Sari Agriculture Sciences and Natural Resources University

Research on Animal Production, Vol. 15, Issue 4, 2024 p: 24-35

OPEN ACCESS

Research Paper

Effects of Supplementation of Inulin and Yeast Autolysate (*Saccharomyces cerevisiae*) on the Productive Performance, Egg Quality, Intestinal Morphology, and Microflora of Laying *Japanese quails*

Ayesheh Pourangha[1], Mohammad Taher Mirakzehi[2] and Hassan Saleh[3]

1- Graduated M.Sc. Student, Department of Animal Science, Higher Education Complex of Saravan, Saravan, Iran
2- Assistant Professor, Department of Animal Science, Higher Education Complex of Saravan, Saravan, Iran, (Corresponding author: taher8588@gmail.com)
3- Associate Professor, Department of Animal Science, Higher Education Complex of Saravan, Saravan, Iran

Received: 3 March, 2024 Accepted: 30 July, 2024

Extended Abstract

Background: The use of antibiotics in poultry feed has been banned or severely restricted in many countries due to the development of antibiotic resistance and threats to human health. Therefore, there has been a significant focus on alternative feed additives, such as probiotics, prebiotics, synbiotics, organic acids, and herbal products. Prebiotics are specific dietary fibers that cannot be directly digested by the bird's digestive system but serve as food for beneficial gut bacteria, promoting their growth and proliferation. By increasing the population of these beneficial bacteria, the gut environment is altered in a way that inhibits the growth of harmful bacteria and strengthens the bird's immune system. Consequently, the use of prebiotics in poultry feed leads to improved digestion and nutrient absorption, increased growth, a strengthened immune system, reduced disease incidence, and ultimately increased production and improved product quality. Probiotics are live microorganisms that, when added to poultry feed, alter the microbial balance of the gut in favor of beneficial bacteria. These beneficial bacteria produce short-chain fatty acids, strengthen the immune system, improve digestion and nutrient absorption, and reduce the growth of pathogenic bacteria, contributing to gut health and overall bird performance. As a result, the use of probiotics in poultry feed leads to increased growth, improved feed conversion ratio (FCR), reduced mortality, and improved carcass quality. In this context, inulin and yeasts such as *Saccharomyces cerevisiae*, which are classified as prebiotics and probiotics, respectively, have shown beneficial effects on improving poultry performance.

Methods: This experiment was performed as a 2 × 2 factorial arrangement, using a total of 240 Japanese laying quails (*Coturnix japonica*) at 45 days of age in a completely randomized design with four treatments, six replicates per treatment, and 10 birds per replicate. The factors were inulin (0 and 15 g/kg) and yeast autolysate (*S. cerevisiae*) (0 and 1.5 g/kg). The birds were placed in the experimental cages for one week prior to the start of the experiment for adaptation and fed a commercial diet. The experimental period lasted 7 weeks, and the birds had *ad libitum* access to feed and water during the entire experimental period. The experimental diets were formulated to have similar AME_N and crude protein. Egg production (number and weight) was recorded daily, and feed intake was calculated weekly. At the end of the experiment, the FCR was calculated by dividing the feed consumed (in grams) by the produced egg mass (in grams). The eggs collected in the last 4 days of the experiment were used to determine the quantitative and qualitative characteristics of the eggs. One bird per replicate was randomly selected, bled, and then slaughtered on the final day of the experimental period. Samples were collected from the jejunum tissue for histological examination and from the ileum content for microbial population analysis.

Results: The results of this experiment demonstrated that supplementation with autolyzed yeast led to a decrease in feed intake ($p < 0.05$). The addition of inulin and autolyzed yeast to the diet resulted in an increase in egg production and mass, as well as an improvement in FCR ($p < 0.05$). A significant interaction was observed between inulin and autolyzed yeast on egg production ($p < 0.05$). This interaction indicated that adding yeast to diets without inulin resulted in a significant increase in egg production ($p < 0.05$). Additionally, adding inulin to diets without yeast resulted in a significant increase in egg production ($p < 0.05$). Autolyzed yeast significantly

Copyright ©2024 Pourangha et al. Published by Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University.
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 Unported License which allows users to read, copy, distribute and make derivative works for non-commercial purposes from the material, as long as the author of the original work is cited properly.

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-05-01]

[DOI: 10.61186/rap.15.4.24]

increased egg weight and shell thickness ($p < 0.05$). No significant main effects of inulin or interaction effects between the two supplements were observed on egg quantitative and qualitative traits ($P > 0.05$). Histological findings showed that autolyzed yeast significantly increased villus length and the ratio of villus length to crypt depth ($p < 0.05$). No significant main effects of inulin or interaction effects were observed between the two supplements on jejunal morphology ($p > 0.05$). The results showed that supplementation with inulin and autolyzed yeast increased the population of lactobacillus and decreased the population of *Clostridium perfringens*, coliforms, and total anaerobic bacteria in the ileum ($p < 0.05$). The interaction between inulin and yeast showed that adding yeast to diets containing inulin resulted in a significant decrease in the coliform population in the ileum ($p < 0.05$). Analysis of blood parameters showed that supplementation with autolyzed yeast significantly reduced serum cholesterol levels ($p < 0.05$).
Conclusion: Overall, the results of this experiment demonstrated that both inulin and autolyzed yeast supplements, at levels of 15 and 1.5 grams per kilogram of diet, respectively, either individually or in combination, had a positive impact on the production performance of quails. The improvement in the gut structure by autolyzed yeast and the alteration of gut microbiota toward an increase in beneficial bacteria by both supplements indicate their synergistic effects. These findings suggest that the combined use of these two supplements can be an effective nutritional approach to enhance the health and production performance of quails.

Keywords: Egg Quality, Intestinal Morphology, Inulin, Laying Quail, Microflora, Yeast Autolysate

How to Cite This Article: Pourangha, A., Mirakzehi, M., & Saleh, H. (2024). Effects of Supplementation of Inulin and Yeast Autolysate (*Saccharomyces cerevisiae*) on the Productive Performance, Egg Quality, Intestinal Morphology, and Microflora of Laying *Japanese quails. Japanese quails*. *Res Anim Prod,* 15(4), 24-35. DOI: 10.61186/rap.15.4.24

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-05-01]

[DOI: 10.61186/rap.15.4.24]

مقاله پژوهشی

اثرات مکمل‌سازی اینولین و مخمر اتولیز (*Saccharomyces Cerevisiae*) بر عملکرد تولید، خصوصیات کمی و کیفی تخم، ریخت‌شناسی و جمعیت میکروبی روده کوچک بلدرچین‌های ژاپنی تخم‌گذار

عایشه پورعنقا[۱]، محمد طاهر میرکزهی[۲] و حسن صالح[۳]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد تغذیه طیور، گروه علوم دامی، مجتمع آموزش عالی سراوان، سراوان، ایران
۲- استادیار، گروه علوم دامی، مجتمع آموزش عالی سراوان، سراوان، ایران، (نویسنده مسوول: taher8588@gmail.com)
۳- دانشیار، گروه علوم دامی، مجتمع آموزش عالی سراوان، سراوان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۲/۱۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۵/۹
صفحه: ۲۴ تا ۳۵

