



Effect of different levels of autolyzed yeast on performance and egg quality traits in laying hens reared under high stocking density

Fatemeh Molaei¹ , Somayyeh Salari²

1. Department of Animal Science, Animal Science and Food Technology Faculty, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran. Email: fatemehmolaei2022@yahoo.com

2. Corresponding author, Department of Animal Science, Animal Science and Food Technology Faculty, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran. Email: S.Salari@asnrkh.ac.ir

Article Info	ABSTRACT
Article type: Research Article Article history: Received: 30 November 2022 Received: 25 January 2023 Accepted: 27 January 2023 Published online: 23 September 2023 Keywords: <i>autolyzed yeast,</i> <i>high stock density,</i> <i>laying hen,</i> <i>prebiotic,</i> <i>sheep red blood cell.</i>	High stocking density is known as a source of chronic stress, which has an adverse effect on the performance of laying hens. So, the aim of this study was to investigate the effect of different levels of autolyzed yeast on performance and egg quality traits of laying hens reared under high stocking density. This experiment was done using 2 levels of density (2 and 4 birds per cage with dimensions of 38×38 cm) and 4 levels of autolyzed yeast (0, 0.2, 0.4 and 0.6 percentage) with 192 laying hens Hy-line W-80 (35 weeks old) in a completely randomized design with factorial arrangement of 4×2 with 8 replicates. The results of the experiment showed that high stock density decreased the viability and reduced the feather score of birds, but autolyzed yeast increased the viability of birds in high stock density ($P \leq 0.05$). Dietary supplementation of autolyzed yeast was not affected feed intake ($P \geq 0.05$), but increased egg production and decreased feed conversion ratio ($P \leq 0.05$). The increase in egg weight showed a tendency to be significant ($P = 0.07$). Dietary supplementation of autolyzed yeast decreased pH of excreta in laying hens ($P \leq 0.05$). Also, autolyzed yeast increased the primary and secondary antibody titer against sheep red blood cell at the 43 and 44 weeks old ($P \leq 0.05$). The results of this experiment showed that the supplementation of autolyzed yeast to the diet improved performance and the humoral immune system of laying hens reared at high stock density.

Cite this article: Molaei, F., & Salari, S. (2023). Effect of different levels of autolyzed yeast on performance and egg quality traits in laying hens reared under high stocking density. *Iranian Journal of Animal Science*, 54 (3), 317-336. DOI: <http://doi.org/10.22059/IJAS.2023.351584.653920>



© The Author(s).

DOI: <http://doi.org/10.22059/IJAS.2023.351584.653920>

Publisher: The University of Tehran Press.

Extended Abstract

Introduction

The aim of use of additives in poultry industry is increasing productivity and/or reducing production costs. Because poultry feed costs for approximately 70% of the production cost, supplementation is optional. Yeast cell walls form prebiotic supplement rich in non-digestible carbohydrates, such as mannan-oligosaccharide and β -glucans, which can prevent pathogenic bacteria from adhering to the intestinal surface, allowing them to be excreted from the animal's body. Yeast cell wall supplementation has been used as a performance-enhancing alternative to antibiotics. This supplement is produced as a by-product of fermentation during ethanol production, in which *Saccharomyces cerevisiae* is the main species employed. So, the aim of this study was to investigate the effect of different levels of autolyzed yeast on performance and egg quality traits of laying hens (35 weeks old) reared under high stocking density.

Materials and methods

This experiment was done using 2 levels of density (2 and 4 birds per cage) and 4 levels of autolyzed yeast (0, 0.2, 0.4 and 0.6 percentage) with 192 laying hens (Hy-line W-80) in a completely randomized design with

factorial arrangement of 4×2 with 8 replicates. The first 2 wk (35 and 36 wk of age) was the adaptation period. The main trial period lasted for a total of 8 wk, from 37 to 44 wk of age. Feed residues were collected and weighted weekly to estimate the ADFI (g/hen/day). Moreover, eggs from each replicate were counted and weighted daily to calculate the egg production (g/kg), egg weight (g/hen/day), and egg mass (g/hen/day). The feed conversion ratio was calculated as follows: $FCR = \text{feed intake/egg mass}$ and these parameters were reported for the total period of the experiment. Every 28-d period (at the end of week 4 and week 8), egg quality parameters were measured. For analyzing egg quality, 2 eggs of each replicate were collected and haugh unit (HU), yolk color (YC), shell thickness (ST), and shell strength (SS) were measured.

Results

The results of the experiment showed that high stock density decreased the viability and reduced the feather score of birds, but autolyzed yeast increased the viability of birds in high stock density ($P<0.05$). Dietary supplementation of Autolyzed yeast was not affected feed intake ($P>0.05$), but increased egg production and decreased feed conversion ratio ($P<0.05$). The increase in egg weight showed a tendency to be significant ($P=0.07$). Adding autolyzed yeast to the diet, decreased pH of excreta in laying hens ($P<0.05$). Also, autolyzed yeast increased the antibody titer against sheep red blood cell ($P<0.05$). The increased in antibody titer in chickens fed with autolyzed yeast can be related to the beneficial effects of this supplement in maintaining the physiological balance of immune cells and thus creating a healthy environment for the immune system.

Conclusion

The results of this experiment showed that the supplementation of autolyzed yeast to the diet increased the survival rate, but could not affect the performance and egg quality parameters of laying hens reared at high stock density.

تأثیر سطوح مختلف مخمر اتولیز شده بر عملکرد و خصوصیات کیفی تخم مرغ مرغ های تخم گذار پرورش یافته در تراکم بالا

فاطمه مولائی^۱ | سمیه سالاری^۲ ✉

۱. گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملائانی، ایران. رایانامه: fatemehmolaei2022@yahoo.com
۲. نویسنده مسئول، گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملائانی، ایران. رایانامه: S.Salari@asnrukh.ac.ir

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله:	تراکم بالا به عنوان منبع تنش مزمن شناخته شده است که تأثیر نامطلوبی بر عملکرد طیور تخم گذار دارد، لذا هدف پژوهش حاضر، بررسی سطوح مختلف مخمر اتولیز شده بر عملکرد و خصوصیات کیفی تخم مرغ مرغ های تخم گذار پرورش یافته در تراکم بالا بود.
مقاله پژوهشی	در این آزمایش از دو سطح تراکم (۲ و ۴ پرند در هر قفس به ابعاد ۳۸×۳۸ سانتی متر) و چهار سطح مخمر (صفر، ۰/۲، ۰/۴ و ۰/۶ درصد جیره) با استفاده از ۱۹۲ قطعه مرغ تخم گذار ۳۵ هفته سوبه های-لین، به مدت ۱۰ هفته (دو هفته آدپتاسیون و ۸ هفته رکوردبرداری) در قالب طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل ۲×۴ استفاده شد.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۹/۰۹	نتایج آزمایش نشان داد تراکم بالا باعث کاهش زندهمانی و کاهش نمره اسکور پر پرندگان شد اما مخمر اتولیز شده زندهمانی پرندگان را در تراکم بالا افزایش داد ($P \leq 0.05$). با مصرف مخمر اتولیز شده، مصرف خوراک تحت تأثیر قرار نگرفت ($P \geq 0.05$) اما درصد تولید تخم مرغ نسبت به تیمار شاهد افزایش و ضریب تبدیل خوراک کاهش یافت ($P \leq 0.05$). افزایش وزن تخم مرغ با مصرف مخمر اتولیز شده تمایل به معنی داری را نشان داد ($P = 0.07$). pH فضولات تحت تأثیر مصرف مخمر اتولیز شده کاهش ($P \leq 0.05$) یافت. افزودن مخمر اتولیز شده به جیره عبار آنتی بادی اولیه و ثانویه علیه گلبول های قرمز گوسفندی را در سن ۴۳ و ۴۴ هفتهگی افزایش داد ($P \leq 0.05$). با مصرف مخمر اتولیز شده افزایش سودآوری نیز تمایل به معنی داری را نشان داد ($P = 0.06$). نتایج این پژوهش نشان داد که افزودن مخمر اتولیز شده به جیره مرغ های تخم گذار سبب بهبود عملکرد و تقویت سیستم ایمنی همورال و در تراکم بالا باعث افزایش درصد زندهمانی شد.
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۱۱/۰۵	
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۰۷	
تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۰۷/۰۱	
کلیدواژه ها:	پری بیوتیک، تراکم بالا، گلبول قرمز گوسفندی، مخمر اتولیز شده، مرغ تخم گذار.

استناد: مولائی، فاطمه؛ و سالاری، سمیه (۱۴۰۲). تأثیر سطوح مختلف مخمر اتولیز شده بر عملکرد و خصوصیات کیفی تخم مرغ مرغ های تخم گذار پرورش یافته در تراکم بالا.

DOI: <http://doi.org/10.22059/IJAS.2023.351584.653920>

نشریه علوم دامی ایران، ۵۴ (۳)، ۳۱۷-۳۳۶.



© نویسندگان.

