تولیدات دامی
دوره ۲۳ ■ شماره ۳ ■ پاییز ۱۴۰۰
صفحه‌های ٦٤٦-٦٣٣
DOI: 10.22059/jap.2021.316311.623582

مقاله پژوهشی

# اثرات مکمل امولسیفایر و اینولین بر عملکرد رشد، خصوصیات لاشه، پاسخ ایمنی و بیوشیمی خون در جوجه‌های گوشتی تغذیه‌شده با منابع مختلف چربی

مظفر رحیم‌پور[۱]، کامران طاهرپور[۲*]، حسینعلی قاسمی[۳]، حسن شیرزادی[۴]، فرهاد رستمی[۵]
۱. دانشجوی دکتری، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران.
۲. دانشیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران.
۳. دانشیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی و محیط زیست، دانشگاه اراک، اراک، ایران.
۴. استادیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران.
۵. دانش‌آموخته دکتری، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران.
تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۱۰/۲۵ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۰۳/۰۷

## چکیده
این پژوهش به‌منظور بررسی اثرات مکمل امولسیفایر و اینولین در جیره غذایی با منابع مختلف چربی بر عملکرد رشد، صفات لاشه، پاسخ ایمنی و شاخص‌های بیوشیمی خون جوجه‌های گوشتی به‌مدت ٤٢ روز انجام شد. تعداد ۸۰۰ قطعه جوجه گوشتی نر یک‌روزه در یک آزمایش فاکتوریل ۲×۲×۲ با دو منبع چربی (روغن سویا و پیه گوساله)، دو سطح امولسیفایر (صفر و ۰/۱ درصد لیزوفسفولیپید) و دو سطح مکمل اینولین (صفر و ۰/۱ درصد) در قالب طرح کاملاً تصادفی با هشت تیمار، پنج تکرار و۲۰ جوجه در هر تکرار استفاده شدند. پرنده‌های تغذیه‌شد با جیره حاوی پیه گوساله و امولسیفایر، ضریب تبدیل و درصد چربی شکمی کم‌تری از پرندگانی که جیره حاوی روغن سویا و امولسیفایر دریافت کردند داشتند (P<۰/۰۵). درصد چربی شکمی و ضریب تبدیل در پرندگانی که جیره حاوی چربی و اینولین دریافت کردند کم‌تر از سایر پرندگان بود (P<۰/۰۵). پرنده‌های تغذیه‌شد با جیره حاوی امولسیفایر مقادیر بالاتر عیار پادتن اولیه و ثانویه علیه ویروس نیوکاسل، و عیار ثانویه پادتن تام و IgM علیه گلبول قرمز خون گوسفندی (SRBC) از پرندگانی که جیره فاقد امولسیفایر دریافت کردند داشتند (P<۰/۰۵). میانگین افزایش وزن روزانه و عیار پادتن علیه ویروس نیوکاسل و SRBC در پرندگانی که جیره حاوی اینولین دریافت کردند بالاتر از سایر پرندگان بود. براساس نتایج حاصل، استفاده از ۰/۱ درصد از مکمل امولسیفایر و اینولین به‌صورت جداگانه یا ترکیبی در جیره غذایی جوجه‌های گوشتی می‌تواند برای بهبود عملکرد رشد و پاسخ ایمنی مفید باشد.

**کلیدواژه‌ها**: امولسیفایر، اینولین، پیه گوساله، جوجه‌های گوشتی، روغن سویا.

# Effects of emulsifier and inulin supplementation on growth performance, carcass characteristics, immune response and blood biochemistry in broilers fed different fat sources

Mozafar Rahimpour[1], Kamran Taherpour[2*], Hossein Ali Ghasemi[3], Hassan Shirzadi[4], Farhad Rostami[5]
1. Ph.D. Candidate, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ilam university, Ilam, Iran.
2. Associate Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ilam university, Ilam, Iran.
3. Associate Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture and Enviroment, Arak University, Arak, Iran.
4. Assistant Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ilam university, Ilam, Iran.
5. Former Ph.D. Student, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ilam university, Ilam, Iran.
Received: January 14, 2021 Accepted: May 28, 2021

**Abstract**
A 42-d study was conducted to investigate the effects of emulsifier and inulin supplementation in diets with different sources of fat on growth performance, carcass traits, immune response, and blood biochemical indices of broilers. A total of 800 one-day-old male broilers in a 2 × 2 × 2 factorial experiment with two fat sources (soybean oil and beef tallow), two emulsifier levels (0 and 0.1% lysophospholipids) and two levels of inulin supplementation (0 and 0.1%) were used in a completely randomized design with eight treatments, five replications and 20 chicks per replicate. Birds fed diets containing beef tallow and emulsifier had a lower feed conversion ratio and abdominal fat percentage than birds fed diets containing soybean oil and emulsifier (P <0.05). The abdominal fat percentage and feed conversion ratio were lower in birds that received fat and inulin diets than other birds (P<0.05). Birds fed the emulsifier-containing diet had higher values of primary and secondary antibody titers against Newcastle disease virus, and secondary titers of total antibody and IgM against sheep red blood cells (SRBC) compared to those fed the emulsifier-unsupplemented diet (P<0.05). Daily weight gain and antibody titer against Newcastle disease and SRBC were higher in birds receiving the inulin-supplemented diet compared to other birds (P<0.05). In conclusion, the use of 0.1 % emulsifier and inulin, either singly or in combination, in the diet of broiler chickens can be useful for improving growth performance and immune response.

**Keywords:** Broilers, Emulsifier, Inulin, Soybean oil, Tallow.

* نویسنده مسئول Email: k.taherpour@ilam.ac.ir

**مقدمه**

در سال‌های اخیر جهت بهبود عملکرد و رسیدن به پتانسیل ژنتیکی در گله‌های اصلاح‌شده طیور با تولید بالا به افزودنی‌های غذایی توجه زیادی شده است. در جیره طیور، روغن سویا و پیه گوساله از جمله منابع تأمین‌کننده انرژی هستند. روغن سویا غنی از اسیدلینولئیک می‌باشد که مهم‌ترین عضو خانواده اسیدهای چرب امگا-٦ است. با توجه به مرسوم‌بودن استفاده از روغن سویا در تنظیم جیره، جوجه‌های گوشتی اغلب مقادیر کافی از این اسیدهای چرب را دریافت می‌کنند [۳]. این موضوع نیز بایستی در نظر گرفته شود که هضم و جذب چربی با افزایش سن طیور بهبود می‌یابد، زیرا طیور جوان دارای محدودیت فیزیولوژیکی برای جذب این ماده غذایی هستند [۷]. مکمل‌سازی جیره با نمک‌های صفراوی می‌تواند سبب بهبود مصرف چربی در جوجه‌ها شود، ولی این راهبرد از نظر اقتصادی مقرون‌به‌صرفه نخواهد بود [٢٤]. بنابراین، برای حداکثرسازی هضم خوراک و جذب مواد مغذی، این محدودیت‌های فیزیولوژیکی سیستم هضمی طیور ممکن است با به‌کارگیری راه‌کارهای تغذیه‌ای کاهش یافته و یا حذف شوند. برای منابع چربی به‌ویژه روغن‌های نباتی بین انسان و حیوانات رقابت وجود دارد و اگر بتوان با استفاده از راه‌کارهایی، میزان انرژی مصرفی در جیره را کاهش داد، می‌توان این رقابت را برای مواد با ارزشی هم‌چون روغن‌های نباتی محدود نمود. یکی از این راه‌کارها استفاده از ترکیبات امولسیون‌کننده در جیره است [۸].

امولسیفایرها دارای توانایی بهبود قابلیت هضم چربی‌ها به‌ویژه چربی‌های حیوانی هستند، چرا که اسیدهای چرب موجود در چربی‌های حیوانی به‌طور عمده به‌صورت اشباع بوده و به‌شدت به تشکیل میسل برای جذب نیاز دارند. هم‌چنین ممکن است در غلبه بر ناکافی‌بودن میزان اسیدهای صفراوی تولیدشده در بدن و بازچرخ آن در پرندگان جوان نقش داشته باشند [۱۲]. افزودن امولسیفایرهای تجاری به جیره جوجه‌های گوشتی در مقایسه با سایر مکمل‌های جیره برای راندمان مصرف چربی جیره غذایی مفیدتر می‌باشد. لسیتین سویا به‌عنوان یک امولسیفایر می‌تواند سبب بهبود گوارش‌پذیری و جذب چربی‌ها [۱۱] و هم‌چنین بهبود سلامت حیوان شود. لیزولسیتین یکی از ترکیبات امولسیفایرها می‌باشد که به‌منظور افزایش جذب روده‌ای مواد مغذی و به‌ویژه منابع چربی به جیره غذایی اضافه می‌شود. این ترکیبات همراه با نمک‌های صفراوی به‌عنوان یک امولسیفایر در اولین مرحله از هضم لیپید نقش دارند [٢٤]. به علاوه، گزارش شده است که لیزولسیتین‌ها قادر به شرکت در تشکیل میسل‌های مخلوط بوده و سبب بهبود جذب چربی‌ها و سایر مواد مغذی می‌شوند [۲۱].

اینولین‌ها کربوهیدرات‌های ذخیره‌ای موجود در بسیاری از گیاهان می‌باشند که متعلق به گروهی از ترکیبات با نام فروکتان‌ها هستند [۲]. اینولین تجاری، به‌طور عمده از طریق استخراج از ریشه‌های کاسنی به‌دست می‌آید. ترکیبات آن مخلوطی از پلی‌مرها و اولیگومرهای فروکتوز، است. از ویژگی‌های شیمیایی آن حلالیت در آب، مقاوم در برابر آنزیم‌های گوارشی و قابلیت تخمیر بالا توسط میکروب‌های روده بزرگ می‌باشند [۱۹]. اکثر مزیت‌های مربوط به تغذیه و سلامت ناشی از استفاده فروکتان‌های از نوع اینولین به‌صورت مستقیم یا غیرمستقیم مرتبط با اثرات تحریکی و انتخابی آن‌ها بر رشد یا فعالیت بیفیدوباکتری‌ها و لاکتوباسیل‌های محیط دستگاه گوارش می‌باشد [۲]. در یک مطالعه گزارش شده است که فروکتان‌های از نوع اینولین می‌توانند سوخت‌وساز لیپید را تغییر داده و سبب تغییر در غلظت متابولیت‌های چربی خون، کاهش ذخیره چربی

بدن و بهبود ترکیب اسیدهای چرب بافت‌های مختلف گردد [۱۸]. تاکنون مطالعه‌ای در خصوص بررسی هم‌زمان مکمل امولسیفایر و اینولین در جیره جوجه‌های گوشتی به‌ویژه در زمان تغذیه با منابع اسیدهای چرب اشباع انجام نشده است. فرضیه این مطالعه این بود که مکمل امولسیفایر یا اینولین ممکن است تأثیر مفیدی بر عملکرد رشد و پاسخ‌های ایمنی جوجه‌های تغذیه‌شد با جیره حاوی منابع اسیدهای چرب اشباع داشته باشند. بنابراین، هدف از انجام این پژوهش بررسی اثرات مکمل امولسیفایر (لیزوفسفولیپید) و اینولین در جوجه‌های گوشتی تغذیه‌شده با منابع مختلف چربی بود.