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: از آنجایی‌که استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها در تغذیه طیور به‌دلیل ایجاد مقاومت آنتی‌بیوتیکی و تهدید سلامت انسان در بسیاری از کشورهای جهان ممنوع و یا به‌طور جدی محدود شده است. لذا امروزه به استفاده از جایگزین‌های آنها نظیر پروبیوتیک‌ها، پری‌بیوتیک‌ها، سین‌بیوتیک‌ها، اسیدهای آلی و گیاهان دارویی توجه ویژه‌ای شده است. پری‌بیوتیک‌ها فیبرهای غذایی خاصی هستند که به‌طور مستقیم توسط دستگاه گوارش پرنده قابل هضم نیستند. اما به‌عنوان غذا برای باکتری‌های مفید روده عمل می‌کنند و باعث رشد و تکثیر آن‌ها می‌شوند. با افزایش جمعیت این باکتری‌های مفید، محیط روده به‌گونه‌ای تغییر می‌کند که از رشد باکتری‌های مضر جلوگیری کرده و سیستم ایمنی پرنده را تقویت می‌کند. در نتیجه، استفاده از پری‌بیوتیک‌ها در تغذیه طیور منجر به بهبود هضم و جذب مواد مغذی، افزایش رشد، تقویت سیستم ایمنی، کاهش بروز بیماری‌ها و در نهایت افزایش تولید و بهبود کیفیت محصول می‌شود. پروبیوتیک‌ها میکروارگانیسم‌های زنده‌ای هستند که با افزودن به جیره غذایی طیور، تعادل میکروبی روده را به‌نفع باکتری‌های مفید تغییر می‌دهند. این باکتری‌های مفید با تولید اسیدهای چرب کوتاه زنجیر، تقویت سیستم ایمنی، بهبود هضم و جذب مواد مغذی، و کاهش رشد باکتری‌های بیماری‌زا، به سلامت روده و عملکرد کلی پرنده کمک می‌کنند. در نتیجه، استفاده از پروبیوتیک‌ها در تغذیه طیور منجر به افزایش رشد، بهبود ضریب تبدیل غذایی، کاهش تلفات، و افزایش کیفیت لاشه می‌شود. در این میان اینولین و مخمرهایی نظیر ساکارومایسز سرویسیه (*Saccharomyces Cerevisiae*) که به‌ترتیب در زمره پری‌بیوتیک‌ها و پروبیوتیک‌ها به‌شمار می‌روند دارای اثرات مفیدی جهت بهبود عملکرد طیور می‌باشند.

مواد و روش‌ها: این آزمایش به‌صورت فاکتوریل ۲×۲ با استفاده از ۲۴۰ قطعه بلدرچین تخم‌گذار ژاپنی (*Coturnix Coturnix Japonica*) در سن ۴۵ روزگی در قالب طرح کاملا تصادفی با ۴ تیمار، ۶ تکرار در هر تیمار و ۱۰ قطعه پرنده در هر تکرار انجام شد. فاکتورها عبارت بودند از اینولین (سطوح صفر و ۱۵ گرم در کیلوگرم) و مخمر اتولیز (*Saccharomyces Cerevisiae*) (سطوح صفر و ۱/۵ گرم در کیلوگرم). پرندگان قبل از شروع آزمایش جهت سازگاری به‌مدت ۱ هفته در قفس‌های آزمایشی موردنظر قرار گرفته و با یک جیره تجاری مورد تغذیه قرار گرفتند. طول دوره آزمایش ۷ هفته بود و پرندگان در کل دوره آزمایش به آب و خوراک دسترسی آزاد داشتند. کلیه جیره‌های آزمایشی دارای انرژی و پروتئین خام یکسان بودند. تولید تخم (تعداد و وزن) به‌صورت روزانه ثبت و مصرف خوراک به‌صورت هفتگی محاسبه شد. در انتهای آزمایش ضریب تبدیل خوراک نیز از تقسیم خوراک مصرفی (گرم) بر توده تخم تولیدی (گرم) محاسبه شد. جهت تعیین صفات کمی و کیفی تخم نیز از تخم‌های جمع‌آوری شده در ۴ روز پایانی آزمایش استفاده گردید. در روز پایانی دوره آزمایش یک پرنده به‌ازای هر تکرار به‌طور تصادفی انتخاب، مورد خون‌گیری و سپس کشتار قرار گرفت. از بافت ژژونوم جهت بررسی خصوصیات ریخت‌شناسی و همچنین از محتویات ایلئوم جهت بررسی جمعیت میکروبی نمونه‌گیری شد.

یافته‌ها: نتایج این آزمایش نشان داد که مکمل‌سازی مخمر اتولیز منجر به کاهش مصرف خوراک شد ($p<0/05$). افزودن اینولین و مخمر اتولیز به جیره غذایی منجر به افزایش تولید و توده تخم و بهبود ضریب تبدیل خوراک شد ($p<0/05$). اثرات متقابل معنی‌داری بین اینولین و مخمر اتولیز بر تولید تخم مشاهده گردید ($p<0/05$). این اثر متقابل نشان داد که افزودن مخمر در جیره‌های فاقد اینولین منجر به افزایش معنی‌دار تولید تخم می‌شود ($p<0/05$). همچنین افزودن اینولین به جیره‌های فاقد مخمر منجر به افزایش معنی‌دار تولید تخم می‌شود ($p<0/05$). همچنین مخمر اتولیز باعث افزایش معنی‌دار وزن و ضخامت پوسته تخم شد ($p<0/05$). هیچ‌گونه اثرات اصلی معنی‌داری از اینولین و یا اثر متقابل بین دو مکمل بر خصوصیات کمی و کیفی تخم مشاهده نشد ($p>0/05$). یافته‌های ریخت‌شناسی نشان داد که مخمر اتولیز منجر به افزایش معنی‌دار طول پرز و نسبت طول پرز به عمق کریپت شد ($p<0/05$). هیچ‌گونه اثرات اصلی معنی‌داری از اینولین و یا اثر متقابل بین دو مکمل بر خصوصیات ریخت‌شناسی ژژونوم مشاهده نشد ($p>0/05$). نتایج نشان داد که مکمل‌سازی اینولین و مخمر اتولیز باعث افزایش جمعیت لاکتوباسیل و کاهش جمعیت کلستریدیوم پرفرینژنز، کولیفرم و کل باکتری‌های غیرهوازی در ایلئوم می‌شود ($p<0/05$). اثرات متقابل بین اینولین و مخمر نشان داد که افزودن مخمر به جیره‌های حاوی اینولین منجر به کاهش معنی‌دار جمعیت کولیفرم در ایلئوم می‌شود ($p<0/05$). بررسی فراسنجه‌های خونی نشان داد که مکمل‌سازی مخمر اتولیز منجر به کاهش معنی‌دار سطح کلسترول سرم خون می‌شود ($p<0/05$).

نتیجه‌گیری: به‌طور کلی نتایج این آزمایش نشان داد که هر دو مکمل اینولین و مخمر اتولیز به‌ترتیب در سطوح ۱۵ و ۱/۵ گرم در کیلوگرم جیره غذایی به‌طور جداگانه و ترکیبی، تأثیر مثبتی بر عملکرد تولید بلدرچین‌های تخم‌گذار دارند. بهبود ساختار روده توسط مخمر اتولیز و تغییر در جمعیت میکروبی روده در راستای افزایش باکتری‌های مفید توسط هر دو مکمل، نشان‌دهنده اثرات سینرژیک آن‌ها می‌باشد. این یافته‌ها حاکی از آن است که استفاده ترکیبی از این دو مکمل می‌تواند یک رویکرد تغذیه‌ای کارآمد برای ارتقاء سلامت و عملکرد تولید بلدرچین‌ها باشد.

