



## Effects of enzymes and probiotics addition to diets containing different levels of metabolizable energy on growth performance, nutrients digestibility and net energy improvement of broiler chickens fed with corn-soybean meal diet

Soheil Yousefi<sup>1</sup> | Mansour Rezaei<sup>2</sup> | Mohamad Kazemifard<sup>3</sup> | Bahram Shohre<sup>4</sup>

1. Department of Animal Science, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran. E-mail: [so.yousefi88@gmail.com](mailto:so.yousefi88@gmail.com)
2. Corresponding Author, Department of Animal Science, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran. E-mail: [mrezaei2000@yahoo.com](mailto:mrezaei2000@yahoo.com)
3. Department of Animal Science, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran. E-mail: [mo.kazemifard@gmail.com](mailto:mo.kazemifard@gmail.com)
4. Department of Animal Science, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran. E-mail: [baharamshohreh@yahoo.com](mailto:baharamshohreh@yahoo.com)

### Article Info

**Article type:**  
Research Article

**Article history:**

Received: May 11, 2022  
Received in revised form:  
July 5, 2022  
Accepted: July 11, 2022  
Published online: April 15, 2023

**Keywords:**

Digestibility,  
energy retention,  
feed conversion ratio,  
feed intake,  
heat production.

### ABSTRACT

This experiment was conducted to investigate the effect of adding enzymes and probiotics to diets containing different levels of metabolizable energy on performance and net energy efficiency in broiler-fed based on corn-soybean meal. This experiment was performed with 8 treatments and 5 replications with 400 male Ross 308 broiler chicks. Treatments including diets with and without multi-enzyme (0, 500 g/t), with and without probiotics lactofid (0, 200 g/t) and two levels of metabolizable energy (2850 and 3100 kcal/kg) in a 2×2×2 factorial arrangement with completely randomized design. Increasing dietary energy level to 3100 kcal/kg improved feed consumption throughout the whole period and increased weight gain during the growing period and the in whole period of the experiment ( $p < 0.05$ ). Adding of probiotics increased weight gain of chickens during the growth period ( $p < 0.05$ ). Adding of enzymes, probiotics and increasing energy level increased organic matter digestibility ( $p < 0.05$ ). Supplementation of enzymes and probiotics to diet containing 3100 kcal/kg of metabolizable energy, increased energy efficiency and efficiency of energy retention as protein and fat in the body of broiler chicks ( $p < 0.05$ ).

**Cite this article:** Yousefi, S., Rezaei, M., Kazemifard, M., & Shohre, B. (2023). Effects of enzymes and probiotics addition to diets containing different levels of metabolizable energy on growth performance, nutrients digestibility and net energy improvement of broiler chickens fed with corn-soybean meal diet. *Iranian Journal of Animal Science*, 54 (1), 77-91. DOI: <https://doi.org/10.22059/ijas.2022.342323.653888>



**Extended Abstract****Introduction**

The most important factor in adjusting poultry feed intake is energy, which is correlated with feed cost. The net energy system is more accurate and useful for measuring the energy utilization of poultry. The presence of anti-nutritional compounds such as non-starch polysaccharides (NSPs) and phytate compounds in some poultry feed items has led manufacturers to use additives such as enzymes and probiotics to reduce the negative effects of these anti-nutrients and improvement of energy efficiency.

**Objectives**

Supplementation enzymes and probiotics in corn-soybean meal based diets with different energy levels improve growth performance, nutrients digestibility and improvement in net energy value of broilers diet.

**Materials and methods**

This experiment was performed with 8 treatments, 5 replicates and 10 chicks in each, with 400 Ross-308 male broiler chicks. Treatments including diets with and without multi-enzyme (0, 500 g/t), with and without probiotics lactofeed (0, 200 g/t) and 2 levels of metabolizable energy (2850 and 3100 kcal/kg) in a 2×2×2 factorial arrangement with completely randomized design.

**Results**

Increasing dietary energy level to 3100 kcal/kg improved feed consumption throughout the whole period and increased weight gain during the growing period and the whole period of the experiment ( $p < 0.05$ ). Adding of probiotics increased weight gain of chickens during the grower period ( $p < 0.05$ ). Adding of enzymes, probiotics and increasing energy level to 3100 kcal/kg increased organic matter digestibility ( $p < 0.05$ ). Supplementation of enzymes and probiotics to diet containing 3100 kcal/kg of metabolizable energy, increased energy efficiency and efficiency of energy retention as protein and fat in the body of broiler chicks ( $p < 0.05$ ).

**Conclusion**

Adding multienzyme and probiotic to broiler diet containing 3100 kcal/kg of metabolizable energy improved the feed conversion ratio during the grower period ( $P < 0.05$ ). In diet with 3100 kcal/kg metabolizable energy adding enzymes and probiotics increased organic matter digestibility and increased protein, and fat, and energy retention in the body and improved the efficiency of net energy at the production level. In treatment containing 3100 kcal/kg metabolizable energy, adding enzymes and probiotics showed the best growth performance and increased protein and fat retention in the body and improved dry matter and organic matter digestibility.

**Keywords:** Digestibility, energy retention, feed conversion ratio, feed intake and heat production



## اثر افزودن آنزیم و پروبیوتیک به جیره‌های حاوی سطوح مختلف انرژی قابل متابولیسم بر عملکرد رشد، قابلیت هضم مواد مغذی و بهبود انرژی خالص در جوجه‌های گوشتی تغذیه‌شده با جیره بر پایه ذرت-کنجاله سویا

سهیل یوسفی<sup>۱</sup> | منصور رضائی<sup>۲</sup> | محمد کاظمی فرد<sup>۳</sup> | بهرام شهره<sup>۴</sup>

۱. گروه علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران. رایانامه: [so.yousefi88@gmail.com](mailto:so.yousefi88@gmail.com)
۲. نویسنده مسئول، گروه علوم دامی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران. رایانامه: [mrezaei2000@yahoo.com](mailto:mrezaei2000@yahoo.com)
۳. گروه علوم دامی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران. رایانامه: [mo.kazemifard@gmail.com](mailto:mo.kazemifard@gmail.com)
۴. گروه علوم دامی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران. رایانامه: [baharamshohreh@yahoo.com](mailto:baharamshohreh@yahoo.com)

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی	
تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۲/۲۱	
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۴/۱۴	
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۴/۲۰	
تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۰۱/۲۶	
<b>کلیدواژه‌ها:</b>	
ابقای انرژی،	
حرارت تولیدی،	
ضریب تبدیل خوراک،	
قابلیت هضم،	
مصرف خوراک.	

**استناد:** یوسفی، س.، رضائی، م.، کاظمی فرد، م. و شهره، ب (۱۴۰۲). اثر افزودن آنزیم و پروبیوتیک به جیره‌های حاوی سطوح مختلف انرژی قابل متابولیسم بر عملکرد رشد، قابلیت هضم مواد مغذی و بهبود انرژی خالص در جوجه‌های گوشتی تغذیه‌شده با جیره بر پایه ذرت-کنجاله سویا. *نشریه علوم دامی ایران*، ۵۴ (۱)، ۷۷-۹۱. DOI: <https://doi.org/10.22059/ijas.2022.342323.653888>