## مواد و روش‌ها

این پژوهش در یکی از مزارع پرورش مرغ گوشتی استان ایلام و به‌مدت ٤٢ روز انجام شد. تعداد ۸۰۰ قطعه جوجه گوشتی نر یک‌روزه در یک آزمایش فاکتوریل ۲×۲×۲ با دو منبع چربی (روغن سویا و پیه گوساله)، دو سطح امولسیفایر (صفر و ۰/۱ درصد لیزوفسفولیپید) و دو سطح مکمل اینولین (صفر و ۰/۱ درصد) در قالب طرح کاملاً تصادفی با هشت تیمار، پنج تکرار و۲۰ جوجه در هر تکرار استفاده شدند. امولسیفایر استفاده‌شده در این آزمایش با نام تجاری آرتیفایر (شرکت آرتیوت، آمریکا) شد. این مکمل حاوی ۲۵ درصد از چهار نوع لیزوفسفولیپیدها (لایزوفسفوتیدیل کولین، لایزوفسفوتیدیک اسید، لایزوفسفوتیدیل اینوزیتول و لایزوفسفوتیدیل اتانول آمین)، ٤۰ درصد لسیتین، شش درصد پلی اتیلن گلایکول رسینولئات (PEGR) و ۲۹ درصد حامل (carrier) بود. اینولین مورداستفاده در این تحقیق با نام تجاری رافتیلین ST (شرکت اورافتی، بلژیک) بود. درجه پلمریزاسیون این محصول ٦۰-۲ درصد و درجه خلوص فروکتان ۹۰ درصد بود که ترکیبات دیگر آن شامل گلوکز، فروکتوز و ساکارز بود. جوجه‌ها در سه روز اول به‌مدت ٢٤ 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 روزانه ۰/۵ درجه سانتی‌گراد (هفته‌ای سه درجه سانتی‌گراد) کاهش یافت تا در پایان هفته سوم (۲۱ روزگی) به‌طور متوسط ٢٤ درجه سانتی‌گراد رسید و بعد از آن ثابت ماند. در طول مدت آزمایش، رطوبت نسبی سالن پرورش ۵۰ درصد بود. برای تنظیم جیره‌ها که شامل سه دوره (برنامه تغذیه‌ای) آغازین (یک تا ۱۰ روزگی)، رشد (٢٤-۱۱ روزگی) و پایانی (٤٢-۲۵ روزگی) بود، از احتیاجات ارائه‌شده در راهنمای پرورش سویه راس ۳۰۸ (۲۰۱٤) استفاده شد (جدول ۱).

مصرف خوراک در پایان هر دوره اندازه‌گیری شد. به‌منظور عدم تأثیر تلفات واحدهای آزمایشی، محاسبات عملکردی از خوراک مصرفی براساس روش روز مرغ استفاده شد. وزن جوجه‌های هر تکرار به‌صورت گروهی در پایان هر دوره اندازه‌گیری شد. ضریب تبدیل خوراک نیز از تقسیم مقدار خوراک مصرفی به افزایش وزن در هر دوره و هم‌چنین کل دوره آزمایش محاسبه شد. هر روز تمام واحدهای آزمایشی بازرسی و به محض مشاهده تلفات، لاشه پرنده جمع‌آوری، توزین و ثبت می‌شد. در روز پایان آزمایش (٤٢ روزگی)، از هر واحد آزمایشی، دو قطعه پرنده متناسب با میانگین وزن آن واحد انتخاب و برای بررسی ویژگی‌های لاشه، کشتار شد. وزن زنده، وزن لاشه، ران‌ها، سینه، چربی محوطه شکمی، کبد، قلب، سنگدان و اندام‌های لنفی (بورس فابریسیوس، طحال و تیموس) اندازه‌گیری و وزن اندام‌ها، لاشه، سینه، ران و چربی محوطه شکمی به‌صورت درصدی از وزن زنده بیان شدند.

**جدول ۱. مواد خوراکی و ترکیب شیمیای جیره پایه در دوره‌های آغازین (یک تا ۱۰روزگی)، رشد (۲۴-۱۱ روزگی) و پایانی (۴۲-۲۵ روزگی)**

| مواد خوراکی (درصد) | آغازین | | رشد | | پایانی | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | روغن سویا | پیه گوساله | روغن سویا | پیه گوساله | روغن سویا | پیه گوساله |
| ذرت | ۵۳/۶۷ | ۵۳/۶۷ | ۵۷/۷۱ | ۵۷/۷۱ | ۶۲/۷۷ | ۶۲/۷۷ |
| کنجاله سویا (۴۴ درصد پروتئین) | ۳۱/۹۲ | ۳۱/۹۲ | ۲۶/۳۰ | ۲۶/۳۰ | ۲۰/۳۴ | ۲۰/۳۴ |
| کنجاله گلوتن ذرت | ۵/۶۸ | ۵/۶۸ | ۶/۷۹ | ۶/۷۹ | ۷/۱۰ | ۷/۱۰ |
| نشاسته | – | ۱/۱۰ | – | ۱/۳۴ | – | ۱/۵۷ |
| روغن سویا | ۲/۸۰ | – | ۳/۴۰ | – | ۴/۰۰ | – |
| پیه گوساله | – | ۲/۸۰ | – | ۳/۴۰ | – | ۴/۰۰ |
| دی کلسیم فسفات | ۱/۹۶ | ۱/۹۶ | ۱/۷۵ | ۱/۷۵ | ۱/۵۷ | ۱/۵۷ |
| کربنات کلسیم | ۱/۱۵ | ۱/۱۵ | ۱/۰۸ | ۱/۰۸ | ۱/۰۱ | ۱/۰۱ |
| ال- لیزین هیدروکلرید | ۰/۴۳ | ۰/۴۳ | ۰/۴۲ | ۰/۴۲ | ۰/۴۴ | ۰/۴۴ |
| دی ال- متیونین | ۰/۲۶ | ۰/۲۶ | ۰/۲۰ | ۰/۲۰ | ۰/۱۸ | ۰/۱۸ |
| ال- ترئونین | ۰/۲۱ | ۰/۲۱ | ۰/۱۷ | ۰/۱۷ | ۰/۱۵ | ۰/۱۵ |
| نمک | ۰/۲۷ | ۰/۲۷ | ۰/۱۹ | ۰/۱۹ | ۰/۱۴ | ۰/۱۴ |
| جوش شیرین | ۰/۰۵ | ۰/۰۵ | ۰/۱۵ | ۰/۱۵ | ۰/۲۳ | ۰/۲۳ |
| مکمل ویتامینی[1] | ۰/۲۵ | ۰/۲۵ | ۰/۲۵ | ۰/۲۵ | ۰/۲۵ | ۰/۲۵ |
| مکمل معدنی[2] | ۰/۲۵ | ۰/۲۵ | ۰/۲۵ | ۰/۲۵ | ۰/۲۵ | ۰/۲۵ |
| فیلر (ماسه ساختمانی) | ۱/۱۰ | – | ۱/۳۴ | – | ۱/۵۷ | – |
| مجموع | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ |
| انرژی و مواد مغذی جیره (محاسبه‌شده) | | | | | | |
| انرژی قابل متابولیسم (کیلوکالری در کیلوگرم) | ۳۰۰۰ | ۳۰۰۰ | ۳۱۰۰ | ۳۱۰۰ | ۳۲۰۰ | ۳۲۰۰ |
| پروتئین خام (درصد) | ۲۳ | ۲۳ | ۲۱/۵ | ۲۱/۵ | ۱۹/۵ | ۱۹/۵ |
| چربی خام (درصد) | ۵/۱۹ | ۵/۲۵ | ۵/۹۰ | ۵/۹۷ | ۶/۶۵ | ۶/۷۳ |
| لیزین قابل هضم (درصد) | ۱/۲۸ | ۱/۲۸ | ۱/۱۵ | ۱/۱۵ | ۱/۰۳ | ۱/۰۳ |
| متیونین+ سیستین قابل هضم (درصد) | ۰/۹۵ | ۰/۹۵ | ۰/۸۷ | ۰/۸۷ | ۰/۸۰ | ۰/۸۰ |
| ترئونین قابل هضم (درصد) | ۰/۸۶ | ۰/۸۶ | ۰/۷۷ | ۰/۷۷ | ۰/۶۹ | ۰/۶۹ |
| کلسیم (درصد) | ۰/۹۶ | ۰/۹۶ | ۰/۸۷ | ۰/۸۷ | ۰/۷۹ | ۰/۷۹ |
| فسفر قابل دسترس (درصد) | ۰/۴۸ | ۰/۴۸ | ۰/۴۳ | ۰/۴۳ | ۰/۴۰ | ۰/۴۰ |
| تعادل الکترولیتی جیره (میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم) | ۲۵۰ | ۲۵۰ | ۲۳۵ | ۲۳۵ | ۲۲۰ | ۲۲۰ |

۱. مقدار ویتامین‌ها در هر کیلوگرم جیره: ۹۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۳۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین $D_3$ ، ۱۸ واحد بین‌المللی ویتامین E، ۳ میلی‌گرم ویتامین $K_3$، ۱/۸ میلی‌گرم ویتامین $B_1$(تیامین)، ۶ میلی‌گرم ویتامین $B_2$ (ریبوفلاوین)، ۳ میلی‌گرم ویتامین $B_6$ (پیردوکسین)، ۰/۰۱۲ میلی‌گرم ویتامین $B_{12}$ (سیانوکوبالامین)، ۳۰ میلی‌گرم ویتامین $B_3$ (نیاسین)، ۱ میلی‌گرم ویتامین $B_9$ (فولیک اسید)، ۰/۲۴ میلی‌گرم ویتامین $H_2$ (بیوتین)، ۱۰ میلی‌گرم ویتامین $B_5$(پانتوتنیک اسید) و ۵۰۰ میلی‌گرم کولین.

