



Effect of sunflower seed meal fermented with *Aspergillus niger* and *Saccharomyces cerevisiae* on performance, nutrient digestibility, and some blood parameters of broiler chicks

Zahra Karimi¹ | Mansour Rezaei²  | Mohammad Kazemi Fard³  |
Mohammad Ali Tajik Ghanbari⁴ 

1. Department of Animal Science, College of Animal Science and Fisheries, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran. E-mail: z.karimi@sanru.ac.ir
2. Corresponding Author, Department of Animal Science, College of Animal Science and Fisheries, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran. E-mail: m.rezaei@sanru.ac.ir
3. Department of Animal Science, College of Animal Science and Fisheries, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran. E-mail: m.kazemifard@sanru.ac.ir
4. Department of Plant Protection, College of Crop Science, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran. E-mail: m.tajick@sanru.ac.ir

Article Info

ABSTRACT

Article type:

Research Article

Article history:

Received: 12 June 2022

Received in revised form:

14 November 2022

Accepted: 15 November 2022

Published online:

24 December 2022

Keywords:

Bird,
Carcass characteristic,
Feed conversion ratio,
Immune response,
Microbial fermentation.

The effect of sunflower seed meal fermented with *Aspergillus niger* and *Saccharomyces cerevisiae* on performance, nutrient digestibility, immune response, and blood parameters in 200 male Ross 308 broiler chicks in a completely randomized design with five treatments was investigated. Experimental treatments included: 1- diet containing sunflower seed meal fermented by *Aspergillus niger* 2- diet containing sunflower seed meal fermented by *Saccharomyces cerevisiae* 3- diet containing sunflower seed meal fermented by both *Aspergillus niger* and *Aspergillus niger* 4- diet containing sunflower seed meal without processing, and 5-control diet based on corn and soybean meal. Daily feed intake in control treatment and treatment 1 was higher than the other treatments in starter and finisher periods ($P<0.05$). Daily feed intake in control treatment was also higher than the other treatments during the entire breeding period ($P<0.05$). Daily weight gain in control treatment and treatment 1 was higher than the other treatments in starter and grower periods ($P<0.05$). In finisher phase, feed conversion ratio in treatment 1 and during the whole period of the experiment, in control and treatment 1 was better than the other treatments ($P<0.05$). Dry matter, crude protein, and crude fat digestibility in the control group was higher than the other treatments ($P<0.05$). In general, the results showed that the use of sunflower seed meal fermented with *Aspergillus niger* in broiler diet did not have a negative effect on the feed conversion ratio compared to the control treatment and also reduced abdominal fat percentage in the entire breeding period.

Cite this article: Karimi, Z., Rezaei, M., Kazemi Fard, M., & Tajik Ghanbari, M. A.. (2022). Effect of sunflower seed meal fermented with *Aspergillus niger* and *Saccharomyces cerevisiae* on performance, nutrient digestibility, and some blood parameters of broiler chicks. *Journal of animal Production*, 24 (4), 489-500. DOI: <http://doi.org/10.22059/jap.2022.344350.623694>





اثر کنجاله تخم آفتابگردان تخمیر شده با قارچ *آسپرژیلوس نایجر* و مخمر ساکارومایسس سرویزیه بر عملکرد، گوارش پذیری مواد مغذی و برخی از فراسنجه‌های خونی جوجه‌های گوشتی

زهرا کریمی^۱ | منصور رضائی^۲ | محمد کاظمی فرد^۳ | محمد علی تاجیک قنبری^۴

۱. گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران. رایانامه: z.karimi@sanru.ac.ir
۲. نویسنده مسئول، گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران. رایانامه: m.rezaei@sanru.ac.ir
۳. گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران. رایانامه: m.kazemifard@sanru.ac.ir
۴. گروه گیاهپزشکی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران. رایانامه: m.tajick@sanru.ac.ir

چکیده

اطلاعات مقاله

اثر استفاده از کنجاله تخم آفتابگردان تخمیر شده با قارچ *آسپرژیلوس نایجر* و مخمر ساکارومایسس سرویزیه بر عملکرد، ویژگی‌های لاشه، گوارش‌پذیری مواد مغذی و فراسنجه‌های خونی، با ۲۰۰ قطعه جوجه گوشتی نر یک‌روزه سویه راس ۳۰۸، در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج تیمار بررسی شد. تیمارهای آزمایشی شامل ۱- جیره حاوی کنجاله تخم آفتابگردان تخمیر شده توسط قارچ *آسپرژیلوس نایجر*، ۲- جیره حاوی کنجاله تخم آفتابگردان تخمیر شده توسط مخمر ساکارومایسس سرویزیه، ۳- جیره حاوی کنجاله تخم آفتابگردان تخمیر شده توسط هر دو قارچ *آسپرژیلوس نایجر* و مخمر ساکارومایسس سرویزیه، ۴- جیره حاوی کنجاله تخم آفتابگردان بدون فرآوری و ۵- جیره شاهد بر پایه ذرت و کنجاله سویا بودند. در دوره‌های آغازین و پایانی مصرف خوراک روزانه در تیمار شاهد و تیمار یک بیش‌تر از سایر تیمارها بود ($P < 0.05$). در کل دوره پرورش نیز مصرف خوراک در تیمار شاهد بیش‌تر از سایر تیمارها بود ($P < 0.05$). در دوره آغازین و دوره رشد، افزایش وزن روزانه در تیمار شاهد و تیمار یک بیش‌تر از سایر تیمارها بود ($P < 0.05$). در دوره پایانی ضریب تبدیل غذایی در تیمار یک و در کل دوره پرورش ضریب تبدیل غذایی در تیمار شاهد و تیمار یک بهتر از سایر تیمارها بود ($P < 0.05$). گوارش‌پذیری ماده خشک، پروتئین خام و چربی خام در تیمار شاهد بیش‌تر از سایر تیمارها بود ($P < 0.05$). بطور کلی، نتایج نشان داد که استفاده از کنجاله تخم آفتابگردان تخمیر شده با قارچ *آسپرژیلوس نایجر* در کل دوره پرورش در مقایسه با تیمار شاهد تأثیر منفی بر ضریب تبدیل غذایی نداشت و هم‌چنین درصد چربی محوطه شکمی را نیز کاهش داد.

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۳/۲۲
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۸/۲۳
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۸/۲۴
تاریخ انتشار: ۱۴۰۱/۱۰/۰۳

کلیدواژه‌ها:

پاسخ ایمنی،
پرنده،
تخمیر میکروبی،
ضریب تبدیل خوراک،
ویژگی لاشه.

استناد: کریمی، ز، رضائی، م، کاظمی فرد، م. و تاجیک قنبری، م. ع (۱۴۰۱). اثر کنجاله تخم آفتابگردان تخمیر شده با قارچ *آسپرژیلوس نایجر* و مخمر ساکارومایسس سرویزیه بر عملکرد، گوارش‌پذیری مواد مغذی و برخی از فراسنجه‌های خونی جوجه‌های گوشتی. *نشریه توليدات دامی*، ۲۴ (۴)، ۴۸۹-۵۰۰.
DOI: <http://doi.org/10.22059/jap.2022.344350.623694>



۱. مقدمه

با افزایش قیمت اقلام جیره طیور به‌ویژه منابع تأمین‌کننده پروتئین، نیاز به یافتن منابع جایگزین، الزامی است. استفاده از منابع پروتئینی مانند کنجاله کلزا و کنجاله آفتابگردان به‌دلیل محتوای پروتئین بالا، ترکیب اسیدهای آمینه ضروری، ارزش تغذیه‌ای و همچنین تأمین فسفر، مورد توجه قرار گرفته است [۱۳]. کنجاله آفتابگردان به‌دلیل ارزان بودن و عدم وجود عوامل ضد تغذیه‌ای و سمی در جیره جوجه‌های گوشتی استفاده می‌شود. کنجاله آفتابگردان حاوی ۳۰ تا ۳۴ درصد پروتئین خام، ۲۰ تا ۲۵ درصد سلولز و هشت تا ۱۰ درصد لیگنین است [۲۵]. افزایش میزان پوسته در کنجاله آفتابگردان سبب بالا رفتن میزان الیاف خام و کاهش ارزش تغذیه‌ای آن می‌شود. امروزه ثابت شده که وجود مقدار حداقلی از الیاف خام در جیره غذایی برای سلامت دستگاه گوارش لازم است [۵].