## ۱. مقدمه

بخش اعظم هزینه‌های جیره پرندگان مربوط به تامین انرژی است (Pourreza *et al.*, 2007). مهم‌ترین عامل در تنظیم مصرف خوراک پرندگان، محتوی انرژی جیره می‌باشد که با مقدار هزینه خوراک در ارتباط است. رایج‌ترین سیستم انرژی در جیره‌نویسی پرندگان انرژی قابل متابولیسم<sup>۱</sup> (ME) می‌باشد. انرژی قابل متابولیسم، حاصل کسر انرژی فضولات طیور از انرژی خام ماده خوراکی است. انرژی خالص<sup>۲</sup> (NE) نوعی از انرژی است که میزان انرژی قابل دسترس برای پرندگان را مشخص می‌کند که از کسر حرارت افزایشی از انرژی قابل متابولیسم به دست می‌آید (Lesson *et al.*, 2000). اتلاف انرژی طی فرآیندهای متابولیکی حدود ۱۵ درصد می‌باشد که از آن به عنوان اتلاف حرارتی یاد می‌شود. مواد مغذی که در تغذیه پرندگان استفاده می‌شود، از کارایی متفاوتی برخوردار می‌باشند، لذا انرژی خالص برای پرندگان بستگی به مرحله رشد، تولید یا نمو دارد. برآورد انرژی خالص مشکل است، چون اندازه‌گیری دقیق اتلاف حرارتی مشکل می‌باشد. میزان حرارت تولید شده توسط کسر تنفسی به دست می‌آید که از نسبت CO<sub>2</sub> دفع شده به مقدار اکسیژن مصرف شده به دست می‌آید که مقدار آن معمولاً بین ۰/۷ تا ۱ می‌باشد (Cho *et al.*, 2012). انرژی خالص با در نظر گرفتن مقدار حرارت افزایشی تولید شده بر اثر مصرف و متابولیسم خوراک در جیره پرندگان و کسر آن از انرژی قابل متابولیسم سبب افزایش بازدهی و بهره‌وری از مصرف خوراک می‌شود (Swick *et al.*, 2013). اندازه‌گیری میزان انرژی خالص برآورد دقیق‌تری از میزان انرژی قابل دسترس و استفاده برای پرندگانی که در جیره خود آنزیم و پروبیوتیک مصرف کردند ارائه می‌دهد چراکه این سیستم انرژی، بازده انرژی قابل متابولیسم جهت رشد و نگهداری را در برمی‌گیرد (Yu *et al.*, 1998). به‌طور کلی، سیستم انرژی خالص، صحت و کاربرد بیشتری برای اندازه‌گیری میزان قابلیت استفاده از انرژی در پرندگان دارد. وجود ترکیبات ضد تغذیه‌ای نظیر پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای<sup>۳</sup> (NSP) و ترکیبات فیتاته در برخی اقلام خوراکی طیور سبب شده تا تولیدکنندگان برای کاهش اثر منفی این مواد ضد تغذیه‌ای از افزودنی‌هایی نظیر آنزیم و پروبیوتیک استفاده کنند. آنزیم‌ها کاتالیزورهای بیولوژیکی می‌باشند که قادرند آثار منفی حاصل از ترکیبات افزایش دهنده ویسکوزیته در غلات را کاهش داده که این امر سبب افزایش و بهبود بازدهی مصرف خوراک، افزایش سرعت رشد و کاهش آلودگی محیطی ناشی از دفع کود و گازهای نظیر آمونیاک می‌شوند (Esmailipour *et al.*, 2012; Oluyinka *et al.*, 2008). آنزیم‌هایی که به‌طور رایج در صنعت پرندگان استفاده می‌شوند، سبب بهبود عملکرد پرنده، یکنواختی گله و همچنین باعث کاهش آلودگی محیط ناشی از اتلاف مواد مغذی می‌شوند (Esmailipour *et al.*, 2012). افزودن آنزیم‌ها به جیره جوجه‌های گوشتی از طریق شکستن پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای باعث افزایش قابلیت هضم مواد مغذی شده که این امر خود سبب کاهش ویسکوزیته مواد هضمی محتویات روده می‌شود (Oluyinka *et al.*, 2008). پروبیوتیک‌ها افزودنی‌های خوراکی زنده میکروبی می‌باشند که با تاثیر بر افزایش تعادل میکروبی مفید روده و تقویت سیستم ایمنی، تأثیر سودمندی بر میزان دارند (Alkhalaf *et al.*, 2010). Natalie *et al.* (2018) گزارش کردند مصرف آنزیم و پروبیوتیک در جیره جوجه‌های گوشتی سبب افزایش عملکرد و رشد آن‌ها شد که این امر می‌تواند به دلیل بهبود و افزایش قابلیت دسترسی و استفاده پرندگان از مواد مغذی مانند چربی، نشاسته و پروتئین باشد که در نهایت سبب افزایش بهره‌وری از انرژی ماده خوراکی می‌شود. Sanchez *et al.* (2008) گزارش کردند؛ پروبیوتیک‌ها با تحریک و افزایش تولید اسید بوتیریک و اسید لاکتیک در اپیتلیال روده کوچک منجر به بهبود و افزایش قابلیت هضم مواد مغذی و افزایش بهره‌وری انرژی در جوجه‌ها می‌شود. پژوهش‌های کمی در مورد مکمل‌سازی همزمان آنزیم‌ها و پروبیوتیک به جیره‌های

1. Metabolizable energy  
2. Net energy  
3. Non-Starch Polysaccharides

خوراکی جوجه‌های گوشتی با سطوح مختلف انرژی انجام شده است. هدف از اجرای این آزمایش بررسی آثار افزودن آنزیم و پروبیوتیک به جیره‌ها با سطوح مختلف انرژی قابل متابولیسم بر عملکرد رشد، ابقای انرژی در بدن و قابلیت هضم مواد مغذی در جوجه‌های گوشتی می‌شود.

## ۲. مواد و روش‌ها

این تحقیق در بهار سال ۱۴۰۰ در مرغداری تحقیقاتی گروه علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری به صورت آزمایش فاکتوریل ۲×۲×۲ در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. تعداد ۴۰۰ قطعه جوجه نر سویه تجاری راس-۳۰۸ به صورت تصادفی به ۸ تیمار آزمایشی با تعداد ۵ تکرار و ۱۰ قطعه پرنده در هر واحد آزمایشی اختصاص داده شدند. در این آزمایش اثر سه عامل آنزیم، پروبیوتیک و انرژی قابل متابولیسم جیره بر صفات عملکردی، قابلیت هضم و بهبود بهره‌وری انرژی خالص در جوجه‌های گوشتی مورد بررسی قرار گرفت. از آنزیم (مولتی آنزیم ناتوزیم P که حاوی فیتاز به مقدار ۱/۵۰۰/۰۰۰ واحد در هر کیلوگرم، سلولاز، زایلاناز، آمیلاز، لیپاز، فسفاتاز، همی سلولاز می‌باشد) به میزان توصیه شده ۵۰۰ گرم در تن و پروبیوتیک (لاکتوفید) به میزان توصیه شده ۲۰۰ گرم در تن که ماده فعال آن لاکتوباسیلوس/اسیدوفیلوس و بیدوباکتریوم ترموفیلوم به میزان  $10^7 \times 5/2$  CFU/g استفاده شد. تیمارهای آزمایشی به ترتیب شامل: ۱- جیره شاهد بر پایه ذرت-کنجاله سویا، ۲- جیره مکمل شده با آنزیم، ۳- جیره مکمل شده با پروبیوتیک و ۴- جیره مکمل شده با آنزیم و پروبیوتیک بودند. همچنین سطح انرژی قابل متابولیسم جیره‌ها به ترتیب ۲۸۵۰ و ۳۱۰۰ کیلوکالری در کیلوگرم بود. پرورش پرندگان در بستر و خوراک و آب به صورت آزاد در طول دوره اجرای آزمایش در اختیار پرندگان قرار گرفت. صفات عملکردی (افزایش وزن، مصرف خوراک و ضریب تبدیل خوراک) در دوره‌های آغازین (۱ تا ۱۰)، رشد (۱۱ تا ۲۴) و کل دوره (۱ تا ۲۴) روزگی اندازه‌گیری شد. تلفات در طول دوره آزمایش به صورت روزانه توزین و ثبت گردید. تنظیم جیره‌ها با استفاده از نرم‌افزار UFFDA انجام شد. برای اندازه‌گیری ترکیبات بدن (ماده خشک، پروتئین خام و چربی خام) در سن ۲۴ روزگی دو پرنده از هر واحد آزمایشی به طور تصادفی انتخاب شدند و با جابه‌جایی مهره‌های گردن کشته و به طور کامل منجمد شد. پس از ۴۸ ساعت، لاشه توسط چرخ گوشت چرخ شده و ۲۰۰ گرم نمونه از آن تهیه شده و در آن قرار داده شد (Sibbald, 1989). برای اندازه‌گیری انرژی قابل متابولیسم از روش نشانگر استفاده شد. نشانگر مورد نظر در این آزمایش اکسید کرومیک بود که به جیره‌ها به میزان ۰/۵ درصد اضافه شد. در ۵ روز پایانی، فضولات پرندگان جمع‌آوری شد و سپس با استفاده از معادله زیر انرژی قابل متابولیسم جیره‌ها محاسبه شد (Sibbald, 1989).