واژه‌های کلیدی: اینولین، بلدرچین تخم‌گذار، تخم بلدرچین، جمعیت میکروبی، ریخت‌شناسی روده، مخمر اتولیز

مقدمه

بررسی‌ها نشان داده است که استفاده مداوم از آنتی‌بیوتیک‌ها به‌عنوان محرک رشد، بهبود سلامت، راندمان مصرف خوراک و به‌طور کلی عملکرد تولید طیور می‌تواند منجر به ایجاد مقاومت باکتریایی در جمعیت میکروبی موجود در گوشتی شود که به مصرف انسان می‌رسد (Bucław, 2016; Salmanian *et al.*, 2022). لذا امروزه جهت کاهش مصرف آنتی‌بیوتیک و حذف بقایای آنتی‌بیوتیک‌ها در محصولات طیور جایگزین‌های دیگری نظیر پروبیوتیک‌ها، پری‌بیوتیک‌ها، آنزیم‌های برون‌تنی، سین‌بیوتیک، عصاره‌های گیاهی و اسیدهای آلی به جیره‌های

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-05-01]
[DOI: 10.61186/rap.15.4.24]

طیور افزوده می‌شود. پری‌بیوتیک‌ها اجزاء خوراکی هستند که قادر به عبور از دستگاه گوارش نیستند در آنجا مستقر و باعث تغییر جمعیت میکروبی در جهت بهبود عملکرد تولید پرندگان می‌شوند. به‌طوری‌که توجه ویژه‌ای را به‌خود معطوف نموده‌اند (Karimi Banrivand *et al*., 2022; Teng & Kim, 2018). پری‌بیوتیک‌ها پلی‌ساکاریدهایی هستند که معمولاً بخش فیبر محلول جیره غذایی پرندگان را تشکیل می‌دهند. پری‌بیوتیک‌های مختلف از زیرواحدهای پلی‌ساکاریدی مختلفی تشکیل شده‌اند که از نظر طول زنجیره و نوع پیوند بین واحدهای مونوساکاریدی باهم تفاوت دارند و نسبت به آنزیم‌های گوارشی نیز مقاوم می‌باشند (Patterson, 2005). اینولین به‌عنوان یکی از معمول‌ترین و مؤثرترین پری‌بیوتیک‌ها از واحدهای فروکتان با پیوند ۱ و ۲ از نوع بتا تشکیل شده است و کربوهیدرات ذخیره‌ای در بسیاری از گیاهان، میوه‌ها و سبزی‌ها می‌باشد که در این میان می‌توان به کاسنی، سیب‌زمینی ترشی، کنگر فرنگی، پیاز، تره فرنگی، سیر، مارچوبه، موز و همچنین در ساقه برخی غلات نظیر گندم اشاره کرد (Roberfroid, 2005). پیوندهای گلیکوزیدی موجود در ساختمان اینولین باعث می‌شود که توسط آنزیم‌های گوارشی در قسمت فوقانی دستگاه گوارش انسان و حیوانات تک‌معده‌ای مورد هیدرولیز کامل قرار نگیرد. لذا بیشتر از ۸۰ درصد آن غیرقابل تغییر باقی مانده و به‌عنوان سوبسترا در معرض تخمیر میکروبی باکتری‌های مفید قسمت‌های پایین دستگاه گوارش قرار می‌گیرد (Rehman *et al*., 2008). گزارش شده است که مکمل‌سازی اینولین در سطح ۱۵ گرم در کیلوگرم جیره غذایی مرغ‌های تخم‌گذار به‌مدت ۸ هفته منجر به افزایش تولید تخم، وزن و توده تخم، جمعیت باکتروئیدهای سکوم و بهبود ضریب تبدیل خوراک می‌شود (Shang *et al*., 2020). عبدالقادر و همکاران (Abdelqader *et al*., 2013) گزارش کردند که مکمل‌سازی اینولین در سطح ۱ گرم در کیلوگرم، باسیلوس سابتیلیس[1] به میزان $۱۰^{۸}$ cfu/g × ۲/۳ یا تلفیقی از هر دو در جیره غذایی مرغ‌های تخمگذار فاز پایانی تولید به مدت ۱۰ هفته منجر به افزایش عملکرد تولید، کیفیت پوسته، ابقای کلسیم، ارتفاع پرز و تعدیل جمعیت میکروبی در جهت کاهش جمعیت کولیفرم و کلستریدیوم و افزایش جمعیت بیفیدوباکتر و لاکتوباسیلوس شد. همچنین گزارش شده است که افزودن اینولین مشتق از گیاه آگاو[2] در سطوح ۲، ۴ و ۶ درصد به آب آشامیدنی بلدرچین‌های تخم‌گذار به‌مدت ۶ هفته منجر به افزایش تولید تخم و کاهش مصرف خوراک به موازات افزایش سطوح مکمل‌سازی می‌شود (de la Mora *et al*., 2014). در بین محرک‌های رشد مخمر ساکارومایسز سرویسیه (*Saccharomyces Cerevisiae*) یکی از مهم‌ترین پروبیوتیک‌هایی است که با تقویت سیستم ایمنی و متعاقباً پاسخ ایمنی قابل‌قبول قابلیت جایگزینی آنتی‌بیوتیک‌ها را دارا می‌باشد. به‌طوری‌که از طریق کاهش رشد میکروب‌های مخرب باعث کاهش جمعیت عوامل بیماری‌زا در روده می‌گردد. همچنین از طریق فعالیت‌های آنزیمی به فرآیند هضم، تولید اسید لاکتیک و متعاقباً ایجاد محیط اسیدی در روده بر علیه باکتری‌های مضر کمک می‌کند (Ogbuewu *et al*., 2019). مخمر در دیواره خود حاوی مانان اولیگوساکاریدها می‌باشد که به‌نوبه خود باعث تحریک رشد باکتری‌های مفید و بازدارندگی رشد و توسعه باکتری‌های مضر می‌شوند (Yang *et al*., 2008). اتولیزات مخمر از سلول‌های لیز شده یا خرد شده مخمر تشکیل شده است که حاوی محتویات دیواره سلولی و داخل سلولی مخمر می‌باشد. اتولیز مخمر فرآیندی تجزیه‌ای است که در طی آن آنزیم‌های تجزیه‌کننده مخمر اجزاء سلول را به ترکیبات محلول درون سلول تبدیل می‌کنند. دیواره سلولی نیز به گلوکان و فیبرهای کیتین تبدیل می‌شود. آنزیم‌های هیدرولایتیک نظیر پروتئازها و نوکلئازها نیز که در ماتریکس درون‌سلولی قرار دارند مسئول تجزیه پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک مخمر هستند (Sommer, 1998). تحقیقات نشان داده است که مکمل‌سازی مخمر اتولیز در سطح ۲ گرم در کیلوگرم منجر به افزایش تولید تخم، وزن تخم، کاهش کلسترول و بهبود ضریب تبدیل خوراک می‌شود (Yalçın *et al*., 2012; Yalçın *et al*., 2010). گزارش شده است که افزودن مخمر اتولیز به جیره غذایی جوجه‌های گوشتی در سطح ۴ گرم در کیلوگرم منجر به کاهش جمعیت ای‌کولای[3] در ژژونوم و ایلئوم می‌شود. همچنین تحقیقات نشان داده است که مکمل‌سازی مخمر زنده در سطح ۱ گرم در کیلوگرم منجر به افزایش طول پرز و نسبت طول پرز به عمق کریپت در هر دوی ژژونوم و ایلئوم جوجه‌های گوشتی می‌شود (He *et al*., 2021). هدف از انجام این آزمایش بررسی اثرات افزودن اینولین و مخمر اتولیز به جیره بلدرچین‌های تخم‌گذار بر عملکرد، خصوصیات کمی و کیفی تخم، ریخت‌شناسی و جمعیت میکروبی روده کوچک می‌باشد.