به‌دلیل عدم سنتز آنزیم‌های لازم، دام‌های تک‌معدده‌ای توانایی کافی برای گوارش الیاف خام را ندارد. به همین دلیل امروزه استفاده از روش‌های فرآوری خوراک گسترش یافته و فرآوری میکروبی به‌دلیل حداقل تأثیر سوء زیستی و قیمت تمام‌شده مورد توجه قرار گرفته است. براساس اهداف تخمیر نظیر بهبود قابلیت هضم پروتئین، کاهش یا حذف ترکیبات ضد تغذیه‌ای از میکروارگانیسم‌های مختلف نظیر باکتری‌ها، قارچ‌ها و مخمر استفاده می‌شود [۲۳]. قارچ‌ها با تشریح انواع آنزیم‌های هیدرولایتیک و اکسیداتیو قادر به تجزیه سلولز، همی سلولز و لیگنین هستند. تخمیر علاوه بر این که روشی مؤثر برای حفظ مواد غذایی است، ویژگی‌های اصلی آن‌ها را با عمل میکروارگانیسم‌ها و آنزیم‌ها تغییر می‌دهد تا مقبولیت، بو، طعم و ارزش غذایی مواد غذایی را بهبود بخشد. تخمیر با افزایش قابلیت دسترسی و گوارش‌پذیری مواد مغذی، کاهش عوامل ضد تغذیه‌ای و افزایش مقدار ویتامین‌ها در خوراکی‌های تخمیری سبب افزایش کیفیت خوراک و همچنین با نقش پروبیوتیکی سبب بهبود عملکرد دام می‌شود [۲].

افزایش اسیدیته دستگاه گوارش هنگام تغذیه جوجه‌های گوشتی با خوراکی‌های تخمیرشده سبب بهبود سد دفاعی مقابل عوامل بیماری‌زا در بخش‌های ابتدایی دستگاه گوارش می‌شود. همچنین حضور باکتری‌های اسیدلاکتیکی سبب کاهش کلسترول خون می‌شود که از طریق کاهش فعالیت آنزیم هیدروکسی متیل گلو تاریل کوآنزیم‌آ و دکنزوک‌شدن نمک‌های صفراوی موجب کاهش بازجذب آن‌ها می‌باشد [۲۲]. تخمیر، سبب افزایش قابلیت هضم ظاهری پروتئین غلات تخمیری در تغذیه خوک‌ها شد. که این موضوع نشان‌دهنده مقداری پیش هضم پروتئین غلات است. این امر می‌تواند به‌دلیل فعال شدن پروتئازها و سایر آنزیم‌هایی باشد که در پوسته غلات برای تجزیه و حل شدن پروتئین‌های ذخیره‌شده در طول دوره جوانه‌زنی تولید می‌شوند. علاوه بر این، تخمیر غلات به‌دلیل فعال شدن فیتازهای درون‌زادی منجر به تخریب فیتات و در نتیجه افزایش گوارش‌پذیری ظاهری فسفر در خوک‌ها می‌شود [۱۳]. فلاح و همکاران گزارش کردند جایگزینی کامل کنجاله سویا تخمیرشده با قارچ *آسپرژیلوس اوریزا* به جای کنجاله سویا معمولی سبب کاهش مصرف خوراک جوجه‌های گوشتی شد، اما تأثیر منفی بر عملکرد رشدی نداشت و همچنین تعادل جمعیت میکروبی دستگاه گوارش را بهبود داد [۷]. ایکس یو و همکاران بیان کردند استفاده از ۱۰ درصد کنجاله کلزای تخمیرشده با باکتری *لاکتوباسیلوس فرمنتوم* در جیره جوجه‌های گوشتی تأثیر منفی بر عملکرد نداشت و نسبت طول پرز به عمق کریپت در ژژنوم را بهبود داد [۲۶]. این پژوهش به‌منظور بررسی اثر کنجاله آفتابگردان تخمیرشده با قارچ *آسپرژیلوس نایجر* و مخمر ساکارومایسس سرویزیه بر عملکرد، گوارش‌پذیری مواد مغذی، برخی شاخص‌های خونی جوجه‌های گوشتی انجام شد.

۲. مواد و روش‌ها

این آزمایش، با استفاده از ۲۰۰ قطعه جوجه گوشتی نر یک‌روزه سویه تجاری راس ۳۰۸، در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج تیمار، پنج تکرار و هشت قطعه جوجه در هر تکرار به مدت ۳۹ روز انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل ۱- جیره حاوی کنجاله آفتابگردان تخمیرشده توسط قارچ *آسپرژیلوس نایجر*، ۲- جیره حاوی کنجاله آفتابگردان تخمیرشده توسط مخمر *ساکارومایسس سرویزیه*، ۳- جیره حاوی کنجاله آفتابگردان تخمیرشده با قارچ *آسپرژیلوس نایجر* و مخمر *ساکارومایسس سرویزیه*، ۴- جیره حاوی کنجاله آفتابگردان بدون فرآوری و ۵- جیره شاهد بر پایه ذرت و سویا. اجزای تشکیل دهنده و ترکیب مواد مغذی جیره‌های آزمایشی، در جدول (۱) ارائه شده است. پرورش جوجه‌ها براساس راهنمای جوجه‌های گوشتی سویه تجاری راس ۳۰۸ انجام شد [۱۶]. کنجاله آفتابگردان فرآوری نشده و فرآوری شده با قارچ *آسپرژیلوس نایجر*، مخمر *ساکارومایسس سرویزیه* و قارچ *آسپرژیلوس نایجر* همراه با مخمر *ساکارومایسس سرویزیه* به ترتیب به مقدار ۶، ۱۲ و ۱۸ درصد به ترتیب در دوره آغازین (یک تا ۱۰ روزگی)، رشد (۱۱ تا ۲۴ روزگی و پایانی (۲۵ تا ۳۹ روزگی) در جیره‌ها مورد استفاده قرار گرفت.

