DOI: 10.22092/VJ.2022.357034.1919
شماره ۱۳۷ زمستان ۱۴۰۱
تحقیقات دامپزشکی و فرآورده‌های بیولوژیک

اثر پودر سرخارگل بر عملکرد تولیدی، پاسخ ایمنی، فلور میکروبی روده و برخی فراسنجه‌های خونی و تولیدمثلی در بلدرچین ژاپنی نر

• کیوان سبحانی
گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران
• اسعد وزیری (نویسنده مسئول)
گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران
• امجد فرزین پور
گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران
• زهرا مرآتی
گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران

تاریخ دریافت: ۲۰-۰۹-۱۴۰۰ تاریخ پذیرش:۲۶-۱۰-۱۴۰۰
Email: avaziry@yahoo.ca

چکیده

استفاده از افزودنی‌های گیاهی در پرورش طیور مدرن خصوصاً در مزارع ارگانیک رو به افزایش است. در مطالعه حاضر اثر افزودن پودر سرخارگل به جیره بر عملکرد، وضعیت ایمنی، فلور میکروبی روده و برخی فراسنجه‌های خونی، سرمی و تولیدمثلی در بلدرچین ژاپنی مورد بررسی قرار گرفت. تعداد ۸۰ قطعه جوجه بلدرچین هفت روزه در قالب طرح کاملاً تصادفی به دو تیمار، چهار تکرار و ۱۰ قطعه در هر تکرار تقسیم شدند. تیمارهای آزمایشی شامل: جیره پایه بدون پودر سرخارگل (شاهد) و جیره پایه + ۱۵۰ mg/mL پودر سرخارگل بودند. افزودن ۱۵۰ mg/mL پودر سرخارگل به جیره باعث افزایش خوراک مصرفی و ضریب تبدیل غذایی پرندگان در مقایسه گروه شاهد شد. بیشترین عیار پادتن علیه ویروس نیوکاسل در تیتر اولیه در پرندگان دریافت‌کننده پودر سرخارگل حاصل گردید. جمعیت باکتری‌های اشریشیاکلی *(Escherichia coli)* و تولیدکننده اسید لاکتیک در پرندگان تغذیه شده با پودر گیاه سرخارگل در مقایسه با گروه شاهد به ترتیب کاهش و افزایش پیدا کردند. هماتوکریت، اندیس‌های MCV و MCH در گروه آزمایشی مکمل شده با پودر سرخارگل افزایش یافت. همچنین، فراسنجه‌های اسپرمی در بلدرچین‌های دریافت‌کننده پودر گیاه سرخارگل در مقایسه با شاهد بهبود پیدا کرد. یافته‌های این مطالعه تأییدکننده اثر مثبت افزودن پودر گیاه سرخارگل به جیره بر عملکرد، وضعیت ایمنی، سلامت دستگاه گوارش و برخی فراسنجه‌های خونی و تولیدمثلی در بلدرچین ژاپنی بود.

کلمات کلیدی: سرخارگل، عملکرد، آنتی‌بادی، تولیدمثل، بلدرچین

● Veterinary Researches & Biological Products No 137 pp: 27-37

Effect of Echinacea Purpurea Powder on Productive Performance, Immunity Response, Intestinal Microbial Flora and Some Blood and Reproductive Parameters of Male Japanese Quail

By: Sobhani, K., Department of Animal Sciences, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran. Vaziry, A., (Corresponding Author) Department of Animal Sciences, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran. Farzinpour, A., Department of Animal Sciences, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran. and Meraati, Z., Department of Animal Sciences, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran.

Received:2021-12-11 **Accepted: 2022-01-16**

Email: avaziry@yahoo.ca

The use of herbal additives in modern poultry farming is increasing, especially in organic farms. This study was conducted to determine the effect of adding Echinacea powder (EP) to the diet on performance, immune status, intestinal microbial flora, and some blood, serum, and reproductive parameters in Japanese quail. 80 quails were randomly distributed in 2 experimental groups of 4 replicates with 10 quails per replicate in a completely randomized design. Experimental treatments included 1) base diet without EP (control) and 2) basal diet + 150 mg/kg of EP. Quails fed EP-supplemented diets had a higher feed intake and feed conversion ratio of birds compared to the control group. The highest antibody titer against the Newcastle virus was obtained in the primary titer in EP-receiving birds. The population of Escherichia coli and lactic acid-producing bacteria in the EP group was significantly decreased and increased, respectively. Hematocrit, MCV, and MCH indexes increased in the EP-receiving birds. Moreover, the addition of EP to the bird's diet resulted in better eggshell thickness, breaking strength, and higher Haugh units than the control group. Spermatological parameters improved in receiving-EP quails compared to control. The findings of this study confirmed the positive effect of adding EP to the diet on performance, immune status, intestine microflora, and some blood and reproductive parameters in male Japanese quail.

Key words: Echinacea, Performance, Antibody, Reproduction, Quail

مقدمه

افزودن محرك‌های رشد به جیره غذایی طیور گوشتی در سالیان اخیر مرسوم شده است. گزارش‌های موجود حاکی از آن است که مصرف آنتی‌بیوتیک‌ها به عنوان مواد محرك رشد در جیره غذایی جوجه‌های گوشتی، سبب بروز نتایج غیر مطلوب شده و مصرف آن‌ها در بسیاری از کشورها ممنوع شده است (۱۹)؛ لذا مطالعات برای یافتن یک افزودنی جهت جایگزینی با آنتی‌بیوتیک‌های محرك رشد رو به افزایش است (۱۹). از مهم‌ترین جانشین‌های آنتی‌بیوتیک‌های محرك رشد در صنعت طیور می‌توان به گیاهان دارویی اشاره کرد (۱). با اینکه پاسخ طیور به مواد گیاهی علاوه بر نوع و سطح مواد مؤثره گیاهان به سطح مصرف آن در جیره نیز بستگی دارد، اما اثرات مفید این دسته از افزودنی‌ها بر عملکرد جوجه‌های گوشتی گزارش شده است (۱۶). افزودنی‌های گیاهی می‌توانند از طریق بهبود فلور میکروبی دستگاه گوارش (۱۶) و تغییر نوع ترشحات هضمی، باعث افزایش قابلیت هضم مواد مغذی، کاهش رقابت برای مواد مغذی، کاهش سموم میکروبی (۱۶) و افزایش فعالیت سیستم ایمنی (۲۰) در نهایت منجر به بهبود عملکرد پرنده شوند. شایان ذکر است که جایگزین کردن مکمل‌های گیاهی به‌جای آنتی‌بیوتیک، مشکلات ناشی از بقایای آنتی‌بیوتیکی در محصولات حیوانی را در پی ندارد (۶). داروهای گیاهی دارای اثرات قابل توجه، از جمله سرخارگل، می‌توانند عملکرد پرنده را تحت تأثیر قرار دهند. سرخارگل با نام علمی *Echinacea Purpurea* و از خانوده ستاره آسا (Asteraceae) گیاه بومی نواحی آمریکای شمالی است که کشت و استفاده از آن در سراسر دنیا گسترش یافته است (۲). ترکیبات مؤثر موجود در گیاه سرخارگل شامل ترکیبات فنولی نظیر اسید کافئیک و مشتقات آن مانند اسید شیکوریک، آلکامیدها و پلی ساکاریدها می‌توانند ضمن بروز اثرات ضد التهابی و ضد میکروبی، فعالیت فاگوسیتوزی را تحریک و تعداد لنفوسیت‌ها را افزایش دهند (۲۴). ریشه و قسمت هوایی این گیاه دارای خواص تحریک سیستم ایمنی و کمپلمان (۲۴،۱۴)، ضد التهابی (۲۴)، آنتی‌اکسیدانی (۲۴) و محرک تولید پادتن علیه ویروس نیوکاسل (۱۸) است. لی و همکاران در سال ۲۰۱۲ پتانسیل خوب سرخارگل به‌عنوان جایگزین آنتی‌بیوتیک در مزارع جوجه گوشتی را گزارش کردند (۱۲). بهبود فراسنجه‌های عملکرد (۲۲،۱۹،۱۲)

