Sari Agriculture Sciences and Natural Resources University

Research on Animal Production, Vol. 16, Issue 4, 2025 p: 74-85

OPEN ACCESS

Research Paper

# Effects of Additive Lysophospholipid and Starch Sources on the Performance, Carass Characteristics, and Blood Parameters of Broiler Chickens

**Kolsom Nasiri[1], Mohammad Kazemifard[2], Mansour Rezaei[3], Soheil Yousefi[4] and Yadolah Chashnidel[2]**

1- Ph.D. Student of Poultry Nutrition, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran
2- Associate Professor, Department of Animal Sciences, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran
3- Professor, Department of Animal Science, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran
4- Assistant Professor, Department of Animal Science, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran, (Corresponding author: so.yousefi88@gmail.com)

Received: 08 March, 2025 Revised: 11 July, 2025 Accepted: 05 August, 2025

## Extended Abstract

**Background:** Starch is the primary source of energy in poultry diets. Due to having high levels of fibers or non-starch polysaccharides, the use of carbohydrate sources in the diet can have adverse effects on the physiology of the digestive system. Although broiler chickens' diets are generally corn-based, some nutrients are more abundant in wheat than in corn. However, the use of wheat in feeding broilers is limited due to the presence of water-soluble non-starch polysaccharides (xylans and beta-glucans) because they have an anti-nutritional role. These wheat compounds increase the viscosity of materials in the digestive tract and reduce the digestibility of lipid, starch, and protein, change the intestinal microbial flora, and reduce the physiological and morphological changes (tissue properties) of the digestive tract, ultimately leading to a decrease in bird performance. Therefore, the use of emulsifiers may lead to an increase in the digestion of nutrients in diets containing non-starch polysaccharides. Lysophospholipids can be mentioned among the effective phospholipid emulsifiers in the digestion and absorption of fat in birds. Lysophospholipids are natural surfactants obtained from the hydrolysis of phospholipids by the enzyme phospholipase $A_2$. Lysophospholipids have a higher capacity to form micelles; the formation of fine micelles is very important and leads to higher absorption of fat. Therefore, the present experiment aimed to investigate the effect of lysophospholipid and starch sources on the performance, carcass characteristics, and blood parameters of broiler chickens.

**Methods:** This experiment was performed with 400 one-day-old male Ross 308 broiler chickens in a completely randomized design with a 2×2×2 factorial arrangement, including eight levels of two types of rations (corn and wheat), two levels of lysophospholipids (0 and 0.01%), and two levels of lecithin (0 and 1%). Five replications containing 10 birds were assigned to each experimental treatment. During the experiment, feed intake and body weight were measured periodically. At the end of the experiment, two birds were selected from each replicate, and their carcass characteristics were examined after slaughter. At 21 and 42 days of age, two chicks were selected based on the average body weight of each replicate, and blood was drawn from their wing veins.

**Results:** The results of the experiment showed that the effect of the starch source (corn and wheat) was significant on feed consumption in the final period. The feed consumption of broiler chickens fed with a diet containing wheat increased significantly compared to a diet containing corn in the final period ($P< 0.05$). Lysophospholipid addition to diets containing wheat and corn caused an increase in weight during the growth period and a decrease in the feed conversion ratio during the growth period and the entire period ($P< 0.05$). The influence of the starch source (corn and wheat) was significant on spleen weight, with a significantly increased weight of the spleens of broiler chickens fed with the corn diet compared to the wheat diet ($P< 0.05$). The percentages of carcass and breast increased, and fat decreased in the abdominal cavity by adding lysophospholipids to diets containing wheat and corn ($P< 0.05$). The interaction effects of the diet type, lysophospholipids, and lecithin caused a significant increase in breast weight ($P< 0.05$). In addition, the interaction effects of the diet type, lysophospholipids, and lecithin

Copyright ©2025. Nasiri et al. Published by Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University.
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 Unported License, which allows users to read, copy, distribute, and make derivative works for non-commercial purposes from the material, as long as the author of the original work is cited properly.

were significant on liver weight. The concentrations of glucose, cholesterol, and HDL decreased, and uric acid concentration increased by adding lysophospholipids to diets containing corn and wheat at the age of 21 days ($P < 0.05$). Moreover, adding lecithin to diets containing corn and wheat at the age of 21 days decreased the concentrations of glucose, cholesterol, and HDL and increased uric acid concentration ($P < 0.05$). At the age of 38 days, adding lysophospholipids to the diets containing corn and wheat decreased albumin concentration and increased the concentrations of triglyceride and VLDL ($P < 0.05$). However, the albumin concentration decreased, and the concentrations of triglyceride and VLDL increased by adding lecithin to diets containing corn and wheat ($P < 0.05$). Yet, the effect of starch source (corn and wheat) and the interaction effects of the diet type, lysophospholipids, and lecithin did not significantly affect blood chemical metabolites at the ages of 21 and 38 days.

**Conclusion**: The results of the present experiment showed that the use of lysophospholipids in the diet caused a decrease in the results of the abdominal cavity and an increase in the carcass percentage and breast weight of broiler chickens. Adding lysophospholipids to diets containing corn and wheat reduced feed consumption during the growth period and the whole period and increased weight during the growth period. Adding licitin also increased uric acid and triglycerides and decreased blood glucose and cholesterol consumption in broiler chickens.

**Keywords:** Lecitin, Non-starch carbohydrates, Starch digestibility, Uric acid

**How to Cite This Article:** Nasiri, K., Kazemifard, M., Rezaei, M., Yousefi, S. & Chashnidel, Y. (2025). Effects of Additive Lysophospholipids and Starch Sources on Performance, Carass Characteristics, and Blood Parameters of Broiler Chickens. *Res Anim Prod,* 16(4), 74-85. DOI: 10.61882/rap.2025.1506

مقاله پژوهشی

# تأثیر افزودن لیزوفسفولیپید و منابع نشاسته بر عملکرد، ویژگی‌های لاشه و فراسنجه‌های خونی در جوجه‌های گوشتی

کلثوم نصیری[۱]، محمد کاظمی فرد[۲]، منصور رضائی[۳]، سهیل یوسفی[۴] و یدالله چاشنی دل[۲]

۱- دانشجوی دکتری تغذیه طیور، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
۲- دانشیار، گروه علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
۳- استاد، گروه علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
۴- استادیار، گروه علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران، (نویسنده مسوول: so.yousefi88@gmail.com)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۲/۱۸ تاریخ ویرایش: ۱۴۰۴/۰۴/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۵/۱۴
صفحه ۷۴تا ۸۵

## چکیده مبسوط

**مقدمه و هدف:** نشاسته منبع اولیه انرژی در جیره‌های طیور است. استفاده از منابع کربوهیدراتی در جیره به‌دلیل داشتن سطوح بالایی از الیاف یا پلی‌ساکاریدهای‌غیرنشاسته‌ای می‌تواند اثرات سوء بر فیزیولوژی دستگاه گوارش بگذارد. اگرچه جیره جوجه‌های گوشتی عموماً برپایه ذرت است اما برخی موادمغذی در گندم به میزان فراوان‌تری در مقایسه با ذرت وجود دارند. با این وجود، استفاده از گندم در تغذیه جوجه‌های گوشتی به‌دلیل حضور پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای محلول در آب (زایلان‌ها و بتاگلوکان‌ها) محدود است زیرا نقش ضد تغذیه‌ای دارند. این ترکیبات گندم، ویسکوزیته مواد در دستگاه گوارش را افزایش می‌دهند، قابلیت هضم لیپید، نشاسته و پروتئین را کم می‌کنند، فلور میکروبی روده را تغییر داده، از تغییرات فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی (صفات بافتی) دستگاه گوارش می‌کاهند، و نهایتاً منجربه کاهش عملکرد پرنده می‌شوند. بنا بر این، ممکن است استفاده از امولسی‌فایرها به افزایش هضم موادمغذی در جیره‌های حاوی پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای منجر شود. از جمله امولسی‌فایرهای فسفولیپیدی موثر بر هضم جذب چربی در پرندگان می‌توان به لیزوفسفولیپید اشاره کرد. لیزوفسفولیپیدها سورفاکتانت‌های طبیعی هستند که از هیدرولیز فسفولیپید توسط آنزیم فسفولیپاز $A_2$ به‌دست می‌آیند. لیزوفسفولیپیدها ظرفیت بالاتری برای تشکیل میسل دارند؛ تشکیل میسل ریز بسیار مهم است و منجربه جذب بالاتر چربی می‌شود. از این رو، آزمایش حاضر با هدف بررسی تأثیر لیزوفسفولیپید و منابع نشاسته بر عملکرد، ویژگی‌های لاشه و فراسنجه‌های خونی جوجه‌های گوشتی انجام شد.

**مواد و روش‌ها:** این آزمایش با تعداد ۴۰۰ قطعه جوجه یک‌روزه نر سویه تجاری راس ۳۰۸ در قالب طرح کاملاً تصادفی با روش فاکتوریل۲×۲×۲، شامل هشت سطح، دو نوع جیره (ذرت، گندم)، دو سطح لیزوفسفولیپید (صفر و ۰/۱ درصد) و دو سطح لسیتین (صفر و ۱ درصد) انجام شد. به هر تیمار آزمایشی، پنج تکرار حاوی ۱۰ قطعه پرنده اختصاص یافت. طی دوره آزمایش خوراک مصرفی، افزایش وزن به‌صورت دوره‌ای اندازه‌گیری و ضریب‌تبدیل غذایی محاسبه شد. در پایان دوره آزمایش، دو قطعه پرنده از هر تکرار انتخاب و پس از کشتار ویژگی‌های لاشه‌ها بررسی شدند. در روزهای ۲۱ و ۳۸ روزگی نیز دو قطعه جوجه براساس متوسط وزن بدن از هر تکرار انتخاب و برای بررسی فراسنجه‌های خونی، خون‌گیری از وریدهای بال آن‌ها انجام شد.

