

بررسی اثرات اسپیرولینا پلاتنسیس در آب آشامیدنی بر شاخص‌های عملکردی، ایمنی، فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و برخی پارامترهای خونی در جوجه‌های گوشتی سویه آراین

آرش رمضانپور شاهی^{۱*}، میثم ممشلی^۲، بهنام قربانی^۳

۱. دانشجوی دکترای تخصصی بهداشت و بیماری‌های پرندگان، گروه علوم درمانگاهی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد- ایران.
۲. دانش‌آموخته دکترای حرفه‌ای دامپزشکی، دانشکده، دامپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرمسار، گرمسار- ایران.
۳. دکترای تخصصی تغذیه دام و طیور، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان- ایران.

پذیرش: ۱۸ مهرماه ۱۴۰۳

دریافت: ۲۱ خردادماه ۱۴۰۳

چکیده

از مسائل مهم پرورش طیور استفاده از مکمل‌های غذایی برای تسریع رشد است. اسپیرولینا، یک جلبک تک‌سلولی است که می‌تواند مکمل مناسبی در تغذیه طیور باشد. در این مطالعه، تأثیرات استفاده از جلبک اسپیرولینا پلاتنسیس بر شاخص‌های عملکردی، آنتی‌اکسیدانی، قابلیت هضم مواد غذایی و سیستم ایمنی در تغذیه جوجه‌های گوشتی سویه آراین مورد بررسی قرار گرفت. ۳۷۵ جوجه یک‌روزه نژاد آراین به مدت ۶ هفته در این مطالعه وارد شدند که در ۵ گروه تیمار، شامل گروه A (۵ g/L اسپیرولینا)، گروه B (۲/۵ g/L اسپیرولینا)، گروه C (۲/۵ g/L اسپیرولینا)، گروه N (کنترل منفی)، گروه P (کنترل مثبت، فوزباک ۸۰ mg/kg) و در هر تکرار ۱۵ جوجه به صورت تصادفی تقسیم‌بندی شدند و از روز ۱ تا ۱۴ در آب مصرفی حاوی مقادیر متفاوت اسپیرولینا تغذیه شدند. شاخص‌های عملکردی، آنتی‌اکسیدان‌ها، قابلیت هضم مواد غذایی و برخی شاخص‌های خونی اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که شاخص‌های عملکردی تولید، افزایش هفتگی وزن بدن و ضریب تبدیل خوراک بین گروه‌هایی که جلبک اسپیرولینا مصرف کرده بودند معنی‌دار بود ($P < 0.05$). در گروه‌های کنترل منفی و مثبت معنی‌دار نبود. همچنین بین گروه‌های A، گروه B و گروه C در نیز تفاوت معنی‌دار از لحاظ وزن‌گیری هفتگی و ضریب تبدیل مشاهده گردید ($P < 0.05$). همچنین در گروه‌های که جلبک اسپیرولینا مصرف کرده بودند (A، B، C)، پارامترهای آنتی‌اکسیدانی، برخی شاخص‌های خونی، ماده خشک و ازت مدفوع افزایش یافت ($P < 0.05$). از لحاظ تأثیر بر سیستم ایمنی نیز در گروه‌هایی که اسپیرولینا مصرف کردند، تیتراژ ایمنی قوی‌تر با یکنواختی بهتری نشان دادند ($P < 0.05$).

واژه‌های کلیدی: آراین، آنتی‌اکسیدانی، اسپیرولینا پلاتنسیس، جوجه‌های گوشتی، سیستم ایمنی، شاخص‌های عملکردی، فعالیت آنزیمی.

مقدمه

افزودنی خوراکی از مشکلات جدی در حوزه پرورش طیور می‌باشد. مصرف بی‌رویه آنتی‌بیوتیک‌ها، به دلیل ایجاد مقاومت متقابل در پاتوژن‌ها و ماندگاری آن‌ها در بافت‌ها، در سال ۲۰۰۶ در اتحادیه اروپا ممنوع شد. بنابراین دانشمندان به دنبال جایگزین مناسبی برای آنتی‌بیوتیک‌ها نیز هستند (۱۴). در همین راستا، گیاهان دارویی و اساس‌های استخراج شده از گیاهان به دلیل ویژگی‌های ضد میکروبی و اثر تحریک‌کننده بر سیستم گوارش

یکی از مسائل مهم پرورش طیور استفاده از مکمل‌های غذایی برای تسریع رشد و بالا بردن سطح مواد مغذی در غذای حاصله از آن‌ها برای انسان می‌باشد. استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها به‌عنوان محرک رشد، برای بهبود افزایش وزن، بازده غذایی و قدرت زنده ماندن و همچنین پیشگیری از بیماری‌ها در جیره غذایی طیور از دهه ۱۹۵۰ متداول شد. امروزه استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها به‌عنوان مواد



بیشتری نسبت به سایر منابع پروتئین حیوانی داشته است. با افزایش تولیدات دامی، اهمیت سلامت دام و کنترل بیماری‌های آن با استفاده از روش‌های نوین پزشکی و دامپزشکی، از جمله استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها، مورد توجه قرار گرفته است. همچنین، استفاده از مکمل‌های غذایی برای تسریع رشد و افزایش مواد مغذی در غذای حاصل از دام و طیور، امروزه اهمیت زیادی پیدا کرده است (۲۴). با توجه به نگرانی‌های مربوط به باقی‌مانده آنتی‌بیوتیک در بدن و مقاومت آنتی‌بیوتیکی، استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها در جیره دام ممنوع شده و جایگزین‌هایی مانند پروبیوتیک‌ها، اسیدهای آلی و الیگوساکاریدها پیشنهاد شده‌اند (۱). سلامتی و سیستم ایمنی حیوانات بر عملکرد آن‌ها تأثیرگذار است و استفاده از مواد محرک سیستم ایمنی می‌تواند عملکرد رشد را افزایش دهد (۲۳ و ۲۲). بنابراین در این مطالعه تأثیرات استفاده از جلبک اسپیرولینا بر بهبود شاخص عملکردی رشد و همچنین برخی پارامترهای ایمنی و آنتی‌اکسیدانی در جیره جوجه‌های گوشتی نژاد آرین مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش کار