۲. مقدار مواد معدنی در هر کیلوگرم جیره: ۱۰۰ میلی‌گرم منگنز. ۱۰۰ میلی‌گرم روی، ۸۰ میلی‌گرم آهن،۱۰ میلی‌گرم مس، ۱ میلی‌گرم ید، ۰/۲ میلی‌گرم سلنیوم.

به‌منظور بررسی واکنش ایمنی جوجه‌ها، هفت و ١٤ روز (٢٨ و ٣٥ روزگی) پس از انجام آخرین واکسیناسیون علیه نیوکاسل، از هر واحد آزمایشی دو جوجه انتخاب و از ورید بالی آن‌ها نمونه خون گرفته شد. نمونه‌ها پس از ارسال به آزمایشگاه، برای اندازه‌گیری عیار پادتن علیه نیوکاسل به‌روش سنجش هماگلوتیناسیون (HI) موردآزمایش قرار گرفتند.

هم‌چنین در روزهای ٢١ و ٣٥، از هر تکرار دو پرنده انتخاب و ٠/١ سی‌سی محلول هفت درصد سوسپانسیون گلبول قرمز خون گوسفندی (SRBC) در عضله سینه پرندگان تزریق شد. هفت روز بعد از هر تزریق (روزهای ٢٨ و ٤٢) از پرندگان مزبور نمونه‌های خون جمع‌آوری و سپس برای جداسازی سرم به‌مدت ١٨ دقیقه با سرعت ٢٠٠٠ هزار دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند. نمونه‌های سرم بلافاصله بعد از جداسازی و انتقال به میکروتیوب در فریزر با دمای ٢٠- درجه سانتی‌گراد تا زمان ارزیابی غلظت IgM و IgG نگهداری شدند. برای تعیین عیار پادتن تولید شده علیه SRBC از روش هماگلوتیناسیون میکروتیتر استفاده شد. نمونه‌های سرم ابتدا جهت پاسخ پادتن تام و سپس با استفاده از تکنیک ٢- مرکاپتواتانول برای IgM و IgG موردآزمایش قرار گرفت [١٤].

در ٤٢ روزگی، از هر واحد آزمایشی دو قطعه پرنده به‌صورت تصادفی انتخاب و از طریق ورید بال خون‌گیری به‌عمل آمد. پس از انعقاد خون، نمونه‌های سرم جدا و پس از انتقال به میکروتیوب به‌مدت ١٠ دقیقه با سرعت ٢٠٠٠ دور در دقیقه با دستگاه سانتریوفوژ مدل 3-30K (Sigma Aldrich, Germany) سانتریفیوژ شدند. غلظت گلوکز، پروتیئن تام، آلبومین، تری‌گلیسرید، کلسترول، HDL و LDL در نمونه‌های سرم خون با استفاده از کیت‌های آزمایشگاهی شرکت پارس‌آزمون و دستگاه اسپکتروفتومتر مدل UV 1600 PC (Shimadzu, Japan) اندازه‌گیری شد [٤].

داده‌های جمع‌آوری‌شده توسط نرم‌افزار SAS (نسخه ٩/١) و با استفاده از رویه GLM برای مدل (١) تجزیه میانگین‌ها به‌کمک آزمون Lsmeans و در سطح (P<٠/٠٥) مقایسه شدند.

رابطه ١)

$$Y_{ijkl}=\mu+A_i+B_j+C_k+ AB_{ij}+AC_{ik}+BC_{jk}+ABC_{ijk}+e_{ijkl}$$

در این رابطه، $Y_{ijkl}$؛ مقدار هر مشاهده، $\mu$؛ میانگین مشاهدات، $A_i$ ؛ اثر منبع چربی، $B_j$؛ اثر امولسیفایر، $C_k$؛ اثر اینولین، $AB_{ij}$؛ اثر متقابل منبع چربی و امولسیفایر، $AC_{ik}$؛ اثر متقابل متقابل منبع چربی و اینولین، $BC_{jk}$؛ اثر متقابل امولسیفایر و اینولین، $ABC_{ijk}$؛ اثر متقابل بین منبع چربی و امولسیفایر و اینولین، $e_{ijkl}$؛ اثر باقیمانده (خطای مربوط به هر مشاهده) بود.

## نتایج و بحث

اثرات متقابل منبع چربی× امولسیفایر× اینولین بر مصرف خوراک، افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل غذایی در دوره‌های مختلف پرورش و هم‌چنین در کل دوره پرورشی معنی‌دار نبود (جدول ٢). افزایش وزن در جوجه‌هایی که با جیره حاوی اینولین و روغن سویا تغذیه شدند بهتر از پرندگان تغذیه‌شد با جیره‌های حاوی اینولین و پیه گوساله بود (P<٠/٠٥). در دوره‌های مختلف آزمایش و هم‌چنین کل دوره، پرندگانی که جیره‌های حاوی اینولین و امولسیفایر دریافت کردند خوراک مصرفی بیش‌تر و و ضریب تبدیل بهتری داشتند (P<٠/٠٥). ضریب تبدیل در پرندگانی که جیره حاوی امولسیفایر و پیه گوساله دریافت کردند بهتر از پرندگان تغذیه‌شد با جیره حاوی امولسیفایر و روغن سویا بود (P<٠/٠٥).

**جدول ۲. اثرات منبع چربی، امولسیفایر و اینولین بر میانگین افزایش وزن روزانه و میانگین خوراک مصرفی روزانه در جوجه‌های گوشتی**