**یافته‌ها:** نتایج آزمایش نشان دادند که تاثیر منبع نشاسته (ذرت و گندم) بر مصرف خوراک در دوره پایانی معنی‌دار بود، به‌طوری‌که مصرف خوراک جوجه‌های گوشتی تغذیه‌شده با جیره حاوی گندم نسبت به جیره حاوی ذرت در دوره پایانی افزایش معنی‌داری داشت ($P < ۰/۰۵$). افزودن لیزوفسفولیپید به جیره‌های حاوی گندم و ذرت سبب افزایش وزن در دوره رشد و کاهش ضریب‌تبدیل خوراک در دوره رشد و کل دوره شد ($P < ۰/۰۵$). همچنین، تأثیر منبع نشاسته (ذرت و گندم) بر میانگین وزن طحال معنی‌دار بود به‌طوری‌که وزن طحال جوجه‌های گوشتی تغذیه‌شده با جیره حاوی ذرت نسبت به جیره حاوی گندم افزایش معنی‌داری داشت ($P < ۰/۰۵$). با افزودن لیزوفسفولیپید به جیره‌های حاوی گندم و ذرت، درصد لاشه و سینه افزایش و چربی حفره شکمی کاهش یافت ($P < ۰/۰۵$). اثرات متقابل نوع جیره، لیزوفسفولیپید و لسیتین موجب افزایش معنی‌دار وزن سینه شد ($P < ۰/۰۵$). همچنین، اثرات متقابل نوع جیره، لیزوفسفولیپید و لسیتین بر وزن کبد معنی‌دار بودند. افزودن لیزوفسفولیپید به جیره‌های حاوی ذرت و گندم در سنین ۲۱ و ۳۸ روزگی سبب کاهش غلظت‌های گلوکز، کلسترول، آلبومین و HDL و افزایش غلظت‌های اسید اوریک، تری‌گلسیرید و VLDL شد ($P < ۰/۰۵$). همچنین، افزودن لسیتین به جیره‌های حاوی ذرت و گندم در سنین ۲۱ و ۳۸ روزگی موجب کاهش غلظت‌های گلوکز، کلسترول و HDL و افزایش غلظت‌های اسید اوریک، تری‌گلسیرید و VLDL شد ($P < ۰/۰۵$). از طرف دیگر، منبع نشاسته (ذرت و گندم) و اثرات متقابل نوع جیره، لیزوفسفولیپید و لسیتین اثر معنی‌داری بر متابولیت‌های شیمیایی خون ر سن ۲۱ و ۳۸ روزگی نداشت.

**نتیجه‌گیری:** نتایج آزمایش حاضر نشان دادند که استفاده از لیزوفسفولیپید در جیره حاوی گندم سبب کاهش چربی حفره شکمی و افزایش درصد لاشه و وزن سینه جوجه‌های گوشتی شد. همچنین، افزودن لیزوفسفولیپید به جیره‌های حاوی ذرت و گندم موجب کاهش ضریب‌تبدیل خوراک در دوره رشد و کل دوره و افزایش وزن در دروه رشد گردید. به‌علاوه، افزودن لسیتین سبب افزایش غلظت‌های اسید اوریک و تری‌گلسیرید و کاهش غلظت‌های گلوکز و کلسترول خون در جوجه‌های گوشتی شد.

**واژه‌های کلیدی:** اسیداوریک، قابلیت هضم نشاسته، کربوهیدرات غیر نشاسته‌ای، لسیتین

## مقدمه

نشاسته منبع اولیه انرژی در جیره‌های طیور است. از نظر شیمیایی نشاسته‌ها پلی‌ساکاریدی هستند که از تکرار واحدهای گلوکز تشکیل شده‌اند (Svihus, 2011). هضم نشاسته به‌طور عمده توسط آنزیم آلفا-آمیلاز پانکراس در دئودنوم و ژئوژنوم انجام می‌شود که بیشتر پیوندهای گلیکوزیدی (آلفا۴-۱) را در آمیلوز و آمیلوپکتین تجزیه می‌کند (Lehman *et al.*, 2007). الیاف یا پلی‌ساکاریدهای‌غیر نشاسته‌ای (NSP) یک واژه کلی است و شامل کلیه‌ی مواد گیاهی غیر قابل هضم مانند سلولز، لیگنین و سایر کربوهیدرات‌های پیچیده در جیره است (Hilton *et al.*, 1983). گاهی استفاده از منابع کربوهیدراتی در جیره به‌دلیل داشتن سطوح بالایی از الیاف یا پلی‌ساکاریدهای‌غیر نشاسته‌ای می‌تواند اثرات سوء بر فیزیولوژی دستگاه گوارش

بگذارد. اگرچه جیره جوجه‌های گوشتی عموماً برپایه ذرت است اما برخی مواد مغذی در گندم به میزان فراوان‌تری در مقایسه با ذرت وجود دارند. با این وجود، استفاده از گندم در تغذیه جوجه‌های گوشتی به دلیل حضور پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای محلول در آب (زایلان‌ها و بتاگلوکان‌ها) محدود است زیرا نقش ضد تغذیه‌ای دارند. این ترکیبات گندم، ویسکوزیته مواد در دستگاه گوارش را افزایش می‌دهند و قابلیت هضم لیپید، نشاسته و پروتئین را کم می‌کنند، فلور میکروبی روده را تغییر داده، از تغییرات فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی (صفات بافتی) دستگاه گوارش می‌کاهند و نهایتاً منجر به کاهش عملکرد پرنده می‌شوند (Basbacioglu *et al.*, 2010). بنا بر این، ممکن است استفاده از امولسی‌فایرها به افزایش هضم مواد مغذی در جیره‌های حاوی پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای منجر شود. از جمله امولسی‌فایرهای فسفولیپیدی موثر بر هضم جذب چربی در پرندگان می‌توان به لیزوفسفولیپید اشاره کرد. لیزوفسفولیپیدها، سورفاکتانت‌های طبیعی هستند که از هیدرولیز فسفولیپید توسط آنزیم فسفولیپاز $A_2$ به‌دست می‌آیند (Jones *et al.*, 1992). لیزوفسفولیپید می‌تواند ویژگی مشابه با فسفولیپید داشته باشد با این تفاوت که به‌دلیل از دست دادن یک اسید چرب ویژگی آب‌دوست بیشتری دارند و پیوند بیشتر با ترکیبات قطبی برقرار می‌کنند (Zhang *et al.*, 2011). لیزوفسفولیپیدها ظرفیت بالاتری برای تشکیل میسل دارند، تشکیل میسل ریز بسیار مهم است و منجر به جذب بالاتر چربی می‌شود (Reynier *et al.*, 1986). لیزوفسفولیپیدها سبب تغییر لایه‌های سلولی مانند سلول‌های روده‌ای می‌شوند و با افزایش تبادلات یونی شکل کانال‌های پروتئینی غشاء را تغییر می‌دهند (Maingret *et al.*, 2000). لیزوفسفولیپیدها تعداد و اندازه منافذ غشایی را افزایش می‌دهند و در نتیجه سبب افزایش نرخ عبور ماکرومولکول‌ها در عرض غشاءسلولی می‌شوند (Lundbak *et al.*, 2010). هر دو ساز و کار سبب انتقال مواد مغذی، از ذرات کوچک مانند یون‌های کلسیم تا ترکیبات پیچیده و بزرگ هم‌چون پلی‌ساکاریدها می‌شود، که این امر افزایش قابلیت دسترسی موادمغذی و بهبود عملکرد جوجه‌های گوشتی را در پی دارد (Boontiam *et al.*, 2017). هدف از اجرای این آزمایش، بررسی تأثیر لیزوفسفولیپید و منابع نشاسته بر عملکرد، ویژگی‌های لاشه و فراسنجه‌های خونی جوجه‌های گوشتی است.