و افزایش تیتر آنتی‌بادی ضد نیوکاسل جوجه گوشتی (۱۱)، بازده خوراک و فراسنجه‌های سرمی در اردک (۳) بواسطه افزودن سرخارگل به جیره گزارش شده است. افزودن پودر گیاه سرخارگل به جیره می‌تواند تعداد لنفوسیت‌ها و تعداد کل گلبول‌های سفید را در خوک و مرغ (۴)، و نیز تعداد گلبول قرمز و هموگلوبین را در اردک (۳) افزایش دهد. جامروز و همکاران در سال ۲۰۰۶ دریافتند که افزودنی‌های گیاهی ترشحات مخاط روده در جوجه گوشتی را افزایش می دهد. شایان ذکر است که ترشح مخاطی می‌تواند چسپندگی پاتوژن‌ها را تضعیف نماید و احتمالاً به پایداری تعادل سلامت میکروفلور در دستگاه گوارش حیوانات کمک کند (۹). همچنین، در ارتباط با فراسنجه‌های تولیدمثلی بلدرچین نر، اواد و همکاران در سال ۲۰۲۱ بهبود کیفیت اسپرم در اردک‌های تغذیه شده با سطح ۲/۵ gr/kg سرخارگل را گزارش کردند (۳).

خصوصیات تولیدی و تولیدمثلی مطلوب و نیز رشد بسیار سریع و مقاومت در مقابل بیماری‌ها از مزیت‌های پرورش بلدرچین به‌عنوان یک مدل آزمایشی است. با این حال، علی‌رغم وجود برخی مطالعات در ارتباط با اثر افزودنی گیاه سرخارگل بر عملکرد در جوجه گوشتی، مطالعات معدودی در رابطه با اثر این گیاه بر پارامترهای تولیدی و تولیدمثلی در بلدرچین یافت وجود دارد. مطالعه حاضر با هدف بررسی

جدول ۱- ترکیب اقلام خوراکی و مواد مغذی مورد استفاده در این مطالعه.

اقلام خوراکی (٪)	دورهٔ پرورش
ذرت	۴۸/۰۲
کنجاله سویا	۴۵/۷۶
روغن سویا	۲/۸۶
دی کلسیم فسفات	۱/۴۱
کلسیت	۰/۸۸۱
نمک	۰/۳۳۵
مکمل ویتامینی۱	۰/۲۵۰
مکمل معدنی۲	۰/۲۵۰
دی-ال متیونین	۰/۱۱۲
ال-لیزین	۰/۱۲۲
مواد مغذی	
انرژی قابل متابولیسم (Kcal/kg)	۳۰۰۰
پروتئین خام (٪)	۲۴
کلسیم (٪)	۰/۸
فسفر قابل دسترس (٪)	۰/۴۵
متیونین (٪)	۰/۵۰
سیستئین (٪)	۰/۲۵
متیونین + سیستئین (٪)	۰/۷۵

۱هر کیلوگرم مکمل معدنی سارال حاوی ترکیبات زیر بود: mg ۴۰۰۰۰ منگنز، mg ۲۰۰۰۰ آهن،mg ۴۰۰۰ مس، mg۴۰۰ ید، ۸۰ سلنیوم، mg۳۳۸۸۰ روی، mg ۱۰۰۰۰۰ کولین کلراید.

۲هر کیلوگرم مکمل ویتامینی سارال دارای ترکیبات زیر بود: IU ۳۶۰۰۰۰۰ ویتامین A، IU ۸۰۰۰۰۰ ویتامین D۳، IU ۷۲۰۰ ویتامین E، mg ۷۲۰ نیاسین، mg ۲۶۴۰ ویتامین ریبوفلاوین، mg ۴۰۰۰ اسید پانتوتیک، mg ۱۲۰۰۰ اسید نیکوتنیک، mg ۱۲۰۰ ویتامین پیرودوکسین، mg ۶ اسید فولیک، mg ۶ سیانوکوبالامین، mg ۸۰۰ ویتامین K۳، mg ۷۲۰ بیوتین، mg ۱۰۰۰۰۰کولین کلراید و mg ۴۰۰۰۰ آنتی‌اکسیدان.

اثر پودر سرخارگل بر عملکرد تولیدی، وضعیت ایمنی، فلور میکروبی روده و برخی فراسنجه‌های خونی و تولیدمثلی در بلدرچین‌های ژاپنی نر انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

در مطالعه حاضر، تعداد ۸۰ قطعه بلدرچین ژاپنی هفت روزه در قالب طرح کاملاً تصادفی به دو تیمار، چهار تکرار و ۱۰ قطعه در هر تکرار تقسیم شدند. پرندگان در سالن پرورش با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و دوره نوری ۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی پرورش یافتند. جیره غذایی بر پایه ذرت و سویا و مطابق احتیاجات مواد مغذی توصیه شده به وسیله NRC (۱۹۹۴) تنظیم گردید. ترکیب و اجزاء جیره برای دوره پرورش و تولید در جدول ۱ آورده شده است. بعد از اتمام دوره عادت دهی (دو هفتگی)، پودر سرخارگل به میزان ۱۵۰ mg/kg در جیره پایه گنجانده شد و خوراک روزانه به طور دقیق به وسیله‌ی ترازوی دیجیتال توزین و در اختیار پرندگان قرار گرفت. دسترسی پرنده‌ها به آب به‌صورت آزاد بود. افزایش وزن، خوراک مصرفی و ضریب تبدیل غذایی در دوره پرورش به‌صورت هفتگی و تلفات نیز به‌طور روزانه ثبت گردید. برنامه واکسیناسیون علیه نیوکاسل در سنین ۷ (B1)، ۱۳ (B1) و ۲۰ (Lasota) روزگی به روش قطره چشمی انجام شد.