جدول ۱. مواد خوراکی و ترکیبات شیمیایی جیره‌های غذایی در دوره‌های مختلف پرورش^۱

| مواد خوراکی (درصد) | یک تا ۱۰ روزگی | | | ۱۱ تا ۲۴ روزگی | | | ۲۵ تا ۳۹ روزگی | | |
|--|----------------|-------|-------|----------------|-------|-------|----------------|-------|-------|
| | ۱ | ۲ | ۳ | ۱ | ۲ | ۳ | ۱ | ۲ | ۳ |
| دانه ذرت | ۴۵/۴۰ | ۴۵/۰۸ | ۴۹/۵۴ | ۴۶/۸۰ | ۴۶/۶۰ | ۵۱/۷۵ | ۵۰/۸۲ | ۴۹/۴۰ | ۵۹/۱۳ |
| کنجاله سویا (۴۳ درصد پروتئین خام) | ۳۹/۷۱ | ۴۰/۱۴ | ۴۲/۸۸ | ۳۲/۱۳ | ۳۲/۳۰ | ۳۸/۶۸ | ۲۲/۱۶ | ۲۳/۲۷ | ۳۲/۱۸ |
| کنجاله آفتابگردان فرآوری نشده | - | ۶/۰۰ | - | - | ۱۲/۰۰ | - | - | ۱۸/۰۰ | - |
| کنجاله آفتابگردان تخمیرشده | ۶/۰۰ | - | - | ۱۲/۰۰ | - | - | ۱۸/۰۰ | - | - |
| روغن سویا | ۴/۲۹ | ۴/۲۰ | ۲/۹۸ | ۵/۰۴ | ۵/۰۷ | ۴/۰۰ | ۵/۱۶ | ۵/۲۲ | ۳/۵۰ |
| دی کلسیم فسفات | ۱/۹۱ | ۱/۹۱ | ۱/۹۱ | ۱/۶۵ | ۱/۶۵ | ۱/۶۷ | ۱/۴۴ | ۱/۴۳ | ۱/۴۵ |
| ماسه شسته شده | - | - | - | - | - | ۱/۵۰ | - | - | ۱/۵۰ |
| کربنات کلسیم | ۱/۱۵ | ۱/۱۵ | ۱/۱۷ | ۱/۰۳ | ۱/۰۳ | ۱/۰۶ | ۰/۹۲ | ۰/۹۲ | ۰/۹۶ |
| نمک | ۰/۲۹ | ۰/۳۹ | ۰/۴۱ | ۰/۳۴ | ۰/۳۴ | ۰/۳۹ | ۰/۲۹ | ۰/۲۹ | ۰/۲۷ |
| مکمل ویتامینی ^۲ | ۰/۲۵ | ۰/۲۵ | ۰/۲۵ | ۰/۲۵ | ۰/۲۵ | ۰/۲۵ | ۰/۲۵ | ۰/۲۵ | ۰/۲۵ |
| مکمل مواد معدنی ^۳ | ۰/۲۵ | ۰/۲۵ | ۰/۲۵ | ۰/۲۵ | ۰/۲۵ | ۰/۲۵ | ۰/۲۵ | ۰/۲۵ | ۰/۲۵ |
| دی-ال-متیونین | ۰/۳۳ | ۰/۳۳ | ۰/۳۴ | ۰/۲۶ | ۰/۲۶ | ۰/۲۸ | ۰/۲۱ | ۰/۲۱ | ۰/۲۴ |
| ال-لیزین-هیدروکلراید | ۰/۲۴ | ۰/۲۳ | ۰/۲۰ | ۰/۲۱ | ۰/۲۱ | ۰/۱۳ | ۰/۲۹ | ۰/۲۵ | ۰/۱۵ |
| ال-ترئونین | ۰/۰۸ | ۰/۰۷ | ۰/۰۷ | ۰/۰۴ | ۰/۰۴ | ۰/۰۴ | ۰/۲۱ | ۰/۰۱ | ۰/۰۲ |
| ترکیبات مواد مغذی (محاسبه شده) | | | | | | | | | |
| انرژی قابل سوخت‌وساز (کیلو کالری بر کیلوگرم) | ۲۹۰۰ | ۲۹۰۰ | ۲۹۰۰ | ۲۹۵۰ | ۲۹۵۰ | ۲۹۶۴ | ۳۰۰۰ | ۳۰۰۰ | ۳۰۲۱ |
| پروتئین خام (درصد) | ۲۲/۲۴ | ۲۲/۲۴ | ۲۲/۲۴ | ۲۰/۴۹ | ۲۰/۴۲ | ۲۰/۵ | ۱۸/۲۷ | ۱۸/۲۷ | ۱۸/۲۸ |
| لیزین (درصد) | ۱/۳۹ | ۱/۳۹ | ۱/۳۹ | ۱/۲۳ | ۱/۲۳ | ۱/۲۳ | ۱/۰۹ | ۱/۰۹ | ۱/۰۹ |
| متیونین (درصد) | ۰/۶۵ | ۰/۶۵ | ۰/۶۵ | ۰/۵۷ | ۰/۵۷ | ۰/۵۷ | ۰/۵۰ | ۰/۵۰ | ۰/۵۱ |
| متیونین + سیستین (درصد) | ۱/۰۴ | ۱/۰۴ | ۱/۰۴ | ۰/۹۴ | ۰/۹۴ | ۰/۹۴ | ۰/۸۵ | ۰/۸۵ | ۰/۸۵ |
| کلسیم (درصد) | ۰/۹۳ | ۰/۹۳ | ۰/۹۳ | ۰/۸۳ | ۰/۸۳ | ۰/۸۳ | ۰/۷۴ | ۰/۷۴ | ۰/۷۴ |
| فسفر قابل دسترس (درصد) | ۰/۴۶ | ۰/۴۶ | ۰/۴۶ | ۰/۴۱ | ۰/۴۱ | ۰/۴۱ | ۰/۳۷ | ۰/۳۷ | ۰/۳۷ |
| الیاف خام (درصد) | ۵/۱۵ | ۵/۲۴ | ۴/۰۹ | ۶/۰۳ | ۶/۱۶ | ۳/۸۴ | ۶/۸۰ | ۷/۰۳ | ۳/۵۵ |

- تیمارهای آزمایشی شامل ۱- جیره حاوی کنجاله آفتابگردان تخمیرشده توسط قارچ *آسپرژیلوس نایجر*، ۲- جیره حاوی کنجاله آفتابگردان تخمیرشده توسط مخمر *ساکارومایسس سرویزیه*، ۳- جیره حاوی کنجاله آفتابگردان تخمیرشده به طور هم‌زمان توسط قارچ *آسپرژیلوس نایجر* و مخمر *ساکارومایسس سرویزیه*، ۴- جیره حاوی کنجاله آفتابگردان بدون فرآوری و ۵- جیره شاهد بر پایه ذرت و کنجاله سویا.
- مکمل ویتامینه مورد استفاده مقادیر زیر را در هر کیلوگرم جیره فراهم کرد: ویتامین A، ۱۱۰۰۰ واحد بین‌المللی، ویتامین D₃، ۲۴۰۰ واحد بین‌المللی، ویتامین E، ۲۲ واحد بین‌المللی، ویتامین B₁₂ ۰/۰۱۸ میلی‌گرم، ویتامین K، ۳ میلی‌گرم، تیامین، ۲/۵ میلی‌گرم، کولین، ۱۶۰۰ میلی‌گرم، اسید فولیک، ۲ میلی‌گرم، بیوتین، ۰/۲۵ میلی‌گرم، ریبولفلاوین، ۷/۵ میلی‌گرم.
- مکمل مواد معدنی مورد استفاده، مقادیر زیر را در هر کیلوگرم جیره فراهم کرد: منگنز، ۱۲۰ میلی‌گرم، روی، ۱۱۰ میلی‌گرم، آهن، ۲۰ میلی‌گرم، مس، ۱۶ میلی‌گرم، سلنیوم، ۰/۳ میلی‌گرم، ید، ۱/۲ میلی‌گرم.

کنجاله آفتابگردان با استفاده از قارچ اسپیرزیلوس نایجر (PTCC5010) و مخمر ساکارومایسس سرویزیه (PTCC5052) تخمیر شد. برای این منظور کنجاله آفتابگردان، آسیاب و به نسبت یک کیلوگرم کنجاله آفتابگردان با ۱۱۰۰ سی سی آب مقطر مخلوط و بعد از نیم ساعت با تراکم ۱۰۵ واحد کلنی به ازای هر گرم کنجاله با اسپور قارچ موردنظر تلقیح شد [۲۴]. سپس درون مخازن ویژه، دارای سوپاپ یک طرفه، به مدت هفت روز در دمای ۳۰ درجه سانتی گراد نگهداری شد. کنجاله آفتابگردان تخمیری به مدت چهار روز در اتاقی با دمای ۴۰ درجه سانتی گراد خشک شد. از کنجاله آفتابگردان (تخمیرشده و نشده) به میزان شش درصد در جیره استفاده شد.

در پایان هر دوره، مقدار خوراک باقی مانده از مقدار خوراک داده شده کسر شد تا مقدار خوراک مصرفی آن واحد آزمایشی به دست آید. برای محاسبه افزایش وزن، تفاضل وزن ابتدا و انتهای دوره در نظر گرفته شد. ضریب تبدیل خوراک در دوره های مختلف پرورش، از تقسیم مصرف خوراک بر افزایش وزن محاسبه شد. گوارش پذیری ظاهری ماده خشک، عصاره اتری و پروتئین خام، با استفاده از اکسید کروم به عنوان نشانگر غیرقابل هضم به میزان ۰/۳ درصد طی روزهای ۱۸ تا ۲۴ روزگی انجام شد. برای اندازه گیری خاکستر نمونه ها درون کوره الکتریکی (F- THERMOLYNE-D1520M-1-U.S.A) سوزانده شد. مقدار ماده خشک، پروتئین خام و چربی خام خوراک و فضولات اندازه گیری شد. مقدار نشانگر موجود در نمونه های خوراک و فضولات، با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (PD-303S, JAPAN) اندازه گیری و قابلیت هضم مواد مغذی را با استفاده از رابطه (۱) محاسبه شد [۹].

$$\text{رابطه (۱)} \quad ۱۰۰ \times \frac{\text{درصد کسید کروم در جیره}}{\text{درصد اکسید کروم نمونه فضولات}} \times \frac{\text{درصد ماده مغذی نمونه فضولات}}{\text{درصد ماده مغذی جیره}} = \text{درصد قابلیت هضم}$$