## مواد و روش‌ها

این تحقیق به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در فارم تحقیقاتی دانشکده علوم دام و شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری انجام شد. تعداد ۴۰۰ قطعه جوجه خروس سویه تجاری راس ۳۰۸ به‌صورت تصادفی به هشت تیمار آزمایشی با تعداد ۵ تکرار و ۱۰ قطعه پرنده در هر واحد آزمایش اختصاص داده شدند. در این آزمایش، اثر سه عامل جیره، لسیتین و لیزوفسفولیپید مورد بررسی قرار گرفت. تیمارهای آزمایشی به‌ترتیب شامل ۱- جیره شاهد حاوی ذرت بدون افزودن لسیتین و لیزوفسفولیپید، ۲- جیره حاوی ذرت با افزودن لسیتین (۱ درصد)، ۳- جیره حاوی ذرت با افزودن لیزوفسولیپید (۰/۱٪)، ۴- جیره حاوی ذرت با افزودن لیزوفسفولیپید (۰/۱٪) و لسیتین (۱ درصد)، ۵- جیره شاهد حاوی گندم (۳۰ درصد) بدون افزودن لیزوفسفولیپید و لسیتین، ۶- جیره حاوی گندم (۳۰ درصد) با افزودن لسیتین (۱ درصد)، ۷- جیره حاوی گندم (۳۰ درصد) با افزودن لیزوفسفولیپید (۰/۱٪)، و ۸- جیره حاوی گندم (۳۰ درصد) با افزودن لیزوفسفولیپید (۰/۱٪) و لسیتین (۱ درصد). جیره‌های آزمایشی از احتیاجات ارائه‌شده در راهنمای جوجه گوشتی سویه تجاری راس ۳۰۸ در سه مرحله آغازین (یک تا ۱۰ روزگی)، رشد (۲۴-۱۱ روزگی)، پایانی (۳۸-۲۵ روزگی) تهیه و به‌طور آزاد در اختیار جوجه‌ها قرار داده شدند. در طول دوره پرورش، مقدار افزایش وزن بدن و مصرف خوراک هر تیمار به‌صورت دوره‌ای اندازه‌گیری و ضریب تبدیل غذایی مجاسبه شد. برای بررسی ویژگی‌های لاشه در پایان دوره پرورش (۳۸ روزگی)، دو قطعه جوجه با میانگین وزن بدنی نزدیک به هر واحد آزمایشی انتخاب، توزین و کشتار شدند. اوزان سینه، ران و چربی حفره شکمی به‌صورت درصدی از وزن زنده و اوزان لاشه‌شکم خالی، سنگدان، کبد، قلب، طحال و بورس فابریسیوس به‌صورت درصدی از وزن لاشه بیان شدند (Swain *et al.*, 2000). در روزهای ۲۱ و ۳۸ روزگی دوره پرورش، خون‌گیری از سیاهرگ بال دو قطعه پرنده از هر واحد آزمایشی به‌صورت تصادفی انجام شد. غلظت‌های اسیداوریک، آلبومین، گلوکز، کلسترول، تری‌گلیسرید و HDL (لیپوپروتئین با وزن مولکولی بالا) سرم‌خون با استفاده از کیت‌های مخصوص و دستگاه اسپکتوفتومتری اندازه‌گیری شدند (Bar *et al.*, 1982). غلظت LDL (لیپو پروتئین با وزن مولکولی پائین) و VLDL با استفاده از فرمول زیر برآورد شد (Friedewald *et al.*, 1972).

$$VLDL=TG/5$$
$$LDL=Cholesterol\ (HDL + VLDL)$$

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از رویه GLM نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹.۱ (SAS, 2002) انجام گرفت و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن (Duncan, 1995) در سطح معنی‌دار ۰/۰۵ انجام شد. مدل آماری طرح مورد استفاده در این آزمایش به‌صورت رابطه (۱) بود:

$$Y_{ijkl}=\mu+A_i+B_j+C_j+(AB)_{ij}+(AC)_{ik}+(BC)_{jk}+(ABC)_{ijk}+\varepsilon_{ijkl} \quad (1)$$

$Y_{ijkl}$: مقدار هر مشاهده، μ: میانگین، Ai: نوع جیره، Bj: سطح لیزوفسفولیپید، Cj: سطح لسیتین، (AB)ij: اثرمتقابل نوع جیره و لیزوفسفولیپید، (AC)ik: اثر متقابل نوع جیره و لسیتین، (BC)jk: اثر متقابل لیزوفسفولیپید و لسیتین، (ABC)ijk: اثر متقابل نوع جیره، لیزوفسفولیپید و لسیتین، $\varepsilon_{ijk}$: خطای آزمایشی هستند.

جدول ۱- اجزاء و ترکیب شیمیایی جیره های آزمایشی در دوره‌های مختلف (درصد)
Table 1. Components and chemical compositions of experimental diets in different periods (%)

| پایانی (۳۸-۲۵روزگی) Finisher diet (Days 25-38) | | رشد (۲۴-۱۱ روزگی) Grower diet (Days 11-24) | | آغازین (۱۰-۱ روزگی) Staeter diet (Days 1-10) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ذرت (Corn) | گندم (Wheat) | ذرت (Corn) | گندم (Wheat) | ذرت (Corn) | گندم (Wheat) | ماده خوراکی (درصد) Feedstuff (%) |
| – | 30 | – | 30 | – | 30 | گندم (Wheat) |
| 58.42 | 30.36 | 53.02 | 25.03 | 51.63 | 23.64 | ذرت (Corn) |
| 33.30 | 30.37 | 38.59 | 35.61 | 37.64 | 34.62 | کنجاله سویا ۴۴٪ (Soybean meal) |
| – | – | – | – | 3 | 3 | گلوتن (gluten) |
| 4.33 | 5.32 | 4.14 | 5.02 | 2.42 | 3.40 | روغن سویا (Soybean oil) |
| 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | بیکربنات سدیم (Sodium bicarbonate) |
| 1.28 | 1.26 | 1.56 | 1.54 | 1.95 | 1.93 | دی‌کلسیم فسفات (Dicalcium phosphate) |
| 0.29 | 0.27 | 0.28 | 0.27 | 0.28 | 0.27 | نمک طعام (Sodium chloride) |
| 0.68 | 0.69 | 0.75 | 0.75 | 1.13 | 1.14 | کربنات کلسیم (Calcium carbonate) |
| 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | مکمل ویتامینی[1] (Vitamin supplement) |
| 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | مکمل معدنی[2] (Mineral supplement) |
| 0.34 | 0.32 | 0.35 | 0.34 | 0.39 | 0.37 | دی- ال-متیونین (DL-Methionine) |
| 0.24 | 0.29 | 0.21 | 0.26 | 0.4 | 0.45 | ال-لیزین هیدروکلراید (L-Lysine hydrochloride) |
| 0.08 | 0.1 | 0.08 | 0.10 | 0.14 | 0.16 | ال-ترئونین (L-Threonine) |
| ترکیبات شیمیایی (Chemical analysis) | | | | | | |
| 3114 | 3114 | 3017 | 3017 | 2900 | 2900 | انرژی قابل متابولیسم (Kcal/kg) (Metabolisable energy ) |
| 18.97 | 18.97 | 20.92 | 20.92 | 22.38 | 22.38 | پروتیین خام (٪) Crude protein (%) |
| 7.02 | 7.39 | 6.46 | 6.72 | 4.85 | 5.22 | چربی خام (٪) Ether extract (%) |
| 3.61 | 3.51 | 3.89 | 3.79 | 3.82 | 3.72 | فیبر خام (٪) Crude fiber (%) |
| 0.36 | 0.36 | 0.75 | 0.75 | 0.49 | 0.49 | فسفر قابل دسترس (٪)Available phosphorus (%) |
| 0.65 | 0.65 | 0.42 | 0.42 | 0.98 | 098 | کلسیم (٪) Calcium (%) |

[1] مکمل ویتامینه در هر کیلوگرم جیره تامین‌کننده: ویتامین A، ۱۱۰۰۰ واحد بین‌المللی؛ ویتامین E، ۱۲۱ واحد بین‌المللی؛ ویتامین $D_3$، ۲۳۰۰ واحد بین‌المللی؛ ویتامین K، ۲ میلی‌گرم؛ ویتامین $B_6$، ۴ میلی‌گرم؛ ویتامین $B_{12}$، ۰/۰۲ میلی‌گرم؛ کولین کلراید، ۸۴۰ میلی‌گرم؛ ریبوفلاوین، ۴ میلی‌گرم؛ اسید فولیک، ۱ میلی‌گرم؛ بیوتین، ۰/۰۳ میلی‌گرم.
[2] مکمل معدنی در هر کیلو گرم جیره تامین‌کننده: ید، ۱ میلی‌گرم؛ مس، ۱۰۰ میلی گرم؛ منگنز، ۱۰۰ میلی‌گرم؛ سلنیوم، ۰/۰۲ میلی‌گرم؛ اتوکسی‌کوئین، ۰/۱۲۵ میلی‌گرم؛ آهن، ۵۰ میلی‌گرم.

1- vitamin supplement per kilogram of the supplier's die: vitamin A, 10,000 IU; vitamin E, 121 IU; vitamin $D_3$, 2,300 IU; vitamin k, 2 mg; vitamin $B_6$, 4 mg; vitamin $B_{12}$, 0/02 mg; cholin choloride, 840 mg; riboflavin, 4 mg; folic acid, 1 mg; biotin, 0,03 mg.
2- mineral supplements per kilogram of the supplier's diet: iodine, 3 mg; copper, 4 mg; manganese, 60 mg; selenite, 0.1mg; Ethoxy quin, 0.125mg; ferrous, 50 mg.

