Winter (2024) 12(47): 65-72
DOI: 10.30473/eab.2024.69799.1930
Received: 22 Nov 2023 Accepted: 13 Apr 2024

Experimental Animal Biology Open Access

ORIGINAL ARTICLE

The Effect of Replacing Spirulina Algae Powder (*Arthrospira platensis*) with Vitamin-Mineral Premixes on the Growth, Performance and Blood Parameters of Broiler Chickens

Sheida Sadat Zonoori[1*], Mohammad Fazilati[1], Hossein Salavati[2]

[1]Department of Biochemistry, Payame Noor University, Tehran, Iran.
[2]Department of Chemistry, Payame Noor University, Tehran, Iran.

Correspondence
Sheida Sadat Zonoori
Email: sheidazonoori@gmail.com

How to cite
Zonoori, Sh., Fazilati, M., & Salavati, H. (2024). The Effect of Replacing Spirulina Algae Powder (*Arthrospira platensis*) with Vitamin-Mineral Premixes on the Growth, Performance and Blood Parameters of Broiler Chickens. *Experimental Animal Biology*, *12*(47), 65-72.

ABSTRACT

Today, Spirulina micro-algae is cultivated in many countries as a rich source of protein, unsaturated fatty acids, vitamins, minerals and antioxidants. In this study, the effect of replacing spirulina microalgae powder with different amounts of industrial vitamin-mineral premix was compared as an additive to stimulate the growth performance of broiler chickens. 200 one-day-old broiler chickens were randomly selected among 3000 chickens and divided into five treatments at Mehrgan Jihad Agricultural Research Center in Kermanshah province The diet of the first group, which was considered as a control treatment, includes (100% industrial supplement and no spirulina), the first treatment T1(25% spirulina and 75% industrial supplement), the second treatment T2 (50% spirulina and 50% industrial supplement), The third treatment T3 (75% spirulina and 25% industrial supplement) and the fourth treatment T4 (100% spirulina) were used. After 42 days, there was no mortality in the treatments, in the T1, T2 and T4 treatments, live weight significantly ($P<0.05$) increased compared to the control group, and the amount of feed conversion ratio (FCR) in the T2 treatment decreased significantly. Therefore, T2 showed the best performance Then the biochemical parameters of blood serum in T2 were checked, which showed a significant ($P<0.05$) increase in glucose, total protein and albumin, HDL and LDL and a decrease in triglyceride and cholestrol levels. Based on findings, it is concluded that by replacing 50% of the industrial vitamin-mineral supplement with spirulina powder, the growth performance, feed conversion ratio and blood parameters in broilers can be improved.

KEYWORDS

Spirulina, Broiler, Feed Conversion Ratio, Blood Parameters.

© 2023, by the author(s). Published by Payame Noor University, Tehran, Iran.
This is an open access article under the CC BY 4.0 license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

سال دوازدهم، شماره سوم، پیاپی چهل و هفتم، زمستان ۱۴۰۲ (۷۲-۶۵)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۹/۰۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۱/۲۵

DOI: 10.30473/eab.2024.69799.1930

نشریه علمی

زیست‌شناسی جانوری تجربی

«مقاله پژوهشی»

تأثیر جایگزینی پودر جلبک اسپیرولینا (*آرتروسپیرا پلاتنسیس*) با پریمیکس‌های ویتامینه- معدنی بر رشد، عملکرد و فراسنجه‌های خونی جوجه‌های گوشتی

شیدا السادات ذوالنوری[1*]، محمد فضیلتی[1]، حسین صلواتی[2]

[1]دانشکده بیوشیمی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

[2]دانشکده شیمی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

نویسنده مسئول:

شیدا السادات ذوالنوری

رایانامه: sheidazonoori@gmail.com

چکیده

امروزه ریزجلبک اسپیرولینا به‌عنوان منبع غنی از پروتئین، اسیدهای چرب غیراشباع، ویتامین‌ها، املاح و آنتی‌اکسیدان‌ها در بسیاری از کشورها کشت می‌شود. در این بررسی تأثیر جایگزینی پودر ریز جلبک اسپیرولینا با مقادیر مختلف پریمیکس ویتامینه-معدنی صنعتی، به‌عنوان یک افزودنی محرک عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی مقایسه شده است. تعداد ۲۰۰ قطعه جوجه گوشتی نژاد راس یک‌روزه از بین ۳۰۰۰ قطعه جوجه به‌صورت تصادفی انتخاب و در مرکز تحقیقات مهرگان جهاد کشاورزی استان کرمانشاه به پنج تیمار تقسیم شدند. جیره غذایی گروه شاهد شامل (۱۰۰ درصد مکمل صنعتی و بدون اسپیرولینا)، تیمار اول T1 (۲۵ درصد اسپیرولینا و ۷۵ درصد مکمل صنعتی)، تیمار دوم T2 (۵۰ درصد اسپیرولینا و ۵۰ درصد مکمل صنعتی)، تیمار سوم T3 (۷۵ درصد اسپیرولینا و ۲۵ درصد مکمل صنعتی) و تیمار چهارم T4 (۱۰۰ درصد اسپیرولینا) بود. پس از ۴۲ روز مرگ‌ومیری در تیمارها دیده نشد و در تیمارهای T1، T2 و T4 وزن زنده به‌طور معنی‌دار ($P<0/05$) نسبت به تیمار شاهد افزایش و میزان ضریب تبدیل خوراک (FCR) در تیمار T2 به‌طور معنی‌دار کاهش یافت، لذا جیره T2 بهترین عملکرد را نشان داد. سپس پارامترهای بیوشیمیایی سرم خون در تیمار T2 بررسی شد که در سطح معنی‌داری ($P<0/05$) گلوکز، پروتئین کل و آلبومین، HDL و LDL افزایش و میزان تری‌گلیسیرید و کلسترول کاهش یافت. براساس یافته‌ها نتیجه‌گیری می‌شود با جایگزین‌کردن ۵۰ درصد مکمل ویتامینه-معدنی صنعتی با پودر اسپیرولینا می‌توان عملکرد رشد، ضریب تبدیل خوراک و فراسنجه‌های خونی در جوجه‌های گوشتی بهبود بخشید.