DOI: <http://doi.org/10.22059/IJAS.2023.351584.653920>

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

مقدمه

در صنعت مرغداری مدرن، عوامل محیطی مختلفی می‌تواند منجر به تنش شود (Heckert et al., 2002). تنش زمانی اتفاق می‌افتد که حیوان تغییراتی را در محیط تجربه می‌کند که واکنش‌های بدن را با هدف برقراری مجدد شرایط هموستاتیک تحریک می‌کند (Mumma et al., 2006). تراکم بالا به دلیل تأثیر بر سلامت، عملکرد و رفاه پرند به عنوان یک عامل تنش‌زای مهم در پرورش پرندگان در نظر گرفته شده‌است (Houshmand et al., 2012). بسته به کشور و سیستم تولید، از تراکم‌های مختلف برای نگهداری پرندگان استفاده می‌شود (Buijs et al., 2009). تراکم را می‌توان تعداد پرند در واحد سطح یا کیلوگرم در واحد سطح تعریف کرد (Dozier et al., 2006). حداقل فضای مجاز باید به حیوان اجازه دهد تا رفتارها و حرکات متنوعی را انجام دهد و همچنین حالت‌های اولیه بدن را حفظ کند. با تجزیه و تحلیل این رفتارها، ناحیه فیزیکی مورد نیاز مرغ‌های تخم‌گذار برای انجام رفتارهایی مانند بال زدن، نشستن، ایستادن و دراز کشیدن مشخص شده‌است (Riddle et al., 2018). افزایش تراکم پرند در واحد سطح یکی از راهبردهای پرورش دهندگان طیور برای افزایش تولید در واحد سطح و کاهش هزینه تولید است. با افزایش تراکم، مقدار تولید در هر متر مربع افزایش و هزینه تولید هر کیلوگرم وزن زنده بدن پرند، کاهش می‌یابد (Hasanabadi & Mahdipour Rabori., 2009). با این حال ممکن است با افزایش تراکم پرند، میزان و کیفیت تولید تحت تأثیر قرار گیرد. تراکم بالای گله باعث کاهش زنده‌مانی، مصرف خوراک، تولید و وزن تخم‌مرغ و همچنین کاهش اسکور پر می‌شود (Sarica et al., 2008). کیفیت و رنگ پوسته تخم‌مرغ نیز می‌تواند تحت تأثیر تراکم بالا قرار گیرد (Campbell et al., 2017). با استفاده از افزودنی‌های مختلف در جیره، می‌توان اثرات منفی ناشی از تراکم را کاهش داد. مخمر ساکارومایسس سرویزیه که به عنوان پروبیوتیک در تغذیه طیور مورد استفاده قرار می‌گیرد به‌طور طبیعی منبع غنی از پروتئین‌ها، مواد معدنی و ویتامین‌های B کمپلکس است. کشت مخمر و دیواره سلولی آن که حاوی گلوکان و مانان الیگوساکارید است، محرک‌های طبیعی رشد دام و طیور هستند که نداشتن زمان قطع مصرف، نداشتن اثر باقی‌مانده و نداشتن جهش میکروبی از مزایای آن نسبت به آنتی‌بیوتیک‌ها است (Shareef & Al-Dabbagh., 2009). پری‌بیوتیک یا سین‌بیوتیک ممکن است استفاده از مواد مغذی را از طریق بهبود عملکرد روده افزایش دهند و از برخی اثرات نامطلوب تنش جلوگیری کنند (Kridtayopas et al., 2019). بررسی‌ها نشان دادند مخمر اتولیز شده که به عنوان پری‌بیوتیک شناخته شده‌است موجب افزایش وزن و بهبود ضریب تبدیل خوراک (Bolacali & Irak., 2017)، کاهش غلظت کلسترول و تری‌گلیسیرید سرم خون، افزایش عیار آنتی‌بادی در برابر گلوبول‌های قرمز گوسفندی (Yalcin et al., 2012)، افزایش تولید و وزن تخم‌مرغ (Yalcin et al., 2010) و جلوگیری یا درمان عفونت‌های باکتریایی و بهبود سلامت روده می‌شود (Salari & Javidaneh., 2022). مخمر اتولیز شده پتانسیل بررسی استفاده به عنوان آنتی‌اکسیدان طبیعی و عامل تحریک کننده سیستم ایمنی در غذاها و داروها را دارد (Hasan., 2011). با توجه به مطالب بیان شده و اثرات منفی ناشی از تراکم، هدف از این تحقیق، بررسی سطوح مختلف مخمر اتولیز شده به عنوان یک افزودنی خوراک بر عملکرد، خصوصیات کیفی تخم‌مرغ و سیستم ایمنی مرغ‌های تخم‌گذار تحت تراکم بالا بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش با استفاده از ۱۹۲ قطعه مرغ تخم‌گذار لگه‌ورن سویه‌های -۸۰ W با میانگین وزن 170.0 ± 20.0 گرم از سن ۳۵ تا ۴۴ هفتگی به مدت ۱۰ هفته (شامل ۲ هفته عادت‌پذیری و ۸ هفته رکورد برداری) انجام شد. مرغ‌ها به‌صورت تصادفی به ۶۴ واحد آزمایشی، شامل ۸ تیمار و ۸ تکرار در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل 2×4 تقسیم شده و به تعداد ۲ و ۴ قطعه پرند در قفس قرار گرفتند. برای هر قفس ۳۸ سانتی‌متر دانخوری ناودانی و یک آبخوری نیپل قرار داشت. برنامه نوری به‌صورت ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی بود. گروه‌های آزمایشی شامل دو سطح تراکم ۲ و ۴ پرند در هر قفس 38×38 سانتی‌متر، و چهار سطح مخمر اتولیز شده شامل ۰، ۰/۲، ۰/۴ و ۰/۶ درصد جیره بودند. جیره شاهد بر پایه

ذرت و کنجاله سویا و با توجه به احتیاجات توصیه شده در دفترچه راهنمای تغذیه مرغ تخم گذار سویه های-لاین تنظیم و مورد استفاده قرار گرفت (جدول ۱) و برای سایر گروه ها مقدار مشخص مخمر اتولیز شده به جیره شاهد افزوده شد. مخمر اتولیز شده مورد استفاده از شرکت کاوشگر سپهر جوان تهیه شد که آنالیز آن در جدول ۲ ذکر شده است.

وزن و تولید تخم مرغ به صورت روزانه و مصرف خوراک به صورت هفتگی ثبت گردید. جهت بررسی خصوصیات کیفی تخم مرغ در پایان هفته ۴ و ۸ آزمایش، تعداد دو عدد از هر تکرار انتخاب، شماره گذاری و به آزمایشگاه منتقل گردید. وزن و واحد هاو با دستگاه آنالیز تخم مرغ مدل (EGG MULTI TESTER-5200, JAPAN) اندازه گیری شد. استحکام پوسته با استفاده از مقاومت سنج مکانیکی بدست آمد. ضخامت پوسته تخم مرغ با ریز سنج با دقت ۰/۰۱ میلی متر در سه نقطه از پوسته تخم مرغ (انتهای باریک، وسط و انتهای پهن) اندازه گیری و میانگین سه عدد به عنوان ضخامت پوسته در نظر گرفته شد. رنگ زرده با استفاده از شابلون رنگی با رنگ بندی شماره ۱ تا ۱۵ به روش مقایسه چشمی تعیین شد. درصد زرده و درصد پوسته تخم مرغ با تقسیم وزن هر کدام بر وزن کل تخم مرغ و درصد سفیده نیز با کسر درصد زرده و پوسته از ۱۰۰ بدست آمد. به منظور بررسی فضولات دفعی پرندگان در پایان آزمایش، زیر قفس ها سینی گذاشته و فضولات تازه جمع آوری و به آزمایشگاه منتقل شد تا درصد رطوبت آن به روش های متداول تعیین گردد (AOAC., 1990). برای اندازه گیری میزان pH فضولات دفعی، یک گرم از فضولات در ۱۰ میلی لیتر آب مقطر حل گردید (Mohebbifar et al., 2013) و pH آن با دستگاه pH متر (WTW، مدل ۳۱۱۰، ساخت آلمان) با دقت ۰/۰۰۱ اندازه گیری شد. در پایان آزمایش، دو قطعه پرنده از هر واحد آزمایشی انتخاب و از پر بخش های مختلف آن (قسمت سینه، بال و دم) عکس با فاصله و بزرگ نمایی یکسان گرفته شد به روش چشمی مورد ارزیابی قرار گرفت و نمره دهی وضعیت پر انجام شد (Lai et al., 2010). جهت بررسی عیار آنتی بادی علیه گلبول های قرمز گوسفندی، ۱۰ میلی لیتر گلبول قرمز گوسفندی با ۵۰ میلی لیتر محلول بافر فسفات سالین مخلوط شد و سوسپانسیون گلبول قرمز گوسفندی ۲۰ درصد بدست آمد. ۰/۵ میلی لیتر سوسپانسیون گلبول قرمز گوسفندی ۲۰ درصد ابتدای هفته ی هفتم و هشتم رکورد برداری (سن ۲۹۴ و ۳۰۱ روزگی مرغ ها) به صورت عضلانی به سینه یک پرنده از هر واحد آزمایشی تزریق شد. ۷ روز پس از هر تزریق (در انتهای هفته ی هفتم و هشتم)، خونگیری از ورید بال پرنده به عمل آمد و سرم خون برای تعیین میزان آنتی بادی مورد استفاده قرار گرفت (Afsarian et al., 2012). برای تعیین عیار آنتی بادی تولید شده ضد گلبول قرمز گوسفندی از روش هموگلو تیناسیون استفاده گردید (Matson et al., 2005). برآورد اقتصادی نیز برای ۸ هفته رکورد برداری (۳۷ تا ۴۴ هفتگی) محاسبه گردید (Castillo et al., 2004).

داده های بدست آمده با استفاده از نرم افزار آماری SAS (2001)، رویه GLM و در قالب طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل ۲×۴ با ۸ تیمار و ۸ تکرار مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. همچنین مقایسه میانگین ها توسط آزمون چند دامنه ای دانکن و در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت. مدل آماری طرح به صورت زیر می باشد:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + e_{ijk}$$

Y_{ijk} : مقدار مشاهده شده

μ : میانگین جامعه

A_i : اثر سطح i از عامل A (اثر تراکم)

B_j : اثر سطح j از عامل B (اثر مخمر اتولیز شده)

$(AB)_{ij}$: اثر متقابل بین دو فاکتور A و B

جدول ۱. مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره پایه مرغ‌های تخم‌گذار در طول دوره آزمایش

اجزای خوراکی	درصد
ذرت	۵۳/۵۳
کنجاله سویا (۴۲ درصد پروتئین خام)	۲۸/۶۰
روغن گیاهی	۴/۷۵
پودر صدف	۵/۰۰
سنگ آهک	۴/۷۵
دی کلسیم فسفات	۲/۸۵
نمک	۰/۲۸
جوش شیرین	۰/۲۰
ال-لیزین	۰/۱۰
دی ال-متیونین	۰/۳۵
ال-ترئونین	۰/۰۷
مکمل ویتامینه ^۱	۰/۲۵
مکمل معدنی ^۲	۰/۲۵
پرمیکس ویتامین D ₃	۰/۰۲
ترکیب شیمیایی (درصد)	
انرژی متابولیسمی (کیلوکالری بر کیلوگرم)	۲۸۵۰
پروتئین خام	۱۶/۶۵
عصاره اتری	۷/۰۱
فیبر خام	۳/۱۸
کلسیم	۴/۱۹
فسفر قابل دسترس	۰/۴۰
سدیم	۰/۱۸
آرژنین	۱/۱۰
لیزین	۰/۹۷
متیونین	۰/۶۲
متیونین + سیستین	۰/۸۶
ترئونین (درصد)	۰/۷۴

^۱ مکمل ویتامینه (به ازای هر کیلوگرم جیره) حاوی ۸۵۰۰ IU ویتامین A، ۲۵۰۰ IU ویتامین D₃، ۱۱ IU ویتامین E، ۲/۲ mg ویتامین K₃، ۱/۴۷۷ mg ویتامین B₁، ۴ mg ویتامین B₂، ۷/۸۴ mg ویتامین B₃، ۳۴/۶۵ mg ویتامین B₅، ۲/۴۶۴ mg ویتامین B₆، ۰/۱۱ mg ویتامین B₉، ۰/۰۱ mg ویتامین B₁₂ و ۴۰۰ mg کولین کلراید بود.

