



## Original Research Paper

## The effect of single-cell diets and probiotics on the weight of internal organs, some reproductive indices, and intestinal traits in Leghorn laying hens

Rasoul Rashedi <sup>1</sup>, Seyed Amir Hossein Mahdavi <sup>1</sup>, Mohammad Sedghi <sup>1</sup>, Hasan Saleh <sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

<sup>2</sup>Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Birjand University, Birjand, Iran

### Key Words

Single-cell protein  
Probiotic  
Reproductive organs  
Ovaries  
Laying hens

### Abstract

**Introduction:** An experiment to investigate single-cell protein replacement with soybean meal and adding probiotics to the diet, of the relative weight of internal organs (liver, pancreas, bile, spleen, and heart), and reproductive organs (Oviduct, Ovary), the number of ovarian follicles, and the pH of intestinal contents and feces were performed in laying hens aged 42 to 52 weeks.

**Materials & Methods:** One hundred and eighty, Leghorn Hy-line W36 white layer hens, were used in the form of a 3×3 factorial test and based on a completely randomized design with 9 treatments, 4 repetitions, and 5 birds per replication. The factors studied consisted of three levels of soybean meal replacement with single-cell protein (zero, 30, and 60 %) and three probiotic levels (zero, 50, and 100 mg/kg). The experimental period lasted 70 days, and throughout the test period, water was at libitum, and feed was provided to the birds as recommended by the catalog. At the end of the experiment, two birds from each replicate were slaughtered and the relative weight of the liver, pancreas and bile, spleen and heart, oviduct and ovary, as well as the pH of the intestine and feces and the separate count of the ovarian follicles were examined.

**Results:** The relative weight of organs and internal reproduction were not affected by different factors in a single-cell diet. However, supplementing the diet with probiotics increased the weight of the gallbladder ( $p<0.05$ ), spleen ( $p<0.04$ ), and the marginal increase of the pancreas ( $p=0.08$ ) and the marginal decrease of the liver ( $p=0.07$ ). The interaction effects of single-cell protein and probiotics on the weight of reproductive organs were not significant. The addition of single-cell protein and probiotics to the diet had no effect on the weight of reproductive organs and the number of ovarian follicles in laying hens ( $P<0.05$ ). Substituting 30% soybean meal with single-cell production and adding probiotics to the diet decreased the pH of ileum contents ( $P<0.01$ ).

**Conclusion:** The results of the present study show that the replacement of soybean meal with single-cell protein did not show an adverse effect on the traits studied. Also, the addition of 100 mg of probiotics improves the relative weight of some internal organs (spleen and gall bladder) and reduces the pH of the ileum contents of the intestine.

\* Corresponding Author's email: [hsaleh.um@gmail.com](mailto:hsaleh.um@gmail.com)

Received: 9 June 2024; Reviewed: 14 July 2024; Revised: 16 September 2024; Accepted: 21 October 2024

(DOI): 10.70102/AEJ.2025.17.1.7

## مقاله پژوهشی

## اثر کاربرد جیره‌ای پروتئین تک‌سلولی و پروبیوتیک بر وزن اندام‌های داخلی، برخی فراسنجه‌های تولیدمثلی و صفات روده‌ای در مرغ‌های تخم‌گذار لگهورن

رسول راشدی<sup>۱</sup>، سیدامیرحسین مهدوی<sup>۱</sup>، محمد صدقی<sup>۱</sup>، حسن صالح<sup>۲\*</sup>

<sup>۱</sup> گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران

<sup>۲</sup> گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران

## چکیده

## کلمات کلیدی

پروتئین تک‌سلولی  
پروبیوتیک  
اندام‌های تولیدمثلی  
تخم‌دان  
مرغ‌های تخم‌گذار

**مقدمه:** آزمایش حاضر به منظور بررسی اثرات جایگزین پروتئین تک‌سلولی (Single-cell protein) با کنجاله سویا و افزودن پروبیوتیک به جیره، بر وزن نسبی اندام‌های داخلی (کبد، پانکراس، صفرا، طحال و قلب)، اندام‌های تولیدمثلی (اویدکت و تخمدان)، تعداد فولیکول‌های تخمدان و pH محتویات روده و مدفوع در مرغ‌های تخم‌گذار در سن ۴۲ تا ۵۲ هفتگی انجام شد.

**مواد و روش‌ها:** از ۱۸۰ قطعه مرغ تخم‌گذار نژاد لگهورن سفید سویه‌های لاین در قالب یک آزمایش فاکتوریل ۳×۳ و بر پایه طرح کاملاً تصادفی با ۹ تیمار، ۴ تکرار و ۵ پرند در هر تکرار استفاده شد. فاکتورهای مورد مطالعه شامل سه سطح جایگزینی کنجاله سویا با پروتئین تک‌سلولی (صفر، ۳۰ و ۶۰ درصد) و سه سطح پروبیوتیک (صفر، ۵۰ و ۱۰۰ میلی گرم در کیلوگرم ماده خشک جیره) بودند. طول دوره آزمایش، ۷۰ روز در نظر گرفته شد. در پایان آزمایش، ۲ پرند از هر تکرار کشتار و وزن نسبی کبد، پانکراس، صفرا، طحال، قلب، اویدکت، تخمدان، pH روده و مدفوع و نیز تعداد فولیکول‌های تخمدان تعیین شد.

**نتایج:** وزن نسبی اندام‌های داخلی و تولیدمثلی تحت تأثیر سطوح مختلف پروتئین در جیره تک‌سلولی قرار نگرفت. اما مکمل کردن جیره با پروبیوتیک سبب افزایش وزن کیسه صفرا ( $P<0/05$ )، طحال ( $P<0/04$ ) و افزایش حاشیه‌ای پانکراس ( $P=0/08$ ) و کاهش حاشیه‌ای کبد ( $P=0/07$ ) شد. اثرات متقابل پروتئین تک‌سلولی و پروبیوتیک بر وزن اندام‌های تولیدمثلی معنی‌دار نشد ( $P>0/05$ ). افزودن پروتئین تک‌سلولی و نیز پروبیوتیک به جیره، تأثیری بر وزن اندام‌های تولیدمثلی و تعداد فولیکول‌های تخمدان طیور نداشت ( $P>0/05$ ). جایگزینی ۳۰ درصدی کنجاله سویا با پروتئین تک‌سلولی و افزودن پروبیوتیک به جیره، منجر به کاهش pH محتویات ایلئومی ( $P<0/01$ ) شد.

**بحث و نتیجه‌گیری:** در مجموع، جایگزینی هر دو سطح کنجاله سویا با پروتئین تک‌سلولی تأثیر نامطلوبی بر صفات مورد مطالعه نشان نداد. هم‌چنین افزودن ۱۰۰ میلی گرم پروبیوتیک به جیره، سبب بهبود وزن نسبی برخی اندام‌های داخلی (طحال و کیسه صفرا) و کاهش pH محتویات ایلئومی روده باریک شد.

\* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: [hsaleh.um@gmail.com](mailto:hsaleh.um@gmail.com)

تاریخ دریافت: ۲۰ خرداد ۱۴۰۳؛ تاریخ داوری: ۲۴ تیر ۱۴۰۳؛ تاریخ اصلاح: ۲۶ شهریور ۱۴۰۳؛ تاریخ پذیرش: ۳۰ مهر ۱۴۰۳

(DOI):10.70102/AEJ.2025.17.1.7

## مقدمه

با توجه به خشکسالی‌های اخیر، کمبود نهاده‌های خوراکی به یکی از مهم‌ترین چالش‌های صنعت دامپروری در کشور تبدیل شده است. در سطح دنیا نیز افزایش روزافزون جمعیت، تأمین پروتئین مورد نیاز بشر را به یک دغدغه مهم تبدیل کرده است. در اغلب کشورهای در حال توسعه، فعالیت‌های تولیدی در این راستا، با مشکلات جدی مواجه می‌باشد (۱۷، ۲۰، ۲۵). علت این امر، شرایط نامطلوب آب و هوا، کمبود امکانات در بخش کشاورزی و به کارگیری روش‌های سنتی در کاشت و فرآوری محصولات کشاورزی می‌باشد. از این رو بسیاری از کشورها، برای رفع نیازهای غذایی مردم خود، ناچار به وارد کردن مقادیر زیادی مواد اولیه پروتئین گیاهی و یا حیوانی در طول سال می‌باشند (۱). در حال حاضر، کنجاله سویا و پودر ماهی به دلیل برخورداری از پروتئین خام بالا و نیز پروفیل مطلوب اسیدهای آمینه ضروری، اولویت اصلی برای مصرف در بین پرورش دهندگان طیور محسوب می‌گردند. هزینه‌های تولید را می‌توان با استفاده از خوراک ارزان قیمت و غیرمتعارف به جای پودر گران قیمت ماهی و کنجاله سویای وارداتی کاهش داد (۱۰، ۱۵، ۲۳). بنابراین، تقاضا برای مواد پروتئینی مناسب که باعث بهبود عملکرد در طیور شده و از طرف دیگر بتواند سلامت پرندۀ آن‌ها را تضمین نماید، در حال گسترش می‌باشد. پروتئین تک سلولی (Single-cell protein) یکی از منابع جایگزین مناسب برای برخی از مواد پروتئینی گران قیمت به دلیل محتوای اسید نوکلئیک پایین، توانایی رشد در pH پایین و تولید مقادیر زیاد این محصول در کوتاه مدت، می‌باشد (۲، ۱۱، ۲۸). پروتئین تک سلولی یک توده میکروبی خشک شده و یا پروتئین استخراج شده از زیست توده میکروبی کشت شده بر روی بسترهای مختلف (جلبک، باکتری، قارچ و مخمر) می‌باشد (۸). مخمرها یکی از بهترین میکروارگانیسم‌ها برای تولید پروتئین تک سلولی به دلیل بالا بودن ارزش تغذیه‌ای آن‌ها می‌باشند و می‌توان پروتئین تولیدی از آن‌ها را هم‌ردیف پروتئین‌های حیوانی قرار داد (۱۰). با توجه به کمبود منابع پروتئینی از یک طرف و مقدار بالای پروتئین موجود در سلول‌های میکروبی از طرف دیگر، استفاده از منابع پروتئین میکروبی به عنوان غذای دام و طیور و حتی انسان در راستای جایگزینی با منابع پروتئینی رایج، درخور توجه می‌باشد. اگر بتوان نیمی از پروتئین موجود در جیره دام و یا طیور را که منبع اصلی تأمین کننده پروتئین در آن‌ها، کنجاله سویا و پودر ماهی می‌باشد را با پروتئین‌های تک سلولی جایگزین نمود، رقابت بین انسان و دام بر سر این مواد پروتئینی به شدت کاهش خواهد یافت (۱۶). استفاده از پروتئین تک سلولی تولید شده از پساب کارخانجات

لبنیات سازی، انتخاب مناسبی برای کاهش هزینه‌های مربوط به تأمین مواد اولیه پروتئینی در صنعت دام و طیور می‌باشد. در حال حاضر، برخی از محصولات لبنی حاوی باکتری‌های پروبیوتیک به بازار عرضه می‌شوند. پساب ناشی از کارخانجات لبنیات سازی، عمدتاً حاوی لاکتوباسیلوس‌ها و سایر باکتری‌های مفید است که اثرات مثبت قوی بر سلامتی دام و طیور دارند. ترکیب اصلی فاضلاب کارخانجات لبنیات سازی، لاکتوز (حدود ۷۰ درصد) می‌باشد (۲۸). بنابراین، این مواد (لاکتوز)، به طور خاص برای تولید میکروارگانیسم‌های تک سلولی مفید می‌باشند. در ایران اگرچه که پسماند مواد لبنی به میزان قابل توجهی در دسترس می‌باشد، ولی متأسفانه بخش زیادی از آن‌ها دور ریخته می‌شود که متعاقباً مشکلات زیست محیطی عدیده‌ای را در پی خواهد داشت. این فرآورده می‌تواند جایگزین مناسبی برای کنجاله سویا که با مقادیر بالا در خوراک دام و طیور استفاده می‌شود، قرار بگیرد (۲۳). در مطالعات قبلی، اثرات مثبت استفاده از پروتئین تک سلولی تولید شده با مخمر بر عملکرد جوجه‌های گوشتی به اثبات رسیده است (۱۰). امکان جایگزینی ۲۰ تا ۴۰ درصد (در جوجه‌ها) و نیز ۵۰ درصدی (در خوک) پروتئین جیره با پروتئین‌های مختلف تک سلولی، گزارش شده است (۱۵، ۳۲). نتایج مشابهی توسط Najib و همکاران، که ۵ درصد پروتئین تک سلولی تولید شده از ضایعات خرما به جیره مرغ تخم گذار مکمل کردند، مشاهده شد (۲۲). پروبیوتیک‌ها ترکیبات میکروبی زنده‌ای هستند که مستقیماً به جیره دام و طیور اضافه می‌شوند و اثرات مطلوبی بر عملکرد و سلامت آن‌ها دارند (۲۹، ۳۳). میکروارگانیسم‌های مفید می‌توانند با برقراری تعادل در محیط روده، از رشد باکتری‌های بیماری‌زا ممانعت به عمل آورده و در نتیجه باعث بهبود سلامتی و عملکرد دام و طیور گردند. Murty و همکاران، اثرات سودمند استفاده از پروبیوتیک‌ها در جیره غذایی مرغان تخم‌گذار را بر عملکرد و سلامت آن‌ها گزارش کردند (۲۱). پروبیوتیک‌ها علاوه بر این که موجب تحریک رشد میکروارگانیسم‌های مفید در دستگاه گوارش می‌شوند، بر فعالیت آنزیم‌های گوارشی، بهبود سیستم ایمنی و افزایش بازده تولیدی نیز تأثیر به سزایی دارند (۲۱). پروتکسین یک پروبیوتیک چند سویه‌ای حاوی میکروب‌های زنده است که برای ایجاد، تقویت یا بهبود جمعیت میکروبی سودمند در روده طیور توصیه شده است (۱۹). پروبیوتیک پروتکسین حاوی هفت سویه باکتری (لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس و بیفیدوباکتریوم هرگرم حاوی  $10 \times 10^8$  واحد تشکیل کلنی: Colony-forming unit) و هم چنین حاوی دو مخمر می‌باشد. گزارش شده است که پروتکسین برای مصرف کنندگان بی خطر انسانی و دامی، غیرسمی و بدون مواد باقی مانده در محصولات می‌باشد. Khan و همکاران، نشان دادند که پروبیوتیک پروتکسین می‌تواند جایگزین خوبی برای محرک‌های رشد آنتی بیوتیکی

بوده و هم چنین می تواند باعث بهبود عملکرد و ارتقای سیستم ایمنی در برابر بیماری ها شود (۱۸). با این حال، مشخص نیست که آیا پروتئین تک سلولی تولید شده از پسماند ناشی از کارخانجات لبنیات سازی به عنوان یک منبع پروتئین جیره، به تنهایی و یا ترکیب با پروبیوتیک ها می تواند اثرات مفیدی بر فراسنجه های تولیدمثلی طیور تخم گذار داشته باشد. بنابراین، این مطالعه با هدف بررسی اثرات جایگزینی بخشی از کنجاله سویای موجود در جیره با پروتئین تک سلولی و نیز افزودن یک مکمل پروبیوتیکی بر وزن نسبی اندام های داخلی (کبد، پانکراس، صفرا، طحال و قلب)، اندام های تولیدمثلی (اویدکت و تخمدان)، تعداد فولیکول های تخمدان و pH محتویات روده و مدفوع انجام شد.