$$AME_n (\text{کیلوکالری بر کیلوگرم}) = GE_{\text{diet}} - [GE_{n \text{ excreta/diet}} \times (\text{Marker}_{\text{diet}} / \text{Marker}_{\text{excreta}})] - (NR \times K) / F_i$$

$GE_{\text{diet}}$ : انرژی خام جیره آزمایشی

$GE_{n \text{ excreta/digesta}}$ : انرژی خام تصحیح‌شده برحسب نیتروژن فضولات

$\text{Marker}_{\text{diet}}$ : غلظت نشانگر در جیره آزمایشی

$\text{Marker}_{\text{excreta}}$ : غلظت نشانگر در فضولات

$$NR = (F_i \times N_f) - (E \times N_e)$$

$N_f$ : درصد نیتروژن خوراک

$N_e$ : درصد نیتروژن فضولات (گرم)

$K$ : ۸/۲۲ کیلوکالری به ازای هر گرم نیتروژن

قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی ماده خشک و ماده آلی نیز با استفاده از معادله زیر محاسبه شد:

$$[100 \times \left( \frac{M_{\text{diet}}}{M_{\text{excreta}}} \right) \times \left( \frac{N_{\text{excreta}}}{N_{\text{diet}}} \right)] - 100 = \text{قابلیت هضم مواد مغذی}$$

M<sub>diet</sub>: درصد نشانگر در خوراک

M<sub>excreta</sub>: درصد نشانگر در فضولات

N<sub>excreta</sub>: درصد ماده مغذی در فضولات

N<sub>diet</sub>: درصد ماده مغذی در خوراک

برای تعیین و اندازه‌گیری انرژی خالص از روش کشتار مقایسه‌ای استفاده شد. تعداد دو قطعه جوجه با میانگین وزن ۴۵ گرم از هر واحد آزمایشی در روز اول انتخاب شد همچنین در روز ۲۴ پرورش، جوجه‌ها به مدت ۸ ساعت از خوراک محروم شدند. سپس دو قطعه جوجه از هر واحد آزمایشی انتخاب و با جابه‌جایی مهره گردنی کشته و فریز گردید. پس از چرخ کردن کل بدن جوجه‌ها توسط چرخ گوشت، ۲۰۰ گرم از هر نمونه چرخ شده انتخاب و در آن قرار گرفت. پس از خشک شدن نمونه‌ها، مقدار انرژی و ترکیب شیمیایی (انرژی خام، پروتئین خام و چربی خام مربوط به نمونه‌ها) انجام شد. در نهایت انرژی ویژه با استفاده از فرمول‌های زیر اندازه‌گیری شد (Larbier and Leclercq, 1994):

انرژی خام لاشه × وزن اولیه پرنده (g) = میزان انرژی خام لاشه اولیه

انرژی خام لاشه × وزن ثانویه پرنده = میزان انرژی خام لاشه ثانویه

میزان انرژی خام لاشه اولیه - میزان انرژی خام لاشه ثانویه = انرژی ویژه در سطح تولید

حرارت تولیدی که شامل حرارت افزایشی مصرف خوراک و همچنین حرارت تولیدی در حالت گرسنگی از حاصل تفریق انرژی ویژه در سطح تولید از انرژی قابل متابولیسم مصرفی به دست آمد:

انرژی خالص در سطح تولید - انرژی قابل متابولیسم مصرفی = (کیلوکالری) حرارت تولیدی

انرژی قابل متابولیسم مصرفی به‌نوبه خود از طریق معادله زیر تعیین شد (Larbier and Leclercq, 1994):

میزان خوراک مصرفی × انرژی قابل متابولیسم برآورد شده هر تیمار = (کیلوکالری) انرژی قابل متابولیسم مصرفی

انرژی ابقا شده به‌صورت چربی (RE<sub>f</sub>) و پروتئین (RE<sub>p</sub>) نیز به‌صورت زیر به دست آمد:

$$9/13 \times \text{چربی لاشه (گرم)} = \text{انرژی ابقا شده به‌صورت چربی (کیلوکالری)}$$

$$5/64 \times \text{پروتئین لاشه (گرم)} = \text{انرژی ابقا شده به‌صورت پروتئین (کیلوکالری)}$$

اعداد ۹/۱۳ و ۵/۶۴ به ترتیب مقادیر انرژی به ازای هر گرم چربی و پروتئین می‌باشند. با استفاده از معادلات زیر این

بازده برای تیمارهای مختلف برآورد شد (Larbier and Leclercq, 1994):

انرژی قابل متابولیسم مصرفی / انرژی خالص در سطح تولید = بازده استفاده از انرژی قابل متابولیسم جهت ابقای انرژی

انرژی قابل متابولیسم مصرفی / ابقای انرژی به‌صورت پروتئین = بازده استفاده از انرژی قابل متابولیسم جهت ابقای پروتئین

انرژی قابل متابولیسم مصرفی / ابقای انرژی به‌صورت چربی = بازده استفاده از انرژی قابل متابولیسم جهت ابقای چربی

مدل آماری این پژوهش:

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

که در آن، Y<sub>ijkl</sub>: مقدار هر مشاهده، μ: میانگین مشاهدات، A<sub>i</sub>: اثر سطوح انرژی، B<sub>j</sub>: اثر پروبیوتیک، C<sub>k</sub>: اثر آنزیم،

AB<sub>ij</sub>: اثر متقابل انرژی و پروبیوتیک، AC<sub>ik</sub>: اثر متقابل انرژی و آنزیم، BC<sub>jk</sub>: اثر متقابل آنزیم و پروبیوتیک و ABC<sub>ijk</sub>:

اثر متقابل سطح انرژی قابل متابولیسم، پروبیوتیک و آنزیم می‌باشد.

جدول ۱. اجزا و ترکیبات شیمیایی جیره‌های غذایی آزمایشی (درصد)