در روزهای ۲۱ و ۳۹ دوره پرورش دو قطعه پرند از هر واحد آزمایشی به تصادف انتخاب و از طریق سیاهرگ بال از آن ها خون گیری شد. نمونه های خون به لوله های حاوی EDTA منتقل شدند، لوله ها تا زمان انجام آزمایش ها در داخل فریزر در دمای ۲۰- درجه سانتی گراد، نگهداری شدند. لوله های آزمایش به آزمایشگاه انتقال داده شد و به مدت ۱۰ دقیقه در دستگاه سانتریفیوژ با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه قرار گرفت تا سرم جدا شود. غلظت گلوکز، کلسترول کل، تری گلیستیرید و HDL در پلاسما خون با استفاده از کیت های استاندارد شرکت دانش بنیان بایرپل فناور و دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه گیری شد. غلظت LDL و VLDL هر یک از نمونه های پلاسما خون با توجه به رابطه های (۲) و (۳) محاسبه شد [۱۰].

$$\text{رابطه (۲)} \quad C_{VLDL} = TG/5$$

$$\text{رابطه (۳)} \quad C_{LDL} = C_{Plasma} - C_{HDL} - TG/5$$

در روز ۲۵ دوره پرورش از هر تکرار یک پرند انتخاب و ۰/۵ میلی لیتر از محلول ۱۰ درصد SRBC (Sheep Red Blood Cell) در بافر فسفات سالین، به عضله سینه پرنده ها تزریق شد. در روزهای ۳۲ و ۳۹ پرورش از پرنده ها خون گیری و سرم خون برای تعیین پادتن تام علیه SRBC، منجمد شد. تعیین عیار پادتن کل و ایمونوگلوبولین G علیه SRBC با روش هم‌گلوتیناسیون انجام شد و در نهایت از تفاضل عیار ایمونوگلوبولین G از عیار آنتی بادی کل، عیار ایمونوگلوبولین M به دست آمد [۳].

داده های حاصل با استفاده از رویه GLM نرم افزار آماری SAS (نسخه ۹،۰) برای مدل (۴) تجزیه [۲۰] و میانگین ها با استفاده از آزمون چنددامنه ای دانکن در سطح معنی داری پنج درصد مقایسه شدند.

$$\text{رابطه (۴)} \quad Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

که در این رابطه، Y_{ij} مقدار هر مشاهده؛ T_i اثر تیمارهای آزمایشی؛ μ میانگین جامعه و ε_{ij} اثر خطای آزمایشی است.

۳. نتایج و بحث

اثر تیمارهای آزمایشی بر افزایش وزن، مصرف خوراک و ضریب تبدیل خوراک جوجه‌های گوشتی در دوره‌های مختلف پرورش و همچنین کل دوره پرورش (سن یک تا ۳۹ روزگی) در جدول (۲) ارائه شده است. در دوره آغازین و دوره پایانی مصرف خوراک در تیمار شاهد و تیمار یک بیش‌تر از سایر تیمارها بود ($P < 0/05$). در کل دوره پرورش نیز مصرف خوراک در تیمار شاهد بیش‌تر از سایر تیمارها بود. در دوره آغازین و دوره رشد افزایش وزن در تیمار شاهد و تیمار یک بیش‌تر از سایر تیمارها بود ($P < 0/05$). در دوره پایانی ضریب تبدیل غذایی در تیمار یک بهتر از سایر تیمارها بود. در کل دوره پرورش ضریب تبدیل غذایی در تیمار شاهد و تیمار یک بهتر از سایر تیمارها بود ($P < 0/05$).

در پژوهشی، گزارش شد که استفاده از کنجاله آفتابگردان تا سطح ۱۵ درصد در جیره جوجه‌های گوشتی باعث کاهش مصرف خوراک به ترتیب به میزان ۶/۵ و ۵/۲ درصد در دوره رشد و کل دوره پرورش شد که با نتایج این پژوهش مطابقت داشت. آن‌ها دلیل این کاهش مصرف خوراک، بالابودن الیاف خام و یا پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای بیان شد که باعث رقیق شدن جیره و کاهش میزان انرژی به علت افزایش حجم جیره می‌شود [۱۵]. در پژوهشی بیان شد که مصرف خوراک در جوجه‌های تغذیه‌شده با سطوح ۱۷ تا ۲۴ درصد کنجاله آفتابگردان در مقایسه با جیره پایه بالاتر بود [۱۴] که با نتایج این آزمایش مطابقت نداشت.

در پژوهشی گزارش شد جایگزینی کنجاله سویای تخمیرشده با کنجاله سویا سبب افزایش مصرف خوراک جوجه‌های گوشتی شد. که با نتایج حاصل از این پژوهش، مطابقت ندارد. همچنین گزارش شد که استفاده از کنجاله سویای تخمیرشده به جای کنجاله سویا، سبب بهبود افزایش وزن بدن جوجه‌های گوشتی شد [۸] که با نتایج حاصل از استفاده از تیمار اول، نسبت به تیمار کنجاله آفتابگردان بدون فرآوری مطابقت داشت.

دو علت برای بهبود ضریب تبدیل خوراک در جوجه‌های تغذیه‌شده با کنجاله سویای فرآوری‌شده با آسپرژوس اوریزا، بیان شد. اول این که تخمیر میکروبی کنجاله سویا سبب کاهش یا حذف کامل بازدارنده‌های تریپسین در دستگاه گوارش پرنده می‌شوند که بدین ترتیب دسترسی و قابلیت هضم و جذب پروتئین افزایش می‌یابد. دوم این که وجود اسیدلاکتیک و باکتری‌های مولد اسیدلاکتیک در کنجاله سویای تخمیری، با کاهش pH دستگاه گوارش سبب بهبود تعادل جمعیت میکروبی آن می‌شود که این امر در به‌کارگیری بیش‌تر و بهتر مواد مغذی در بدن، مؤثر خواهد بود [۷]. در پژوهشی در رابطه با دلیل بهبود ضریب تبدیل خوراک در دوره رشد جوجه‌های تغذیه‌شده با کنجاله سویای تخمیری، بیان شد که افزایش رشد و عملکرد ناشی از به‌کارگیری کنجاله سویای تخمیری در جیره‌ها، به احتمال زیاد به دلیل فراهم شدن بیش‌تر اسیدهای آمینه ضروری و امکان ساخت ویتامین‌ها توسط قارچ است [۸].

اثر تیمارهای آزمایشی بر بازده لاشه و وزن اندام‌ها در جدول (۳) ارائه شده است. در تیمار یک درصد چربی محوطه شکمی کم‌تر از سایر تیمارها بود. بیش‌ترین درصد وزن چربی حفره شکمی مربوط به تیمار دوم و سوم بود ($P < 0/05$). گزارش شد که استفاده از سطوح صفر، هفت، ۱۴ و ۲۱ درصد کنجاله آفتابگردان تأثیری بر درصد وزن سینه، ران، و سنگدان نداشت، اما چربی محوطه شکمی را کاهش داد. دلیل این کاهش احتمالاً کاهش فعالیت آنزیم استیل‌کوآنزیم آ کربوکسیلاز (آنزیم محدودکننده ساخت اسیدهای چرب) توسط باکتری‌های تولیدکننده اسیدلاکتیک می‌باشد [۱۸]. همچنین نشان داده شده است که جایگزینی ۴۵ و ۹۰ درصد کنجاله سویا در جیره جوجه‌های گوشتی با کنجاله آفتابگردان، وزن سنگدان را به‌طور معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد افزایش داد [۱۲] که با نتایج این پژوهش مطابقت نداشت. درصد قلب در تیمارهای یک و سه‌کم‌تر از تیمارهای دو و پنج (شاهد) بود ($P < 0/05$), از نظر درصد جگر تفاوت معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد. جگر به‌عنوان اندام حیاتی علاوه بر

سوخت‌وساز مواد مغذی به‌ویژه چربی و پروتئین، نقش اساسی در فعالیت‌های سم‌زدایی ایفا می‌کند. تغییر وزن جگر یکی از شاخص‌های مهم جهت تشخیص وجود مواد ضد تغذیه‌ای، مواد سمی و یا اثرات تداخلی بین داروهاست که این امر در پرندگان برای ختنی کردن اثرات مضر بعضی از ترکیبات اهمیت بیشتری دارد. با در نظر گرفتن این موضوع می‌توان بیان کرد مخمر ساکاروما یسس سرویزیه و قارچ اسپرژیلوس نایجر که برای انجام فرایند تخمیر در این پژوهش استفاده شده است سبب ایجاد حساسیت یا مسمومیت نشدند [۲۱].