واژه‌های کلیدی

اسپیرولینا، جوجه گوشتی، ضریب تبدیل خوراک، فراسنجه‌های خونی.

استناد به این مقاله:

ذوالنوری، شیدا السادات؛ فضیلتی، محمد و صلواتی، حسین (۱۴۰۲). تأثیر جایگزینی پودر جلبک اسپیرولینا (*آرتروسپیرا پلاتنسیس*) با پریمیکس‌های ویتامینه- معدنی بر رشد، عملکرد و فراسنجه‌های خونی جوجه‌های گوشتی. فصلنامه زیست‌شناسی جانوری تجربی، ۱۲(۴۷)، ۷۲-۶۵.

https://eab.journals.pnu.ac.ir/

مقدمه

صنعت پرورش طیور گوشتی در طی سه دهه اخیر با سرعت بالایی در حال رشد بوده و نسبت به سایر صنایع دامی گسترش بیش‌تری داشته است، هم‌چنین حجم خالص تجارت محصولات طیور نیز به موازات رشد سریع تولید جهانی گوشت طیور و تخم‌مرغ افزایش یافته است (Windhorst, 2006). در حال حاضر هدف نهایی صنعت طیور دستیابی به تولید پایدار مرغ گوشتی در کوتاه‌ترین زمان ممکن به منظور دسترسی مردم به منابع پروتئین حیوانی با حداقل هزینه می‌باشد. محدودیت عمده تولید دام در کشورهای در حال توسعه، کمبود و نوسان کمیت و کیفیت عرضه خوراک در طول سال است و تهیه غذای مناسب و با کیفیت بالا برای پرورش جوجه‌های گوشتی با حفظ بهره‌وری آن‌ها به‌روش مناسب، چالشی بزرگ برای پژوهشگران و سیاستگذاران کشاورزی در سراسر جهان است. به همین دلیل تولید تعداد طیور و تولید خوراک باید افزایش یابد. در میان مواد اولیه خوراک، پریمیکس ویتامینه و مواد معدنی یکی از پرهزینه ترین اقلام است (Tufarelli, 2021; Alaqil etal., 2023).

جلبک‌ها می‌تواند گزینه‌ای مناسب به‌عنوان یک جایگزین کم‌هزینه‌تر برای پریمیکس‌های ویتامینه و معدنی باشند. یکی از انواع گونه‌های ریز جلبک ها که مورد استفاده قرار می‌گیرد، اسپیرولینا پلاتنسیس (*Spirulina platensis*) است. اسپیرولینا یک جلبک سبز-آبی میکروسکوپی است و ۳۰۰ تا ۵۰۰ میکرومتر طول دارد. این جلبک‌های سبز-آبی به‌طور تقریبی حاوی ۵۰ درصد پروتئین، ۱۲ درصد کربوهیدرات (به‌صورت خشک)، ۶ درصد چربی، ۷ درصد مواد معدنی و مقدار زیادی ویتامین هستند (Shuvo, 2001). هم‌چنین سرشار از ویتامین‌های گروه B، مواد معدنی، عناصر کمیاب، کلروفیل و آنزیم‌ها است (مقادیر قابل توجهی فسفر، منیزیم، روی و پپسین در اسپیرولینا پلاتنسیس وجود دارد) (Mullenix, 2022).

اسپیرولینا طی ۱۰ سال گذشته به‌عنوان ارگانیسم نمونه در بسیاری از مطالعات در زمینه کشت زیست توده جلبکی به‌عنوان منبع پروتئین استفاده شده است. گونه اسپیرولینا نه‌تنها به سلامت انسان کمک می‌کند، بلکه نقش قابل توجهی به‌عنوان افزودنی خوراک دام ایفا می‌کند. هنگامی‌که اسپیرولینا با جیره جوجه‌های تخم گذار ترکیب می‌شود، رنگ زرد زده تخم‌مرغ را افزایش می‌دهد (Habib *et al.*, 2008) و باعث کاهش کلسترول تام و در عین‌حال افزایش سطح اسید چرب امگا ۳ تخم‌مرغ می‌شود (Altmann, 2018). هم‌چنین هنگامی‌که اسپیرولینا به علوفه برای طیور و دام اضافه شود، باعث افزایش سرعت رشد آن‌ها خواهد شد (Toyomizu *et al.*, 2001). از طرفی جوجه‌هایی که جیره‌های غنی‌شده با اسپیرولینا دریافت می کنند سلامت بهتری دارند که ممکن است به‌دلیل افزایش عملکرد ایمنی باشد (Belay, 1996).