^۲ مکمل معدنی (به ازای هر کیلوگرم جیره) حاوی ۷۴/۴ mg منگنز، ۷۵ mg آهن، ۶۷/۵۶۴ mg روی، ۶ mg مس، ۸۶۷ mg ید و ۲ mg سلنیم بود.

جدول ۲. آنالیز مخمر اتولیز شده مورد استفاده در آزمایش (ارائه شده توسط شرکت کاوشگر سپهر جوان)

اجزاء تشکیل دهنده	واحد	مقدار
ماده خشک	درصد	۹۵
پروتئین کل	درصد	۴۸
کربوهیدرات کل	درصد	۳۹
مانان الیگوساکارید	درصد	۱۰
بتاگلوکان	درصد	۱۵
نوکلئوتید	درصد	۵
ویتامین B ₁	میلی گرم در ۱۰۰ گرم	۶
ویتامین B ₂	میلی گرم در ۱۰۰ گرم	۸
ویتامین B ₃	میلی گرم در ۱۰۰ گرم	۳۰
ویتامین B ₅	میلی گرم در ۱۰۰ گرم	۵۵

نتایج و بحث

زنده‌مانی پرندگان

مطابق جدول ۳ تراکم، مخمر و اثر متقابل این دو بر زنده‌مانی پرندگان اثر معنی‌داری را نشان دادند ($P \leq 0.05$). پرندگان موجود در تراکم بالا به‌طور معنی‌داری زنده‌مانی کمتری نسبت به پرندگان موجود در تراکم توصیه شده داشتند ($P \leq 0.05$). همچنین پرندگان تغذیه شده با سطوح مختلف مخمر اتولیز شده نسبت به تیمار کنترل به‌طور معنی‌داری زنده‌مانی بالاتری داشتند ($P \leq 0.05$). در بررسی اثرات متقابل، در تراکم نرمال، افزودن مخمر اتولیز شده تأثیر معنی‌داری بر درصد زنده‌مانی پرندگان نداشت ($P \geq 0.05$). اما در تراکم بالا سطوح مختلف مخمر اتولیز شده در مقایسه با تیمار بدون مخمر باعث افزایش معنی‌داری در زنده‌مانی پرندگان شد ($P \leq 0.05$).

جدول ۳. تأثیر تیمارهای آزمایشی بر عملکرد مرغ‌های تخم‌گذار

فاکتور	مصرف خوراک (گرم در روز)	درصد تولید	وزن تخم‌مرغ (گرم)	ضریب تبدیل خوراک	درصد زنده‌مانی
مخمر اتولیز شده (درصد جیره)					
۰	۹۶/۶۵	۹۴/۳۱ ^b	۶۳/۴۸	۱/۶۱ ^a	۹۰/۶۳ ^b
۰/۲	۹۷/۲۱	۹۵/۵۳ ^{ab}	۶۴/۶۰	۱/۵۷ ^b	۹۸/۴۳ ^a
۰/۴	۹۶/۴۷	۹۶/۰۴ ^a	۶۴/۲۹	۱/۵۶ ^b	۱۰۰/۰۰ ^a
۰/۶	۹۷/۱۵	۹۶/۳۵ ^a	۶۴/۱۹	۱/۵۷ ^b	۹۸/۴۳ ^a
SEM	۰/۵۹	۰/۴۷	۰/۱۶	۰/۰۱	۴/۲۳
تراکم					
۲	۹۶/۳۹	۹۵/۷۵	۶۳/۹۵	۱/۵۷	۱۰۰/۰۰ ^a
۴	۹۷/۳۵	۹۵/۳۶	۶۴/۳۲	۱/۵۸	۹۳/۷۵ ^b
SEM	۰/۴۲	۰/۳۳	۰/۱۱	۰/۰۱	۲/۹۹
اثر متقابل تراکم و مخمر اتولیز شده					
۲	۹۵/۶۴	۹۴/۵۵	۶۳/۳۴	۱/۵۹	۱۰۰/۰۰ ^a
۰/۲	۹۶/۳۶	۹۶/۲۴	۶۴/۱۸	۱/۵۶	۱۰۰/۰۰ ^a
۰/۴	۹۶/۷۸	۹۵/۵۹	۶۴/۱۲	۱/۵۸	۱۰۰/۰۰ ^a
۰/۶	۹۶/۸۰	۹۶/۶۱	۶۴/۱۷	۱/۵۶	۱۰۰/۰۰ ^a
۴	۹۷/۶۷	۹۴/۰۶	۶۳/۶۳	۱/۶۳	۸۱/۲۵ ^b
۰/۲	۹۸/۰۲	۹۴/۸۱	۶۵/۰۱	۱/۵۹	۹۶/۸۷ ^a
۰/۴	۹۶/۱۶	۹۶/۴۸	۶۴/۴۵	۱/۵۴	۱۰۰/۰۰ ^a
۰/۶	۹۷/۵۱	۹۶/۰۴	۶۴/۲۰	۱/۵۸	۹۶/۷۸ ^a
SEM	۰/۸۴	۰/۶۷	۰/۲۳	۰/۰۲	۵/۵۸
سطح معنی‌داری					
مخمر اتولیز شده	۰/۷۵۲۵	۰/۰۱۰۰	۰/۰۷۷۲	۰/۰۱۳۵	۰/۰۰۰۲
تراکم	۰/۱۰۵۴	۰/۳۸۰۳	۰/۳۳۰۴	۰/۲۱۱۸	۰/۰۰۰۱
اثر متقابل	۰/۳۷۴۶	۰/۳۲۹۱	۰/۸۳۷۷	۰/۱۱۹۸	۰/۰۰۰۲

a-b میانگین هر ستون با حروف غیر مشابه دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشد ($P \leq 0.05$).

موافق با نتایج حاضر گزارش شد افزایش تراکم باعث کاهش زنده‌مانی مرغ‌های تخم‌گذار (Sarica et al., 2008) و جوجه‌های گوشتی (Soltani alvar et al., 2017) می‌شود. مخالف با پژوهش حاضر، محققان در بررسی همزمان پری‌بیوتیک (دیواره سلولی مخمر) و تراکم اثر معنی‌داری بر زنده‌مانی پرندگان گزارش نکردند (Houshmand et al., 2012). همچنین گزارش شده‌است که مخمر اتولیز شده (Yalcin et al., 2010; Bolacali & Irak., 2017)، مخمر خشک نانویی (Yalcin

(Dozier et al., 2006) میزان مرگ و میر مرغ‌های تخم‌گذار و بلدرچین‌ها را تحت تأثیر قرار نداد که با نتایج این پژوهش مغایرت دارد. تنش ناشی از تراکم بالا بر مورفولوژی روده و جمعیت میکروبی جوجه‌های گوشتی تأثیر منفی می‌گذارد، در حالی که مکمل‌های پری‌بیوتیک و سین‌بیوتیک باعث بهبود عملکرد سد اپیتلیال، افزایش کلونیزاسیون باسیلوس، لاکتوباسیلوس و کلستریدیوم در روده و همچنین کاهش باکتری‌های بیماری‌زا (ایکلا و سالمونلا) می‌شوند. بنابراین، این افزودنی‌های خوراک باعث بهبود سلامت روده در پرندۀ تحت تنش می‌شوند (Kridtayopas et al., 2019). تنش عفونت را می‌توان با دیواره سلولی مخمر با ارائه انرژی اضافی برای بهبود عملکرد رشد در پرندگان دچار چالش‌های تیفیموریوم و کلستریدیوم پرفریژنز کاهش داد (Alkhulaifi et al., 2022). مخمر اتولیز شده باعث کاهش جمعیت باکتریایی مضر و بهبود سلامت روده می‌شود (Salari and Javidaneh., 2022). مانان الیگوساکاریدها با اتصال به باکتری‌های بیماری‌زا از اتصال آن‌ها به دیواره روده جلوگیری می‌کنند، درحالی که به عنوان یک ماده مغذی برای سایر باکتری‌های مفید عمل می‌کنند. همچنین تصور می‌شود سیستم ایمنی حیوان را تحریک و در نتیجه خطر بیماری را کاهش دهند (Firon et al., 1983). موارد ذکر شده می‌توانند دلیلی بر کاهش زنده‌مانی پرندگان با افزایش تراکم و افزایش زنده‌مانی با تغذیه سطوح مختلف مخمر اتولیز شده در پژوهش حاضر باشند.

میزان خوراک مصرفی

طبق جدول ۳، میزان مصرف خوراک در طول دوره آزمایش تحت تأثیر اثر متقابل مخمر و تراکم قرار نگرفت ($P \geq 0.05$). تأثیر تراکم و مخمر نیز بر پرندگان تغذیه شده با تیمارهای آزمایشی معنی‌دار نبود ($P \geq 0.05$). محققان گزارش کردند سطوح ۱، ۳ و ۵ درصد مخمر آبجو غیرفعال تأثیر معنی‌داری بر مصرف خوراک مرغ‌های تخم‌گذار نشان نداد (Sacakli et al., 2013). گزارش‌هایی نیز مبنی بر عدم تغییر در مصرف خوراک جوجه‌های گوشتی با مصرف مخمر وجود دارد (Hassanein et al., 2019; Ahiwe et al., 2019; Soliman et al., 2010). همچنین Yalcin et al. (2015) گزارش کردند ۰/۱ درصد مخمر غیرفعال و Yalcin et al. (2010, 2012) گزارش کردند ۰/۱ تا ۰/۴ درصد مخمر اتولیز شده در مرغ‌های تخم‌گذار تأثیر معنی‌داری بر مصرف خوراک نداشت که با نتایج پژوهش حاضر همخوانی دارد. در مطالعاتی موافق با مطالعه حاضر مصرف خوراک تحت تأثیر تراکم قرار نگرفت (Sarica et al., 2008; Kridtayopas et al., 2019; Erensoy et al., 2021). مخالف با این پژوهش محققان گزارش کردند که تراکم بالا به‌طور قابل توجهی میزان مصرف خوراک مرغ‌های تخم‌گذار را کاهش داد (Wang et al., 2020). در پژوهش دیگری گزارش شد، مصرف ۱ و ۲ درصد مخمر اتولیز شده موجب کاهش مصرف خوراک بلدرچین‌های ژاپنی شد و مصرف ۴ درصد مخمر موجب افزایش مصرف خوراک نسبت به گروه شاهد شد (Bolacali & Irak., 2017) که مخالف نتایج پژوهش حاضر بود.

