



## Effect of barley particle size and autolyzed yeast with enzyme on performance, immune system and ileal digestibility of broiler chickens

Leili Abdali<sup>1</sup> | Somayyeh Salari<sup>2</sup> | Mohammad Reza Ghorbani<sup>3</sup> | Shima Hosseini Far<sup>4</sup>

1. Department of Animal Science, Animal Science and Food Technology Faculty, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran. E-mail: [lailiabdali1991@gmail.com](mailto:lailiabdali1991@gmail.com)
2. Corresponding Author, Department of Animal Science, Animal Science and Food Technology Faculty, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran. E-mail: [s.salari@asnrukh.ac.ir](mailto:s.salari@asnrukh.ac.ir)
3. Department of Nature Engineering, Shirvan Faculty of Agriculture, University of Bojnord, Bojnord, Iran. E-mail: [ghorbani.mr@ub.ac.ir](mailto:ghorbani.mr@ub.ac.ir)
4. Department of Biochemistry and Molecular, Veterinary Medicine Faculty, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran. E-mail: [sh.hosseiniifar@scu.ac.ir](mailto:sh.hosseiniifar@scu.ac.ir)

### Article Info

**Article type:**  
Research Article

### Article history:

Received: September 19, 2022  
Received in revised form:  
January 22, 2023  
Accepted: February 25, 2023  
Published online: April 14, 2023

### Keywords:

Abdominal fat,  
Energy efficiency ratio,  
European efficiency factor,  
Litter,  
Tibia.

### ABSTRACT

This study was conducted to determine the effects of autolyzed yeast with enzyme supplementation and barley particle size on performance, immune system and ileal digestibility using 400 one-day-old mixed Ross 308 broiler chickens in completely randomized design with a factorial arrangement of 2×4 with 8 treatments, and 5 replicates from 1 to 35 days of age. The experimental treatments included the type of additive (without additive, enzyme, autolyzed yeast and autolyzed yeast with enzyme) and barley particle size (fine, 2 mm; and coarse, 8 mm). The addition of autolyzed yeast and enzyme improved feed conversion ratio compared to the treatment without additives ( $P<0.05$ ). Autolyzed yeast with coarse barley particles increased the European efficiency factor, energy and protein efficiency ratio compared to the other treatments ( $P<0.05$ ). Supplementation of enzyme reduced the abdominal fat percentage compared to other treatments ( $P<0.05$ ). Autolyzed yeast with enzyme increased the length and dry matter percentage of the tibia compared to the treatment without additives ( $P<0.05$ ). Addition of autolyzed yeast with enzyme improved the immune system response and ileal digestibility of nutrients compared to other treatments ( $P<0.05$ ). Autolyzed yeast alone and with the enzyme decreased litter pH compared to the treatment receiving enzyme alone and the treatment without additive ( $P<0.05$ ). In conclusion, dietary supplementation of autolyzed yeast with enzyme in broiler chickens fed diets containing barley would be recommended.

**Cite this article:** Abdali, L., Salari, S., Ghorbani, M. R., & Hosseini Far, Sh. (2023). Effect of barley particle size and autolyzed yeast with enzyme on performance, immune system and ileal digestibility of broiler chickens. *Journal of Animal Production*, 25 (1), 107-122. DOI: <https://doi.org/10.22059/jap.2023.348902.623706>





## تأثیر اندازه ذرات جو و مخمر اتولیز شده به همراه آنزیم بر عملکرد، سیستم ایمنی و قابلیت هضم ایلتومی جوجه‌های گوشتی

لیلی عبدعلی<sup>۱</sup> | سمیه سالاری<sup>۲</sup> | محمدرضا قربانی<sup>۳</sup> | شیما حسینی فر<sup>۴</sup>

۱. گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، اهواز، ایران، رایانامه: [lailiabdali1991@gmail.com](mailto:lailiabdali1991@gmail.com)
۲. نویسنده مسئول، گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، اهواز، ایران، رایانامه: [s.salari@asnruckh.ac.ir](mailto:s.salari@asnruckh.ac.ir)
۳. گروه مهندسی طبیعت، دانشکده کشاورزی شیروان، دانشگاه بجنورد، بجنورد، ایران، رایانامه: [ghorbani.mr@ub.ac.ir](mailto:ghorbani.mr@ub.ac.ir)
۴. گروه علوم پایه دامپزشکی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران، رایانامه: [sh.hosseinfar@scu.ac.ir](mailto:sh.hosseinfar@scu.ac.ir)

### اطلاعات مقاله

### چکیده

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۶/۲۸

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۱۱/۰۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۲/۰۶

تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۰۱/۲۵

### کلیدواژه‌ها:

استخوان درشت‌نی،

بستر،

چربی محوطه بطنی،

فاکتور بازدهی اروپایی،

نسبت بازدهی انرژی.

این مطالعه به منظور بررسی اندازه ذرات جو و مخمر اتولیز شده به همراه آنزیم بر عملکرد، سیستم ایمنی و قابلیت هضم ایلتومی با استفاده از ۴۰۰ قطعه جوجه گوشتی مخلوط دو جنس دورگه راس ۳۰۸ در قالب طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل ۴×۲ و با هشت تیمار و پنج تکرار از سن یک تا ۳۵ روزگی انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل نوع افزودنی (بدون افزودنی، آنزیم، مخمر اتولیز شده و مخمر اتولیز شده به همراه آنزیم) و اندازه ذرات جو (ریز، ۲ میلی متر و درشت، ۸ میلی متر) بودند. افزودن مخمر اتولیز شده و آنزیم، باعث بهبود ضریب تبدیل خوراک نسبت به تیمار بدون افزودنی شد ( $P < 0.05$ ). مخمر اتولیز شده با اندازه ذرات درشت جو، سبب افزایش فاکتور بازدهی اروپایی، نسبت بازدهی انرژی و پروتئین نسبت به سایر تیمارها گردید ( $P < 0.05$ ). افزودن آنزیم چربی محوطه بطنی را نسبت به سایر تیمارها کاهش داد ( $P < 0.05$ ). مخمر اتولیز شده به همراه آنزیم باعث افزایش طول و درصد ماده خشک استخوان درشت‌نی نسبت به تیمار فاقد افزودنی شد ( $P < 0.05$ ). افزودن مخمر اتولیز شده به همراه آنزیم پاسخ ایمنی را نسبت به سایر تیمارها بهبود بخشید ( $P < 0.05$ ). مخمر اتولیز شده به همراه آنزیم، قابلیت هضم ایلتومی را نسبت به سایر تیمارها بهبود بخشید ( $P < 0.05$ ). مخمر اتولیز شده به تنهایی و به همراه آنزیم باعث کاهش میزان pH بستر، نسبت به تیمار دریافت کننده آنزیم به تنهایی و تیمار فاقد افزودنی گردید ( $P < 0.05$ ). در مجموع، می توان استفاده از مخمر اتولیز شده به همراه آنزیم را در جیره های حاوی جو جوجه های گوشتی توصیه نمود.

**استناد:** عبدعلی، ل، سالاری، س، قربانی، م، ر. و حسینی فر، ش (۱۴۰۲). تأثیر اندازه ذرات جو و مخمر اتولیز شده به همراه آنزیم بر عملکرد، سیستم ایمنی و قابلیت هضم ایلتومی جوجه های گوشتی. *نشریه تولیدات دامی*، ۲۵ (۱)، ۱۰۷-۱۲۲. DOI: <https://doi.org/10.22059/jap.2023.348902.623706>



## ۱. مقدمه

امروزه ذرت در بین غلات به دلیل ارزش غذایی بالا، اهمیت بسیار زیادی در تغذیه طیور دارا می‌باشد، اما با توجه به نیاز آبی بالا و محدودیت کشت آن در کشور، جزو کالاهای وارداتی محسوب می‌شود که هزینه‌های بالایی را بر صنعت طیور تحمیل می‌کند. بنابراین می‌توان با تمهیداتی از سایر غلات مانند گندم، جو، چاودار و تریپتیکاله به عنوان جایگزین ذرت در تغذیه طیور استفاده کرد [۱۶]. از طرفی به دلیل این که میزان پروتئین در دانه جو نسبت به ذرت بیش تر است، معمولاً از دانه جو همراه با ذرت در جیره غذایی طیور استفاده می‌شود تا کمبود مواد ازته آن را جبران کند. همچنین سبب هم‌افزایی نهاده‌ها و جبران نقاط ضعف جیره‌های برپایه ذرت و کنجاله سویا می‌شود [۹]. به منظور کاهش اثرات محدودکننده پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای جو می‌توان از آنزیم استفاده نمود. افزودن آنزیم به جیره باعث بهبود قابلیت استفاده از مواد مغذی می‌شود. همچنین به روش‌های مختلفی برای کاهش اثرات منفی ناشی از جو از جمله فرآوری جو با استفاده از روش‌هایی مثل پرتودهی [۱۱] و استفاده از افزودنی‌هایی مثل پروبیوتیک و پری‌بیوتیک [۲۵] می‌توان اشاره کرد. از طرفی، مخمر اتولیزشده ساکارومایسس سرویزیه به دلیل دارا بودن مقادیر قابل توجهی مانان الیگوساکارید خاصیت پری‌بیوتیکی دارد. استفاده از مخمر اتولیزشده در جیره‌های غذایی جوجه‌های گوشتی می‌تواند اجزای سلولی و کربوهیدرات‌های دیواره سلولی را تأمین کند [۱۰]. بنابراین، شاید بتوان با استفاده از خواص پری‌بیوتیکی مخمر اتولیزشده، اثرات منفی ناشی از جو را در جوجه‌های گوشتی کاهش داد.