جدول ۲. اثر کنجاله آفتابگردان تخمیرشده بر عملکرد جوجه‌های گوشتی در دوره‌های مختلف پرورش

| سطح معنی‌داری | خطای استاندارد میانگین‌ها | تیمارها آزمایشی ^۱ | | | | | افزایش وزن بدن (گرم/روز/پرنده) |
|----------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------------------|
| | | ۵ | ۴ | ۳ | ۲ | ۱ | |
| ۰/۰۰۰۱ | ۰/۱۸۲ | ۱۵/۶۹ ^a | ۱۴/۸۳ ^{ab} | ۱۴/۶۵ ^b | ۱۴/۷۸ ^b | ۱۵/۹۳ ^a | یک تا ۱۰ روزگی |
| ۰/۰۰۰۱ | ۰/۴۹۱ | ۶۰/۲۷ ^a | ۴۷/۰۳ ^c | ۴۷/۴۵ ^c | ۴۶/۲۰ ^c | ۵۴/۹۱ ^b | ۱۱ تا ۲۴ روزگی |
| ۰/۰۰۰۱ | ۰/۲۵۱ | ۱۱۵/۴۷ ^a | ۱۰۹/۴۰ ^c | ۱۱۰/۴۵ ^b | ۱۰۱/۴۸ ^d | ۱۱۴/۷۸ ^a | ۲۵ تا ۳۹ روزگی |
| ۰/۰۰۰۱ | ۰/۱۵۵ | ۶۶/۶۴ ^a | ۶۰/۲۶ ^d | ۶۰/۷۵ ^c | ۵۶/۹۶ ^c | ۶۴/۹۵ ^b | یک تا ۳۹ روزگی |
| مصرف خوراک (گرم/روز/پرنده) | | | | | | | |
| ۰/۰۰۰۵ | ۰/۲۲۸ | ۱۹/۰۷ ^a | ۱۷/۸۶ ^b | ۱۷/۸۵ ^b | ۱۸/۰۵ ^b | ۱۹/۱۳ ^a | یک تا ۱۰ روزگی |
| ۰/۰۰۰۱ | ۰/۸۲۷ | ۸۹/۲۷ ^a | ۷۱/۶۵ ^d | ۸۰/۳۷ ^b | ۷۵/۶۳ ^c | ۸۷/۴۵ ^a | ۱۱ تا ۲۴ روزگی |
| ۰/۰۰۰۱ | ۰/۳۷۱ | ۱۹۹/۱۴ ^a | ۱۹۳/۷۳ ^b | ۱۹۹/۰۰ ^a | ۱۹۳/۶۴ ^b | ۱۹۱/۳۸ ^c | ۲۵ تا ۳۹ روزگی |
| ۰/۰۰۰۱ | ۰/۲۵۱ | ۱۰۸/۱۳ ^a | ۱۰۰/۶۸ ^c | ۱۰۵/۱۵ ^b | ۱۰۰/۹۵ ^c | ۱۰۵/۵۳ ^b | یک تا ۳۹ روزگی |
| ضریب تبدیل | | | | | | | |
| ۰/۶۷۴۱ | ۰/۰۱۲ | ۱/۲۱ | ۱/۲۰ | ۱/۲۱ | ۱/۲۲ | ۱/۲۰ | یک تا ۱۰ روزگی |
| ۰/۰۰۰۱ | ۰/۰۰۶ | ۱/۴۸ ^c | ۱/۵۳ ^d | ۱/۶۹ ^a | ۱/۶۳ ^b | ۱/۵۹ ^c | ۱۱ تا ۲۴ روزگی |
| ۰/۰۰۰۱ | ۰/۰۰۳ | ۱/۷۳ ^d | ۱/۷۷ ^c | ۱/۸۰ ^b | ۱/۸۸ ^a | ۱/۶۸ ^c | ۲۵ تا ۳۹ روزگی |
| ۰/۰۰۰۱ | ۰/۰۰۳۹ | ۱/۶۳ ^d | ۱/۶۳ ^c | ۱/۷۳ ^b | ۱/۷۷ ^a | ۱/۶۳ ^d | یک تا ۳۹ روزگی |

a-b: تفاوت میانگین‌ها در هر ردیف با حروف متفاوت، معنی‌دار است ($P < 0.05$).

۱. تیمارهای آزمایشی شامل ۱- جیره حاوی کنجاله آفتابگردان تخمیرشده توسط قارچ اسپرژیلوس نایجر، ۲- جیره حاوی کنجاله آفتابگردان تخمیرشده توسط مخمر ساکاروما یسس سرویزیه، ۳- جیره حاوی کنجاله آفتابگردان تخمیرشده به‌طور هم‌زمان توسط قارچ اسپرژیلوس نایجر و مخمر ساکاروما یسس سرویزیه، ۴- جیره حاوی کنجاله آفتابگردان بدون فراوری و ۵- جیره شاهد بر پایه ذرت و کنجاله سویا.

جدول ۳. اثر تیمارهای آزمایشی بر بازده لاشه، وزن نسبی اندام‌های داخلی (نسبتی از وزن زنده) و اجزای لاشه (نسبتی از وزن لاشه قابل‌طبخ (درصد))

| سطح معنی‌داری | خطای استاندارد میانگین‌ها | تیمارهای آزمایشی ^۱ | | | | | درصد از وزن زنده |
|------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-----------------------|
| | | ۵ | ۴ | ۳ | ۲ | ۱ | |
| ۰/۱۷۶ | ۰/۸۱۲ | ۶۳/۹۳ | ۶۶/۵۳ | ۶۵/۲۱ | ۶۵/۳۷ | ۶۶/۵۵ | لاشه قابل‌طبخ (درصد) |
| ۰/۶۴۲ | ۰/۱۱۳ | ۲/۴۶ | ۲/۳۶ | ۲/۵۱ | ۲/۵۵ | ۲/۳۵ | جگر (درصد) |
| ۰/۴۶۵ | ۰/۰۸۰ | ۰/۳۴ | ۰/۱۴ | ۰/۱۶ | ۰/۱۴ | ۰/۱۵ | طحال (درصد) |
| ۰/۳۲۳ | ۰/۰۰۸ | ۰/۱۹ | ۰/۱۸ | ۰/۱۶ | ۰/۱۸ | ۰/۱۷ | بورس فابریسیوس (درصد) |
| ۰/۲۶۸ | ۰/۰۳۹ | ۱/۵۶ | ۱/۵۱ | ۱/۴۴ | ۱/۵۰ | ۱/۴۷ | سنگدان (درصد) |
| ۰/۰۰۰۱ | ۰/۰۱۸ | ۱/۲۱ ^b | ۱/۰۴ ^c | ۱/۲۳ ^a | ۱/۳۶ ^a | ۰/۸۶ ^d | چربی حفره شکمی (درصد) |
| ۰/۰۰۰۱ | ۰/۰۱۰ | ۰/۷۳ ^a | ۰/۶۴ ^b | ۰/۶۳ ^{bc} | ۰/۷۳ ^a | ۰/۵۹ ^c | قلب (درصد) |
| ۰/۳۷۰۳ | ۰/۴۷۹ | ۳۸/۳۰ | ۳۹/۸۵ | ۴۰/۹۸ | ۳۸/۴۴ | ۴۰/۰۷ | سینه (درصد) |
| ۰/۴۸۴۳ | ۰/۲۹۲ | ۳۰/۴۱ | ۲۹/۲۴ | ۲۸/۸۱ | ۲۹/۵۶ | ۲۹/۰۶ | ساق و ران (درصد) |

a-b: تفاوت میانگین‌ها در هر ردیف با حروف متفاوت، معنی‌دار است ($P < 0.05$).

۱. تیمارهای آزمایشی شامل ۱- جیره حاوی کنجاله آفتابگردان تخمیرشده توسط قارچ اسپرژیلوس نایجر، ۲- جیره حاوی کنجاله آفتابگردان تخمیرشده توسط مخمر ساکاروما یسس سرویزیه، ۳- جیره حاوی کنجاله آفتابگردان تخمیرشده به‌طور هم‌زمان توسط قارچ اسپرژیلوس نایجر و مخمر ساکاروما یسس سرویزیه، ۴- جیره حاوی کنجاله آفتابگردان بدون فراوری و ۵- جیره شاهد بر پایه ذرت و کنجاله سویا.