در این مطالعه ۳۷۵ جوجه یک‌روزه گوشتی نژاد آرین با وزن بدن مشابه ($41/5 \pm 0/5$ گرم) وارد شدند. جوجه‌ها به صورت تصادفی در ۵ گروه تیمار، با ۵ تکرار شامل گروه A (۵ گرم اسپیرولینا در ۱ لیتر)، گروه B (۲/۵ گرم اسپیرولینا در ۱ لیتر)، گروه C (۱ گرم اسپیرولینا در ۱ لیتر)، گروه D (کنترل منفی)، گروه P (کنترل مثبت، فوزباک ۸۰ میلی‌گرم به ازای کیلوگرم وزن زنده) (هر تکرار شامل ۱۵ جوجه) توزیع شدند. برنامه واکسیناسیون طبق جدول ۱ برای تمام گروه‌ها و طبق راهنمای پرورش جوجه گوشتی سویه آرین به صورت یکسان تنظیم شد. جیره غذایی بر اساس نیازهای سویه آرین مطابق با راهنمای پرورش جوجه گوشتی همان سویه تنظیم گردید. به این ترتیب، تا ۱۰ روز اول پرورش بر اساس جیره آغازین،

جانوران اهمیت بیشتری دارند (۷). اثرات مثبت افزودنی‌های گیاهی بر جانوران ممکن است به دلیل، تحریک ایمنی، خواص ضد میکروبی، ضد ویروسی و یا اثرات ضد التهابی آن‌ها باشد (۶). اسپیرولینا ریزجلبکی تک‌سلولی است که در آب شیرین رشد می‌کند و منبع بسیار غنی از اسیدهای چرب و اسیدهای آمینه ضروری، ویتامین‌ها و مواد معدنی می‌باشد و به همراه اثرات پروبیوتیکی که روی هضم و جذب مواد غذایی در دستگاه گوارش پرند دارد، موجب پیشگیری از بسیاری از بیماری‌های گوارشی می‌شود. این جلبک منبعی غنی از فیکوسیانین است که، خاصیت آنتی‌اکسیدانی و ضد التهابی بسیار قوی دارد و موجب تحریک سیستم ایمنی می‌شود (۵). زیست توده خشک اسپیرولینا با سطح پروتئین بسیار بالا (حدود ۶۰-۷۰٪) بیشترین و قابل جذب‌ترین پروتئین گیاهی شناخته شده است (۲۵) و می‌تواند به عنوان یک منبع بالقوه پروتئینی برای جوجه‌های گوشتی باشد که از این جهت مورد توجه صنعت طیور قرار گرفته است (۴). با توجه به مقاومت باکتریایی و نیز شیوع انواع سرطان‌ها و اهمیت تغذیه سالم بیش از پیش بر و همگان آشکار است، لذا، با استفاده از ترکیبات خوراکی طبیعی در تغذیه طیور علاوه بر تأمین رفاه و سلامت انسان و طیور می‌توان گام موثری در پیشرفت سطح اقتصادی جامعه برداشت (۷). ریز جلبک اسپیرولینا به منظور استفاده در صنایع غذایی در سراسر جهان کشت می‌شود. تحقیقات محققان نشان داد که در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با رژیم غذایی حاوی زیست توده اسپیرولینا، افزایش وزن بدن و بهبود ضریب تبدیل غذایی مشاهده می‌شود (۲). ریز جلبک‌ها خصوصاً کلرلا و اسپیرولینا اثرات مفیدی بر روی کیفیت گوشت و تخم مرغ می‌گذارند. آن‌ها موجب افزایش رنگدانه و ارزش غذایی گوشت و تخم مرغ شده و به عنوان جایگزین بخشی از منابع پروتئینی در رژیم غذایی طیور مورد استفاده قرار می‌گیرند (۱). تولید گوشت طیور با توجه به قیمت پایین و تغییر تمایل مصرف‌کنندگان، رشد

از ۱۱ تا ۲۳ روزگی جیره رشد، از ۲۴ تا ۳۵ روزگی جیره پایانی یک و در نهایت از ۳۶ تا ۴۲ روزگی جیره پایانی دو استفاده گردید. ترکیب جیره های غذایی در جدول ۲ آمده است.

جدول ۱- برنامه واکسیناسیون دوره پرورش جوجه گوشتی، سویه آرین

نام واکسن	روز تجویز	دوز	نوع تجویز
برونشیت (B1-H120)	۱	۱	چشمی
برونشیت 4/91	۱	۱	چشمی
دوگانه آنفلوآنزا- نیوکاسل	۷	۱	تزریقی
نیوکاسل کلون ۳۰	۷	۱	چشمی
برونشیت نیوکاسل Clon-H120	۱۲	۱	آشامیدنی
گامبورو	۱۴	۱/۲	آشامیدنی
نیوکاسل کلون ۳۰	۲۰	۱	آشامیدنی
گامبورو	۲۴	۱	آشامیدنی

جدول ۲- جیره پلت، طبق راهنمای پرورش جوجه گوشتی سویه آرین

اقلام جیره	آغازین	رشد	پایانی ۱	پایانی ۲
پروتئین خام (%)	۲۲/۵۰	۲۰/۵۰	۱۸	۱۷
انرژی کل kcal/kg	۲۸۷۰	۲۹۵۰	۳۰۲۵	۳۰۲۵
فسفر (%)	۰/۴۸	۰/۴۴	۰/۳۹	۰/۳۹
کلسیم (%)	۰/۹۶	۰/۸۷	۰/۷۸	۰/۷۸
سدیم (%)	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲
مقدار مصرف کیلوگرم در یک تن جیره				
ذرت	۴۷۳/۱۲	۵۳۹/۱۲	۵۸۹/۷۲	۶۲۱/۸
کنجاله سویا	۳۸۰	۳۵۰	۳۰۰	۲۷۰
روغن سویا	۱۴	۱۶	۱۸	۲۰
جو	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰
دی کلسیم فسفات	۱۸	۱۱/۵	۱۰	۹
نمک	۲	۲	۲	۲
جوش شیرین	۳/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵
کرینات کلسیم	۹	۹	۹	۹
گلوتن ذرت	۳۰	-	-	-
متیونین	۳/۲	۲/۹	۲/۴	۲
لیزین	۲/۸	۲/۱	۲/۱	۲
ترئونین	۱	۰/۹	۰/۸	۰/۶
کولین	۰/۷	۰/۶	۰/۵	-
فیتاز	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۸	-
والین	۱	۰/۳	۰/۲	-
توکسین بایندر	۳/۰۳	۱	۱	۱
پلت بایندر	۵	۵	۵	۵