درصد تولید تخم مرغ

مطابق جدول ۳ نتایج به دست آمده از آنالیز داده‌های درصد تولید تیمارهای آزمایشی نشان داد که تراکم روی درصد تولید تخم مرغ اثر معنی‌داری نداشت ($P \geq 0.05$). همچنین اثر متقابل معنی‌داری برای تراکم و مخمر اتولیز شده بر درصد تولید مرغ‌های تخم‌گذار مشاهده نشد ($P \geq 0.05$). درصد تولید تخم مرغ مرغ‌های تخم‌گذار در کل دوره آزمایش ($P \leq 0.05$) تحت تأثیر مصرف مخمر اتولیز شده قرار گرفت. همان‌گونه که در جدول نتایج مشاهده می‌شود با افزودن سطوح مخمر اتولیز شده به جیره، درصد تولید افزایش یافت. در کل دوره اختلاف درصد تولید در سطوح ۰/۴ و ۰/۶ درصد با تیمار شاهد معنی‌دار شد اما سطح ۰/۲ درصد مخمر با سایر تیمارها معنی‌دار نشد. تحقیقاتی موافق با مطالعه حاضر در مورد افزایش درصد تولید مرغ‌های تخم‌گذار تحت تأثیر محصولات مختلف مخمر شامل مخمر خشک شده (Elnagar., 2013) مخمر اتولیز شده (Yalcin et

(2010, 2012, *et al.*، مخمر غیرفعال (Yalcin *et al.*, 2015)، مخمر نانوائی (Hameed *et al.*, 2019) و کشت مخمر (Zhang *et al.*, 2020) وجود دارد. افزایش غیر معنی دار درصد تولید تخم مرغ در سطوح ۰/۴ و ۰/۸ درصد مخمر نیز گزارش شد (Hassanein & Soliman., 2010). محققان گزارش کردند مخمر آبجو غیرفعال اثر معنی داری بر تولید مرغ های تخم گذار نداشت (Sacakli *et al.*, 2013). گزارش هایی نیز مبنی بر کاهش تولید تخم مرغ با افزایش تراکم وجود دارد که با یافته های پژوهش حاضر مغایرت دارد (Sarica *et al.*, 2008; Wang *et al.*, 2020; Erensoy *et al.*, 2021). در پژوهشی گزارش شد امراض تولیدمثلی که اغلب باعث کاهش تولید و وزن تخم مرغ می شوند را می توان با مصرف مکمل پروبیوتیک ها در مرغ های تخم گذار کاهش داد (Shini *et al.*, 2013). پروبیوتیک ساکارومایسس سرویزیه به طور طبیعی منبع غنی از پروتئین ها، مواد معدنی و ویتامین های B کمپلکس است (Shareef & Al-Dabbagh., 2009). پری بیوتیک یا سین بیوتیک ممکن است استفاده از مواد مغذی را از طریق بهبود عملکرد روده افزایش دهند (Kridtayopas *et al.*, 2019). افزودن ۰/۵ درصد دیواره سلولی مخمر به جیره جوجه های گوشتی مبتلا به تیفیموریوم و کلستریدیوم پرفریژنز منجر به افزایش ارتفاع و سطح پرز روده کوچک و بهبود توانایی روده برای جذب می شود. همچنین کلونیزاسیون باکتری های نامبرده را کاهش و کلونیزاسیون باکتری های مفید مانند لاکتوباسیلوس را افزایش می دهد. این تغییرات مصرف پروتئین و گلوکز را افزایش داده و در نتیجه رشد را افزایش و عملکرد را بهبود می بخشد (Alkhulaifi *et al.*, 2022).

وزن تخم مرغ

میانگین وزن تخم مرغ مطابق جدول ۳ به طور معنی داری تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگیرد ($P \geq 0.05$). اما افزودن مخمر اتولیز شده به جیره باعث افزایش وزن تخم مرغ شد و تمایل به معنی داری را نشان داد ($P = 0.07$). طبق گزارش Yalcin *et al.* (2010, 2012) مخمر اتولیز شده در جیره مرغ های تخم گذار باعث افزایش وزن تخم مرغ نسبت به تیمار شاهد (بدون مخمر) شد. Zhang *et al.* (2020) نیز گزارش کردند کشت مخمر در جیره مرغ های تخم گذار منجر به افزایش وزن تخم مرغ در هفته های ۵ تا ۸ آزمایش نسبت به گروه شاهد شد. همچنین محققان گزارش کردند مخمر خشک شده، مخمر فعال و غیرفعال و مخمر نانوائی بر وزن تخم مرغ تأثیری نداشتند (Elnagar., 2013; Yalcin *et al.*, 2015; Hameed *et al.*, 2019). موافق با یافته های پژوهش حاضر گزارش هایی مبنی بر عدم تأثیر گذاری تراکم، بر وزن تخم مرغ وجود دارد (Sarica *et al.*, 2008; Erensoy *et al.*, 2021). در پژوهشی گزارش شد که تراکم بالا به طور قابل توجهی وزن تخم مرغ را در مرغ های تخم گذار کاهش داد (Wang *et al.*, 2020) که با نتایج پژوهش حاضر مغایرت دارد. افزایش وزن تخم مرغ مرغ های تغذیه شده با پروبیوتیک، پری بیوتیک و سین بیوتیک به دلیل توانایی و عملکرد خوب مرغ ها در شرایط تنش زا صورت گرفت و نشان دهنده مصونیت بالای مرغ های تحت درمان در شرایط تنش است (Tang *et al.*, 2017). دیواره سلولی مخمر باعث کاهش تنش عفونت، افزایش ارتفاع پرزهای روده و افزایش جذب مواد مغذی از دیواره روده می شود (Alkhulaifi *et al.*, 2022). افزودن مخمر باعث بهبود هضم، جذب و صرفه جویی بیشتر مواد مغذی برای تشکیل تخم مرغ می شود (Hassanein and Soliman., 2010).

ضریب تبدیل خوراک

ضریب تبدیل خوراک در طول دوره آزمایش تحت تأثیر تراکم قرار نگیرد (جدول ۳) ($P \geq 0.05$). همچنین اثر متقابل بین مخمر اتولیز شده و تراکم مشاهده نشد ($P \geq 0.05$). ضریب تبدیل خوراک به طور معنی داری تحت تأثیر مخمر اتولیز شده قرار گرفت بگونه ای که افزودن مخمر به جیره، بهبود ضریب تبدیل خوراک را در پی داشت ($P \leq 0.05$). بیشترین ضریب تبدیل خوراک مربوط به تیمار شاهد بود که با افزودن مخمر کاهش معنی داری را نشان داد. بین سطوح مختلف مخمر تفاوت معنی داری وجود نداشت ($P \geq 0.05$).

مخالف نتایج این مطالعه Houshmand *et al.* (2012) در جوجه‌های گوشتی اثر معنی‌داری بر ضریب تبدیل خوراک با مصرف پری‌بیوتیک مشاهده نکردند. Sacakli *et al.* (2013)، Hameed *et al.* (2019) و Zhang *et al.* (2020) گزارش کردند ضریب تبدیل خوراک در مرغ‌های تخم‌گذار به ترتیب تحت تأثیر مصرف مخمر آبجو غیرفعال، مخمر نانویی و کشت مخمر قرار نگرفت. Sacakli *et al.* (2013) در مورد سطح ۵ درصد کشت مخمر افزودند در سن ۲۸ و ۲۹ هفتگی مرغ‌های تخم‌گذار باعث افزایش ضریب تبدیل خوراک شد. موافق با پژوهش حاضر بهبود کارایی خوراک در مرغ‌های تخم‌گذار و بلدرچین‌های ژاپنی با مصرف مخمر اتولیز شده توسط Yalcin *et al.* (2010 and 2012) و Bolacali and Irak (2017) گزارش شد. Yalcin *et al.* (2015) نیز نتایج مشابه این گزارش‌ها با استفاده از مخمر غیرفعال بدست آوردند. Ahiwe *et al.* (2019) بهبود ضریب تبدیل خوراک را در جوجه‌های گوشتی با افزودن مانان مخمر به جیره مشاهده کردند. محققان در پژوهش‌هایی گزارش کردند که تراکم بالا بر ضریب تبدیل خوراک جوجه‌های گوشتی و مرغ‌های تخم‌گذار اثر معنی‌داری نشان نداد (Soltani alvar *et al.*, 2017; Kridtayopas *et al.*, 2019; Wang *et al.*, 2020)، که با نتایج پژوهش حاضر همخوانی دارد. مخالف با نتایج این پژوهش Dozier *et al.* (2006) گزارش کردند تراکم باعث بهبود ضریب تبدیل خوراک تا سن ۱۵ روزگی و افزایش آن در سن ۲۸ روزگی جوجه‌های گوشتی شد. Erensoy *et al.* (2021) با افزایش تراکم افزایش ضریب تبدیل خوراک را در مرغ‌های تخم‌گذار مشاهده کردند.

مانان الیگوساکاریدها با اتصال به باکتری‌های بیماری‌زا از اتصال آن‌ها به دیواره روده جلوگیری می‌کنند، درحالی که به عنوان یک ماده مغذی برای سایر باکتری‌های مفید عمل می‌کنند. همچنین تصور می‌شود سیستم ایمنی حیوان را تحریک و در نتیجه خطر بیماری را کاهش دهند (Firon *et al.*, 1983). مانان‌های مخمر با اتصال به ماکروفاژها و سلول‌های ارائه دهنده آنتی‌ژن دندریتیک که حاوی لکتین‌های نوع C گیرنده مانوز هستند، مستقیماً پاسخ‌های ایمنی را آغاز می‌کنند (Sheng *et al.*, 2006). افزودن مخمر، تکثیر باکتری‌های مضر روده‌ای که مسئول سوء جذب هستند را کاهش می‌دهد در نتیجه منجر به بهبود جذب و استفاده بهتر از مواد مغذی و در نهایت بهبود ضریب تبدیل خوراک می‌شود (Hassanein and Soliman, 2010). افزایش وزن تخم‌مرغ نیز می‌تواند علت بهبود ضریب تبدیل خوراک باشد (Yalcin *et al.*, 2010).