مواد و روش‌ها

پرندگان و تیمارهای آزمایشی

این آزمایش در سایت پرورش بلدرچین مجتمع آموزش عالی سراوان انجام شد. بدین‌منظور از ۲۴۰ قطعه بلدرچین تخم‌گذار ژاپنی (*Coturnix Coturnix Japonica*) در سن ۳۸ روزگی با متوسط وزن ۰/۲۰ ± ۱۵۵ گرم استفاده شد. پرندگان جهت سازگاری به‌مدت ۱ هفته با یک جیره تجاری مورد تغذیه قرار گرفتند. سپس در سن ۴۵ روزگی به ۴ تیمار آزمایشی، هر تیمار دارای ۶ تکرار و هر تکرار دارای ۱۰ قطعه پرنده اختصاص یافتند. این آزمایش به‌صورت فاکتوریل ۲×۲ در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام گردید. فاکتورها عبارت بودند از اینولین (سطوح صفر و ۱۵ گرم در کیلوگرم) و مخمر اتولیز (سطوح صفر و ۱/۵ گرم در کیلوگرم). طول دوره آزمایش ۷ هفته و پرندگان در کل دوره آزمایش به آب و خوراک دسترسی آزاد داشتند. پرندگان در قفس‌هایی سیمی به ابعاد ($۵۰ \times ۳۰ \times ۵۰$ cm^3) مجهز به آب‌خوری و دان‌خوری قرار داشتند. اینولین مورد استفاده در این آزمایش متعلق به شرکت فیبرله، ترکیه و مخمر اتولیز شده از نوع *Saccharomyces Cerevisiae* با نام تجاری نوتری‌پیست متعلق به شرکت دانش بنیان کیمیازیم، ایران بود. پرندگان در کل دوره آزمایش از برنامه نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی برخوردار بودند. جیره پایه مورد استفاده در این آزمایش بر اساس ذرت و سویا بود و مطابق با احتیاجات غذایی بلدرچین‌های تخم‌گذار (NRC، ۱۹۹۴)

1- *B. subtilis* 2- *Agave* 3- *Escherichia coli*

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-05-01]
[DOI: 10.61186/rap.15.4.24]

فرموله شده بود (جدول ۱). کلیه جیره‌های آزمایشی نیز دارای انرژی و پروتئین خام یکسان بودند.

صفات عملکردی

تعداد و وزن تخم‌های تولیدی به‌صورت روزانه اندازه‌گیری و تولید تخم به‌صورت مرغ روز و مصرف خوراک نیز به‌صورت هفتگی در انتهای هر هفته اندازه‌گیری می‌شد. در انتهای آزمایش ضریب تبدیل خوراک نیز از تقسیم خوراک مصرفی (گرم) بر توده تخم تولیدی (گرم) محاسبه شد. تخم‌های معیوب نیز در صورت مشاهده ثبت می‌شد. در ۴ روز پایانی دوره آزمایش نیز حداقل تعداد ۳۰ تخم به‌ازای هر تکرار (مجموع ۷۲۰ تخم) به‌منظور تعیین خصوصیات کمی و کیفی جمع‌آوری و در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. سپس ۳ عدد تخم به‌ازای هر تکرار به‌صورت تصادفی انتخاب، توزین و روی سطح شیشه‌ای صافی به‌منظور تعیین خصوصیات داخلی تخم شکسته شدند. زرده‌ها به‌آرامی از آلبومن جدا روی دستمال کاغذی قرار گرفته و وزن شدند. پوسته‌ها به‌آرامی با آب مقطر شستشو و جهت خشک شدن به‌مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق قرار گرفته و سپس توزین شدند. ضخامت پوسته‌ها در ۳ نقطه (انتهای باریک، پهن و منطقه وسط یا استوایی) به‌وسیله میکرومتر دیجیتال با دقت ۰/۰۱ ± اندازه‌گیری و میانگین آنها به‌عنوان ضخامت پوسته ثبت شد. وزن آلبومن نیر از تفریق وزن کل تخم از مجموع وزن‌های زرده و پوسته حاصل شد. به‌منظور تعیین واحد هاو تخم‌ها پس از توزین دقیق روی سطح شیشه‌ای صاف شکسته و نوک ارتفاع‌سنج در فاصله ۱ سانتی‌متری از انتهای زرده قرار گرفت و زمان برخورد عدد مربوطه به‌عنوان ارتفاع آلبومن ثبت و واحد هاو براساس وزن همان تخم محاسبه گردید (Sari *et al*., 2016).

فراسنجه‌های خونی و ریخت‌شناسی ژژونوم

در پایان آزمایش یک پرنده به‌ازای هر تکرار به‌طور تصادفی انتخاب به‌مدت ۸ ساعت از دسترسی به خوراک محروم و سپس از محل سیاهرگ گردنی خون‌گیری و از طریق برش گردن مورد کشتار قرار گرفتند. نمونه‌های سرم خون تا زمان آنالیز در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. برای اندازه‌گیری فراسنجه‌های خونی شامل LDL، HDL، تری‌گلیسرید و کلسترول نمونه‌های سرم خون پس از یخ‌گشایی از دستگاه اتوآنالایزر (Random Access Analysr A15, Biosystem Corp, Spain) و کیت‌های تجاری بیوسیستم استفاده گردید. جهت تعیین ریخت‌شناسی روده کوچک به‌میزان ۱ تا ۱/۵ سانتی‌متر از بافت ژژونوم برش، جدا و در محلول فرمالین ۱۰ درصد قرار گرفت. پس از ۱۲ ساعت محلول فرمالینی که نمونه‌ها در داخل آن قرار داشت با محلول فرمالین ۱۰ درصد جدید مورد تعویض قرار گرفت. آماده‌سازی نمونه‌های بافتی شامل ۳ مرحله آب‌گیری، شفاف‌سازی و پارافینه شدن بود. ابتدا نمونه‌های بافتی جهت آب‌گیری داخل محلول الکل اتیلیک با درجات صعودی قرار گرفت. برای شفاف‌سازی و گرفتن الکل نیز از زایلل استفاده شد. برای اشباع‌سازی نمونه‌ها با پارافین عمل پارافینه کردن انجام گردید. سپس برش‌هایی به ضخامت ۵ تا ۶ میکرومتر با استفاده از میکروتوم چرخان تهیه گردید. به‌منظور صاف شدن چروک‌های احتمالی برش‌ها در داخل آب با دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفته و سپس روی لام قرار گرفتند. لام‌ها روی صفحه گرم با دمای ۴۰ تا ۴۵ درجه قرار گرفتند تا ضمن خشک شدن پارافین‌های اضافی نیز ذوب شوند. رنگ‌آمیزی بافت‌های روی لام پس از پارافین‌گیری با زایلل و آب‌دهی با درجات نزولی الکل اتیلیک به‌کمک هماتوکسیلین ائوزین انجام شد. برای بررسی بافت‌ها از میکروسکوپ نوری متصل به دوربین دیجیتال و مجهز به سیستم آنالیز تصویر استفاده شد. بدین‌ترتیب ارتفاع پرز (نوک پرز تا محل اتصال کریپت)، عرض پرز و عمق کریپت محاسبه گردید. نسبت ارتفاع پرز به عمق کریپت نیز از تقسیم دو پارامتر حاصل گردید.

جمعیت میکروبی ایلئوم

بدین‌منظور ابتدا سطح حفره شکمی با الکل ۷۰ درصد استریل و سپس با اسکالپل استریل شکافته و مقدار ۱ گرم از محتویات ایلئوم برداشت و جهت انتقال به آزمایشگاه در فلاسک حاوی ازت قرار گرفتند. جهت حصول سوسپانسیون به ۱ گرم از محتویات ایلئوم ۹ میلی‌لیتر سرم فیزیولوژی اضافه شد. بدین‌ترتیب رقت‌هایی بر مبنای ۱۰ از نمونه‌های اولیه تهیه شد. سپس ۱۰۰ میکرولیتر از هر رقت تهیه شده برداشت و به‌صورت سطحی در محیط‌های کشت موردنظر کشت انجام شد. جهت شمارش باکتری‌های اسید لاکتیک از محیط کشت MRS[1]، کلستریدیوم پرفرینژنز از محیط کشت TSC[2] و باکتری‌های کولیفرم از محیط کشت VRBA[3] و کل باکتری‌های غیرهوازی از محیط کشت PCA[4] استفاده شد. انکوباسیون نمونه‌ها در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲۴ تا ۴۸ ساعت انجام گردید. تعداد واحدهای تشکیل دهنده پرگنه‌های میکروبی (CFU)[5] به‌صورت لگاریتمی (log_{10}) به‌ازای هر گرم محتویات ایلئوم بیان شد.