دسترسی آزاد آن‌ها به آب و غذا را در طول دوره آزمایشی فراهم می‌کرد. دمای محیط در هفته اول در ۳۳ درجه

جوجه‌های گوشتی در یک سالن تحقیقاتی پن بندی شده، با دما و نور کنترل شده قرار گرفتند که امکان



در پایان دوره آزمایش، خون‌گیری از ورید بال انجام شد و در لوله‌های EDTA جمع‌آوری و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. برای آنالیز سرم، تقریباً ۴ میلی‌لیتر نمونه خون به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ شد و پس از آن سرم جدا شد. فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی، سوپراکسید دیسموتاز (SOD) و گلوکاتیون پراکسیداز (GPx) در سرم با استفاده از کیت تجاری از شرکت کیازبست طبق دستورالعمل سازنده اندازه‌گیری شد. همچنین برای ارزیابی دقیق پاسخ‌های ایمنی و تعیین تیتراژ آنتی‌بادی سرمی در پایان هفته ششم (روز ۴۲) نمونه خون از ورید بال جوجه‌ها در لوله‌های EDTA تهیه شد. در نهایت نیز نتایج داده‌های CBC، Diff count، هماتوکریت و تیتراسیون ایمنی مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند.

نتایج

در این مطالعه، جهت بررسی نتایج فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی، دو آنزیم سوپراکسید دیسموتاز (SOD) و گلوکاتیون پراکسیداز (GPx) سرم مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. این آنزیم‌ها با افزایش مقدار اسپیرولینا در آب افزایش خطی را نشان دادند و بین گروه‌هایی که جلبک اسپیرولینا مصرف کردند (گروه‌های A، B و C) و گروه‌های که اسپیرولینا مصرف نکردند (گروه N و P) معنی‌دار بوده است ($P < 0.001$) (جدول ۴).

در این مطالعه، شاخص‌های عملکردی وزن بدن، افزایش هفتگی وزن بدنو ضریب تبدیل خوراک بین گروه‌هایی که جلبک اسپیرولینا مصرف کردند و گروه‌های کنترل منفی و مثبت معنی‌دار بوده است ($P < 0.05$) اما در هفته آخر از معنی‌داری آن کاسته شده است. همچنین بین گروه‌های A، B و C نیز تفاوت معنی‌داری از لحاظ وزن‌گیری هفتگی و ضریب تبدیل مشاهده شد ($P < 0.05$). هیچ اثر معنی‌داری روی مصرف خوراک و مرگ‌ومیر در تمام مراحل آزمایش مشاهده نشد ($P > 0.05$). نتایج به‌دست‌آمده به تفصیل در جدول ۵ ارائه شده است.

سانتی‌گراد حفظ شد و سپس به تدریج تا ۲۲ درجه سانتی‌گراد در هفته پنجم کاهش یافت. رطوبت نسبی بین ۵۰ تا ۶۰ درصد قرار داشت. پودر اسپیرولینا پلاتنسیس تجاری تهیه شد و به‌صورت محلول در آب به آب‌خوری‌ها تا ۱۴ روز اول دوره پرورش به شرح زیر اضافه شد: گروه A ۵ گرم در لیتر، گروه B ۲/۵ گرم در لیتر، گروه C ۱ گرم در لیتر، گروه P ۸۰ میلی‌گرم فوزباک^۱ به ازای هر کیلو وزن زنده (با توجه به آنتی‌بیوگرام انجام شده) در آب مصرفی به‌عنوان کنترل مثبت و گروه N آب فاقد جلبک اسپیرولینا به‌عنوان کنترل منفی در نظر گرفته شد. ترکیب مواد مغذی پودر اسپیرولینا پلاتنسیس خشک شده در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳- ترکیبات مغذی پودر اسپیرولینا پلاتنسیس (۲۱)

ترکیبات	مقدار (%)
پروتئین	۵۵-۶۰
کربوهیدرات	۱۸-۱۵
لیپید	۷/۵-۱۲
ماده خشک	۹-۷
رطوبت	۶-۴
کاروتینوئید	۰/۲۹-۰/۲۰
کلروفیل α	۰/۸-۰/۷

وزن بدن (BW) و مصرف خوراک (FI) در هر پن در روزهای ۷، ۱۴، ۲۱، ۲۸ و ۳۵ ثبت شد و ضریب تبدیل خوراک (FCR) بر اساس مصرف خوراک تقسیم بر افزایش وزن بدن (BWG) محاسبه گردید. مرگ‌ومیر روزانه ثبت شد و درصد مرگ‌ومیر در طول مطالعه محاسبه شد. در پایان دوره، شاخص‌های عملکردی رشد محاسبه گردید.

برای بررسی اثر اسپیرولینا بر قابلیت هضم مواد غذایی جیره، در پایان هفته دوم (روز ۱۴) نمونه‌گیری از مدفوع پرند‌های هر پن به‌صورت جداگانه انجام گرفت و جهت اندازه‌گیری ماده خشک و ازت موجود در فضولات مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

جدول ۴- نتایج اثر استفاده از اسپیرولینا بر آنتی‌اکسیدان‌های SOD و GPx در سرم خون

SEM	P value	گروه P	گروه N	گروه C	گروه B	گروه A	آنتی‌اکسیدان‌ها
۰/۱۷	<۰/۰۰۱	۴/۷۲ ^b	۴/۳۸ ^b	۵/۶۴ ^a	۵/۹۰ ^a	۶/۲۲ ^a	سوپر اکسید دیسموتاز (mU/ml)
۰/۷۱	<۰/۰۰۱	۳۸/۸۹ ^c	۳۹/۵۴ ^c	۴۲/۵۴ ^b	۴۵/۳ ^{ab}	۴۶/۰۲ ^a	گلوکاتینون پراکسیداز (U/ml)