| تیمارهای آزمایشی | | | افزایش وزن روزانه (گرم/ پرنده/ روز) | | | | خوراک مصرفی روزانه (گرم/ پرنده/ روز) | | | | ضریب تبدیل غذایی | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| منبع چربی | امولسیفایر | اینولین | آغازین | رشد | پایانی | کل دوره | آغازین | رشد | پایانی | کل دوره | آغازین | رشد | پایانی | کل دوره |
| سویا | – | – | ۱۷/٦٤ | ٤۸/۱۳ | ۸۷/۱۸ | ۱۵۲/۹۵ | ۲۱/۸۱ | ٦۵/۰۱ | ۱۵٦/۵٤ | ۲٤۳/۳٦ | ۱/۲۳ | ۱/۳۵ | ۱/۷۹ | ۱/۵۹ |
| سویا | – | + | ۱۸/۷۲ | ٤۷/۹۷ | ۹٤/۷۱ | ۱٦۱/٤۰ | ۲۲/۲۱ | ٦۱/۵۷ | ۱٦۲/۷۲ | ۲٤٦/۵۰ | ۱/۱۸ | ۱/۲۸ | ۱/۷۱ | ۱/۵۳ |
| سویا | + | – | ۱۸/٤٦ | ٤۷/۲٤ | ۹۲/٤۸ | ۱۵۸/۱۸ | ۲۱/۰۳ | ۵۷/۵۹ | ۱٦۱/۷۸ | ۲٤۰/٤۰ | ۱/۱۳ | ۱/۲۱ | ۱/۷٤ | ۱/۵۲ |
| سویا | + | + | ۱۹/۳۸ | ٤۸/۱٦ | ۹٤/۱۲ | ۱٦۱/٦۷ | ۲۲/۳٤ | ٦۰/۳٤ | ۱٦٤/۵۱ | ۲٤۷/۱۹ | ۱/۱۵ | ۱/۲۵ | ۱/۷٤ | ۱/۵۳ |
| پیه | – | – | ۱۸/۸۸ | ٤٦/۰۵ | ۹۰/۲۳ | ۱۵۵/۱٦ | ۲۳/۵٦ | ٦۲/٦۱ | ۱۵۸/۲۵ | ۲٤٤/٤۲ | ۱/۲٤ | ۱/۳٦ | ۱/۷۵ | ۱/۵۷ |
| پیه | – | + | ۱۷/۵۲ | ٤٤/٦۳ | ۸۹/۵۵ | ۱۵۱/۷۰ | ۲۱/۲۰ | ۵۹/۱۳ | ۱۵٦/۲۷ | ۲۳٦/٦۰ | ۱/۲۱ | ۱/۳۲ | ۱/۷٤ | ۱/۵٦ |
| پیه | + | – | ۱۸/۳۵ | ٤۵/۵٤ | ۹۱/۸۳ | ۱۵۵/۷۲ | ۲۰/۸۵ | ۵۸/۷۱ | ۱۵۷/۰۵ | ۲۳٦/٦۱ | ۱/۱۳ | ۱/۲۸ | ۱/۷۰ | ۱/۵۲ |
| پیه | + | + | ۱۸/۹۰ | ٤۷/۰۰ | ۹٦/۲۷ | ۱٦۲/۱۷ | ۲۱/٦۷ | ٦۲/۲٦ | ۱٦۵/۱۵ | ۲٤۹/۰۸ | ۱/۱٤ | ۱/۳۲ | ۱/۷۱ | ۱/۵۳ |
| SEM | | | ۰/۱۵۱٦ | ۰/۲۸۲۵ | ۰/۳۸۱۸ | ۲/۰٤ | ۰/۱۵۷۰ | ۰/٤۰۹۷ | ۱/۰٤٦۰ | ۳/۲ | ۰/۰۳۳ | ۰/۰۳۷ | ۰/۰۳۸ | ۰/۰۷۷ |
| اثرات اصلی | | | | | | | | | | | | | | |
| منبع چربی | | | | | | | | | | | | | | |
| روغن سویا | | | ۱۹/۵۵[a] | ٤۷/۸۷[a] | ۹۱/۱۲[b] | ۱۵۸/۵٤[a] | ۲۲/۸۵[a] | ٦۵/۱۳[a] | ۱٦۱/۳۹ | ۲٤٦/۳۷[a] | ۱/۱۸[b] | ۱/۲۷[b] | ۱/۷۵ | ۱/۵۳[b] |
| پیه | | | ۱۸/٤۱[b] | ٤۵/۸۱[b] | ۹٤/۹۷[a] | ۱۵٤/۱۹[b] | ۲۰/۸۲[b] | ۵۹/٦۸[b] | ۱۵۹/۱۸ | ۲٤۱/٦۸[b] | ۱/۲٤[a] | ۱/۳۲[a] | ۱/۷۳ | ۱/۵۷[a] |
| SEM | | | ۰/۱٦۳٤ | ۰/۵۵۰٦ | ۲/٤٦ | ۳/۱۷ | ۰/۱۷۷۲ | ۰/۸۰۳۷ | ۱/۳۰ | ۲/۲۷ | ۰/۰۱۳ | ۰/۰۱٦ | ۰/۰۱۷ | ۰/۰۲۸ |
| امولسیفایر | | | | | | | | | | | | | | |
| – | | | ۱۸/۱۹ | ٤٦/۷۰ | ۹۰/٤۲[b] | ۱۵۵/۳۱[b] | ۲۳/۲۰[a] | ٦۲/۰۸[a] | ۱۵۸/٤۵ | ۲٤۲/۷۳[b] | ۱/۲۲[a] | ۱/۳۲[a] | ۱/۷۵ | ۱/۵٦[a] |
| + | | | ۱۸/۷۷ | ٤٦/۹۹ | ۹۳/٦۷[a] | ۱۵۹/٤۳[a] | ۲۱/٤۷[b] | ۵۹/۷۳[b] | ۱٦۲/۱۲ | ۲٤۹/۳۲[a] | ۱/۱٤[b] | ۱/۲۷[b] | ۱/۷۳ | ۱/۵۲[b] |
| SEM | | | ۰/۱٦۳٤ | ۰/۵۵۰٦ | ۲/٤٦ | ۳/۱۷ | ۰/۱۸۰٦ | ۰/۸۰۳۷ | ۱/۳۰ | ۲/۲۸ | ۰/۰۱۳ | ۰/۰۱٦ | ۰/۰۱۷ | ۰/۰۲۸ |
| اینولین | | | | | | | | | | | | | | |
| – | | | ۱۸/۳۳ | ٤٦/۷٤ | ۹۳/٦٦[a] | ۱٦۲/۰۱[a] | ۲۳/۸۱[a] | ۵۸/۹۸[b] | ۱۵۸/٤۰ | ۲٤۱/۱۹[b] | ۱/۱۹[a] | ۱/۳٦[a] | ۱/۷۵ | ۱/۵۲[b] |
| + | | | ۱۸/٦۳ | ٤٦/۹۵ | ۹۰/٤۳[b] | ۱۵۸/۷۳[b] | ۲۱/۸٦[b] | ٦۲/۸۲[a] | ۱٦۲/۱٦ | ۲٤۷/۸٤[a] | ۱/۱۷[b] | ۱/۲۹[b] | ۱/۷۳ | ۱/۵۷[a] |
| SEM | | | ۰/۱٦۲۹ | ۰/۵۵۰٦ | ۲/٤٦ | ۳/۱۷ | ۰/۱۷۷۲ | ۰/۸۰۳۷ | ۱/۳۰ | ۲/۲۷ | ۰/۰۱۳ | ۰/۰۱٦ | ۰/۰۱۷ | ۰/۰۲۸ |
| سطح احتمال (P-value) | | | | | | | | | | | | | | |
| منبع چربی | | | ۰/۳٤٤٤ | ۰/۰۰۱۳ | ۰/۳۸۰۵ | ۰/۰۲۰۱ | ۰/۵۳٤٦ | ۰/۵۳٤٦ | ۰/۱۲۹۳ | ۰/۱۷۳۱ | ۰/۰۲٤٤ | ۰/۰۰۰۱ | ۰/٤۰۸۱ | ۰/۷۷۱۹ |
| امولسیفایر | | | ۰/۰۵۹۷ | ۰/٦۵۷٤ | ۰/۱۱٦۱ | ۰/۰۸۰٦ | ۰/۰۰۱۵ | ۰/٤٦۵۷ | ۰/۱۲۱٤ | ۰/۰۰۰۱ | ۰/۰۰۰۱ | ۰/۰٦۲۵ | ۰/۰٦۲۵ | ۰/۰۰۰٦ |
| اینولین | | | ۰/۵۵۵٦ | ۰/۷۳۲٦ | ۰/۰۰۱٦ | ۰/۰۰۵۵ | ۰/۸۲٦٤ | ۰/۸۲٦٤ | ۰/۲٤۸۳ | ۰/۳۹۹۳ | ۰/۰۱٦۵ | ۰/۲۲۹۸ | ۰/۱۸۸۱ | ۰/۱۲۱۳ |
| چربی× امولسیفایر | | | ۰/۸٦۹٦ | ۰/۲۸۲۰ | ۰/۷۰۰۲ | ۰/٤٤۷٤ | ۰/۰۵۸٤ | ۰/۰۵۸٤ | ۰/۷۹۳۷ | ۰/۵٤۹۹ | ۰/۰۱٦۵ | ۰/۲۷۲۰ | ۰/۹۲۳۰ | ۰/۹۷٤۳ |
| چربی× اینولین | | | ۰/۱۹۵۰ | ۰/۷۸۸۹ | ۰/۰۰۰۱ | ۰/۰۰۰٦ | ۰/۷۸۹۸ | ۰/۷۸۹۸ | ۰/۰۹۸۲ | ۰/۱٤۰۷ | ۰/۸٦۷۱ | ۰/۸۷٤۱ | ۰/۱۳۳٤ | ۰/۱۷۲۲ |
| امولسیفایر× اینولین | | | ۰/۰۳٦٤ | ۰/۱۱۰۵ | ۰/۲۸۷۷ | ۰/۷۹۰۱ | ۰/۰۰۰۱ | ۰/۰۰۰۱ | ۰/۱۵۱۰ | ۰/۰۱۵٤ | ۰/۰۰۰۸ | ۰/۰۰۰۱ | ۰/۰۳۸۱ | ۰/۰۰۳۵ |
| منبع چربی× امولسیفایر× اینولین | | | ۰/۱۲۲۰ | ۰/٤۷۸۲ | ۰/۳۵۲۰ | ۰/۱۸۵۹ | ۰/٤۹٦۵ | ۰/٤۹٦۵ | ۰/٦۹۵۸ | ۰/۵٦۷۲ | ۰/۱۰۱۳ | ۰/۸۷٤۱ | ۰/۷٤۲۵ | ۰/٦۲۹۵ |

**a-b: تفاوت اعداد با حروف غیر مشابه در هر ستون معنی‌دار است (P<۰/۰۵).**

**SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها**

بهبود در افزایش وزن روزانه در پرندگان تغذیه‌شد با جیره‌های حاوی روغن سویا نسبت به پیه در آزمایش حاضر موافق با نتایج قبلی در این زمینه می‌باشد [۹، ۲۵].

پیه به‌عنوان یک منبع چربی با غلظت بالای اسیدهای چرب اشباع مطرح است که غنی از اسیدهای چرب ۱٦ و ۱۸ کربنه بوده و تمایل این اسیدهای چرب جهت پیوستن به میسل‌ها کم‌تر از اسیدهای چرب غیراشباع است [۲۱]. از طرفی، به‌خوبی مشخص شده است که قابلیت هضم چربی با درصد بالای اسید چرب اشباع به‌ویژه در سنین ابتدایی جوجه‌های گوشتی پایین است [۹ ]. در این رابطه باید اشاره

شود که مقدار ترشح اسیدهای صفراوی در سنین ابتدایی در جوجه‌های گوشتی پایین بوده که خود منجر به عدم تشکیل مناسب میسل‌ها و در نهایت کاهش جذب چربی خواهد شد [۷]. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که ضریب تبدیل غذایی در جوجه‌های دریافت‌کننده پیه در دوره رشد نسبت به روغن سویا بالاتر بود که این نتیجه با گزارش یک مطالعه مطابقت دارد که در آن تغذیه جوجه‌های گوشتی با منابع اسیدهای چرب اشباع سبب کاهش راندمان مصرف خوراک شد [۱۷].

مصرف مکمل امولسیفایر باعث کاهش میزان خوراک مصرفی در دوره رشد شد که البته در کل دوره این اثر مشاهده نشد. کاهش خوراک مصرفی در دوره رشد احتمالاً به‌دلیل تأثیر مثبت امولسیفایر بر قابلیت هضم ماده خشک، پروتئین و چربی می‌باشد [۱۰]. تمایل به بهبود افزایش وزن در گروه دریافت‌کننده امولسیفایر نسبت به گروه فاقد مکمل در دوره ابتدایی پرورش مشاهده شد، که البته در کل دوره آزمایش نیز منعکس شد. در رابطه با مکمل امولسیفایر، گزارش‌های بسیاری حاکی از مؤثربودن مصرف آن بر افزایش وزن بدن جوجه‌های گوشتی می‌باشد. برای مثال، در مطالعه‌ای که به‌منظور بررسی اثر مکمل امولسیفیه‌کننده (لیزوفسفاتیدیل کولین) بر قابلیت هضم منابع مختلف چربی (پیه، روغن سویا و چربی طیور) در جوجه‌های گوشتی انجام شد، مشاهده شد که مکمل لیزوفسفاتیدیل کولین (۰/۵ گرم در کیلوگرم) می‌تواند وزن بدن جوجه‌های گوشتی را در دوره آغازین با توجه به تأثیر آن بر قابلیت هضم ظاهری اسیدهای چرب، بهبود بخشد [۲٤]. در مطالعه حاضر، استفاده از مکمل امولسیفایر زمانی که جیره حاوی پیه گوساله بود، موجب بیش‌ترین کاهش در ضریب تبدیل غذایی نسبت به سایر گروه‌ها در دوره آغازین گردید. اما در سایر دوره‌های آزمایش این نتیجه مشاهده نشد. این امر می‌تواند به‌دلیل قابلیت کم‌تر اسیدهای چرب اشباع در پیوستن به میسل‌ها نسبت به اسیدهای چرب غیراشباع به‌ویژه در سنین ابتدایی جوجه‌های گوشتی باشد. اثرات مثبت افزودن مکمل امولسیفایر به جیره طیور در بهبود ضریب تبدیل خوراک در مطالعات متعددی گزارش شده است [۸، ۱۱]. گزارش شده است که بهبود در راندمان مصرف خوراک که می‌توان با مکمل‌های امولسیفایر ایجاد کرد، بسیار وابسته به منبع چربی موجود در جیره جوجه‌های گوشتی می‌باشد. پیه به‌دلیل خواص فیزیکی و شیمیایی که دارد کم‌تر توسط نمک‌های صفراوی بومی موجود در دستگاه گوارش امولسیفیه می‌شود [۱۲]. نمک‌های صفراوی سطح قطره چربی را تثبیت و پاک می‌کنند به گونه‌ای که لیپازها می‌توانند به اینترفاز متصل شوند. ترکیبات امولسیفایر در جیره غذایی این روند امولسیون‌سازی را افزایش می‌دهند [۲۱]. در نتیجه هم نوع ترکیب چربی موجود در جیره و هم نوع ترکیب امولسیفایر در عملکرد نهایی پرنده اثرگذار می‌باشند. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در این آزمایش می‌توان گفت افزودن اینولین باعث بهبود عملکرد رشد در جوجه‌های گوشتی می‌شود. نتایج پژوهش‌های گذشته نشان می‌دهد اثر افزودن اینولین به جیره بر عملکرد جوجه های گوشتی متناقض است. بهبود عملکرد رشد توسط مکمل اینولین در جیره غذایی جوجه‌های گوشتی توسط پژوهش‌گران زیادی گزارش شده است [۱۸، ۱۹ و ۲۳]. دلایل مختلفی برای اثرات مفید اینولین بر بهبود عملکرد پیشنهاد شده است که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به این موارد اشاره کرد؛ اینولین با اتصال به دیواره سلول باکتری (باکتری های نامطلوب) از آسیب باکتری‌ها به سلول‌های اپیتلیوم روده جلوگیری می‌کند و با بهبود هضم و جذب مواد مغذی سبب بهبود عملکرد طیور می‌شود [۱۹]. احتمالاً تأثیر اینولین بر سلامتی میزبان غیرمستقیم و از طریق متابولیت‌هایی است که به‌وسیله میکروفلور روده تولید می‌شود. برخی از این متابولیت‌ها شامل اسیدهای چرب کوتاه زنجیر، لاکتات و باکتریوسین‌ها با ایجاد شرایط اسیدی در روده و در نهایت افزایش باکتری‌های مفید و کاهش