اندازه‌گیری پاسخ ایمنی

اندازه‌گیری تیتر آنتی‌بادی علیه ویروس نیوکاسل در سن ۴۲ روزگی با استفاده از تست ممانعت از هماگلوتیناسیون (HI) انجام گرفت.
در سن ۲۰ روزگی از هر تکرار یک قطعه بلدرچین انتخاب و از آن‌ها خون‌گیری به عمل آمد. سرم تهیه شده از این خون‌ها به عنوان کنترل (تیتر صفر) حضور آنتی‌بادی علیه گلبول قرمز گوسفندی (SRBC) هفت درصد استفاده شد و در دمای منهای ۲۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری گردید. سپس یک روز بعد به همین پرندگان مقدار یک میلی‌لیتر سوسپانسیون هفت درصد SRBC به صورت داخل وریدی به ورید بال تزریق شد. پس از گذشت یک هفته، خون گیری به عمل آمد و سرم جهت ارزیابی تیتر آنتی‌بادی علیه SRBC تهیه گردید. سپس مجددا مقدار یک میلی‌لیتر سوسپانسیون هفت درصد گلبول قرمز گوسفندی به صورت داخل وریدی به ورید بال تزریق شد. هفت روز بعد با اخذ خون از همین پرندگان، سرم لازم برای تعیین تیتر نهایی (ثانویه) آنتی‌بادی علیه SRBC به روش هماگلوتیناسیون تهیه شد.

اجزاء لاشه

در سن ۴۲ روزگی، دو قطعه بلدرچین از هر تکرار که از نظر وزنی نزدیک به وزن میانگین واحد آزمایشی بودند انتخاب و اجزاء لاشه و اندام‌های داخلی جداسازی و توزین شدند.

اندازه‌گیری فراسنجه‌های خونی و سرمی

جهت بررسی فراسنجه‌های خونی و سرمی نیز با استفاده از سرنگ از سیاهرگ بال پرنده مقدار ۲ cc خون در سن ۴۲ روزگی استحصال شد. خون حاصل در دو لوله آزمایش که یکی حاوی ماده ضد انعقاد EDTA برای مطالعه هماتولوژی سلول‌های خونی (گلبول‌های قرمز و سفید خون) و لوله آزمایش دیگر در دمای معمولی اتاق قرار گرفت تا منعقد شود. سپس نمونه‌های خون منعقد شده به مدت ۱۵ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ rpm سانتریفوژ شده و سرم شفاف حاصل از آن جهت آزمایش فراسنجه‌های بیوشیمایی، جداسازی و تا زمان انجام آزمایش‌ها در دمای ۲۳- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. اندازه‌گیری این فراسنجه‌ها با استفاده از کیت‌های تجاری شرکت پارس آزمون و به کمک دستگاه اتوآنالایزر TARGA ۳۰۰۰ انجام شد.

اندازه‌گیری فلور میکروبی دستگاه گوارش

پس از کشتار پرندگان، ۱ g مواد دفعی از محل ایلئوسکوم آن‌ها برداشته شد که برای تعیین CFU از روش شمارش قطره‌ای در محلول استریل PBS استفاده گردید. یک گرم مدفوع تازه به ۹ ml بافر PBS اضافه شد. پس از تهیه رقت‌های سریالی، شمارش باکتری‌های اسیدلاکتیک در محیط کشت MRS آگار و شمارش اشریشیاکلی در محیط کشت مک کانکی آگار بعد از انکوبه کردن هوازی در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت انجام گرفت.

فراسنجه‌های کمی و کیفی اسپرم

به‌منظور اندازه‌گیری فراسنجه‌های کمی و کیفی اسپرم، جمع‌آوری منی از طریق مقید کردن با دست چپ، فشار آوردن به ناحیه خلفی و خارج نمودن کف غده کلوآکی و ماساژ هم‌زمان ناحیه کمری و شکمی با دست راست در سن ۹ هفتگی انجام گرفت. نمونه منی به‌وسیله سرنگ یک میلی‌لیتری جمع‌آوری و حجم آن ثبت گردید. سپس منی جمع‌آوری شده با محلول سدیم سیترات ۲/۹٪ (۳۷ درجه سانتی‌گراد) رقیق شده و سپس اقدام به ارزیابی فاکتورهای اشاره شده در ذیل گردید.
جهت رنگ‌آمیزی اسپرم از رنگ ائوزین- نیگروزین استفاده شد. یک قطره از رنگ را با دو قطره از اسپرم بر روی یک لام تمیز مخلوط کرده و با استفاده از یک لام تمیز دیگر، با زاویه ۴۵ درجه، گسترش تهیه شد. سپس لام را زیر میکروسکوپ گذاشته و در ۱۰ نقطه با بزرگنمایی ×۴۰ شمارش گردید. اسپرم‌های زنده رنگ نگرفته، در حالی که اسپرم‌های رنگ گرفته یا به طور جزئی رنگ گرفته به عنوان اسپرم مرده شمارش شدند.
برای تعیین درصد سلامت آکروزوم اسپرم، ۱۰ میکرولیتر از محلول فرمالین سیترات را به ۵ میلی‌لیتر از اسپرم بر روی لام اضافه نموده و بعد از گذشت ۳۰ ثانیه لام را به بزرگنمایی ۱۰۰۰ زیر میکروسکوپ شمارش گردید؛ اسپرم‌هایی که آکروزوم سالم داشتند شمارش شده و به عنوان درصد اسپرم‌های با آکروزوم سالم در نظر گرفته شدند.
برای تعیین سلامت غشاء از محلول HOST استفاده گردید. ۱۰ میکرولیتر از نمونه منی را با ۱۰۰ میکرولیتر از محلول HOST مخلوط کرده و به مدت یک ساعت در بن ماری قرار داده شد. سپس یک قطره از محلول را روی لام ریخته و در زیر میکروسکوپ با بزرگنمایی ۴۰۰ شمارش انجام گرفت. اسپرم‌هایی که دم خمیده پیچیده یا ورم کرده داشتند به عنوان اسپرم سالم در نظر گرفته شد.
بعد از جداسازی و توزین بیضه‌ها، یک گرم از بیضه چپ با ۱۰ سی سی از محلول سایلین- تریتیون و مرتیولات (STM) هموژن گردید. سپس ۰/۲

میلی‌لیتر هموژن را با ۰/۸ میلی‌لیتر تریپان بلو مخلوط نموده و بعد از ۲ دقیقه در زیر میکروسکوپ با بزرگنمایی ×۱۰۰ شمارش شد.