صفات کیفی تخم‌مرغ

نتایج صفات کیفی تخم‌مرغ شامل واحد هاو، ضخامت و استحکام پوسته، رنگ زرده و درصد زرده، سفیده و پوسته در وسط و انتهای آزمایش به ترتیب در جداول ۴ و ۵ آمده است. همان‌گونه که در جداول نشان داده شده است تراکم و سطوح مختلف مخمر اتولیز شده اثر معنی‌داری بر صفات کیفی تخم‌مرغ نداشتند ($P \geq 0.05$). همچنین اثر متقابل تراکم و مخمر بر این صفات معنی‌دار نبود ($P \geq 0.05$). با این حال ویژگی‌های پوسته تخم‌مرغ (استحکام، ضخامت و درصد پوسته)، در تراکم بالا به لحاظ عددی شاخص کمتری را نسبت به تراکم نرمال نشان می‌دهد و در آنالیز انتهای دوره استحکام پوسته تمایل به معنی‌داری نشان می‌دهد ($P = 0.07$).

جدول ۴. تأثیر تیمارهای آزمایشی بر صفات کیفی تخم مرغ مرغ های تخم گذار در ۴۰ هفتگی

فاکتور	واحد هاو	درصد سفیده	رنگ زرده (رشد)	درصد زرده	درصد پوسته	ضخامت پوسته (میکرومتر)	مقاومت پوسته (کیلوگرم بر متر مربع)
مخمر اتولیز شده (درصد جیره)							
۰	۷۸/۷۴	۶۲/۹۴	۵/۳۱	۲۶/۸۳	۱۰/۲۱	۴۳/۰۰	۲/۹۵
۰/۲	۷۹/۴۳	۶۳/۰۳	۵/۵۳	۲۶/۸۵	۱۰/۱۱	۴۲/۸۱	۲/۶۷
۰/۴	۸۰/۴۲	۶۲/۹۴	۵/۴۶	۲۶/۷۹	۱۰/۲۵	۴۲/۹۶	۲/۸۲
۰/۶	۷۹/۷۵	۶۳/۰۴	۵/۳۷	۲۶/۶۵	۱۰/۳۰	۴۳/۲۱	۲/۹۶
SEM	۰/۵۳	۰/۰۷	۰/۰۴	۰/۰۶	۰/۰۹	۰/۱۵	۰/۰۲
تراکم							
۲	۷۹/۹۸	۶۳/۹۲	۵/۳۷	۲۶/۸۰	۱۰/۲۵	۴۳/۰۹	۲/۹۲
۴	۷۹/۱۸	۶۳/۰۵	۵/۴۶	۲۶/۷۶	۱۰/۱۸	۴۲/۹۰	۲/۷۸
SEM	۰/۳۷	۰/۰۵	۰/۰۲	۰/۰۴	۰/۰۶	۰/۱۱	۰/۰۱
اثر متقابل تراکم و مخمر اتولیز شده							
۲	۷۸/۵۰	۶۲/۸۰	۵/۲۱	۲۶/۸۸	۱۰/۳۰	۴۳/۲۵	۳/۰۵
۰/۲	۷۹/۹۸	۶۳/۰۴	۵/۴۶	۲۶/۹۵	۱۰/۰۰	۴۲/۶۸	۲/۷۳
۰/۴	۸۰/۶۸	۶۲/۹۲	۵/۴۳	۲۶/۷۲	۱۰/۳۴	۴۳/۰۶	۲/۸۷
۰/۶	۸۰/۷۹	۶۲/۹۶	۵/۳۷	۲۶/۶۶	۱۰/۳۷	۴۳/۳۷	۳/۰۱
۴	۷۸/۹۸	۶۳/۰۹	۵/۴۰	۲۶/۷۸	۱۰/۱۳	۴۲/۷۵	۲/۸۵
۰/۲	۷۸/۸۷	۶۳/۰۲	۵/۵۹	۲۶/۷۵	۱۰/۲۱	۴۲/۹۳	۲/۶۰
۰/۴	۸۰/۱۷	۶۲/۹۷	۵/۵۰	۲۶/۸۶	۱۰/۱۶	۴۲/۸۷	۲/۷۷
۰/۶	۷۸/۷۱	۶۳/۱۱	۵/۳۷	۲۶/۶۴	۱۰/۲۳	۴۳/۰۶	۲/۹۱
SEM	۰/۷۵	۰/۱۰	۰/۰۵	۰/۰۹	۰/۱۳	۰/۲۲	۰/۰۳
سطح معنی داری							
مخمر اتولیز شده	۰/۵۳۲۸	۰/۹۴۶۸	۰/۷۱۲۲	۰/۹۹۱۹	۰/۶۵۴۴	۰/۹۱۲۱	۰/۵۷۶۳
تراکم	۰/۳۲۸۵	۰/۸۶۱۶	۰/۵۱۶۱	۰/۶۸۰۷	۰/۵۳۰۵	۰/۶۳۹۹	۰/۴۱۸۶
اثر متقابل	۰/۷۳۰۳	۰/۹۷۴۲	۰/۹۷۱۱	۰/۹۸۲۰	۰/۵۴۳۶	۰/۹۲۲۹	۰/۹۹۶۲

جدول ۵. تأثیر تیمارهای آزمایشی بر صفات کیفی تخم مرغ مرغ‌های تخم‌گذار در ۴۴ هفتهگی

فاکتور	واحد هاو	درصد سفیده	درصد زرده	رنگ زرده (رش)	درصد پوسته	ضخامت پوسته (میکرومتر)	مقاومت پوسته (کیلوگرم بر متر مربع)
مخمّر اتولیز شده (درصد جیره)							
۰	۸۶/۵۴	۶۳/۷۲	۲۶/۲۸	۵/۹۶	۹/۹۸	۳۹/۶۸	۲/۶۵
۰/۲	۸۶/۰۵	۶۳/۲۷	۲۶/۷۹	۵/۸۱	۹/۹۲	۴۰/۰۳	۲/۹۰
۰/۴	۸۶/۰۲	۶۳/۱۷	۲۶/۸۲	۵/۷۸	۱۰/۰۵	۴۰/۰۱	۲/۶۳
۰/۶	۸۵/۷۵	۶۳/۱۲	۲۶/۷۰	۶/۰۳	۱۰/۱۲	۴۰/۲۸	۲/۸۳
SEM	۰/۳۹	۰/۰۹	۰/۱۱	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۷	۰/۰۳
تراکم							
۲	۸۶/۲۴	۶۳/۳۵	۲۶/۶۱	۵/۸۹	۱۰/۰۸	۴۰/۲۱	۲/۸۵
۴	۸۵/۹۴	۶۳/۲۹	۲۶/۶۹	۵/۹۰	۹/۹۵	۳۹/۷۸	۲/۶۶
SEM	۰/۲۸	۰/۰۶	۰/۰۷	۵/۰۹	۰/۰۹	۰/۱۲	۰/۰۲
اثر متقابل تراکم و مخمّر اتولیز شده							
۲	۸۶/۷۷	۶۳/۷۲	۲۶/۱۹	۶/۱۲	۱۰/۰۸	۴۰/۰۶	۲/۷۵
۰/۲	۸۵/۵۰	۶۳/۱۹	۲۶/۶۵	۵/۶۸	۱۰/۱۵	۴۰/۲۵	۳/۰۵
۰/۴	۸۵/۵۹	۶۳/۰۰	۲۶/۹۳	۵/۶۸	۱۰/۰۵	۴۰/۳۱	۲/۷۲
۰/۶	۸۵/۹۰	۶۳/۲۶	۲۶/۶۸	۶/۰۶	۱۰/۰۴	۴۰/۲۵	۲/۹۰
۴	۸۶/۳۱	۶۳/۷۲	۲۶/۳۷	۵/۸۱	۹/۸۹	۳۹/۳۱	۲/۵۶
۰/۲	۸۶/۶۱	۶۳/۳۵	۲۶/۹۴	۵/۹۳	۹/۶۹	۳۹/۸۱	۲/۷۵
۰/۴	۸۶/۴۴	۶۳/۲۳	۲۶/۷۱	۵/۸۷	۱۰/۰۵	۳۹/۷۱	۲/۵۵
۰/۶	۸۵/۶۰	۶۳/۰۸	۲۶/۷۲	۶/۰۰	۱۰/۱۹	۴۰/۳۱	۲/۷۷
SEM	۰/۵۶	۰/۱۳	۰/۱۵	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۲۴	۰/۰۵
سطح معنی‌داری							
مخمّر اتولیز شده	۰/۹۷۹۱	۰/۴۵۹۲	۰/۴۵۰۷	۰/۶۰۵۸	۰/۵۲۳۰	۰/۶۴۶۳	۰/۲۳۳۳
تراکم	۰/۸۱۸۶	۰/۸۶۲۲	۰/۷۸۲۹	۰/۹۱۹۳	۰/۱۹۲۵	۰/۱۹۲۳	۰/۰۷۲۹
اثر متقابل	۰/۹۶۳۸	۰/۹۶۰۵	۰/۹۱۰۳	۰/۵۵۵۰	۰/۱۴۹۶	۰/۸۳۱۰	۰/۹۴۶۳

موافق با پژوهش حاضر محققان گزارش کردند که مخمّر و محصولات مختلف آن بر صفات کیفی اندازه‌گیری شده تخم‌مرغ و تخم‌بلدرچین اثری نداشت (Yalcin *et al.*, 2008, 2009, 2010, 2012, 2015; Zhang *et al.*, 2020). مخالف با پژوهش حاضر گزارش‌هایی مبنی بر افزایش ضخامت پوسته و کاهش درصد آلبومین با مصرف مکمل‌های مخمّر وجود دارد (Hameed *et al.*, 2019; Hassanein and Soliman., 2010; Elnagar., 2013). سطوح مخمّر به جیره مرغ‌های تخم‌گذار، ضخامت پوسته تخم‌مرغ کاهش و وزن زرده افزایش یافت. واحد هاو و وزن سفیده نیز با مصرف مخمّر افزایش یافت این نتایج نیز با یافته‌های پژوهش حاضر مغایرت دارند.

Erensoy *et al.* (2021) تأثیری بر کیفیت تخم‌مرغ با افزایش تراکم مشاهده نکردند. محققان دیگری نیز گزارش کردند اثر تراکم بر خصوصیات پوسته (مقاومت، وزن، ضخامت)، درصد پوسته، درصد زرده، رنگ زرده، درصد سفیده و واحد هاو معنی‌دار نبود که با مطالعه حاضر همخوانی دارد (Sarica *et al.*, 2008). اثر معنی‌دار تراکم بالا بر کاهش ضخامت پوسته تخم‌مرغ توسط Wang *et al.* (2020) گزارش شد که با نتایج پژوهش حاضر در تضاد است و اما بر سایر خصوصیات تخم‌مرغ اثر تراکم مطابق با پژوهش حاضر معنی‌دار نبود. مشخص شده‌است که عواملی مثل نوع پری‌بیوتیک، غلظت آن، روش و دفعات افزودن آن، ترکیب جیره، سن پرند، ژنوتیپ و تنش‌های محیطی می‌توانند باعث تفاوت در نتایج پژوهش‌های مختلف شوند.