طیور اقلام خوراکی با اندازه ذرات بزرگ‌تر را در مقایسه با اقلام خوراکی با ذرات ریز ترجیح می‌دهند. آسیاب‌نمودن درشت دانه غلات، سبب توسعه بیش‌تر سنگدان و در نتیجه افزایش حرکت روده و هضم مواد مغذی می‌شود [۳]. طیور نیاز به سطح مشخصی از ذرات درشت در جیره غذایی خود دارند، زیرا تغذیه با ذرات درشت، باعث ایجاد انقباضات معکوس پرستالتیک بین سنگدان و پیش‌معه و در نتیجه افزایش ترشح اسید کلریدریک و آنزیم پپسین، افزایش ماندگاری مواد هضمی و افزایش قابلیت پرنده در استفاده بهتر از مواد مغذی خوراک می‌شود [۲۱]. بر این اساس، استفاده از ذرات درشت در جیره‌های غذایی ممکن است رشد و عملکرد روده را بهبود دهد. با توجه به اثرات منفی استفاده از دانه جو در جیره جوجه‌های گوشتی و خاصیت پری‌بیوتیکی اجزای دیواره سلولی مخمر اتولیزشده به‌ویژه مانان الیگوساکارید و همچنین تأثیر اندازه ذرات دانه غلات بر عملکرد دستگاه گوارش، هدف از این مطالعه، بررسی اثرات استفاده از اندازه ذرات جو و مخمر اتولیزشده به‌همراه آنزیم بر برخی فراسنجه‌های موردبررسی در جوجه‌های گوشتی می‌باشد.

## ۲. مواد و روش‌ها

برای بررسی ترکیب شیمیایی و توزیع اندازه ذرات جو، چند نمونه از جو تهیه شد و سپس میزان ماده خشک، خاکستر، پروتئین خام، فیبر خام و عصاره اتری نمونه‌ها به روش‌های استاندارد اندازه‌گیری شد [۵]. برای برآورد کربوهیدرات کل از رابطه (۱) و کربوهیدرات‌های غیرفیبری (NFC) از رابطه (۲) استفاده شد. میزان الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF) و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF) دانه جو هم به روش تجزیه تقریبی اندازه‌گیری شد [۲۳]. توزیع اندازه ذرات نیز با استفاده از الک‌کردن با روش خشک تعیین شد. میانگین قطر هندسی و انحراف معیار استاندارد میانگین قطر هندسی ذرات جو براساس روش جامعه مهندسی کشاورزی آمریکا محاسبه شد [۴] (جدول ۱).

$$CHO = (100 - (CP + EE + Ash + Moisture)) \quad \text{رابطه ۱}$$

$$NFC = (100 - (CP + EE + Ash + NDF)) \quad \text{رابطه ۲}$$

جدول ۱. ترکیبات شیمیایی (درصد) و توزیع اندازه ذرات جو (میکرومتر)

۹۲/۵۱	ماده خشک	
۱۰/۷۲	پروتئین خام	
۱/۳۶	عصاره اتزی	
۲/۲۸	خاکستر خام	
۷۸/۱۵	کربوهیدرات کل	
۶۸/۰۰	کربوهیدرات های غیر فیبری	
۱۷/۶۴	الیاف نامحلول در شوینده خنثی	
۶/۰۱	الیاف نامحلول در شوینده اسیدی	
۱۱/۶۳	همی سلولز	
ذرات درشت	ذرات ریز	قطر الک (میکرومتر)
۵۴/۰۷	۷/۶۶	۲۰۰۰
۲۷/۰۸	۵۱/۰۳	۱۰۰۰
۱۳/۰۶	۲۸/۷۱	۵۰۰
۴/۱۱	۱۰/۲۶	۲۵۰
۱/۳۰	۱/۹۱	۱۰۶
۰/۳۸	۰/۴۳	۷۵
۱/۸۷ ± ۱۴۷۵	۱/۸۷ ± ۹۸۰	<sup>۱</sup> GMD ± <sup>۲</sup> GSD

۱. میانگین قطر هندسی = GMD: Geometric mean diameter.

۲. انحراف معیار استاندارد میانگین قطر هندسی = GSD: Geometric standard deviation.

در این پژوهش، از ۴۰۰ قطعه جوجه گوشتی سویه راس ۳۰۸ در قالب طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل ۴×۲ از سن یک تا ۳۵ روزگی با هشت تیمار، پنج تکرار و تعداد ۱۰ قطعه جوجه گوشتی مخلوط دو جنس برای هر تکرار استفاده شد. تیمارها شامل نوع افزودنی (بدون افزودنی، آنزیم، مخمر اتولیز شده و مخمر اتولیز شده به همراه آنزیم) و اندازه ذرات جو [ریز (دو میلی متر) و درشت (هشت میلی متر)] بودند. مولتی آنزیم استفاده شده در آزمایش با نام تجاری آنزیم ناتوگرین TS محصول شرکت BASF آلمان که حاوی دو آنزیم خالص اندو-۱، ۴-بتازایلاناز با میزان فعالیت آنزیمی ۵۶۰۰ TXU/g و اندو-۱، ۴-بتاگلوکاناز با میزان فعالیت آنزیمی ۲۵۰۰ TGU/g بود که در سطح پیشنهادی شرکت سازنده (۰/۰۱ درصد جیره) استفاده شد. مخمر اتولیز شده نیز، محصول شرکت کاوشگر سپهر جوان (خوزستان، ایران) و از انواع مخمر ساکارومایسس سرویزیه بود که حاوی ۴۸ درصد پروتئین خام بود و در سطح ۰/۶ درصد جیره استفاده شد. در تمام جیره ها جو در سطح ۳۰ درصد استفاده شد. جیره پایه مطابق نیازهای ذکر شده در راهنمای پرورش سویه راس ۳۰۸ تنظیم شد (جدول ۲).

1. Thermo-stable Xylanase Unit
2. Thermo-stable Glucanase Unit

جدول ۲. مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایش (درصد)

مواد غذایی	آغازین (یک تا ۱۰ روزگی)		رشد (۱۱ تا ۲۴ روزگی)		پایانی (۲۵ تا ۳۵ روزگی)	
	بدون آنزیمی	آنزیم	بدون آنزیمی	آنزیم	بدون آنزیمی	آنزیم
ذرت	۲۲/۰۴	۲۲/۰۳	۲۱/۳۳	۲۱/۳۲	۲۴/۸۵	۲۴/۸۵
کنجاله سویا (۴۴ درصد پروتئین)	۳۵	۳۵	۳۵/۷۱	۳۵/۷۱	۳۲/۱۰	۳۲/۱۱
گلوتن ذرت (۶۰ درصد پروتئین)	۳	۳	۳	۳	۳	۳
جو	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰
مخمر اتولیزشده	۰	۰	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶
آنزیم ناتوگرین	۰	۰/۰۱	۰	۰/۰۱	۰	۰/۰۱
روغن گیاهی	۴/۵۰	۴/۵۰	۴/۹۰	۴/۹۰	۵/۶۶	۵/۶۶
دی ال - متیونین	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۲۵	۰/۲۵
ال - لیزین هیدروکلراید	۰/۲۸	۰/۲۸	۰/۲۸	۰/۲۸	۰/۲۰	۰/۲۰
ال ترئونین	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۰۸	۰/۰۸
مکمل ویتامینه <sup>۱</sup>	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
مکمل معدنی <sup>۲</sup>	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
دی کلسیم فسفات	۲/۰۴	۲/۰۴	۲/۰۴	۲/۰۴	۱/۲۸	۱/۲۸
کربنات کلسیم	۰/۶۶	۰/۶۶	۰/۶۶	۰/۶۶	۰/۹۳	۰/۹۳
آنزیم فیتاز ۱۰۰۰۰	۰/۰۰۵	۰/۰۰۵	۰/۰۰۵	۰/۰۰۵	۰/۰۰۵	۰/۰۰۵
نمک	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۲	۰/۲۲
جوش شیرین	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۲۹	۰/۲۹
ضد کوکسیدوز	۰	۰	۰	۰	۰/۰۲	۰/۰۲
جمع	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
انرژی و مواد مغذی (محاسبه شده)						
انرژی متابولیسمی (کیلوکالری در کیلوگرم)	۲۹۰۰	۲۹۰۰	۲۹۰۰	۲۹۰۰	۳۰۵۰	۳۰۵۰
پروتئین خام (درصد)	۲۲/۷۷	۲۲/۷۷	۲۲/۰۶	۲۲/۰۶	۲۱/۳۷	۲۱/۳۷
کلسیم (درصد)	۰/۹۲	۰/۹۲	۰/۹۲	۰/۹۲	۰/۸۷	۰/۸۷
فسفر قابل دسترس (درصد)	۰/۴۶	۰/۴۶	۰/۴۶	۰/۴۶	۰/۴۳	۰/۴۳
لیزین قابل هضم (درصد)	۱/۳۳	۱/۳۳	۱/۳۳	۱/۳۳	۱/۱	۱/۱
متیونین قابل هضم (درصد)	۰/۶۲	۰/۶۲	۰/۶۲	۰/۶۲	۰/۵۵	۰/۵۵
متیونین + سیستین قابل هضم (درصد)	۰/۹۱	۰/۹۱	۰/۹۱	۰/۹۱	۰/۸۳	۰/۸۳
ترئونین قابل هضم (درصد)	۰/۸۲	۰/۸۲	۰/۸۲	۰/۸۲	۰/۷۳	۰/۷۳
کولین (درصد)	۱/۴۲	۱/۴۲	۱/۴۲	۱/۴۲	۱/۳۴	۱/۳۴
سدیم (درصد)	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸
کلر (درصد)	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۳۳
پتاسیم (درصد)	۰/۹۴	۰/۹۴	۰/۹۴	۰/۹۴	۰/۸۸	۰/۸۸
توازن آمیون - کانیون جیره (میلی‌اکی‌ولان در کیلوگرم)	۲۵۴	۲۵۴	۲۵۴	۲۵۴	۲۳۸	۲۳۸

۱. مکمل ویتامینی به ازای هر کیلوگرم جیره مقادیر ذیل را تأمین نمود: ویتامین «ا» ۱۱۰۰۰ واحد بین‌المللی؛ ویتامین «ب» ۱۸۰۰ واحد بین‌المللی؛ ویتامین «ج» ۳۶ میلی‌گرم؛ ویتامین «د» ۵ میلی‌گرم؛ ویتامین «ه» ۱/۶ میلی‌گرم؛ ویتامین «ی» ۱/۵۳ میلی‌گرم؛ نیاسین ۳۰ میلی‌گرم؛ پیریدوکسین، ۱/۵۳ میلی‌گرم؛ بیوتین، ۰/۰۳ میلی‌گرم؛ اسید فولیک، ۱ میلی‌گرم؛ اسید پانتوتیک، ۱۲/۲۴ میلی‌گرم و اتوکسی کوئین، ۰/۱۲۵ میلی‌گرم.