تعداد اسپرم در هر گرم بیضه =رقت×"۳۲۰۰۰"×تعداد اسپرم‌های شمارش شده

برای تعیین میزان اسپرم در اپیدیدیم، پس از توزین آن را با استفاده از قیچی جراحی تکه‌تکه کرده و در لوله آزمایش با ۱۰ سی‌سی محلول STM مخلوط و در ادامه به مدت ۲۰ دقیقه در حمام بن ماری با دمای ۳۷ درجه قرار داده شد. سپس ۰/۲ میلی‌لیتر از مخلوط را برداشته و با ۰/۸ تریپان بلو مخلوط گردید و سپس یک قطره از آن مخلوط با استفاده از لام نئوبار در زیر میکروسکوپ با بزرگنمایی ×۱۰۰ شمارش شد. تعداد اسپرم‌های اپیدیدیم با استفاده از فرمول ذیل محاسبه گردید.

تعداد اسپرم اپیدیدیم=رقت×"۳۲۰۰۰"× تعداد اسپرم شمارش شده

برای تعیین شاخص گنادی تعداد ۲۴ قطعه بلدرچین نر را وزن کرده و بعد از کشتار، بیضه‌ها را جدا و توزین نموده و شاخص گنادی از طریق رابطه ذیل به دست آمد.

$$\text{شاخص گنادی} = \frac{\text{وزن هر دو بیضه}}{\text{وزن بدن}} \times ۱۰۰$$

آنالیز آماری

آنالیز آماری داده‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه (۹/۱) و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن با سطح احتمال ۰/۰۵ انجام گرفت. قبل از آنالیز آماری و به منظور آزمون یکنواختی، داده‌ها توسط رویه تک متغیره نرم‌افزار آماری SAS آنالیز و داده‌هایی که در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ دارای آزمون یکنواختی معنی‌دار بودند، با استفاده از روش‌های تبدیل داده یکنواخت (نرمال) شدند. تبدیل داده برای تیتر آنتی‌بادی در سنین ۳۵ و ۴۲ روزگی با استفاده از روش لگاریتم‌گیری انجام گرفت.

نتایج

در جدول دو تأثیر تیمارهای آزمایشی بر عملکرد بلدرچین‌ها نشان داده شده است. مصرف تیمار ۱۵۰ mg پودر گیاه سرخارگل موجب افزایش (P<۰/۰۵) خوراک مصرفی و ضریب تبدیل خوراک در هفته‌های چهارم و پنجم و افزایش وزن پرندگان در هفته پنجم دوره پرورش شد. نتایج مربوط به اثر تیمارهای مختلف بر وزن نسبی قسمت‌های مختلف لاشه در جدول سه گزارش شده است. مکمل‌سازی سرخارگل جیره‌ای باعث افزایش معنی‌داری وزن بدن و وزن نسبی ایلئوم در مقایسه با تیمار شاهد شد (P<۰/۰۵). تأثیر تیمارهای آزمایشی بر وضعیت ایمنی بلدرچین‌ها در جدول ۴ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که تیتر آنتی‌بادی بر علیه ویروس نیوکاسل و SRBC در پرندگان دریافت کننده پودر سرخارگل به طور معنی‌داری بیشتر بود (P<۰/۰۵). جدول ۵ تأثیر تیمارهای آزمایشی بر فراسنجه‌های خونی بلدرچین‌ها را نشان می‌دهد. تغذیه ۱۵۰ mg/kg پودر سرخارگل باعث افزایش معنی‌دار تعداد لنفوسیت، هماتوکریت و اندیس MCH شد (P<۰/۰۵). در جدول ۶ تأثیر تیمارهای آزمایشی بر جمعیت باکتریایی روده بلدرچین‌ها نشان داده شده است. تغذیه پودر سرخارگل موجب افزایش معنی‌دار تعداد کلنی لاکتوباسیلوس و کاهش تعداد کلنی اشریشیاکلی شد (P<۰/۰۵). اثرات گروه‌های آزمایشی بر فراسنجه‌های سرمی در جدول ۷ گزارش شده است. میزان تری گلیسرید و LDL در پرندگان دریافت‌کننده پودر سرخارگل کاهش پیدا کرد (P<۰/۰۵) در حالی‌که سایر فراسنجه‌های سرمی تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفتند (P<۰/۰۵). افزودن ۱۵۰ mg/kg پودر سرخارگل باعث افزایش زنده‌مانی اسپرم، سلامت آکروزوم، تولید اسپرم روزانه و شاخص گنادی گردید (P<۰/۰۵) درحالی‌که سایر فراسنجه‌های تولیدمثلی نظیر سلامت غشاء و ذخیره اسپرم اپیدیدیمی تحت تأثیر قرار نگرفتند (جدول ۸).

بحث

نتایج نشان داد مصرف پودر سرخارگل در بلدرچین‌ها اثری بر مصرف خوراک در هفته‌های اول تا سوم نداشته است که با نتایج بومر و همکاران (۴) و میرآقایی و همکاران (۱۵) در جوجه گوشتی مطابقت دارد. در مطالعه حاضر، افزایش وزن بدن فقط در هفته پنج دوره پرورش تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت که با نتایج آلن (۱) و لندی و همکاران (۱۱) و همچنین عدم اختلاف معنی‌دار در هفته‌های اول تا چهارم با نتایج مطالعه میرآقایی و همکاران (۱۵) مطابقت دارد. اجزای فنولی موجود در گیاهان می‌تواند با کاهش تعداد میکروب‌های پاتوژن روده، مانع از اتلاف مواد مغذی شده و بدین ترتیب، سبب بهبود عملکرد و افزایش پروتئین در بافت‌های بدن شوند (۲۳،۲۰). بنابراین، اجزای فنولیک موجود در عصاره سرخارگل، احتمالاً از طریق بهبود در جذب مواد غذایی منجر به بهبود میانگین افزایش رشد در جوجه‌های گوشتی شده است. ضریب تبدیل خوراک در پرندگان دریافت‌کننده پودر سرخارگل بهبود پیدا نکرد که با نتایج مطالعه میرآقایی و همکاران (۱۵) مطابقت دارد اما مطالعات انجام گرفته شده روی جوجه‌های گوشتی و مرغان تخم‌گذار (۸،۴) و خوک (۱۳) کاهش ضریب تبدیل را بیان کردند. ضریب تبدیل خوراك به پارامترهای افزایش وزن روزانه و مصرف خوراك روزانه بستگی دارد و از آن جایی که عصاره‌ی سرخارگل باعث بهبود افزایش وزن روزانه در مطالعه حاضر شده است، در نتیجه بهبود ضریب تبدیل نیز در هفته دوم دور از انتظار نخواهد بود.