اثر تیمارهای آزمایش بر گوارش پذیری ماده خشک، پروتئین خام و چربی خام در جدول (۴) نشان داده شده است. درصد گوارش پذیری ماده خشک، پروتئین خام و چربی خام در تیمار پنج (شاهد) بیش تر از سایر تیمارها بود. قابلیت هضم ماده خشک و پروتئین خام در تیمار یک بیش تر از تیمارهای دو، سه و چهار بود ($P < 0.05$). افزایش گوارش پذیری مواد مغذی در تیمارهای تخمیری نسبت به کنجاله آفتابگردان بدون فراوری را می توان به بهبود عملکرد دستگاه گوارش، کاهش pH روده و بهبود وضعیت غشای سلولی نسبت داد. استفاده از جیره های رقیق شده با منابع سلولزی موجب افزایش مصرف خوراک و وزن نسبی روده می شود که این امر سبب افزایش قابلیت هضم نشاسته و تا حدودی به علت امولسیون شدن چربی ها سبب افزایش قابلیت هضم چربی می شود. رشد بیش از حد باکتری ها در دستگاه گوارش سبب می شود که نیتروژن با منشأ داخلی به وسیله پروتئین های باکتریایی دفع شود. از طرف دیگر، افزایش ویسکوزیته مواد هضمی ممکن است سرعت انتشار آنزیم های هضمی مانند پروتاز را کاهش و جذب مواد مغذی هم چون اسیدهای آمینه در روده آسیب وارد می شود [۴].

بهبود قابلیت هضم پروتئین در تیمارهای حاوی کنجاله سویای تخمیر شده را می توان به افزایش فعالیت آنزیم های تریپسین، لپاز و پروتاز در محتویات گوارشی جوجه های گوشتی نسبت داد [۸]، که با نتایج حاصل از به کارگیری تیمارهای حاوی کنجاله آفتابگردان تخمیر شده توسط قارچ *اسپریژیلوس نایجر* و نیز تیمار حاوی کنجاله آفتابگردان تخمیر شده توسط هر دو قارچ *اسپریژیلوس نایجر* و مخمر *ساکارومایسس سرویزیه* نسبت به تیمار حاوی کنجاله آفتابگردان بدون فراوری مطابقت دارد. ترکیبات ضد تغذیه ای نظیر بازدارنده های تریپسین، در کاهش قابلیت هضم پروتئین و افزایش اندازه پانکراس نقش دارند. بنابراین تخمیر، با کاهش و یا حذف این ترکیبات، سبب افزایش قابلیت هضم پروتئین می شود. در گزارشی بیان شد که قابلیت هضم ماده خشک با افزایش سطح کنجاله آفتابگردان در جیره غذایی، کاهش یافت، بنابراین استفاده از سطوح بالای کنجاله آفتابگردان در جیره باعث کاهش کارایی استفاده از خوراک در جوجه های گوشتی می شود [۱۹].

جدول ۴. اثر تیمارهای آزمایشی بر گوارش پذیری ظاهری ماده خشک، پروتئین خام و چربی خام (درصد)

| سطح معنی داری | خطای استاندارد میانگین ها | تیمارهای آزمایشی | | | | | |
|------------------|------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------|
| | | ۵ | ۴ | ۳ | ۲ | ۱ | |
| ۰/۰۰۰۱ | ۰/۴۳۸ | ۷۵/۷۱ ^a | ۷۰/۹۳ ^c | ۷۰/۶۹ ^c | ۶۸/۳۰ ^d | ۷۳/۵۵ ^b | ماده خشک |
| ۰/۰۰۰۱ | ۰/۰۲۷ | ۷۴/۰۳ ^a | ۶۸/۲۳ ^d | ۶۹/۸۹ ^c | ۶۶/۲۶ ^e | ۷۰/۷۳ ^b | پروتئین خام |
| ۰/۰۰۰۱ | ۰/۴۰۸ | ۸۴/۰۱ ^a | ۷۷/۴۵ ^b | ۷۷/۹۰ ^b | ۷۴/۰۳ ^c | ۷۱/۸۰ ^d | چربی خام |

a-b: تفاوت میانگین ها در هر ردیف با حروف متفاوت، معنی دار است ($P < 0.05$).

۱. تیمارهای آزمایشی شامل ۱- جیره حاوی کنجاله آفتابگردان تخمیر شده توسط قارچ *اسپریژیلوس نایجر*، ۲- جیره حاوی کنجاله آفتابگردان تخمیر شده توسط مخمر *ساکارومایسس سرویزیه*، ۳- جیره حاوی کنجاله آفتابگردان تخمیر شده به طور هم زمان توسط قارچ *اسپریژیلوس نایجر* و مخمر *ساکارومایسس سرویزیه*، ۴- جیره حاوی کنجاله آفتابگردان بدون فراوری و ۵- جیره شاهد بر پایه ذرت و کنجاله سویا.

اثر تیمارهای آزمایشی بر غلظت فراسنجه های خونی در جدول (۵) ارائه شده است. در سن ۲۱ و ۳۹ روزگی غلظت تری گلیسیرید و VLDL در تیمار شاهد کم تر از سایر تیمارها بود ($P < 0.05$). در سن ۲۱ روزگی غلظت HDL در تیمارهای چهار و پنج بیش تر از سایر تیمارها بود ($P < 0.05$). در سن ۳۹ روزگی غلظت گلوکز مربوط به تیمار چهار کم تر از سایر تیمارها بود ($P < 0.05$). غلظت تری گلیسیرید، در تیمار چهار از تیمارهای یک، دو و سه بیش تر بود و غلظت LDL در تیمار سه کم تر از تیمارهای یک، چهار و شاهد بود. ($P < 0.05$). pH پایین و حضور باکتری های مولد اسیدلاکتیک در کنجاله سویای تخمیر شده، سبب کاهش جذب کلسترول و نمک های صفراوی می شوند. باکتری های مولد اسیدلاکتیک قادرند با تولید

آنزیم‌های تجزیه‌کننده نمک‌های صفراوی و غیر مزدوج ساختن نمک‌های صفراوی، دفع آن‌ها را از طریق مدفوع افزایش دهند. از آنجایی که کلسترول یکی از اجزای اصلی تشکیل‌دهنده نمک‌های صفراوی در کبد است، دفع بیش‌تر نمک‌های صفراوی با دفع بیش‌تر کلسترول همراه است. در نتیجه کبد برای برقراری مجدد چرخه کبدی اسیدهای صفراوی، قسمت بیش‌تری از کلسترول را به صفرا تبدیل می‌کند. بنابراین از غلظت کلسترول در بافت‌ها و خون کم می‌شود. هم‌چنین باکتری‌های تولیدکننده اسیدلاکتیک، از فعالیت آنزیم ۳- هیدروکسی ۳- گلوکوتاریل کوآنزیم‌آ ردوکتاز جلوگیری می‌کنند، این آنزیم در مسیر ساخت کلسترول مشارکت دارد، بنابراین ساخت کلسترول کاهش می‌یابد [۶]. کاهش غلظت تری‌گلیسرید در پلاسما می‌تواند منجر به کاهش غلظت تری‌گلیسرید در پلاسما می‌شود. هم‌چنین، روغن موجود در کنجاله آفتابگردان پرچرب، فعالیت کانتین پالمیتونیل ترانسفراز-۱ و هم‌چنین ۳-S هیدروکسی آسیل کوآنزیم A دهیدروژناز را در جوجه‌ها زیاد می‌کند، بنابراین با افزایش فعالیت کارنیتین پالمیتونیل ترانسفراز-۱، قابلیت دسترسی اسیدهای چرب برای مسیر بتا-اکسیداسیون زیاد می‌شود. از آنجاکه میزان بالای الیاف خام در جیره، استفاده از چربی جیره را به سبب دکونژوگه‌نمودن نمک‌های صفراوی کاهش می‌دهد که ممکن است جذب چربی از طریق روده کاهش یابد و در نتیجه چربی بدن (چربی جگر) برای نیازهای سوخت‌وسازی استفاده شود که باعث افزایش غلظت HDL سرم خون می‌شود [۱۸].