جدول ۵- نتایج شاخص‌های عملکردی تولید

P value	SEM	تیمارها					فراسنجه‌ها
		P	N	C	B	A	
۱ تا ۷ روزگی							
۰/۰۰۳۳	۳/۵۱	۱۶۵/۹۰ ^b	۱۷۶/۲۳ ^{ab}	۱۸۲/۹۴ ^a	۱۸۱/۴۱ ^a	۱۸۷/۳۷ ^a	وزن بدن (گرم)
۰/۰۰۳۴	۰/۵۰	۱۷/۶۹ ^c	۱۹/۱۷ ^{bc}	۱۹/۱۷ ^{bc}	۱۹/۸۸ ^{ab}	۲۰/۸۰ ^a	افزایش وزن بدن (گرم/روز)
۰/۲۷۴۱	۰/۴۸	۲۰/۵۰	۲۰/۳۳	۲۰/۳۳	۱۹/۰۳	۲۰/۰۷	مصرف خوراک (گرم/روز)
۰/۰۰۰۴	۰/۰۱	۰/۸۶ ^a	۰/۸۰ ^b	۰/۸۶ ^b	۰/۷۳ ^c	۰/۷۴ ^c	ضریب تبدیل خوراک
۸ تا ۱۴ روزگی							
۰/۰۰۰۱	۸/۷۰	۴۱۲/۵۹ ^b	۴۱۹/۳۲ ^b	۴۲۵/۶ ^a	۴۶۹/۰۰ ^a	۴۷۲/۵۲ ^a	وزن بدن (گرم)
<۰/۰۰۰۱	۰/۹۵	۳۳/۷۶ ^c	۳۶/۲۰ ^{bc}	۳۸/۳۹ ^{ab}	۴۱/۰۸ ^a	۴۰/۷۳ ^a	افزایش وزن بدن (گرم/روز)
۰/۵۱۴۲	۱/۰۹	۴۷/۶۱	۵۰/۳۵	۴۸/۹۳	۴۸/۳۴	۴۸/۶۵	مصرف خوراک (گرم/روز)
<۰/۰۰۰۱	۰/۰۲	۱/۱۶ ^a	۱/۱۹ ^a	۱/۰۶ ^b	۱/۰۰ ^b	۱/۰۱ ^b	ضریب تبدیل خوراک
۱۵ تا ۲۱ روزگی							
<۰/۰۰۰۱	۱۶/۰۳	۸۱۷/۱۴ ^b	۷۹۴/۷۸ ^b	۹۱۵/۲۰ ^a	۹۲۹/۵۱ ^a	۹۵۲/۹۵ ^a	وزن بدن (گرم)
<۰/۰۰۰۱	۱/۶۴	۵۷/۷۹ ^b	۵۳/۶۳ ^b	۶۶/۰۷ ^a	۶۵/۷۸ ^a	۶۸/۶۳ ^a	افزایش وزن بدن (گرم/روز)
۰/۴۰۰۱	۲/۲۲	۸۹/۸۱	۹۰/۲۸	۹۴/۷۵ ^c	۹۴/۷۰۵	۹۴/۳۲	مصرف خوراک (گرم/روز)
<۰/۰۰۰۱	۰/۰۲	۱/۳۶ ^b	۱/۴۲ ^a	۱/۲۶ ^c	۱/۲۲ ^c	۱/۲۰ ^c	ضریب تبدیل خوراک
۲۲ تا ۲۸ روزگی							
۰/۰۰۴۴	۳۸/۱۹	۱۳۱۶/۵۰ ^{bc}	۱۲۶۴/۹۱ ^c	۱۳۹۹/۳۳ ^{ab}	۱۴۱۳/۷۵ ^{ab}	۱۴۹۰/۸۳ ^a	وزن بدن (گرم)
۰/۵۳۹۶	۴/۱۵	۷۱/۳۳	۶۷/۱۶	۶۹/۱۶	۶۹/۱۷	۷۶/۸۴	افزایش وزن بدن (گرم/روز)
۰/۹۶۹۱	۵/۳۴	۱۳۲/۳۵	۱۳۶/۹۳	۱۳۴/۸۲	۱۳۴/۴۳	۱۳۶/۹۸	مصرف خوراک (گرم/روز)
۰/۰۰۳۰	۰/۰۴	۱/۵۷ ^b	۱/۷۲ ^a	۱/۵۲ ^b	۱/۴۷ ^b	۱/۴۲ ^b	ضریب تبدیل خوراک
۲۹ تا ۳۵ روزگی							
۰/۰۱	۵۲/۲۵	۱۸۹۵/۴۶ ^{bc}	۱۸۰۷/۳۳ ^c	۲۰۰۹/۵۱ ^{ab}	۲۰۱۸/۲۵ ^{ab}	۲۰۵۵/۳۸ ^a	وزن بدن (گرم)
۰/۰۹۵۹	۳/۴۱	۸۲/۶۳	۷۷/۳۴	۸۷/۱۸	۹۰/۲۷۲	۸۴/۹۶	افزایش وزن بدن (گرم/روز)
۰/۰۲۱۲	۵/۲۵	۱۷۳/۰۹ ^a	۱۵۴/۸۸ ^b	۱۷۰/۴۸ ^a	۱۸۰/۵۹ ^a	۱۷۲/۰۱ ^a	مصرف خوراک (گرم/روز)
۰/۱۴۷۵	۰/۰۸	۱/۸۴	۱/۷۸	۱/۶۸	۱/۶۸	۱/۶۳	ضریب تبدیل خوراک
۳۶ تا ۴۲ روزگی							
۰/۱۷۷۷	۶۴/۷۶	۲۴۹۵/۱۲	۲۴۶۰/۲۴	۲۵۹۹/۹۲	۲۶۱۵/۶۵	۲۶۶۱/۹۷	وزن بدن (گرم)
۰/۹۳۱۹	۴/۴۱	۸۷/۷۱	۸۹/۰۷	۸۶/۵۹	۸۳/۴۸	۸۸/۲۹	افزایش وزن بدن (گرم/روز)
۰/۱۳۲۱	۶/۰۳	۱۸۱/۹۶	۱۹۰/۵۹	۱۹۱/۸۲	۱۸۷/۳۲	۱۸۹/۹۰	مصرف خوراک (گرم/روز)
۰/۵۳۵۸	۰/۰۸	۱/۹۰	۱/۹۸	۱/۸۲	۱/۸۶	۱/۷۸	ضریب تبدیل خوراک (کل دوره)

گروه‌هایی که اسپیرولینا مصرف نکرده بودند (کنترل مثبت و منفی) به طور معنی‌داری افزایش یافت ($P < 0.05$) (جدول ۶).