۱۱-۲۴ روزگی		۰ تا ۱۰ روزگی		تیمار مواد خوراکی
انرژی ۳۱۰۰	انرژی ۲۸۵۰	انرژی ۳۱۰۰	انرژی ۲۸۵۰	
۵۵/۰۰	۵۷/۰۰	۵۳/۰۰	۵۷/۰۰	ذرت
۳۲/۰۰	۳۵/۰۰	۳۷/۰۰	۳۰/۰۰	کنجاله سویا
۶/۰۰	۲/۰۰	-	۶/۰۰	گلوتن ذرت
۱/۹۰	۱/۸۰	۱/۷۰	۱/۵۰	دی کلسیم فسفات
۲/۰۰	۰/۸۰	۵/۲۰	۱/۵۰	روغن سویا
۱/۳۰	۱/۱۰	۱/۱۰	۱/۰۷	سنگ آهک
۰/۳۷	۰/۳۶	۰/۳۴	۰/۲۹	دی-آل متیونین
۰/۳۹	۰/۳۷	۰/۲۶	۰/۳۰	آل-لیزین هیدروکلراید
۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	مکمل ویتامینی <sup>۱</sup>
۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	مکمل معدنی <sup>۲</sup>
۰/۲۳	۰/۲۵	۰/۲۸	۰/۲۲	نمک طعام
۰/۳۱	۰/۸۲	۰/۶۲	۱/۶۲	جوش شیرین
ترکیبات مواد مغذی محاسبه شده				
۳۱۰۰	۲۸۵۰	۳۱۰۰	۲۸۵۰	انرژی قابل متابولیسم (کیلوکالری بر کیلوگرم)
۲۳/۷۰	۲۱/۸۵	۲۱/۵۰	۱۹/۷۸	پروتئین خام (درصد)
۰/۷۴	۰/۹۱	۰/۸۷	۰/۸۰	کلسیم (درصد)
۰/۴۹	۰/۴۵	۰/۴۳	۰/۴۰	فسفر قابل استفاده (درصد)
۱/۲۹	۱/۱۹	۱/۲۹	۱/۳۷	لیزین (درصد)
۰/۶۳	۰/۵۶	۰/۶۳	۰/۶۶	متیونین (درصد)
۰/۹۹	۰/۹۱	۰/۹۹	۰/۳۴	متیونین + سیستئین (درصد)
۰/۸۸	۰/۸۱	۰/۸۸	۰/۹۲	ترئونین (درصد)

۱. هر کیلوگرم از مکمل ویتامینی شامل: ۳۶۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۸۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D<sub>3</sub>، ۷۲۰۰ میلی‌گرم ویتامین E، ۸۰۰ میلی‌گرم ویتامین K<sub>3</sub>، ۷۲۰ میلی‌گرم ویتامین B<sub>1</sub>، ۲۶۴۰ میلی‌گرم ویتامین B<sub>2</sub>، ۴۰۰۰ میلی‌گرم ویتامین B<sub>3</sub>، ۱۲۰۰۰ میلی‌گرم نیاسین، ۴۰۰ میلی‌گرم اسید فولیک، ۴۰ میلی‌گرم بیوتین و ۱۰۰۰۰۰ میلی‌گرم کولین کلراید.

۲. هر کیلوگرم از مکمل معدنی شامل: ۳۹۶۸۰ میلی‌گرم منگنز، ۳۳۸۸۰ میلی‌گرم روی، ۴۰۰۰ میلی‌گرم مس، ۴۰۰ میلی‌گرم ید و ۸۰ میلی‌گرم سلنیوم.

1. Vitamin premix provided per kilogram of diet: vitamin A, 3600000 IU; vitamin D<sub>3</sub>, 800000 IU; vitamin E, 7200 mg; vitamin K<sub>3</sub>, 800 mg; vitamin B<sub>1</sub>, 720 mg; vitamin B<sub>2</sub>, 2640 mg; vitamin B<sub>3</sub>, 4000 mg; Niacin, 12000 mg and choline chloride, 100000 mg.  
2. Mineral premix provided per kilogram of diet: manganese, 39640 mg; zinc, 33880 mg; copper, 4000 mg; iodine, 400 mg and selenium, 80 mg.

### ۳. نتایج و بحث

نتایج آزمایش نشان داد (جدول ۳) که افزایش محتوای انرژی جیره به ۳۱۰۰ کیلوکالری بر کیلوگرم، سبب افزایش مقدار مصرف خوراک در کل دوره پرورش و افزایش وزن در دوره رشد و کل دوره آزمایش شد ( $p < 0.05$ ). افزودن آنزیم اثر معنی‌داری بر مقدار خوراک مصرفی، افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل خوراک جوجه‌ها نداشت ( $p > 0.05$ ). افزودن پروبیوتیک بر مقدار مصرف خوراک اثر معنی‌داری نداشت، ولی سبب افزایش وزن جوجه‌ها در دوره رشد شد ( $p < 0.05$ ). آثار متقابل افزودن مولتی‌آنزیم، پروبیوتیک و محتوای انرژی قابل متابولیسم جیره، بر مقدار میانگین وزن جوجه‌ها و ضریب تبدیل خوراک در دوره رشد و کل دوره آزمایش معنی‌دار دارد ( $p < 0.05$ ). به‌طوری‌که بالاترین مقدار افزایش وزن روزانه مربوط به جیره با انرژی قابل متابولیسم ۳۱۰۰ کیلوکالری بر کیلوگرم با مکمل پروبیوتیک و کمترین ضریب تبدیل خوراک مربوط به جیره با ۳۱۰۰ کیلوکالری بر کیلوگرم انرژی قابل متابولیسم و مکمل آنزیم و پروبیوتیک می‌باشد. به‌طور کلی نتایج نشان می‌دهد که افزایش سطح انرژی و مکمل‌سازی با مولتی‌آنزیم در جیره بر پایه ذرت-کنجاله سویا، سبب افزایش میانگین وزن روزانه در جوجه‌ها و بهبود ضریب تبدیل خوراک در دوره رشد و کل دوره پرورش شد ( $p < 0.05$ ). نتایج آزمایش ما با نتایج آزمایش Lesson *et al.* (2000) مطابقت دارد. آن‌ها بیان کردند که جوجه‌های گوشتی مقدار مصرف خوراک خود را بر اساس سطح انرژی خوراک تنظیم می‌کنند. بنابراین، وزن بدن نیز تحت تأثیر مصرف خوراک

قابل تغییر خواهد بود که در نهایت افزایش سطح محتوای انرژی جیره، سبب افزایش میانگین وزن جوجه‌ها و بهبود ضریب تبدیل خوراک می‌شود که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد. نتایج حاصله با نتایج (2003) Gracia *et al.* و (2004) Senkoylu *et al.* نیز مطابقت دارد. آنها گزارش کردند افزودن آنزیم به جیره، از طریق شکستن پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای و آزادسازی پروتئین و کربوهیدرات‌های موجود در غلات، باعث افزایش قابلیت هضم مواد مغذی می‌شود که این امر سبب افزایش میانگین وزن و بهبود ضریب تبدیل خوراک می‌شود.

افزودن پروبیوتیک به جیره سبب بهبود ترکیب جمعیت میکروبی دستگاه گوارش طیور می‌شود که این امر موجب افزایش و بهبود قابلیت هضم مواد مغذی و افزایش و بهبود میانگین وزن روزانه و ضریب تبدیل خوراک شد ( $p < 0.05$ ). Natalie *et al.* (2018) گزارش دادند که مکمل‌سازی پروبیوتیک‌ها به جیره طیور با تأثیر بر سطح فعالیت میکروبی روده و تحریک باکتری‌های مفید دستگاه گوارش، سبب افزایش قابلیت هضم مواد مغذی و افزایش بهره‌وری از انرژی در طیور می‌شود. همچنین استفاده از پروبیوتیک‌ها در جیره جوجه‌های گوشتی سبب افزایش جمعیت باکتری‌های مفید می‌شود که این امر منجر به بهبود عملکرد روده و افزایش میانگین وزن و بهبود ضریب تبدیل خوراک می‌گردد که با نتایج آزمایش مطابقت داشت. نتایج آزمایش حاضر با نتایج آزمایش Natalie *et al.* (2018) مطابقت دارد محققان فوق گزارش کردند مکمل‌سازی جیره همزمان با آنزیم و پروبیوتیک سبب بهبود ضریب تبدیل خوراک و عملکرد جوجه‌های گوشتی شد.

