14(1) 157-164, Spring 2022

Journal of Animal Environment
(AEJ)
Journal homepage: http://www.aejournal.ir

## Original Research Paper

# Effects of *Chromochloris zofingiensis* and *Spirulina platensis* extract on productive performance, blood parameters and antioxidant status in broiler chicken

***Kiarash Beiranvand [1], Bahman Parizadian Kavan [*1], Babak Masouri [1], Heshmatollah Khosravinia [1], Mohsen Mohamadi Saei [2]***

*[1] Department of Animal Science, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Lorestan University, Khorramabad, Iran*
*[2] Lorestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension (AREEO), Khorramabad, Iran*

**Key Words**
Broiler
Carcass quality
Microalgae
Production index

**Abstract**

**Introduction:** This study was conducted to evaluate the effects of *Chromochloris zofingiensis* and *Spirulina platensis* extract on productive performance, blood parameters and antioxidant status in broiler chicken.

**Materials & Methods:** A total of 400 male broiler chickens (Ross 308 strain) were used in a completely randomized design with five treatments with four replicates and 20 chicks per each. The broilers were fed a standard diet supplemented with *Chromochloris zofingiensis* and *Spirulina platensis* extract (0, 0.2, and 0.4 percent) from 1 to 42 days.

**Results:** Results showed that adding of *Spirulina platensis* extract (0.4 percent) in broiler's diet significantly increased production index from 1 to 14 days old ($P<0.05$). Supplementing with *Chromochloris zofingiensis* extract (0.2 percent) resulted in significant increases in the production index from 29 to 42 days old ($P<0.05$). The highest content of production index was observed in group supplemented with *Spirulina platensis* (0.4 percent) from 1 to 21 days old ($P<0.05$). The highest content of breast meat was observed in group supplemented with *Chromochloris zofingiensis* extract (0.2 percent) ($P<0.05$). The serum concentration of glucose, triglycerides, cholesterol, creatinine, urea and HDL were not influenced by dietary levels of *Chromochloris zofingiensis* and *Spirulina platensis* extract. Supplementation of *Chromochloris zofingiensis* extract significantly decreased the serum concentrations of LDL ($P<0.05$). Dietary levels of *Chromochloris zofingiensis* and *Spirulina platensis* extract showed no effect on serum malondialdehyde level.

**Conclusion:** In conclusion, diet supplementation with *Chromochloris zofingiensis* (0.2%) and *Spirulina platensis* (0.4%) extract improved production index and carcass quality in broilers.

* Corresponding Author's email: parizadian.b@lu.ac.ir
Received: 28 February 2021; Reviewed: 7 April 2021; Revised: 28 May 2021; Accepted: 8 July 2021
(DOI): 10.22034/AEJ.2021.289902.2557

**مقاله پژوهشی**

# تاثیر عصاره *کروموکلوریس زافینجنسیس* و *اسپیرولینا پلاتنسیس* بر شاخص‌های تولیدی، فرآسنجه‌های خون و وضعیت آنتی‌اکسیدانی در مرغ‌های گوشتی

**کیارش بیرانوند[۱]، بهمن پریزادیان‌کاوان[۱*]، بابک ماسوری[۱]، حشمت‌اله خسروی‌نیا[۱]، محسن محمدی ساعی[۲]**

[۱] گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران

[۲] مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی لرستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، خرم‌آباد، ایران

**کلمات کلیدی**

جوجه گوشتی
شاخص تولید
کیفیت لاشه
میکروجلبک

## چکیده

**مقدمه:** این مطالعه، جهت ارزیابی تاثیر عصاره کروموکلوریس زافینجنسیس و اسپیرولینا پلاتنسیس بر شاخص‌های تولیدی، فرآسنجه‌های خون و وضعیت آنتی‌اکسیدانی در مرغ‌های گوشتی صورت گرفت.

**مواد و روش‌ها:** تعداد ٤۰۰ قطعه جوجه گوشتی نر، سویه راس ۳۰۸ در قالب طرح کاملاً تصادفی با استفاده از پنج تیمار و چهار تکرار (حاوی ۲۰ قطعه جوجه) مورد استفاده قرار گرفت. تیمارهای آزمایش شامل سطوح مختلف عصاره جلبک کروموکلوریس زافینجنسیس و اسپیرولینا پلاتنسیس (۰/۲ و ۰/٤ درصد) بود که با جیره غذایی مرغ‌های گوشتی مخلوط و جهت تغذیه استفاده شد.

**نتایج:** تفاوت معنی‌داری از نظر شاخص تولید در ۱ تا ۱٤ روزگی میان تیمارهای مختلف مشاهده شد (P<۰/۰۵)، به‌طوری‌که بیش‌ترین شاخص تولید در تیمار حاوی ۰/٤ درصد جلبک اسپیرولینا مشاهده شد. در بازه زمانی ۲۹ تا ٤۲ روزگی استفاده از جلبک کروموکلوریس به‌مقدار ۰/۲ درصد در جیره غذایی مرغ‌های گوشتی سبب بهبود معنی‌دار شاخص تولید شد (P<۰/۰۵). در بازه زمانی ۱ تا ۲۱ روزگی بیش‌ترین شاخص تولید در تیمار حاوی اسپیرولینا به‌مقدار ۰/٤ درصد به‌دست آمد (P<۰/۰۵). بیش‌ترین نسبت گوشت سینه در تیمار حاوی جلبک کروموکلوریس به‌مقدار ۰/۲ درصد مشاهده شد (P<۰/۰۵). کم‌ترین مقدار LDL در سرم مرغ‌های دریافت‌کننده جلبک کروموکلوریس به‌دست آمد (P<۰/۰۵). تاثیر تیمارهای مختلف بر سطح مالون‌دی‌آلدئید سرم معنی‌دار نبود.

**بحث و نتیجه‌گیری:** با توجه به یافته‌های تحقیق حاضر می‌توان نتیجه‌گیری کرد که استفاده از عصاره جلبک کروموکلوریس زافینجنسیس به مقدار ۰/۲ درصد و اسپیرولینا پلاتنسیس در سطح ۰/٤ درصد در جیره غذایی مرغ‌های گوشتی سبب بهبود شاخص تولید و کیفیت لاشه می‌شود.



* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: parizadian.b@lu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۰ اسفند ۱۳۹۹؛ تاریخ داوری: ۱۸ فروردین ۱٤۰۰؛ تاریخ اصلاح: ۷ خرداد ۱٤۰۰؛ تاریخ پذیرش: ۱۷ تیر ۱٤۰۰
(DOI): 10.22034/AEJ.2021.289902.2557

## مقدمه

امروزه توجه به افزودنی‌های خوراکی با منشاء گیاهی برای تغذیه دام و طیور رو به افزایش می‌باشد (۱). دلیل این موضوع محدودیت و ممنوعیت استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها به‌عنوان محرک رشد در تغذیه حیوانات اهلی است. افزودنی‌های گیاهی دارای ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی، ضدمیکروبی و محرک رشد هستند (۲، ۳). این ترکیبات از طریق بهبود جمعیت میکروبی دستگاه گوارش، افزایش قابلیت هضم و کاهش سموم میکروبی موجب بهبود عملکرد حیوان می‌شوند (۴). یکی از عوامل موثر در افزایش توجه به برخی منابع گیاهی داشتن خصوصیات آنتی‌اکسیدانی است. مصرف آنتی‌اکسیدان‌ها در جیره غذایی سبب کاهش خسارت ناشی از تنش از طریق کاهش در آزادسازی رادیکال‌های آزاد می‌گردد و ضداکسیدان‌ها نقش مهمی در سرکوب رادیکال‌های آزاد دارند (۵). یکی از منابع گیاهی که اخیراً مورد توجه قرار گرفته است، جلبک‌ها هستند و امروزه تولید صنعتی این گیاه برای تامین بخشی از منابع غذایی حیوانات در حال افزایش است (۶). وجود ترکیبات فعال زیستی مانند فیکوبیلین‌ها، فنول، ترپنوئید، استروئید و پلی‌ساکارید در جلبک‌ها منشا خصوصیات ضدبیوتیکی و آنتی‌اکسیدانی آن‌ها است و به‌همین دلایل این ترکیبات می‌توانند به عنوان مکمل‌های خوراکی طبیعی و ایمن جایگزین افزودنی‌های خوراکی مانند آنتی‌بیوتیک‌ها شوند (۷). میکروجلبک‌ها یک منبع غنی از منابع مغذی اصلی شامل پروتئین، کربوهیدرات، چربی، ویتامین‌ها، مواد معدنی و دیگر ترکیبات مغذی هستند و به‌همین دلیل برای بهبود عملکرد حیوانات می‌توانند مفید باشند (۸). گزارشاتی در ارتباط با استفاده تغذیه‌ای میکروجلبک‌ها در تغذیه طیور ارائه شده است (۹، ۱۰). Mariey و همکاران، به این نکته اشاره کردند که استفاده تغذیه‌ای جلبک اسپیرولینا در مرغ‌های تخم‌گذار موجب بهبود راندمان منابع مغذی و افزایش سطح تولید شد (۹). گزارش شده است که استفاده از پودر میکروجلبک باعث کاهش نرخ مرگ و میر در جوجه‌های گوشتی شد و اثر منفی بر مصرف آب و غذا نداشت (۱۰). میکروجلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس* یکی از ترکیبات با منشاء گیاهی است که دارای ترکیبات ضداکسیدانی و ضدالتهابی مفید است. میزان افزایش وزن بدن، ضریب تبدیل غذایی و شاخص تولید اروپایی به‌طور خطی با مکمل‌سازی جلبک اسپیرولینا در جیره جوجه‌های گوشتی بهبود یافت (۱۱). یکی از ترکیبات با منشاء گیاهی که دارای فعالیت ضداکسیدانی، ضدباکتریایی، تنظیم‌کننده سیستم ایمنی و ضدالتهابی مفید است، میکروجلبک سبز تک‌سلولی *کروموکلوریس زافینجنسیس* است. این میکروجلبک یک منبع گیاهی غنی از پروتئین، کاروتنوئیدها، اسید اولئیک، اسیدهای چرب ضروری و ویتامین‌های A و C است (۱۲). *کروموکلوریس زافینجنسیس* یک غذای الیافی مورد علاقه برای باکتری‌های پروبیوتیکی است (۱۳، ۷). میکروجلبک *کروموکلوریس زافینجنسیس* به‌واسطه افزایش باکتری‌های مفید دستگاه گوارش، سبب بهبود فرایند هضم و استفاده بهتر از اجزای خوراک شده و موجب بهبود رشد و افزایش راندمان پرندگان می‌شود (۱). با توجه به خصوصیات مثبتی که در جلبک‌ها وجود دارد و از سویی این موضوع که این افزودنی گیاهی ممکن است تاثیر مثبتی بر سلامت و عملکرد مرغ‌های گوشتی داشته باشد، در تحقیق حاضر جنبه‌های مختلف تاثیر جلبک بر عملکرد و فرآسنجه‌های خون در مرغ‌های گوشتی مورد بررسی قرار گرفت تا بتوان شناخت کامل‌تری پیرامون این افزودنی گیاهی در جیره غذایی مرغ گوشتی به‌دست آورد.

## مواد و روش‌ها

هدف تحقیق حاضر مقایسه تاثیر عصاره *کروموکلوریس زافینجنسیس* و *اسپیرولینا پلاتنسیس* بر عملکرد تولیدی، وضعیت آنتی‌اکسیدانی و فرآسنجه‌های خون در مرغ‌های گوشتی بود. آزمایش با تعداد ۴۰۰ قطعه جوجه خروس گوشتی یک‌روزه سویه تجاری راس ۳۰۸ به‌مدت شش هفته انجام شد. این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج تیمار در چهار تکرار و تعداد ۲۰ قطعه جوجه در هر تکرار انجام شد. تیمارها شامل گروه شاهد (بدون هرگونه افزودنی) و عصاره‌های *کروموکلوریس زافینجنسیس* و *اسپیرولینا پلاتنسیس* در سطوح ۰/۲ و ۰/۴ درصد جیره بودند. پیش از انجام آزمایشات اصلی، ابتدا عمل استخراج عصاره میکروجلبک *کروموکلوریس زافینجنسیس* و *اسپیرولینا پلاتنسیس* انجام شد. عصاره‌گیری به‌وسیله ۲۰ گرم از *کروموکلوریس زافینجنسیس* و *اسپیرولینا پلاتنسیس* و ۲۰۰ میلی‌لیتر حلال متانول (نسبت ۱:۱۰) به‌مدت ۷۲ ساعت در درجه‌حرارت معمولی اتاق انجام شد. عصاره استخراج شده به‌وسیله کاغذ صافی فیلتر شد و سپس به‌وسیله دستگاه تبخیرکننده چرخان در خلا در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد تغلیظ شد. عصاره تا زمان استفاده در ۱۸- درجه سانتی‌گراد ذخیره شد. عصاره ذخیره شده جهت استفاده در زمان انجام آزمایش در دی متیل سولفوکسید پنج درصد حل شد. پس از ورود جوجه‌ها به سالن و توزین آن‌ها، تعداد ۲۰ قطعه جوجه نر، سویه راس ۳۰۸ به‌طور تصادفی در هر واحد آزمایشی قرار گرفت. جوجه‌ها در سه روز اول به‌مدت ۲۴ ساعت در معرض روشنایی مداوم قرار گرفتند و سپس برنامه نوری به‌مدت ۲۳ ساعت روشنایی و یک ساعت تاریکی در طول روز تا پایان دوره پرورش اعمال شد. در طول انجام آزمایش، تمامی پرندگان دسترسی آزاد به آب و خوراک داشتند. برنامه دمایی هم‌زمان با ورود جوجه‌ها، ۳۳ درجه سانتی‌گراد بود و پس از ۷۲ ساعت،