تأثیر تیمارهای آزمایشی بر تیترا آنتی بادی علیه تزریق سوسپانسیون گلبول قرمز خون گوسفند در جدول (۶) نشان داده شده است. تیترا آنتی‌بادی کل در سن ۳۲ روزگی در تیمار چهار (تیمار حاوی کنجاله آفتابگردان بدون فرآوری) کم‌تر از تیمارهای یک، دو و سه بود هم‌چنین تیترا IgM در تیمار شاهد نسبت به تیمار شاهد بیش‌تر بود ($P < 0.05$). در سن ۳۹ روزگی، تیترا IgM در تیمار دو کم‌تر از سایر تیمارها بود ($P < 0.05$).

جدول ۵. اثر تیمارهای آزمایشی بر غلظت برخی از فراسنجه‌های خونی جوجه‌های گوشتی در سن ۲۱ و ۳۹ روزگی (میلی‌گرم / دسی‌لیتر)

| متغیر | تیمارهای آزمایشی ^۱ | | | | | خطای استاندارد میانگین‌ها | سطح معنی‌داری |
|-----------------|-------------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|------------------------------|------------------|
| | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ | | |
| ۲۱ روزگی | | | | | | | |
| گلوکز | ۲۰۴/۴۰ | ۲۰۷/۳۰ | ۲۰۸/۶۰ | ۲۰۷/۹۰ | ۲۰۹/۲۰ | ۱/۱۸۵۵ | ۰/۹۳۹۵ |
| تری‌گلیسرید | ۲۴/۸۰ ^{ab} | ۲۵/۵۰ ^a | ۲۴/۵۰ ^{ab} | ۲۳/۵۰ ^b | ۲۱/۷۰ ^c | ۰/۲۴۱۴ | ۰/۰۰۰۱ |
| کلسترول | ۲۶۴/۳۰ | ۲۹۵/۴۰ | ۲۷۱/۵۰ | ۲۷۷/۰۰ | ۲۷۳/۰۰ | ۵/۱۲۸ | ۰/۴۲۱۳ |
| HDL | ۷۸/۱۸ ^b | ۷۲/۳۳ ^c | ۶۹/۹۹ ^d | ۸۴/۷۰ ^a | ۸۴/۶۷ ^a | ۰/۲۵۳ | ۰/۰۰۰۱ |
| VLDL | ۴/۹۶ ^{ab} | ۵/۱۰ ^a | ۴/۹۰ ^{ab} | ۴/۷۰ ^b | ۴/۳۴ ^c | ۰/۰۴۸ | ۰/۰۰۰۱ |
| LDL | ۱۸۱/۱۵ | ۲۱۷/۹۶ | ۱۹۶/۶۱ | ۱۸۷/۶۰ | ۱۸۲/۹۸ | ۵/۲۴۵ | ۰/۱۷۹۴ |
| ۳۹ روزگی | | | | | | | |
| گلوکز | ۲۱۶/۵۰ ^a | ۲۱۷/۰۰ ^a | ۲۱۱/۹۰ ^a | ۱۸۴/۱۰ ^b | ۲۱۸/۶۰ ^a | ۱/۸۱۲ | ۰/۰۰۰۱ |
| تری‌گلیسرید | ۱۷/۸۰ ^c | ۲۱/۶۰ ^b | ۲۱/۸۰ ^b | ۲۴/۳۰ ^a | ۱۵/۷۰ ^d | ۰/۱۵۱ | ۰/۰۰۰۱ |
| کلسترول | ۲۱۸/۰۰ | ۲۱۹/۹۰ | ۱۹۹/۸۰ | ۲۱۶/۱۰ | ۲۲۱/۶۰ | ۳/۵۰۴ | ۰/۳۰۰۸ |
| HDL | ۵۶/۴۷ ^d | ۷۴/۰۷ ^a | ۶۸/۲۳ ^b | ۴۷/۴۰ ^c | ۶۱/۶۱ ^c | ۰/۱۱۴ | ۰/۰۰۰۱ |
| VLDL | ۳/۵۶ ^c | ۴/۳۳ ^b | ۴/۳۶ ^b | ۴/۶۶ ^a | ۳/۱۴ ^d | ۰/۰۳۰ | ۰/۰۰۰۱ |
| LDL | ۱۵۷/۹۷ ^a | ۱۴۱/۵۱ ^{ab} | ۱۲۷/۲۳ ^b | ۱۶۴/۰۴ ^a | ۱۵۶/۸۵ ^a | ۳/۴۸۲ | ۰/۰۰۰۱ |

a-b: تفاوت میانگین‌ها در هر ردیف با حروف متفاوت، معنی‌دار است ($P < 0.05$).

۱. تیمارهای آزمایشی شامل ۱- جیره حاوی کنجاله آفتابگردان تخمیرشده توسط قارچ اسپریزیلوس نایجر، ۲- جیره حاوی کنجاله آفتابگردان تخمیرشده توسط مخمر ساکارومایسس سرویزیه، ۳- جیره حاوی کنجاله آفتابگردان تخمیرشده به‌طور هم‌زمان توسط قارچ اسپریزیلوس نایجر و مخمر ساکارومایسس سرویزیه، ۴- جیره حاوی کنجاله آفتابگردان بدون فرآوری و ۵- جیره شاهد بر پایه ذرت و کنجاله سویا.
HDL: لیپو پروتئین با چگالی بالا، VLDL: لیپوپروتئین با چگالی خیلی پایین، LDL: لیپوپروتئین با چگالی پایین.

جدول ۶. تأثیر تیمارهای آزمایشی بر تیترا آنتی‌بادی علیه تزریق سوسپانسیون گلوبول قرمز خون گوسفند (SRBC)

| سطح معنی‌داری | خطای استاندارد میانگین | تیمارهای آزمایشی | | | | |
|------------------|---------------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| | | ۵ | ۴ | ۳ | ۲ | ۱ |
| ۲۲ روزگی | | | | | | |
| ۰/۰۰۱۱ | ۰/۲۰۹ | ۵/۸۰ ^{bc} | ۵/۶۰ ^c | ۷/۰۰ ^a | ۶/۴۰ ^{ab} | ۶/۴۰ ^{ab} |
| ۰/۱۴۴۹ | ۰/۲۳۶ | ۳/۴۰ | ۲/۸۰ | ۳/۶۰ | ۳/۶۰ | ۳/۴۰ |
| ۰/۰۳۱۳ | ۰/۱۹۹ | ۲/۴۰ ^b | ۲/۸۰ ^{ab} | ۳/۴۰ ^a | ۲/۸۰ ^{ab} | ۳/۰۰ ^a |
| ۳۹ روزگی | | | | | | |
| ۰/۰۸۵۹ | ۰/۴۴۲ | ۶/۲۰ | ۵/۶۰ | ۶/۸۰ | ۵/۰۰ | ۶/۲۰ |
| ۰/۷۰۰۹ | ۰/۲۲۷ | ۳/۸۰ | ۳/۴۰ | ۳/۶۰ | ۳/۸۰ | ۳/۶۰ |
| ۰/۰۰۲۳ | ۰/۲۹۶ | ۲/۴۰ ^{ab} | ۲/۲۰ ^b | ۳/۲۰ ^a | ۱/۲۰ ^c | ۲/۶۰ ^{ab} |

a-b: تفاوت میانگین‌ها در هر ردیف با حروف متفاوت، معنی‌دار است ($P < 0.05$).

۱- تیمارهای آزمایشی شامل ۱- جیره حاوی کنجاله آفتابگردان تخمیرشده توسط قارچ *آسپرژیلوس نایجر*، ۲- جیره حاوی کنجاله آفتابگردان تخمیرشده توسط مخمر *ساکاروما یسس سرویزیه*، ۳- جیره حاوی کنجاله آفتابگردان تخمیرشده به‌طور هم‌زمان توسط قارچ *آسپرژیلوس نایجر* و مخمر *ساکاروما یسس سرویزیه*، ۴- جیره حاوی کنجاله آفتابگردان بدون فرآوری و ۵- جیره شاهد بر پایه ذرت و کنجاله سویا.