۲. مکمل مواد معدنی به ازای هر کیلوگرم جیره مقادیر ذیل را تأمین نمود: آهن، ۲۵۰ میلی‌گرم؛ سولفات روی، ۸۴ میلی‌گرم؛ سولفات منگنز، ۱۶۰ میلی‌گرم؛ ید، ۱/۶ میلی‌گرم؛ سولفات مس، ۲۰ میلی‌گرم؛ سلنیوم، ۰/۲ میلی‌گرم و کبالت، ۰/۴ میلی‌گرم.

فاکتور بازدهی اروپایی در هر دوره با استفاده از رابطه‌های (۳)، (۴) و (۵) محاسبه شد. همچنین برای محاسبه نسبت بازدهی انرژی و پروتئین از رابطه‌های (۶)، (۷)، (۸) و (۹) استفاده شد.

رابطه ۳)  $100 \times (\text{تعداد کل قیل از تلفات}) / (\text{تعداد تلف شده}) = \text{درصد تلفات}$

رابطه ۴)  $100 - \text{درصد تلفات} = \text{درصد زنده‌مانی}$

$$\text{رابطه ۵)} \quad ۱۰۰ \times \frac{(\text{درصد زنده مانی} \times \text{میانگین وزن بدن (کیلوگرم)})}{(\text{ضریب تبدیل خوراک} \times \text{میانگین سن (روز)})} = \text{فاکتور بازدهی اروپایی}$$

$$\text{رابطه ۶)} \quad = \text{کل انرژی قابل متابولیسم مصرفی} \\ (\text{مقدار انرژی قابل متابولیسم خوراک (کیلوکالری)}) \times (\text{کل خوراک مصرفی در هر دوره})$$

$$\text{رابطه ۷)} \quad ۱۰۰ \times \frac{(\text{گرم افزایش وزن})}{(\text{کیلوکالری انرژی قابل متابولیسم مصرفی})} = \text{نسبت بازدهی انرژی}$$

$$\text{رابطه ۸)} \quad \text{درصد پروتئین خوراک} \times \text{گرم خوراک مصرفی در هر دوره} = \text{گرم پروتئین مصرفی}$$

$$\text{رابطه ۹)} \quad ۱۰۰ \times \frac{(\text{گرم افزایش وزن})}{(\text{گرم پروتئین مصرفی})} = \text{نسبت بازدهی پروتئین}$$

در روز ۳۵ آزمایش، دو قطعه جوجه با میانگین وزنی گروه، انتخاب و پس از توزین، ذبح شدند. سپس پرکنی و اجزای لاشه جدا شدند. وزن سینه، ران‌ها، چربی حفره شکمی، پیش معده پر، سنگدان پر و کبد اندازه‌گیری شد و وزن نسبی آن‌ها به صورت درصدی از وزن زنده محاسبه شد. شاخص دستگاه گوارش نیز از رابطه (۱۰) محاسبه شد.

$$\text{رابطه ۱۰)} \quad ۱۰۰ \times \frac{(\text{وزن دستگاه گوارش پر})}{(\text{وزن زنده پرنده})} = \text{شاخص دستگاه گوارش}$$

استخوان درشتنی چپ هر جوجه به دقت جدا شد و پس از جداکردن تمامی بافت‌های اطراف آن‌ها، برای اندازه‌گیری خصوصیات استخوان درشتنی نظیر حجم، طول، وزن نسبی، چگالی، درصد ماده خشک و میزان خاکستر، به آزمایشگاه ارسال شد [۱۲].

برای اندازه‌گیری قابلیت هضم ایلتومی مواد مغذی، از اکسیدکروم به‌عنوان مارکر خارجی استفاده شد. در سن ۳۰ روزگی میزان ۰/۳ درصد اکسید کروم به جیره اضافه شد و به مدت پنج روز در اختیار جوجه‌ها قرار گرفت. در سن ۳۵ روزگی دو قطعه جوجه از هر تکرار انتخاب و به روش قطع گردنی کشتار شدند و محتویات ایلتومی آن‌ها از حد فاصل زائده مکل تا پنج سانتی‌متر قبل از اسفنگتر ایلتوسکال جمع‌آوری شد. سپس ماده آلی، پروتئین خام، چربی خام و خاکستر خام نمونه خوراک و فضولات اندازه‌گیری شد. قابلیت هضم ماده آلی، پروتئین خام، چربی خام و خاکستر خام با استفاده از رابطه (۱۱) محاسبه شد [۲۰].

$$\text{رابطه ۱۱)} \quad DC = 100 - (100 * (M_{\text{diet}}/M_{\text{digesta}}) * (N_{\text{digesta}}/N_{\text{diet}}))$$

در این رابطه، DC، قابلیت هضم ماده مغذی،  $M_{\text{diet}}$  درصد مارکر در خوراک،  $M_{\text{digesta}}$  درصد مارکر در ماده هضمی،  $N_{\text{diet}}$  درصد ماده مغذی در خوراک و  $N_{\text{digesta}}$  درصد ماده مغذی در ماده هضمی است.

برای بررسی اثر تیمارها بر پاسخ ایمنی اختصاصی پرندگان، در روزهای ۱۴ و ۲۸ دوره پرورش، دو قطعه جوجه از هر تکرار با ۰/۲۵ میلی‌لیتر سوسپانسیون ۱۰ درصد گلبول قرمز خون گوسفند (SRBC) در بافر فسفات، از طریق عضله سینه تلقیح شدند. پس از هفت روز، از سیاهرگ بال پرندگان خون‌گیری شد، نمونه‌های خون به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ گردید تا سرم آن جدا شود. سپس تیترا آنتی‌بادی علیه SRBC با استفاده از روش هم‌گلوآگلوکوتیناسیون میکروتیترا مورد ارزیابی قرار گرفت [۱۴]. در روزهای ۲۴ و ۳۵ دوره پرورش از بستر نمونه‌برداری شد و میزان pH و رطوبت بستر اندازه‌گیری شد [۱۵].

داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۴) تجزیه و میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن و در سطح معنی‌داری پنج درصد مقایسه شدند. مدل آماری این طرح از رابطه (۱۲) به دست آمد:

$$Y_{ijk} = \mu + A_j + B_k + (AB)_{jk} + e_{ijk} \quad \text{رابطه (۱۲)}$$

که در آن،  $Y_{ijk}$  مقدار مشاهده شده،  $\mu$  میانگین جامعه،  $A_j$  اثر نوع افزودنی،  $B_k$  اثر اندازه ذرات جو،  $(AB)_{jk}$  اثر متقابل نوع افزودنی و اندازه ذرات جو و  $e_{ijk}$  اثر خطای آزمایشی است.

### ۳. نتایج و بحث

اثر نوع افزودنی و اندازه ذرات جو بر عملکرد جوجه‌های گوشتی در جدول (۳) آورده شده است. میزان مصرف خوراک و افزایش وزن بدن در کل دوره پرورش تحت تأثیر نوع افزودنی و یا اندازه ذرات جو و اثرات متقابل آن‌ها قرار نگرفت. ضریب تبدیل کل دوره در پرندگانی که افزودنی دریافت کردند بهتر از پرندگان شاهد بود ( $P < 0.05$ ). اثر اندازه ذرات جو و اثر متقابل اندازه ذرات جو × نوع افزودنی، بر ضریب تبدیل خوراک معنی‌دار نبود.

جدول ۳. اثر نوع افزودنی و اندازه ذرات جو بر عملکرد جوجه‌های گوشتی در یک تا ۳۵ روزگی

متغیر	میزان مصرف خوراک (گرم به ازای هر جوجه)	افزایش وزن بدن (گرم به ازای هر جوجه)	ضریب تبدیل خوراک
	یک تا ۳۵ روزگی	یک تا ۳۵ روزگی	یک تا ۳۵ روزگی
اثرات اصلی			
نوع افزودنی			
بدون افزودنی	۲۵۶۰/۷۲	۱۷۴۰/۳۱	<sup>a</sup> ۱/۴۷
آنزیم	۲۵۰۹/۹۳	۱۸۲۳/۷۴	<sup>b</sup> ۱/۳۷
مخمر اتولیزشده	۳۴۹۹/۶۶	۱۷۶۱/۴۸	<sup>b</sup> ۱/۴۱
مخمر اتولیزشده به همراه آنزیم	۲۵۱۸/۲۲	۱۸۰۳/۶۶	<sup>b</sup> ۱/۳۹
SEM	۴۱/۸۵	۳۰/۲۸	۰/۰۱
سطح احتمال	۰/۷۴	۰/۲۱	۰/۰۰۳
اندازه ذرات			
ریز	۲۵۴۶/۶۴	۱۷۸۱/۴۲	۱/۴۳
درشت	۳۴۹۷/۶۲	۱۷۸۳/۱۸	۱/۳۹
SEM	۲۹/۵۹	۲۱/۴۱	۰/۰۱
سطح احتمال	۰/۲۵	۰/۹۵	۰/۰۹
اثر متقابل			
نوع افزودنی		اندازه ذرات	
بدون افزودنی	ریز	۲۵۵۸/۸۴	۱۷۳۲/۳۵
بدون افزودنی	درشت	۲۵۳۵/۵۹	۱۷۴۸/۲۸
آنزیم	ریز	۲۵۲۷/۷۹	۱۸۲۸/۰۶
آنزیم	درشت	۳۴۹۲/۰۷	۱۸۱۹/۴۲
مخمر اتولیزشده	ریز	۳۴۸۴/۲۱	۱۷۴۵/۵۶
مخمر اتولیزشده	درشت	۲۵۱۵/۱۰	۱۷۷۷/۴۰
مخمر اتولیزشده به همراه آنزیم	ریز	۲۵۸۸/۷۰	۱۸۱۹/۷۰
مخمر اتولیزشده به همراه آنزیم	درشت	۳۴۴۷/۷۳	۱۷۸۷/۶۲
SEM		۵۹/۱۹	۴۲/۸۳
سطح احتمال		۰/۵۵	۰/۷۸

در هر ستون، اعداد با حروف غیر مشابه دارای اختلاف معنی‌دار هستند ( $P < 0.05$ ).