پاتوژن ها باعث افزایش عملکرد پرنده می‌شوند [۲]. ممکن است استفاده از اینولین باعث افزایش در سهم نسبی بوتیرات در مواد هضمی سکوم شود. بوتیرات انرژی لازم برای رشد سلول‌های اپیتلیال را فراهم نموده و به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم در مکانیزم‌های تنظیم‌کننده تمایز سلولی و رشد دخیل است [۱۸].

اثرات متقابل منبع چربی× امولسیفایر بر درصد چربی محوطه شکمی معنی‌دار بود (جدول ۳). چربی محوطه شکمی در جوجه‌هائی که با جیره حاوی امولسیفایر و روغن سویا تغذیه شدند کم‌تر از پرندگان تغذیه‌شد با جیره‌های حاوی امولسیفایر و پیه گوساله بود (P<۰/۰۵). پرندگانی که جیره‌های حاوی امولسیفایر دریافت کردند چربی محوطه شکمی پایین‌تری داشتند (P<۰/۰۵). وزن نسبی کبد در پرندگانی که جیره حاوی پیه گوساله دریافت کردند بالاتر از پرندگان تغذیه‌شد با جیره حاوی روغن سویا بود (P<۰/۰۵).

ذخیره‌شدن بیش از حد چربی در لاشه یکی از مهم‌ترین مشکلات صنعت مرغداری مدرن است، زیرا نه تنها باعث کاهش عملکرد لاشه می‌شود بلکه باعث مشکلات در فرآوری گوشت طیور می‌شود. ذخیره پایین چربی در لاشه با کاهش مقدار چربی گوشت تجاری در مرغ‌های گوشتی مطابقت داشته و باعث افزایش بازارپسندی گوشت می‌شود [۲۰]. درصد چربی شکمی بالاتر در جوجه‌های گوشتی تغذیه‌شد با جیره‌های غذایی حاوی پیه گوساله در مقایسه با جیره‌های حاوی روغن سویا ممکن است دلیل افزایش معنی‌دار وزن کبد در جوجه‌های تغذیه‌شد با پیه باشد. ازآنجایی‌که کبد مرکز اصلی ساخت لیپیدها در بدن پرندگان محسوب می‌شود [۱۱]، افزایش ذخیره چربی می‌تواند دلیل افزایش وزن این اندام باشد. تأثیر چربی جیره غذایی بر ذخیره چربی بافتی ممکن است با این واقعیت همراه باشد که انرژی حاصل از پیه به راحتی در مقایسه با اسیدهای چرب غیراشباع برای اهداف متابولیکی استفاده نمی‌شود و بنابراین به‌عنوان چربی بدن تجمع می‌یابد [۱۳].هم‌چنین گزارش شد که کمبود اسیدهای چرب ضروری در جیره جوجه‌های گوشتی باعث بزرگ‌شدن کبد و افزایش چربی در آن می‌شود [۱۶]. با توجه به این‌که در آزمایش حاضر، استفاده از پیه سبب بیش‌ترشدن چربی و بزرگ‌ترشدن کبد شده است می‌توان نتیجه گرفت که احتمالاً جیره‌های حاوی پیه از مقدار کافی اسیدهای چرب ضروری برخوردار نبودند. افزودن مکمل امولسیفایر به جیره جوجه‌های گوشتی به‌ویژه جوجه‌های تغذیه‌شد با منابع اسید چرب اشباع (پیه گوساله)، چربی محوطه شکمی را کاهش داد.

در مطالعه‌ای آثار مثبت استفاده از امولسیفایر بر کاهش میزان چربی ذخیره‌شده محوطه شکمی گزارش شد [۸]. به‌نظر می‌رسد مکمل امولسیفایر از طریق بهبود وضعیت هضم و جذب چربی و اسیدهای چرب ضروری منجر به کاهش فرایند ساخت اسیدهای چرب در کبد و در نتیجه کاهش میزان ذخایر چربی بدن می‌شود.

اثرات متقابل چربی× امولسیفایر بر عیار ثانویه (۴۲ روزگی) IgM علیه SRBCمعنی‌دار بود (جدول ٤). عیار ثانویه (۴۲ روزگی) IgM علیه SRBC در جوجه‌هایی که با جیره حاوی امولسیفایر و پیه گوساله تغذیه شدند بالاتر از پرندگان تغذیه‌شد با جیره‌های حاوی امولسیفایر و روغن سویا بود (P<۰/۰۵). پرندگانی که جیره های حاوی روغن سویا و یا امولسیفایر دریافت کردند مقادیر بالاتری از وزن نسبی بورس و تیموس، عیار اولیه (۲۸ روزگی) علیه بیماری نیوکاسل، و عیار کلی و IgM علیه SRBC برای پاسخ ثانویه (۴۲ روزگی) داشتند (P<۰/۰۵). عیار اولیه (۲۸ روزگی) علیه بیماری نیوکاسل، عیار کلی اولیه (۲۸ روزگی) علیه SRBC، و عیار ثانویه (۴۲ روزگی) IgM علیه SRBC در پرندگانی که جیره حاوی اینولین دریافت کردند بالاتر از پرندگان تغذیه‌شد با جیره فاقد اینولین بود (P<۰/۰۵).

**جدول ۳. اثرات منبع چربی، امولسیفایر و اینولین بر ویژگی‌های لاشه جوجه‌های گوشتی**

| منبع چربی | امولسیفایر | اینولین | لاشه تو‌خالی (درصد وزن زنده) | سینه (درصد لاشه) | ران (درصد لاشه) | چربی (درصد لاشه) | کبد (درصد وزن زنده) | قلب (درصد وزن زنده) | سنگدان (درصدوزن زنده) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| سویا | – | – | ٦٤/٣٨ | ٣٦/٩٨ | ٣٠/٧٧ | ٣/٦١ | ٢/٣٢ | ٠/٥٤ | ٢/٩٥ |
| سویا | – | + | ٦٣/٥٢ | ٣٨/٧٧ | ٣١/٧٧ | ٤/١١ | ٢/١٦ | ٠/٤٨ | ٢/٥٦ |
| سویا | + | – | ٦٣/٩٨ | ٣٧/٢٧ | ٣١/٠٧ | ٢/٨٧ | ٢/١٨ | ٠/٤٩ | ٢/٨٢ |
| سویا | + | + | ٦٤/٠٠ | ٣٥/٩٤ | ٣٠/٥٠ | ٢/٧٧ | ٢/١٩ | ٠/٤٨ | ٢/٥٦ |
| پیه | – | – | ٦٣/٣٥ | ٣٥/٨٩ | ٣١/٠٥ | ٣/٣١ | ٢/٥٧ | ٠/٥٣ | ٢/٩٤ |
| پیه | – | + | ٦٢/٨٠ | ٣٦/٥٢ | ٣٢/٩٥ | ٤/٦٥ | ٢/٣٩ | ٠/٥٤ | ٢/٦٤ |
| پیه | + | – | ٦٤/٨٦ | ٣٦/٩١ | ٣١/١١ | ٣/٢٧ | ٢/٢٧ | ٠/٤٦ | ٢/٧٥ |
| پیه | + | + | ٦٤/٧٠ | ٣٦/٦٩ | ٣١/٢٠ | ٣/١٧ | ٢/٢٦ | ٠/٤٩ | ٢/٦٤ |
| **SEM** | | | ٠/٢٦٣٤ | ٠/٢٤٧٦ | ٠/١٢١٩ | ٠/٠٤٨٦ | ٠/٠٣٥٠ | ٠/٠٠٧٨ | ٠/٠٥١٧ |
| **اثرات اصلی** | | | | | | | | | |
| **منبع چربی** | | | | | | | | | |
| روغن سویا | | | ٦٣/٩٦ | ٣٧/٢٤ | ٣١/٠٣ | ٣/٣٤$^{b}$ | ٢/٢١$^{b}$ | ٠/٥٠ | ٢/٧٢ |
| پیه | | | ٦٣/٩٣ | ٣٦/٥٠ | ٣١/٥٨ | ٣/٦٠$^{a}$ | ٢/٣٧$^{a}$ | ٠/٥١ | ٢/٧٤ |
| **SEM** | | | ٠/٣٦٢٣ | ٠/٦٩٤٦ | ٠/١٨١٩ | ٠/٠١٢٦ | ٠/٠٠٧٥ | ٠/٠٠٠٤ | ٠/٠١٢٦ |
| **امولسیفایر** | | | | | | | | | |
| – | | | ٦٣/٥١ | ٣٧/٠٤ | ٣١/٦٣ | ٣/٩٢$^{a}$ | ٢/٣٦ | ٠/٥٢$^{a}$ | ٢/٧٧ |
| + | | | ٦٤/٣٨ | ٣٦/٧٠ | ٣٠/٩٧ | ٣/٠٢$^{b}$ | ٢/٢٢ | ٠/٤٨$^{b}$ | ٢/٦٩ |
| **SEM** | | | ٠/٣٦٢٣ | ٠/٦٩٤٦ | ٠/١٨١٩ | ٠/٠١٢٦ | ٠/٠٠٧٥ | ٠/٠٠٠٤ | ٠/٠١٢٦ |
| **اینولین** | | | | | | | | | |
| – | | | ٦٤/١٤ | ٣٦/٧٦ | ٣١/٠٠ | ٣/٢٧$^{b}$ | ٢/٣٣ | ٠/٥١ | ٢/٨٧$^{a}$ |
| + | | | ٦٣/٧٥ | ٣٦/٩٨ | ٣١/٦١ | ٣/٦٧$^{a}$ | ٢/٢٥ | ٠/٥٠ | ٢/٦٠$^{b}$ |
| **SEM** | | | ٠/٣٦٢٣ | ٠/٦٩٤٦ | ٠/١٨١٩ | ٠/٠١٢٦ | ٠/٠٠٧٥ | ٠/٠٠٠٤ | ٠/٠١٢٦ |
| **سطح احتمال (P-value)** | | | | | | | | | |
| منبع چربی | | | ٠/٩٤١٥ | ٠/٢٨٢٦ | ٠/١٤١٩ | ٠/١٧١٧ | ٠/٠٢٩٢ | ٠/١٠٤٤ | ٠/٧٨٧٨ |
| امولسیفایر | | | ٠/٠٧٩٠ | ٠/٨١٥٣ | ٠/٤٩٤٤ | ٠/٠٠١٨ | ٠/٠٥٩٤ | ٠/١٦١٢ | ٠/٥٦٥٠ |
| اینولین | | | ٠/٤٢٤٢ | ٠/٩٩٢٨ | ٠/٢٤٦٣ | ٠/٧٣٩٥ | ٠/٢٤٠٦ | ٠/٧٠٩٩ | ٠/٠٩٥٩ |
| چربی×امولسیفایر | | | ٠/٠٩١١ | ٠/٠٥٥٨ | ٠/٥٠٩٨ | ٠/٠٤٨٨ | ٠/٢٥١٨ | ٠/٨٢١٣ | ٠/٤٢١٦ |
| چربی×اینولین | | | ٠/٩٥٣٥ | ٠/٩٩٦٠ | ٠/٢٥٩٥ | ٠/٩٨٧٧ | ٠/٩٠٣٩ | ٠/٠٧٣٤ | ٠/٨٢٥٠ |
| امولسیفایر×اینولین | | | ٠/٥٠٨٢ | ٠/٢٦٧٢ | ٠/٠٥٥٥ | ٠/٠٣٩١ | ٠/٢٢٩٨ | ٠/٢٤٠٢ | ٠/٦٧٩٦ |
| منبع چربی×امولسیفایر×اینولین | | | ٠/٧٩٣٩ | ٠/٤٨١١ | ٠/٧٤١١ | ٠/٣٢٦٨ | ٠/٩٨٣٠ | ٠/٧٧٧١ | ٠/٩٩٢٣ |