## نتایج و بحث

نتایج عملکرد (جدول ۲) نشان دادند که تاثیر منبع نشاسته (ذرت و گندم) بر مصرف خوراک در دوره پایانی معنی‌دار بود، به‌طوری که مصرف خوراک جوجه‌های گوشتی تغذیه‌شده با جیره حاوی گندم نسبت به جیره حاوی ذرت در دوره پایانی افزایش معنی‌داری داشت ($P < ۰/۰۵$). افزودن لیزوفسفولیپید به جیره‌های حاوی گندم و ذرت سبب افزایش وزن در دوره رشد و کاهش ضریب‌تبدیل خوراک در دوره رشد و کل دوره شد ($P < ۰/۰۵$). افزودن لسیتین به جیره‌های حاوی ذرت و گندم موجب کاهش مصرف خوراک در دوره آغازین شد ($P < ۰/۰۵$). اثرات متقابل نوع جیره، لیزوفسفولیپید و لسیتین بر صفات عملکردی معنی‌دار نبودند. از دلایل احتمالی مصرف خوراک بیشتر در جیره‌های حاوی گندم این است که گندم انرژی پایین‌تری به ازای واحد وزن نسبت به ذرت دارد. از سوی دیگر، پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای موجود در گندم مانع از دسترس قرارگرفتن کل انرژی موجود در آن توسط پرنده می‌شود (Engberg *et al.,* 2004). با حل‌شدن این پلی‌ساکاریدها در محیط آبی روده‌های جوجه‌ها، محتویات ویسکوزی به وجود می‌آیند (Kell *et al.,* 1993). این شرایط منجر به کاهش تمایل آنزیم و سوبسترا شده (Crouch *et al.,* 1997)، در نتیجه هضم و جذب نشاسته، پروتئین و چربی کاهش می‌یابند که منجر به کاهش عملکرد می‌شود. در مطالعه‌ای مشخص گردید که مکمل امولسی‌فایر تأثیری بر مصرف خوراک جوجه‌های گوشتی نداشت (Zhang *et al.,* 2010) که با نتایج آزمایش حاضر در مورد عدم تاثیر مصرف لیزوفسفولیپید بر میزان خوراک مصرفی در دوره‌های مختلف پرورش مطابقت دارد. نتایج آزمایش حاضر با نتایج پیشین (Reynier *et al.,* 1986; Soilbi *et al.,* 2021) مطابقت دارند که بیان کردند افزودن لیزوفسفولیپید به جیره جوجه‌های گوشتی موجب بهبود افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک شد. این ممکن است مربوط به توانایی لیزوفسفولیپید برای امولسیون بهتر لیپیدهای جیره غذایی و تشکیل لیپوزهای کوچک باشد که با راندمان بالا توسط حیوان جذب می‌شوند. این نتایج ممکن است به علت عدم فعالیت لیپاز در فاز آغازین نیز باشد. اگرچه افزایش وزن در دوره پایانی ممکن است مربوط به افزایش فعالیت لیپاز باشد که منجر به افزایش سطح چربی قابل هضم با امولسیفه شدن می‌شود (Guerreiro *et al.,* 2011). در این رابطه، باید اشاره شود که روده کوچک پرندگان بعد از ۱۰ تا ۱۴ روزگی بالغ می‌شود و خوراک مصرفی افزایش می‌یابد، به همین دلیل ممکن است اثرات مثبت افزودن امولسی‌فایرها با افزایش سن بیشتر دیده شوند (Reynier *et al.,* 1986). در رابطه با مکمل امولسی‌فایر، گزارشات بسیاری حاکی از موثر بودن مصرف آن بر افزایش وزن بدن جوجه‌های گوشتی و خوک‌ها هستند. برای مثال، در مطالعه‌ای اثر مکمل امولیسفیه کننده (مکمل لیزوفسفاتیدیل کولین) بر قابلیت هضم منابع مختلف چربی (پیه، روغن سویا و چربی طیور) در جوجه‌های گوشتی بررسی شد و مکمل لیزوفسفاتیدیل کولین (۰/۵ گرم در کیلوگرم) توانست وزن بدن جوجه‌های گوشتی را در دوره آغازین با توجه به تأثیر آن بر قابلیت هضم ظاهری اسیدهای

چرب بهبود بخشد (Zhang *et al.,* 2010). محققان گزارش کردند که مصرف خوراک و جذب مواد مغذی در جوجه‌های گوشتی تغذیه‌شده با سطوح ۰/۲۵ یا ۰/۵۰ گرم در کیلوگرم لیزولستین افزایش یافت (Melegry *et al.,* 2010). ضمن ارزیابی اثرات سه منبع مختلف چربی (روغن سویا، چربی حیوانی و روغن طیور) با و بدون افزودنی لیزوفسفولیپید بر عملکرد جوجه‌های گوشتی، افزایش وزن بیشتری در جوجه‌های تغذیه‌شده با لیزوفسفولیپید در مقایسه با گروه شاهد در دوره آغازین مشاهده شد (Zhang *et al.,* 2011). در آزمایشی نیز استفاده از ۳ درصد لیستین سویا موجب بهبود افزایش وزن و بهبود ضریب‌تبدیل غذایی در مرغ‌های تخم‌گذار شد (Attia *et al.,* 2009). استفاده از مکمل لیزوفسفاتیدیل کولین صرف نظر از نوع منبع چربی منجر به بهبود ضریب تبدیل غذایی در دوره آغازین جوجه‌های گوشتی شد (Zhang *et al.,* 2010). در مطالعه محققین اخیر، ضریب تبدیل غذایی در دوره رشد تحت تأثیر استفاده از مکمل امولسی‌فایری قرار نگرفت (Zhang *et al.,* 2016). اثرات مثبت افزودن مکمل امولسی‌فایر به جیره طیور و خوک در بهبود ضریب‌تبدیل خوراک در مطالعات متعددی گزارش شده‌اند (Emmert *et al.,* 1996). در مطالعه حاضر، استفاده از لیزوفسفولیپید در دوره رشد و کل دوره موجب بیشترین کاهش ضریب‌تبدیل خوراک نسبت به گروه شاهد در دوره آغازین و دوره پایانی گردید. این امر می‌تواند به‌دلیل قابلیت کمتر اسیدهای چرب اشباع در پیوستن به میسل‌ها نسبت به اسیدهای چرب غیر اشباع به‌خصوص در سنین ابتدایی جوجه‌های گوشتی باشد.

**ویژگی‌های لاشه**

تأثیر تیمارهای آزمایش بر ویژگی‌های لاشه (درصدی از وزن زنده) جوجه‌های گوشتی در جدول ۳ نشان داده شده است. تأثیر منبع نشاسته (ذرت و گندم) بر وزن طحال معنی‌دار بود به‌طوری‌که وزن طحال جوجه‌های گوشتی تغذیه‌شده با جیره حاوی ذرت نسبت به جیره حاوی گندم افزایش معنی‌داری داشت ($P$ <۰/۰۵). با افزودن لیزوفسفولیپید به جیره‌های حاوی گندم و ذرت، درصد لاشه و سینه افزایش و چربی حفره شکمی کاهش یافت ($P$ <۰/۰۵). افزودن لسیتین به جیره‌های حاوی گندم و ذرت بر ویژگی‌های لاشه معنی‌دار نبود. اثرات متقابل نوع جیره، لیزوفسفولیپید و لسیتین موجب افزایش معنی‌دار وزن سینه شدند ($P$ <۰/۰۵). بیشترین وزن سینه با افزودن لیزوفسفولیپید و بدون لسیتین در جیره‌های حاوی ذرت و گندم و جیره حاوی گندم با افزودن لیزوفسفولیپید و لسیتین و کمترین آن در جیره ذرت شاهد و جیره ذرت با افزودن لیزوفسفولیپید با و بدون لسیتین مشاهده شدند. همچنین، اثرات متقابل نوع جیره، لیزوفسفولیپید و لسیتین بر وزن کبد معنی‌دار بودند ($P$ <۰/۰۵). بیشترین وزن کبد در جیره ذرت شاهد و کمترین آن در جیره حاوی ذرت با افزودن لیزفسفولیپید و بدون لسیتین و جیره حاوی گندم شاهد برآورد شدند. نتایج آزمایش حاضر با نتایج قبلی (Hu *et al.,* 2019) که آثار مثبت استفاده از امولسی‌فایر بر کاهش میزان چربی ذخیره شده محوطه شکمی را گزارش دادند مطابقت دارند. به‌نظر می‌رسد که مکمل امولسی‌فایر از طریق بهبود وضعیت هضم و جذب چربی و اسیدهای چرب ضروری منجربه کاهش فرایند ساخت اسیدهای چرب در کبد و در نتیجه کاهش میزان ذخایر چربی بدن می‌شود. لیزوفسفولیپید در سطوح (۰/۰۵ و ۰/۱۰ درصد) موجب کاهش درصد چربی‌شکمی جوجه‌های‌گوشتی در روز ۲۸ شد (Zhao *et al.,* 2017). هم‌چنین، افزودن مکمل لیزوفسفولیپید در سطح ۰/۱۰ درصد به جیره جوجه‌های‌گوشتی سبب درصد چربی‌شکمی کمتری در روز ۲۴ شد. به نظر می‌رسد که مکمل لیزوفسفولیپید به‌عنوان یک امولسی‌فایر چربی می‌تواند هضم چربی در بدن را افزایش و ذخیره چربی در عضله را بهبود دهد، که سبب کاهش درصد چربی‌شکمی و بهبود کیفیت عضله می‌شود. لیزوفسفولیپید موجب تغییر در گردش و تسهیل جذب چربی و پروتئین برای تبدیل به عضلات به جای رسوب چربی در شکم می‌شود که در نتیجه بر روی رسوبات اسیدچرب و اسیدآمینه گوشت تأثیر می‌گذارد. همچنین، افزودن ۰/۱۵ درصد لیزوفسفولیپید توانست وزن سینه را افزایش دهد (Boontiam *et al.,* 2017) که مطابق با آزمایش حاضر است.

در آزمایشی دیگر، با افزودن لیزوفسفولیپید به جیره جوجه‌های گوشتی هیچ‌گونه تغییر در گروه‌های آزمایشی در مورد بازده لاشه، وزن سینه، ران و بال‌ها مشاهده نکردند (Zampiga *et al.,* 2016). لیزولیستین سبوس برنج (۲/۵ و ۵ درصد) درصد چربی شکم در جوجه‌های گوشتی را در ۳۵ روزگی کاهش داد (Raju *et al.,* 2011). علاوه بر این، گزارش شد که تغذیه پرندگان با ۰/۰۲، ۰/۰۳۵، ۰/۰۵ و ۰/۰۶۵ درصد امولسی‌فایر درصد چربی شکم را در ۴۲ روزگی کاهش داد، در حالی‌که تغذیه ۰/۰۶۵ درصد جیره‌های مکمل‌شده با امولسی‌فایر درصد چربی سینه و ران را افزایش داد. این نتیجه نشان می‌دهد که امولسی‌فایر می‌تواند چرخه لیپیدها را در بدن افزایش و چربی شکمی را کاهش و باعث بهبود میزان رسوب چربی در عضله و کیفیت عضلانی شود (Zang *et al.,* 2017). نتایج متفاوت ممکن است در اثر سطوح مصرف امولسی‌فایر و ترکیبات آن در جیره و یا تفاوت در سن پرنده در زمان نمونه‌گیری در طول دوره پرورش باشند که با نتایج آزمایش حاضر مطابقت دارد. محققان نشان دادند که در اثر مصرف جو (حاوی NSP) میزان ویسکوزیته محتویات دستگاه گوارش افزایش یافت و به دنبال آن با کاهش خوراک مصرفی، افت لاشه و اجزای آن حاصل شد (Wang *et al.,* 2016).