نتایج اجزاء لاشه نشان داد وزن بدن در پرندگان دریافت‌کننده پودر سرخارگل کاهش پیدا کرد که موافق با نتیجه مطالعه روس-مایر و همکاران (۲۰) بود. مصرف پودر سرخارگل سبب کاهش وزن نسبی کبد (P>۰/۰۵) و افزایش وزن نسبی تیموس و بورس فابرسیوس (P<۰/۰۵) شد که موافق با نتیجه مطالعه ابراهیمی و همکاران (۷) بود. بورس فابریسیوس و تیموس محل تمایز سلول‌های B و T ایمنی در پرندگان است. شایان ذکر است تکثیر سلول‌های B و T ایمنی در اثر افزودن عصاره سرخارگل نیز به‌صورت آزمایشگاهی گزارش شده است (۱۷). به نظر می‌رسد که گیاهان دارویی به‌واسطه دارا بودن طیف وسیعی از متابولیت‌های ثانویه به‌ویژه مشتقات ایزوپرن و فلاونوئیدها، و ترکیبات پلی‌ساکارید محلول در آب (آرابینوگزیلان و آرابینوگالاکتان) اثر مثبتی روی تحریک دستگاه گوارش، بهبود عملکرد کبد و افزایش ترشح آنزیم‌های هضمی و تحریک سیستم ایمنی و اندام‌های لنفی داشته باشد (۲۳). همچنین، افزایش نرخ رشد در اندام‌های این پرندگان می‌تواند به‌واسطه تقویت متابولیسم کربوهیدراتی و پروتئینی باشد.

نتایج نشان داد پودر سرخارگل سبب تحریک پاسخ‌های هومورال بر ضد ویروس نیوکاسل و ضد آنتی‌ژن‌های SRBC شده است. گزارش شده است که سرخارگل سبب افزایش معنی‌دار عیار پادتن ضدواکسن نیوکاسل در مرغ تخم‌گذار می‌شود (۴). احتمالاً به نظر می‌رسد که سرخارگل از طریق تحریک پاسخ‌های ایمنی سلولی می‌تواند به عنوان یک محرک قوی ایمنی هومورال در بلدرچین‌ها عمل نماید. با توجه به نقش مهم سرخارگل در افزایش ترشح ماکروفاژها و لنفوسیت، بهبود پاسخ به تزریق واکسن نیوکاسل قابل انتظار بود (۲۱). در مطالعه‌ای تولید پادتن‌ها بخصوص IgG در موش‌های تیمار شده با سرخارگل به‌وسیله پادتن‌ها افزایش یافت. همچنین این گیاه با داشتن اثرات ضدباکتریایی و ضدویروسی، به‌طور غیرمستقیم سیستم ایمنی را بهبود می‌بخشد (۲۲). پلی‌ساکاریدهای گیاه سرخارگل نظیر اکیناسئین، اکیناکوزید و آکینولون باعث بهبود ترشح پادتن‌ها می‌شوند (۲۲). در مطالعه حاضر، تیمار سرخارگل بیشترین عیار پادتن علیه ویروس واکسن نیوکاسل را در نوبت اول داشت. همچنین، آلن و همکاران (۱) گزارش کردند که سرخارگل ممکن است پاسخ ایمنی به واکسن زنده را تقویت نموده و اثر تحریک ایمنی را در حضور جمعیت کوکسیدیای طبیعی موجود در بستر جوجه‌های گوشتی ایجاد می‌کند.

گیاه سرخارگل دارای خاصیت باکتری‌کشی است که فعالیت وسیعی بر علیه باکتری‌های گرم منفی و گرم مثبت دارد. پلی‌ساکاریدها از اجزاء تشکیل‌دهنده عصاره این گیاه باعث افزایش اسید لاکتیک و در نتیجه افزایش تکثیر باکتری‌های مفید روده و کاهش حضور باکتری‌های مضر روده‌ای از جمله اشریشیاکلی است (۱۳). مطالعه حاضر نیز کاهش جمعیت باکتری اشریشیاکلی و افزایش لاکتوباسیلوس‌ها در دستگاه گوارش پرندگان را نشان داد. شایان ذکر است کاهش تعداد باکتری‌های گرم مثبت فعال مانند لاکتوباسیلوس‌ها و بیفیدوباکتریوم‌ها ممکن است حضور گونه‌های گرم منفی مانند اشریشیاکلی را در روده افزایش دهد. موافق با نتیجه مطالعه حاضر، کاهش جمعیت اشریشیاکلی (۹) به‌واسطه دریافت مشتقات گیاهی گزارش شده است. مواد فیتوژنیک (ترکیبات به دست آمده از گیاهان)، ترکیب میکروفلور روده‌ای را از طریق کاهش کلیفرم‌ها در سن ۱۴ روزگی و تقویت میکروفلور روده‌ای را در سن ۴۲ روزگی با باکتری‌های مفیدی نظیر لاکتوباسیلوس تعدیل می‌کنند (۱۶).

گلبول‌های قرمز حاوی هموگلوبین در مغز استخوان ساخته می‌شوند و عملکرد اصلی آن‌ها انتقال اکسیژن است. گلبول‌های سفید بخشی از سیستم ایمنی بدن هستند که باعث حذف سلول‌های پیر و مرده و آنتی‌ژن‌ها می‌شوند. در مطالعه حاضر، افزودن پودر سرخارگل به جیره باعث افزایش تعداد سلول لنفوسیت در پرندگان آزمایشی شد ($P<۰/۰۵$). گیاه سرخارگل به دلیل نقش فعالی که در تقویت و تعدیل سیستم ایمنی دارد باعث افزایش سیتوکین‌ها و فعالیت فاگوسیته سلول‌ها می‌شود (۵). در مطالعهٔ اواد و همکاران (۳) نیز افزایش لنفوسیت در اردک‌های تغذیه شده با جیره مکمل‌شده با سرخارگل گزارش شد که موافق با نتایج مطالعه حاضر بود. میزان کلسترول، پروتئین تام، گلبولین، آلبومین و آلکالین فسفاتاز در پرندگان تغذیه شده با سرخارگل تغییر معنی‌داری پیدا نکرد ($P>۰/۰۵$) درحالی‌که فراسنجه‌های تری‌گلیسرید و LDL کاهش پیدا کردند ($P<۰/۰۵$). موافق با این یافته‌ها، میرآقایی و همکاران (۱۵) اثر ۰/۲۵ ml عصاره سرخارگل در هر کیلوگرم جیره جوجه‌های گوشتی را بر فراسنجه‌های بیوشیمایی غیر معنی‌دار گزارش کردند. همچنین، اواد و همکاران (۳)، افزایش پروتئین تام را در اردک‌های دریافت‌کننده جیره مکمل شده با سرخارگل را بیان کردند. غلظت کلسترول نیز در گروه آزمایشی ۱۵۰ mg/kg سرخارگل در مقایسه با گروه شاهد افزایش محسوسی پیدا کرد. از یافته‌های قابل توجه این مطالعه، افزایش معنی‌دار غلظت گلوکز در پرندگان دریافت‌کنندهٔ پودر سرخار بود ($P<۰/۰۵$). در این رابطه، کانگ و همکاران (۱۰) گزارش کردند که افزودن عصارهٔ سرخارگل در موش‌های چاق القاء شده با تغذیه چربی زیاد منجر به به افزایش غلظت گلوکز در مقایسه با گروه کنترل شد. احتمالاً کاهش سنتز گلیکوژن و شار گلوکز منجر به افزایش سطح گلوکز خون می‌شود..