اسکور پر

پوشش و اسکور پر در سه قسمت بدن مرغ (سینه، بال و دم) مورد ارزیابی قرار گرفت و نمره دهی به وضعیت پر انجام شد (Lai et al., 2010). همان گونه که در جدول ۶ مشاهده می شود اسکور پر تحت تأثیر افزودن مخمر به جیره قرار نگرفت ($P \geq 0.05$). همچنین اثر متقابل مخمر و تراکم نیز بر وضعیت پر مرغ های تخم گذار تفاوت معنی داری را نشان نداد ($P \geq 0.05$). وضعیت پوشش و اسکور پر در مرغ های تخم گذار در قسمت های مورد ارزیابی به طور معنی داری تحت تأثیر تراکم قرار گرفت ($P \leq 0.05$). بگونه ای که پرندگانی که در تراکم پایین تر قرار داشتند اسکور پر بهتری را نسبت به پرندگانی که در تراکم بالاتر قرار داشتند نشان دادند. در پژوهشی گزارش شد ۱ و ۲ پرند در قفس (۲۰۰۰ سانتی متر مربع) نسبت به ۳ و ۴ پرند در قفس اسکور پر بهتری داشتند (Sarica et al., 2008). اثر منفی تراکم بر اسکور پر توسط محققان دیگری نیز تایید شد (Lai et al., 2010; Wang et al., 2020; Erensoy et al., 2021). آسیب به پر ها یک مشکل چند عاملی در مرغ های تخم گذار است که تحت تأثیر پیشینه ژنتیکی، تجربیات اولیه زندگی، نوع بستر، تغذیه، روشنایی و عوامل محیطی (مانند اندازه گروه و تراکم بالا) قرار می گیرد. ریزش بیشتر پر در ناحیه سینه و گردن بیشتر به دلیل طراحی و مواد قفس و همچنین تماس سینه و گردن با قفس در هنگام مصرف خوراک و استراحت ایجاد می شود (Erensoy et al., 2021).

جدول ۶- تأثیر تیمارهای آزمایشی بر اسکور پر مرغ های تخم گذار در پایان آزمایش

فاکتور	سینه	بال ها	دم
مخمر اتولیز شده (درصد جیره)			
۰	۳/۵۰	۳/۵۹	۳/۱۸
۰/۲	۳/۳۱	۳/۶۸	۳/۳۴
۰/۴	۳/۳۷	۳/۶۵	۳/۳۱
۰/۶	۳/۴۳	۳/۷۸	۳/۲۸
SEM	۰/۰۹	۰/۰۱	۰/۱۴
تراکم			
۲	۳/۸۹ ^a	۴/۰۹ ^a	۳/۸۴ ^a
۴	۲/۹۲ ^b	۳/۲۶ ^b	۲/۷۱ ^b
SEM	۰/۰۶	۰/۰۱	۰/۱۰
اثر متقابل تراکم و مخمر اتولیز شده			
۲	۳/۹۳	۴/۰۰	۳/۶۸
۰/۲	۳/۸۷	۴/۱۲	۳/۹۳
۰/۴	۳/۹۳	۴/۰۶	۴/۰۶
۰/۶	۳/۸۱	۴/۱۸	۳/۶۸
۴	۳/۰۶	۳/۱۸	۲/۶۸
۰/۲	۲/۷۵	۳/۲۵	۲/۷۵
۰/۴	۲/۸۱	۳/۲۵	۲/۵۶
۰/۶	۳/۰۶	۳/۳۷	۲/۸۷
SEM	۰/۱۳	۰/۰۲	۰/۲۰
سطح معنی داری			
مخمر اتولیز شده	۰/۶۶۹۳	۰/۶۲۹۳	۰/۸۱۰۰
تراکم	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱
اثر متقابل	۰/۵۵۳۷	۰/۹۹۵۱	۰/۲۲۷۷

^{a-b} میانگین هر ستون با حروف غیر مشابه دارای اختلاف معنی داری می باشد ($P \leq 0.05$).

درصد رطوبت فضولات

مطابق جدول ۷، درصد رطوبت فضولات تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی شامل سطوح مختلف مخمر اتولیز شده، دو سطح تراکم و همچنین اثر متقابل سطوح مخمر اتولیز شده و تراکم قرار نگرفت ($P \geq 0.05$). همسو با نتایج بدست آمده محققان گزارش کردند رطوبت فضولات در جوجه‌های گوشتی (Yalcin et al., 2013) و مرغ‌های تخم‌گذار (Yalcin et al., 2012) تحت تأثیر مخمر اتولیز شده قرار نگرفت.

جدول ۷. تأثیر تیمارهای آزمایشی بر ویژگیهای فضولات مرغ‌های تخم‌گذار در پایان آزمایش		
فاکتور	pH	درصد رطوبت
مخمر اتولیز شده (درصد جیره)		
۰	۷/۸۱ ^a	۷۹/۵۷
۰/۲	۷/۲۴ ^c	۷۹/۰۲
۰/۴	۷/۵۲ ^b	۷۸/۶۸
۰/۶	۷/۳۹ ^{bc}	۷۸/۵۲
SEM	۰/۰۸۷	۰/۱۱
تراکم		
۲	۷/۴۹	۷۹/۰۸
۴	۷/۴۹	۷۸/۸۲
SEM	۰/۰۶۱	۰/۰۷
اثر متقابل تراکم و مخمر اتولیز شده		
۲	۷/۷۱	۷۹/۶۳
۰/۲	۷/۱۸	۷۸/۸۰
۰/۴	۷/۶۳	۷۸/۶۶
۰/۶	۷/۴۳	۷۸/۲۹
۴	۷/۹۱	۷۹/۵۱
۰/۲	۷/۲۷	۷۹/۲۴
۰/۴	۷/۴۳	۷۸/۷۰
۰/۶	۷/۳۵	۷۸/۷۶
SEM	۰/۱۲	۰/۱۵
سطح معنی‌داری		
مخمر اتولیز شده	۰/۰۰۰۱	۰/۴۳۵۵
تراکم	۰/۹۴۹۶	۰/۵۷۸۷
اثر متقابل	۰/۱۰۹۶	۰/۹۸۳۳

a-b-c میانگین هر ستون با حروف غیر مشابه دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشد ($P \leq 0.05$).

pH فضولات

نتایج بدست آمده (جدول ۷) نشان داد که تراکم و اثر متقابل تراکم و مخمر اتولیز شده، pH فضولات را به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار نداد ($P \geq 0.05$). اما سطوح مختلف مخمر اتولیز شده باعث کاهش معنی‌دار pH فضولات در مقایسه با تیمار شاهد شدند. بیشترین pH مربوط به تیمار شاهد (بدون مخمر) بود که تأثیر معنی‌داری را با سایر گروه‌ها نشان داد ($P \leq 0.05$). کمترین pH مربوط به سطح ۰/۲ درصد مخمر اتولیز شده بود که با تیمار شاهد و سطح ۰/۴ درصد مخمر تفاوت معنی‌داری را نشان داد ($P \leq 0.05$) اما با سطح ۰/۶ درصد تفاوت معنی‌داری نداشت ($P \geq 0.05$).

موافق با مطالعه حاضر (Kashani et al., 2013) گزارش کردند افزودن همزمان پروبیوتیک و هسته خرما باعث کاهش pH فضولات در مرغ‌های تخم‌گذار گردید. مخالف با نتایج حاضر (Yalcin et al., 2013)، تغییری در pH فضولات جوجه‌های

گوشتی با مصرف مکمل مخمر یافت نکردند. Mohebbifar *et al.* (2013) نیز با استفاده از پروبیوتیک و پریبیوتیک در مرغ‌های تخم‌گذار تغییری در pH فضولات مشاهده نکردند. میکروفلور روده را می‌توان با مکمل‌های غذایی تغییر داد. بنابراین ترکیب جیره بر فضولات تأثیر گذار است (Yalcin *et al.*, 2013). مکمل‌های پریبیوتیک و سینبیوتیک باعث افزایش کلونیزاسیون باسیلوس، لاکتوباسیلوس و کلوستریدیوم در روده و همچنین کاهش باکتری‌های بیماری‌زا (ایکلائی و سالمونلا) می‌شوند (Kridtayopas *et al.*, 2019). باکتری‌های لاکتوباسیلی، اسید لاکتیک ترشح می‌کنند که باعث کاهش pH گوارشی می‌شود (Hassanein & Soliman, 2010). افزایش جمعیت باکتری‌های تولید کننده اسید لاکتیک در محتویات روده، منجر به کاهش pH بستر می‌شود (Zhang *et al.*, 2013). شاید بتوان دلیل کاهش pH فضولات پرندگان مصرف کننده مخمر اتولیز شده را به افزایش جمعیت باکتری‌های تولید کننده اسید لاکتیک نسبت داد هرچند در پژوهش حاضر جمعیت میکروبی مورد بررسی قرار نگرفت.

عیار آنتی‌بادی علیه گلبول‌های قرمز گوسفندی

عیار آنتی‌بادی علیه گلبول‌های قرمز گوسفندی (مطابق جدول ۸)، تحت تأثیر تراکم و اثر متقابل تراکم و مخمر اتولیز شده قرار نگرفت ($P \geq 0.05$). اما تأثیر سطوح مختلف مخمر اتولیز شده بر افزایش عیار آنتی‌بادی معنی‌دار بود ($P \leq 0.05$). کمترین عیار آنتی‌بادی مربوط به تیمار شاهد بود و تفاوت آن با تیمارهایی که مخمر مصرف کردند معنی‌دار بود ($P \leq 0.05$). بیشترین عیار آنتی‌بادی نیز مربوط به سطح ۰/۶ و سپس سطح ۰/۴ درصد مخمر بود. برخی محققان گزارش کردند عیار آنتی‌بادی علیه گلبول‌های قرمز گوسفندی در مرغ‌های تخم‌گذار با مصرف پروبیوتیک (Asli *et al.*, 2007) و مخمر اتولیز شده (Yalcin *et al.*, 2010, 2012) و مخمر فعال و غیرفعال (Yalcin *et al.*, 2015) افزایش یافت.