جدول ۲- تأثیر تیمارهای آزمایشی بر عملکرد جوجه‌های گوشتی در دوره‌های مختلف آزمایش

Table 2. Effects of experimental treatments on the growth performance of broilers in different experimental periods

| Treatment تیمار | | | | | ضریب‌تبدیل خوراک (گرم/گرم) Food conversion ratio (g/g) | | | میانگین خوراک مصرفی (گرم) Feed intake (g) | | | میانگین افزایش وزن (گرم) Weight gain (g) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Main effects اثرات اصلی | | | | | آغازین Starter ۱۰-۱ روزگی 1-10 d | رشد Grower ۲۴-۱۱ روزگی 11-24 d | پایانی Finisher ۲۵-۳۸ روزگی 25-38 d | آغازین Starter ۱۰-۱ روزگی 1-10 d | رشد Grower ۲۴-۱۱ روزگی 11-24 d | پایانی Finisher ۲۵-۳۸ روزگی 25-38 d | کل دوره Totlal ۳۸-۱روزگی 1-38 d | آغازین Starter ۱۰-۱ روزگی 1-10 d | رشد Grower ۲۴-۱۱ روزگی 11-24 d | پایانی Finisher ۲۵-۳۸ روزگی 25-38 d | کل دوره Total ۳۸-۱روزگی 1-38 d |
| نوع جیره Type of ration | corn ذرت | | | | 0.90 | 2.29 | 1.50 | 130.32 | 600.70 | 1370.25 | 2055.85 | 0.90 | 2.29 | 1.50 | 1.71 |
| | wheat گندم | | | | 0.91 | 2.29 | 1.47 | 135.95 | 596.90 | 1434.45 | 2122.00 | 0.91 | 2.29 | 1.47 | 1.69 |
| P | | | | | 0.8616 | 0.9088 | 0.2716 | 0.1209 | 0.8370 | 0.0523 | 0.0912 | 0.3348 | 0.9088 | 0.2716 | 0.4245 |
| لیزوفسفولیپید Lysophpsphplipid | 0 | | | | 0.92 | 2.45[a] | 1.48 | 133.50 | 555.58[b] | 1415.45 | 2059.10 | 0.92 | 2.45[a] | 1.48 | 1.72[a] |
| | 0.1 | | | | 0.89 | 2.12[b] | 1.49 | 132.77 | 642.02[a] | 1389.25 | 2118.75 | 0.89 | 2.12[b] | 1.49 | 1.67[b] |
| P | | | | | 0.6904 | 0.0002 | 0.6006 | 0.8386 | 0.0001 | 0.4168 | 0.1262 | 0.6175 | 0.0002 | 0.6006 | 0.0291 |
| لسیتین Lecithin | 0 | | | | 0.94 | 2.34 | 1.48 | 134.47 | 587.23 | 1388.20 | 2064.70 | 136.32[a] | 2.34 | 1.48 | 1.71 |
| | 1 | | | | 0.87 | 2.24 | 1.49 | 131.80 | 610.38 | 1416.50 | 2113.15 | 113.47[b] | 2.24 | 1.49 | 1.69 |
| P | | | | | 0.2222 | 0.2082 | 0.7753 | 0.4541 | 0.2155 | 0.3810 | 0.2114 | 0.0326 | 0.7377 | 0.7753 | 0.4613 |
| اثرات متقابل نوع جیره × لیزوفسفولیپید× لسیتین Interaction effects of diet type × Lysophospholipid × Lecithin | ذرت corn | 0.1 | 1 | | 0.83 | 2.22 | 1.49 | 124.3 | 623.80 | 1370.20 | 2072.60 | 102.40 | 1368.60 | 2038.20 | 3509.20 |
| | ذرت corn | 0.1 | 0 | | 0.83 | 2.00 | 1.52 | 137.00 | 673.30 | 1342.60 | 2107.60 | 113.50 | 1344.60 | 2036.20 | 3494.30 |
| | ذرت corn | 0 | 1 | | 0.96 | 2.28 | 1.50 | 130.00 | 595.40 | 1381.60 | 2061.40 | 125.00 | 1352.20 | 2077.49 | 3554.70 |
| | ذرت corn | 0 | 0 | | 0.98 | 2.65 | 1.47 | 131.00 | 510.30 | 1386.60 | 1981.80 | 127.00 | 1343.80 | 2049.00 | 3520.00 |
| | گندم wheat | 0.1 | 1 | | 0.90 | 2.19 | 1.48 | 137.50 | 623.20 | 1425.80 | 2141.40 | 123.90 | 1356.70 | 2121.50 | 3602.10 |
| | گندم wheat | 0.1 | 0 | | 1.02 | 2.13 | 1.47 | 132.30 | 647.80 | 1418.40 | 2153.40 | 134.00 | 1371.20 | 2095.56 | 3596.80 |
| | گندم wheat | 0 | 1 | | 0.78 | 2.28 | 1.47 | 135.40 | 599.10 | 1488.40 | 2177.20 | 102.60 | 1359.00 | 2195.18 | 3656.80 |
| | گندم wheat | 0.1 | 0 | | 0.94 | 2.59 | 1.46 | 138.60 | 517.50 | 1405.20 | 2016.00 | 130.60 | 1337.80 | 2055.20 | 3523.60 |
| p | | | | | 0.9088 | 0.4816 | 0.4521 | 0.1449 | 0.7009 | 0.4013 | 0.7023 | 0.2526 | 0.6606 | 0.5429 | 0.9240 |
| SEM | | | | | 0.4225 | 0.4881 | 0.2582 | 3.3411 | 7.6116 | 10.0369 | 10.9606 | 4.2643 | 9.5650 | 10.3635 | 0.2758 |

[ab] در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مختلف تفاوت آماری معنی‌داری دارند ($P$<۰/۰۵).

a-b: Means with different alphabet in columns differ significantly ($P$<0.05).

**متابولیت‌های شیمیایی خون**

اثر افزودن لیزوفسفولیپید و لسیتین به جیره حاوی ذرت و گندم بر غلظت فراسنجه‌های خونی جوجه‌های گوشتی در سن ۲۱ و ۳۸ روزگی در جداول ۴ و ۵ نشان داده شده است. با افزودن لیزوفسفولیپید به جیره‌های حاوی ذرت و گندم در سن ۲۱ روزگی، غلظت‌های گلوکز، کلسترول و HDL کاهش و غلظت اسید اوریک افزایش یافتند ($P$ <۰/۰۵). همچنین، افزودن لسیتین به جیره‌های حاوی ذرت و گندم در سن ۲۱ روزگی موجب کاهش غلظت‌های گلوکز، کلسترول و HDL و افـزایش غلظت اسید اوریک شد ($P$ < ۰/۰۵). در سن ۳۸روزگی، افزودن لیزوفسفولیپید به جیره‌های حاوی ذرت و گندم موجب کـاهش غلظت آلبـومین و افـزایش غلظت‌های تـری‌گلسیرید و VLDL شد ($P$ <۰/۰۵) ولی با افزودن لسیتین به جیره‌های حاوی ذرت و گندم غلظت آلبومین کاهش و غلظت‌های تـری‌گلیسرید و VLDL افزایش یافتند ($P$ < ۰/۰۵). اثرات متقابل نوع جیره، لیزوفسفولیپید و لسیتین تأثیر معنی‌داری بر متابولیت‌های شیمیایی خونی در سن ۲۱ و ۳۸ روزگی نداشتند. هو و همکاران (Hu *et al.,* 2019) بیان کردند که افزودن لیزولسیتین به میزان ۰/۱۰ درصد در جیره مرغ‌های تخمگذار سبب افزایش قابلیت هضم نیتروژن و اسیدآمینه و افزایش غلظت اسیداوریک در سرم شد. اسیداوریک به‌عنوان متابولیت نهایی اصلی متابولیسم نیتروژن در جـوجـه‌هـای‌گـوشتی شنـاخته می‌شـود و بنـا بـر ایـن، کـاهش غلظت اسیداوریک بـرای تعییـن میـزان مصـرف اسیـدآمینـه مهم است (Donsbough *et al.,* 2010). بر اساس یافته‌های این پژوهشگران، افزودن لیزوفسفولیپید به جیره سبب کاهش برخی از فراسنجه‌های لیپیدی در سرم خون جوجه‌های گوشتی و به‌ویژه لیپوپروتئین‌های با دانسیته پایین شد (Roy *et al.,* 2010). همچنین گزارش شد که تغذیه جوجه‌های گوشتی با جیره‌های حاوی لیزوفسفولیپید سبب تغییر در فراسنجه‌های خونی و تری‌گلیسریدهای سرم شد (Zhao *et al*., 2017) که با نتایج آزمایش حاضر مطابقت دارد.