دمای سالن هفته‌ای ۳ درجه سانتی‌گراد کاهش یافت تا در پایان هفته سوم به متوسط ۲۴ درجه سانتی‌گراد رسید. در طول مدت آزمایش رطوبت نسبی سالن پرورش ۵۰ درصد بود. جهت تنظیم جیره‌از راهنمای پرورش جوجه گوشتی انجمن ملی تحقیقات (۱۴) استفاده شد. تمامی جیره‌های آزمایشی توسط برنامه جیره‌نویسی UFFDA با سطوح پروتئین و انرژی قابل متابولیسم یکسان تنظیم شد. جیره‌ها در دو مرحله آغازین (۱ تا ۲۱ روزگی) و رشد (۲۲ تا ۴۲ روزگی) تهیه شدند. جیره مورد استفاده در جدول ۱ ارائه شده است:

**جدول ۱: مواد خوراکی و ترکیب جیره‌های مورد آزمایش**

| اجزای جیره (درصد) | جیره آغازین | جیره رشد |
|---|---|---|
| ذرت | ۵۵/۴۵ | ۶۱/۵۶ |
| کنجاله سویا | ۳۸/۰۲ | ۳۲/۰۶ |
| روغن سویا | ۲/۷۲ | ۳/۰۳ |
| دی‌کلسیم فسفات | ۱/۴۱ | ۱/۰۴ |
| کربنات کلسیم | ۱/۲۸ | ۱/۳۸ |
| نمک | ۰/۴۲ | ۰/۳۲ |
| مکمل ویتامینه | ۰/۲۵ | ۰/۲۵ |
| مکمل معدنی | ۰/۲۵ | ۰/۲۵ |
| دی‌ال‌متیونین | ۰/۱۵ | ۰/۰۶ |
| سالینومایسین | ۰/۰۵ | ۰/۰۵ |
| **مواد مغذی محاسبه شده (درصد)** | | |
| انرژی متابولیسمی (کیلوکالری در کیلوگرم) | ۲۹۵۰ | ۳۰۵۰ |
| پروتئین خام | ۲۱/۲۲ | ۱۹/۰۶ |
| لیزین | ۱/۱۷ | ۱/۰۲ |
| متیونین | ۰/۴۸ | ۰/۳۷ |
| متیونین+سیستئین | ۰/۸۳ | ۰/۶۹ |
| کلسیم | ۰/۹۲ | ۰/۸۶ |
| فسفر غیر فیتاته | ۰/۴۱ | ۰/۳۳ |
| سدیم | ۰/۱۸ | ۰/۱۴ |

هر کیلوگرم مکمل ویتامینی تأمین‌کننده موارد زیر است: ۳۵۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۱۰۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D3، ۹۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین E، ۱۰۰۰ میلی‌گرم ویتامین K3، ۹۰۰ میلی‌گرم ویتامین B1، ۳۳۰۰ میلی‌گرم ویتامین B2، ۵۰۰۰ میلی‌گرم ویتامین B3، ۱۵۰۰۰ میلی‌گرم ویتامین B5، ۱۵۰ میلی‌گرم ویتامین B6، ۵۰۰ میلی‌گرم ویتامین B9، ۷/۵ میلی‌گرم ویتامین B12، ۲۵۰۰۰۰ میلی‌گرم کولین، ۵۰۰ میلی‌گرم بیوتین. هر کیلوگرم از مکمل معدنی تأمین کننده مواد زیر است: ۵۰۰۰۰ میلی‌گرم منگنز، ۲۵۰۰۰ میلی‌گرم آهن، ۵۰۰۰۰ میلی‌گرم روی، ۵۰۰۰ میلی‌گرم مس، ۵۰۰ میلی‌گرم ید، ۱۰۰ میلی‌گرم سلنیوم. جیره‌های آزمایشی حاوی حداقل مقدار مواد مغذی توصیه شده NRC هستند (۱۴).

برای محاسبه شاخص تولید از رابطه زیر استفاده شد (۱۵):

$$\text{شاخص تولید} = \frac{\text{وزن زنده (کیلوگرم)} \times \text{درصد زنده‌مانی}}{\text{سن (روز)} \times \text{ضریب تبدیل غذایی}} \times ۱۰۰$$

جهت تعیین خصوصیات لاشه و وزن اندام‌های داخلی جوجه‌های گوشتی در این آزمایش، پس از اعمال ۸ ساعت گرسنگی، تعداد دو قطعه جوجه در روز ۴۲ از هر واحد آزمایشی به گونه‌ای انتخاب شدند که وزن آن‌ها نزدیک به میانگین وزن واحد آزمایشی مربوطه بود. جوجه‌ها کشتار و بازدهی لاشه به‌روش Huyghebaret و Pack، تعیین شد (۱۶). فاکتورهای مورد سنجش عبارت بودند از درصد وزن نسبی لاشه قابل طبخ، سینه، ران‌ها، کبد، سنگدان و چربی محوطه بطنی که بر اساس درصد وزن زنده بیان شدند. برای اندازه‌گیری فرآسنجه‌های خون از رگ زیر بال دو قطعه مرغ از هر واحد آزمایشی نمونه خون در لوله‌های آزمایش بدون ماده ضدانعقاد اتیلن دی‌آمین ترا استیک اسید (EDTA) جمع‌آوری شد. نمونه‌های خون پس از جدا نمودن سرم در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شد و پس از یخ‌زدایی با استفاده از کیت‌های آزمایشگاهی تهیه شده از شرکت پارس آزمون و توسط دستگاه اتوآنالایزر (آلیسون، آمریکا)، مقدار فرآسنجه‌های سرم (گلوکز، کلسترول، تری‌گلیسرید، اوره، کراتینین، لیپوپروتئین با چگالی بالا (HDL)، لیپوپروتئین با چگالی پایین (LDL) تعیین شدند. مقدار ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام و مالون‌دی‌آلدئید سرم به‌عنوان شاخص وضعیت آنتی‌اکسیدانی در مرغ‌های گوشتی تعیین شدند. مقدار مالون دی‌آلدئید سرم با توجه به شاخص تیوباربیتوریک اسید تعیین شد. برای اندازه‌گیری مالون دی‌آلدئید، ۵۰۰ میکرولیتر پلاسما با سه میلی‌لیتر اسید فسفریک یک درصد مخلوط شد و بعد از ورتکس، یک میلی‌لیتر محلول تیوباربیتوریک اسید ۰/۶ درصد به لوله آزمایش اضافه شد و به‌مدت ۴۵ دقیقه در داخل بن ماری در حال جوش قرار داده شد. سپس لوله آزمایش زیر آب سرد خنک شد و به آن مقدار ۳ میلی‌لیتر N- بوتانل اضافه شد و به‌مدت ۱ الی ۲ دقیقه ورتکس گردید و سپس به‌مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد و پس از جداسازی محلول رویی، اندازه‌گیری جذب نوری در طول موج ۵۳۲ نانومتر انجام شد و غلظت مالون دی‌آلدئید سرم تعیین شد (۱۷). جهت تعیین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام از پلاسمای فریز شده و کیت‌های تشخیص آزمایشگاهی راندوکس استفاده شد.