تجزیه آماری

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از رویه GLM نرم‌افزار آماری SAS نسخه (۹/۱) انجام گرفت. جهت مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ استفاده شد. مدل آماری طرح به‌شرح ذیل بود:

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

در این رابطه؛ Y_{ijk}:مقدار هر مشاهده، μ: میانگین جامعه، A_i: اثر اینولین، B_j: اثر مخمر اتولیز، AB_{ij}: اثر متقابل بین اینولین و مخمر اتولیز و ε_{ijk}: خطای آزمایشی می‌باشد.

نتایج و بحث

صفات عملکردی

اثر تیمارهای آزمایشی بر عملکرد تولید بلدرچین‌های تخم‌گذار در جدول ۲ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که مخمر اتولیز دارای اثرات اصلی معنی‌داری بر کاهش مصرف خوراک بلدرچین‌های تخم‌گذار دارد (p<۰/۰۰۱). همچنین اثرات اصلی معنی‌داری از هر دوی اینولین و مخمر اتولیز بر افزایش تولید تخم، توده تخم و کاهش ضریب تبدیل خوراک مشاهده شد (p<۰/۰۵). نتایج نشان داد که اثرات متقابل معنی‌داری بین اینولین و مخمر اتولیز بر تولید تخم وجود دارد (p<۰/۰۵). این اثر متقابل نشان داد که افزودن مخمر در جیره‌های فاقد اینولین منجر به افزایش معنی‌دار تولید تخم می‌شود (۸۶/۴۱ در مقایسه با ۸۲/۹۵ درصد؛ p<۰/۰۵). همچنین افزودن اینولین به

1- De Man–Rogosa–Sharpe agar
2- Tryptose Sulfite Cycloserine agar
3- Violet Red Bile Agar
4- Plate Count Agar
5- Colony-forming unit

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-05-01]
[DOI: 10.61186/rap.15.4.24]

جیره‌های فاقد مخمر منجر به افزایش معنی‌دار تولید تخم می‌شود (۸۷/۰۵ در مقایسه با ۸۲/۹۵ درصد؛ p<۰/۰۵).

جدول ۱- ترکیب شیمیایی و اجزاء جیره‌های آزمایشی (درصد)

Table 1. Ingredients and chemical composition of experimental diets (%)

اجزاء ماده خوراکی (درصد) Feed ingredients (%)	
ذرت Corn	55.60
کنجاله سویا (٪ ۴۴) Soybean meal (44 %)	25.20
گلوتن ذرت (٪ ۶۰) Corn gluten (60 %)	4.30
روغن آفتابگردان Sunflower oil	5.50
دی‌کلسیم فسفات Dicalcium phosphate	1.50
سنگ آهک Limestone	7.00
نمک Sodium chloride	0.30
مکمل معدنی و ویتامینی [۱] Vitamin & mineral supplement	0.30
ال-لیزین L-lysine	0.10
دی- ال متیونین DL-Methionine	0.15
کوکسیدواستات Coccidiostat	0.05
انرژی و مواد مغذی محاسبه شده Calculated nutrients & energy	
انرژی قابل متابولیسم (کیلوکالری /کیلوگرم) Metabolizable energy (Kcal/Kg)	2960
پروتئین خام (درصد) Crude protein (%)	20.35
فیبر خام (درصد) Crude fiber (%)	2.86
عصاره اتری (درصد) Ether extract (%)	2.75
کلسیم (درصد) Calcium (%)	3.07
فسفر قابل دسترس (درصد) Available Phosphorus (%)	0.38
لیزین (درصد) Lysine (%)	1.06
متیونین (درصد) Methionine (%)	0.49
متیونین + سیستئین (درصد) Methionine + Cysteine (%)	0.81

[۱] پرمیکس ویتامینی معدنی در هر کیلوگرم جیره حاوی: ویتامین A ۹۰۰۰ واحد بین‌المللی، ویتامین D_3 ۲۰۰۰ واحد بین‌المللی، ویتامین E ۱۸ واحد بین‌المللی، ویتامین K ۲میلی‌گرم، ویتامین B_2 ۶/۶ میلی‌گرم، نیاسین ۳۰ میلی‌گرم، ویتامین B_5 ۱۰ میلی گرم،۳ میلی‌گرم ویتامین B_6، اسید فولیک ۱ میلی‌گرم، ۱/۸میلی‌گرم ویتامین B_1، ۱۵ میکروگرم ویتامین B_{12}، بیوتین ۰/۱ میلی‌گرم، کولین کلراید۵۰۰ میلی‌گرم و اتوکسی کوئین ۰/۱میلی‌گرم. سلنیوم ۰/۲ میلی‌گرم، ید ۱ میلی‌گرم، مس ۱۰ میلی‌گرم، آهن ۵۰ میلی‌گرم، روی ۸۵ میلی‌گرم و منگنز ۱۰۰ میلی‌گرم.

Vitamin & mineral premix provided per kg of diet: 9000 IU of vitamin A, 2000 IU of vitamin D_3, 2 mg of vitamin K, 6.6 mg of vitamin B_2, 30 mg of Niacin, 10 mg of vitamin B_5, 3 mg of vitamin B_6, 1 mg of Folic acid, 1.8 mg of vitamin B_1, 15 µg of vitamin B_{12}, 0.1 mg of biotin, 500 mg of Choline chloride, 0.1 mg of Ethoxyquin, 0.2 mg of Selenium, 1 mg of Iodine, 10 mg of Copper, 50 mg of Iron, 85 mg of zinc, 100 mg of Manganese.

نتایج این آزمایش در تطابق با نتایج بولاکالی و ایراک (Bolacali & İrak, 2017) می‌باشد که گزارش کردند مکمل‌سازی مخمر اتولیز ساکارومایسز سرویسیه در سطح ۲ درصد منجر به کاهش مصرف خوراک در هر دو جنس بلدرچین‌های ژاپنی می‌شود. همچنین در تطابق با یافته‌های این آزمایش زمانی زاده و همکاران (Zamanizadeh *et al.*, 2021) گزارش کردند که مکمل‌سازی مخمر ساکارومایسز سرویسیه در سطح ۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم منجر به کاهش مصرف خوراک، افزایش تولید تخم و بهبود ضریب تبدیل خوراک می‌شود. هرچند نتایج برخی آزمایشات دیگر نشان داده است که افزودن مخمر یا محصولات آن بر مصرف خوراک، تولید تخم، توده تخم و ضریب تبدیل خوراک تأثیر ندارد (Yalçın *et al.*, 2013; Yalçın *et al.*, 2009). به‌نظر می‌رسد تفاوت در نتایج حاصله مرتبط با نوع مخمر و یا محصولات آن، مقادیر مکمل شده و تفاوت‌های گونه‌ای پرندگان مورد آزمایش باشد. گزارش شده است بهبود پارامترهای عملکردی می‌تواند مرتبط با تأثیر مستقیم بر سلامت دستگاه گوارش، کاهش جمعیت میکروبی بیماری‌زا و انتقال مواد مغذی برای تولید باشد (Yalçın *et al.*, 2012). یافته‌های این آزمایش در تطابق با نتایج دلاموا و همکاران (de la Mora *et al.*, 2014) و مایسا (Maysa, 2010) می‌باشد که گزارش کردند مکمل‌سازی اینولین در آب آشامیدنی بلدرچین‌های تخم‌گذار از ۲ تا ۶ درصد و همچنین افزودن اینولین به جیره مرغ‌های تخم‌گذار از ۱ تا ۱/۵ درصد منجر به افزایش تولید تخم، توده تخم و بهبود ضریب تبدیل خوراک می‌شود. گزارش شده است که افزودن اینولین به‌عنوان پری‌بیوتیک به جیره غذایی طیور باعث تعدیل جمعیت میکروبی سکوم و روده کوچک به نفع باکتری‌های مفید، افزایش بیان

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-05-01]
[DOI: 10.61186/rap.15.4.24]

ژن‌های دخیل در رشد، پاسخ ایمنی و تولید و تحریک ترشح اسید در دستگاه گوارش شده و بدین‌طریق اثرات مثبت بر پارامترهای عملکردی اعمال می‌نماید (Shang *et al*., 2020).