جدول ۳. تأثیر تیمارهای آزمایشی بر عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی در دوره‌های مختلف آزمایش

تیمار			میانگین خوراک مصرفی روزانه (گرم در روز)			میانگین افزایش وزن روزانه (گرم در روز)			ضریب تبدیل غذایی (گرم/گرم)		
اثرات اصلی			دوره آغازین (۱-۱۰ روزگی)	دوره رشد (۱۱-۳۳ روزگی)	کل دوره (۱-۳۳ روزگی)	دوره آغازین (۱-۱۰ روزگی)	دوره رشد (۱۱-۳۳ روزگی)	کل دوره (۱-۳۳ روزگی)	دوره آغازین (۱-۱۰ روزگی)	دوره رشد (۱۱-۳۳ روزگی)	کل دوره (۱-۳۳ روزگی)
انرژی (کیلوکالری/کیلوگرم)	۲۸۵۰	۱۷/۹۵	۴۱/۴۵	۳۱/۶۸ <sup>b</sup>	۲۱/۰۵	۴۹/۰۳ <sup>b</sup>	۵۳/۹۶ <sup>b</sup>	۱/۲۰	۱/۱۷	۱/۵۴	
	۳۱۰۰	۱۸/۳۷	۴۱/۹۴	۳۲/۱۳ <sup>a</sup>	۲۱/۱۵	۴۹/۸۵ <sup>a</sup>	۵۵/۲۵ <sup>a</sup>	۱/۳۱	۱/۱۵	۱/۵۵	
P											
پروبیوتیک (گرم/تن)	۰	۱۸/۰۹	۴۱/۸۶	۳۱/۹۵	۲۱/۰۰	۴۹/۲۷	۵۴/۱۷ <sup>b</sup>	۱/۲۹	۱/۱۷	۱/۵۴	
	۲۰۰	۱۸/۲۵	۴۱/۵۳	۳۱/۸۵	۲۱/۰۰	۴۹/۶۰	۵۵/۰۳ <sup>a</sup>	۱/۳۰	۱/۱۵	۱/۵۵	
P											
آنزیم (گرم/تن)	۰	۱۸/۱۱	۴۱/۶۶	۳۱/۸۵	۲۱/۰۵	۴۹/۳۱	۵۴/۴۶	۱/۲۰	۱/۱۶	۱/۵۴	
	۵۰۰	۱۸/۲۲	۴۱/۷۳	۳۱/۹۵	۲۱/۱۵	۴۹/۵۶	۵۴/۷۵	۱/۳۱	۱/۱۶	۱/۵۵	
P											
انرژی × پروبیوتیک × آنزیم	۲۸۵۰	۱۸/۰۰	۴۱/۴۲	۳۱/۶۶	۲۰/۸۰	۴۹/۲۵	۵۴/۷۱ <sup>f</sup>	۱/۳۲	۱/۱۵	۱/۵۵	
	۲۸۵۰	توصیه	۴۱/۹۲	۳۱/۹۱	۲۱/۰۰	۴۸/۹۲	۵۳/۸۶ <sup>e</sup>	۱/۲۸	۱/۱۷	۱/۵۳	
	۲۸۵۰	توصیه	۴۰/۷۸	۳۱/۴۶	۲۱/۲۰	۴۹/۵۸	۵۴/۷۱ <sup>c</sup>	۱/۳۴	۱/۱۷	۱/۵۷	
	۲۸۵۰	توصیه	۴۱/۷۱	۳۱/۹۱	۲۱/۴۰	۴۹/۹۲	۵۵/۰۰ <sup>d</sup>	۱/۳۲	۱/۱۷	۱/۵۶	
	۳۱۰۰	۰	۴۱/۸۵	۳۲/۰۸	۲۰/۸۰	۴۹/۷۵	۵۵/۵۷ <sup>a</sup>	۱/۳۲	۱/۱۵	۱/۵۵	
	۳۱۰۰	توصیه	۴۲/۱۴	۳۲/۲۵	۲۱/۲۰	۴۹/۹۲	۵۵/۲۹ <sup>b</sup>	۱/۳۱	۱/۱۵	۱/۵۴	
	۳۱۰۰	توصیه	۴۲/۰۷	۳۲/۲۵	۲۱/۲۰	۴۹/۸۳	۵۵/۱۴ <sup>c</sup>	۱/۳۱	۱/۱۴	۱/۵۴	
	۳۱۰۰	توصیه	۴۱/۵۳	۳۲/۲۷	۲۱/۹۷	۴۹/۷۷	۵۵/۰۰ <sup>۱</sup>	۱/۰۶	۱/۰۷	۱/۰۹	
	SEM										

حروف غیرمشابه در هر ستون نشان دهنده تفاوت معنی دار می‌باشد ( $p < 0.05$ ).



نتایج آزمایش (جدول ۴) بر انرژی قابل متابولیسم مصرفی، انرژی ویژه در سطح تولید و حرارت تولیدی را نشان می‌دهد. افزایش سطح انرژی جیره سبب افزایش انرژی قابل متابولیسم مصرفی بهبود انرژی ویژه در سطح تولید و افزایش حرارت تولیدی در جوجه در ۲۴ روزگی شد ( $p < 0.05$ ). افزودن پروبیوتیک سبب کاهش انرژی قابل متابولیسم مصرفی و انرژی خالص در سطح تولید در جوجه‌ها گردید ( $p < 0.05$ )، اما بر حرارت تولیدی اثر معنی‌داری نداشت. افزودن آنزیم، سبب افزایش انرژی قابل متابولیسم و بهبود انرژی خالص در سطح تولید در جوجه‌ها در ۲۴ روزگی شد ( $p < 0.05$ ). همچنین نتایج نشان می‌دهد که به‌طور کلی افزایش انرژی، پروبیوتیک و آنزیم به جیره حاوی ذرت-کنجاله سویا با تأثیر بر مقدار خوراک مصرفی و بهبود و افزایش قابلیت هضم مواد مغذی در دستگاه گوارش، سبب افزایش انرژی قابل متابولیسم مصرفی و بهبود انرژی خالص در سطح تولید در جوجه‌ها در پایان دوره پرورش می‌شود. کمترین حرارت تولیدی مربوط به جیره حاوی ۲۸۵۰ کیلوکالری در کیلوگرم انرژی قابل متابولیسم با مکمل آنزیم و پروبیوتیک و بیشترین حرارت تولیدی مربوط به جیره حاوی ۳۱۰۰ کیلوکالری در کیلوگرم انرژی قابل متابولیسم با مکمل آنزیم و پروبیوتیک می‌باشد.

جدول ۴. تأثیر تیمارهای آزمایشی بر انرژی قابل متابولیسم، انرژی قابل متابولیسم مصرفی، انرژی ویژه در سطح تولید و حرارت تولیدی جوجه‌های گوشتی در سن ۲۴ روزگی