داده‌های به‌دست آمده با استفاده از ۵ تیمار و ۴ تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی تجزیه واریانس شدند. اطلاعات و نتایج جمع‌آوری شده از آزمایش‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند (۱۸). برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن و سطح معنی‌دار ۵ درصد استفاده شد.

# نتایج

تاثیر عصاره *کروموکلوریس زافینجنسیس* و *اسپیرولینا پلاتنسیس* بر شاخص تولید مرغ‌های گوشتی در جدول ۲ ارائه شده است. تفاوت معنی‌داری از نظر شاخص تولید در ۱ تا ۱۴ روزگی میان تیمارهای مختلف مشاهده شد (P<۰/۰۵)، به‌طوری‌که بیش‌ترین شاخص تولید در تیمار حاوی ۰/۴ درصد جلبک *اسپیرولینا* مشاهده شد. در بازه زمانی ۲۹ تا ۴۲ روزگی استفاده از جلبک *کروموکلوریس* به‌مقدار ۰/۲ درصد در جیره غذایی مرغ‌های گوشتی سبب بهبود معنی‌دار شاخص تولید شد (P<۰/۰۵). در بازه ۱ تا ۲۱ روزگی تفاوت معنی‌داری از نظر شاخص تولید در گروه‌های تیماری مختلف بدست آمد (P<۰/۰۵). بیش‌ترین شاخص تولید در ۱ تا ۲۱ روزگی مربوط به تیمار حاوی جلبک *اسپیرولینا* در سطح ۰/۴ درصد بود. جدول ۳ تاثیر عصاره *کروموکلوریس زافینجنسیس* و *اسپیرولینا پلاتنسیس* بر خصوصیات لاشه مرغ‌های گوشتی را نشان می‌دهد. بیش‌ترین وزن لاشه قابل طبخ در تیمار حاوی جلبک *اسپیرولینا* به مقدار ۰/۴ درصد مشاهده شد که تفاوت آن با گروه شاهد و سطوح مختلف *کروموکلوریس* معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). از نظر درصد سینه و بال هم تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای مختلف مشاهده شد (P<۰/۰۵). بیش‌ترین درصد سینه در مرغ‌های تغذیه‌شده با جیره حاوی *کروموکلوریس* به‌مقدار ۰/۲ درصد به‌دست آمد. مرغ‌های تغذیه شده با جیره حاوی جلبک *اسپیرولینا* به‌مقدار ۰/۲ درصد بال بیش‌تری در مقایسه با گروه شاهد و *کروموکلوریس* (۰/۲ درصد) داشتند. از نظر درصد ران، کبد، سنگدان و چربی محوطه شکمی تفاوت معنی‌داری میان تیمارهای مختلف مشاهده نشد. جدول ۴ تاثیر عصاره *کروموکلوریس زافینجنسیس* و *اسپیرولینا* بر فرآسنجه‌های سرم مرغ‌های گوشتی را نشان می‌دهد. از نظر مقدار گلوکز، اوره، کراتینین، کلسترول، تری‌گلیسرید و HDL تفاوت معنی‌داری میان تیمارهای مختلف مشاهده نشد. تاثیر عصاره *کروموکلوریس زافینجنسیس* و *اسپیرولینا* بر سطح LDL سرم معنی‌دار بود (P<۰/۰۵)، به‌طوری‌که کم‌ترین مقدار LDL در سرم مرغ‌های دریافت‌کننده جلبک *کروموکلوریس* به‌دست آمد. تاثیر عصاره *کروموکلوریس زافینجنسیس* و *اسپیرولینا پلاتنسیس* بر وضعیت آنتی‌اکسیدانی سرم مرغ‌های گوشتی در جدول ۵ گزارش شده است. تاثیر تیمارهای مختلف بر سطح مالون‌دی‌آلدئید سرم معنی‌دار نبود. تفاوت معنی‌داری از نظر شاخص ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام در بین تیمارها مشاهده شد (P<۰/۰۵). بیش‌ترین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام در مرغ‌های گروه شاهد مشاهده شد که تفاوت آن با سایر تیمارها معنی‌دار بود.

**جدول ۲: تاثیر عصاره *کروموکلوریس زافینجنسیس* و *اسپیرولینا پلاتنسیس* بر شاخص تولید در مرغ‌های گوشتی**

| تیمار/صفت | ۱ تا ۱۴ روزگی | ۱۵ تا ۲۸ روزگی | ۲۹ تا ۴۲ روزگی | ۱ تا ۲۱ روزگی | ۲۲ تا ۴۲ روزگی | کل دوره |
|---|---|---|---|---|---|---|
| شاهد | ۱۵۲/۲۷$^{ab}$ | ۲۸۷/۱۱ | ۶۴۰/۸۳$^{ab}$ | ۲۱۹/۶۹$^{ab}$ | ۴۶۳/۹۸ | ۲۲۵/۱۴ |
| *کروموکلوریس* ۰/۲ | ۱۳۷/۹۶$^{bc}$ | ۳۲۰/۷۰ | ۸۰۴/۵۱$^{a}$ | ۲۲۹/۳۳$^{ab}$ | ۵۶۲/۶۱ | ۲۷۱/۴۰ |
| *کروموکلوریس* ۰/۴ | ۱۵۱/۱۹$^{ab}$ | ۳۰۷/۵۴ | ۷۲۴/۴۰$^{ab}$ | ۲۲۹/۳۶$^{ab}$ | ۵۱۵/۹۶ | ۲۵۰/۱۵ |
| *اسپیرولینا* ۰/۲ | ۱۱۶/۴۲$^{c}$ | ۲۸۳/۸۷ | ۶۴۶/۰۳$^{ab}$ | ۲۰۰/۱۵$^{b}$ | ۴۶۴/۹۶ | ۲۲۴/۵۴ |
| *اسپیرولینا* ۰/۴ | ۱۶۹/۰۳$^{a}$ | ۳۶۱/۶۸ | ۵۹۷/۶۰$^{b}$ | ۲۶۵/۳۵$^{a}$ | ۴۷۹/۶۶ | ۲۱۸/۶۶ |
| SEM | ۱۴/۸۵ | ۵۱/۲۶ | ۱۰۲/۸۰ | ۲۷/۷۷ | ۶۹/۶۳ | ۳۰/۲۷ |
| P-value | ۰/۰۰۱ | ۰/۱۵۱ | ۰/۰۳۵ | ۰/۰۲۲ | ۰/۱۶۴ | ۰/۰۶۰ |