خصوصیات کمی و کیفی تخم

اثر تیمارهای آزمایشی بر برخی خصوصیات کیفی تخم پرندگان مورد آزمایش در جدول ۳ نشان داده شده است. نتایج بیان‌گر این است که مکمل‌سازی مخمر منجر به افزایش معنی دار وزن و ضخامت پوسته شده است (P<۰/۰۵). هیچ‌گونه اثرات اصلی معنی‌داری از مکمل اینولین و یا اثرات متقابل بین اینولین و مخمر بر خصوصیات مورد نظر مشاهده نشد (P>۰/۰۵). یافته‌های این آزمایش در تطابق با نتایج آیان وال و همکاران (۲۰۰۶)

و زمانی‌زاده و همکاران (۲۰۲۱) به ترتیب در نیمچه‌های تخم‌گذار و بلدرچین‌های تخم‌گذار در اثر مکمل‌سازی سطوح مختلف مخمر ساکارومایسز سرویسیه می‌باشد. افزایش وزن پوسته می‌تواند مرتبط با افزایش فرآیند معدنی شدن آن باشد (Ayanwale *et al*., 2006; Zamanizadeh *et al*., 2021). به‌طوری که فیتاز موجود در مخمر باعث افزایش زیست‌فراهمی عناصر معدنی نظیر کلسیم، مس، روی، آهن، منگنز و حتی انرژی خام خوراک می‌شود (Ayanwale *et al*., 2006). افزایش ضخامت پوسته مرتبط با افزایش جذب و ابقای کلسیم می‌باشد چنانکه محیط اسیدی روده و افزایش باکتری‌های اسید لاکتیک در اثر تغذیه مخمر که در ادامه اشاره خواهد شد یونیزاسیون و جذب مواد معدنی را بهبود می‌بخشد (Haddadin *et al*., 1996).

ریخت شناسی روده

نتایج تاثیر تیمارهای آزمایشی بر خصوصیات ریخت‌شناسی ژژونوم پرندگان مورد آزمایش در جدول ۴ ارائه شده است. بر طبق این نتایج افزودن مخمر به جیره غذایی پرندگان منجر به افزایش معنی دار طول پرز و نسبت طول پرز به عمق کریپت گردیده است (P<۰/۰۵). هیچ‌گونه اثرات اصلی معنی‌داری از اینولین و یا اثر متقابل بین دو مکمل بر صفات مورد نظر مشاهده نشد (P>۰/۰۵). در تطابق با یافته‌های این آزمایش هی و همکاران (۲۰۲۱) نیز نتایج مشابهی را در جوجه‌های گوشتی در اثر مکمل‌سازی ۱ گرم مخمر زنده ساکارومایسز سرویسیه در هر دو بخش ژژونوم و ایلئوم گزارش کردند (He *et al*., 2021). بهبود پارامترهای ریخت‌شناسی روده می‌تواند مرتبط با افزایش آزادسازی پلی‌آمینها در لوله گوارشی باشد که به نوبه خود باعث افزایش نرخ تکثیر سلول‌های اپیتلیال روده می‌شوند. علاوه بر این بهبود پارامترهای ریخت‌شناسی روده می‌تواند مرتبط با این واقعیت باشد که مخمر متابولیسم موضعی را تحت تاثیر قرار داده و باعث افزایش سنتز اسیدهای چرب کوتاه زنجیر شده و اینها به نوبه خود باعث افزایش تکثیر سلول‌های اپیتلیال و ایجاد پرزهای بلندتر می‌شوند (Zamanizadeh *et al*., 2021).

جدول ۲- اثرات اینولین و مخمر اتولیز (ساکارومایسز سرویسیه) بر عملکرد تولید بلدرچین‌های تخم‌گذار
Table 2. Effects of inulin and yeast autolysate (*Saccharomyces Cerevisiae*) on productive performance of laying quails

تیمار Treatment		صفات Parameters				
اینولین (گرم) Inulin	مخمر اتولیز (گرم) Yeast autolysate (g)	مصرف خوراک (گرم/بلدرچین/روز) Feed intake (g/quail/day)	وزن تخم (گرم) Egg weight (g)	تولید تخم (مرغ روز، درصد) Egg production (hen-day %)	توده تخم (گرم) Egg mass (g)	ضریب تبدیل FCR
0	0	30.13	10.96	82.95[b]	9.09	3.31
0	1.5	28.40	11.05	86.41[a]	9.55	2.97
15	0	30.36	10.94	87.05[a]	9.52	3.18
15	1.5	28.37	11.06	87.18[a]	9.64	2.94
SEM		0.084	0.078	0.694	0.092	0.031
اثرات اصلی Main effects						
اینولین Inulin	0	29.27	11.00	84.68[b]	9.32b	3.14[a]
	15	29.36	11.00	87.11[a]	9.58[a]	3.06[b]
مخمر اتولیز Yeast autolysate	0	30.24[a]	10.95	85.00[b]	9.31[b]	3.25[a]
	1.5	28.38[b]	11.05	86.80[a]	9.59[a]	2.96[b]
		سطح معنی‌داری P-value				
اینولین Inulin		0.272	0.933	0.002	0.010	0.018
مخمر اتولیز Yeast autolysate		<0.0001	0.210	0.017	0.005	<0.0001
اینولین × مخمر اتولیز Inulin × Yeast autolysate		0.139	0.817	0.026	0.089	0.159

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-05-01]
[DOI: 10.61186/rap.15.4.24]

جدول ۳- اثرات اینولین و مخمر اتولیز (ساکارومایسز سرویسیه) بر خصوصیات کمی و کیفی تخم بلدرچین‌های تخم‌گذار
Table 3. Effects of inulin and yeast autolysate (*Saccharomyces Cerevisiae*) on egg quantitative and qualitative traits of laying quails

تیمار Treatment		صفات Parameters				
اینولین (گرم) Inulin	مخمر اتولیز (گرم) Yeast autolysate (g)	وزن پوسته (گرم) Shell weight (g)	ضخامت پوسته (میکرومتر) Shell thickness (µm)	وزن زرده (گرم) Yolk weight (g)	وزن آلبومن (گرم) Albumen weight (g)	واحد هاو Haugh unit
0	0	1.15	0.180	3.81	5.99	84.08
0	1.5	1.22	0.218	3.84	5.98	84.51
15	0	1.17	0.206	3.82	5.94	84.02
15	1.5	1.21	0.215	3.83	6.01	84.48
SEM		0.009	0.008	0.015	0.074	0.433
اثرات اصلی Main effects						
اینولین Inulin	0	1.19	0.199	3.83	5.98	84.30
	15	1.19	0.210	3.82	5.97	84.25
مخمر اتولیز Yeast autolysate	0	1.16[b]	0.193[b]	3.82	5.96	84.05
	1.5	1.22[a]	0.216[a]	3.83	5.99	84.49
				سطح معنی‌داری P-value		
اینولین Inulin		0.797	0.206	0.827	0.938	0.910
مخمر اتولیز Yeast autolysate		<0.0001	0.016	0.283	0.683	0.315
اینولین × مخمر اتولیز Inulin × Yeast autolysate		0.156	0.108	0.587	0.589	0.977

[a-b] حروف غیرمشابه در هر ستون نشان‌گر اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد است.