در آزمایش مدفوع نشان داده شد که ماده خشک و نیتروژن در جوجه‌های گوستی تغذیه شده با آب‌خوری‌های حاوی اسپیرولینا (از ۵ تا ۱ گرم در لیتر) در مقایسه با



جدول ۶- قابلیت هضم مواد غذایی با بررسی و آزمایش مدفوع

تیمارها	گروه A	گروه B	گروه C	گروه N	گروه P	P value	SEM
ماده خشک مدفوع	۰/۸۶ ^a	۰/۸۱ ^a	۰/۷۸ ^a	۰/۶۱ ^b	۰/۶۱ ^b	<۰/۰۰۱	۰/۴۸
ازت مدفوع	۲۴/۰۴ ^a	۲۳/۶۰ ^a	۲۳/۷۲ ^a	۲۴/۰۴ ^b	۲۴/۰۴ ^b	۰/۰۰۱	۰/۰۲۷

گروه‌هایی که اسپیرولینا دریافت کرده بودند نسبت به گروه‌های کنترل مثبت و منفی بالاتر بود؛ اما این برتری از لحاظ آماری معنی‌دار نبود ($P > 0/05$). همچنین به صورت کلی در تمامی تیمرها، یکنواختی (CV) بهتری در گروه‌هایی که اسپیرولینا دریافت کرده بودند مشاهده شد.

در بررسی تیتراژ آنتی‌بادی علیه ویروس نیوکاسل و آنفلوانزا، تفاوت معنی‌داری بین گروه‌هایی که اسپیرولینا دریافت کرده بودند با گروه‌های کنترل مثبت و منفی دیده شد ($P < 0/05$) اما این تفاوت در بین همان گروه‌هایی که اسپیرولینا دریافت کرده بودند، معنی‌دار نبود. در بررسی تیتراژ آنتی‌بادی علیه ویروس برونشیت و گامبرو، بین

جدول ۷- اثر اسپیرولینا بر تیتراژ آنتی‌بادی علیه ویروس‌های نیوکاسل و آنفلوانزا توسط آزمایش ممانعت از آگلوتیناسیون

تیمارها	گروه A	گروه B	گروه C	گروه N	گروه P	P value	SEM
تیتراژ ایمنی علیه نیوکاسل	۵/۴۰ ^a	۴/۹۰ ^a	۴/۵۰ ^a	۲/۵۰ ^b	۲/۶۰ ^b	<۰/۰۱	۰/۲۸
پراکندگی تیتراژها (% CV)	۱۰	۱۷	۱۶	۳۲	۲۴		
تیتراژ ایمنی علیه آنفلوانزا	۴/۸۰ ^a	۴/۶۰ ^a	۴/۱۰ ^a	۳/۱۰ ^b	۳/۱۵ ^b	<۰/۰۱	۰/۱۲
پراکندگی تیتراژها (% CV)	۱۴	۱۸	۱۱	۲۸	۲۰		

تک‌هسته‌ای و چندهسته‌ای به طور معنی‌داری ($P < 0/05$) افزایش یافت (جدول ۶). در شمارش پلاکت‌ها و گلبول‌های قرمز نتایج معنی‌داری به دست نیامد.

در آزمایش شمارش تفریقی خون نتایج نشان داد که در گروه‌های دریافت‌کننده اسپیرولینا (از ۵ تا ۱ گرم در لیتر) نسبت به گروه‌های کنترل مثبت و منفی، غلظت کل گلبول‌های سفید، هماتوکریت، گلبول‌های سفید

جدول ۷- نتایج شمارش گلبول‌های خونی

تیمارها	گروه A	گروه B	گروه C	گروه N	گروه P	P value	SEM
گلبول سفید $10^3/ml$	۱۱/۹۸ ^a	۱۱/۹۶ ^a	۱۱/۵۶ ^a	۹/۶۴ ^b	۹/۰۴ ^b	۰/۰۰۳	۰/۳۴
گلبول‌های سفید تک‌هسته‌ای $10^3/ml$	۹۶/۸۲ ^a	۹۶/۸۲ ^a	۹۷/۱۸ ^a	۹۵/۱۶ ^b	۹۵/۵۴ ^b	۰/۰۰۲	۰/۰۲۲
گلبول‌های سفید چندهسته‌ای $10^3/ml$	۴/۸۴ ^a	۳/۴۴ ^{ab}	۴/۰۲ ^{ab}	۲/۹۶ ^c	۳/۲۸ ^{bc}	۰/۰۰۲	۰/۱۸
هماتوکریت (%)	۳۷/۶۶ ^a	۳۸/۲۶ ^a	۳۸/۱۶ ^a	۳۲/۸۸ ^b	۳۳/۸۲ ^b	۰/۰۱۶	۰/۷۱

یکی از مواد افزودنی خوراکی باکیفیت بالا هست، که می‌تواند در تغذیه طیور استفاده شود (۲۰). علاوه بر این، Batista و همکاران، با بررسی ریز جلیبک‌ها، از جمله اسپیرولینا، پی بردند که ریز جلیبک‌ها را می‌توان به‌عنوان ترکیبات کاربردی در محصولات غذایی گنجانند (۱۹). گنجاندن اسپیرولینا در جیره جوجه‌های گوشتی با اثرات مفید متعددی بر شاخص‌های عملکردی، ایمنی‌زایی و

بحث

یکی از مسائل مهم پرورش طیور استفاده از مکمل‌های غذایی و مواد جایگزین برای تسریع رشد و بهبود عملکرد سیستم ایمنی و همچنین افزایش سطح مواد مغذی در غذای حاصله از آن‌ها برای انسان هست، که اثرات نامطلوب آنتی‌بیوتیک‌ها را نداشته باشد. تحقیقات De Oliveira M و همکاران ثابت کردند، جلیبک اسپیرولینا

از مصرف بی‌رویه آنتی‌بیوتیک‌ها نیز جلوگیری می‌کند. البته اثرات مکمل‌های غذایی می‌توانند در صورتی پایدار باشند که به‌صورت هفتگی حداقل یک مرتبه مورد مصرف قرار بگیرند و می‌توان پیشنهاد داد که به‌جای مصرف متوالی در دو هفته اول پرورش، جهت پایداری اثر این جلبک از روش مصرف هفته‌ای یک تا دو بار تا پایان دوره پرورش استفاده کرد.