جدول ۳- تاثیر تیمارهای آزمایشی بر ویژگی‌های لاشه جوجه های گوشتی در سن ۳۸ روزگی (به‌صورت درصدی از وزن زنده بدن)
Table 3. Effects of experimental treatments on carcass characteristics of broilers at 38 days of age (% of body weight)

| بورس فابریسیوس Bursa of Fabricius | طحال Spleen | کبد Liver | قلب Heart | سنگدان Gizzard | چربی حفره شکمی Abdominal Fat pad | سینه Breast | ران Thigh | لاشه Carcass | | | اثرات اصلی Main effects |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.40 | 0.15[a] | 3.35 | 0.83 | 2.08 | 2.08 | 39.83 | 30.25 | 65.25 | | | ذرت corn |
| 0.30 | 0.12[b] | 3.33 | 0.81 | 3.28 | 1.82 | 40.07 | 29.73 | 66.21 | | | گندم wheat |
| 0.3180 | 0.0414 | 0.8162 | 0.5350 | 0.1890 | 0.1547 | 0.7045 | 0.3108 | 0.0860 | | | P |
| 0.31 | 0.14 | 3.27 | 0.85 | 3.15 | 2.33[a] | 39.07[b] | 30.30 | 64.77[b] | | | 0 |
| 0.42 | 0.13 | 3.41 | 0.79 | 2.20 | 1.57[b] | 40.83[a] | 29.83 | 66.68[a] | | | 0.1 |
| 0.3238 | 0.8323 | 0.2529 | 0.0665 | 0.2946 | 0.0002 | 0.0076 | 0.2346 | 0.0013 | | | P |
| 0.31 | 0.13 | 3.34 | 0.83 | 3.09 | 2.06 | 40.50 | 29.77 | 66.12 | | | 0 |
| 0.40 | 0.14 | 3.34 | 0.81 | 2.26 | 1.84 | 19.40 | 30.21 | 65.34 | | | 1 |
| 0.3212 | 0.7321 | 0.9779 | 0.5913 | 0.3604 | 0.2298 | 0.0861 | 0.3977 | 0.1602 | | | P |
| 0.32 | 0.75 | 2.23 | 0.82 | 2.12 | 1.66 | 39.54[b] | 30.49 | 65.67 | 1 | 0.1 | ذرت corn |
| 0.33 | 0.13 | 3.10 | 0.75 | 1.95 | 1.27 | 41.20[a] | 29.00 | 68.62 | 0 | 0.1 | ذرت corn |
| 0.32 | 0.14 | 3.32 | 0.81 | 2.13 | 2.87 | 39.39[b] | 30.07 | 62.68 | 1 | 0 | ذرت corn |
| 0.31 | 0.15 | 3.76 | 0.94 | 2.10 | 2.52 | 39.20[b] | 31.44 | 64.04 | 0 | 0 | ذرت corn |
| 0.31 | 0.11 | 3.47 | 0.81 | 2.22 | 1.49 | 41.37[a] | 29.87 | 66.39 | 1 | 0.1 | گندم wheat |
| 0.30 | 0.13 | 3.29 | 0.79 | 2.50 | 1.87 | 41.21[a] | 29.46 | 66.08 | 0 | 0.1 | گندم wheat |
| 0.30 | 0.13 | 3.33 | 0.81 | 2.57 | 1.34 | 37.31[c] | 30.84 | 66.63 | 1 | 0 | گندم wheat |
| 0.31 | 0.13 | 3.22 | 0.84 | 2.82 | 2.58 | 40.38[ab] | 29.20 | 65.75 | 0 | 0.1 | گندم wheat |
| 0.3282 | 0.2364 | 0.2847 | 0.2025 | 0.4361 | 0.2646 | 0.0481 | 0.0685 | 0.6380 | | | p |
| 1.3532 | 0.1850 | 0.6010 | 0.3086 | 1.6828 | 0.7546 | 1.3987 | 1.2653 | 1.3090 | | | SEM |

| اثرات متقابل نوع جیره × لیزوفسفولیپید× لسیتین Interaction effects of diet type ration× Lysophospholipid × Lecithin |
|---|

Ab در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مختلف تفاوت آماری معنی‌داری دارند ($P$ < ۰/۰۵).
a-b: Means with different letters in columns differ significantly ($P$ < 0.05).

پژوهشگران گزارش کردند که مکمل‌های غذایی با لیزوفسفولیپید توانستند با افزایش فعالیت لیپوپروتئین لیپاز کبدی باعث کاهش غلظت تری‌گلیسرید سرم شوند. در نتیجه، وضعیت متابولیسم لیپید در کبد بهبود یافت و از سطح تری‌گلیسرید در سرم کاسته شد (Wang *et al.,* 2016). این مکانیسم ممکن است به‌دلیل سرعت بالای شیلومیکرون در خون و کاهش میزان ترشح آن در خون باشد. پروتئین کل و آلبومین شاخص‌های بیولوژیکی برای ارزیابی وضعیت پروتئین خون هستند. این نتایج برخلاف مطالعه گذشته ( Boontiam *et al.,* 2017) هستند که کاهش غلظت اسیداوریک سرم را در جوجه‌های گوشتی در هنگام جیره‌های کم‌انرژی با مکمل لیزولسیتین مشاهده کردند. در مطالعه دیگر ( Lai Wenqing *et al.,* 2018)، غلظت‌های پروتئین، آلبومین، و نیتروژن اوره توسط مکمل امولسی‌فایر تحت تأثیر قرار نگرفتند. آزمایش‌ها

نشان می‌دهند هنگامی‌که از ۰/۰۵ درصد امولسی‌فایر در جیره‌های با سطح انرژی پایین استفاده شد، میزان تری‌گلیسریدهای خون به‌طور معنی‌داری کاهش یافت، به این معنی که امولسی‌فایرها تری‌گلیسریدها را برای مصرف انرژی می‌شکنند (Cho *et al.,* 2012). در تحقیقی دیگر، افزایش لیپوپروتئین با چگالی زیاد، آلبومین و کاهش کلسترول و لیپوپروتئین با چگالی کم بر اثر اضافه نمودن لیزوفسفولیپید به جیره مشاهده شد (Taghavizadeh *et al.,* 2020). همچنین، امولسی‌فایر سطح کلسترول سرم و لیپوپروتئین با چگالی کم را کاهش داد (Roy *et al.,* 2010)، که با نتیجه آزمایش حاضر مطابقت دارد. افزودن امولسی‌فایر به جیره علی‌رغم این که سبب افزایش هضم چربی می‌شود سبب کاهش سطح کلسترول سرم می‌شود (Roy *et al.,* 2010). مکانیسم عمل امولسی‌فایرها برای کاهش سطح کلسترول سرم ممکن است به چند طریق باشد. مورد اول این است که شیلومیکرون‌ها ممکن است با سرعت بیشتری از خون حذف شوند و یا با سرعت کمتری در خون ترشح شوند و در نهایت غلظت تری‌آسیل‌گلیسرول در گردش خون کاهش می‌یابد. در واقع، جذب و متابولیسم سریع‌تر چربی هضم‌شده توسط امولسی‌فایر سبب کاهش سطح تری‌گلیسرید سرم می‌شود (Movagharnejad *et al.,* 2020; Zhao *et al.,* 2017). همچنین، امولسی‌فایرها از طریق ممانعت از جذب کلسترول در روده کوچک سبب کاهش سطح آن در سرم می‌شوند. افزون بر این، با افزایش روند امولسیون‌سازی، امولسی‌فایر سبب تثبیت ذرات لیپوپروتئین در محیط آبی جریان خون و کاهش آزادسازی اسیدهای چرب آزاد و کلسترول در خون می‌شود که کاهش سطح کلسترول خون را به‌دنبال دارد (Roy *et al.,* 2010). همچنین، امولسی‌فایرها از طریق کاهش ترشح لیپوپروتئین‌ها در خون سبب کاهش سطح اسیدهای چرب آزاد و کلسترول کل در پلاسما می‌شوند (Saleh *et al.,* 2020). لیپوپروتئین با چگالی زیاد در انتقال معکوس کلسترول نقش دارد و به استخراج کلسترول اضافی رسوب‌شده در رگ‌های خونی کمک کرده، آن را به کبد، جایی که از طریق دستگاه گوارش دفع می‌شود، انتقال می‌دهد. همچنین، لیپوپروتئین با چگالی زیاد خاصیت ضد التهابی دارد و ممکن است از حضور باکتری‌های مضر در دستگاه گوارش جلوگیری کند؛ در نتیجه، باعث تحریک سلامتی حیوان می‌شود. لیپوپروتئین با چگالی زیاد با اثر آنتی‌اکسیدانی که دارد سبب کاهش فعالیت لیپوپروتئین با چگالی کم می‌شود (Lai Wenqing *et al.,* 2018). در برخی مطالعات وجود امولسی‌فایر در جیره سبب افزایش سطح لیپوپروتئین با چگالی زیاد شد. این نتیجه ممکن است مربوط به این عامل باشد که چون امولسی‌فایر سبب کاهش ترشح نمک‌های صفراوی می‌شود، در نتیجه از دفع کلسترول از بدن جلوگیری می‌شود. از طرفی، جذب لیپیدها از سلول‌های روده تحت تأثیر امولسی‌فایر افزایش می‌یابد و بنا بر این، میزان بیشتری از لیپیدها به کبد انتقال می‌یابند، در آنجا مورد متابولیسم قرار می‌گیرند و در نهایت منجر به افزایش سطح لیپوپروتئین با چگالی زیاد سرم می‌شود (Taghavizadeh *et al.,* 2020).