جمعیت میکروبی روده

تاثیر تیمارهای آزمایشی بر جمعیت میکروبی ایلئوم در جدول ۵ نشان داده شده است. اثرات اصلی معنی‌داری از هر دوی اینولین و مخمر اتولیز بر جمعیت میکروبی ایلئوم مشاهده گردید. به‌طوری که افزودن هر دو نوع مکمل باعث افزایش جمعیت باکتری‌های اسید لاکتیک و کاهش جمعیت باکتری‌های کلستریدیوم پرفرینژنز، کولیفرم و کل باکتری‌های غیرهوازی گردید (P<۰/۰۵). اثر متقابل بین اینولین و مخمر نشان داد که افزودن ۱/۵ گرم مخمر اتولیز به جیره‌های حاوی ۱۵ گرم اینولین منجر به کاهش معنی‌دار باکتری‌های کولیفرم می‌شود (P<۰/۰۰۱). اثرات مثبت اینولین بر افزایش جمعیت باکتری‌های مفید و کاهش انواع مضر و بیماری‌زا در ایلئوم و سکوم با یافته های عبدالقادر و همکاران (۲۰۱۳) در مرغ‌های تخم‌گذار و وو و هووا (۲۰۱۹) در جوجه‌های گوشتی به ترتیب در سطوح ۱ گرم در کیلوگرم و ۱ تا ۲ درصد اینولین مطابقت دارد (Abdelqader *et al*., 2013; Wu *et al*., 2019). گزارش شده است که اینولین توسط باکتری‌های بیفیدوباکتر و لاکتوباسیلوس روده و سکوم مصرف شده که این پری‌بیوتیک به نوبه خود باعث تکثیر سریع این دو نوع باکتری می‌شود. به‌طور کلی این باکتری‌ها قادر به تخمیر کربوهیدرات‌های غیر قابل هضم، کاهش PH روده و تولید اسیدهای چرب کوتاه زنجیر می‌باشند (Samanta *et al*., 2012). در تطابق با نتایج این آزمایش جوادی و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که مکمل‌سازی ۰/۱ درصد مخمر زنده و ۰/۰۵ درصد مخمر غیرفعال به صورت توام در جیره بلدرچین‌های ژاپنی منجر به افزایش باکتری‌های لاکتوباسیلوس، کاهش باکتری‌های کولیفرم می‌شود (Javadi *et al*., 2012). نتایج مشابهی به وسیله حسنین و سلیمان (۲۰۱۰) در اثر مکمل‌سازی مخمر زنده در سطوح ۰/۴ و ۰/۸ درصد در مرغ‌های تخم‌گذار گزارش گردیده است (Hassanein & Soliman, 2010). تحقیقات نشان داده است که مخمر دارای اثر بازدارندگی بر باکتری‌های بیماری‌زا می‌باشد. به‌طوری که این باکتری‌های مضر به قند مانوز موجود در دیواره سلولی و یا اتولیز مخمر به عنوان یک تله متصل شده و بدین طریق کلونی‌های باکتری‌های مضر از دستگاه گوارش دفع می‌شوند (Line *et al*., 1998).

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-05-01]
[DOI: 10.61186/rap.15.4.24]

جدول ۴- اثرات اینولین و مخمر اتولیز (ساکارومایسز سرویسیه) بر خصوصیات ریخت‌شناسی ژژونوم بلدرچین‌های تخم‌گذار
Table 4. Effects of inulin and yeast autolysate (*Saccharomyces Cerevisiae*) on jejunum morphology of laying quails

تیمار Treatment		صفات Parameters			
اینولین (گرم) Inulin	مخمر اتولیز (گرم) Yeast autolysate (g)	ارتفاع پرز (میکرومتر) Villus height (µm)	عرض پرز (میکرومتر) Villus width (µm)	عمق کریپت (میکرومتر) Crypt depth (µm)	ارتفاع پرز/عمق کریپت (میکرومتر/میکرومتر) Villus height/Crypt depth (µm/µm)
0	0	422.00	128.83	71.50	5.91
0	1.5	517.16	129.83	68.16	7.59
15	0	425.83	129.50	69.33	6.15
15	1.5	527.83	130.16	69.16	7.64
SEM		4.752	1.064	1.292	0.147
اثرات اصلی Main effects					
اینولین Inulin	0	469.58	129.33	69.83	6.75
	15	476.83	129.83	69.25	6.90
مخمر اتولیز Yeast autolysate	0	423.91[a]	129.16	70.41	6.03[a]
	1.5	522.50[b]	130.00	68.66	7.62[b]
		سطح معنی‌داری P-value			
اینولین Inulin		0.142	0.643	0.656	0.334
مخمر اتولیز Yeast autolysate		<0.0001	0.442	0.190	<0.0001
اینولین × مخمر اتولیز Inulin × Yeast autolysate		0.480	0.877	0.234	0.515

[a-b] حروف غیرمشابه در هر ستون نشان‌گر اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد است.

فراسنجه‌های خونی

اثر تیمارهای آزمایشی بر برخی فراسنجه‌های خونی در جدول ۶ نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد که مخمر اتولیز دارای اثرات اصلی معنی‌داری بر سطح کلسترول سرم خون می‌باشد. به‌طوری که منجر به کاهش معنی‌دار سطح کلسترول شده است (P<۰/۰۵). در تطابق با نتایج این آزمایش آیستیگوماه و همکاران (۲۰۲۰) گزارش کردند که مکمل‌سازی ساکارومایسز سرویسیه در سطح ۱ درصد در جیره غذایی بلدرچین‌های تخم‌گذار منجر به کاهش معنی‌دار سطح کلسترول سرم می‌شود اما تاثیر معنی‌داری بر فراسنجه‌های دیگر مشاهده نشد (Istiqomah *et al*., 2020). اثر مخمر بر کاهش کلسترول مرتبط با فعالیت متابولیکی مخمر می‌باشد. مکانیسم آن مرتبط با وجود بتا گلوکان‌ها در دیواره سلولی یا اتولیز مخمر می‌باشد. به‌طوری که دارای قابلیت ترکیب با اسیدهای صفراوی بوده و باعث کاهش ذخایر روده‌ای اسیدهای صفراوی و افزایش تجزیه کلسترول می‌باشند. در نتیجه تولید اسیدهای چرب زنجیر کوتاه افزایش و سنتز کلسترول کبدی کاهش می‌یابد (Istiqomah *et al*., 2020).

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-05-01]
[DOI: 10.61186/rap.15.4.24]

جدول ۵- اثرات اینولین و مخمر اتولیز (ساکارومایسز سرویسیه) بر جمعیت میکروبی ایلئوم بلدرچین‌های تخم‌گذار
Table 5. Effects of inulin and yeast autolysate (*Saccharomyces Cerevisiae*) on jejunum morphology of laying quails

تیمار Treatment		صفات Parameters				
اینولین (گرم) Inulin	مخمر اتولیز (گرم) Yeast autolysate (g)	لاکتوباسیلوس Lactic acid bacteria (log_{10} CFU/g)	کلستریدیوم پرفرینژنز *Clostridium perfringens* (log_{10} CFU/g)	کولیفرم Coliform (log_{10} CFU/g)	کل باکتری‌های غیرهوازی Total anaerobic bacteria (log_{10} CFU/g)
0	0	7.71	4.30	4.70[a]	8.17
0	1.5	8.11	4.04	4.38[bc]	8.00
15	0	8.15	4.09	4.42[b]	8.03
15	1.5	8.56	3.98	4.34[c]	7.95
SEM		0.095	0.048	0.021	0.036
اثرات اصلی Main effects					
اینولین Inulin					
0	0	7.91[b]	4.17[a]	4.54[a]	8.08[a]
15	15	8.35[a]	4.04[b]	4.38[b]	7.99[b]
مخمر اتولیز Yeast autolysate					
0	0	7.93[b]	4.19[a]	4.56[a]	8.10[a]
1.5	1.5	8.33[a]	4.01[b]	4.36[b]	7.98[b]
				سطح معنی‌داری P-value	
اینولین Inulin		0.0001	0.013	<0.0001	0.022
مخمر اتولیز Yeast autolysate		0.0004	0.001	<0.0001	0.002
اینولین × مخمر اتولیز Inulin × Yeast autolysate		0.938	0.146	<0.0001	0.241

[a-c] حروف غیرمشابه در هر ستون نشان‌گر اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد است.