**a-b**: تفاوت اعداد با حروف غیر مشابه در هر ستون معنی‌دار است (P<٠/٠٥).

**SEM**: خطای استاندارد میانگین‌ها

**جدول ٤. اثرات منبع چربی، امولسیفایر و اینولین بر وزن اندام‌های لنفوئیدی و پاسخ پادتن علیه واکسن بیماری نیوکاسل و گلبول قرمز خون گوسفندی (SRBC) در جوجه‌های گوشتی**

| منبع چربی | امولسیفایر | اینولین | وزن اندام‌های لنفی (درصد وزن زنده) | | | عیار پادتن[1] علیه نیوکاسل | عیار پادتن[1] علیه SRBC (۲۸ روزگی) | | | عیار پادتن[1] علیه SRBC (٤۲ روزگی) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | بورس | تیموس | طحال | ۲۸ روزگی | ۳۵ روزگی | کل | IgG | IgM | کل | IgG | IgM |
| سویا | – | – | ۰/۰۹۹ | ۰/۲۵۹ | ۰/۱۱٤ | ۲/۸۸ | ۲/٦۷ | ۲/۱٦ | ۰/٤۰ | ۱/٦۳ | ۲/٦۹ | ۰/۹۲ | ۲/۰۸ |
| سویا | – | + | ۰/۱۲۱ | ۰/۲۸۱ | ۰/۱۰۰ | ۳/۰٦ | ۲/۷۰ | ۲/۳٦ | ۰/۸۰ | ۱/۷۵ | ۲/۸٦ | ۰/۸۳ | ۲/۳۸ |
| سویا | + | – | ۰/۱٤۱ | ۰/۲۹۰ | ۰/۱۲۲ | ۳/۰۳ | ۲/۸۰ | ۲/۱۲ | ۰/٦۰ | ۱/٤۳ | ۲/۷۰ | ۱/۰۳ | ۱/۹۱ |
| سویا | + | + | ۰/۱٦۰ | ۰/۳۰۱ | ۰/۱۰۵ | ۳/۲۲ | ۲/۹٤ | ۲/٤۱ | ۱/۰۰ | ۱/۷۰ | ۳/۰٤ | ۰/۷۲ | ۲/٦۹ |
| پیه | – | – | ۰/۰٦۰ | ۰/۲۳۹ | ۰/۱۳۰ | ۲/۷۰ | ۲/۵۸ | ۲/۰۵ | ۰/۸۰ | ۱/۱۵ | ۲/۰۳ | ۰/۹۲ | ۱/۰۳ |
| پیه | – | + | ۰/۰۸۱ | ۰/۲۵۱ | ۰/۱۱۹ | ۲/۸۲ | ۲/٦۷ | ۲/۲٦ | ۰/٦۰ | ۱/٦۷ | ۲/٤۳ | ۰/۸۳ | ۱/٦۲ |
| پیه | + | – | ۰/۱۱۰ | ۰/۲۵۰ | ۰/۱۲٤ | ۲/۸۸ | ۲/٦۷ | ۲/۰٦ | ۰/٤۰ | ۱/٤۷ | ۲/٦۷ | ۰/۷۲ | ۲/۱٦ |
| پیه | + | + | ۰/۱٤۰ | ۰/۲۷۰ | ۰/۱۳۰ | ۲/۹۹ | ۲/۷٦ | ۲/۱۹ | ۰/۸۰ | ۱/٤۳ | ۲/۷۵ | ۰/۵۲ | ۲/۳۲ |
| SEM | | | ۰/۰۱۰ | ۰/۰۱۲ | ۰/۰۱٤ | ۰/۰۹۸ | ۰/۰۸۹ | ۰/۱۱۵ | ۰/۲۱۲ | ۰/۱۸۸ | ۰/۱۸۱ | ۰/۳٦٦ | ۰/۲۹۳ |
| اثرات اصلی | | | | | | | | | | | | | |
| منبع چربی | | | | | | | | | | | | | |
| روغن سویا | | | ۰/۱۳۰ a | ۰/۲۸۳ a | ۰/۱۱۰ | ۳/۰٤ a | ۲/۷۸ | ۲/۲٦ | ۰/۷۰ | ۱/٦۳ | ۲/۸۲ a | ۰/۸۸ | ۲/۲۷ a |
| پیه | | | ۰/۰۹۸ b | ۰/۲۵۳ b | ۰/۱۲٦ | ۲/۸۵ b | ۲/٦۷ | ۲/۱٤ | ۰/٦۵ | ۱/٤۳ | ۲/٤۷ b | ۰/۷۵ | ۱/۷۸ b |
| SEM | | | ۰/۰۰۵ | ۰/۰۰٦ | ۰/۰۰۷ | ۰/۰٤۹ | ۰/۰٤٤ | ۰/۰۵۸ | ۰/۱۰٦ | ۰/۰۹٤ | ۰/۰۹۱ | ۰/۱۸۳ | ۰/۱٤٦ |
| امولسیفایر | | | | | | | | | | | | | |
| – | | | ۰/۰۹۰ b | ۰/۲۵۸ b | ۰/۱۱٦ | ۲/۸٦ b | ۲/٦٦ b | ۲/۲۱ | ۰/٦۵ | ۱/۵۵ | ۲/۵۰ b | ۰/۸۸ | ۱/۷۷ b |
| + | | | ۰/۱۳۸ a | ۰/۲۷۸ a | ۰/۱۲۰ | ۳/۰۳ a | ۲/۷۹ a | ۲/۲۰ | ۰/۷۰ | ۱/۵۱ | ۲/۷۹ a | ۰/۷۵ | ۲/۲۸ a |
| SEM | | | ۰/۰۰۵ | ۰/۰۰٦ | ۰/۰۰۷ | ۰/۰٤۹ | ۰/۰٤٤ | ۰/۰۵۸ | ۰/۱۰٦ | ۰/۰۹٤ | ۰/۰۹۱ | ۰/۱۸۳ | ۰/۱٤٦ |
| اینولین | | | | | | | | | | | | | |
| – | | | ۰/۱۰۳ b | ۰/۲٦۰ | ۰/۱۲۲ | ۲/۸۷ b | ۲/٦۸ | ۲/۱۰ b | ۰/۵۵ | ۱/٤۲ | ۲/۵۲ | ۰/۹۰ | ۱/۸۰ b |
| + | | | ۰/۱۲۵ a | ۰/۲۷۵ | ۰/۱۱٤ | ۳/۰۲ a | ۲/۷۷ | ۲/۳۱ a | ۰/۸۰ | ۱/٦٤ | ۲/۷۷ | ۰/۷۳ | ۲/۲۵ a |
| SEM | | | ۰/۰۰۵ | ۰/۰۰٦ | ۰/۰۰۷ | ۰/۰۵۳ | ۰/۰٤٤ | ۰/۰۵۸ | ۰/۱۰٦ | ۰/۰۹٤ | ۰/۰۹۱ | ۰/۱۸۳ | ۰/۱٤٦ |
| سطح احتمال (P-value) | | | | | | | | | | | | | |
| منبع چربی | | | ۰/۰۰۰۱ | ۰/۰۰۰۹ | ۰/۱۲۰۱ | ۰/۰۰۹ | ۰/۰۸٦۲ | ۰/۱٤۳۷ | ۰/۷٤۱۱ | ۰/۱٤۵۰ | ۰/۰۱۰٦ | ۰/٦۲۱۰ | ۰/۰۲٦۳ |
| امولسیفایر | | | ۰/۰۰۰۱ | ۰/۰۲۰۱ | ۰/٦۱۷۳ | ۰/۰۲٤۵ | ۰/۰٤۱٤ | ۰/۸۸٦۲ | ۰/۷٤۱۱ | ۰/۷۵۲۵ | ۰/۰۳۲۲ | ۰/٦۲۱۰ | ۰/۰۲۲٦ |
| اینولین | | | ۰/۰۰۳٤ | ۰/۰۷۵۹ | ۰/۳٦٤۱ | ۰/۰۳۷۵ | ۰/۱٦٦٤ | ۰/۰۱۵۹ | ۰/۱۰۵۳ | ۰/۱۱٤۷ | ۰/۰٦۱۵ | ۰/۵۱٤۲ | ۰/۰۳٤۳ |
| چربی×امولسیفایر | | | ۰/۲۹۹۷ | ۰/۵٤۵۲ | ۰/۸۵٦۷ | ۰/۸۹٦۹ | ۰/٤۵۵۹ | ۰/۸۹۲٤ | ۰/۳۲٤۸ | ۰/۵۳۳۵ | ۰/۱۵۰۰ | ۰/٦۲۱۰ | ۰/۰٤۹۰ |
| چربی×اینولین | | | ۰/۷۲۷٦ | ۱/۰۰۰۰ | ۰/۵۰۰۵ | ۰/٦۲۳٤ | ۰/۹۳٤۱ | ۰/٦٤۹٤ | ۰/۳۲٤۸ | ۰/۸۵۰۰ | ۰/۹۵۹۰ | ۰/۹۱۰۸ | ۰/٦۸۰٦ |
| امولسیفایر×اینولین | | | ۰/۷۲۷٦ | ۱/۰۰۰۰ | ۰/۷۳۷۵ | ۰/۹۹۷۹ | ۰/٦۹۱۵ | ۰/۹۸۲٤ | ۰/۳۲٤۸ | ۰/٤۵٤٦ | ۰/۷۷٦۵ | ۰/۷۳٦۹ | ۰/۹٤۱۸ |
| چربی×امولسیفایر×اینولین | | | ۰/۷۲۷٦ | ۰/۵٤۵۲ | ۰/۵۷٤۷ | ۰/۹۹۷۹ | ۰/٦۵۷۳ | ۰/۵۹۹۰ | ۰/۳۲٤۸ | ۰/۱۹۹۵ | ۰/۳٤۸٤ | ۰/۹۱۰۸ | ۰/۲۸٤۵ |