SEM: خطای استاندارد میانگین.

۱. اندازه ذرات ریز و درشت به ترتیب برابر ۲ و ۸ میلی‌متر بود.

اثر نوع افزودنی و اندازه ذرات جو بر فاکتور بازدهی اروپایی، نسبت بازدهی انرژی و پروتئین جوجه‌های گوشتی در جدول (۴) آورده شده است. اثر نوع افزودنی بر شاخص بازدهی اروپایی در دوره آغازین، رشد و پایانی معنی‌دار نبود اما در کل دوره، پرندگان شاهد، فاکتور بازدهی اروپایی کم‌تری داشتند ( $P=0/05$ ). به نظر می‌رسد بهبود فاکتور بازده اروپایی در کل دوره آزمایش به دلیل افزایش وزن بدن و افزایش درصد زنده‌مانی ناشی از افزودن مخمر اتولیزشده و آنزیم به جیره‌ها و کاهش ضریب تبدیل خوراک نسبت به شاهد باشد. اندازه ذرات جو، فاکتور بازدهی اروپایی را در هیچ‌یک از دوره‌ها تحت تأثیر قرار نداد. اثر متقابل نوع افزودنی × اندازه ذرات جو، فاکتور بازدهی اروپایی در دوره آغازین، رشد و کل دوره را تحت تأثیر قرار نداد، اما در دوره پایانی مخمر اتولیزشده با ذرات درشت جو باعث افزایش معنی‌دار فاکتور بازدهی اروپایی نسبت به سایر پرندگان گردید ( $P<0/05$ ). نوع افزودنی، بازدهی انرژی و پروتئین را در دوره آغازین، رشد و پایانی تحت تأثیر تأثیر قرار نداد، اما در کل دوره، پرندگان شاهد بازدهی انرژی و پروتئین پایین‌تری نسبت به سایر پرندگان نشان دادند ( $P<0/05$ ). اندازه ذرات جو نیز بازدهی انرژی و پروتئین را در هیچ یک از دوره‌ها تحت تأثیر قرار نداد.

جدول ۴. اثر نوع افزودنی و اندازه ذرات جو بر فاکتور بازدهی اروپایی، نسبت بازدهی انرژی و پروتئین جوجه‌های گوشتی در یک تا ۳۵ روزگی

متغیر	فاکتور بازدهی اروپایی			نسبت بازدهی انرژی (کیلوکالری بر گرم)			نسبت بازدهی پروتئین		
	۱۰ تا ۳۵ روزگی	۱۱ تا ۳۳ روزگی	۱۲ تا ۳۵ روزگی	۱۰ تا ۳۵ روزگی	۱۱ تا ۳۳ روزگی	۱۲ تا ۳۵ روزگی	۱۰ تا ۳۵ روزگی	۱۱ تا ۳۳ روزگی	۱۲ تا ۳۵ روزگی
اثرات اصلی									
نوع افزودنی									
بدون افزودنی	۵۰/۸۳	۱۶۴/۹۲	۱۲۷/۴۱	۳۱۸/۴۵ <sup>b</sup>	۲۰/۷۱	۲۶/۵۴	۳۰/۸۳	۲۳/۸۳ <sup>b</sup>	۲۰/۷۱
آنزیم	۵۱/۱۸	۱۹۰/۷۳	۱۳۹/۱۴	۳۵۵/۰۸ <sup>a</sup>	۲۱/۸۰	۲۹/۴۱	۳۰/۶۶	۲۵/۵۰ <sup>a</sup>	۲۱/۸۰
مخمر اتولیزشده	۵۲/۲۶	۱۹۵/۲۸	۱۴۸/۲۴	۳۴۸/۴۶ <sup>ab</sup>	۲۲/۱۹	۲۶/۶۶	۳۱/۴۴	۲۴/۷۷ <sup>ab</sup>	۲۲/۱۹
مخمر اتولیزشده به همراه آنزیم	۵۰/۶۳	۱۷۱/۴۰	۱۵۰/۲۲	۳۵۸/۴۳ <sup>a</sup>	۲۲/۳۴	۲۷/۴۲	۳۰/۶۸	۲۵/۱۶ <sup>a</sup>	۲۲/۳۴
SEM	۱/۱۵	۹/۷۷	۸/۳۳	۸/۰۶	۰/۴۹	۰/۹۰	۰/۴۱	۰/۰۴	۰/۴۹
سطح احتمال	۰/۷۵	۰/۱۳	۰/۲۱	۰/۰۰۵	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۵۲	۰/۰۰۴	۰/۱۱
اندازه ذرات									
ریز	۵۰/۵۵	۱۶۹/۸۸	۱۳۷/۲۹	۳۳۸/۳۵ <sup>b</sup>	۲۱/۳۷	۲۷/۳۶	۳۰/۶۹	۲۴/۵۷	۲۱/۳۷
درشت	۵۱/۹۰	۱۷۴/۲۷	۱۴۵/۲۱	۳۵۱/۸۶	۲۲/۱۵	۲۷/۶۵	۳۱/۱۱	۲۵/۰۶	۲۲/۱۵
SEM	۰/۸۱	۶/۹۱	۵/۸۹	۵/۷۰	۰/۳۵	۰/۶۳	۰/۲۹	۰/۰۲	۰/۳۵
سطح احتمال	۰/۲۴	۰/۷۳	۰/۳۴	۰/۱۰	۰/۱۲	۰/۷۴	۰/۳۲	۰/۰۰۴	۰/۱۲
اثر متقابل									
نوع افزودنی									
بدون افزودنی	۵۰/۷۴	۱۶۵/۷۳	۱۱۹/۰۲	۳۱۸/۳۳	۲۱/۰۷	۲۶/۵۳	۳۱/۰۷	۲۳/۵۰	۲۱/۰۷
درشت	۵۰/۹۲	۱۶۴/۱۲	۱۳۵/۸۰	۳۱۸/۳۳	۲۰/۵۹	۲۶/۵۴	۳۰/۵۹	۲۴/۱۶	۲۱/۶۵ <sup>abc</sup>
ریز	۴۸/۸۰	۱۷۹/۲۶	۱۴۶/۲۵ <sup>ab</sup>	۳۴۶/۵۴	۲۸/۲۶	۲۹/۸۲	۳۴۶/۵۴	۲۵/۳۷	۲۲/۴۹ <sup>ab</sup>
آنزیم	۵۳/۵۵	۲۰۲/۱۹	۱۳۲/۰۳ <sup>ab</sup>	۳۶۳/۶۳	۳۰/۵۶	۳۱/۵۰	۳۶۳/۶۳	۲۵/۶۳	۲۱/۱۳ <sup>bc</sup>
مخمر اتولیزشده	۵۲/۲۸	۱۷۷/۴۵	۱۲۶/۶۳ <sup>b</sup>	۳۳۷/۹۱	۲۸/۴۴	۳۰/۸۴	۳۳۷/۹۱	۲۴/۷۴	۲۰/۸۳ <sup>bc</sup>
درشت	۵۲/۳۴	۱۴۱/۱۱	۱۶۹/۸۶ <sup>a</sup>	۳۵۹/۰۱	۲۴/۸۹	۳۲/۰۴	۳۵۹/۰۱	۲۴/۷۹	۲۳/۵۵ <sup>a</sup>
ریز	۵۰/۳۵	۱۵۷/۱۲	۱۵۷/۲۷ <sup>ab</sup>	۳۵۹/۰۱	۲۶/۲۰	۳۱/۰۵	۳۵۹/۰۱	۲۴/۶۸	۲۲/۴۰ <sup>ab</sup>
مخمر اتولیزشده به همراه آنزیم	۵۰/۴۸	۱۹۳/۶۸	۱۴۴/۹۵ <sup>ab</sup>	۳۳۳/۴۱	۲۹/۲۳	۳۰/۳۹	۳۳۳/۴۱	۲۵/۶۵	۲۲/۴۴ <sup>ab</sup>
SEM	۱/۶۳	۱۳/۸۲	۱۱/۷۸	۱۱/۴۰	۰/۵۹	۰/۲۶	۱۱/۴۰	۰/۰۵	۰/۷۰
سطح احتمال	۰/۴۱	۰/۰۹	۰/۰۵	۰/۸۰	۰/۰۲	۰/۰۸	۰/۸۰	۰/۰۲	۰/۰۲

در هر ستون، اعداد با حروف غیر مشابه دارای اختلاف معنی‌دار هستند ( $P<0/05$ ).

SEM: خطای استاندارد میانگین.

۱. اندازه ذرات ریز و درشت به ترتیب برابر ۲ و ۸ میلی‌متر بود.