Raju و همکارانش دریافتند که افزودن ۰/۰۵ درصد اسپیرولینا به جیره جوجه‌های گوشتی موجب کاهش اثر منفی آفلاتوکسین بر میزان رشد و وزن اندام‌های داخلی آن‌ها گردید. تحقیقات نشان می‌دهد که جلبک اسپیرولینا به‌عنوان مکمل غذایی برای افزایش ایمنی جوجه‌های گوشتی مورد استفاده قرار می‌گیرد (۱۵). نتایج حاصل از پژوهش‌های **Zeweil** و همکاران در سال ۲۰۱۶ نشان می‌دهد که استفاده از مکمل‌های غذایی مانند اسپیرولینا اثرات نامطلوب استرس گرمایی بر عملکرد رشد و پروتئین کل، آلبومین، گلوبولین، کورینین، **AST**، **ALT**، لیپید کل، **LDL**، **WBCs**، **RBCs** و ایمنی جوجه‌ها را کاهش می‌دهد. در نتیجه افزودن جلبک اسپیرولینا پلاتنسیس عملکرد رشد و ایمنی را بهبود می‌بخشد و اثرات نامطلوب استرس بر جوجه‌های تحت تأثیر تنش را کاهش می‌دهد (۱۳). در یک مطالعه مرتبط، **Mirzaie** و همکاران، اثرات افزودن جلبک اسپیرولینا به جیره جوجه‌های گوشتی که در دمای بالاتر از حالت معمول پرورش یافته بودند را، بر وضعیت آنتی‌اکسیدانی، پروفایل لیپیدی، پاسخ ایمنی و شاخص‌های عملکردی بررسی کردند (۱۲). یافته‌های آن‌ها نشان داد که مکمل اسپیرولینا منجر به بهبود وضعیت آنتی‌اکسیدانی و پاسخ ایمنی می‌شود و پتانسیل آن را برای کاهش اثرات منفی استرس گرمایی بر جوجه‌های گوشتی نشان می‌دهد. مطالعه حاضر که بر روی جوجه‌های گوشتی نژاد آرین انجام شد با یافته‌های **Park** و همکاران و **Mirzaie** و همکاران در رابطه با تأثیر مثبت اسپیرولینا بر فعالیت

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی آن‌ها همراه بوده است. در پژوهشی، **Park** و همکاران دریافتند (۱۸)، که استفاده از جلبک اسپیرولینا منجر به بهبود فعالیت آنزیم آنتی‌اکسیدانی، افزایش قابلیت هضم ماده خشک و نیتروژن، افزایش جمعیت لاکتوباسیلوس سکوم و کاهش انتشار گاز آمونیاک دفعی می‌شود. در مطالعه **Evans** و همکاران مشاهده شد که گنجاندن جلبک در جیره جوجه‌های گوشتی تأثیر مثبتی بر قابلیت هضم مواد مغذی و بهبود عملکرد پرندگان دارد (۱۷). بر اساس مطالعات **Shanmugapriya** و همکاران، در جوجه‌های گوشتی با رژیم غذایی حاوی اسپیرولینا افزایش وزن بدن و ضریب تبدیل مثبت غذایی مشاهده می‌شود (۲). **Mariey** و همکارانش در سال ۲۰۱۴ نشان دادند که استفاده از ضرایب پایین توده زیستی اسپیرولینا در جیره غذایی، علاوه بر بهبود عملکرد، موجب بهبود رنگ گوشت، بهبود مورفولوژی خون و کاهش وزن نسبی چربی بدن، کلسترول خون، تری‌گلیسرید و لیپید کل می‌شود (۱۶). **Mullenix** و همکاران در سال ۲۰۲۲ در طی پژوهشی روی جایگزینی منابع اسیدآمینه با پروتئین‌های اسپیرولینا نشان دادند که با تامین ۲۰ درصد از پروتئین جیره توسط اسپیرولینا در عین حال که شاخص‌های عملکردی در گله‌های گوشتی راس بالاتر می‌رود، از نظر اقتصادی نیز مقرون‌به‌صرفه خواهد بود (۳). این نتایج به پتانسیل اسپیرولینا به‌عنوان یک افزودنی غذایی کاربردی برای افزایش سلامت کلی و بهره‌وری جوجه‌های گوشتی اشاره می‌کند. مطالعه حاضر نیز شاهد افزایش شاخص‌های عملکردی با افزودن اسپیرولینا به آب مصرفی جوجه‌های گوشتی نژاد آرین بود که با مطالعات پیشین همخوانی دارد و این مطالعه نشان داد که با مصرف اسپیرولینا در دو هفته اول که جز هفته‌های بحرانی در پرورش جوجه گوشتی است و با صرف هزینه کم می‌توان انتظار شاخص‌های عملکردی بالاتری نسبت به استاندارد را داشت و همچنین استفاده از اسپیرولینا به‌عنوان سوپرفود