مکمل‌سازی جیره پرندگان با سطح ۱۵۰ mg/kg پودر سرخارگل باعث بهبود برخی از فراسنجه‌های اسپرم گردید. موافق با نتایج مطالعهٔ حاضر، اواد و همکاران (۳) حجم انزال، غلظت اسپرم، اسپرم‌های زنده بیشتری را در اردک‌های تغذیه شده با سرخارگل بیان کردند که بیانگر اثر آنتی‌اکسیدانی مطلوب این گیاه بر سلول‌های اسپرم است. همچنین، کانگ و همکاران (۱۰) گزارش کردند که افزودن عصارهٔ سرخارگل در موش‌های چاق القایی با چربی جیره‌ای بالا منجر به به بهبود پارامترهای اسپرم از جمله جنبایی و ناهنجاری‌های اسپرمی در مقایسه با گروه کنترل شد.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از تحقیق حاضر نشان داد که استفاده از پودر گیاه سرخارگل موجب بهبود عملکرد، فراسنجه‌های خونی و فراسنجه‌های تولیدمثلی می‌گردد. هم‌زمان با بهبود شاخص‌های ذکر شده کاهش جمعیت باکتری‌های بالقوه بیماری‌زای روده بلدرچین نیز مشاهده گردید. با توجه به افزایش برخی از فراسنجه‌های و نیز اثر منفی هم‌زمان بر برخی فراسنجه‌های دیگر، استفاده از این گیاه بستگی به هدف پرورش و مرحله تولید داشته و لازم است استفاده از آن در مراحل مختلف تولید مورد بررسی‌های بیشتر قرار گیرد. بنابراین با یافته‌های موجود استفاده از سرخارگل در پرندگانی که به‌منظور تولید گوشت پرورش می‌یابند دارای اثرات مطلوب بوده و قابل توصیه است.

تعارض منافع

نویسندگان هیچ‌گونه تعارض منافعی را در این پژوهش شناسایی نکردند.

منابع مورد استفاده

1. Allen, P. C. 2003. Dietary supplementation with Echinacea and development of immunity to challenge infection with coccidia. *Parasitology Research*91: 74–78.

2. Amira, M. K., E. Abouelella Yasser, S. Shahein Sameh and M. Tawfik Ahmed. 2007. Phytotherapeutic effects of Echinacea purpurea in gamma-irradiated mice. *Journal of Veterinary Science* 8(4): 341-51.

3. Awad, A., H. Fahim, E-G. A. El-Shhat, K. Mahrose and S. Shazly. 2021. Dietary Echinacea Purpurea administration enhanced egg laying performance, serum lipid profile, antioxidant status and

semen quality in duck breeders during summer season. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 105(4): 757-765.
4. Bohmer, B. M., H. Salisch, B. R. Paulicks and F. X. Roth. 2009. Echinacea purpurea as a potential immunostimulatory feed additive in laying hens and fattening pigs by intermittent application. *Livestock Science* 122: 81-85.
5. Denli, M., F. Okan and K. Celik. 2003. Effect of dietary probiotic, organic acid and antibiotic supplementation to diets on broiler performance and carcass yield. *Pakistan Journal of Nutrition* 2: 89-91.
6. Donoghue, D.J. 2003. Antibiotic residues in poultry tissues and eggs: human health concerns? *Poultry Science* 82(4): 618-21.
7. Ebrahimi, H., S. Rahimi and P. Khaki. 2015. The effect of organic acid, probiotic and Echinacea purpurea usage on gastrointestinal microflora and immune system of broiler chickens. *Journal of Veterinary Research* 70(3): 293-299.
8. Habibian Dehkordi, S., V. Fallah and S. Habibian Dehkordi. 2011. Enhancement of broiler performance and immune response by Echinacea purpurea supplemented in diet. *African Journal of. Biotechnology* 10(54): 11280-11286.
9. Jamroz, D., T. Wertelecki, M. Houszka, C. Kamel. 2006. Influence of diet type on the inclusion of plant origin active substances on morphological and histochemical characteristics of the stomach and jejunum walls in chicken. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 90(5-6): 255-268.
10. Kong Z. L., A. Johnson, T. L. Ting, P. J. Cheng and C. F. Mao. 2021. Protective Effects of Echinacea purpurea Ethanol Extract on Male Reproductive Dysfunction in Obese Rats. *Applied Sciences* 11: 2392.
11. Landy, N., G. Ghalamkari and M. Toghyani. 2011. Performance, carcass characteristics, and immunity in broiler chickens fed dietary neem (Azadirachta Indica) as alternative for an antibiotic growth promoter. *Livestock Science* 142: 305e9.
12. Lee, K. W., Y. Hom Hong, S. H. Lee, S. I. Jang, M. S. Park, D. A. Bautista, G. D. Ritterd, W. Jeonge, H. Y.,Jeounge, D. J. Ane, E. P. Lillehojf and H. S. Lillehoja. 2012. Effects of anticoccidial and antibiotic growth promoter programs on broiler performance and immune status. *Research in Veterinary Science* 93: 721e8.
13. Maass, N., J. Bauer, B. R. Paulicks, B. M. Bohmer and D. A. Roth-Maier. 2005. Efficiency of Echinacea purpurea on performance and immune status in pigs. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 89(7-8): 244-252.
14. Melchart, D., K. Linde, F. Worku, R. Baue and H. Wagner. 1994. Immunomodulation with Echinacea- a systematic review of controlled clinical trials. *Phytomedicine1*: 245-54.
15. Miraghaee, S. S., B. Heidary, H. Almasi, A. Shabani, M. Elahi and M. H. M. Nia. 2011. The effects of Nigella sativa powder (black seed) and Echinacea purpurea (L.) Moench extract on performance, some blood biochemical and hematological parameters in broiler chickens. *African Journal of Biotechnology* 10(82): 19249-19254.
16. Mountzouris, K. C., V. Paraskevas, P. Tsirtsikos, I. Palamidi, T. Steiner, G. Schatzmayr and K. Fegeros. 2011. Assessment of a phytogenic feed additive effect on broiler growth performance, nutrient digestibility and caecal microflora composition. *Animal Feed Science and Technology* 168(1): 223-231.
17. Najafzadeh, H., M. Ghorbanpour, M. Mayahi and H. Gavzan. 2011. Effect of Echinacea purpurea on antibody production against fowl influenza vaccine. *Journal of Applied Animal Research* 39(2): 139-141.
18. Nasir, Z. and M.A. Grashorn. 2010. Effects of Echinacea purpurea and Nigella sativa supplementation on broiler performance, carcass and meat Quality. *Journal of Animal and Feed Sciences* 19(1): 93-103.
19. Nasir, Z. and M.A. Grashorn. 2010b. Effects of intermittent application of different Echinacea purpurea juices on broiler performance and some blood parameters. *Archiv fur Geflugelkunde* 74(1): 36-42.
20. Roth-Maier, D. A., B. M. Bohmer, N. Maaß, K. Damme and B. R. Paulicks. 2005. Efficiency of Echinacea purpurea on performance of broilers and layers. *Archiv fur Geflugelkunde* 69(3): 123-127.
21. Sahin, T., D. Aksu Elmal, I. Kaya, M. Sarı and Kaya O. 2011. The effect of single and combined use of probiotic and humate in Quail (Coturnix coturnix japonica) diet on fatttening performance and carcass parameters. *Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi* 17 (1): 1-5.
22. Saravanan, P., V. Ramya and H. Sridhar. 2010. Antibacterial activity of allium sativum L. on patologenic bacterial strains. *Global Veterinary* 4: 519-522.
23. Shin, D. H., J. Y. Lee, K. Y. Hwang, K. K. Kim and S. W. Suh. 1995. High-resolution crystal structure of the non-specific lipid-transfer protein from maize seedlings. *Structure* 3(2): 189-199.
24. Zhai Z., D. Haney, L. Wu, A. Solco, P. A. Murphy, E. S. Wurtele, M. L. Kohut and J. E. Cunnick. 2007. Alcohol extracts of Echinacea inhibit production of nitric oxide and tumor necrosis factor-alpha by macrophages in vitro. *Food and Agricultural Immunology* 18: 221-236.