اثر متقابل نوع افزودنی × اندازه ذرات جو، در دوره پایانی مشاهده شد که پرندگان دریافت‌کننده جیره حاوی مخمر اتولیزشده با اندازه ذرات درشت جو نسبت بازدهی انرژی و پروتئین بالاتری نسبت به پرندگان دریافت‌کننده جیره بدون افزودنی با اندازه ذرات ریز جو، داشت ( $P < 0.05$ ). با توجه به اجزای فرمول، نسبت بازدهی انرژی تحت تأثیر میزان افزایش وزن پرنده، میزان مصرف خوراک و انرژی متابولیسمی مورد استفاده در جیره غذایی قرار می‌گیرد و هرچه درصد نسبت بازدهی انرژی بالاتر باشد نشان‌دهنده این است که کارایی استفاده از انرژی در پرنده بیش‌تر است. از طرفی، پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای، علت اصلی کاهش عملکرد در پرندگانی هستند که در جیره آن‌ها مقادیر زیادی دانه گندم یا جو وارد شده است. در پژوهش حاضر کاهش فاکتور بازدهی اروپایی و نسبت بازدهی انرژی و پروتئین در پرندگانی که جیره بدون افزودنی با ذرات ریز دانه جو دریافت کردند احتمالاً به دلیل افزایش ویسکوزیته مواد هضمی در دستگاه گوارش است که منجر به کاهش قابلیت هضم مواد مغذی، افزایش رقابت باکتری‌ها بر سر مواد مغذی و تغییر در ریخت‌شناسی ساختار دیواره روده می‌شود. همسو با پژوهش حاضر، در مطالعه‌ای بهبود ضریب تبدیل غذایی در جوجه‌های گوشتی دریافت‌کننده ۰/۴ درصد مخمر اتولیزشده نسبت به تیمار شاهد گزارش شده است [۶]. هم‌چنین تغذیه پرندگان با دانه‌های کامل یا ذرات درشت غلات با تأثیر بر اندازه و عملکرد سنگدان و تغییر جمعیت میکروبی دستگاه گوارش، می‌تواند سلامت و عملکرد پرندگان را بهبود بخشد [۳]. مخالف با پژوهش حاضر، در بررسی تأثیر اینولین و آنزیم (زایلاناز و بتاگلوکاناز)، به صورت جداگانه و یا ترکیبی در جوجه‌های گوشتی تغذیه‌شده با جیره غذایی بر پایه گندم و جو، بیان شد افزودن مخلوط آنزیمی به صورت جداگانه یا همراه با اینولین تأثیر قابل توجهی بر فاکتورهای عملکردی نداشت [۱۹].

اثر نوع افزودنی و اندازه ذرات جو بر اجزای لاشه جوجه‌های گوشتی در جدول (۵) آورده شده است. اثر متقابل نوع افزودنی × اندازه ذرات جو بر اجزای لاشه، اثر معنی‌داری ایجاد نکرد، نوع افزودنی بر وزن نسبی سینه، ران‌ها، شاخص دستگاه گوارش، سنگدان و کبد اثر معنی‌داری ایجاد نکرد، اما وزن نسبی پیش‌معه مربوط به پرندگان دریافت‌کننده جیره حاوی مخمر اتولیزشده و نیز آنزیم به همراه مخمر اتولیزشده به‌طور معنی‌داری بالاتر از پرندگان دریافت‌کننده جیره حاوی آنزیم و شاهد بود ( $P < 0.05$ )، افزودن آنزیم نیز چربی محوطه بطنی را نسبت به سایر پرندگان به‌طور معنی‌داری کاهش داد ( $P < 0.05$ ). در ارتباط با اندازه ذرات جو، تنها وزن نسبی کبد تحت تأثیر قرار گرفت به گونه‌ای که ذرات درشت جو، وزن نسبی کبد بیش‌تری نسبت به ذرات ریز جو ایجاد کردند ( $P < 0.05$ ).

پایین‌بودن درصد چربی محوطه بطنی در جوجه‌های دریافت‌کننده آنزیم در مقایسه با سایر تیمارها، نشان می‌دهد که پروتئین و انرژی این جیره به‌صورت متعادل در اختیار جوجه‌ها قرار گرفته است. پژوهش‌گران در بررسی تأثیر سطوح مختلف دانه کامل جو در جیره جوجه‌های گوشتی، تفاوت معنی‌داری بر وزن نسبی سینه، ران‌ها، کبد و چربی محوطه شکمی مشاهده نکردند [۲۴].

اثر نوع افزودنی و اندازه ذرات جو بر خصوصیات استخوان درشت‌نی جوجه‌های گوشتی در جدول (۶) آورده شده است. در بررسی اثرات اصلی و اثر متقابل قطر دیافیز، چگالی و درصد خاکستر استخوان درشت‌نی معنی‌دار نشد، اما پرندگان دریافت‌کننده جیره حاوی مخمر اتولیزشده به همراه آنزیم، طول و درصد ماده خشک بیش‌تری در مقایسه با شاهد نشان دادند ( $P < 0.05$ ). در پرندگان دریافت‌کننده مخمر اتولیزشده به همراه آنزیم نیز قطر اپی‌فیز کوچک‌تری نسبت به سایر پرندگان مشاهده شد. در پرندگان شاهد، قطر وسط استخوان درشت‌نی بزرگ‌تری نسبت به سایر پرندگان مشاهده شد ( $P < 0.05$ ). اندازه ذرات جو و اثر متقابل نوع افزودنی × اندازه ذرات جو، هیچ‌یک از فراسنجه‌های استخوان درشت‌نی تحت تأثیر قرار نگرفت.

جدول ۵. اثر نوع افزودنی و اندازه ذرات جو بر اجزای لاشه (درصدی از وزن زنده بدن) جوجه‌های گوشتی در ۳۵ روزگی

متغیر	سینه	ران‌ها	GSI	پیش‌معدۀ (پر)	سنگدان (پر)	کبد	چربی محوطه بطنی	اثرات اصلی	
								نوع افزودنی	اندازه ذرات <sup>۱</sup>
بدون افزودنی	۲۴/۹۷	۱۹/۰۳	۱۲/۰۳	-/۲۳ <sup>c</sup>	۲/۱۲	۲/۰۹	-/۳۵ <sup>a</sup>		
آنزیم	۲۶/۹۲	۱۹/۵۷	۱۳/۱۲	-/۳۰ <sup>b</sup>	۲/۱۲	۲/۳۹	-/۲۳ <sup>b</sup>		
مخمر اتولیز شده	۲۶/۵۸	۱۹/۲۰	۱۱/۶۱	-/۳۸ <sup>a</sup>	۲/۲۲	۲/۲۶	-/۳۳ <sup>a</sup>		
مخمر اتولیز شده به همراه آنزیم	۲۴/۸۱	۲۰/۷۸	۱۲/۰۶	-/۳۹ <sup>a</sup>	۲/۲۱	۲/۱۴	-/۳۳ <sup>a</sup>		
SEM	۰/۷۶	-/۵۲	-/۴۸	۰/۰۲	-/۰۶	-/۱۱	۰/۰۲		
سطح احتمال	۰/۱۳	-/۱۰	۰/۲۰	<۰/۰۰۰۱	-/۵۵	-/۲۸	۰/۰۰۱		
ریز	۲۵/۱۴	۲۰/۱۵	۱۲/۱۴	-/۳۲	۲/۱۸	۲/۰۶ <sup>b</sup>	-/۳۲		
درشت	۲۶/۵۱	۱۹/۱۴	۱۲/۴۱	-/۳۳	۲/۱۵	۲/۳۸ <sup>a</sup>	-/۲۹		
SEM	۰/۵۳	-/۳۶	-/۳۴	-/۰۱	-/۰۴	-/۰۸	-/۰۱		
سطح احتمال	۰/۰۸	-/۰۶	-/۵۹	۰/۸۰	-/۶۷	-/۰۱	-/۱۷		
اثر متقابل									
								نوع افزودنی	اندازه ذرات
بدون افزودنی	۲۳/۵۴	۱۹/۱۱	۱۱/۵۷	۰/۱۸	۲/۰۴	۱/۷۱	-/۳۵	ریز	
آنزیم	۲۶/۴۰	۱۸/۹۵	۱۳/۰۴	۰/۲۶	۲/۲۱	۲/۴۸	-/۳۵	درشت	
مخمر اتولیز شده	۲۶/۳۲	۱۹/۹۲	۱۳/۰۲	۰/۳۰	۲/۲۵	۲/۱۹	-/۲۳	ریز	
مخمر اتولیز شده به همراه آنزیم	۲۷/۵۳	۱۹/۲۳	۱۳/۲۳	۰/۳۱	۱/۹۹	۲/۵۸	-/۲۲	درشت	
SEM	۲۶/۶۷	۲۰/۲۵	۱۲/۲۷	۰/۳۸	۲/۲۰	۲/۳۲	-/۳۴	ریز	
SEM	۲۶/۵۰	۱۸/۱۵	۱۰/۹۶	۰/۳۹	۲/۲۳	۲/۲۰	-/۳۲	درشت	
SEM	۲۴/۰۳	۲۱/۳۳	۱۱/۷۱	۰/۴۲	۲/۲۴	۲/۰۲	-/۳۶	ریز	
SEM	۲۵/۶۰	۲۰/۲۳	۱۲/۴۱	۰/۳۶	۲/۱۸	۲/۲۵	-/۲۹	درشت	
SEM	۱/۰۷	-/۷۳	-/۶۹	-/۰۳	-/۰۸	-/۱۶	-/۰۳		
سطح احتمال	۰/۵۷	۰/۶	۰/۲۵	۰/۲۳	-/۱۲	-/۰۷	-/۶۸		

در هر ستون، اعداد با حروف غیر مشابه دارای اختلاف معنی‌دار هستند ( $P < 0.05$ ).

SEM: خطای استاندارد میانگین.

GSI: شاخص دستگاه گوارش =  $100 \times$  (وزن زنده پرندۀ / وزن دستگاه گوارش پر)

۱. اندازه ذرات ریز و درشت به ترتیب برابر ۲ و ۸ میلی‌متر بود.

مخالف با نتایج این پژوهش، پژوهش‌گران افزایش معنی‌دار خاکستر استخوان درشت‌نی را با مکمل‌نمودن جیره جوجه‌های گوشتی با ۰/۴۵ درصد مخمر زنده ساکارومایسس سروویزیه گزارش کردند [۲]. هم‌چنین در بررسی اثر بافت دان و آنزیم زایلاناز بر خصوصیات استخوان درشت‌نی جوجه‌های گوشتی تغذیه‌شده با جیره بر پایه گندم-سویا دریافتند که آنزیم زایلاناز موجب افزایش معنی‌دار خاکستر استخوان درشت‌نی جوجه‌های گوشتی شد [۸]. در پژوهش حاضر عدم تأثیرگذاری تیمارهای دریافت‌کننده آنزیم و مخمر بر خصوصیات استخوان درشت‌نی، می‌تواند به دلیل عدم تشکیل ساختار کامل استخوان‌ها به دلیل کوتاه‌بودن دوره پرورش و هم‌چنین وجود عوامل ضدتغذیه‌ای جو و کاهش جذب مواد مغذی باشد، تصور می‌شود برای تأثیرگذاری بر خاکستر استخوان درشت‌نی نیاز به تکامل ساختار استخوانی باشد.