شکاف‌های دانشی وجود دارد که تحقیقات بیشتر را ایجاب می‌کند. به‌عنوان مثال، نیاز به مطالعات جامع‌تری برای توضیح مکانیسم‌های خاصی وجود دارد که توسط آن اسپیرولینا اثرات خود را بر فعالیت آنزیم آنتی‌اکسیدانی، قابلیت هضم مواد مغذی و میکروبیوتای روده در جوجه‌های گوشتی اعمال می‌کند. علاوه بر این، تحقیقات آینده می‌تواند اثرات تعاملی بالقوه اسپیرولینا را با سایر افزودنی‌های خوراک، مانند پروبیوتیک‌ها یا سلنیوم ارگانیک، برای بهینه‌سازی عملکرد و نتایج سلامت جوجه‌های گوشتی بررسی کند. به طور خلاصه، بررسی‌ها نشان می‌دهد که استفاده از اسپیرولینا در تغذیه جوجه‌های گوشتی می‌تواند منجر به بهبود شاخص‌های مختلف عملکردی، ایمنی‌زایی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی شود. با این حال، هنوز نیاز به تحقیقات بیشتر برای درک کامل مکانیسم‌های زمینه‌ای و اثرات هم‌افزایی بالقوه اسپیرولینا با سایر افزودنی‌های خوراک وجود دارد که می‌تواند به توسعه استراتژی‌های غذایی مؤثرتر برای تولید جوجه‌های گوشتی کمک کند. البته در پرورش مرغ‌های لاین و اجداد مسئله شاخص عملکردی و ایمنی گله جهت تولید جوجه‌های سالم، ایمنی و حفظ نتاج به‌خصوص در لاین ملی سوپه آرین بسیار اهمیت دارد.

از آنجایی که جلبک اسپیرولینا پلاتنسیس ارزش تغذیه‌ای بالایی دارد علاوه بر خاصیت ضد میکروبی، می‌تواند به‌عنوان محرک رشد، خواص آنتی‌اکسیدانی، مهار رشد باکتری‌های پاتوژن، خواص ایمنی‌زایی و سایر کاربردها استفاده گردد.

منابع

1. Świątkiewicz, S; Arczewska-Włosek, A. and Józefiak, D; Application of microalgae biomass in poultry nutrition. *World's Poultry Science Journal*. 2015; 71(4): 663-72.
2. Shanmugapriya, B; Babu, SS; Hariharan, T; Sivanewaran, S. and

آنزیم آنتی‌اکسیدانی جوجه‌های گوشتی مطابقت دارد.

همچنین بهشتی‌پور و همکاران مکمل *Spirulina platensis* و جلبک *Chlorella vulgaris* را در شیرهای تخمیر شده پروبیوتیک بررسی کردند. این مطالعه نشان داد که مکمل جلبک باعث افزایش وضعیت آنتی‌اکسیدانی شیرهای تخمیر شده می‌شود. این یافته قابل توجه است؛ زیرا نشان می‌دهد که جلبک اسپیرولینا بر سطوح آنتی‌اکسیدانی تأثیر مثبت می‌گذارد.

Jamil و همکاران در مطالعه‌ای استفاده از جلبک اسپیرولینا در جیره جوجه‌های گوشتی سبب افزایش غلظت گلبول‌های سفید گلبول‌های قرمز و هماتوکریت در جوجه‌های تغذیه‌شده با ۸ گرم جلبک اسپیرولینا در کیلوگرم خوراک به‌طور معنی‌داری بالاتر از سایر تیمارها بود (۱۱). همچنین در پژوهشی دیگر افزودن جلبک اسپیرولینا در جیره سبب افزایش غلظت گلبول‌های قرمز و گلبول‌های سفید جوجه‌های گوشتی شد که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت داشت (۱۰). Shanmugapriya و همکاران در مطالعه‌ای دیگر نشان دادند که افزودن جلبک در جیره جوجه‌های گوشتی سبب بهبود معنی‌داری گلبول‌های سفید در مقایسه با گروه شاهد شد (۹).

اسپیرولینا، آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی سلولی را فعال می‌کند و از پراکسیداسیون لیپید و آسیب سلولی جلوگیری می‌کند رادیکال‌های آزاد را جارو می‌کنند و فعالیت آنزیم‌های سوپر اکسید دیسموتاز و کاتالاز را افزایش می‌دهد. تحقیقات بالینی نشان دادند که اسپیرولینا از آسیب عضلات اسکلتی در شرایط استرس اکسیداتیو جلوگیری می‌کند و می‌تواند تولید آنتی‌بادی‌ها را افزایش داده و بیان ژن‌های کدکننده سیتوکین را به‌منظور ایجاد پاسخ‌های ایمنی و التهابی تحریک کند. مکانیزم مولکولی که چگونه این جلبک باعث ایجاد این فعالیت‌ها می‌شود مشخص نیست؛ اما به نظر می‌رسد که فیکوسیانین و بتاکاروتن مولکول‌های مهمی در این مکانیزم هستند (۸).

علی‌رغم مجموعه تحقیقات موجود که اثرات مثبت اسپیرولینا را بر جوجه‌های گوشتی نشان می‌دهد، هنوز



9. Shanmugapriya, B; Babu, SS; Hariharan, T; Sivaneswaran, S. and Anusha, M; Dietary administration Of Spirulina platensis as probiotics on growth performance and histopathology in broiler. 2015.
10. Mariey, Y; Samak, H. and Ibrahim, M; Effect of using Spirulina platensis algae as a feed additive for poultry diets: 1-productive and reproductive performances of local laying hens. Egyptian Poultry Science Journal; 2012; 32(1): 201-15.
11. Jamil, AR; Akanda, MR; Rahman, MM; Hossain, MA. and Islam, MS; Prebiotic competence of Spirulina on the production performance of broiler chickens. 2015.
12. Mirzaie, S; Zirak-Khattab, F; Hosseini, SA. and Donyaei-Darian, H; Effects of dietary Spirulina on antioxidant status, lipid profile, immune response and performance characteristics of broiler chickens reared under high ambient temperature. Asian-Australasian journal of animal sciences; 2018; 31(4): 556.
13. Zeweil, H; Abaza, IM; Zahran, SM; Ahmed, MH. and AboulEla, HM; Effect of Spirulina platensis as dietary supplement on some biological traits for chickens under heat stress condition. Asian Journal of Biomedical and Pharmaceutical Sciences; 2016; 6(56): 8-12.
14. Hajati, H; Hassanabadi, A. and Waldroup PW; Effects of dietary supplementation with pumpkin oil (Cucurbita pepo) on performance and blood fat of broiler chickens during finisher period. American Anusha, M; Dietary administration of Spirulina platensis as probiotics on growth performance and histopathology in broiler chicks. International Journal of Recent Scientific Research; 2015; 6(2): 2650-3.
3. Mullenix, G; Maynard, C; Owens, C; Rochell, S. and Bottje, W; Spirulina platensis meal inclusion effects on broilers fed a reduced protein diet. Journal of Applied Poultry Research; 2022; 31(1): 100199.
4. Khan, Z; Bhadouria, P. and Bisen, P; Nutritional and therapeutic potential of Spirulina. Current pharmaceutical biotechnology; 2005; 6(5): 373-9.
5. Hemalatha, K; Pugazhendy, K; Jayachandran, K; Jayanthi, C. and Meenambal, M; Studies on the protective efficacy of Spirulina against lead acetate induced hepatotoxicity in Rattus norvegicus. Int J Chem Anal Sci.; 2012; 3: 1509-12.
6. Fotea, L; Costăchescu, E; Hoha, G. and Leonte, D; The effect of oregano essential oil (Origanum vulgare L.) on broiler performance. Lucrări Științifice Seria Zootehnie; 2010; 53: 253-625.
7. Ciftci, M; Guler, T; Dalkiliç, B. and Ertas, ON; The effect of anise oil (Pimpinella anisum L.) on broiler performance. International Journal of Poultry Science; 2005 ;4(11) :851-5.
8. Wu, Q; Liu, L; Miron, A; Klímová, B. and Wan, D; The antioxidant, immunomodulatory, and anti-inflammatory activities of Spirulina: an overview. Archives of toxicology; 2016; 90: 1817-40.