برخلاف یافته‌های پژوهش حاضر، محققان گزارش کردند سطح آنتی‌بادی علیه نیوکاسل در جوجه‌های گوشتی تحت تأثیر مکمل پریبیوتیک قرار نگرفت اما با افزایش تراکم کاهش پیدا کرد (Houshmand *et al.*, 2012). افزایش عیار آنتی‌بادی در مرغ‌های تغذیه شده با مخمر اتولیز شده می‌تواند مربوط به اثرات مفید این مکمل در حفظ تعادل فیزیولوژیکی سلول‌های ایمنی و در نتیجه ایجاد یک محیط سالم برای سیستم ایمنی باشد (Yalcin *et al.*, 2010).

جدول ۸. تأثیر تیمارهای آزمایشی بر عیار آنتی‌بادی علیه گلبول قرمز گوسفندی در مرغ‌های تخم‌گذار

فاکتور	عیار آنتی‌بادی اولیه	عیار آنتی‌بادی ثانویه
مخمر اتولیز شده (درصد جیره)		
۰	۴/۱۶ ^b	۵/۲۵ ^b
۰/۲	۴/۸۳ ^{ab}	۶/۴۳ ^a
۰/۴	۵/۳۳ ^a	۶/۷۵ ^a
۰/۶	۵/۵۰ ^a	۷/۰۶ ^a
SEM	۰/۰۶	۰/۰۵
تراکم		
۲	۵/۰۸	۶/۴۳
۴	۴/۸۳	۶/۳۱
SEM	۰/۰۴	۰/۰۳
اثر متقابل تراکم و مخمر اتولیز شده		
۲	۴/۳۳	۵/۲۵
۰/۲	۵/۰۰	۶/۵۰
۰/۴	۵/۳۳	۶/۸۷
۰/۶	۵/۶۶	۷/۱۲
۴	۴/۰۰	۵/۲۵
۰/۲	۴/۶۶	۶/۳۷
۰/۴	۵/۳۳	۶/۶۲
۰/۶	۵/۳۳	۷/۰۰
SEM	۰/۱۱	۰/۰۷
سطح معنی‌داری		
مخمر اتولیز شده	۰/۰۲۰۹	۰/۰۰۰۱
تراکم	۰/۳۹۹۳	۰/۶۰۶۷
اثر متقابل	۰/۹۶۸۱	۰/۹۸۷۴

a-b میانگین هر ستون با حروف غیر مشابه دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشد ($P \leq 0.05$).

برآورد اقتصادی

هزینه خوراک، درآمد فروش و سود خالص حاصل از آن (مطابق جدول ۹)، تحت تأثیر تراکم و اثر متقابل تراکم و مخمر اتولیز شده قرار نگرفت ($P \geq 0.05$). با افزودن مخمر اتولیز شده به جیره، هزینه بیشتری صرف تهیه جیره گردید و هر چه سطح مخمر اتولیز شده در جیره بیشتر شد جیره گران‌تر شد. به گونه‌ای که اختلاف معنی‌داری بین تیمار شاهد و سطح ۰/۶ درصد مخمر مشاهده شد ($P \leq 0.05$)، اما تفاوت معنی‌داری بین سایر تیمارها مشاهده نشد. به دلیل تولید بیشتر مرغ‌های تغذیه‌کننده مخمر اتولیز شده، درآمد حاصل از فروش تخم‌مرغ‌های تولیدی این تیمارها نسبت به تیمار شاهد افزایش معنی‌داری را نشان داد ($P \leq 0.05$)، که می‌تواند جبران‌کننده هزینه پرداختی بیشتر برای جیره‌های حاوی مخمر باشد. در نهایت سود خالص محاسبه شده در این آزمایش نیز با افزودن مخمر اتولیز شده به جیره افزایش یافت اما این افزایش معنی‌دار نبود ($P = 0.06$). در پژوهشی گزارش شد که با افزایش تراکم جوجه‌های گوشتی، مقدار تولید در هر متر مربع افزایش و هزینه تولید هر کیلوگرم وزن زنده بدن پرورنده، کاهش می‌یابد (Hasanabadi & Mahdipour Rabori., 2009).

مانان الیگوساکاریدها به باکتری‌های بیماری‌زا متصل می‌شوند و از اتصال آن‌ها به دیواره روده جلوگیری کرده و باعث دفع باکتری‌های بیماری‌زا می‌شوند و به عنوان یک ماده مغذی برای باکتری‌های مفید عمل می‌کنند (Firon et al., 1983). مخمر اتولیز شده باعث کاهش جمعیت باکتریایی مضر و بهبود سلامت روده می‌شود (Salari and Javidaneh., 2022).

همچنین باعث افزایش تولید و وزن تخم مرغ، بهبود ضریب تبدیل خوراک (Yalcin et al., 2010, 2012) می شود و در نتیجه می تواند باعث افزایش سودآوری در مرغ های تخم گذار شود.

جدول ۹. برآورد اقتصادی تیمارهای آزمایشی به ازای هر مرغ در کل دوره (تومان)

فاکتور	هزینه خوراک	درآمد فروش	سود خالص
مخمر اتولیز شده (درصد جیره)			
۰	۷۵۵۳۷ ^b	۱۰۰۵۷۴ ^b	۲۵۰۳۷
۰/۲	۷۶۴۷۲ ^{ab}	۱۰۳۶۷۶ ^a	۲۷۲۰۳
۰/۴	۷۶۳۸۸ ^{ab}	۱۰۳۷۳۳ ^a	۲۷۳۴۴
۰/۶	۷۷۴۳۲ ^a	۱۰۳۹۰۷ ^a	۲۶۴۷۵
SEM	۴۶۷	۴۴۹	۸۶۶
تراکم			
۲	۷۶۰۸۲	۱۰۲۸۸۶	۲۶۸۰۲
۴	۷۶۸۳۱	۱۰۳۰۵۹	۲۶۲۲۷
SEM	۳۳۰	۳۱۷	۶۱۲
اثر متقابل تراکم و مخمر اتولیز شده			
۲	۷۴۷۴۷	۱۰۰۶۲۹	۲۵۸۸۲
۰/۲	۷۵۸۰۳	۱۰۳۷۷۳	۲۷۹۷۰
۰/۴	۷۶۶۳۶	۱۰۳۹۸۴	۲۶۳۴۸
۰/۶	۷۷۱۴۸	۱۰۴۱۵۹	۲۷۰۱۱
۴	۷۶۳۲۷	۱۰۰۵۲۰	۲۴۱۹۳
۰/۲	۷۷۱۴۲	۱۰۳۵۸۱	۲۶۴۳۸
۰/۴	۷۶۱۴۰	۱۰۴۴۸۲	۲۸۳۴۲
۰/۶	۷۷۷۱۷	۱۰۳۶۵۶	۲۵۹۳۹
SEM	۶۶۱	۶۳۵	۱۲۲۵
سطح معنی داری			
مخمر اتولیز شده	۰/۰۴۳۷	۰/۰۰۱۶	۰/۰۶۳۷
تراکم	۰/۱۰۶۷	۰/۷۹۵۴	۰/۳۸۷۲
اثر متقابل	۰/۳۷۸۰	۰/۷۱۳۲	۰/۱۷۲۴

^{a-b} میانگین هر ستون با حروف غیر مشابه دارای اختلاف معنی داری می باشد ($P < 0.05$).

نتیجه گیری کلی

نتایج این پژوهش نشان داد که تراکم بالا باعث کاهش زنده ماندی و کاهش نمره اسکور پر در مرغ های تخم گذار شد. درحالی که استفاده از سطوح مخمر اتولیز شده در جیره مرغ های تخم گذار، زنده ماندی پرندگان تحت تراکم بالا را افزایش (۲۰/۴۳ درصد) داد و سیستم ایمنی را تقویت کرد. مصرف خوراک تحت تأثیر مخمر اتولیز شده و تراکم قرار نگرفت. افزایش تولید (۱/۷۶ درصد) و وزن تخم مرغ (۱/۳۸ درصد) و بهبود ضریب تبدیل خوراک (۲/۶۹- درصد) با استفاده از سطوح مختلف مخمر اتولیز شده مشاهده شد. تراکم و مخمر اتولیز شده بر صفات کیفی تخم مرغ اثری نشان ندادند. مخمر اتولیز شده pH فضولات را کاهش اما در درصد رطوبت تغییری ایجاد نکرد. همچنین استفاده از مخمر اتولیز شده می تواند سودآوری را افزایش دهد. با توجه به نتایج بدست آمده بنظر می رسد با استفاده از مخمر اتولیز شده در جیره غذایی مرغ های تخم گذار، بتوان مرغ های بیشتری را در واحد سطح نگهداری کرد و اثرات مضر تراکم بالا را با این افزودنی خوراک کاهش، و تولید را بهبود بخشید.

تشکر و قدردانی

از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان به خاطر حمایت‌های مالی از پژوهش و از شرکت کاوشگر سپهر جوان نیز به خاطر تامین مخمر اتولیز شده، قدردانی می‌شود.

منابع

افسریان، امید؛ محمدی، مینا؛ قاضی، شهاب و مرادی، سعید (۱۳۹۱). تأثیر پروبیوتیک و بوتیرات کلسیم بر، عملکرد تولید، کیفیت تخم مرغ، فراسنجه‌های خونی و پاسخ ایمنی مرغ‌های تخمگذار. *مجله تحقیقات دامپزشکی (دانشگاه تهران)*، ۶۷ (۴)، ۳۱۳-۳۲۳.

حسن آبادی، احمد و پور رابری، محمد مهدی (۱۳۸۸). بررسی تراکم گله بر عملکرد، برخی متابولیت‌های خونی و شاخص‌های لاشه جوجه‌های گوشتی نر. *پژوهش‌های علوم دامی (دانش کشاورزی)*، ۱۹ (۲)، ۱۳۷-۱۵۵.

سالاری، سمیه و جاویدانه، کریم (۱۴۰۰). اثر مخمر اتولیز شده بر عملکرد تولید و کیفیت تخم مرغ، جمعیت میکروبی و ریخت شناسی روده مرغان تخمگذار. *پژوهش‌های علوم دامی ایران*، دارای پذیرش.