## مواد و روش ها

**طیور، جیره ها و طرح آزمایشی:** در این آزمایش که در دانشگاه صنعتی اصفهان انجام شد. ۱۸۰ قطعه مرغ تخم گذار نژاد لگهورن سفید سویه های لاین در سن ۴۱ هفتگی، به طور تصادفی بین ۹ تیمار آزمایشی در قالب آزمایش فاکتوریل ۳×۳ و بر پایه طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار و ۵ پرنده در هر تکرار توزیع شدند. سیستم نگه داری مرغ ها، از نوع سالن بسته با قفس های ردیفی مجهز به دان خوری ناودانی و آب خوری های سر پستانی بود. نور سالن به میزان ۱۶ ساعت روشنایی در شبانه روز و به صورت خودکار، توسط لامپ های رشته ای ۶۰ واتی تأمین می شد و متوسط دمای سالن ۲۰ درجه سانتی گراد در نظر گرفته شد. در تمام طول دوره، آب به صورت آزاد و غذا براساس کاتالوگ سویه تجاری های لاین در اختیار پرندگان قرار گرفت و خوراک دهی دو بار در روز (صبح و ظهر) و به صورت دستی انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل ۳ سطح جایگزینی کنجاله سویا با پروتئین تک سلولی (سطوح صفر، ۳۰ و ۶۰ درصد جایگزینی) و سه سطح پروبیوتیک (سطوح صفر، ۵۰ و ۱۰۰ میلی گرم پروبیوتیک/ کیلوگرم ماده خشک جیره) بودند. دوره آزمایش به مدت ۷۰ روز به طول انجامید. پساب صنایع لبنی در ظروف پلاستیکی از کارخانه لبنیات کاله جمع آوری و در دمای ۴ درجه سانتی گراد در یخچال نگه داری شد. تولید زیست توده پروتئین تک سلولی (SCP) با روش توصیف شده توسط Singh و همکاران انجام شد (۲۸). آنالیز اسیدهای آمینه SCP از طریق ارسال نمونه ای از پروتئین تک سلولی به دست آمده از کشت میکروارگانیسم ها به شرکت آلمانی Evonik انجام شد. ترکیب شیمیایی و اجزاء تشکیل دهنده جیره های آزمایشی و نیز ترکیب و آنالیز اسیدهای آمینه موجود در پروتئین تک سلولی، به ترتیب در جداول ۱ و ۲ نشان داده شده است. جهت بررسی اثر

تیمارهای آزمایشی بر وزن نسبی اندام های داخلی (کبد، پانکراس، صفرا، طحال و قلب) و اندام های تولیدمثلی (اویدکت و تخمدان) در پایان دوره آزمایشی، تعداد ۲ پرنده از هر تکرار به طور تصادفی کشتار و سپس وزن نسبی این اندام ها بر اساس نسبتی از وزن زنده پرندگان برآورد شد. از پرندگان کشتار شده، پس از جدا نمودن تخمدان، تعداد فولیکول های تخمدان براساس میلی متر و در سه دسته ۲ تا ۵ (فولیکول های سفید بزرگ تخمدان)، ۵ تا ۱۰ (فولیکول های زرد کوچک تخمدان) و بیش تر از ۱۰ میلی متر (فولیکول های زرد بزرگ تخمدان) شمارش شدند. از هر تکرار، مقداری مدفوع جمع آوری شد و یک گرم از آن با مقدار ۹ میلی لیتر آب مقطر رقیق شده (برای اندازه گیری pH مدفوع) و پس از آن توسط شیکر به حالت همگن در آمد. برای اندازه گیری pH روده، مقدار یک گرم از محتویات ابتدای ایلئوم (از پرندگان کشتار شده) با ۹ میلی لیتر آب مقطر رقیق و به حالت همگن در آمد. پس از آن با استفاده از pH متر pH مدفوع و روده تعیین شد. داده های به دست آمده توسط رویه GLM نرم افزار آماری SAS آنالیز آماری گردید. مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن انجام شد و معنی دار بودن در سطح احتمال ۵ درصد بررسی شد. مدل ریاضی طرح به شکل زیر می باشد:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + e_{ijk}$$

که  $Y_{ijk}$ : هر یک از مشاهدات،  $\mu$ : میانگین مشاهدات،  $\alpha_i$ : اثر آمین سطح پروتئین،  $\beta_j$ : اثر آمین سطح پروبیوتیک،  $(\alpha\beta)_{ij}$ : اثر متقابل سطوح پروتئین در سطوح پروبیوتیک،  $e_{ijk}$ : اثر تصادفی خطای آزمایشی

**جدول ۱: آنالیز غذایی پروتئین تک سلولی (SCP) مورد استفاده در آزمایش (بر اساس درصدی از وزن تازه)**

|      |                                                    |
|------|----------------------------------------------------|
| ۲۶۷۵ | انرژی قابل متابولیسم (کیلوکالری/ کیلوگرم ماده خشک) |
| ۸۸/۶ | ماده خشک                                           |
| ۴۴/۵ | پروتئین خام (%)                                    |
| ۴/۳  | چربی                                               |
| ۲/۰۷ | کلسیم                                              |
| ۱/۰۲ | فسفر قابل دسترس                                    |
| ۱۰۰  | کل نیتروژن فرار (میلی گرم در ۱۰۰)                  |
| ۳/۶۰ | لازین (درصد اسید آمینه در پروتئین خام)             |
| ۱/۶۸ | متیونین (درصد اسید آمینه در پروتئین خام)           |
| ۰/۹۲ | سیستین (درصد اسید آمینه در پروتئین خام)            |
| ۲/۶۰ | متونین+سیستین (درصد اسید آمینه در پروتئین خام)     |
| ۴/۳۵ | تریونین (درصد اسید آمینه در پروتئین خام)           |
| ۳/۸۶ | آرژنین (درصد اسید آمینه در پروتئین خام)            |
| ۳/۶۴ | ایزولوسین (درصد اسید آمینه در پروتئین خام)         |
| ۵/۱۸ | والین (درصد اسید آمینه در پروتئین خام)             |