گزارش شده است که غلظت IgA سرم خون در سنین یک تا سه هفتگی و غلظت IgM در همه دوره‌های پرورش جوجه‌های تغذیه‌شده با کنجاله سویای تخمیری بیش‌تر بود که دلیل آن می‌تواند به افزایش پپتیدهای کوچک در کنجاله سویا مربوط باشد [۸]. در مطالعه‌ای با جیره‌های برپایه ذرت- کنجاله سویا و ذرت- گندم- کنجاله سویا بیان شد که جیره‌های حاوی گندم پاسخ ایمنی بهتری در پرنده‌ها ایجاد کردند، که علت این امر را می‌توان به وجود پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای در گندم نسبت داد [۹]. این ترکیبات سبب افزایش گرانروی مواد هضمی و به‌دنبال آن کاهش سرعت عبور در دستگاه گوارش می‌شوند. این موضوع به‌نوبه خود سبب افزایش تکثیر میکروارگانیسم‌ها در انتهای دستگاه گوارش می‌شود. گزارش شده است که همی‌سلولز به‌دست‌آمده از منابع مختلف، سبب بهبود وضعیت سیستم ایمنی در پرندگان می‌شود زیرا همی‌سلولز سبب افزایش تعداد ماکروفاژها می‌شود. فیبر نامحلول موجود در جیره، از طریق تأثیر بر بلوغ موسین روده و استقرار میکروارگانیسم‌های مفید در دستگاه گوارش می‌تواند سیستم ایمنی پرنده را تقویت کند [۱۷]. علت بهبود وضعیت سیستم ایمنی در پرندگان تغذیه‌شده با کنجاله آفتابگردان می‌تواند وجود همی‌سلولز بیش‌تر در تیمارهای حاوی کنجاله آفتابگردان نسبت به گروه شاهد باشد. هم‌چنین، وجود پاسخ ایمنی بالاتر در تیمارهای مصرف‌کننده کنجاله آفتابگردان تخمیرشده می‌تواند به‌علت کاهش pH و بهبود جمعیت میکروبی دستگاه گوارش نسبت به تیمار شاهد و کنجاله آفتابگردان بدون فرآوری باشد.

به‌طور کلی، نتایج این پژوهش نشان داد که استفاده از کنجاله آفتابگردان تخمیرشده با قارچ *آسپرژیلوس نایجر* در کل دوره پرورش در مقایسه با تیمار شاهد تأثیر منفی بر ضریب تبدیل غذایی نداشت و هم‌چنین درصد چربی محوطه شکمی را نیز کاهش داد.

۴. تشکر و قدردانی

از معاونت پژوهشی و گروه علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری جهت تأمین هزینه‌های پژوهش، تشکر و قدردانی می‌گردد.

۵. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

۶. منابع مورد استفاده

1. Allah Yari S, Jahanian R & Sadeghi A (2004) The effect of basal diet type and emulsifying compounds on yield, antibody titer and ileal digestibility of nutrients in broilers fed with different fat sources. Master Thesis, Isfahan University of Technology. (In Persian).
2. Brooks PH (2008) Fermented liquid feed for pigs. CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources, 3: 1-18.
3. Cheema MA, Qureshi MA & Havenstein GB (2003) A comparison of the immune response of a 2001 commercial broiler with a 1957 randombred broiler strain when fed representative 1957 and 2001 broiler diets. Poultry science, 82(10): 1519-1529.
4. Choct M, Kocher A, Waters DLE, Pettersson D & Ross G (2004) A comparison of three xylanases on the nutritive value of two wheats for broiler chickens. British Journal of Nutrition, 92(1): 53-61.
5. De Vries S, Pustjens AM, Schols HA, Hendriks WH & Gerrits WJJ (2012) Improving digestive utilization of fiber-rich feedstuffs in pigs and poultry by processing and enzyme technologies: A review. Animal Feed Science and Technology, 178(3-4): 123-138.
6. Dosti A, Taherpour K, Nasr J & Ghasemi H (2013) The comparative effects of dietary peppermint (*Mentha piperita*), probiotic and prebiotic on growth performance and serum biochemical parameters of broilers performance. Animal Sciences Journal (Pajouhesh and Sazandegi, 101: 91-100.(In Persian)
7. Falah M, Dastar B, Ganji F & Ashayrizadeh A (2016) The effect of fermented soybean meal with *Aspergillus oriza* and dietary protein level on the performance and microbial population of the gastrointestinal tract of broilers. Animal Sciences (Research and Construction), 28 (109): 53-66. .(In Persian)
8. Feng J, Liu X, Xu ZR, Liu YY & Lu YP (2007) Effects of *Aspergillus oryzae* 3.042 fermented soybean meal on growth performance and plasma biochemical parameters in broilers. Animal Feed Science and Technology, 134(3-4): 235-242.
9. Fenton TW & Fenton M (1979) An improved procedure for the determination of chromic oxide in feed and excreta. Canadian Journal of Animal Science, 59: 631-634.
10. Friedwald TW, Leve RL & Fredrickson DS (1972) Estimation of concentration of Low density lipoproteins separated by three different methods. Clinical chemistry, 18: 499-502.
11. Hans Henrik S (2012) Nutritional evaluation of fermented soybean meal fed to weanling pigs. PhD Thesis. University of Illinois at urbana-champaign.
12. Mirzaei Goodarzi S, Borjizadeh F, Saki A & Alipour D (2017) Effects of soybean meal replacement with different levels of sunflower meal supplemented with protease enzyme on intestinal microbial flora and gastrointestinal characteristics of laying hens, 1: 21-31.
13. Poulsen HD & Blaabjerg K (2017) Fermentation of rapeseed meal, sunflower meal and faba beans in combination with wheat bran increases solubility of protein and phosphorus. Journal of the Science of Food and Agriculture, 97(1): 244-251
14. Rama Rao SV, Raju MVLN, Panda AK & Reddy MR (2006) Sunflower seed meal as a substitute for soybean meal in commercial broiler chicken diets. British Poultry Science, 47(5): 592-598.
15. Rezaei M & Hafezian H (2004) The use of sunflower seed meal with hull in the diet of broilers. Journal of Caspian Agricultural Sciences and Natural Resources, second year/ first issue. (In Persian)
16. Ross Broiler Management Hand book (2014) Appendices. Aviagen, UK.P.118.
17. Sadeghi A, Toghyani M & Gheisari A (2015) Effect of various fiber types and choice feeding of fiber on performance, gut development, humoral immunity, and fiber preference in broiler chicks. Poultry Science, 94: 2734-2743.

18. Salari S, Moghaddam HN, Arshami JAVAD & Golian A (2009) Nutritional evaluation of full-fat sunflower seed for broiler chickens. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 22(4): 557-564.
19. Sangsoponjit S, Suphalucksana W & Srikijkasemwat K (2017) Effect of feeding sunflower meal on the performance and carcass characteristics of broiler chickens. *Chemical Engineering Transactions*, 58: 841-846.
20. SAS (2002) *Statistical Analysis Systems. Software, V.9*, SAS Institute, Cary, NC
21. Schuster E, Dunn-Coleman N, Frisvad JC & Van Dijck P (2002) On the safety of *Aspergillus niger*. A review. *Applied microbiology and biotechnology*, 59(4-5): 426-435.
22. Shabani A, Boldaji F, Dastar B, Ghoorchi T & Zerehdaran S (2016) Effect of fermented fish waste in feeding broiler chickens on gastrointestinal microbial population and blood parameters. *Animal Science (Pagouhesh and Sazandegi)*, 113: 17-30. (In Persian).
23. Shilaei M, Hosseini M & Afzali (2016) Evaluation of production and morphology of small intestine of broilers fed with antibiotic, ASI, probiotic and prebiotic supplements in tropical conditions. *Seventh year livestock production research*. (In Persian).
24. Soltan MA, Hassaan MS, Abdella MS, El-Syaad GA & El-Ashry MA (2015) Yeast fermented sunflower meal as a replacer for fishmeal in diets of the Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries*, 19: 65-72.
25. Sredanović SA, Lević JD, Jovanović RD & Đuragić OM (2012) The nutritive value of poultry diets containing sunflower meal supplemented by enzymes. *Acta Periodica Technologica*, (43): 79-91.
26. Xu FZ, Zeng G & Ding XL (2012) Effect of replacing soybean meal with fermented rapeseed meal on performance, serum biochemical variables and intestinal morphology of broilers. *Asian-Australian Journal of Animal Science*, 125(12): 1734-1741.