REFERENCES

- Afsarian, O., Mohamadi, M., Ghazi, S., & Moradi, S. (2012). Effects of probiotic and calcium butyrate on production performance, egg quality, blood parameters and immune response in laying hens. *Journal of Veterinary Research*, 67(4), 313-323. (In Persian)
- Ahiwe, E. U., Omede, A. A., Abdallah, M. E., Chang'a, E. P., Al-Qahtani, M., Gausi, H., & Iji, P. A. (2019). Response of broiler chickens to dietary supplementation of enzymatically hydrolyzed glucan or mannan yeast products. *Journal of Applied Poultry Research*, 28(4), 892-901.
- Alkhulaifi, M. M., Alqhtani, A. H., Alharthi, A. S., Al Sulaiman, A. R., & Abudabos, A. M. (2022). Influence of prebiotic yeast cell wall extracts on growth performance, carcass attributes, biochemical metabolites, and intestinal morphology and bacteriology of broiler chickens challenged with *Salmonella typhimurium* and *Clostridium perfringens*. *Italian Journal of Animal Science*, 21(1), 1190-1199.
- Asli, M. M., Hosseini, S. A., Lotfollahian, H., & Shariatmadari, F. (2007). Effect of probiotics, yeast, vitamin E and vitamin C supplements on performance and immune response of laying hen during high environmental temperature. *International Journal of Poultry Science*, 6(12), 895-900.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). (1990). Official Method of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC.
- Bolacali, M., & Irak, K. (2017). Effect of dietary yeast autolysate on performance, slaughter, and carcass characteristics, as well as blood parameters, in quail of both genders. *South African Journal of Animal Science*, 47(4), 460-470.
- Buijs, S., Keeling, L., Rettenbacher, S., Van Poucke, E., & Tuytens, F. A. M. (2009). Stocking density effects on broiler welfare: Identifying sensitive ranges for different indicators. *Poultry Science*, 88(8), 1536-1543.
- Campbell, D. L. M., Lee, C., Hinch, G. N., & Roberts, J. R. (2017). Egg production and egg quality in free-range laying hens housed at different outdoor stocking densities. *Poultry science*, 96(9), 3128-3137.
- Castillo, C., Cuca, M., Pro, A., Gonzalez, M., & Morales, E. (2004). Biological and economic optimum level of calcium in white leghorn laying hens. *Poultry science*, 83(6), 868-872.
- Dozier III, W. A., Thaxton, J. P., Purswell, J. L., Olanrewaju, H. A., Branton, S. L., & Roush, W. B. (2006). Stocking density effects on male broilers grown to 1.8 kilograms of body weight. *Poultry Science*, 85(2), 344-351.
- Elnagar, S. H. (2013). Effect of dried yeast (*saccharomyces cerevisiae*) supplementation as feed additive to laying hen diet on egg production, egg quality, carcass traits and blood constituents. *Egyptian Journal of Animal Production*, 50(2), 111-115.

- Erensoy, K., Sarica, M., Noubandiguim, M., Dur, M., & Aslan, R. (2021). Effect of light intensity and stocking density on the performance, egg quality, and feather condition of laying hens reared in a battery cage system over the first laying period. *Tropical Animal Health and Production*, 53(2), 1-13.
- Firon, N., Ofek, I., & Sharon, N. (1983). Carbohydrate specificity of the surface lectins of *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, and *Salmonella typhimurium*. *Carbohydrate research*, 120, 235-249.
- Hameed, R., Tahir, M., Khan, S. H., & Iqbal, A. J. (2019). Effect of yeast supplementation on production parameters, egg quality characteristics and crude protein digestibility in hens. *Advancements in Life Sciences*, 6(4), 147-151.
- Hasanabadi, A., & Mahdipour Rabori, M. (2009). Effects of Stocking Density on Growth Performance, Blood Metabolites and Carcass Characteristics of Male Broiler Chickens. *Animal Science Researches (Faculty of Agriculture, University of Tabriz)*, 19/1(2), 137-155. (In Persian).
- Hassan, H. M. (2011). Antioxidant and immunostimulating activities of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) autolysates. *World Applied Sciences Journal*, 15(8), 1110-9.
- Hassanein, S. M., & Soliman, N. K. (2010). Effect of probiotic (*Saccharomyces cerevisiae*) adding to diets on intestinal microflora and performance of Hy-Line layers hens. *Journal American Science*, 6(11), 159-169.
- Heckert, R. A., Estevez, I., Russek-Cohen, E., & Pettit-Riley, R. (2002). Effects of density and perch availability on the immune status of broilers. *Poultry Science*, 81(4), 451-457.
- Houshmand, M., Azhar, K., Zulkifli, I., Bejo, M. H., & Kamyab, A. (2012). Effects of prebiotic, protein level, and stocking density on performance, immunity, and stress indicators of broilers. *Poultry Science*, 91(2), 393-401.
- Kashani, S., Mohebbifar, A., Habibian, M., & Torki, M. (2013). Effects of dietary inclusion of ground pits of date palm (*Phoenix dactylifera*) with or without probiotic Yeasture® on productive performance, egg traits and some blood parameters of laying hens. *Annual Research & Review in Biology*, 492-506.
- Kridtayopas, C., Rakangtong, C., Bunchasak, C., & Loongyai, W. (2019). Effect of prebiotic and synbiotic supplementation in diet on growth performance, small intestinal morphology, stress, and bacterial population under high stocking density condition of broiler chickens. *Poultry Science*, 98(10), 4595-4605.
- Lai, P. W., Liang, J. B., Hsia, L. C., Loh, T. C., & Ho, Y. W. (2010). Effects of varying dietary zinc levels and environmental temperatures on the growth performance, feathering score and feather mineral concentrations of broiler chicks. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 23(7), 937-945.
- Matson, K. D., Ricklefs, R. E., & Klasing, K. C. (2005). A hemolysis-hemagglutination assay for characterizing constitutive innate humoral immunity in wild and domestic birds. *Developmental & Comparative Immunology*, 29(3), 275-286.
- Mohebbifar, A., Kashani, S., Afsari, M., & Torki, M. (2013). Effects of commercial prebiotic and probiotics of diet on performance of laying hens, egg traits and some blood parameters. *Annual Research & Review in Biology*, 921-934.
- Mumma, J. O., Thaxton, J. P., Vizzier-Thaxton, Y., & Dodson, W. L. (2006). Physiological stress in laying hens. *Poultry science*, 85(4), 761-769.
- Riddle, E. R., Ali, A. B., Campbell, D. L., & Siegford, J. M. (2018). Space use by 4 strains of laying hens to perch, wing flap, dust bathe, stand and lie down. *Public Library of Science*, 13(1), e0190532.
- Sacakli, P., Ergun, A., Koksall, B. H., Ozsoy, B., & Cantekin, Z. (2013). Effects of inactivated brewer's yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) on egg production, serum antibody titres and cholesterol levels in laying hens. *Veterinarija ir Zootechnika*, 61(83), 53-60.
- Salari, S., & Javidaneh, K. (2022). Effect of Autolyzed Yeast on Performance, Egg Quality,

- Microbial Population and Intestinal Morphology of Laying Hens. *Iranian Journal of Animal Science Research*, In press (In Persian).
- Sarica, M., Boga, S., & Yamak, U. S. (2008). The effects of space allowance on egg yield, egg quality and plumage condition of laying hens in battery cages. *Czech Journal of Animal Science*, 53(8), 346-353.
- Shareef, A. M., & Al-Dabbagh, A. S. A. (2009). Effect of probiotic (*Saccharomyces cerevisiae*) on performance of broiler chicks. *Iraqi Journal Veterinary Science*, 23 (Supplement I), 23-29.
- Sheng, K. C., Pouniotis, D. S., Wright, M. D., Tang, C. K., Lazoura, E., Pietersz, G. A., & Apostolopoulos, V. (2006). Mannan derivatives induce phenotypic and functional maturation of mouse dendritic cells. *Immunology*, 118(3), 372-383.
- Shini, S., Shini, A., & Blackall, P. J. (2013). The potential for probiotics to prevent reproductive tract lesions in free-range laying hens. *Animal Production Science*, 53(12), 1298-1308.
- Soltani alvar, M., Falah gorji, M., & Abedini, P. (2017). Effect of density on performance of two broiler strains. *Quarterly Journal of veterinary Histobiology*, 5(1), 1-12. (In Persian).
- Tang, S. G. H., Sieo, C. C., Ramasamy, K., Saad, W. Z., Wong, H. K., & Ho, Y. W. (2017). Performance, biochemical and haematological responses, and relative organ weights of laying hens fed diets supplemented with prebiotic, probiotic and synbiotic. *BMC veterinary research*, 13(1), 1-12.
- Wang, J., Qiu, L., Gong, H., Celi, P., Yan, L., Ding, X., & Zhang, K. (2020). Effect of dietary 25-hydroxycholecalciferol supplementation and high stocking density on performance, egg quality, and tibia quality in laying hens. *Poultry Science*, 99(5), 2608-2615.
- Yalcin, S., Eser, H., Cengiz, S., & Eltan, O. (2013). Effects of dietary yeast autolysate (*Saccharomyces cerevisiae*) on performance, carcass and gut characteristics, blood profile, and antibody production to sheep red blood cells in broilers. *Journal of Applied Poultry Research*, 22(1), 55-61.
- Yalcin, S., Oguz, F., Guclu, B., & Yalcin, S. (2009). Effects of dietary dried baker's yeast on the performance, egg traits and blood parameters in laying quails. *Tropical Animal Health and Production*, 41(1), 5-10.
- Yalcin, S., Uzunoglu, K., Duyum, H. M., & Eltan, O. (2012). Effects of dietary yeast autolysate (*Saccharomyces cerevisiae*) and black cumin seed (*Nigella sativa* L.) on performance, egg traits, some blood characteristics and antibody production of laying hens. *Livestock Science*, 145(1-3), 13-20.
- Yalcin, S., Yalcin, S., Cakin, K., Eltan, O., & Dagaşan, L. (2010). Effects of dietary yeast autolysate (*Saccharomyces cerevisiae*) on performance, egg traits, egg cholesterol content, egg yolk fatty acid composition and humoral immune response of laying hens. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90(10), 1695-1701.
- Yalcin, S., Yalcin, S., Şahin, A., Duyum, H. D., Calik, A., & Gumuş, D. (2015). Effects of dietary inactive yeast and live yeast on performance, egg quality traits, some blood parameters and antibody production to SRBC of laying hens. *Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi*, 21(3), 345-350.
- Zhang, J. C., Chen, P., Zhang, C., Khalil, M. M., Zhang, N. Y., Qi, D. S., & Sun, L. H. (2020). Yeast culture promotes the production of aged laying hens by improving intestinal digestive enzyme activities and the intestinal health status. *Poultry Science*, 99(4), 2026-2032.