$^{a, b, c}$حروف نامشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

**جدول ۳: تاثیر عصاره *کروموکلوریس زافینجنسیس* و *اسپیرولینا پلاتنسیس* بر کیفیت لاشه در مرغ‌های گوشتی(درصد وزن زنده)**

| تیمار/صفت | لاشه قابل طبخ | سینه | ران | بال | کبد | سنگدان | چربی محوطه شکمی |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| شاهد | ۶۰/۵۹۴$^{b}$ | ۳۴/۶۵۶$^{ab}$ | ۲۹/۷۹۵ | ۸/۴۳۴$^{b}$ | ۳/۹۷۸ | ۳/۶۸۴ | ۲/۹۳۶ |
| *کروموکلوریس* ۰/۲ | ۶۲/۸۶۸$^{b}$ | ۳۷/۶۳۹$^{a}$ | ۲۸/۷۷۴ | ۸/۴۶۳$^{b}$ | ۳/۱۴۱ | ۳/۲۴۳ | ۲/۱۲۳ |
| *کروموکلوریس* ۰/۴ | ۶۱/۹۱۶$^{b}$ | ۳۴/۰۹۲$^{b}$ | ۲۹/۶۸۶ | ۱۰/۳۳۶$^{a}$ | ۳/۹۸۹ | ۳/۰۹۶ | ۲/۹۰۸ |
| *اسپیرولینا* ۰/۲ | ۶۴/۸۲۳$^{ab}$ | ۳۳/۷۸۹$^{b}$ | ۲۸/۳۸۶ | ۱۰/۵۵۴$^{a}$ | ۳/۸۵۰ | ۲/۶۵۸ | ۳/۰۳۴ |
| *اسپیرولینا* ۰/۴ | ۶۸/۸۱۶$^{a}$ | ۳۳/۸۲۲$^{b}$ | ۲۹/۹۴۷ | ۱۰/۱۳۴$^{a}$ | ۳/۴۴۵ | ۳/۰۷۰ | ۲/۸۱۴ |
| SEM | ۲/۵۹۹ | ۱/۸۵۳ | ۱/۳۱۷ | ۰/۶۶۷ | ۰/۵۴۲ | ۰/۸۳۰ | ۱/۲۵۶ |
| P-value | ۰/۰۰۲ | ۰/۰۲۰ | ۰/۲۹۶ | ۰/۰۲۰ | ۰/۰۹۳ | ۰/۴۳۹ | ۰/۷۹۳ |

$^{a, b}$حروف نامشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

**جدول ۴: تاثیر عصاره *کروموکلوریس زافینجنسیس* و *اسپیرولینا پلاتنسیس* بر فرآسنجه‌های سرم (میلی‌گرم در دسی‌لیتر) در مرغ‌های گوشتی**

| تیمار/صفت | گلوکز | اوره | کراتینین | کلسترول | تری‌گلیسرید | HDL | LDL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| شاهد | ۲۴۴/۱۲ | ۵/۲۰۰ | ۰/۲۳۶ | ۱۰۰/۴۰ | ۱۰۳/۲۰ | ۶۸/۸۰ | ۷/۸۱۲$^{b}$ |
| *کروموکلوریس* ۰/۲ | ۲۶۲/۰۱ | ۴/۶۰۱ | ۰/۲۶۴ | ۸۶/۸۰ | ۸۸/۴۰ | ۵۵/۰۱ | ۶/۸۲۰$^{b}$ |
| *کروموکلوریس* ۰/۴ | ۲۵۴/۶۰ | ۴/۰۴۷ | ۰/۲۳۶ | ۱۱۰/۶۰ | ۱۰۹/۰۰ | ۷۲/۲۰ | ۶/۸۰۱$^{b}$ |
| *اسپیرولینا* ۰/۲ | ۳۰۳/۸۰ | ۴/۶۴۲ | ۰/۲۵۰ | ۱۰۶/۸۰ | ۱۰۱/۲۰ | ۷۲/۸۰ | ۹/۶۲۲$^{ab}$ |
| *اسپیرولینا* ۰/۴ | ۳۳۵/۰۰ | ۷/۰۰۱ | ۰/۲۹۵ | ۱۰۷/۷۵ | ۹۰/۵۰ | ۷۰/۷۵ | ۲۱/۲۵۰$^{a}$ |
| SEM | ۷۱/۳۴ | ۱/۵۷۶ | ۰/۰۴۱ | ۱۳/۰۳ | ۱۱/۴۷ | ۱۰/۷۵ | ۶/۵۵۵ |
| P-value | ۰/۳۱۲ | ۰/۰۹۷ | ۰/۲۲۸ | ۰/۰۶۷ | ۰/۰۵۷ | ۰/۰۹۲ | ۰/۰۲۲ |

$^{a, b}$حروف نامشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

**جدول ۵: تاثیر عصاره *کروموکلوریس زافینجنسیس* و *اسپیرولینا پلاتنسیس* بر وضعیت آنتی‌اکسیدانی سرم در مرغ‌های گوشتی**

| تیمار/صفت | مالون‌دی‌آلدئید (میکرومول در میلی‌گرم پروتئین) | ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام (نانومول در میلی‌گرم پروتئین) |
|---|---|---|
| شاهد | ۰/۰۳۳ | ۲/۱۳۱$^{a}$ |
| *کروموکلوریس* ۰/۲ | ۰/۰۲۹ | ۱/۸۳۰$^{b}$ |
| *کروموکلوریس* ۰/۴ | ۰/۰۳۷ | ۱/۷۰۶$^{bc}$ |
| *اسپیرولینا* ۰/۲ | ۰/۰۳۹ | ۱/۶۴۹$^{c}$ |
| *اسپیرولینا* ۰/۴ | ۰/۰۴۳ | ۱/۶۲۶$^{c}$ |
| SEM | ۰/۰۱۲ | ۰/۰۸۵ |
| P-value | ۰/۴۸۰ | ۰/۰۲۰ |