این مطالعه به‌منظور بررسی تأثیر جایگزینی پریمیکس ویتامینه و معدنی صنعتی با پودر اسپیرولینا (*Spirulina platensis*) به‌عنوان منبع غنی از ویتامین و املاح بر عملکرد، رشد و مشخصات خونی جوجه‌های گوشتی انجام شد.

مواد و روش‌ها

تهیه ریزجلبک

پودر جلبک اسپیرولینا از شرکت سبزینه زیست زاگرس تهیه شد. درصد ترکیبات غذایی پودر استفاده شده در جدول ۱ ذکر شده است.

جدول ۱. ترکیبات پودر جلبک اسپیرولینا

نوع نمونه	پروتئین خام (درصد)	چربی (درصد)	خاکستر (درصد)	فسفر (درصد)	کلسیم (درصد)	نمک (درصد)
پودر اسپیرولینا	۶۳/۱۳	۱/۲	۱۰	۰/۹۹	۰/۳	۰/۹۳

تاییدیه اخلاقی

همه مطالعات براساس دستورالعمل‌های موجود در راهنمای NIH برای مراقبت و استفاده از حیوانات آزمایشگاهی انجام شده است (Council, 2010).

جمع‌آوری داده

این مطالعه در سال ۱۴۰۰ در مرکز تحقیقات مهرگان جهاد کشاورزی کرمانشاه به‌مدت ۴۲ روز انجام شد. از بین ۳۰۰۰ قطعه جوجه گوشتی نژاد راس بدون جنسیت ۲۰۰ قطعه جوجه یک‌روزه به‌طور تصادفی انتخاب شدند و در پنج تیمار قرار گرفتند. هر تیمار شامل ۱۰ جوجه گوشتی بود. مقادیر اسپیرولینای استفاده‌شده شامل صفر، ۰/۱۲۵، ۰/۲۵، ۰/۳۷۵ و ۰/۵ گرم اسپیرولینا/کیلوگرم جیره بود. این مقادیر به‌ترتیب با صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد پریمیکس ویتامینه و معدنی مطابقت دارند و با نام‌های شاهد، T1، T2، T3 و T4 نشان داده شده‌اند. محل قرارگیری جوجه‌ها در سیستم‌های کنترل‌شده

محیطی ازجمله دما، روشنایی و تهویه بود. جوجه‌ها به‌طور آزاد به جیره غذایی خود (جدول ۲) و آب دسترسی داشتند. تیمارهای مختلف مورد آزمایش در زیر آورده شده‌اند.

گروه شاهد: ۱۰۰ درصد پریمیکس ویتامینه-معدنی صنعتی

T1: ۲۵ درصد اسپیرولینا+ ۷۵ درصد پریمیکس ویتامینه- معدنی صنعتی

T2: ۵۰ درصد اسپیرولینا+ ۵۰ درصد پریمیکس ویتامینه- معدنی صنعتی

T3: ۷۵ درصد اسپیرولینا+ ۲۵ درصد پریمیکس ویتامینه- معدنی صنعتی

T4: ۱۰۰ درصد اسپیرولینا

به‌منظور بررسی ضریب تبدیل خوراک و افزایش وزن، جوجه‌های گوشتی به‌صورت هفتگی وزن شدند.

جدول ۲. ترکیبات غذایی جیره تیمارهای مختلف

ترکیب	شاهد	T1	T2	T3	T4
دانه ذرت	۶۱/۴۸	۶۱/۴۸	۶۱/۴۸	۶۱/۴۸	۶۱/۴۸
کنجاله سویا	۳۲	۳۲	۳۲	۳۲	۳۲
دی کلسیم فسفات	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱/۸
کربنات کلسیم	۱	۱	۱	۱	۱
روغن سویا	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵
متیونین DL	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
لیزین	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷
مکمل معدنی	۰/۲۵	۰/۱۸۵	۰/۱۲۵	۰/۶۲۵	۰
مکمل ویتامین	۰/۲۵	۰/۱۸۵	۰/۱۲۵	۰/۶۲۵	۰
جلبک اسپیرولینا	۰	۰/۱۲۵	۰/۲۵	۰/۳۷۵	۰/۵
بیکربنات سدیم	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱
نمک	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲

بررسی فراسنجه‌های خونی

مقدار ۱ میلی‌لیتر خون از رگ بال هر جوجهٔ گوشتی جمع‌آوری و در لوله‌های آزمایش مخصوص به آزمایشگاه منتقل شد و میزان گلوکز، تری‌گلیسرید، HDL، LDL و پروتئین تام، آلبومین با استفاده از کیت‌های تشخیصی خریداری‌شده از شرکت پیشتاز طب با استفاده از دستگاه اتوآنالایزر هیتاچی مدل ۹۱۲ (Hitachi 912, Japan) طبق دستورالعمل ارائه‌شده توسط شرکت سازنده در آزمایشگاه بهار کرمانشاه اندازه‌گیری شدند.