جدول ۲- اثر گروه‌های آزمایشی مختلف بر عملکرد بلدرچین (میانگین ± خطای استاندارد).

فراسنجه	هفته	گروه‌های آزمایشی		P value
		شاهد	سرخارگل	
خوراک مصرفی (gr)	اول	۱۵/۱۴±۱/۱۲	۱۵/۰۲±۰/۲۲	۰/۰۶۶
	دوم	۵۴±۰/۲۱	۵۳/۳±۰/۴۱	۰/۰۹۱
	سوم	۷۸/۴۳±۳/۰۷	۸۵/۲±۱/۵۶	۰/۲۳۵
	چهارم	۱۱۵/۳±۵/۷۵ b	۱۱۸/۶۵±۱/۳۳ a	۰/۰۴۴
	پنجم	۱۲۶/۱۲±۰/۴۷ b	۱۳۰/۲۱±۲/۳۲ a	۰/۰۴۱
افزایش وزن (gr)	اول	۹/۱۲±۰/۴۷	۹/۲±۰/۳	۰/۰۷۳
	دوم	۲۵/۱۲±۰/۴۱ b	۳۵/۴۲±۰/۶۶ a	۰/۰۱۳
	سوم	۴۲/۱±۲/۱۱	۴۰/۲۱±۱/۸۶	۰/۱۳۲
	چهارم	۴۳/۷۲±۲/۱۴	۴۳/۵۶±۱/۳۲	۰/۰۸۱
	پنجم	۴۷/۱۱±۲/۲۱ a	۴۴/۰۳±۲/۴۴ b	۰/۰۴۵
ضریب تبدیل خوراک	اول	۱/۶۶±۰/۱۳	۱/۶۴±۰/۲۱	۰/۰۸۸
	دوم	۲/۱۴±۱/۱۲	۱/۵۰±۰/۶۵	۰/۴۳۳
	سوم	۱/۸۶±۰/۹۸	۲/۰۶±۰/۳۱	۰/۲۴۰
	چهارم	۲/۶۳±۰/۱۲ b	۲/۷۲±۰/۳۳ a	۰/۰۴۳
	پنجم	۲/۶۸±۱/۴۴ b	۲/۹۵±۱/۷۷ a	۰/۰۵۰

در هر ردیف میانگین‌های با حروف لاتین متفاوت دارای اختلاف معنی‌داری (P<۰/۰۵) هستند.

جدول ۳- اثرات گروه‌های آزمایشی مختلف بر وزن نسبی اجزای لاشه بلدرچین (میانگین±خطای استاندارد).

فراسنجه	گروه‌های آزمایشی		P value
	شاهد	سرخارگل	
وزن بدن (gr)	۱۸۱/۵۵±۰/۳۱ [a]	۱۷۰/۲۷±۰/۶۶ [b]	۰/۰۲۱
قلب	۱/۶۷±۰/۱۲	۱/۹۶±۰/۲۳	۰/۰۷۱
طحال	۰/۶۵±۰/۱۲	۰/۴۷±۰/۱۱	۰/۰۵۹
بورس فابرسیوس	۰/۱۱±۰/۰۴ [b]	۰/۱۶±۰/۰۴ [a]	۰/۰۰۲
تیموس	۰/۰۸±۰/۰۱	۰/۰۹±۰/۰۲	۰/۰۵۶
سکوم	۰/۳۹±۰/۴۳	۰/۳۳±۰/۱۱	۰/۰۶۹
دئودنوم	۲/۰۶±۰/۶۶	۲/۰۵±۰/۷۸	۰/۰۸۱
ژژنوم	۳/۳۹±۰/۰۵	۲/۹۱±۰/۰۹	۰/۱۸۷
ایلئوم	۰/۵±۰/۱۴ [a]	۰/۴۳±۰/۱۱ [b]	۰/۰۰۹
کبد	۵/۶۱±۰/۰۴	۵/۵۹±۰/۰۶	۰/۰۵۹
سنگدان	۳/۵۷±۰/۹۶	۳/۵۶±۰/۷۶	۰/۰۶۲
پیش معده	۰/۵۷±۰/۱۲	۰/۵۷±۰/۱۲	۰/۰۶۹

در هر ردیف میانگین‌های با حروف لاتین متفاوت دارای اختلاف معنی‌داری (P<۰/۰۵) هستند.

جدول ۴- اثرات گروه‌های آزمایشی مختلف بر تیتر آنتی بادی بلدرچین (میانگین ± خطای استاندارد).