$^{a, b, c}$حروف نامشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

## بحث

امروزه با توجه به افزایش آگاهی در جامعه مصرف‌کننده نسبت به کیفیت محصولات تولیدی، توجه به منابع غذایی جدید که بتوانند سلامت تولیدات دام و طیور را بهبود بدهند در حال افزایش می‌باشد. ریزجلبک‌ها منابع مغذی با ارزشی هستند و با توجه به ویژگی‌های ارزشمند آنتی‌اکسیدانی و ضدمیکروبی که دارند، دارای پتانسیل خوبی جهت افزایش پاسخ‌های رشد و تولید در طیور می‌باشند (۱۰). An و همکاران (۱۹) و Abdelnour و همکاران (۲۰) نشان دادند که شاخص‌های تولیدی مرغ‌های گوشتی با افزودن سطوح پایین میکروجلبک *ولگاریس* به‌مقدار ۰/۱۵ الی ۱ درصد جیره به‌طور مثبت تحت تاثیر قرار گرفت. لذا بیان شد که اثرگذاری جلبک‌ها بر مرغ‌های گوشتی می‌تواند تحت تاثیر سطح مورد استفاده نیز قرار بگیرد. افزودن میکروجلبک *کلرلا ولگاریس* به‌مقدار ۱۰ درصد به جیره غذایی جوجه‌های گوشتی با و بدون آنزیم اثر منفی بر عملکرد جوجه‌های گوشتی نداشت. در حقیقت افزایش وزن بدن، مصرف خوراک و ضریب تبدیل غذایی در تیمارهای مختلف تغییر معنی‌داری را نشان نداد (۲۱). جلبک‌ها به‌دلیل داشتن مقدار پروتئین زیاد (بیش از ۵۰ درصد) و تعادل مطلوب اسیدهای آمینه می‌توانند جایگزین مناسبی برای کنجاله سویا در نظر گرفته شوند (۲۲). در تحقیق حاضر افزودن عصاره جلبک *کروموکلوریس زافینجنسیس* به‌مقدار ۰/۲ درصد به جیره غذایی سبب بهبود شاخص تولید در مرغ‌های گوشتی شد. موافق با یافته‌های تحقیق حاضر Alfaia و همکاران، گزارش کردند که افزودن جلبک *کلرلا ولگاریس* به‌مقدار ۱۰ درصد به جیره غذایی جوجه‌های گوشتی سبب بهبود عددی افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل غذایی شد (۲۱). میزان افزایش وزن بدن، ضریب تبدیل غذایی و شاخص تولید اروپایی به‌طور خطی با مکمل‌سازی جلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس* در جیره جوجه‌های گوشتی بهبود یافت (۱۱). Joya و همکاران، مشاهده کردند که استفاده از جلبک *اسپیرولینا* به‌مقدار ۰/۱ درصد سبب بهبود کیفیت لاشه جوجه‌های گوشتی می‌شود (۲۳). گزارشاتی در مورد بهبود ارتفاع پرزهای روده در طیور با استفاده از جلبک‌ها در تغذیه وجود دارد (۲۴). افزایش ارتفاع پرزهای روده نقش موثری در بهبود فرآیندهای مرتبط با جذب منابع مغذی دارد و می‌تواند در بهبود شاخص‌های رشد و وزن گوشت سینه موثر باشد (۲۴). میکروجلبک *اسپیرولینا* دارای ویژگی آنتی‌اکسیدانی است و مشخص شده است که استفاده تغذیه‌ای این جلبک از طریق کنترل جمعیت میکروبی دستگاه گوارش نیاز سیستم ایمنی به انرژی

برای افزایش تولید و ترشح هتروفیل‌ها را کاهش می‌دهد و این می‌تواند کارایی انرژی برای اهداف تولیدی را افزایش دهد (۲۵). افزودن میکروجلبک تخمیر شده *کلرلا ولگاریس* به جیره اردک‌های پکنی سبب بهبود وزن بدن و کیفیت گوشت شد (۲۶). Park و همکاران، مشاهده کردند که افزودن پودر میکروجلبک *چیزوچیتریوم* به غذای مرغ‌های تخم‌گذار موجب افزایش تولید تخم‌مرغ، کاهش محتوی تری گلیسرید و کلسترول تام سرم، بهبود ضخامت پوسته و کاهش نسبت اسیدهای چرب امگا ۶ به امگا ۳ در زرده شد (۲۷). Kalogeropoulos و همکاران، مشاهده کردند که افزودن میکروجلبک‌های غنی از اسید چرب دکوزاهگزانوئیک در جیره جوجه‌های گوشتی سبب بهبود کیفیت لاشه (افزایش محتوی پروتئین و کاهش محتوی چربی لاشه) می‌شود (۲۸). این اثر به‌دلیل وجود اجزای زیست فعال (کاروتنوئیدها، توکوفرول‌ها و استرول‌ها) موجود در میکروجلبک‌ها است. افزودن عصاره میکروجلبک به جیره جوجه‌های گوشتی سبب بهبود معنی‌دار ضریب تبدیل غذایی شد، اما تفاوت معنی‌داری از نظر وزن لاشه قابل طبخ و وزن گوشت سینه و ران مشاهده نشد. این محققین دلیل اثر مثبت عصاره میکروجلبک بر عملکرد مرغ‌های گوشتی را به‌دلیل نقش مهم اسید دکوزاهگزانوئیک در توسعه بافت‌های عصبی به‌خصوص در مراحل اولیه رشد بدن عنوان کردند (۶). Ao و همکاران، بیان کردند که اسید دکوزاهگزانوئیک نقش مهمی در توسعه اولیه و افزایش پاسخ‌های ایمنی دارد (۲۹). استفاده از جلبک در تغذیه مرغ‌ها نقش مثبتی در افزایش گوارش‌پذیری منابع مغذی (۳۰) و سلامت روده (۳) داشته است و به‌نظر می‌رسد که این موضوع می‌تواند دلیل افزایش راندمان لاشه و سینه جوجه‌های گوشتی در تحقیق حاضر باشد. افزودن جلبک *اسپیرولینا* به جیره جوجه‌های گوشتی سبب بهبود وزن نسبی سینه نسبت به گروه شاهد شد (۳۱). در گزارش Shakoori و همکاران، به این نکته اشاره شده است که تغذیه پودر جلبک *اسپیرولینا* در جوجه‌های گوشتی سبب بهود معنی‌دار وزن لاشه قابل طبخ و گوشت سینه شد که با یافته‌های تحقیق حاضر هم‌راستا می‌باشد. بهبود بازده لاشه و سینه می‌تواند به‌علت وجود پپتیدهای زیست فعال در جلبک باشد. پپتیدهای زیست‌فعال دارای اثرات مفید متعددی شامل خصوصیات ضدفشار خون، آنتی‌اکسیدنی، ضدلخته، کاهنده کلسترول، ضدمیکروب و تنظیم سیستم ایمنی می‌باشند (۳۳). میکروجلبک *اسپیرولینا* دارای الگوی اسیدآمینه‌ای مناسب‌تر در مقایسه با دیگر منابع گیاهی (مانند کنجاله سویا) است و به‌علاوه اسیدهای آمینه جلبک‌ها دارای قابلیت هضم بیش‌تری نیز می‌باشند (۳۰). به‌علاوه جلبک *اسپیرولینا* حاوی ترکیبات فعال فیزیولوژیک مانند رنگدانه‌های کاروتنوئید، فیکوسیانین، اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه، ویتامین‌ها، عناصر معدنی پرنیاز و کم نیاز و سایر ترکیبات شیمیائی است. وجود این ترکیبات در جلبک تاییدکننده خصوصیات متمایز مانند ضدمیکروبی، آنتی‌اکسیدانی و ضدالتهابی است. به‌نظر می‌رسد که وجود ترکیبات زیستی مختلف در جلبک‌ها می‌تواند تایید کننده نقش آن‌ها در فرآیند متابولیسم و بهبود شاخص‌هایی مانند افزایش وزن و بازده غذایی باشد (۱۱). نتایج تحقیق حاضر بیانگر نقش مثبت میکروجلبک‌ها در کاهش سطح LDL سرم در مرغ‌های گوشتی است. در ارتباط با تاثیر جلبک‌ها بر پارامترهای سرم گزارش شده است که افزودن میکروجلبک *اسپیرولینا* به جیره طیور سبب کاهش غلظت لیپیدهای سرم مانند کلسترول، تری‌گلیسرید و LDL شد (۳۴). *اسپیرولینا* حاوی رنگدانه‌ای به‌نام فیکوسیانین (نوعی پروتئین محلول در آب) است که سبب کاهش مقدار لیپیدهای سرم می‌شود (۳۵). موافق با نتایج این تحقیق Kotrbacek و همکاران، عدم تاثیر جلبک در جیره غذایی مرغ‌های تخمگذار بر سطح کلسترول و تری‌گلیسرید پلاسما را بیان کردند (۳۶). افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی مانند گلوتاتیون پراکسیداز و سوپر اکسید دیسموتاز در مرغ‌های گوشتی تغذیه شده با جیره‌های مکمل شده با میکروجلبک *اسپیرولینا* مشاهده شده است (۱۱). جلبک *اسپیرولینا* حاوی آنتی‌اکسیدان‌هایی مانند بتاکاروتن، توکوفرول، سلنیوم، رنگدانه‌های پلی‌پپتیدی و اسیدهای فنولیک است که سبب خصوصیات آنتی‌اکسیدانی آن می‌شوند (۳۱). جلبک *اسپیرولینا* دارای مقدار زیادی رنگدانه پروتئینه به‌نام فیکوسیانین است که دارای ویژگی آنتی‌اکسیدانی است (۳۸). اسپیرولینا حاوی مقدار زیادی از ترکیبات فلاونوییدی و اسید فنولیک است. ازجمله ترکیبات فنولی موجود در این جلبک می‌توان به اسیدهای آلی (کافئیک، کلروجنیک، کوئیمیک، سالیسیلیک، سیناپتیک و ترانس سینایمک) نام برد که می‌توانند در بروز ویژگی آنتی‌اکسیدانی موثر باشند (۳۹). جلبک *اسپیرولینا* به‌علت وجود ترکیباتی از قبیل فیکوسیانین، ویتامین $B_{12}$، فنولیک اسیدها و توکوفرول سبب بهبود قابلیت هضم منابع چربی در دستگاه گوارش می‌شود و از اکسیداسیون چربی‌ها ممانعت می‌کند (۴۰). با توجه به یافته‌های تحقیق حاضر می‌توان نتیجه‌گیری کرد که استفاده از عصاره جلبک *کروموکلوریس زافینجنسیس* به‌مقدار ۰/۲ درصد و *اسپیرولینا پلاتنسیس* در سطح ۰/۴ درصد در جیره غذایی مرغ‌های گوشتی سبب بهبود شاخص تولید و کیفیت لاشه می‌شود.