بررسی آماری

اطلاعات حاصل از این پژوهش با استفاده از آزمون T مستقل در نرم‌افزار SPSS 20 بررسی شد.

نتایج

داده‌های درج‌شده در جدول ۸ و پس از ۴۲ روز پرورش جوجه‌های گوشتی بیانگر تأثیر مثبت و وجود تفاوت معنی‌دار ($P<0/05$) در وزن نهایی جوجه‌های گوشتی تیمارهای T1، T2 و T4 بود. که به‌ترتیب باعث افزایش میانگین وزن به میزان ۷۵، ۶۰ و ۵۰ گرم در هر قطعه جوجه گوشتی شد.

در انتهای هفته ششم افزودن پودر ریز جلبک اسپیرولینا به جیره غذایی جوجه‌های گوشتی باعث کاهش معنی‌دار ضریب تبدیل خوراک FCR ($P<0/05$) در تیمار T2 شد (جدول ۸).

در هفته اول افزودن پودر اسپیرولینا در تیمارهای مختلف تأثیر معنی‌داری بر میانگین وزن، میزان خوراک مصرفی و ضریب تبدیل خوراک نداشت (جدول ۳).

جدول ۳. میانگین وزن، خوراک مصرفی و ضریب تبدیل جوجه های گوشتی در هفته اول

تیمار	میانگین وزن قطعه/ گرم	خوراک مصرفی قطعه/گرم	ضریب تبدیل خوراک
شاهد	۱۹۵	۱۷۰	۰/۸۹
T1	۱۹۵	۱۶۸	۰/۸۶
T2	۱۹۰	۱۷۰	۰/۸۶
T3	۲۰۰	۱۸۰	۰/۹۰
T4	۱۹۵	۱۷۵	۰/۹۰

در هفته دوم نیز افزودن پودر اسپیرولینا باعث ایجاد تفاوت معنی‌دار بر میانگین وزن و کاهش ضریب تبدیل خوراک نشد (جدول ۴).

جدول ٤. میانگین وزن، خوراک مصرفی و ضریب تبدیل جوجه‌های گوشتی در هفته دوم

تیمار	میانگین وزن قطعه/ گرم	خوراک مصرفی قطعه/گرم	خوراک مصرفی کل دوره قطعه/گرم	ضریب تبدیل خوراک
شاهد	۴۰۰	۳۳۰	۵۰۰	۱/۲۵
T1	۴۱۰	۳۵۷	۵۲۵	۱/۲۸
T2	۴۰۱	۳۷۰	۵۴۰	۱/۳۳
T3	۴۱۰	۳۵۰	۵۳۰	۱/۲۹
T4	۴۰۵	۳۵۰	۵۲۵	۱/۲۹

در هفته سوم در تیمار T1، T3 و T4 افزایش وزن معنی‌دار گزارش شد و کاهش معنی‌داری در ضریب تبدیل خوراک تیمارهای مختلف دیده نشد (جدول ۵).

جدول ۵. میانگین وزن، خوراک مصرفی و ضریب تبدیل جوجه های گوشتی در هفته سوم

تیمار	میانگین وزن قطعه/ گرم	خوراک مصرفی قطعه/گرم	خوراک مصرفی کل دوره قطعه/گرم	ضریب تبدیل خوراک
شاهد	۸۰۰	۴۶۰	۱۱۲۰	۱/۴
T1	٭۸۲۰	۴۴۵	۱۱۴۰	۱/۳۹
T2	۸۱۰	۴۲۰	۱۱۵۰	۱/۴۲
T3	٭۸۳۰	۴۳۵	۱۲۰۰	۱/۴۵
T4	٭۸۲۰	۴۲۶	۱۱۷۰	۱/۴۳

مقادیر دارای تفاوت معنی‌دار با علامت ٭ نشان داده شده‌اند.

در هفته چهارم در تمامی تیمارها افزایش معنی‌دار وزن گزارش شد، اما در هیچ‌کدام از تیمارها کاهش معنی‌دار ضریب تبدیل خوراک دیده نشد (جدول ۶).

جدول ٦. میانگین وزن، خوراک مصرفی و ضریب تبدیل جوجه‌های گوشتی در هفته چهارم

تیمار	میانگین وزن قطعه/ گرم	خوراک مصرفی قطعه/گرم	خوراک مصرفی کل دوره قطعه/گرم	ضریب تبدیل خوراک
شاهد	۱۳۵۰	۷۴۰	۱۸۶۰	۱/۳۸
T1	٭۱۳۸۰	۷۶۰	۱۹۰۰	۱/۳۸
T2	٭۱۳۹۰	۸۰۰	۱۹۵۰	۱/۴
T3	٭۱۳۸۰	۷۲۰	۱۹۲۰	۱/۳۹
T4	٭۱۴۰۰	۷۸۰	۱۹۵۰	۱/۳۹

(مقادیر دارای تفاوت معنی‌دار با علامت ٭ نشان داده شده‌اند)

در هفته پنجم در تمامی تیمارها افزایش معنی‌دار وزن و کاهش معنی‌دار ضریب تبدیل خوراک وجود داشت (جدول ۷).