اثر نوع افزودنی و اندازه ذرات جو بر تیترا آنتی‌بادی در جوجه‌های گوشتی در جدول (۷) آورده شده است. پاسخ آنتی‌بادی اولیه و ثانویه در پرندگان دریافت‌کننده جیره حاوی مخمر اتولیز شده به همراه آنزیم، نسبت به سایر پرندگان

بیشتر بود ( $P < 0.05$ ). اندازه ذرات جو و اثر متقابل نوع افزودنی × اندازه ذرات جو بر پاسخ آنتی‌بادی اولیه و ثانویه علیه گلبول‌های قرمز خون گوسفندی اثر معنی‌داری ایجاد نکرد.

جدول ۶. اثر نوع افزودنی و اندازه ذرات جو بر خصوصیات استخوان درشتنی جوجه‌های گوشتی در ۳۵ روزگی

تیمار	طول (میلی‌متر)	قطر اپی‌فیز (میلی‌متر)	قطر دیا‌فیز (میلی‌متر)	قطر وسط (میلی‌متر)	چگالی (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	ماده خشک (درصد)	خاکستر (درصد)	اثرات اصلی	
								نوع افزودنی	
بدون افزودنی	۸۶/۳۸ <sup>b</sup>	۱۸/۴۰ <sup>ab</sup>	۲۱/۴۷	۷/۵۳ <sup>a</sup>	۱/۰۰	۴۳/۳۳ <sup>b</sup>	۴۱/۴۹		
آنزیم	۸۷/۵۵ <sup>ab</sup>	۱۹/۸۳ <sup>a</sup>	۲۲/۴۱	۷/۱۷ <sup>ab</sup>	۱/۰۰	۴۵/۸۸ <sup>a</sup>	۴۳/۷۸		
مخمر اتولیزشده	۸۹/۴۹ <sup>a</sup>	۱۹/۸۸ <sup>a</sup>	۲۱/۹۷	۶/۹۸ <sup>b</sup>	-۰/۹۹	۴۴/۵۷ <sup>ab</sup>	۴۱/۶۹		
مخمر اتولیزشده به همراه آنزیم	۹۰/۱۳ <sup>a</sup>	۱۷/۳۷ <sup>b</sup>	۲۱/۵۲	۶/۷۶ <sup>b</sup>	-۰/۹۹	۴۶/۴۱ <sup>a</sup>	۴۱/۸۳		
SEM	۰/۸۸	۰/۵۰	۰/۱۲	۰/۱۷	۰/۰۰۷	۰/۷۲	۱/۰۰		
سطح احتمال	۰/۰۲	۰/۰۴	۰/۲۱	۰/۰۲	-۰/۶۳	۰/۰۲	۰/۳۶		
اندازه ذرات <sup>۱</sup>									
ریز	۸۹/۰۵	۱۸/۶۹	۲۲/۲۷	۷/۲۲	-۰/۹۹	۴۴/۵۱	۴۲/۲۹		
درشت	۸۷/۷۲	۱۹/۰۵	۲۱/۴۲	۷/۰۰	۱/۰۰	۴۵/۵۸	۴۱/۱۰		
SEM	۰/۶۲	۰/۳۵	۰/۲۴	۰/۱۲	۰/۰۰۵	۰/۵۱	۰/۷۱		
سطح احتمال	۰/۱۴	۰/۴۸	۰/۰۶	۰/۲۱	-۰/۶۸	۰/۱۵	۰/۸۵		
اثر متقابل									
	نوع افزودنی		اندازه ذرات						
بدون افزودنی	ریز	۸۷/۱۴	۱۸/۵۲	۲۱/۶۴	۷/۸۶	۱/۰۲	۴۳/۲۷	۴۱/۵۱	
	درشت	۸۵/۶۲	۱۸/۲۹	۲۱/۳۱	۷/۱۹	-۰/۹۹	۴۳/۳۶	۴۱/۴۶	
آنزیم	ریز	۸۷/۷۳	۱۹/۱۵	۲۲/۴۰	۶/۹۰	-۰/۹۹	۴۵/۰۷	۴۶/۱۴	
	درشت	۸۷/۳۷	۲۰/۵۰	۲۲/۴۱	۷/۴۵	۱/۰۰	۴۶/۷۰	۴۱/۴۳	
مخمر اتولیزشده	ریز	۹۰/۳۷	۱۹/۸۴	۲۲/۷۲	۷/۲۲	۱/۰۰	۴۳/۷۰	۳۹/۴۵	
	درشت	۸۸/۶۱	۲۰/۰۱	۲۱/۳۳	۶/۷۴	-۰/۹۹	۴۵/۴۴	۴۳/۹۳	
مخمر اتولیزشده به همراه آنزیم	ریز	۹۰/۹۵	۱۷/۳۴	۲۲/۳۱	۶/۹۰	-۰/۹۷	۴۶/۰۱	۴۲/۰۹	
	درشت	۸۹/۳۹	۱۷/۳۹	۲۰/۷۲	۶/۶۲	۱/۰۱	۴۶/۸۲	۴۱/۵۸	
SEM		۱/۳۴	۰/۷۱	۰/۴۹	۰/۲۴	۰/۰۱	۱/۰۲	۱/۴۲	
سطح احتمال		۰/۹۳	۰/۷۰	۰/۲۷	۰/۰۸	-۰/۰۶	۰/۸۳	۰/۰۶	

در هر ستون، اعداد با حروف غیر مشابه دارای اختلاف معنی‌دار هستند ( $P < 0.05$ ).

SEM: خطای استاندارد میانگین.

۱. اندازه ذرات ریز و درشت به ترتیب برابر ۲ و ۸ میلی‌متر بود.

با افزایش قابلیت دسترسی به مواد مغذی، مواد معدنی موردنیاز جهت تقویت سیستم ایمنی مانند آهن، کلسیم و فسفر افزایش می‌یابد. با استفاده از دیواره سلولی مخمر در جیره جوجه‌های گوشتی و توانایی تأثیرگذاری مخمر بر افزایش تحریک ترشح آنزیم‌های هضمی پانکراس، هضم مواد مغذی مانند پروتئین، برخی ویتامین‌ها و مواد معدنی افزایش می‌یابد [۲۲]. یکی دیگر از مکانیسم‌های تأثیر مستقیم مانان الیگوساکاریدهای موجود در مخمر روی سیستم ایمنی جوجه‌ها، افزایش القای فعالیت ماکروفاژها (به‌عنوان مهم‌ترین سلول عرضه‌کننده آنتی‌ژن در طیور) می‌باشد. مانان

ایگوسا کاریدها فعالیت‌های ماکروفاژها را به وسیله اشغال گیرنده‌های ویژه مانوز القا می‌کنند. زمانی که یک سوم و یا بیش‌تر این گیرنده‌ها اشغال شد، ماکروفاژها فعال‌تر شده و برای از بین بردن باکتری‌های بیماری‌زا آماده‌تر شده و پاسخ ایمنی سلولی مناسب‌تری ایجاد می‌کنند. همچنین ارائه آنتی‌ژن‌ها توسط ماکروفاژها به سلول‌های تولیدکننده آنتی‌بادی افزایش می‌یابد [۱۸].

جدول ۷. اثر نوع افزودنی و اندازه ذرات جو بر تیترا آنتی‌بادی علیه گلبول‌های قرمز خون گوسفندی (Log<sub>2</sub>) در جوجه‌های گوشتی

متغیر	۲۱ روزگی (آنتی‌بادی اولیه)	۲۵ روزگی (آنتی‌بادی ثانویه)
اثرات اصلی		
نوع افزودنی		
بدون افزودنی	۵/۲۶ <sup>b</sup>	۶/۳۵ <sup>b</sup>
آنزیم	۵/۳۳ <sup>b</sup>	۶/۶۶ <sup>b</sup>
مخمر اتولیز شده	۵/۴۳ <sup>b</sup>	۷/۰۳ <sup>ab</sup>
مخمر اتولیز شده به همراه آنزیم	۶/۲۱ <sup>a</sup>	۷/۴۱ <sup>a</sup>
SEM	۰/۲۳	۰/۲۳
سطح احتمال	۰/۰۳	۰/۰۵
اندازه ذرات <sup>۱</sup>		
ریز	۵/۴۹	۶/۸۰
درشت	۵/۶۱	۷/۰۰
SEM	۰/۱۶	۰/۱۶
سطح احتمال	۰/۶۲	۰/۴۱
اثر متقابل		
نوع افزودنی	اندازه ذرات	
بدون افزودنی	ریز	۶/۶۵
	درشت	۵/۳۰
آنزیم	ریز	۶/۴۰
	درشت	۵/۲۲
مخمر اتولیز شده	ریز	۶/۶۳
	درشت	۵/۰۸
مخمر اتولیز شده به همراه آنزیم	ریز	۶/۶۹
	درشت	۵/۵۸
SEM	ریز	۶/۸۰
	درشت	۵/۲۲
سطح احتمال	ریز	۷/۲۴
	درشت	۵/۶۱
SEM	ریز	۷/۱۵
	درشت	۶/۳۸
سطح احتمال	ریز	۷/۶۷
	درشت	۶/۰۵
SEM		۰/۳۳
سطح احتمال		۰/۳۳
		۰/۵۸

در هر ستون، اعداد با حروف غیر مشابه دارای اختلاف معنی‌دار هستند ( $P < 0.05$ ).

SEM خطای استاندارد میانگین.

۱. اندازه ذرات ریز و درشت به ترتیب برابر ۲ و ۸ میلی‌متر بود.