جدول ۴- تاثیر تیمارهای آزمایشی بر فراسنجه‌های خونی (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر) جوجه‌های گوشتی در سن ۲۱ روزگی

Table 4. Effects of experimental treatments on concentrations of blood parameters (mg/dl) in broilers at 21 days of age

| VLDL | LDL | HDL | تری‌گلیسرید Triglycerides | کلسترول Cholesterol | گلوکز Glucose | آلبومین Albumin | اسیداوریک Uric acid | اثرات اصلی Main effects | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 11.65 | 57.60 | 63.58 | 58.25 | 132.83 | 232.41 | 2.13 | 5.00 | ذرت corn | | | نوع جیره Type of ration |
| 10.93 | 59.87 | 61.85 | 54.66 | 132.16 | 232.16 | 2.14 | 5.33 | گندم wheat | | | |
| 0.6735 | 0.7559 | 63.12 | 0.6735 | 0.9744 | 0.9467 | 0.9457 | 0.5145 | P | | | |
| 11.95 | 61.98 | 66.65[a] | 59.75 | 140.58[a] | 238.91[a] | 2.05 | 4.50b | 0 | | | لیزوفسفولیپید Lysophospholipid |
| 10.63 | 59.49 | 58.78[b] | 53.16 | 124.91[b] | 225.66[b] | 2.21 | 5.83a | 0.1 | | | |
| 0.4419 | 0.3806 | 0.0403 | 0.4419 | 0.0073 | 0.0024 | 0.2073 | 0.0169 | P | | | |
| 13.63 | 58.70 | 67.16[a] | 63.16 | 138.50[a] | 236.66[a] | 2.15 | 4.08[b] | 0 | | | لسیتین Lecithin |
| 10.95 | 58.77 | 58.27[b] | 59.75 | 127.00[b] | 227.91[b] | 2.11 | 6.25[a] | 1 | | | |
| 0.1276 | 0.9916 | 0.0226 | 0.1276 | 0.0387 | 0.0302 | 0.7340 | 0.0005 | P | | | |
| 10.90 | 57.11 | 54.42 | 39.00 | 119.30 | 218.30 | 2.10 | 6.00 | 1 | 0.1 | ذرت corn | اثرات متقابل نوع جیره × لیزوفسفولیپید× لسیتین Interaction effects of diet type × Lysophospholipid × Lecithin |
| 13.26 | 49.20 | 64.54 | 60.00 | 123.00 | 235.00 | 2.30 | 4.00 | 0 | 0.1 | ذرت corn | |
| 11.50 | 63.87 | 56.66 | 59.00 | 132.30 | 237.00 | 2.20 | 6.66 | 1 | 0 | ذرت corn | |
| 13.40 | 64.23 | 68.71 | 61.60 | 146.70 | 239.30 | 1.93 | 4.33 | 0 | 0 | ذرت corn | |
| 11.53 | 61.00 | 59.80 | 48.67 | 130.30 | 219.30 | 2.23 | 6.33 | 1 | 0.1 | گندم wheat | |
| 11.93 | 58.68 | 56.39 | 59.67 | 127.00 | 230.00 | 2.23 | 6.00 | 0 | 0.1 | گندم wheat | |
| 11.00 | 53.13 | 62.20 | 53.33 | 126.00 | 237.00 | 1.93 | 5.00 | 1 | 0 | گندم wheat | |
| 11.60 | 66.70 | 67.04 | 58.00 | 147.30 | 232.00 | 2.16 | 4.50 | 0 | 0.1 | گندم wheat | |
| 0.7610 | 0.9016 | 0.9066 | 0.0761 | 0.8471 | 0.5493 | 0.1657 | 0.7432 | p | | | |
| 2.0223 | 4.1974 | 2.9341 | 4.5221 | 3.5360 | 3.0015 | 0.5432 | 1.1066 | SEM | | | |

[ab] در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مختلف تفاوت آماری معنی‌داری دارند ($P$ <۰/۰۵).

a-b: Means with different letters in columns differ significantly ($P < 0.05$).

جدول ۵- تاثیر تیمارهای آزمایشی بر فراسنجه‌های خونی (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر) جوجه‌های گوشتی در سن ۳۸ روزگی

Table 5. Effects of experimental treatments on concentrations of blood parameters (mg/dl) in broilers at 38 days of age

| VLDL | LDL | HDL | تری‌گلیسرید Triglycerides | کلسترول Cholesterol | گلوکز Glucose | آلبومین Albumin | اسیداوریک Uric acid | اثرات اصلی Main effects | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8.51 | 71.58 | 62.81 | 42.58 | 142.91 | 216.41 | 2.40 | 4.33 | ذرت corn | | | نوع جیره Type of ration |
| 7.10 | 60.59 | 63.62 | 35.50 | 135.41 | 212.86 | 2.56 | 3.05 | گندم wheat | | | |
| 0.0584 | 0.0998 | 0.8155 | 0.0584 | 0.0746 | 0.6376 | 0.0794 | 0.1937 | P | | | |
| 6.65[b] | 64.35 | 61.62 | 34.25[b] | 133.83 | 209.50 | 2.41 | 4.50 | 0 | | | لیزوفسفولیپید Lysophospholipid |
| 8.76[a] | 66.92 | 64.81 | 43.33[a] | 140.50 | 219.75 | 2.55 | 4.91 | 0.1 | | | |
| 0.0140 | 0.7112 | 0.3665 | 0.0140 | 0.2593 | 0.1885 | 0.1535 | 0.4916 | P | | | |
| 6.95[b] | 67.60 | 61.69 | 34.75[b] | 136.25 | 219.16 | 2.60[a] | 4.91 | 0 | | | لسیتین Lecithin |
| 8.66[a] | 63.67 | 64.74 | 43.33[a] | 137.08 | 210.08 | 2.26[b] | 4.50 | 1 | | | |
| 0.0251 | 0.5721 | 0.3874 | 0.0251 | 0.9004 | 0.2412 | 0.0185 | 0.4619 | P | | | |
| 8.27 | 57.65 | 67.76 | 41.33 | 137.66 | 225.67 | 2.26 | 4.00 | 1 | 0.1 | ذرت corn | اثرات متقابل نوع جیره × لیزوفسفولیپید× لسیتین Interaction effects of diet type × Lysophospholipid × Lecithin |
| 6.85 | 76.02 | 32.18 | 32.35 | 144.66 | 226.75 | 2.43 | 4.66 | 0 | 0.1 | ذرت corn | |
| 8.00 | 76.80 | 64.87 | 40.02 | 149.35 | 206.32 | 2.20 | 4.00 | 1 | 0 | ذرت corn | |
| 7.22 | 75.20 | 59.44 | 36.67 | 139.57 | 209.35 | 2.70 | 4.50 | 0 | 0 | ذرت corn | |
| 8.01 | 70.41 | 65.26 | 42.01 | 144.58 | 210.00 | 2.75 | 4.63 | 1 | 0.1 | گندم wheat | |
| 7.35 | 63.62 | 64.01 | 36.64 | 138.00 | 216.67 | 2.76 | 5.33 | 0 | 0.1 | گندم wheat | |
| 6.10 | 57.25 | 61.05 | 32.21 | 129.32 | 210.33 | 2.34 | 5.22 | 1 | 0 | گندم wheat | |
| 6.67 | 65.24 | 64.13 | 33.32 | 131.21 | 224.33 | 2.46 | 4.00 | 0 | 0.1 | گندم wheat | |
| 0.4403 | 0.2705 | 0.6106 | 0.4403 | 0.1887 | 0.6532 | 0.4646 | 0.1937 | p | | | |
| 1.3047 | 4.0839 | 2.8968 | 2.9175 | 4.0063 | 4.2754 | 0.4668 | 1.1623 | SEM | | | |

a-b در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مختلف تفاوت آماری معنی‌داری دارند ($P < ۰/۰۵$).

a-b: Means with different letters in columns differ significantly ($P < 0.05$).

## نتیجه‌گیری کلی

نتایج آزمایش حاضر نشان دادند که استفاده از لیزوفسفولیپید در جیره حاوی گندم سبب کاهش چربی حفره شکمی و افزایش درصد لاشه و وزن سینه جوجه‌های گوشتی شد. همچنین، افزودن لیزوفسفولیپید به جیره‌های حاوی ذرت و گندم موجب کاهش ضریب‌تبدیل خوراک در دوره رشد و کل دوره و افزایش وزن در دوره رشد گردید. به علاوه، افزودن لسیتین سبب افزایش غلظت‌های اسید اوریک و تری‌گلسیرید و کاهش غلظت‌های گلوکز و کلسترول خون در جوجه‌های گوشتی شد.

## References

Ahmed, I., Qaisrani, S. N., Azam, F., Pasha, T. N., Bibi, F., Naveed, S., & Murtaza, S. (2020). Interactive effects of threonine levels and protein source on growth performance and carcass traits, gut morphology, ileal digestibility of protein and amino acids, and immunity in broilers. *Poultry Science*, *99*(1), 280-289 [In Persian]

Attia, Y. A., Hussein, A. S., Tag El-Din, A. E., Qota, E. M., Abed El-Ghany, A. I., & El-Sudany, A. M. (2009). Improving productive and reproductive performance of dual-purpose crossbred hens in the tropics by lecithin supplementation. *Tropical Animal Health and Production*, *41*, 461-475. [In Persian]

Bar, A. (1982). Plasma and intestinal content of 1, 25 dihydroxyvutamin D_3 in calcium or phosphorus restricted birds. *Current Advance in Skeltongenesis: Development, Biomineralization, Mediators and Metabolic Bone Disease*, 197-200. [In Persian]

Basmacioğlu Malayoğlu, H., Baysal, Ş., Misirlioğlu, Z., Polat, M. E. L. T. E. M., Yilmaz, H., & Turan, N. (2010). Effects of oregano essential oil with or without feed enzymes on growth performance, digestive enzyme, nutrient digestibility, lipid metabolism and immune response of broilers fed on wheat–soybean meal diets. *British Poultry Science*, *51*(1), 67-80. [In Persian]

Boontiam, W., Jung, B., & Kim, Y. Y. (2017). Effects of lysophospholipid supplementation to lower nutrient diets on growth performance, intestinal morphology, and blood metabolites in broiler chickens. *Poultry Science*, *96*(3), 593-601. [In Persian]