جدول ۷. میانگین وزن، خوراک مصرفی و ضریب تبدیل جوجه‌های گوشتی در هفته پنجم

تیمار	میانگین وزن قطعه/ گرم	خوراک مصرفی قطعه/گرم	خوراک مصرفی کل دوره قطعه/گرم	ضریب تبدیل خوراک
شاهد	۱۸۷۰	۱۰۰۰	۲۸۶۰	۱/۵۲
T1	٭۱۹۵۰	۹۰۰	۲۸۰۰	٭۱/۴۳
T2	٭۲۰۰۰	۹۵۰	۲۹۰۰	٭۱/۴۵
T3	٭۱۹۵۰	۹۸۰	۲۹۰۰	٭۱/۴۸
T4	٭۲۰۰۰	۱۰۰۰	۲۹۵۰	٭۱/۴۷

مقادیر دارای تفاوت معنی‌دار با علامت ٭ نشان داده شده‌اند.

در هفته ششم و به پایان رسیدن دوره رشد جیره استفاده‌شده در تیمارهای T1، T2 و T4 با اختلاف معنی‌دار باعث افزایش میانگین وزن شدند و تیمار T2 (۵۰ درصد اسپیرولینا و ۵۰ درصد مکمل صنعتی) باعث کاهش معنی‌دار ضریب تبدیل خوراک شد (جدول ۸).

جدول ۸. میانگین وزن، خوراک مصرفی و ضریب تبدیل جوجه‌های گوشتی در هفته ششم

تیمار	میانگین وزن قطعه/ گرم	خوراک مصرفی قطعه/گرم	خوراک مصرفی کل دوره قطعه/گرم	ضریب تبدیل خوراک
شاهد	۲۴۵۰	۱۳۰۰	۴۱۶۰	۱/۶۹
T1	٭۲۵۳۰	۱۴۰۰	۴۲۰۰	۱/۶۷
T2	٭۲۵۱۰	۱۲۵۰	۴۱۵۰	٭۱/۶۵
T3	۲۴۷۰	۱۴۰۰	۴۳۰۰	۱/۷۴
T4	٭۲۵۰۰	۱۳۰۰	۴۲۵۰	۱/۷

مقادیر دارای تفاوت معنی‌دار با علامت ٭ نشان داده شده‌اند.

پس از بررسی پارامترهای سرم خون از جمله گلوکز، کلسترول، تری‌گلیسیرید، لیپوپروتئین HDL، لیپوپروتئین LDL، پروتئین کل و آلبومین در تیمار T2 به‌عنوان تأثیرگذارترین جیره، نتیجه‌گیری شد استفاده از پودر اسپیرولینا در جیره جوجه‌های گوشتی باعث افزایش معنی‌دار گلوکز خون، لیپوپروتئین HDL، لیپوپروتئین LDL، پروتئین تام و آلبومین و کاهش معنی‌دار کلسترول، تری‌گلیسرید، می‌شود.

در سطح معنی‌داری ($P<0/05$) جیره T2 باعث افزایش سطح میانگین گلوکز خون جوجه‌های گوشتی از mg/dl ۱۷۹٫۱۷ در تیمار شاهد به mg/dl ۲۱۴٫۵ در تیمار T2 و کاهش معنی‌دار کلسترول سرم خون از mg/dl ۱۲۰٫۳۳ در تیمار شاهد به mg/dl ۱۰۶٫۶ در تیمارT2 شد. میانگین سطح TG سرم خون نیز در تیمار شاهد از mg/dl ۸۳٫۶۶ به mg/dl ۷۲٫۶ در تیمار T2، کاهش پیدا کرد.

میانگین سطح HDL در تیمار شاهد از mg/dl ۷۲٫۳۳ به mg/dl ۷۳٫۶، در تیمار T2 و LDL در تیمار شاهد از mg/dl ۱۸/۶۶ به mg/dl ۱۹٫۴ در تیمار T2 افزایش پیدا کردند.

میزان میانگین سطح پروتئین تام نیز در تیمار شاهد از mg/dl ۴/۳۶ به mg/dl ۴٫۸۶ در T2 و میزان سطح آلبومین در تیمار شاهد از mg/dl ۱٫۹ به mg/dl ۲٫۴۲ در تیمار T2، افزایش یافتند (جدول ۹).

جدول ۹. مقادیر پارامترهای بیوشیمیایی سرم جوجه‌های گوشتی در تیمار T2

	گلوکز (mg/dl)	کلسترول (mg/dl)	تری‌گلیسرید (mg/dl)	HDL (mg/dl)	LDL (mg/dl)	پروتئین کل (mg/dl)	آلبومین (mg/dl)
شاهد	۱۷۹/۱۶	۱۲۰/۳۳	۸۳/۶۶	۷۲/۳۳	۱۸/۶۶	<۴/۳۶	۱/۹
T2	۲۱۴/۴	۱۰۶/۶	۷۲/۶	۷۳/۶	۱۹/۴	<۴/۸۶	۲/۴۲