a-b: تفاوت اعداد با حروف غیر مشابه در هر ستون معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها

۱. داده‌ها براساس $\log_2$ بالاترین رقت سرم هستند که کاملاً آگلوتینه شدند.

استفاده از جیره حاوی پیه نسبت به روغن سویا منجر به کاهش وزن نسبی تیموس و بورس شد. به‌طور مشابه، در مطالعه‌ای گزارش شد که مصرف منابع اسیدهای چرب غیراشباع (روغن سویا) در مقایسه با منابع با مقادیر اسیدهای چرب اشباع بالاتر (پودر چربی) منجر به افزایش وزن بورس و طحال در بوقلمون‌های گوشتی در سن ۷۰ روزگی شد [۱۵]. در مورد تأثیر منابع اشباع و غیراشباع چربی بر سیستم ایمنی طیور مطالعات کمی انجام شده است. در مطالعه‌ای [۵] ترکیب اسیدهای چرب بافت‌های لنفاوی تحت تأثیر محتویات جیره غذایی قرار گرفت. تأثیر جیره های غنی از چربی‌های غیراشباع بر پاسخ ایمنی هومورال می‌تواند به این موضوع مرتبط باشد که غلظت اسید آراشیدونیک (اسید چرب ۲۰ کربنی از گروه n–٦) در سرم و بافت‌های سیستم ایمنی جوجه‌هایی که از جیره های غنی از چربی‌های غیراشباع تغذیه کردند، ۵۰ تا ۷۰ درصد کاهش یافت. بنابراین چربی‌های غیراشباع از طریق کاهش تولید PGE2 می‌توانند موجب افزایش تولید پادتن شوند [٦].

در این پژوهش، وزن نسبی اندام‌های لنفی تیموس و بورس فابریسیوس با تغذیه جیره حاوی امولسیفایر افزایش یافت. گزارش شده است که جوجه‌های گوشتی مکمل‌شده با لیزوفسفولیپید (به‌عنوان منبع امولسیفایر) بورس فابریسیوس سنگین‌تری در مقایسه با آن‌هایی که امولسیفایر دریافت نمی‌کنند دارند [۱]. از طرفی مشاهده شد که جوجه‌های تغذیه‌شد با مکمل امولسیفایر، عیار پادتن بالاتری علیه نیوکاسل و SRBC نسبت به جوجه‌های تغذیه‌شد با جیره فاقد مکمل نشان دادند [۱]. این موضوع احتمالاً به‌دلیل جذب بهتر چربی از دستگاه گوارش و دخالت در ترکیب اسیدهای چرب بافت‌های لنفاوی باشد. هم‌چنین در مطالعه حاضر اثرات مثبت افزودن اینولین به جیره غذایی بر پاسخ ایمنی مشاهده شد. گزارش شده است که مهم‌ترین مکانیسم عمل اینولین بر تعدیل سیستم ایمنی به‌واسطه بهبود جمعیت میکروبی روده می‌باشد [۲].

غلظت‌های پروتئین خام، آلبومین، گلوکز، تری‌گلیسرید، کلسترول و LDL سرم خون در پرندگانی که جیره حاوی روغن سویا دریافت کردند به‌طور معنی‌داری پایین‌تر از پرندگان تغذیه‌شد با جیره حاوی پیه گوساله بود (جدول ۵). پرندگانی که جیره‌های حاوی اینولین دریافت کردند مقادیر پایین‌تری از غلظت‌های کلسترول و LDL سرم خون داشتند ($P<۰/۰۵$).

از لحاظ تأثیر منابع مختلف چربی، جوجه‌های تغذیه‌شد با روغن سویا کم‌ترین مقدار تری‌گلیسرید، کلسترول و LDL و بیش‌ترین غلظت HDL را در سرم خون نسبت به جوجه‌های تغذیه‌شد با پیه گوساله داشتند. به‌طور مشابه در یک مطالعه گذشته غلظت کل کلسترول سرم خون در جوجه‌های تغذیه‌شد با روغن سویا نسبت به روغن رستوران به‌طور معنی‌داری در کل دوره ٤٢ روز آزمایش کم‌تر بود [۲۲]. هم‌چنین سطح پایین‌تری از تری‌گلیسرید در سرم خون جوجه‌های تغذیه‌شد با روغن سویا در مقایسه با پیه گوساله مشاهده شد [۳]. در این مطالعه افزودن اینولین سبب کاهش غلظت کلسترول و LDL در خون شد. به‌طور مشابه گزارش شد که مقدار ۱۰ گرم اینولین در جیره باعث کاهش کلسترول سرم جوجه‌های گوشتی می‌شود [۲۳]. هم‌چنین اینولین می‌تواند سوخت‌وساز لیپیدی را تغییر داده و غلظت تری‌آسیل‌گلیسرول و کلسترول پلاسما را کاهش دهند [۱۸]. تاکنون چندین فرضیه برای کاهش غلظت تری‌گلیسرید و کلسترول توسط اینولین پیشنهاد شده است. فرضیه‌ای که بیش‌تر قابل‌قبول است این است که اینولین باعث کاهش هم‌زمان بیان ژن‌های کبدی و فعالیت آنزیم‌های لیپوژنیک شده و در نتیجه متابولیسم لیپیدهای کبدی را تغییر داده و سنتز اسیدهای چرب و گلیسرید را کاهش می‌دهد [۲].