انرژی قابل متابولیسم				تیمار	
انرژی ویژه در سطح تولید	انرژی قابل متابولیسم مصرفی	انرژی قابل متابولیسم	انرژی قابل متابولیسم	اثرات اصلی	
۵۱/۰۵ <sup>b</sup>	۵۱/۸۳ <sup>b</sup>	۱۰۲/۸۹ <sup>b</sup>	۲۸۵۵/۱۰ <sup>b</sup>	۲۸۵۰	انرژی
۵۹/۷۱ <sup>a</sup>	۶۱/۶۸ <sup>a</sup>	۱۲۱/۳۹ <sup>a</sup>	۳۱۳۸/۵۰ <sup>a</sup>	۳۱۰۰	(کیلوکالری/کیلوگرم)
۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	P	
۵۶/۴۹	۵۷/۵۳ <sup>a</sup>	۱۱۴/۰۲ <sup>a</sup>	۲۹۹۶/۲۵	۰	پروبیوتیک
۵۴/۲۷	۵۵/۹۹ <sup>b</sup>	۱۱۰/۲۶ <sup>b</sup>	۲۹۹۷/۲۴	۲۰۰	(گرم/تن)
۰/۰۷۴	۰/۰۱۵	۰/۰۲	۰/۹۵	P	
۵۶/۱۲	۵۴/۹۳ <sup>b</sup>	۱۱۱/۰۵	۲۹۷۹/۱۵ <sup>b</sup>	۰	آنزیم
۵۴/۶۴	۵۸/۵۹ <sup>a</sup>	۱۱۳/۲۳	۳۰۱۴/۴۵ <sup>a</sup>	۵۰۰	(گرم/تن)
۰/۲۲	۰/۰۰۰۱	۰/۱۸	۰/۰۰۰۱	P	
۵۵/۶۰	۴۷/۱۸ <sup>b</sup>	۱۰۲/۸	۲۸۴۱	انرژی × پروبیوتیک × آنزیم	
۴۹/۸۹	۵۳/۷۸ <sup>f</sup>	۱۰۳/۷	۲۸۶۰	۰	۲۸۵۰
۵۱/۲۶	۵۴/۵۴ <sup>e</sup>	۱۰۵/۸	۲۸۶۸	۰	۲۰۰ ۲۸۵۰
۴۷/۴۷	۵۱/۸۶ <sup>e</sup>	۹۹/۳	۲۸۵۲	۵۰۰	۰ ۲۸۵۰
۶۰/۰۲	۵۸/۱۸ <sup>c</sup>	۱۱۸/۲	۳۱۰۰	۵۰۰	۲۰۰ ۲۸۵۰
۵۹/۰۰	۶۰/۵۸ <sup>b</sup>	۱۱۹/۶	۳۱۱۶	۰	۰ ۳۱۰۰
۵۹/۱۱	۷۰/۲۳ <sup>a</sup>	۱۲۹/۳	۳۱۶۰	۰	۲۰۰ ۳۱۰۰
۶۰/۷۳	۵۷/۷۳ <sup>d</sup>	۱۱۸/۵	۳۱۷۸	۵۰۰	۰ ۳۱۰۰
۰/۸۸	۰/۰۲۶	۰/۴۵	۰/۹۶	۵۰۰	۲۰۰ ۳۱۰۰
۱/۷۰	۰/۸۴	۲/۲۷	۹/۴۹	P SEM	

حروف غیرمشابه در هر ستون نشان دهنده تفاوت معنی‌دار می‌باشد ( $p < 0.05$ ).

بیشترین مقدار انرژی قابل متابولیسم مصرفی و انرژی ویژه در سطح تولید مربوط به جیره حاوی ۳۱۰۰ کیلوکالری در کیلوگرم انرژی با مکمل آنزیم و کمترین میزان مربوط به جیره حاوی ۲۸۵۰ کیلوکالری در کیلوگرم انرژی بدون آنزیم و پروبیوتیک بود. نتایج آزمایش ما با نتایج Rutherford *et al.* (2007) مطابقت دارد. آن‌ها گزارش کردند افزودن مولتی آنزیم به جیره جوجه‌های گوشتی به‌طور معنی‌داری سبب افزایش انرژی قابل متابولیسم و کاهش حرارت تولیدی

می‌شود. جیره حاوی ۳۱۰۰ کیلوکالری در کیلوگرم انرژی قابل متابولیسم و آنزیم سبب افزایش مصرف خوراک و بهبود قابلیت هضم انرژی قابل متابولیسم و مواد مغذی در دستگاه گوارش پرندگان می‌شود. انرژی خالص در سطح تولید از طریق میزان وزن بدن و انرژی خام هر گرم بدن تعیین می‌شود. بنابراین افزودن مولتی‌آنزیم به جیره سبب افزایش مقدار خوراک مصرفی (افزایش انرژی قابل متابولیسم مصرفی)، میانگین وزن روزانه و افزایش ابقاء انرژی در بدن پرندگان می‌شود که در نتیجه سبب افزایش انرژی خالص در سطح تولید می‌شود. در رابطه با حرارت تولیدی در پرندگان، افزودن آنزیم تأثیر معنی‌داری در کاهش آن داشت ( $P < 0.05$ ). Lesson *et al.* (2000) گزارش کردند افزایش سطح انرژی قابل متابولیسم میزان مصرف هر گرم خوراک مورد نیاز برای سطح نگهداری را کاهش می‌دهد ولی میزان حرارت افزایشی را افزایش داد. پرندگان به‌طور متوسط و پیوسته بیش از نیمی از انرژی بدن را به‌صورت پروتئین و چربی ذخیره می‌کنند، ولی در پرندگان بالغ ذخیره انرژی در بدن به‌طور عمده به صورت چربی می‌باشد. بخش قابل توجهی از حرارت تولیدی مربوط به حرارت ایجاد شده در دستگاه گوارش و اندام‌ها و ارگان‌هایی نظیر پانکراس، کبد و روده می‌باشد، که به علت حضور پلی‌ساکاریدهای نشاسته‌ای در دانه غلات است. این ترکیبات به دلیل ایجاد چسبندگی در دستگاه گوارش و تأثیر بر دکتروگه شدن اسیدهای صفراوی سبب کاهش هضم مواد مغذی از قبیل پروتئین، کربوهیدرات و به‌ویژه چربی می‌شوند. بنابراین برای افزایش تولید آنزیم‌های هضمی در دستگاه گوارش و همچنین افزایش سطح جذب در روده، طول روده افزایش می‌یابد که این امر بخشی از انرژی مصرفی را در پرندگان افزایش می‌دهد و در نهایت موجب افزایش حرارت تولیدی در پرندگان می‌شود (Mosenthin *et al.*, 1994; Moftakharzadeh *et al.*, 2017). به‌نظر می‌رسد آنزیم‌ها با شکستن این ساختارهای سه‌بعدی ایجاد شده به‌وسیله پلی‌ساکارید غیرنشاسته‌ای می‌توانند حرارت تولیدی را در پرندگان کاهش دهند (Ravn *et al.*, 2016; Ribeiro *et al.*, 2011).

جدول ۵ نتایج تأثیر آنزیم و پروبیوتیک بر میزان ابقاء انرژی به صورت چربی و پروتئین و بازده انرژی قابل متابولیسم جهت ابقاء انرژی، پروتئین و چربی را نشان می‌دهد. افزایش محتوای انرژی جیره سبب افزایش میزان ابقای انرژی به‌صورت چربی در بدن جوجه‌ها شد ( $P < 0.05$ )، ولی بر ابقای انرژی به‌صورت پروتئین اثر نداشت. همچنین سطح انرژی ۳۱۰۰ کیلوکالری در کیلوگرم، سبب کاهش بازده انرژی قابل متابولیسم جهت ابقای چربی شد ( $P < 0.05$ ). مکمل‌سازی آنزیم و پروبیوتیک در جیره‌ها به‌طور کلی سبب بهبود بازده انرژی قابل متابولیسم جهت ابقای انرژی و چربی و افزایش میزان ابقای انرژی به‌صورت چربی و پروتئین شد ( $P < 0.05$ ). نتایج آثار متقابل نشان می‌دهد که بالاترین میزان ابقای انرژی به‌صورت پروتئین مربوط به جیره حاوی ۳۱۰۰ کیلوکالری بر کیلوگرم انرژی قابل متابولیسم با مکمل مولتی‌آنزیم و پروبیوتیک و همچنین بالاترین میزان بازده انرژی قابل-متابولیسم جهت ابقای پروتئین در جیره حاوی ۲۸۵۰ کیلوکالری در کیلوگرم انرژی با مکمل مولتی‌آنزیم و پروبیوتیک می‌باشد. افزودن آنزیم به جیره حاوی ۳۱۰۰ کیلوکالری در کیلوگرم انرژی سبب بهبود بازده ابقای انرژی به‌صورت چربی و انرژی در جوجه‌ها شد ( $P < 0.05$ ). نتایج آزمایش حاضر با نتایج آزمایش Oluyinka *et al.* (2008) و Ravn *et al.* (2016) مطابقت دارد. آن‌ها گزارش دادند که بازده انرژی قابل متابولیسم مصرفی جهت ابقاء انرژی و پروتئین تحت تأثیر مصرف آنزیم افزایش می‌یابد. به‌نظر می‌رسد با توجه به این‌که پرندگان در اوایل دوره زندگی خود قرار داشتند پروتئین را با بازده مناسب‌تری در بدن خود ذخیره و جهت رشد اندام‌های خود مورد استفاده قرار دادند و آنزیم با افزایش قابلیت استفاده از انرژی موجود در جیره حاوی گندم و همچنین رهاسازی میزان بیشتر مواد مغذی این روند را بهبود بخشید.