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج، در هفته ششم تیمارهای T1، T2 و T4 نسبت به تیمار شاهد افزایش معنی‌داری در وزن نهایی جوجه‌های گوشتی داشتند، این نتایج برخلاف نتیجه مطالعات Ross *et al*. (1990) بود که گزارش آن‌ها حاکی از عدم وجود تفاوت معنی‌داری و تأثیرگذاری افزودن پودر اسپیرولینا به جیره خوراک جوجه‌های گوشتی بر روی وزن نهایی جوجه‌های گوشتی بود. نتایج مطالعات Shanmugapriya & Saravana Babu (2014) نشانگر افزایش وزن جوجه‌های گوشتی در اثر افزودن پودر اسپیرولینا به جیره غذایی آن‌ها در مقایسه با تیمار شاهد بود. در ارتباط با FCR بهترین بازده ضریب تبدیل خوراک در انتهای دوره تیمار T2 بود که به‌صورت معنی‌دار کاهش پیدا کرد. این نتایج همانند نتایج مطالعات Kharde *et al*. (2012) و Shanmugapriya and Saravana Babu (2014) نشان‌دهنده بهبود ضریب تبدیل خوراک در جوجه‌های گوشتی تغذیه‌شده با اسپیرولینا در مقایسه با تیمار شاهد بود. تفاوتی معنی‌داری بین زنده‌مانی جوجه‌های گوشتی تغذیه‌شده با مکمل‌های ویتامینه- معدنی و جوجه‌های گوشتی که در جیره غذایی آن‌ها اسپیرولینا وجود داشت نبود. این نتایج تأییدکننده نتایج گزارش شده درمطالعات Ross & Dominy (1990) و Toyomizu *et al*. (2001) و Qureshi *et al*. (1996) بود که گزارش کردند افزودن پودر جلبک اسپیرولینا تأثیری بر زنده‌مانی جوجه‌های گوشتی ندارد. با توجه به درصد بالای پروتئین خام موجود در اسپیرولینا این محصول به‌عنوان یک گزینه مغذی برای پرندگان گوشتی محسوب می‌شود (Contreras *et al*., 1979)، جوجه‌های گوشتی برای حفظ پتانسیل رشد خود به رژیمی با ۱۰ تا ۲۳ درصد پروتئین خام نیاز دارند (Applegate *et al*., 2008). جوجه‌های گوشتی Cobb 500 که با جیره‌های حاوی ۲، ۴ و ۸ گرم بر کیلوگرم اسپیرولینا تغذیه شدند (Jamil *et al*., 2015) و هم‌چنین جوجه‌های نژاد Hubbard تغذیه‌شده با اسپیرولینا (۵۱/۴۲±۰/۴۹) (Kaoud, 2012) در مقایسه با تیمار شاهد افزایش معنی‌داری در وزن نهایی جثه و هم‌چنین کاهش معنی‌دار در FCR در مقایسه با تیمار شاهد در طی ۴۲ روز داشتند.

با این‌حال، در مطالعه‌ای دیگر بیان شد استفاده از اسپیرولینا به میزان ۲ گرم در کیلوگرم، باعث بهبود وزن بدن، FCR و بازده نهایی جثه پرندگان خواهد شد (AbouGabal *et al*., 2015). از سوی دیگر، اسپیرولینا در برخی کارآزمایی‌ها تأثیر کمی بر عملکرد جوجه‌های گوشتی نشان داده است. اثرات اسپیرولینا در جوجه‌های گوشتی تغذیه‌شده با ۴۰ گرم اسپیرولینا بر کیلوگرم جیره و ۸۰ گرم اسپیرولینا بر کیلوگرم جیره نشان داد که وزن جثه بین تیمارهای اسپیرولینا و جیره شاهد تفاوت چندانی نداشتند (Toyomizu *et al*., 2001). مطالعه دیگری بیان کرد که با جایگزینی ۵۰ درصد سویا با اسپیرولینا، تفاوت‌های جزئی در شاخص‌های جثه مانند وزن جثه، عملکرد سینه و درصد پروتئین فیله سینه بین تیمارها و تغییرات کمی در کیفیت گوشت ایجاد می‌شود (Altman *et al*., 2018). با این‌حال، هنگامی که با ۷/۵ درصد و ۱۰ درصد از رژیم غذایی شاهد با اسپیرولینا جایگزین شد، اثرات نامطلوب اولیه بر مصرف خوراک و افزایش وزن جثه ایجاد شد که نشان‌دهنده حداکثر سطح احتمالی ظرفیت استفاده از اسپیرولینا است (Austic *et al*., 2013).

جوجه‌های گوشتی تغذیه‌شده با اسپیرولینا دارای گوشتی به رنگ زرد مایل به نارنجی در مقابل گوشت زرد کمرنگ در جیره شاهد بر پایه گندم هستند. علاوه بر این، تغییر رنگ در ماهیچه‌های سینه و ران وجود خواهد داشت (Toyomizu *et al*., 2001).

استفاده از پودر اسپیرولینا در جیره جوجه‌های گوشتی این مطالعه باعث افزایش سطح گلوکز خون، لیپوپروتئین HDL، پروتئین تام و آلبومین و کاهش معنی‌دار کلسترول، تری‌گلیسرید، لیپوپروتئین LDL شد.