اثر نوع افزودنی و اندازه ذرات جو بر قابلیت هضم ایلمومی و خصوصیات بستر جوجه‌های گوشتی در جدول (۸) آورده شده است. بیش‌ترین قابلیت هضم ماده خشک مربوط به پرندگان دریافت‌کننده جیره حاوی مخمر اتولیز شده به تنهایی و مخمر اتولیز شده به همراه آنزیم و کم‌ترین میزان آن مربوط به پرندگان شاهد بود ( $P < 0.05$ ). اندازه ذرات جو و اثر متقابل نوع افزودنی × اندازه ذرات جو، بر قابلیت هضم ایلمومی ماده خشک اثر معنی‌داری ایجاد نکرد. نوع افزودنی قابلیت هضم ایلمومی ماده آلی را تحت تأثیر قرار داد به گونه‌ای که پرندگان دریافت‌کننده جیره حاوی مخمر اتولیز شده، قابلیت هضم ایلمومی ماده آلی بالاتری در

مقایسه با پرندگان شاهد نشان دادند ( $P < 0.05$ ). اندازه ذرات جو و اثر متقابل نوع افزودنی × اندازه ذرات جو بر قابلیت هضم ایلتومی ماده آلی اثر معنی‌داری مشاهده نشد. نوع افزودنی قابلیت هضم ایلتومی پروتئین خام را تحت تأثیر قرار داد، به گونه‌ای که قابلیت هضم پروتئین خام مربوط به پرندگان دریافت‌کننده مخمر اتولیزشده به همراه آنزیم در مقایسه با تیمار حاوی آنزیم و شاهد بیش‌تر بود ( $P < 0.05$ ). اثر اندازه ذرات جو و اثر متقابل نوع افزودنی × اندازه ذرات جو، بر قابلیت هضم ایلتومی پروتئین خام اثر معنی‌داری مشاهده نشد. نوع افزودنی قابلیت هضم ایلتومی چربی خام را تحت تأثیر قرار داد، به گونه‌ای که پرندگان دریافت‌کننده جیره حاوی افزودنی قابلیت هضم چربی بالاتری نسبت به شاهد نشان دادند ( $P < 0.05$ ). در بررسی اثر اندازه ذرات جو و اثر متقابل نوع افزودنی × اندازه ذرات جو، بر قابلیت هضم ایلتومی چربی خام اثر معنی‌داری مشاهده نشد. درصد رطوبت بستر تحت تأثیر اثرات اصلی و اثر متقابل قرار نگرفت. نوع افزودنی، میزان pH بستر را در ۲۴ روزگی تحت تأثیر قرار داد، به گونه‌ای که میزان pH بستر در پرندگان تغذیه‌شده با مخمر اتولیزشده و نیز مخمر اتولیزشده به همراه آنزیم، در مقایسه با سایر پرندگان کاهش معنی‌داری را نشان داد ( $P < 0.05$ ). در بررسی اندازه ذرات جو و اثر متقابل نوع افزودنی × اندازه ذرات جو، اثر معنی‌داری بر pH بستر مشاهده نشد.

جدول ۸. اثر نوع افزودنی و اندازه ذرات جو بر قابلیت هضم ایلتومی و خصوصیات بستر جوجه‌های گوشتی

متغیر	قابلیت هضم ایلتومی (درصد)							
	ماده خشک	ماده آلی	پروتئین خام	چربی خام	۲۴ روزگی	۳۵ روزگی	۲۴ روزگی	۳۵ روزگی
اثرات اصلی								
نوع افزودنی								
بدون افزودنی	۶۳/۵۱ <sup>c</sup>	۶۱/۴۹ <sup>b</sup>	۵۹/۹۳ <sup>c</sup>	۵۷/۵۲ <sup>b</sup>	۴۲/۴۰	۴۲/۶۱	۶۹/۰ <sup>a</sup>	۷/۲۶
آنزیم	۶۶/۷۳ <sup>b</sup>	۶۲/۹۳ <sup>ab</sup>	۶۱/۰۲ <sup>bc</sup>	۶۰/۷۶ <sup>a</sup>	۴۴/۰۳	۴۳/۱۲	۶۹/۴ <sup>a</sup>	۷/۳۵
مخمر اتولیزشده	۷۰/۰۹ <sup>a</sup>	۶۵/۹۷ <sup>a</sup>	۶۴/۱۶ <sup>ab</sup>	۶۲/۳۰ <sup>a</sup>	۳۸/۸۵	۴۲/۸۵	۶۲/۳ <sup>b</sup>	۷/۳۷
مخمر اتولیزشده به همراه آنزیم	۷۱/۰۴ <sup>a</sup>	۶۲/۸۴ <sup>ab</sup>	۵۸/۶۵ <sup>a</sup>	۶۱/۸۷ <sup>a</sup>	۳۹/۰۲	۴۳/۲۴	۶۲/۳ <sup>b</sup>	۷/۴۳
SEM	۰/۶۲	۱/۲۳	۱/۵۲	۱/۱۶	۳/۲۸	۲/۴۵	۰/۰۷	۰/۰۸
سطح احتمال	۰/۰۰۰۱	۰/۰۵	۰/۰۲	۰/۰۰۴	۰/۵۲	۰/۹۹	<۰/۰۰۰۱	۰/۴۳
اندازه ذرات <sup>۱</sup>								
ریز	۶۷/۶۱	۶۳/۹۴	۶۲/۷۰	۵۹/۶۸	۳۹/۲۵	۴۳/۷۴	۶/۶۳	۷/۳۸
درشت	۶۸/۰۵	۶۳/۱۸	۶۲/۶۴	۶۱/۳۰	۴۲/۹۰	۴۲/۶۷	۶/۶۹	۷/۳۳
SEM	۰/۴۳	۰/۸۷	۱/۰۷	۰/۸۲	۲/۳۲	۳/۰۱	۰/۰۵	۰/۰۶
سطح احتمال	۰/۴۳	۰/۴۹	۰/۹۶	۰/۱۲	۰/۲۲	۰/۶۳	۰/۳۳	۰/۵۴
اثر متقابل								
نوع افزودنی								
اندازه ذرات								
بدون افزودنی	۶۳/۱۳	۶۱/۴۴	۵۹/۸۱	۵۶/۹۳	۳۸/۰۴	۴۳/۶۸	۶/۸۶	۷/۳۱
درشت	۶۳/۸۸	۶۱/۵۵	۶۰/۰۴	۵۷/۰۱	۴۶/۷۶	۴۳/۵۴	۶/۹۴	۷/۲۰
ریز	۶۵/۸۴	۶۲/۹۱	۶۱/۳۷	۵۹/۱۳	۴۳/۱۱	۴۰/۴۷	۶/۹۳	۷/۴۶
آنزیم	۶۷/۶۱	۶۲/۹۶	۶۰/۶۶	۶۲/۴۰	۴۴/۹۵	۴۵/۷۷	۶/۹۵	۷/۲۳
درشت	۷۰/۱۵	۶۶/۹۸	۶۴/۶۳	۶۱/۳۷	۳۸/۶۱	۴۶/۰۸	۶/۳۴	۷/۳۴
مخمر اتولیزشده	۶۹/۹۰	۶۴/۹۶	۶۳/۶۹	۶۳/۲۴	۳۹/۰۹	۳۹/۶۱	۶/۴۱	۷/۴۱
درشت	۷۱/۲۸	۶۴/۴۳	۶۴/۹۹	۶۱/۲۸	۳۷/۲۵	۴۱/۷۲	۶/۳۹	۷/۳۹
مخمر اتولیزشده به همراه آنزیم	۷۱/۸۰	۶۳/۲۶	۶۶/۱۵	۶۲/۴۸	۴۰/۷۸	۴۱/۷۷	۶/۴۸	۷/۴۶
درشت	۰/۸۷	۱/۷۵	۲/۱۵	۱/۶۴	۴/۶۴	۲/۴۷	۰/۱۰	۰/۱۲
SEM	۰/۴۷	۰/۸۸	۰/۹۴	۰/۷۶	۰/۷۶	۰/۲۹	۰/۹۷	۰/۴۲
سطح احتمال	۰/۴۷	۰/۸۸	۰/۹۴	۰/۷۶	۰/۷۶	۰/۲۹	۰/۹۷	۰/۴۲

در هر ستون، اعداد با حروف غیر مشابه دارای اختلاف معنی‌دار هستند ( $P < 0.05$ ).

SEM: خطای استاندارد میانگین.

۱. اندازه ذرات ریز و درشت به ترتیب برابر ۲ و ۸ میلی‌متر بود.

ویسکوزیته، از طریق افزایش میزان چسبندگی مواد هضمی در روده باریک، سرعت عبور مواد هضمی را کاهش داده و به‌عنوان سدی از تماس بین آنزیم‌های هضمی و سوبسترا ممانعت می‌کند، هم‌چنین از تشکیل میسل جلوگیری نموده و منجر به کاهش قابلیت هضم چربی در جیره‌های حاوی مقادیر بالای پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای می‌شود. مکمل‌نمودن جیره حاوی جو با آنزیم بتاگلوکاناز ویسکوزیته مواد را کاهش و قابلیت دسترسی مواد مغذی را افزایش می‌دهد [۹]. از طرف دیگر افزایش قابلیت هضم ایلئومی پروتئین در نتیجه استفاده از دیواره‌ی سلولی مخمر در جیره جوجه‌های گوشتی به توانایی تأثیرگذاری مخمر بر افزایش تحریک ترشح آنزیم‌های هضمی پانکراس مربوط می‌گردد، در نتیجه افزایش ترشح آنزیم‌های هضمی پانکراس، هضم مواد مغذی افزایش می‌یابد [۲۲]. همسو با پژوهش حاضر، گزارش شده است که مکمل کردن جیره جوجه‌های گوشتی با مانان الیگوساکارید قابلیت هضم پروتئین را بهبود بخشید [۶]. هم‌چنین، در بررسی تأثیر اینولین و آنزیم (زایلاناز و بتاگلوکاناز)، به‌صورت جداگانه و یا ترکیبی در جوجه‌های گوشتی تغذیه‌شده با جیره غذایی بر پایه گندم و جو، نشان داد مکمل آنزیمی سبب بهبود قابلیت هضم ظاهری ماده خشک شد [۱۹]. در پژوهشی دیگر، تأثیر اندازه‌ی ذرات جو و آنزیم در تغذیه جوجه‌های گوشتی مورد بررسی قرار گرفت و بیان شد که تغذیه با ذرات درشت جو و آنزیم کربوهیدراتاز، باعث بهبود کارایی استفاده از مواد مغذی و انرژی خوراک می‌شود [۱]. پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای موجود در دانه جو تا حد زیادی مصرف آب توسط پرنده را افزایش می‌دهند، گفته شده است این ترکیبات زمانی که از روده عبور می‌کنند آب را به خود جذب نموده و محیط فوق‌العاده چسبناکی را ایجاد می‌کنند، افزایش چسبندگی مایع گوارشی در فضولات پرنده قابل مشاهده است و منجر به ایجاد بستر مرطوب و مدفوع چسبناک می‌شود [۷]. پژوهش‌ها نشان می‌دهد بستر مرطوب، pH بالاتری در مقایسه با بستر خشک دارد در نتیجه هرچه رطوبت بستر بالاتر باشد تصاعد آمونیاک از بستر بیش‌تر می‌شود [۱۷]. مخالف با پژوهش حاضر گزارش شده است استفاده از آنزیم بتاگلوکاناز در جیره‌های غذایی حاوی جو با تأثیر بر ویسکوزیته منجر به اصلاح کیفیت بستر مرطوب [۱۳] و در نتیجه باعث کاهش pH بستر می‌شود. در پژوهش حاضر میزان رطوبت بستر در ۲۴ روزگی در پرندگان مصرف‌کننده مخمر اتولیزشده و نیز مخمر به‌همراه آنزیم به‌لحاظ عددی نسبت به تیمارهای بدون افزودنی و آنزیم به‌تنهایی کاهش یافت. شاید بتوان کاهش pH بستر در ۲۴ روزگی در پرندگان مصرف‌کننده مخمر اتولیزشده و نیز مخمر به‌همراه آنزیم را به کاهش عددی رطوبت بستر این پرندگان نسبت داد.