جدول ۶. تأثیر تیمارهای آزمایشی بر میزان ابقاء چربی و پروتئین در بدن جوجه‌های گوشتی

تیمار	پروتئین ابقا شده در بدن	چربی ابقا شده در بدن	اثرات اصلی		
انرژی	۴/۲۰	۳/۲۳ <sup>b</sup>	۲۸۵۰		
(کیلوکالری/کیلوگرم)	۴/۲۳	۳/۳۳ <sup>a</sup>	۳۱۰۰		
	۰/۱۳	۰/۰۳۲		P	
پروبیوتیک	۴/۱۳ <sup>b</sup>	۳/۰۱ <sup>b</sup>	۰		
(گرم/تن)	۴/۳۳ <sup>a</sup>	۳/۵۶ <sup>a</sup>	۲۰۰		
	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱		P	
آنزیم	۴/۱۳ <sup>a</sup>	۲/۹۸ <sup>b</sup>	۰		
(گرم/تن)	۴/۳۰ <sup>a</sup>	۳/۵۹ <sup>a</sup>	۵۰۰		
	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱		P	
انرژی×پروبیوتیک×آنزیم	۳/۸۳ <sup>h</sup>	۲/۸۳ <sup>e</sup>	۰	۲۸۵۰	
	۴/۳۹ <sup>b</sup>	۳/۰۵ <sup>f</sup>	۰	۲۸۵۰	
	۴/۳۳ <sup>c</sup>	۳/۲۱ <sup>c</sup>	۵۰۰	۰	۲۸۵۰
	۴/۲۵ <sup>d</sup>	۳/۹۰ <sup>b</sup>	۵۰۰	۲۰۰	۲۸۵۰
	۴/۱۱ <sup>e</sup>	۲/۷۰ <sup>h</sup>	۰	۰	۳۱۰۰
	۴/۱۸ <sup>f</sup>	۳/۳۶ <sup>c</sup>	۰	۲۰۰	۳۱۰۰
	۴/۱۹ <sup>c</sup>	۳/۳۰ <sup>d</sup>	۵۰۰	۰	۳۱۰۰
	۴/۴۵ <sup>a</sup>	۳/۹۴ <sup>a</sup>	۵۰۰	۲۰۰	۳۱۰۰
	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱			
	۰/۰۳۲	۰/۰۴۸			P SEM

حروف غیرمشابه در هر ستون نشان دهنده تفاوت معنی‌دار می‌باشد ( $p < 0.05$ ).

نتایج مندرج در جدول ۷ اثر افزودن مولتی‌آنزیم، پروبیوتیک و محتوای سطح انرژی قابل متابولیسم را بر میزان قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی در جوجه‌ها در پایان دوره پرورش نشان می‌دهد. طبق این نتایج، افزایش سطح انرژی جیره (۳۱۰۰) نسبت به سطح پایین‌تر انرژی جیره (۲۸۵۰)، مکمل مولتی‌آنزیم و پروبیوتیک سبب بهبود و افزایش قابلیت هضم ماده آلی در جوجه‌ها شد ( $P < 0.05$ ) و بر قابلیت هضم ماده خشک اثر معنی‌داری نداشت. همچنین بالاترین میزان قابلیت هضم ماده آلی مربوط به جیره با سطح انرژی ۳۱۰۰ کیلوکالری در کیلوگرم و مکمل شده با آنزیم و پروبیوتیک می‌باشد و کمترین میزان مربوط به جیره با ۲۸۵۰ کیلوکالری در کیلوگرم انرژی قابل متابولیسم بدون مکمل مولتی‌آنزیم و پروبیوتیک است. نتایج آزمایش ما با نتایج Oluyinka *et al.* (2008) و Sanchez *et al.* (2008) مطابقت دارد. آن‌ها گزارش کردند افزودن آنزیم به جیره‌ها سبب افزایش قابلیت دسترسی پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای برای هضم در دستگاه گوارش طیور می‌شود که این امر خود سبب کاهش ویسکوزیته مواد هضمی محتویات روده شد که با نتایج آزمایش کنونی مطابقت دارد. همچنین پروبیوتیک‌ها با تأثیر بر افزایش تعادل میکروبی مفید روده و تقویت سیستم ایمنی، اثر سودمندی بر عملکرد میزبان دارند (Alkhalaf *et al.*, 2010; Zamani *et al.*, 2013)، در این راستا، Sanchez *et al.* (2008) گزارش کردند که پروبیوتیک‌ها با تحریک و افزایش تولید اسیدبوتیریک و اسیدلاکتیک در اپیتلیال روده کوچک منجر به بهبود و افزایش قابلیت هضم مواد مغذی و افزایش بهره‌وری انرژی در جوجه‌ها می‌شود. نتایج آزمایش حاضر با نتایج Cho *et al.* (2012) مطابقت دارد. آن‌ها گزارش نمودند که افزودن آنزیم به جیره‌ها سبب تجزیه مواد ضدتغذیه‌ای در غلات می‌گردد و

این امر منجر به افزایش قابلیت دسترسی کربوهیدرات‌ها و سایر مواد مغذی موجود در این غلات می‌شود که باعث بهبود ارزش تغذیه‌ای و قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی در این غلات افزایش پیدا می‌کند. از طرف دیگر، گزارش شده است افزایش مقدار مصرف خوراک در اثر افزودن آنزیم سبب کاهش میزان چسبندگی حاصل از پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای در دستگاه گوارش جوجه‌ها می‌شود که این امر سبب افزایش مقدار خوراک مصرفی و بهبود قابلیت هضم مواد مغذی به‌دنبال دارد (Pourreza *et al.*, 2007).

جدول ۷. تأثیر تیمارهای آزمایشی بر قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی در جوجه‌های گوشتی در سن ۲۴ روزگی

تیمار	قابلیت هضم ماده خشک	قابلیت هضم ماده آلی	اثرات اصلی
انرژی	۷۲/۴۸ <sup>b</sup>	۷۴/۲۷ <sup>b</sup>	۲۸۵۰
(کیلوکالری/کیلوگرم)	۷۴/۳۳ <sup>ab</sup>	۷۶/۳۸ <sup>a</sup>	۳۱۰۰
P	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	
پروبیوتیک	۷۲/۳۸ <sup>b</sup>	۷۳/۴۷ <sup>b</sup>	۰
(گرم/تن)	۷۴/۳۸ <sup>a</sup>	۷۷/۱۸ <sup>a</sup>	۲۰۰
P	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	
آنزیم	۷۲/۱۴ <sup>b</sup>	۷۴/۰۲ <sup>b</sup>	۰
(گرم/تن)	۷۴/۶۸ <sup>a</sup>	۷۶/۶۳ <sup>ab</sup>	۵۰۰
P	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	
انرژی × پروبیوتیک × آنزیم	۷۰/۰۶	۷۱/۲۰ <sup>h</sup>	۰ ۰ ۲۸۵۰
	۷۲/۷۰	۷۴/۷۲ <sup>c</sup>	۰ ۲۰۰ ۲۸۵۰
	۷۲/۹۰	۷۳/۱۶ <sup>g</sup>	۵۰۰ ۰ ۲۸۵۰
	۷۴/۲۶	۷۸/۰۲ <sup>b</sup>	۵۰۰ ۲۰۰ ۲۸۵۰
	۷۱/۴۰	۷۳/۲۲ <sup>f</sup>	۰ ۰ ۳۱۰۰
	۷۴/۴۰	۷۶/۹۶ <sup>c</sup>	۰ ۲۰۰ ۳۱۰۰
	۷۵/۱۸	۷۶/۳۳ <sup>d</sup>	۵۰۰ ۰ ۳۱۰۰
	۷۶/۳۶	۷۹/۰۴ <sup>a</sup>	۵۰۰ ۲۰۰ ۳۱۰۰
P	۰/۳۷	۰/۰۰۰۱	
SEM	۰/۲۱	۰/۱۹	

حروف غیرمشابه در هر ستون نشان دهنده تفاوت معنی‌دار می‌باشد ( $p < 0.05$ ).