افزایش سطح گلوکز خون می‌تواند به‌دلیل توزیع مناسب پروفایل مواد مغذی و میزان بالای کاروتنویید‌ها باشد، در این ارتباط پژوهش‌گران تأیید کردند ویتامین A نقش مهمی را در سنتز مولکول‌های گلوکز در بدن دارد (Moustafa *et al*., 2021).

در مطالعه Kanagaraju & Omprakash (2016)، گزارش شد افزودن میزان ۱ درصد اسپیرولینا باعث کاهش معنی‌دار سطح کلسترول سرم در بوقلمون می‌شود و این یافته‌ها در مقابل نتایج مطالعات Abdel-Daim (2013) و Khan (2005) بود. به‌طور

کلی مهم‌ترین ویژگی متابولیک اسپیرولینا کاهش سطح کلسترول است.

Sujatha & Narahari (2011) کاهش معنی‌دار کلسترول را در هنگام افزودن پودر اسپیرولینا به جیره جوجه‌های گوشتی گزارش دادند، اسپیرولینا می‌تواند باعث کاهش جذب یا سنتز کلسترول در دستگاه گوارش شود و باعث افزایش جمعیت لاکتوباسیل‌ها می‌شود.

افزایش سطح پروتئین و آلبومین مرتبط با سطح کیفیت و کمیت بالای پروتئین موجود در اسپیرولیناست (۵۵ تا ۶۵ درصد)، و در مطالعات Tewe (1985) و Eggum (1989) افزایش سطح آلبومین، گلبولین و پروتئین گزارش شد.

اسپیرولینا سطوح موفقیت‌آمیزی را در پرورش جوجه‌های گوشتی نشان داده است. با این‌حال، پژوهش‌های بیش‌تری برای تعیین شرایط مفید برای تولیدکنندگان جوجه‌های گوشتی، مورد نیاز است.

اگرچه سطوح استفاده از ترکیب اسپیرولینا بین مطالعات متفاوت بوده است، پژوهش‌ها نشان داده است که قبل از این‌که برای عملکرد طیور مضر باشد، حداکثر سطحی برای استفاده از جلبک وجود دارد. اسپیرولینا به‌عنوان جایگزین پروتئین می‌تواند تا ۱۰ درصد بدون تأثیر منفی استفاده شود (Selim *et al*., 2018). در آزمایش‌های جوجه‌های گوشتی که در آن کنجاله سویا با اسپیرولینا جایگزین شد، نرخ استفاده ۱۲ درصد قبل از این‌که اثرات منفی در رشد نشان داده شود، قابل استفاده است (Alvarenga *et al*., 2011). Ross *et al*. (1990) بیان کردند که سطوح بالای استفاده (۲۰ درصد) باعث عملکرد منفی در طیور می‌شود و آن را به اسیدهای آمینه حاوی گوگرد و/یا قابلیت هضم پروتئین نسبت داد. پژوهش‌های بیش‌تری برای تعیین سطوح واقعی برای استفاده در زمینه‌های مختلف صنعت طیور مورد نیاز است.

نتایج حاصل‌شده از این مطالعه بیانگر این مهم است که در شرایط ایده‌آل پرورش جوجه‌های گوشتی و بدور از هرگونه تنش از جمله، نور، تهویه، بستر مناسب، واکسیناسیون و ... ۵۰ درصد مکمل ویتامینه و معدنی بدون ایجاد صدمات و اثرات مخرب می‌تواند با ۵۰ درصد پودر اسپیرولینا جایگزین شود.

برای تأیید نتایج و ارزیابی کارایی استفاده از ریزجلبک اسپیرولینا برای قرارگیری در فرمولاسیون جیره طیور گوشتی پیشنهاد می‌شود از فرمولاسیون T2 ذکرشده در این مطالعه تحت شرایط استرس‌زا ازجمله شوک‌های دمایی، استرس‌های اکسیداتیو، عدم واکسیناسیون و ... بررسی‌های بیش‌تر انجام شود.

References

Abdel-Daim, M. M., Abuzead, S. M. M., & Halawa, S. M. (2013). Protective Role of Spirulina platensis against Acute Deltamethrin-Induced Toxicity in Rats. PloS.

AbouGabal, A., Aboul-Ela, H. M., Ali, E., Khaled, A. E. M., & Shalaby, O. K. (2015). Hepatoprotective, DNA damage prevention and antioxidant potential of Spirulina platensis on CCl4-induced hepatotoxicity in mice. Am. J. Biomed. Res, 3(2), 29-34.

Alaqil, A.A., Abbas, A.O. (2023). The Effects of Dietary Spirulina platensisis on Physiological Responses of Broiler Chickens Exposed to Endotoxin Stress. Animals, 13, 363.

Altmann, B.A. Neumann, C., Velten, S., Liebert, F., & Mörlein. D. (2018). Meat quality derived from high inclusion of a micro-alga or insect meal as an alternative protein source in poultry diets: a pilot study. Foods, 7, 34

Applegate, T., & Angel. R. (2008). Protein and amino acid requirements for poultry. Purdue University Extension Available at https://extension.purdue.edu/extmedia/AS/AS-584- W.pdf

Austic, R.E., Mustafa, A., Jung, B., Gatrell, S., & Lei., X.G. (2013). Potential and limitation of a new defatted diatom microalgal biomass in replacing soybean meal and corn in diets for broiler chickens. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 61, 7341-7348.