#### ۴. نتیجه‌گیری

مکمل‌ها (آنزیم و مخمر اتولیزشده) در اثرات اصلی در برخی صفات اثر هم‌دیگر را تقویت کرده و گاهی استفاده هم‌زمان مخمر اتولیزشده به‌همراه آنزیم نتایج بهتری در صفات موردسنجش ایجاد کردند، اما در ارتباط با اثرات متقابل، اندازه ذرات نتوانست اثرات نوع افزودنی را تقویت یا تضعیف نماید. به‌طور کلی، افزودن مخمر اتولیزشده به‌همراه آنزیم به جیره حاوی ۳۰ درصد جو، با بهبود عملکرد سیستم ایمنی و افزایش قابلیت هضم ایلئومی مواد مغذی، سبب بهبود عملکرد جوجه‌های گوشتی می‌شود.

#### ۵. تشکر و قدردانی

از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان به‌خاطر حمایت مالی و از شرکت کاوشگر سپهر جوان نیز به‌خاطر تأمین مخمر اتولیزشده و حمایت مالی از پروژه و هم‌چنین از شرکت ایده‌پردازان خوراک آریا جهت تأمین آنزیم مورد استفاده در پژوهش، تشکر و قدردانی می‌گردد.

## ۶. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

## ۷. منابع

1. Abdollahi MR, Perera WNU, Zaefarian F, Wester TJ and Ravindran V (2020) ( The interactive influence of barley particle size and enzyme supplementation on growth performance, nutrient utilization, and intestinal morphometry of broiler starters. *Poultry Science*, 99 (9): 4466-4478. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.05.040>.
2. Akhavan-Salamat H, Ghasemi HA, Khaltabadi-Farahani AH and Kazemi-Bonchenari M (2011) ( The effects of *Saccharomyces cerevisiae* on performance and nutrients digestibility in broilers fed with diet containing different levels of phosphorous. *African Journal of Biotechnology*, 10 (38): 7526-7533.
3. Amerah AM, Ravindran V, Lentle RG and Thomas DG (2008) Influence of feed particle size on the performance, energy utilization, digestive tract development, and digesta parameters of broiler starters fed wheat- and corn-based diets. *Poultry Science*, 87 (11): 2320-2328. <https://doi.org/10.3382/ps.2008-00149>.
4. American Society of Agricultural Engineers (2003) Method of Determining and Expressing Fineness of Feed Materials by Sieving. In *Agricultural Engineers Yearbook*, 589. St. Joseph, MI: American Society of Agricultural Engineers.
5. AOAC (1990) Official Methods of the Association of Official Analytical Chemists. 12th ed. AOAC, Washington. DC, USA, 267-273.
6. Chacher MFA, Kamran Z and Ahsan U (2017) Use of mannan oligosaccharide in broiler diets: an overview of underlying mechanism. *Worlds Poultry Science Journal*, 73 (4): 831-44. <https://doi.org/10.1017/S0043933917000757>.
7. Classen HL, Graham H, Inbarr J and Bedford MR (1991) Growin interest in feed enzymes leads to new products. *Feedstuffs*, 634.
8. Hosseini SM, Milwish N and Bahrapour, K (2017) The effect of grain tissue and xylanase on tibia bone characteristics of broiler chickens fed with wheat-based diets. *The 6th scientific research congress for the development and promotion of agricultural sciences and natural resources in Iran*, <https://civilica.com/doc/911141>. (In Persian).
9. Jacob JP and Pescatore AJ (2012) Using barley in poultry diets- A review. *Journal of Applied Poultry Research*, 21 (4): 915-940. <https://doi.org/10.3382/japr.2012-00557>.
10. Jaehrig SC, Rohn S, Kroh LW, Wildenauer FX, Lisdat F and Fleischer LG (2008) Antioxidative activity of (1 → 3), (1 → 6)-β-D-glucan from *Saccharomyces cerevisiae* grown on different media. *Animal Feed Science and Technology*, 41 (5): 868-877. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2007.06.004>.
11. Karimi K, Ganji P and Rezaipour V (2016) Comparison of two processing methods of barley grain irradiation with microwave and enzyme addition on growth efficiency, carcass traits and blood parameters in broiler chickens. *Research on Animal Production*, 7 (14): 52-60. <http://dx.doi.org/10.29252/rap.7.14.60>. (In Persian).
12. Kim WK, Donalson LM, Herrera P, Wood Ward CL, Kubena LF, Nisbet DJ and Ricke SC (2004) Effects of different bone preparation methods (fresh, dry and fat-free dry) on bone parameters and the correlations between bone breaking strength and the other bone parameters. *Poultry Science*, 83 (10): 1663-1666. <https://doi.org/10.1093/ps/83.10.1663>.
13. Lemon S, Caston L, Kiaei MM and Ray J (2000) Commercial Enzymes and Their Influence on Broilers Fed Wheat or Barley. *Journal of Applied Poultry Research*, 9 (2): 242-251. <https://doi.org/10.1093/japr/9.2.242>.

14. Leshchinsky TV and Klasing KC (2001) Relationship between the level of dietary vitamin E and the immune response of broiler chickens. *Poultry Science*, 80 (11): 1590-1599. <https://doi.org/10.1093/ps/80.11.1590>.
15. Macklin KS and McCrea BA (2006) Effect of Different Cleaning Regimens on Recovery of *Clostridium perfringens* on Poultry Live Haul Containers. *Poultry Science*, 85 (5): 909-913. <https://doi.org/10.1093/ps/85.5.909>.
16. Mazhari M, Golian A and Kermanshahi H (2013) Use of wheat waste with and without enzyme supplement in the growth diet of broiler chickens. *Iranian Journal of Animal Science Research*, 5 (2): 84-94. (In Persian)
17. Mtei AW, Abdollahi MR, Schreurs NM and Ravindran V (2019) Impact of corn particle size on nutrient digestibility varies depending on bird type. *Poultry Science*, 98 (11): 5504-5513. <https://doi.org/10.3382/ps/pez206>.
18. Patterson JA and Burkholder KM (2003) Application of prebiotics and probiotics in poultry production. *Poultry Science*, 82 (4): 627-631. <https://doi.org/10.1093/ps/82.4.627>.
19. Rebole A, Ortiz LT, Rodríguez ML, Alzueta C, Trevino J and Velasco S (2010) Effects of inulin and enzyme complex, individually or in combination, on growth performance, intestinal microflora, cecal fermentation characteristics, and jejunal histomorphology in broiler chickens fed a wheat- and barley-based diet. *Poultry Science*, 89 (2): 276-286. <https://doi.org/10.3382/ps.2009-00336>.
20. Scott TA and Boldaji F (1997) Comparison of inert markers [chromic oxide or insoluble ash (Celite)] for determining apparent metabolizable energy of wheat- or barley-based broiler diets with or without enzymes. *Poultry Science*, 76 (4): 594-598. <https://doi.org/10.1093/ps/76.4.594>.
21. Svihus B (2011) The gizzard: function, influence of diet structure and effects on nutrient availability. *Worlds Poultry Science*, 67 (2): 207-224. <https://doi.org/10.1017/S0043933911000249>.
22. Uchenna Ahiwe E, Eldow Abdallah M, Peter Chang E, Omede AA, Al-Qahtani M, Gausi H, Graham H and Iji PA (2020) Influence of dietary supplementation of autolyzed whole yeast and yeast cell wall products on broiler chickens. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 33 (4): 579-587. <https://doi.org/10.5713%2Fajas.19.0220>.
23. Van Soest PJ, Robertson JB and Lewis BA (1991) Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74 (2): 3583-3597.
24. Viliene V, Raceviciute-Stupeliene A, Bliznikas S, Pockevicius A, Nutautaitė M and Sasyte V (2022) The impact of different inclusion levels of whole barley in feed on growth performance, carcass, and gastrointestinal traits of broiler chickens. *Czech Journal of Animal Science*, 67: 147-156. <https://doi.org/10.17221/3/2022-CJAS>.
25. Zhang ZF, Zhou TX, Ao X and Kim IH (2012) Effects of β-glucan and *Bacillus subtilis* on growth performance, blood profiles, relative organ weight and meat quality in broilers fed maize-soybean meal based diets. *Livestock Science*, 150 (1-3): 419-424. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2012.10.003>.