جدول ۲: جدول ترکیب جیره‌های آزمایشی (درصد)

| سطح جایگزینی پروتئین تک سلولی با کنجاله سویا |           |         |                                             |
|----------------------------------------------|-----------|---------|---------------------------------------------|
| صفر                                          | ۷/۵۰ درصد | ۱۵ درصد |                                             |
| ۵۸/۶                                         | ۵۶/۶      | ۵۴/۰    | دانه ذرت آسیاب شده                          |
| ۲۵/۰                                         | ۱۷/۵      | ۱۰/۰    | کنجاله سویا (۴۴ درصد پروتئین)               |
| ۳/۰۰                                         | ۳/۷۴      | ۳/۶۲    | روغن آفتابگردان                             |
| ۰/۰۰                                         | ۷/۵۰      | ۱۵/۰    | پروتئین تک سلولی                            |
| ۰/۵۰                                         | ۱/۸۷      | ۳/۶۳    | سیوس گندم                                   |
| ۰/۲۲                                         | ۰/۲۱      | ۰/۲۱    | نمک                                         |
| ۱/۹۱                                         | ۱/۷۷      | ۱/۶۳    | دی کلسیم فسفات                              |
| ۹/۷۶                                         | ۹/۵۹      | ۹/۴۳    | کربنات کلسیم                                |
| ۰/۰۲                                         | ۰/۱۶      | ۰/۳۰    | ال-لایزین                                   |
| ۰/۲۱                                         | ۱/۲۴      | ۰/۲۷    | دی‌ال متیونین                               |
| ۰/۰۲                                         | ۰/۰۵      | ۰/۰۷    | دی‌ال-تریونین                               |
| ۰/۳۰                                         | ۰/۳۰      | ۰/۳۰    | بی‌کربنات                                   |
| ۰/۵۰                                         | ۰/۵۰      | ۰/۵۰    | مکمل معدنی و ویتامینی <sup>۱</sup>          |
| انرژی ترکیب مواد مغذی جیره                   |           |         |                                             |
| ۲۸۰۰                                         | ۲۸۰۰      | ۲۸۰۰    | انرژی قابل متابولیسم (کیلوکالری بر کیلوگرم) |
| ۱۵/۳                                         | ۱۵/۳      | ۱۵/۳    | پروتئین خام (درصدی از ماده خشک)             |
| ۵/۴۶                                         | ۶/۳۹      | ۷/۴۵    | چربی خام (درصد)                             |
| ۰/۸۲                                         | ۰/۸۲      | ۰/۸۲    | ال‌لایزین (%)                               |
| ۷/۰۰                                         | ۶/۴۰      | ۵/۹۰    | دی‌ال-متیونین (%)                           |
| ۳/۱۰                                         | ۳/۱۲      | ۳/۱۹    | فیبر خام (%)                                |
| ۴/۲۰                                         | ۴/۲۰      | ۴/۲۰    | کلسیم (%)                                   |
| ۰/۴۸                                         | ۰/۴۸      | ۰/۴۸    | فسفر (%)                                    |

<sup>۱</sup>در هر کیلوگرم جیره مکمل ویتامینی و معدنی حاوی ۷۰۴۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۲۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D<sub>3</sub>، ۱/۷۶ میلی‌گرم ویتامین K<sub>3</sub>، ۱/۲ میلی‌گرم ویتامین B<sub>1</sub>، ۳/۲ میلی‌گرم ویتامین B<sub>2</sub>، ۶/۴ میلی‌گرم ویتامین B<sub>5</sub> (پنتوتنات کلسیم)، ۲۸ میلی‌گرم ویتامین B<sub>3</sub> (نیاسین)، ۱/۹۷ میلی‌گرم ویتامین B<sub>6</sub>، ۰/۳۸ میلی‌گرم ویتامین B<sub>9</sub> (فولیک اسید)، ۰/۰۰۸ میلی‌گرم ویتامین B<sub>12</sub>، ۰/۱۲ میلی‌گرم ویتامین B<sub>7</sub> (بیوتین) و ۳۲۰ میلی‌گرم کولین کلراید می‌باشد و هر کیلوگرم مکمل معدنی اضافه شده به جیره حاوی مقادیر ۶۰ میلی‌گرم منگنز، ۶۰ میلی‌گرم آهن، ۴/۸ میلی‌گرم مس و ۰/۶۹ میلی‌گرم ید می‌باشد.

## نتایج

تأثیر سطوح مختلف جایگزینی کنجاله سویا با پروتئین تک سلولی همراه با سطوح مختلف پروبیوتیک بر وزن نسبی برخی از اندام‌های داخلی بدن طیور در جدول ۳ نشان داده شده است. جایگزین کردن کنجاله سویا با پروتئین تک سلولی، تأثیر معنی‌داری بر وزن نسبی اندام‌های داخلی نداشت ( $P > 0.05$ ). وزن کبد طیور تغذیه شده با ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم پروبیوتیک، تمایل به کاهش

معنی‌دار نشان داد ( $P = 0.07$ ). در سطوح بالاتر پروبیوتیک، یک افزایش وزن نسبی برای کیسه صفرا ( $P = 0.05$ )، طحال ( $P < 0.05$ ) و یک تمایل به معنی‌داری برای وزن پانکراس ( $P = 0.08$ ) مشاهده شد. وزن نسبی قلب تحت تأثیر سطوح مختلف پروبیوتیک قرار نگرفت ( $P > 0.05$ ). اثر متقابل سطوح مختلف پروتئین تک سلولی و پروبیوتیک بر وزن نسبی این اندام‌ها تفاوت معنی‌داری را نشان نداد ( $P > 0.05$ ).

جدول ۳: اثر سطوح مختلف جایگزینی کنجاله سویا با پروتئین تک‌سلولی و پروبیوتیک بر وزن نسبی اندام‌های داخلی مرغ‌های تخم‌گذار

| منابع تغییرات                          | قلب   | طحال               | کبد   | کیسه صفرا           | پانکراس |
|----------------------------------------|-------|--------------------|-------|---------------------|---------|
| سطوح جایگزینی پروتئین                  |       |                    |       |                     |         |
| صفر                                    | ۰/۵۴  | ۰/۱۰               | ۲/۴۵  | ۰/۰۷۱               | ۰/۲۲    |
| ۳۰                                     | ۰/۵۴  | ۰/۱۱               | ۲/۵۵  | ۰/۰۶۸               | ۰/۲۱    |
| ۶۰                                     | ۰/۵۴  | ۰/۱۲۰              | ۲/۵۰  | ۰/۰۶۶               | ۰/۲۳    |
| SEM                                    | ۰/۰۰۷ | ۰/۰۰۸              | ۰/۰۷۸ | ۰/۰۰۵               | ۰/۰۰۸   |
| سطح معنی‌داری                          | ۰/۶۱  | ۰/۱۶               | ۰/۵۸  | ۰/۱۶                | ۰/۱۶    |
| سطوح پروبیوتیک                         |       |                    |       |                     |         |
| صفر                                    | ۰/۵۴  | ۰/۰۹۸ <sup>b</sup> | ۲/۶۳  | ۰/۰۶۵ <sup>b</sup>  | ۰/۲۱    |
| ۵۰ میلی گرم/کیلوگرم ماده خشک           | ۰/۵۴  | ۰/۱۱ <sup>ab</sup> | ۲/۴۳  | ۰/۰۶۹ <sup>ab</sup> | ۰/۲۳    |
| ۱۰۰ میلی گرم/کیلوگرم ماده خشک          | ۰/۵۴  | ۰/۱۳ <sup>a</sup>  | ۲/۴۴  | ۰/۰۷۱ <sup>a</sup>  | ۰/۲۳    |
| SEM                                    | ۰/۰۰۴ | ۰/۰۰۶              | ۰/۰۶۷ | ۰/۰۰۱               | ۰/۰۰۸   |
| سطح معنی‌داری                          | ۰/۳۶  | ۰/۰۴۲              | ۰/۰۷  | ۰/۰۵                | ۰/۰۸    |
| سطوح جایگزینی پروتئین × سطوح پروبیوتیک |       |                    |       |                     |         |
| صفر                                    | ۰/۵۳  | ۰/۰۹۵              | ۲/۷۳  | ۰/۰۶۴               | ۰/۱۹    |
| صفر                                    | ۰/۵۴  | ۰/۰۹۸              | ۲/۳۳  | ۰/۰۷۳               | ۰/۲۱    |
| صفر                                    | ۰/۵۴  | ۰/۱۲               | ۲/۳۰  | ۰/۰۷۸               | ۰/۲۶    |
| ۳۰                                     | ۰/۵۳  | ۰/۰۹۷              | ۲/۶۷  | ۰/۰۶۲               | ۰/۲۰    |
| ۳۰                                     | ۰/۵۵  | ۰/۱۱               | ۲/۴۷  | ۰/۰۷۰               | ۰/۲۳    |
| ۳۰                                     | ۰/۵۳  | ۰/۱۱               | ۲/۵۱  | ۰/۰۷۲               | ۰/۲۱    |
| ۶۰                                     | ۰/۵۵  | ۰/۱۰               | ۲/۵۰  | ۰/۰۷۰               | ۰/۲۳    |
| ۶۰                                     | ۰/۵۴  | ۰/۱۴               | ۲/۴۸  | ۰/۰۶۴               | ۰/۲۴    |
| ۶۰                                     | ۰/۵۴  | ۰/۱۲               | ۲/۵۲  | ۰/۰۶۴               | ۰/۲۳    |
| SEM <sup>۱</sup>                       | ۰/۰۰۸ | ۰/۰۱۰              | ۰/۱۲  | ۰/۰۰۳               | ۰/۰۱۵   |
| سطح معنی‌داری                          | ۰/۱۹  | ۰/۲۸               | ۰/۳۸  | ۰/۰۵۵               | ۰/۰۹    |