Belay, A. T. (1996). Spirulina (Arthrospira): Potential application as an animal feed supplement. J Applied Phycology, 8, 303-311

Council, N.R. (2010). Guide for the care and use of laboratory animals.

Contreras, A., Herbert, D.C., Grubbs, B.G., & Cameron, I.L. (1979). Blue green alga, Spirulina, as the sole dietary source of protein in sexually maturing rats. Nutrition Reports International, 19, 479-463

Eggum, B.O. (1989). Biochemical and Methodological Principles. In: Rock, HD Eggum, BO Low, AG Simon and T Zebrowska, (Eds.). Protein Metabolism in Farm Animals, Berlin: Oxford Science Publications.

Habib, M., Parvin, T.C., & Huntington, M.R. (2008). A Review on Culture, Production and Use of Spirulina as Food for Humans and Feeds for Domestic Animals and Fish. Food and Agriculture Organization of The United Nations Rome. FAO Fisheries and Aquaculture Circular No. 1034 FIMA/C1034 (En) 2070-6065

Jamil, A.R., Akanda, M.R., Rahman, M.M., Hossain, M.A., & Islam, M.S. (2015). Prebiotic competence of spirulina on the production performance of broiler chickens. J. Advanced Vet. and Anim. Res, 2, 302-304.

Kanagaraju, P., & Omprakash, A.V. (2016). Effect of Spirulina platensis algae powder supplementation as a feed additive on the growth performance of Japanese quails. Indian Vet. J, 93, 31-33

Kaoud, H.A. (2012). Effect of spirulina platensis as a dietary supplement on broiler performance in comparison with prebiotics. Specialty J of Biological Sciences, 1, 1-6.

Khan, A.M., Sarker, S.A., Alam, N.H., Hossain, M.S., Fuchs, G.J., & Salam, M.A. (2005). Low Osmolar Oral Rehydration Salts Solution in the Treatment of Acute Watery Diarrhoea in Neonates and Young Infants: A Randomized. Controlled Clinical Trial Journal of Health, Population and Nutrition, 23, 52-57.

Kharde, S.D., Shirbhate, R.N., Bahiram, K.B., & Nipane, S.F. (2012). Effect of Spirulina supplementation on growth performance of broilers. J of Veterinary Research, 21, 66-69.

Mullenix, G., Maynard, C., Owens, C., Rochell, S., Bottje, W., Brister, R., & Kidd, M. (2022). Spirulina platensis meal inclusion effects on broilers fed a reduced protein diet. J. Appl. Poult. Res., 31, 100199.

Moustafa, E.S., Alsanie, W.F., Gaber, A., Kamel, N.N., Alaqil, A.A., & Abbas, A.O. (2021). Blue-green algae (Spirulina platensis) alleviates the negative impact of heat stress on broiler production performance and redox status. Animals, 11, 1243.

Qureshi, M.A. Garlich, D. Kidd, M.T., & Ali, R. (1996). Immune enhancement potential of Spirulina platensis in chickens. Poultry Sci, 73, 46.

Richmond, A. (1987). Handbook of microalgal culture. Beckwell: Oxford.

Ross, E., & Dominy, W. (1990). The nutritional value of dehydrated, bluegreen algae (*Spirulina platensis*) for poultry. Poult. Sci., 69, 794-800

Selim, S., Hussein, E., & Abou-Elkhair, R. (2018). Effect of Spirulina platensis as a feed additive on laying performance, egg quality and hepatoprotective activity of laying hens. European Poultry Science, 82.

Shanmugapriya, B., & Saravana Babu, S. (2014). Supplementary effect of Spirulina platensis on performance, hematology and carcass yield of broiler chickens. Indian Streams Res. J, 4, 1-7.

Shuvo, A.K. (2001). Spirulina is future food. Professors. J Current Affairs, 78.

Sujatha, T., & Narahari, D. (2011). Effect of designer diets on egg yolk composition of 'White Leghorn' hens. Journal of Food Science and Technology, 48, 494-498.

Tewe, O.O. (1985). Protein metabolism in growing pigs fed corn or cassava peel based diets containing graded protein levels. Research in VeterinaryScience, 38, 259-263.

Toyomizu, M. K., Sato, H.T., Aroda, T., & Akiba, Y. (2001). Effects of dietary Spirulina on meat colour in muscle of broiler chickens. J British Poultry Science, 42, 197-202.

Tufarelli, V., Baghban-Kanani, P., Azimi-Youvalari, S., Hosseintabar-Ghasemabad, B., Slozhenkina, M., Gorlov, I., Seidavi, A., Ayaşan, T., & Laudadio, V. (2021). Effects of horsetail (*Equisetum arvense*) and spirulina (*Spirulina platensis*) dietary supplementation on laying hens productivity and oxidative status. Animals, 11, 335.

Windhorst, H.W. (2006). Changes in poultry roduction and trade worldwide. J World's Poultry Science, 62, 585-602.