Cho, J. H., Zhao, P., & Kim, I. H. (2012). Effects of emulsifier and multi-enzyme in different energy densitydiet on growth performance, blood profiles, and relative organ weight in broiler chickens. *Journal of Agricultural Science*, *4*(10), 161. [In Persian]

Crouch, A. N., Grimes, J. L., Ferket, P. R., Thomas, L. N., & Sefton, A. E. (1997). Enzyme supplementation to enhance wheat utilization in starter diets for broilers and turkeys. *Journal of Applied Poultry Research*, *6*(2), 147-154. [In Persian]

Ding, Y., Bu, X., Zhang, N., Li, L., & Zou, X. (2016). Effects of metabolizable energy and crude protein levels on laying performance, egg quality and serum biochemical indices of Fengda-1 layers. *Animal Nutrition*, *2*(2), 93-98. [In Persian]

Donsbough, A. L., Powell, S., Waguespack, A., Bidner, T. D., & Southern, L. L. (2010). Uric acid, urea, and ammonia concentrations in serum and uric acid concentration in excreta as indicators of amino acid utilization in diets for broilers. *Poultry Science*, *89*(2), 287-294. [In Persian]

Duncan, D. B. (1995). Multiple range and multiple F tests. *Biometrics (International Biometric Society).* [In Persian]

Emmert, J. L., Garrow, J. L., & Baker, D. H. (1996). Development of an experimental diet for determining bioavailable choline concentration and its application in studies with soybean lecithin. *Journal of Animal Science*, *74*(11), 2738-2744. [In Persian]

Engberg, R. M., Hedemann, M. S., Steenfeldt, S., & Jensen, B. B. (2004). Influence of whole wheat and xylanase on broiler performance and microbial composition and activity in the digestive tract. *Poultry Science*, *83*(6), 925-938. [In Persian]

Friedewald, W. T., Levy, R. I., & Fredrickson, D. S. (1972). Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clinical Chemistry*, *18*(6), 499-502. [In Persian]

Guerreiro Neto, A. C., Pezzato, A. C., Sartori, J. R., Mori, C., Cruz, V. C., Fascina, V. B., ... & Gonçalvez, J. C. (2011). Emulsifier in broiler diets containing different fat sources. *Brazilian Journal of Poultry Science*, *13*, 119-125. [In Persian]

Hilton, J. W., Atkinson, J. L., & Slinger, S. J. (1983). Effect of increased dietary fiber on the growth of rainbow trout (Salmo gairdneri). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, *40*(1), 81-85. [In Persian]

Hu, X. Q., Wang, W. B., Liu, L., Wang, C., Feng, W., Luo, Q. P., & Wang, X. D. (2019). Effects of fat type and emulsifier in feed on growth performance, slaughter traits, and lipid metabolism of Cherry Valley ducks. *Poultry Science*, *98*(11), 5759-5766. [In Persian]

Jones, D. B., Hancock, J. D., Harmon, D. L., & Walker, C. E. (1992). Effects of exogenous emulsifiers and fat sources on nutrient digestibility, serum lipids, and growth performance in weanling pigs. *Journal of animal science*, *70*(11), 3473-3482. [In Persian]

Kelley, D. S., & Daudu, P. A. (1993). Fat intake and immune response. *Progress in Food & Nutrition Science*, *17*(1), 41-63. [In Persian]

Lai, W., Cao, A., Li, J., Zhang, W., & Zhang, L. (2018). Effect of high dose of bile acids supplementation in broiler feed on growth performance, clinical blood metabolites, and organ development. *Journal of Applied Poultry Research*, *27*(4), 532-539. [In Persian]

Lehmann, U., & Robin, F. (2007). Slowly digestible starch–its structure and health implications: a review. *Trends in Food Science & Technology*, *18*(7), 346-355. [In Persian]

Lundbæk, J. A., Collingwood, S. A., Ingólfsson, H. I., Kapoor, R., & Andersen, O. S. (2010). Lipid bilayer regulation of membrane protein function: gramicidin channels as molecular force probes. *Journal of the Royal Society Interface*, *7*(44), 373-395. [In Persian]

Maingret, F., Patel, A. J., Lesage, F., Lazdunski, M., & Honoré, E. (2000). Lysophospholipids open the two-pore domain mechano-gated K+ channels TREK-1 and TRAAK. *Journal of Biological Chemistry*, *275*(14), 10128-10133. [In Persian]

Melegy, T., Khaled, N. F., El-Bana, R., & Abdellatif, H. (2010). Dietary fortification of a natural biosurfactant, lysolecithin in broiler. *African journal of agricultural research*, *5*(21), 2886-2892. [In Persian]

Movagharnejad, M., Kazemi-Fard, M., Rezaei, M., & Teimuri-Yansari, A. (2020). Effects of lysophospholipid and lipase enzyme supplementation to low metabolizable energy diets on growth performance, intestinal morphology and microbial population and some blood metabolites in broiler chickens. *Brazilian Journal of Poultry Science*, *22*, eRBCA-2019. [In Persian]

Olsen, R. E., Myklebust, R., Kryvi, H., Mayhew, T. M., & Ringø, E. (2001). Damaging effect of dietary inulin on intestinal enterocytes in Arctic charr (Salvelinus alpinus L.). *Aquaculture Research*, *32*(11). [In Persian]

Raju, M. V. L. N., Rao, S. R., Chakrabarti, P. P., Rao, B. V. S. K., Panda, A. K., Devi, B. P., & Prasad, R. B. N. (2011). Rice bran lysolecithin as a source of energy in broiler chicken diet. *British poultry Science*, *52*(6), 769-774. [In Persian]

Reynier, M. O., Lafont, H., Crotte, C., Sauve, P., & Gerolami, A. (1985). Intestinal cholesterol uptake: comparison between mixed micelles containing lecithin or lysolecithin. *Lipids*, *20*, 145-150. [In Persian]

Roy, A., Haldar, S., Mondal, S., & Ghosh, T. K. (2010). Effects of supplemental exogenous emulsifier on performance, nutrient metabolism, and serum lipid profile in broiler chickens. *Veterinary Medicine International*, *2010*(1), 262604. [In Persian]

Saleh, A. A., Amber, K. A., Mousa, M. M., Nada, A. L., Awad, W., Dawood, M. A., & Abdel-Daim, M. M. (2020). A mixture of exogenous emulsifiers increased the acceptance of broilers to low energy diets: Growth performance, blood chemistry, and fatty acids traits. *Animals*, *10*(3), 437. [In Persian]

SAS. (2001). SAS User's Guide: Statistics. SAS Institute Cary, NC. [n Persian]

Solbi, A., Rezaeipour, V., Abdullahpour, R., & Gharahveysi, S. (2021). Efficacy of lysophospholipids on growth performance, carcase, intestinal morphology, microbial population and nutrient digestibility in

broiler chickens fed different dietary oil sources. *Italian Journal of Animal Science*, *20*(1), 1612-1619. [In Persian]

Svihus, B. (2011). Limitations to wheat starch digestion in growing broiler chickens: a brief review. *Animal Production Science*, *51*(7), 583-589.[In Persian]

Swain, B. K., & Johri, T. S. (2000). Effect of supplemental methionine, choline and their combinations on the performance and immune response of broilers. *British Poultry Science*, *41*(1), 83-88. [In Persian]

Taghavizadeh, M., Shekarabi, S. P. H., Mehrgan, M. S., & Islami, H. R. (2020). Efficacy of dietary lysophospholipids (Lipidol™) on growth performance, serum immuno-biochemical parameters, and the expression of immune and antioxidant-related genes in rainbow trout (Oncorhynchus mykiss). *Aquaculture*, *525*, 735315. [In Persian]

Teitge, D. A., Campbell, G. L., Classen, H. L., & Thacker, P. A. (1991). Heat pretreatment as a means of improving the response to dietary pentosanase in chicks fed rye. *Canadian Journal of Animal Science*, *71*(2), 507-513. [In Persian]

Wang, J. P., Zhang, Z. F., Yan, L., & Kim, I. H. (2016). Effects of dietary supplementation of emulsifier and carbohydrase on the growth performance, serum cholesterol and breast meat fatty acids profile of broiler chickens. *Animal Science Journal*, *87*(2), 250-256. [In Persian]

Zampiga, M., Meluzzi, A., & Sirri, F. (2016). Effect of dietary supplementation of lysophospholipids on productive performance, nutrient digestibility and carcass quality traits of broiler chickens. *Italian Journal of Animal Science*, *15*(3), 521-528. [In Persian]

Zhang, Y., Ma, Q., Bai, X., Zhao, L., Wang, Q., Ji, C., & Yin, H. (2010). Effects of dietary acetyl-L-carnitine on meat quality and lipid metabolism in Arbor Acres Broilers. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, *23*(12), 1639-1644. [In Persian]

Zhang, B., Haitao, L., Zhao, D., Guo, Y., & Barri, A. (2011). Effect of fat type and lysophosphatidylcholine addition to broiler diets on performance, apparent digestibility of fatty acids, and apparent metabolizable energy content. *Animal Feed Science and Technology*, *163*(2-4), 177-184 (In Persian).

Zhang, Q. Q., Jiang, M., Rui, X., Li, W., Chen, X. H., & Dong, M. S. (2017). Effect of rose polyphenols on oxidation, biogenic amines and microbial diversity in naturally dry fermented sausages. *Food Control*, *78*, 324-330. [In Persian]

Zhao, P. Y., & Kim, I. H. (2017). Effect of diets with different energy and lysophospholipids levels on performance, nutrient metabolism, and body composition in broilers. *Poultry Science*, *96*(5), 1341-1347. [In Persian]