میانگین‌های دارای حروف متفاوت در هر ستون، از لحاظ آماری دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ( $P < 0.05$ ). SEM: standard error of the mean (حد اقل اختلاف معنی‌دار).

تأثیر سطوح مختلف جایگزینی کنجاله سویا با پروتئین تک‌سلولی و هم‌چنین سطوح مختلف پروبیوتیک بر وزن تخمدان و تعداد فولیکول‌های تخمدانی در جدول ۴ نشان داده شده است. اثرات اصلی افزودن سطوح مختلف پروتئین تک‌سلولی و پروبیوتیک به جیره مرغان تخم‌گذار و نیز اثرات متقابل آن‌ها بر وزن نسبی اندام‌های تولیدمثلی (وزن اویدوکت و تخمدان) معنی‌دار نداشت ( $P > 0.05$ ). هم‌چنین تفاوت آماری معنی‌داری در تعداد فولیکول‌های تخمدان ۲ تا ۵ (فولیکول‌های سفید بزرگ تخمدان)، ۵ تا ۱۰ (فولیکول‌های زرد کوچک تخمدان) و بیش‌تر از ۱۰ میلی‌متر (فولیکول‌های زرد بزرگ تخمدان) با جایگزینی پروتئین تک‌سلولی و افزودن پروبیوتیک به جیره مشاهده نشد ( $P > 0.05$ ). تأثیر سطوح مختلف جایگزینی

کنجاله سویا با پروتئین تک‌سلولی همراه با سطوح مختلف پروبیوتیک بر pH مدفوع و محتویات روده در جدول ۵ نشان داده شده است. جایگزین کردن سطوح کنجاله سویا با پروتئین تک‌سلولی، تأثیر معنی‌داری بر pH مدفوع نداشت ( $P > 0.05$ )، اما استفاده از هر دو سطح جایگزینی (۳۰ و ۶۰ درصد)، به‌طور معنی‌داری باعث کاهش pH محتویات ایلئوم شد ( $P < 0.001$ ). با افزودن پروبیوتیک به جیره طیور، pH محتویات ایلئوم به‌طور معنی‌داری کاهش یافته ( $P = 0.02$ ) و pH مدفوع نیز از نظر عددی تمایل به کاهش نشان داد ( $P = 0.08$ ). در نتیجه پایش اثرات متقابل سطوح مختلف پروتئین تک‌سلولی و پروبیوتیک، تأثیر معنی‌داری بر pH مدفوع و محتویات روده باریک مشاهده نشد.

جدول ۴: اثر سطوح مختلف جایگزینی کنجاله سویا با پروتئین تک سلولی و پروبیوتیک بر وزن نسبی اندام‌های تولیدمثلی و تعداد فولیکول‌های مرغان تخم‌گذار

| منابع تغییرات                          |      | وزن تخمدان       |      | اویداکت          |      | منابع تغییرات                 |      |
|----------------------------------------|------|------------------|------|------------------|------|-------------------------------|------|
| سطوح جایگزینی پروتئین                  |      | LWF <sup>۱</sup> |      | SYF <sup>۲</sup> |      | LYF <sup>۱</sup>              |      |
| صفر                                    | ۳/۱۲ | ۰/۵۶             | ۳۵/۲ | ۱۲/۱۶            | ۵/۰۰ | صفر                           | ۳/۱۲ |
| ۳۰                                     | ۳/۷۲ | ۰/۵۴             | ۳۵/۲ | ۱۳/۷۵            | ۵/۵۰ | ۳۰                            | ۳/۷۲ |
| ۶۰                                     | ۳/۴۹ | ۰/۵۵             | ۳۴/۷ | ۱۱/۶۶            | ۴/۶۵ | ۶۰                            | ۳/۴۹ |
| SEM                                    | ۰/۲۸ | ۰/۰۰۷            | ۰/۳۶ | ۰/۴۰             | ۰/۲۳ | SEM                           | ۰/۲۸ |
| سطح معنی‌داری                          | ۰/۱۷ | ۰/۲۰             | ۰/۵۸ | ۰/۵۰             | ۰/۲۸ | سطح معنی‌داری                 | ۰/۱۷ |
| سطوح پروبیوتیک                         |      |                  |      |                  |      |                               |      |
| صفر                                    | ۳/۵۷ | ۰/۵۶             | ۳۵/۵ | ۱۲/۸             | ۴/۹۳ | صفر                           | ۳/۵۷ |
| ۵۰ میلی گرم/کیلوگرم ماده خشک           | ۳/۵۶ | ۰/۵۵             | ۳۴/۸ | ۱۳/۳             | ۵/۰۸ | ۵۰ میلی گرم/کیلوگرم ماده خشک  | ۳/۵۶ |
| ۱۰۰ میلی گرم/کیلوگرم ماده خشک          | ۳/۲۰ | ۰/۵۴             | ۳۴/۷ | ۱۲/۴             | ۵/۴۳ | ۱۰۰ میلی گرم/کیلوگرم ماده خشک | ۳/۲۰ |
| SEM                                    | ۰/۲۲ | ۰/۰۰۵            | ۰/۳۲ | ۰/۳۷             | ۰/۲۲ | SEM                           | ۰/۲۲ |
| سطح معنی‌داری                          | ۰/۴۲ | ۰/۲۸             | ۰/۲۱ | ۰/۶۰             | ۰/۶۴ | سطح معنی‌داری                 | ۰/۴۲ |
| سطوح جایگزینی پروتئین × سطوح پروبیوتیک |      |                  |      |                  |      |                               |      |
| صفر                                    | ۳/۳۳ | ۰/۵۶             | ۳۵/۰ | ۱۱/۷             | ۴/۷۵ | صفر                           | ۳/۳۳ |
| ۵۰                                     | ۳/۶۷ | ۰/۵۵             | ۳۵/۲ | ۱۲/۲             | ۵/۲۵ | ۵۰                            | ۳/۶۷ |
| ۱۰۰                                    | ۲/۳۶ | ۰/۵۷             | ۳۵/۲ | ۱۲/۵             | ۵/۰۰ | ۱۰۰                           | ۲/۳۶ |
| صفر                                    | ۴/۰۵ | ۰/۵۵             | ۳۶/۵ | ۱۳/۲             | ۵/۵۰ | صفر                           | ۴/۰۵ |
| ۵۰                                     | ۳/۶۶ | ۰/۵۵             | ۳۴/۷ | ۱۲/۵             | ۵/۰۰ | ۵۰                            | ۳/۶۶ |
| ۱۰۰                                    | ۳/۴۶ | ۰/۵۳             | ۳۴/۲ | ۱۲/۵             | ۶/۰۰ | ۱۰۰                           | ۳/۴۶ |
| صفر                                    | ۳/۳۴ | ۰/۵۶             | ۳۵/۰ | ۱۳/۵             | ۵/۷۵ | صفر                           | ۳/۳۴ |
| ۵۰                                     | ۳/۳۶ | ۰/۵۴             | ۳۴/۵ | ۱۲/۲             | ۵/۰۰ | ۵۰                            | ۳/۳۶ |
| ۱۰۰                                    | ۳/۷۸ | ۰/۵۴             | ۳۴/۷ | ۱۲/۲             | ۵/۰۰ | ۱۰۰                           | ۳/۷۸ |
| SEM                                    | ۰/۳۹ | ۰/۰۰۹            | ۰/۵۶ | ۰/۶۵             | ۰/۳۷ | SEM                           | ۰/۳۹ |
| سطح معنی‌داری                          | ۰/۲۰ | ۰/۲۳             | ۰/۲۰ | ۰/۵۶             | ۰/۲۱ | سطح معنی‌داری                 | ۰/۲۰ |