- Aquaculture international; 1999; 7(4): 261-75.
21. Hajati, H. and Zaghari, M; Spirulina Platensis in poultry nutrition: Cambridge Scholars Publishing; 2019.
22. Qureshi, M; Garlich, J. and Kidd, M; Dietary Spirulina platensis enhances humoral and cell-mediated immune functions in chickens. Immunopharmacology and immunotoxicology. 1996; 18(3) :465-76.
23. Dora, A; Roth-Maier, B; Bohmer M. and Brigitte, R; Efficiency of Echinacea purpurea on Performance of Broilers and Layers. Fachbereich, Tierernahrung, TU Munchen, Freising Weihenstephan Germany Instit Fur Tierhaltung und Tierschutz, Kitzingen, Germany. 2008.
24. Dibner, J. and Buttin, P; Use of organic acids as a model to study the impact of gut microflora on nutrition and metabolism. Journal of applied poultry research. 2002; 11(4): 453-63.
25. Golestan, I; Phytochemicals as a new class of feed additive in poultry industry. J Anim Vet Adv.; 2010; 9: 2295-304.
- Journal of Animal and Veterinary Sciences; 2011; 6.
15. Raju, M; Rao, S; Radhika, K. and Chawak, M; Dietary supplementation of Spirulina and its effects on broiler chicken exposed to aflatoxicosis. Indian Journal of Poultry Science; 2005; 40(1): 36-40.
16. Mariey, Y. and Samak, H; Aboukhashba. Effect of using Spirulina platensis algae as a feed additive for poultry diets: 2-productive performances of broiler. Egyptian Poultry Science Journal. 2014; 34: 245-58.
17. Evans, A; Smith, D; and Moritz, J; Effects of algae incorporation into broiler starter diet formulations on nutrient digestibility and 3 to 21 d bird performance. Journal of applied poultry research; 2015; 24(2): 206-14.
18. Park, J; Lee, S. and Kim, I; Effect of dietary Spirulina (Arthrospira) platensis on the growth performance, antioxidant enzyme activity, nutrient digestibility, cecal microflora, excreta noxious gas emission, and breast meat quality of broiler chickens. Poultry science; 2018; 97(7): 2451-9.
19. Batista, AP; Niccolai, A; Bursic, I; Sousa, I. and Raymundo A; Microalgae as functional ingredients in savory food products: Application to wheat crackers. Foods; 2019; 8(12): 611.
20. De Oliveira, M; Monteiro, M; Robbs, P. and Leite, S; Growth and chemical composition of Spirulina maxima and Spirulina platensis biomass at different temperatures.



The effect of *Spirulina platensis* in drinking water on growth performance, immunity, antioxidant enzyme activity and some blood parameters of *Arian* broiler chickens

Arash Ramezanpour Shahi^{1*}; Meysam Mamashli²; Behnam Ghorbani³

1. Department of Clinical Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Shahrekord University, Shahrekord-Iran.
2. DVM Graduate Student, Faculty of Veterinary Medicine, Garmsar Islamic Azad University, Garmsar-Iran.
3. Ph.D. of Animal and Poultry Nutrition, Gorgan University of Agriculture and National Resources, Gorgan- Iran.

Received: 10 July 2024

Accepted: 9 October 2024

Summary

The poultry industry faces a critical issue in optimizing growth rates and nutrient levels through the use of food supplements. *Spirulina platensis*, a single-celled algae, has been identified as a potentially effective supplement for poultry nutrition. In this study, the effects of using spirulina algae on growth performances, antioxidant enzymes activity and immune system factors in *Arian* strain broilers were investigated. A total of 375 one-day-old male *Arian* broilers were included in a 6 week trial. The chicks were randomly assigned to five treatment groups, each with five replicates of 15 birds. The treatment groups received varying concentrations of spirulina: Group A (5 g/L), Group B (2.5 g/L), and Group C (1 g/L), along with Group P (positive control) and Group N (negative control). growth performances, antioxidant enzyme activity, nutrient digestibility and some blood parameters were measured. The results showed significant differences in the growth performances included body weight (BW) , body weight gain (BWG) and feed conversion ratio (FCR) between the spirulina treated groups and the control groups ($P<0.05$) , though these differences diminished in the final week. Notably, Groups A, B, and C demonstrated significant improvements in BW and FCR compared to controls ($P<0.05$). Also, the results showed that antioxidant enzymes activity, differential blood count and nutrient digestibility significantly increased in the *Spirulina* treated groups ($P<0.05$). Further, the immune system parameters indicated a more uniform and protective immune titer in the *Spirulina* treated groups ($P<0.05$).

Keywords: *Spirulina Platensis*, *Arian*, Broilers, Growth performance, Antioxidant Enzymes Activity, Immune system, Nutrient digestibility.

* Corresponding Author: ramezanpour.dvm@gmail.com