گروه‌های آزمایشی	تیتر آنتی‌بادی علیه واکسن نیوکاسل		تیتر آنتی‌بادی علیه SRBC	
	نوبت اولیه	نوبت ثانویه	نوبت اولیه	نوبت ثانویه
شاهد	۲/۸±۱/۶۷ [b]	۲/۰۷±۱/۰۶	۳/۲±۰/۸۸ [b]	۵/۱±۰/۴۹ [b]
سرخارگل	۳/۹±۰/۷۶ [a]	۲/۱±۰/۳۲	۴/۰۱±۱/۲۲ [a]	۷/۶۵±۱/۸۷ [a]
P value	۰/۰۱۲	۰/۰۵۶	۰/۰۰۷	۰/۰۳۱

در هر ستون میانگین‌های با حروف لاتین متفاوت دارای اختلاف معنی‌داری (P<۰/۰۵) هستند.

جدول ۵- اثرات گروه‌های آزمایشی مختلف بر فراسنجه‌های خونی بلدرچین (میانگین ± خطای استاندارد).

فراسنجه	گروه‌های آزمایشی		P value
	شاهد	سرخارگل	
گلبول سفید (٪)			
لنفوسیت	۵۶/۱۲±۰/۶۵ [b]	۵۹/۸±۰/۳۲ [a]	۰/۰۰۲
هتروفیل	۲۸/۱۱±۰/۰۴ [a]	۲۷/۸±۰/۰۹ [b]	۰/۰۱۰
مونوسیت	۱۲/۲۷±۰/۱۱ [a]	۹/۹±۰/۲۳ [b]	۰/۰۱۳
ائوزینوفیل	۲±۰/۵۴	۱/۵±۰/۴۳	۰/۰۵۹
بازوفیل	۱/۵±۰/۱۲	۱±۰/۱۸	۰/۰۶۱
گلبول قرمز			
تعداد گلبول قرمز ($\times 10^6$)	۳/۳±۰/۰۱	۳/۲۷±۰/۰۹	۰/۰۵۷
هموگلوبین (g/dl)	۱۲/۳۸±۰/۱۵	۱۱/۳۹±۰/۱۷	۰/۰۷۲
هماتوکریت	۴۰/۹۵±۰/۰۱ [b]	۴۵/۳۳±۰/۰۳ [a]	۰/۰۰۲
اندیس‌های خونی			
میانگین غلظت هموگلوبین سلول یا MCHC (٪)	۳۰/۲۳±۰/۶۷	۲۵/۱۲±۰/۲۱	۰/۲۶
میانگین هموگلوبین سلولی یا MCH (pg)	۳۷/۵۱±۰/۶۵ [b]	۴۷/۸۳±۰/۲۱ [a]	۰/۰۴۱
میانگین حجم سلولی یا MCV (fl)	۱۲۴/۰۷±۰/۷۶ [b]	۱۳۶/۶۲±۰/۹۲ [a]	۰/۰۱۳

در هر ردیف میانگین‌های با حروف لاتین متفاوت دارای اختلاف معنی‌داری (P<۰/۰۵) هستند.

جدول ۶- اثرات گروه‌های آزمایشی مختلف بر جمعیت باکتریایی (CFU) روده بلدرچین (میانگین ± خطای استاندارد).

فراسنجه	گروه‌های آزمایشی		P value
	شاهد	سرخارگل	
اشریشیاکلی (Log10)	۱۱۶/۳۷±۰/۷۸ [a]	۲۱/۳۷±۰/۶۷ [b]	۰/۰۰۶
لاکتوباسیلوس (Log10)	۹۱/۲۵±۰/۶۷ [b]	۲۷۱/۲۵±۰/۶۴ [a]	۰/۰۰۱

در هر ردیف میانگین‌های با حروف لاتین متفاوت دارای اختلاف معنی‌داری (P<۰/۰۵) هستند.

جدول ۷- اثرات گروه‌های آزمایشی مختلف بر فراسنجه‌های بیوشیمایی سرم بلدرچین (میانگین ± خطای استاندارد).

فراسنجه	گروه‌های آزمایشی		P value
	شاهد	سرخارگل	
تری گلیسرید (mg/dl)	۴۴/۹۲±۱/۸۴ [a]	۳۲/۱۵±۱/۱۶ [b]	۰/۰۰۵
گلوکز (mg/dl)	۱۲۲/۱۰±۹/۳۳ [b]	۱۶۹/۱۰±۸/۶۹ [a]	۰/۰۰۱
کلسترول (mg/dl)	۱۴۶/۴۸±۳/۳۶	۱۴۷/۳۱±۳/۱۸	۰/۱۱۳
LDL (mg/dl)	۳۹±۰/۰۳ [a]	۲۹/۸۸±۱/۰۳ [b]	۰/۰۰۹
HDL (mg/dl)	۱۱۶/۲±۱/۷۴ [b]	۱۲۵/۹±۱/۸۸ [a]	۰/۰۱۰
ALP (IU/l)	۱۱/۷۵±۰/۳۶	۱۱/۹۶±۰/۲۷	۰/۱۹۲
پروتئین تام (g/dl)	۵/۵۴±۰/۳۱	۵/۳۷±۰/۴۰	۰/۱۵۴
آلبومین (g/dl)	۲/۵±۰/۰۱	۲/۴۲±۰/۰۳	۰/۰۵۹
گلبولین (g/dl)	۳/۴۵±۰/۲۷	۴/۷۶±۰/۸۳	۰/۰۹۴

در هر ردیف میانگین‌های با حروف لاتین متفاوت دارای اختلاف معنی‌داری (P<۰/۰۵) هستند.

جدول ۸- اثر گروه‌های آزمایشی مختلف بر فراسنجه‌های اسپرم بلدرچین (میانگین ± خطای استاندارد).

فراسنجه	گروه‌های آزمایشی		P value
	شاهد	سرخارگل	
زنده‌مانی (٪)	۵۵/۱±۰/۱۶ [b]	۷۱/۳±۰/۱۲ [a]	۰/۰۱۱
سلامت آکروزوم (٪)	۵۴/۲±۰/۲۵ [b]	۶۹/۹±۰/۵۶ [a]	۰/۰۱۳
سلامت غشاء (٪)	۵۱/۲±۰/۳ [a]	۴۷/۶±۰/۸ [b]	۰/۰۰۵
تولید روزانه اسپرم در بیضه‌ها ($\times 10^6$)	۳۱۲±۰/۷۶ [b]	۳۵۵±۰/۱۴ [a]	۰/۰۰۱
ذخیره اسپرم اپیدیدیمی ($\times 10^6$)	۱۵/۷۶±۰/۵۴	۱۶/۰۲±۰/۸۹	۰/۰۷۸
ذخیره اسپرم وازدفرنس ($\times 10^6$)	۹۴/۱۲±۰/۲۲ [b]	۹۵/۶۳±۰/۷۹ [a]	۰/۰۰۹
شاخص گنادی(٪)	۳/۲۱±۰/۶۷ [b]	۴/۲۵±۰/۸۱ [a]	۰/۰۰۵

در هر ردیف میانگین‌های با حروف لاتین متفاوت دارای اختلاف معنی‌داری (P<۰/۰۵) هستند.