**جدول۵. اثرات منبع چربی، امولسیفایر و اینولین بر برخی شاخص‌های بیوشیمیایی خون جوجه‌های گوشتی**

| منبع چربی | امولسیفایر | اینولین | پروتئین تام | آلبومین | گلوکز | تری گلیسرید | کلسترول | HDL | LDL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | گرم/دسی‌لیتر | گرم/دسی‌لیتر | میلی‌گرم/دسی‌لیتر | میلی‌گرم/دسی‌لیتر | میلی‌گرم/دسی‌لیتر | میلی‌گرم/دسی‌لیتر | میلی‌گرم/دسی‌لیتر |
| سویا | – | – | ۳/۵۱ | ۱/۹۰ | ۱۹۹/۰۰ | ۷۶/۳۸ | ۹۲/۸۵ | ۳۲/۷۰ | ۴۴/۲۳ |
| سویا | – | + | ۳/۲۴ | ۱/۷۵ | ۱۹۸/۱۲ | ۷۷/۱۲ | ۸۴/۲۹ | ۳۱/۴۵ | ۳۷/۸۲ |
| سویا | + | – | ۳/۴۹ | ۱/۹۱ | ۲۲۳/۳۰ | ۷۲/۳۰ | ۹۹/۳۶ | ۳۳/۴۱ | ۵۱/۹۵ |
| سویا | + | + | ۳/۲۵ | ۱/۶۹ | ۱۹۰/۴۳ | ۶۵/۴۳ | ۸۰/۹۸ | ۳۲/۷۹ | ۳۴/۵۴ |
| پیه | – | – | ۳/۸۷ | ۲/۰۶ | ۲۲۹/۲۰ | ۸۱/۲۰ | ۱۱۸/۲۹ | ۲۹/۴۰ | ۷۲/۳۱ |
| پیه | – | + | ۳/۶۷ | ۲/۰۴ | ۲۱۷/۹۸ | ۸۶/۷۵ | ۱۰۳/۳۰ | ۲۶/۳۰ | ۶۰/۲۵ |
| پیه | + | – | ۴/۰۹ | ۲/۳۵ | ۲۶۷/۳۵ | ۹۵/۵۰ | ۱۲۶/۸۲ | ۳۰/۳۶ | ۷۷/۲۶ |
| پیه | + | + | ۳/۹۸ | ۲/۴۹ | ۲۷۳/۲۰[a] | ۱۰۳/۲۹ | ۱۲۱/۶۰ | ۲۷/۲۱ | ۷۳/۷۳ |
| SEM | | | ۰/۱۰۲ | ۰/۰۷۷ | ۸/۲۹ | ۳/۵۵ | ۴/۰۷ | ۱/۴۰۷ | ۴/۲۴ |
| اثرات اصلی | | | | | | | | | |
| منبع چربی | | | | | | | | | |
| روغن سویا | | | ۳/۳۷[b] | ۱/۸۱[b] | ۲۰۲/۸۰[b] | ۷۲/۷۳[b] | ۸۹/۳۰[b] | ۳۲/۵۹[a] | ۴۲/۱۳[b] |
| پیه | | | ۳/۹۰[a] | ۲/۲۳[a] | ۲۴۶/۸۵[a] | ۹۱/۷۲[a] | ۱۱۷/۵۵[a] | ۲۸/۳۱[b] | ۷۰/۸۸[a] |
| SEM | | | ۰/۰۷۸ | ۰/۰۴۴ | ۴/۹۳ | ۱/۸۳ | ۲/۳۵ | ۰/۸۶۶ | ۲/۴۱ |
| امولسیفایر | | | | | | | | | |
| – | | | ۳/۵۷ | ۱/۹۴ | ۲۱۱/۰۵ | ۸۰/۲۸ | ۹۹/۷۰ | ۲۹/۹۶ | ۵۳/۶۵ |
| + | | | ۳/۷۰ | ۲/۱۱ | ۲۳۸/۶۰ | ۸۴/۱۸ | ۱۰۷/۱۵ | ۳۰/۹۴ | ۵۹/۳۷ |
| SEM | | | ۰/۰۷۸ | ۰/۰۴۴ | ۴/۹۳ | ۱/۸۳ | ۲/۳۵ | ۰/۸۶۶ | ۲/۴۱ |
| اینولین | | | | | | | | | |
| – | | | ۳/۷۴ | ۲/۰۶ | ۲۲۹/۸۰ | ۸۱/۴۸ | [a]۱۰۹/۲۰ | ۳۱/۴۶ | [a]۶۱/۴۳ |
| + | | | ۳/۵۳ | ۱/۹۹ | ۲۱۹/۸۵ | ۸۲/۹۸ | [b]۹۷/۶۵ | ۲۹/۴۴ | [b]۵۱/۵۸ |
| SEM | | | ۰/۰۷۸ | ۰/۰۴۴ | ۴/۹۳ | ۱/۸۳ | ۲/۳۵ | ۰/۸۶۶ | ۲/۴۱ |
| سطح احتمال (P-value) | | | | | | | | | |
| منبع چربی | | | ۰/۰۱۶۶ | ۰/۰۲۰۶ | ۰/۰۱۱۹ | ۰/۰۱۱۶ | ۰/۰۰۵۰ | ۰/۰۰۰۱ | ۰/۰۰۱۸ |
| امولسیفایر | | | ۰/۵۲۸۲ | ۰/۳۲۵۳ | ۰/۱۰۵۳ | ۰/۵۸۵۹ | ۰/۴۳۲۹ | ۰/۲۴۵۵ | ۰/۵۰۳۸ |
| اینولین | | | ۰/۳۳۸۳ | ۰/۷۱۸۴ | ۰/۵۵۱۴ | ۰/۸۳۳۶ | ۰/۰۲۷۱ | ۰/۱۲۰۲ | ۰/۰۴۲۹ |
| چربی×امولسیفایر | | | ۰/۷۸۳۵ | ۰/۴۰۰۶ | ۰/۹۶۱۵ | ۰/۱۷۳۱ | ۰/۶۵۶۶ | ۰/۶۳۵۱ | ۰/۷۹۵۴ |
| چربی×اینولین | | | ۰/۸۴۶۸ | ۰/۸۰۲۰ | ۰/۷۵۵۱ | ۰/۰۵۱۳ | ۰/۶۸۹۸ | ۰/۵۱۹۴ | ۰/۸۰۳۴ |
| امولسیفایر×اینولین | | | ۰/۸۶۸۱ | ۰/۹۲۱۱ | ۰/۹۲۵۶ | ۰/۵۳۵۵ | ۰/۷۷۹۸ | ۰/۴۴۷۴ | ۰/۶۴۸۶ |
| منبع چربی×امولسیفایر×اینولین | | | ۰/۴۵۲۱ | ۰/۶۳۴۸ | ۰/۷۰۹۲ | ۰/۵۰۸۶ | ۰/۹۴۳۵ | ۰/۷۶۷۵ | ۰/۹۶۵۲ |

**a-b**: تفاوت اعداد با حروف غیر مشابه در هر ستون معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

**SEM**: خطای استاندارد میانگین‌ها

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در مطالعه حاضر، استفاده از مکمل امولسیفایر و اینولین در جیره غذایی جوجه‌های گوشتی هنگام استفاده از منابع چربی حاوی اسیدهای چرب اشباع سبب بهبود عملکرد رشد و پاسخ ایمنی می‌شود.

## تشکر و قدردانی

هزینه و امکانات مورد استفاده در این پژوهش از محل اعتبارات دانشگاه ایلام تأمین شده است، که بدین‌وسیله نگارندگان مراتب قدردانی خود را ابراز می‌دارند.

## تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

## منابع مورد استفاده


1. Allahyari-Bake S and Jahanian R (2017) Effects of dietary fat source and supplemental lysophosphatidylcholine on performance, immune responses, and ileal nutrient digestibility in broilers fed corn/soybean meal- or corn/wheat/soybean meal-based diets. Poultry Science, 96: 1149-1158.
2. Bucław M (2016) The use of inulin in poultry feeding: a review. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 100: 1015-1022.
3. Fascina VB, Carrijo AS, Souza MR, Garcia AML, Kiefer C and Sartori JR (2009) Soybean oil and beef tallow in starter broiler diets. Brazilian Journal of Poultry Science, 11: 249-256.
4. Friedewald WT, Levy RI and Fredrickson DS (1972) Estimation of concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma without use of the ultra-centrifuge. Clinical chemistry, 18: 499-502.
5. Friedman A and Sklan D (1995) Effect of dietary fatty acids on antibody production and fatty acid composition of lymphoid organs in broiler chickens. Poultry Science, 74: 1463-1469.
6. Fritsche KL, Cassity NA and Huang SC (1991). Effects of dietary fat source on antibody production and lymphocyte proliferation in chickens. Poultry Science, 70: 1646-1657.
7. Ghasemi HA, Shivazad M, Mirzapour Rezaei SS and Karimi Torshizi MA (2016) Effect of synbiotic supplementation and dietary fat sources on broiler performance, serum lipids, muscle fatty acid profile and meat quality. British Poultry Science, 57: 71-83.
8. Hu XQ, Wang WB, Liu L, Wang C, Feng W, Luo QP, Han R and Wang XD (2019) Effects of fat type and emulsifier in feed on growth performance, slaughter traits, and lipid metabolism of Cherry Valley ducks. Poultry Science, 98: 5759-5766.
9. Kulkarni RC, Dingore AD, Durge SM, Dinani OP and Amrutkar SA (2019) Supplementation of different emulsifiers on performance of broilers. Journal of entomology and zoology sciences, 7: 25-29.
10. Lough DS, Solomon MB, Rumsey TS, Elsasser TH, Slyter LL, Kahl S and Lynch GP (1992) Effects of dietary canola seed and soy lecithin in high-forage diets on cholesterol content and fatty acid composition of carcass tissues of growing ram lambs. Journal of Animal Science, 70: 1153-1158.
11. Majdolhosseini L, Ghasemi HA, Hajkhodadadi I and Moradi MH (2019) Nutritional and physiological responses of broiler chickens to dietary supplementation with de-oiled soyabean lecithin at different metabolisable energy levels and various fat sources. British Journal of Nutrition, 122: 863-872.
12. Maldonado–Valderrama J, Wilde P, Macierzanka A and Mackie A (2011) The role of bile salts in digestion. Advances in Colloid and Interface Science, 165: 36-46.
13. Monfaredi A, Rezaei M and Sayyahzadeh H (2011) Effect of supplemental fat in low energy diets on some blood parameters and carcass characteristics of broiler chicks. South African Journal of Animal Science, 41: 24-32.
14. Nelson NA, Lakshmanan N and Lamont SJ (1995) Sheep red blood cell and Brucella abortus antibody responses in chickens selected for multitrait immunocompetence. Poultry Science, 74: 1603-1609.
15. Omidi S, Mohiti A and Ghavi Hossein-Zadeh Navid (2019) Effect of dietary fat level and source on performance and immune system response of turkeys. Acta Scientiarum: Animal Sciences, 42: e46775.
16. Senkoylu N (1990) The effect of tallow and soapstone upon broiler performance. Poultry Science, 69: 120-126.
17. Tabeidian SA and Sadeghi GA (2006) Use of plant based calcium salt of fatty acids in broiler diets. International Journal of Poultry Science, 5: 96-98.
18. Velasco S, Ortiz LT, Alzueta C, Rebole A, Trevino J and Rodriguez ML (2010) Effect of inulin supplementation and dietary fat source on performance, blood serum metabolites, liver lipids, abdominal fat deposition, and tissue fatty acid composition in broiler chickens. Poultry Science, 89: 1651-1662.
19. Verdonk JMAJ, Shim SB, van Leeuwen P and Verstegen WA (2005) Application of inulin-type fructans in animal feed and pet food. British Poultry Science, 93: 125-138.
20. Wang HB, Li H, Wang QG, Zhang XY, Wang SZ, Wang YX and Wang XP (2007) Profiling of chicken adipose tissue gene expression by genome array. BMC Genomics, 8: 193.
21. Wealleans AL, Jansen M and di Benedetto M (2019) The addition of lysolecithin to broiler diets improves growth performance across fat levels and sources: a meta-analysis of 33 trials. British Poultry Science, 61: 51-56.

22. Wu YB, Ravindran V, Thomas DG, Birtles MJ and Hendriks WH (2004) Influence of method of whole wheat inclusion and xylanase supplementation on the performance, apparent metabolisable energy, digestive tract measurements and gut morphology of broilers. British Poultry Science, 45: 385-394.
23. Yusrizal Y and Chen TC (2003) Effect of adding chicory fructans in feed on broiler growth performance, serum cholesterol and intestinal length. International Journal of Poultry Science, 2: 214-219.
24. Zhang B, Haitao L, Zhao D, Guo Y and 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: 177-184.
25. Zollitch W, Knaus W, Aichinger F and Lettner F (1997) Effects of different dietary fat sources on performance and carcass characteristics of broiler. Animal Feed Science and Technology, 66: 63-73.