<sup>۱</sup> تا ۵ میلی‌متر (فولیکول‌های سفید بزرگ تخمدان)، <sup>۲</sup> ۵ تا ۱۰ میلی‌متر (فولیکول‌های زرد کوچک تخمدان) و آبی‌تر از ۱۰ میلی‌متر (فولیکول‌های زرد بزرگ تخمدان). میانگین‌های دارای حروف متفاوت در هر ستون، از لحاظ آماری دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ( $P < 0.05$ ). SEM<sup>۱</sup>: standard error of the mean (حداقل اختلاف معنی‌دار)

جدول ۵: اثر سطوح مختلف جایگزینی کنجاله سویا با پروتئین تک سلولی و پروبیوتیک بر pH مدفوع و محتویات روده مرغ‌های تخم‌گذار

| منابع تغییرات                          |       | pH مدفوع           |                               | pH روده            |                    | منابع تغییرات                 |                    |
|----------------------------------------|-------|--------------------|-------------------------------|--------------------|--------------------|-------------------------------|--------------------|
| سطوح جایگزینی پروتئین                  |       | pH مدفوع           |                               | pH روده            |                    | سطوح جایگزینی پروتئین         |                    |
| صفر                                    | ۷/۲۶  | ۶/۷۷ <sup>a</sup>  | صفر                           | ۶/۷۷ <sup>a</sup>  | ۶/۷۷ <sup>a</sup>  | صفر                           | ۶/۷۷ <sup>a</sup>  |
| ۳۰                                     | ۶/۶۷  | ۶/۴۴ <sup>b</sup>  | ۳۰                            | ۶/۴۴ <sup>b</sup>  | ۶/۴۴ <sup>b</sup>  | ۳۰                            | ۶/۴۴ <sup>b</sup>  |
| ۶۰                                     | ۶/۴۹  | ۶/۰۷ <sup>c</sup>  | ۶۰                            | ۶/۰۷ <sup>c</sup>  | ۶/۰۷ <sup>c</sup>  | ۶۰                            | ۶/۰۷ <sup>c</sup>  |
| SEM                                    | ۰/۲۸۵ | ۰/۰۹۵              | SEM                           | ۰/۰۹۵              | ۰/۰۹۵              | SEM                           | ۰/۰۹۵              |
| سطح معنی‌داری                          | ۰/۱۱  | <۰/۰۰۰۱            | سطح معنی‌داری                 | <۰/۰۰۰۱            | <۰/۰۰۰۱            | سطح معنی‌داری                 | <۰/۰۰۰۱            |
| سطوح پروبیوتیک                         |       |                    |                               |                    |                    |                               |                    |
| صفر                                    | ۷/۳۱  | ۶/۶۰ <sup>a</sup>  | صفر                           | ۶/۶۰ <sup>a</sup>  | ۶/۶۰ <sup>a</sup>  | صفر                           | ۶/۶۰ <sup>a</sup>  |
| ۵۰ میلی گرم/کیلوگرم ماده خشک           | ۶/۵۷  | ۶/۴۲ <sup>ab</sup> | ۵۰ میلی گرم/کیلوگرم ماده خشک  | ۶/۴۲ <sup>ab</sup> | ۶/۴۲ <sup>ab</sup> | ۵۰ میلی گرم/کیلوگرم ماده خشک  | ۶/۴۲ <sup>ab</sup> |
| ۱۰۰ میلی گرم/کیلوگرم ماده خشک          | ۶/۵۴  | ۶/۲۱ <sup>b</sup>  | ۱۰۰ میلی گرم/کیلوگرم ماده خشک | ۶/۲۱ <sup>b</sup>  | ۶/۲۱ <sup>b</sup>  | ۱۰۰ میلی گرم/کیلوگرم ماده خشک | ۶/۲۱ <sup>b</sup>  |
| SEM                                    | ۰/۲۶۰ | ۰/۰۹۵              | SEM                           | ۰/۰۹۵              | ۰/۰۹۵              | SEM                           | ۰/۰۹۵              |
| سطح معنی‌داری                          | ۰/۰۸  | ۰/۰۲۴              | سطح معنی‌داری                 | ۰/۰۲۴              | ۰/۰۲۴              | سطح معنی‌داری                 | ۰/۰۲۴              |
| سطوح جایگزینی پروتئین × سطوح پروبیوتیک |       |                    |                               |                    |                    |                               |                    |
| صفر                                    | ۷/۵۳  | ۶/۷۷               | صفر                           | ۶/۷۷               | ۶/۷۷               | صفر                           | ۶/۷۷               |
| ۵۰                                     | ۷/۲۲  | ۶/۸۷               | ۵۰                            | ۶/۸۷               | ۶/۸۷               | ۵۰                            | ۶/۸۷               |
| ۱۰۰                                    | ۷/۰۲  | ۶/۶۷               | ۱۰۰                           | ۶/۶۷               | ۶/۶۷               | ۱۰۰                           | ۶/۶۷               |
| صفر                                    | ۷/۲۰  | ۶/۸۰               | صفر                           | ۶/۸۰               | ۶/۸۰               | صفر                           | ۶/۸۰               |
| ۵۰                                     | ۶/۱۹  | ۶/۳۹               | ۵۰                            | ۶/۳۹               | ۶/۳۹               | ۵۰                            | ۶/۳۹               |
| ۱۰۰                                    | ۶/۶۳  | ۶/۱۳               | ۱۰۰                           | ۶/۱۳               | ۶/۱۳               | ۱۰۰                           | ۶/۱۳               |
| صفر                                    | ۷/۱۹  | ۶/۳۵               | صفر                           | ۶/۳۵               | ۶/۳۵               | صفر                           | ۶/۳۵               |
| ۵۰                                     | ۶/۳۰  | ۶/۰۱               | ۵۰                            | ۶/۰۱               | ۶/۰۱               | ۵۰                            | ۶/۰۱               |
| ۱۰۰                                    | ۵/۹۸  | ۵/۸۴               | ۱۰۰                           | ۵/۸۴               | ۵/۸۴               | ۱۰۰                           | ۵/۸۴               |
| SEM                                    | ۰/۴۵۰ | ۰/۱۶۴              | SEM                           | ۰/۱۶۴              | ۰/۱۶۴              | SEM                           | ۰/۱۶۴              |
| سطح معنی‌داری                          | ۰/۸۲  | ۰/۴۰               | سطح معنی‌داری                 | ۰/۴۰               | ۰/۴۰               | سطح معنی‌داری                 | ۰/۴۰               |