## تشکر و قدردانی

از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه لرستان جهت حمایت برای انجام پژوهش حاضر تشکر می‌گردد.

# منابع


1. **Kang, H.K., Salim, H.M., Akter, N., Kim, D.W., Kim, J.H., Bang, H.T., Kim, M.J., Na, J.C., Hwangbo, J., Choi, H.C. and Suh, O.S., 2013.** Effect of various form of dietary *Chlorella* supplementation on growth performance, immune characteristics and intestinal microflora population of broiler chickens. Journal of Applied Poultry Research. 22: 100-108.
2. **Windisch, W., Schedle, K., Plitzner, C. and Kroismayr, A., 2008.** Use of phytogenic products as feed additives for swine and poultry. Journal of Animal Science. 86: 140-148.
3. **Levine, R., Horst, G., Tonda, R., Lumpkins, B. and Mathis G., 2018.** Evaluation of the effects of feeding dried algae containing beta-1,3-glucan on broilers challenged with Eimeria. Poultry Science. 97: 3494-3500.
4. **Hashemi, S.R. and Davoodi, H., 2010.** Phytogenics as new class of feed additive in poultry industry. Journal of Animal and Veterinary Advances. 9: 2295-2304.
5. **Ferket, P.R and Qureshi, M.A.A., 1992.** Performance and immunity of heat-stressed broilers fed vitamin and electrolyte supplemented drinking water. Journal of Poultry Science. 71: 88-97.
6. **Petrolli, T.G., Petrolli, O.G., Pereira, A.S.C., Zotti, C.A., Romani, J., Villani, R., Leite, P. and Zanandrea, F.M., 2019.** Effects of the dietary supplementation with a microalga extract on broiler performance and fatty-acid meat profle. Brazilian Journal of Poultry Science. 21: 1-8.
7. **Salvia, M., Marlida, Y. and Purwati, E., 2014.** The optimizing of growth and quality of *Chlorella vulgaris* as ASUH feed supplement for broiler. International Journal on Advanced Science Engineering. 4: 90-93.
8. **Andrade, L.M., Andrade, C.J., Dias, M., Nascimento, C.A.O. and Mendes, M.A., 2018.** CLV and spirulina microalgae as sources of functional foods, nutraceuticals, and food supplements; an overview. Food Processing and Technology. 6: 45-58.
9. **Mariey, Y.A., Samak, H.R. and Ibrahem, M.A., 2012.** Effect of using *Spirulina platensis* algae as a feed additive for poultry diets: 1- Productive and reproductive performances of local laying hens. Journal of Egypt Poultry Science. 32: 201-215.
10. **Abdo, S.M., Moez Amer, S.A., Ahmed, H.M., Mahmoud, R.H., Salama, AA. and Kutkat, MA., 2019.** Microalgae biomass application in commercial broilers nutrition and their efficacy against challenge with epidemic Newcastle disease virus in Egypt. Journal of World's Poultry Research. 9: 98-108.
11. **Park, J.H., Lee, S.I. and Kim, I.H., 2018.** 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. 97: 2451-2459.
12. **Hantouch, A.A. and Hreeb, K.K, 2003.** The biochemical composition of some micro-algal species isolated from the shatt al-arab river. Marina Mesopotamica. 18: 1-8.
13. **Becker, W., 2004.** Microalgae in human and animal nutrition. In Handbook of Microalgal Culture: Biotechnology and Applied Phycology (Ed. Richmond, A.,). Blackwell, Oxford, UK. 312-351.
14. **NRC. 1994.** Nutrient Requirements of Poultry. 9th Rev. Ed. National Academy Press, Washington, DC., USA.
15. **Nollet, L., Huyghebaert, G. and Spring, P., 2008.** Effect of different levels of dietary organic (bioplex) trace minerals on live performance of broiler chickens by growth phases. Journal of Applied Poultry Research. 17: 109-115.
16. **Huyghebaret, G. and Pack, M., 1996.** Effects of dietary protein content, addition of nonessential amino acids and dietary methionine to cysteine balance on responses to dietary sulphur-containing amino acids in broilers. British Poultry Science. 37: 623-639.
17. **Iqbal, M., Cawthon, D., Beers, K., Wideman, R.F. and Bottje, W.G., 2002.** Antioxidant enzyme activities and mitochondrial fatty acids in pulmonary hypertension Syndrome (PHS) in broilers. 81: 252-260.
18. **SAS Institute. 1999.** SAS/STAT Users Guide. SAS Inc, NC.
19. **An, B.K., Kim K.E., Jeon J.Y. and Lee K.W., 2016.** Effect of dried *Chlorella vulgaris* and Chlorella growth factor on growth performance, meat qualities and humoral immune responses in broiler chickens. Springer Plus. 5: 718.
20. **Abdelnour, S.A., Abdelhack, M.E., Arif, M., Khafaga, A.F. and Taha, AE., 2019.** The application of the microalgae *Chlorella spp*. as a supplement in broiler Feed. World's Poultry Science Association. 75: 305-318.
21. **Alfaia, C.M., Pestana, J.M., Rodrigues, M., Coelho, Y.D., Aires, M.J., Ribeiro, D.M., Major, V.T., Martins, C.F., Santos, Y.H., Lopes, P.A., Lemos, J.P.C., Fontes, C.M.G.A., Lordelo, M.M. and Prates, J.A.M., 2021.** Influence of dietary *chlorella vulgaris* and carbohydrate active enzymes on growth performance, meat quality and lipid composition of broiler chickens. Poultry Science. 100: 926-937.
22. **Lamminen, M., Halmemies-Beauchet-Filleau, A., Kokkonen, T., Jaakkola, S. and Vanhatalo, A., 2019.** Different microalgae species as a substitutive protein feed for soya bean meal in grass silage based dairy cow diets. Animal Feed Science and Technology. 247: 112-126.
23. **Joya, M., Ashayerizadeh, O. and Dastar, B., 2020.** Effect of microalgae Spirulina and Bacillus subtilis on carcass characteristics, intestinal morphology and blood parameters of broiler chickens. Journal of Animal Environment. 12(1): 87-94. (In Persian)
24. **Ansari, M.S., Hajati, H., Gholizadeh, F., Soltani, N. and Alavi, S.M., 2018.** Effect of different levels of *Spirulina platensis* on growth performance, intestinal morphology, gut microflora, carcass characteristics and some blood parameters in broiler chickens. Journal of Physiological Research. 2: 186-197.
25. **Haldar, S., Ghosh, T.K., Toshiwati, B. and Bedford, M.R., 2011.** Effects of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) an yeast protein concentrate on production performance of broiler chickens exposed to heat stress and challenged with Salmonella enteritidis. Animal Feed Science and Technology. 168: 61-71.
26. **Oh, S.T., Zheng, L., Kwon, H.J., Choo, Y.K., Lee, K.W., Kang, C.W. and An, B.K., 2015.** Effects of dietary fermented *Chlorella vulgaris* (VBT) on growth performance, relative organ weights. Cecal microflora, tibia characteristics and meat qualities in pekin ducks. Asian Australas Journal of Animal Science. 28: 95-101.
27. **Park, J.H., Upadhaya, S.D. and Kim, I.H., 2015.** Effect of dietary marine microalgae (*Schizochytrium*) powder on egg production, blood lipid profiles, egg quality and fatty acid composition of egg yolk layers. Asian Australas Journal of Animal Science. 28: 391-397.
28. **Kalogeropoulos, N., Chiou, A., Gavala, E., Christea, M. and Andrikopoulos, N.K., 2010.** Nutritional evaluation and bioactive microconstituents (carotenoids, tocopherols, sterols and squalene) of raw and roasted chicken fed on