#### ۴. نتیجه‌گیری کلی

نتایج آزمایش فعلی نشان می‌دهد که افزودن مولتی‌آنزیم و پروبیوتیک به جیره حاوی ۳۱۰۰ کیلوکالری در کیلوگرم انرژی قابل متابولیسم در جوجه‌های گوشتی راس - ۳۰۸ سبب بهبود ضریب تبدیل خوراک در دوره رشد می‌شود. همچنین افزایش سطح انرژی - قابل متابولیسم جیره سبب افزایش میانگین وزن جوجه‌ها در کل دوره شد ( $P < 0.05$ ). مکمل‌سازی جیره حاوی ۳۱۰۰ کیلوکالری در کیلوگرم با آنزیم و پروبیوتیک، سبب افزایش قابلیت هضم ماده آلی و افزایش پروتئین، چربی ابقا شده و افزایش ابقای انرژی در بدن و بهبود بهره‌وری از انرژی خالص در سطح تولید شد. تیمار حاوی ۳۱۰۰ کیلوکالری در کیلوگرم انرژی قابل متابولیسم، حاوی آنزیم و پروبیوتیک بهترین عملکرد رشد و ابقای پروتئین و چربی در بدن و قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی را نشان داد.

## ۵. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافی بین نویسندگان وجود ندارد.

## ۶. منابع

- Alkhalaf, A., Alhaj, M. & Al-homidan, I. (2010). Influence of probiotic supplementation on blood parameters and growth performance in broiler chickens. *Saudi Journal of Biology Science*, 17: 219-225.
- AOAC International. (2005). *Official Methods of Analysis of AOAC International*. 17<sup>th</sup> edn. AOAC Int., Gaithersburg, MD.
- Cho, J. H., Zhao, P. & Kim, I. H. (2012). Effects of emulsifier and multi-enzyme in different energy density diet on growth performance, blood profiles, and relative organ weight in broiler chickens. *Journal of Agricultural Science*, 4, 161-170.
- Daskiran, M., Teeter, R., Fodge, D. & Hsiao, H. J. P. S. (2004). An evaluation of endo- $\beta$ -D-mannanase (Hemicell) effects on broiler performance and energy use in diets varying in  $\beta$ -mannan content. *British Poultry Science*, 83, 662-668.
- Esmailipour, O., Moravej, H., Shivazad, M., Rezaian, M., Aminzadeh, S. & Van Krimpen, M. (2012). Effects of diet acidification and xylanase supplementation on performance, nutrient digestibility, duodenal histology and gut microflora of broilers fed wheat based diet. *British Poultry Science*, 53, 235-244.
- Gracia, M., Latorre, M., Garcia, M., Lazaro, R. & Mateos, G. (2003). Heat processing of barley and enzyme supplementation of diets for broilers. *Poultry Science*, 82, 1281-1291.
- Larbier, M. & Leclercq, B. (1994). *Nutrition and Feeding of Poultry*. Translated by J. Wiseman. Nottingham University Press, Loughborough Leicestershire, UK.
- Leeson, S., Caston, L., Kiaei, M. & Jones, R. (2000). Commercial enzymes and their influence on broilers fed wheat or barley. *Journal of Applied Poultry Research*, 9, 242-251.
- McDonald, P., Edwards, R. A. and Greenhalgh, J. F. D. (1995). *Animal Nutrition*. (5th Ed). Longman Scientific and Technical, U.S.A.
- Moftakharzadeh, S. A., Moravej, H. & Shivazad, M. (2017). Effect of using the Matrix Values for NSP-degrading enzymes on performance, water intake, litter moisture and jejunal digesta viscosity of broilers fed barley-based diet. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 39, 65-72.
- Mosenthin, R., Sauer, W. C. & Ahrens, F. (1994). Dietary pectin's effect on ileal and fecal amino acid digestibility and exocrine pancreatic secretions in growing pigs. *The Journal of Nutrition*, 124, 1222-1229.
- Natalie, K., Keerqin, C., Walllac, A., Wu, S. & Choct, M. (2018). Effect of arabinoxyloligosaccharides and arabinoxylans on net energy and nutrient utilization in broilers. *Animal Nutrition*, 5, 56-62.
- Oluyinka, A., Aaron, O., Cowieson, J. & Adeola, O. (2008). Energy utilization and growth performance of broilers receiving diets supplemented with enzymes containing carbohydrase or phytase activity individually or in combination. *British Journal of Nutrition*, 99, 682-690.
- Pourreza, J. A., Samie, H. & Rowghani, E. (2007). Effect of supplemental enzyme on nutrient digestibility and performance of broiler chicks fed on diet containing triticale. *Poultry Science*, 6, 115-117.
- Ravn, J. L., Martens, H. J., Pettersson, D. & Pedersen, N. R. (2016). A commercial GH 11 xylanase mediates xylan solubilisation and degradation in wheat, rye and barley as demonstrated by microscopy techniques and wet chemistry methods. *Animal Feed Science and Technology*, 219, 216-225.

- Ribeiro, T., Lordelo, M., Ponte, P., Maças, B., Prates, J., Aguiar Fontes, M., Falcão, L., Freire, J., Ferreira, L. & Fontes, C. (2011). Levels of endogenous  $\beta$ -glucanase activity in barley affect the efficacy of exogenous enzymes used to supplement barley-based diets for poultry. *Poultry Science*, 90, 1245-1256.
- Rutherford, S. M., Chung, T. K. & Moughan, P. J. (2007). The effect of a commercial enzyme preparation on apparent metabolizable energy, the true ileal amino acid digestibility, and endogenous ileal lysine losses in broiler chickens. *Poultry Science*, 86, 665-672.
- Sanchez, J. I., Marzorati, M., Grootaert, C., Baran, M., Craeyveld, V. V. & Courtin, C M. (2008). Arabinoxylan-oligosaccharides (AXOS) affect the protein/carbohydrate fermentation balance and microbial population dynamics of the simulator of human intestinal microbial ecosystem. *Microb Biotechnol*, 2, 101-112.
- Senkoylu, N., Akyurek, H. & Samli, H. (2004). Implications of beta-glucanase and pentosanase enzymes in low-energy low-protein barley and wheat based broiler diets. *Czech Journal of Animal Science-UZPI*, 3, 80-92.
- Sibbald, I. R. (1989). *Metabolizable Energy Evaluation of Poultry Diets*. In: Recent development in poultry nutrition. Butter Worth. London., U.K.
- Swick, R. A., Wo, S. B., Zuo, J., Rodgers, N., Barekatin, M. R. & Choct, M. (2013). Implications and development of a net energy system for broilers. *Animal Production Science*, 53, 12-31.
- Yu, B., Tsai, C. C., Hsu, J. C. & Chiou, P. W. S. (1998). Effect of different sources of dietary fibre on growth performance, intestinal morphology and caecal carbohydrases of domestic geese. *British Poultry Science*, 39, 560-567.
- Zamani, M., Rezaei, M., Teimory Yansari, A., Sayyahzadeh, H. & Nicknafs, F. (2013). The effect of different levels of energy and protein in finisher diet on performance, carcass yield and blood serum lipids of broiler chickens. *Animal Science Researches*, 23, 69-86.
- Zhou, Y., Jiang, Z., Lv, D. & Wang, T. (2009). Improved energy-utilizing efficiency by enzyme preparation supplement in broiler diets with different metabolizable energy levels. *Poultry Science*, 88, 316-322.