میانگین‌های دارای حروف متفاوت در هر ستون، از لحاظ آماری دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ( $P < 0.05$ ). SEM: standard error of the mean (حداقل اختلاف معنی‌دار)

## بحث

پروبیوتیک‌ها در جیره طیور، می‌تواند باعث کاهش میزان آمونیاک و کاهش pH بستر شود (۷). هم‌سو با نتایج در حال انتشار این پژوهش، پروبیوتیک‌ها از طرق مختلف، از جمله کاهش pH دستگاه گوارش و تغییر جمعیت میکروبی روده (افزایش جمعیت میکروارگانیسم‌های مفید)، می‌توانند باعث بهبود قابلیت هضم و جذب مواد مغذی موجود در جیره شوند (۱۹). یافته‌های این آزمایش در مورد کاهش pH، با نتایج حاصل از تحقیقات Azadegan Mehr و همکاران (۹) و Tellez و همکاران (۳۰) نیز هم‌خوانی دارد.

## منابع

1. Abd El-Hack, M.E., Mahgoub, S.A., Alagawany, M. and Ashour, E.A., 2017. Improving productive performance and mitigating harmful emissions from laying hen excreta via feeding on graded levels of corn DDGS with or without *Bacillus subtilis* probiotic. *J Anim Physiol Anim Nutr.* 101: 904-913.
2. Adedayo, M.R., Ajiboye, E.A., AkintundeK, J.K. and Odaibo A., 2011. Single-cell proteins: As nutritional enhancer. *J adv appl sci.* 2: 396-409.
3. Adil, Sh., Banday, T., Bhat, G.A., Salahuddin, M., Raqubi, M. and Shanaz, S., 2011. Response of broilers chicken to dietary supplementation of organic acids. *J Cent Eur Agric.* 12: 489-508.
4. Ahmed, S.T., Islam, M.M., Mun, H.S., Sim, H.J., Kim, Y.J. and Yang, C.J., 2014. Effects of *Bacillus amylo liquefaciens* as a probiotic strain on growth performance, cecal microflora, and fecal noxious gas emissions of broiler chickens. *Poult Sci J.* 93(8): 1963-1971.
5. Alizadeh, M., Shariatmadari, F. and Karimi, M.A., 2019. The use of medicinal plants, probiotics, prebiotics, and antibiotics on the performance and immune system of broiler chickens. *J Vet Meth.* 87: 10-17. (In Persian)
6. Alkhalif, A., Alhaj, M. and Al-Homidan, I., 2010. Influence of probiotic supplementation on immune response of broiler chicks. *Egypt Poult Sci.* 30: 271-280.
7. Anatoly, B., 2001. Probiotics: determinants of survival and growth in the gut. *J Clin Nutr.* 73: 399-405.
8. Anupama, M. and Ravindra, P., 2000. Value-added food: Single cell protein. *Biotechnol adv.* 18: 459-479.
9. Azadegan Mehr, M., Shams Sharq, M., Dastar, B. and Hosni, S., 1387. The effect of different levels of protein and probiotics on production traits and some blood factors of broiler chickens. *J Agric Nat Resour.* 15: 25-36. (In Persian)
10. Chand, N., Ihsanuddin, K. and Khan, R.U., 2014. Replacement of Soybean Meal with Yeast Single Cell Protein in BroilerRation: The Effect on Performance Traits. *Pak J Zool.* 46(6): 1753-1758.
11. Chee, J.Y., Lakshmanan, M., Jeepery, I.F., Hairudin, N.H.M. and Sudesh, K., 2019. The potential application of *Cupriavidus necator* as polyhydroxyalkanoates producer and single cell protein: A review on scientific, cultural and religious perspectives. *Appl Food Biotechnol.* 6: 19-34.
12. Fuller, R., 2001. The chicken gut microflora and probiotic supplements. *Poult Sci.* 38: 189-196.
13. Ghasemi, R., Sedghi, M. and Mahdavi, A.H., 2020. Evaluation of Probiotic, Prebiotic, and Synbiotic on

نتایج به‌دست آمده در این آزمایش در مورد استفاده از پروبیوتیک با مشاهدات Fuller و همکاران (۱۲) هم‌خوانی دارد. افزایش وزن نسبی پانکراس و صفرا می‌تواند به دلیل تحریک گوارش در نتیجه جایگزینی پروتئین تک‌سلولی، افزایش ترشح صفرا برای گوارش بهتر چربی‌ها و فعالیت بهتر پانکراس برای هضم پروتئین‌ها باشد. نتایج این آزمایش با نتایج آزمایشات Adil و همکاران مبنی بر عدم تأثیر مواد کاهش‌دهنده pH دستگاه گوارش بر وزن نسبی اندام‌های داخلی (۳) نیز هم‌خوانی دارد. تفاوت معنی‌داری در بین تیمارهای آزمایشی برای وزن طحال مشاهده نشد ( $P < 0.05$ ، جدول ۳)، که مطابق با یافته‌های Tan و Teo، بود که گزارش دادند مکمل‌های غذایی و محرک‌های رشد باعث افزایش وزن نسبی طحال نمی‌شوند (۳۱). در مقابل، در برخی از مطالعات، بهبود در وزن نسبی طحال در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره‌های حاوی پروبیوتیک در مقایسه با گروه شاهد گزارش شده است (۶). عدم تأثیر جیره‌های غذایی بر وزن نسبی طحال ممکن است به دلیل تأخیر در پاسخ طحال به‌عنوان یک اندام لنفاوی ثانویه نسبت داده شود، زیرا عملکرد مناسب آن با افزایش سن در پرندگان توسعه می‌یابد (۶). اما در برخی گزارش‌های، افزودن پروبیوتیک‌ها به جیره، سبب افزایش وزن طحال و بورس فابرسیوس شده است (۱۳). هرچند در در مقابل، Alizadeh و همکاران، نشان دادند که وزن نسبی بورس و طحال تحت تأثیر افزودن پروبیوتیک و گیاهان دارویی در جیره قرار نمی‌گیرد (۵). افزایش وزن نسبی تیموس و طحال در جوجه‌های گوشتی مکمل شده با محرک‌های رشد، احتمالاً مربوط به تأثیر باکتری‌های پروبیوتیک بر فعالیت سیستم ایمنی بدن باشد که منجر به افزایش تولید لنفوسیت‌های T می‌شود (۱۹). گزارش Shahir و همکاران، نشان داد که استفاده از پروبیوتیک در جیره مرغ‌ان تخم‌گذار، تأثیری بر تعداد فولیکول‌های تخمدانی و به تبع آن درصد تولید تخم ندارد (۲۷). اما، Mazanko و همکاران، گزارش کردند که افزودن پروبیوتیک باسیلوس به جیره جوجه خروس‌ها و مرغ‌ان تخم‌گذار می‌تواند باعث بهبود صفات باروری آن‌ها شده، بدون این‌که تأثیر معنی‌داری بر درصد تولید تخم داشته باشد (۱۹). از آنجایی که pH پروتئین مصرفی (پروتئین تک‌سلولی) در محدوده ۶ می‌باشد، لذا کاهش pH محتویات روده در نتیجه استفاده از آن منطقی به‌نظر می‌رسد. از طرفی داده‌های در حال انتشار این پژوهش نشان می‌دهد که افزودن پروتئین تک‌سلولی به جیره طیور تخم‌گذار باعث تغییرات معنی‌دار در تعداد باکتری‌های اشریشیاکلی به‌دلیل کم شدن pH روده می‌شود. برخی از گزارش‌ها حاکی از آن است که استفاده از

