect on growth performance, blood parameters, and immune response during heat stress.

Keywords: Immunity, Heat stress, Broilers, *Scrophularia striata* extract, Vitamin

*Corresponding author: k.taherpour@ilam.ac.ir

doi: 10.22124/AR.2022.19243.1605