DHA-rich microalgae. Journal of Food Research International. 43: 2006-2013.

29. **Ao, T., Macalintal, L.M., Paul, M.A., Pescatore, A.J., Cantor, A.H. and Ford, M.J., 2015.** Effects of supplementing microalgae in laying hen diets on productive performance, fatty-acid profile, and oxidative stability of eggs. The Journal of Applied Poultry Research. 24: 394-400.

30. **Evans, A.M., Smith, D.L. and Moritz, J.S., 2015.** Effects of algae incorporation into broiler starter diet formulations on nutrient digestibility and 3 to 21 d bird performance. Journal of Applied Poultry Research. 24: 206-214.

31. **Joya, M., Ashayerizadeh, O. and Dastar, B., 2020**. Effects of *Spirulina* (*Arthrospira*) *platensis* and *Bacillus subtilis* PB6 on growth performance, intestinal microbiota and morphology, and serum parameters in broiler chickens. Animal Production Science. 61: 390-398.

32. **Shakoori, M., Rezaei, M. and Chashnidel, Y., 2018.** Effect of Microencapsulated of Spirulina (*Spirulina platensis*) Algae Powder on Performance, Carcass Characteristics and Intestinal Microflora of Broiler Chickens. Research On Animal Production. 9(19): 8-16.

33. **Fan, X., Bai, L., Zhu, L., Yang, L. and Zhang, X., 2014.** Marine algae derived bioactive peptides for human nutrition and health. Journal of Agriculture and Food Chemistry. 62: 9211-9222.

34. **De Jesus Raposo, M.F., De Morais, A.M. and De Morais, R.M., 2016.** Emergent sources of prebiotics: Seaweeds and microalgae. Mar Drugs. 14: 27.

35. **Deng, R. and Chow, T.J., 2010.** Hypolipidemic, antioxidant, and antiinflammatory activities of microalgae Spirulina. Cardiovascular Therapeutics. 28: e33-e45.

36. **Kotrbacek, V., Skrivan, M., Kopecky, J., Penkava, O., Hudeckova, P., Uhrikova, I. and Doubek, J., 2013.** Retention of carotenoids in egg yolks of laying hens supplemented with heterotrophic CLV. Czech Journal of Animal Science. 58: 193-200.

37. **El-Desoky, G.E., Bashandy, S.A., Alhazza, I.M., Al-Othman, Z.A., Aboul-Soud, M.A. and Yusuf, K., 2013.** Improvement of mercuric chloride-induced testis injuries and sperm quality deteriorations by *Spirulina platensis* in rats. PLoS One. 8: e59177.

38. **Khan, Z., Bhadouria, P. and Bisen, P.S., 2005.** Nutritional and ther- apeutic potential of Spirulina. Current Pharmaceutical Biotechnology. 6: 373-379.

39. **Marques de Assis, L., Machado, A.R., De Souza, A., Costa, J.A.V. and Souza, L.A., 2014.** Development and characterization of nanovesicles containing phenolic compounds of microalgae spirulina Strain LEB-18 and chlorella pyrenoidosa. Advances in Materials Physics and Chemistry. 4: 6-12.

40. **Nakono, T., Yamaguchi, T., Sato, M. and Iwama, G., 2003.** Biological effects of carotenoids in fish. International Seminar Effective Utilization of Marine Food Resource, Songkhla, Thailand. 1-15.