27. **Shahir, M.H., Mohammadi, M., Ghazi, Sh., Afsarian, A. and Moradi, S., 2018.** The effect of probiotics and calcium butyrate on production performance, egg quality, blood parameters and immune responses of laying hens. *Vet Res.* 67: 323-313. (In Persian)
28. **Singh, J.K., Meshram, R.L. and Ramteke, D.S., 2011.** Production of Single cell protein and removal of 'COD' from dairy wastewater. *Eur J Exp Biol.* 1(3): 209-215
29. **Soomro, R.N., Abd El-Hack, M.E., Shah, S.S., Taha, A.E., Alagawany, M., Swelum, A.A., Hussein, E.O.S., Ba-Aawdh, H.A., Saadeldin, I., El-Edel, M.A. and Tufarelli, V., 2019.** Impact of restricting feed and probiotic supplementation on growth performance, mortality and carcass traits of meat-type quails. *Ani Sci J.* 90: 1388-1395.
30. **Tellez, G., Corrier, D.E., DeLoach, J.R., Jaeger, L. and Harris, B.M., 1993.** Effect of dietary lactose on cecal morphology, pH, organic acids, and salmonella enteritidis organ invasion in leghorn chicks. *Poult Sci.* 72: 636-642.
31. **Teo, A. and Tan, H.M., 2007.** Evaluation of the performance and intestinal gut microflora of broilers fed on corn-soy diets supplemented with *Bacillus subtilis* PB6 (CloSTAT). *J Appl Poult Res.* 16: 296-303. doi.org/10.1093/japr/16.3.296
32. **Xiang, Q., Wang, C., Zhang, H., Lai, W., Wei, H. and Peng, J., 2019.** Effects of different probiotics on laying performance, egg quality, oxidative status, and gut health in laying hens. *Animals.* 9: 1110.
33. **Zamanizadeh, A., Mirakzehi, M.T., Agah, M.J., Saleh, H. and Baranzehi, T., 2021.** A comparison of two probiotics *Aspergillus oryzae* and *Saccharomyces cerevisiae* on productive performance, egg quality, small intestinal morphology, and gene expression in laying Japanese quail. *Ital J Anim Sci.* 20(1): 232-242
34. **Zhang, Z. and Kim, I., 2013.** Effects of probiotic supplementation in different energy and nutrient density diets on performance, egg quality, excreta microflora, excreta noxious gas emission, and serum cholesterol concentrations in laying hens. *Poult Sci.* 91: 4781-4787.
14. **Hanning, I., Clement, A., Owens, C., Park, S., Pendleton, S., Scott, E., Almeida, G., Gil, F.G. and Ricke, S., 2012.** Assessment of production performance in two breeds of broilers fed prebiotics as feed additives. *Poult Sci.* 91: 3295-3299.
15. **Hellwing, A.L.F., Tauson, A.H. and Skrede, A., 2006.** Effect of bacterial protein meal on protein and energy metabolism in growing chickens. *Arch Anim Nutr.* 60: 365-381.
16. **Jones, S.W., Karpol, A., Friedman, S., Maru, B.T. and Tracy, B.P., 2020.** Recent advances in single cell protein use as a feed ingredient in aquaculture. *Curr Opin Biotechnol.* 61: 189-197
17. **Kazemi, S.A., Ahmadi, H. and Karimi Torshizi, M.A., 2019.** Valuating two multistrain probiotics on growth performance, intestinal morphology, lipid oxidation and ileal microflora in chickens. *J Anim Physiol Anim Nutr.* 00: 1-9.
18. **Khan, S.H., Yousaf, B., Mian, A.A., Rehman, A. and Farooq, M.S., 2011.** Assessing the effect of administering different probiotics in drinking water supplements on broiler performance, blood biochemistry and immune response. *J Appl Anim Res.* 39(4): 418-428.
19. **Mazanko, M.S., Gorlov, I.F., Prazdnova, E.V., Makarenko, M.S., Usatov, A.V., Bren, A.B., Chistyakov, V.A., Tutelyan, A.V., Komarova, Z.B. and Mosolova, N.I., 2018.** *Bacillus* Probiotic Supplementations Improve Laying Performance, Egg Quality, Hatching of Laying Hens, and Sperm Quality of Roosters. *Probiotics Antimicrobe. Proteins.* 10: 367-373.
20. **Moradi, M.Kh., Saleh, H. and Mirkazehi, M.T., 1400.** The effect of hydroalcoholic extract of *Sohrmard* (*Boerhavia elegans*) and vitamin E on the performance and antioxidant status of broiler chickens in diets containing oxidized oil. *J Anim Environ.* 13(3): 95-104. (In Persian)
21. **Murphy, A.C., Hinton, A. and Buhr, R.J., 2006.** Effect of botanical probiotic containing lactobacilli on growth performance and populations of bacteria in the ceca, cloaca, and carcass rinse of broiler chickens. *Poult Sci.* 5: 344-350.
22. **Najib, H., Aleid, S.M., Al-Jasass, F.M. and Hamad, S.H., 2014.** Feeding value of single cell protein, produced from dates, for laying hens. *Indian j fundam appl life sci.* 4(1): 30-36.
23. **Nazarizadeh, H., Hosseini, S.M. and Pourreza J., 2020.** Evaluation of single cell protein replacement (pl 68) by soybean meal in broiler chickens. *Biosci Res.* 17(2): 1315-1322.
24. **Rehman, A., Arif, M., Sajjad, N., Al-Ghadi, M.Q., Alagawany, M., Abd El-Hack M.E., Alhimaidi, A. R., Elnesr. S.S., Almutairi, B.O., Amran, R.A., Hussein, E.O.S. and Swelum, A.A., 2020.** Dietary effect of probiotics and prebiotics on broiler performance, carcass, and immunity. *Poult Sci.* 99: 6946-6953.
25. **Sajjadi, N. and Vakili, R., 1401.** Effects of different levels of probiotics and physical form of feed on small intestine morphology and immune status in broiler chickens. *J Anim Environ.* 14(2): 130-123. (In Persian)
26. **Seifi, K., Karimi-Torshizi, M.A. and Deldar, H., 2018.** Probiotics intake from proximal or distal gastrointestinal tract: The investigation on intestinal morphology and performance of Japanese quail. *J Anim Physiol Anim Nutr.* 102(1): 509-512.