جدول ۶- اثرات اینولین و مخمر اتولیز (ساکارومایسز سرویسیه) بر برخی فراسنجه های خونی بلدرچین‌های تخم‌گذار
Table 6. Effects of inulin and yeast autolysate (*Saccharomyces Cerevisiae*) on some blood serum parameters of laying quails.

تیمار Treatment		صفات Parameters				
اینولین (گرم) Inulin	مخمر اتولیز (گرم) Yeast autolysate (g)	تری‌گلیسرید (میلی‌گرم/دسی‌لیتر) Triglyceride (mg/dL)	LDL (mg/dL)	HDL (mg/dL)	کلسترول (میلی‌گرم/دسی‌لیتر)
0	0	202.25	158.24	42.50	209.75
0	1.5	190.00	161.34	45.23	192.64
15	0	181.25	159.78	45.00	212.50
15	1.5	174.75	160.47	46.44	195.56
SEM		9.048	10.369	5.520	12.365
اثرات اصلی Main effects					
اینولین Inulin					
0	0	196.12	159.79	43.86	201.19
15	15	178.00	160.12	45.72	204.03
مخمر اتولیز Yeast autolysate					
0	0	182.37	159.01	43.75	211.12[a]
1.5	1.5	177.37	160.90	45.83	194.10[b]
				سطح معنی داری P-value	
اینولین Inulin		0.072	0.962	0.947	0.278
مخمر اتولیز Yeast autolysate		0.091	0.621	0.718	0.030
اینولین × مخمر اتولیز Inulin × Yeast autolysate		0.354	0.187	0.643	0.075

[a-b] حروف غیرمشابه در هر ستون نشان‌گر اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد است.

نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی نتایج این آزمایش نشان داد که مکمل‌سازی هرکدام اینولین و مخمر اتولیز منجر به بهبود پارامترهای عملکردی در بلدرچین‌های تخم‌گذار می‌شود. این بهبود می‌تواند مرتبط با بهبود پارامترهای ریخت‌شناسی روده توسط مخمر اتولیز و تعدیل جمعیت میکروبی در جهت افزایش

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-05-01]
[DOI: 10.61186/rap.15.4.24]

باکتری‌های مفید و کاهش انواع مضر توسط هر دوی اینولین و مخمر اتولیز از طریق اثرات مستقل و یا اثرات هم‌کوشی باشد. لذا استفاده از هر دو نوع مکمل می تواند راهکار تغذیه‌ای مناسبی جهت افزایش راندمان تولید و بهبود سلامت در بلدرچین‌های تخم‌گذار باشد.

References

Abdelqader, A., Al-Fataftah, A.-R., & Daş, G. (2013). Effects of dietary Bacillus subtilis and inulin supplementation on performance, eggshell quality, intestinal morphology and microflora composition of laying hens in the late phase of production. *Animal Feed Science and Technology*, *179*(1-4), 103-111.

Ayanwale, B., Kpe, M., & Ayanwale, V. (2006). The effect of supplementing Saccharomyces cerevisiae in the diets on egg laying and egg quality characteristics of pullets. *International Journal of Poultry Science*, *5*(8), 759-763.

Bolacali, M., & İrak, 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.

Bucław, M. (2016). The use of inulin in poultry feeding: a review. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, *100*(6), 1015-1022.

Council, N. R. (1994). *Nutrient requirements of poultry: 1994*. National Academies Press.

de la Mora, L. J. P., Orozco-Hernández, J.-R., Ruíz-García, I. d. J., & de la Peña, C. G. (2014). Quail egg yield and quality of the Coturnix coturnix response to the addition level of agave inulin to the drinking water. *Italian Journal of Animal Science*, *13*(2), 2981.

Haddadin, M., Abdulrahim, S., Hashlamoun, E., & Robinson, R. (1996). The effect of Lactobacillus acidophilus on the production and chemical composition of hen's eggs. *Poultry Science*, *75*(4), 491-494.

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 of Animal Science*, *6*(11), 159-169.

He, T., Mahfuz, S., Piao, X., Wu, D., Wang, W., Yan, H., ... & Liu, Y. (2021). Effects of live yeast (Saccharomyces cerevisiae) as a substitute to antibiotic on growth performance, immune function, serum biochemical parameters and intestinal morphology of broilers. *Journal of Applied Animal Research*, *49*(1), 15-22.

Institute, S. (2002). SAS software, version 9.1. In: SAS Institute Cary, NC.

Istiqomah, L., Sakti, A., Sofyan, A., Herdian, H., & Anggraeni, A. (2020). Cholesterol-lowering activity of lactic acid bacteria and yeast when used as probiotics in laying quail (*Coturnix coturnix* Japonica). *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*, *45*, 305-319.

Javadi, A., Mirzaei, H., Safarmashaei, S., & Vahdatpour, S. (2012). Effects of probiotic (live and inactive Saccharomyces cerevisiae) on meat and intestinal microbial properties of Japanese quails. *African Journal of Biotechnology*, 11(57), 12083-12087.

Karimi Banrivand, Z., Rezaei, M., Kazemi Fard, M., & Tajik Ghanbari, M. A. (2022). Effect of Sunflower Seed Meal Fermented with Aspergillus Niger and Saccharomyces Cerevisiae on Intestinal Morphology, Microbial Population, and Some Digestive Parameters in Broiler Chicks [Research]. *Research on Animal Production*, *13*(38), 28-37. https://doi.org/10.52547/rap.13.38.28 [In Persian]

Line, J. E., Bailey, J. S., Cox, N. A., Stern, N. J., & Tompkins, T. (1998). Effect of yeast-supplemented feed on Salmonella and Campylobacter populations in broilers. *Poultry Science*, *77*(3), 405-410.

Maysa, M. H. (2010). Effect of dietary inulin supplementation on intestinal calcium and phosphorous absorption and egg shell quality in Bandarah laying hens. *Egyptian Poultry Science Journal*, *30*(3), 799-811.

Ogbuewu, I., Okoro, V., Mbajiorgu, E., & Mbajiorgu, C. (2019). Yeast (Saccharomyces cerevisiae) and its effect on production indices of livestock and poultry—A review. *Comparative Clinical Pathology*, *28*, 669-677.

Patterson, J. A. (2005). Prebiotic feed additives: Rationale and use in pigs. Advances in pork production: proceedings of the Banff Pork Seminar, 149-159.

Rehman, H., Hellweg, P., Taras, D., & Zentek, J. (2008). Effects of dietary inulin on the intestinal short chain fatty acids and microbial ecology in broiler chickens as revealed by denaturing gradient gel electrophoresis. *Poultry Science*, *87*(4), 783-789.

Roberfroid, M. B. (2005). Introducing inulin-type fructans. *British Journal of Nutrition*,93(S1), S13-S25.

Salmanian, M., Shams Shargh, M., Yamchi, A., & Mohammadi Ghasem Abadi, M. H. (2022). Effect of Grain Type and Phytase Enzyme on Growth Performance, Cecum Microbial Population, Carcass and Bone Characteristics of Broiler Chickens [Research]. *Research on Animal Production*, *13*(38), 8-18. https://doi.org/10.52547/rap.13.38.8 [In Persian]

Samanta, A. K., Senani, S., Kolte, A. P., Sridhar, M., Bhatta, R., & Jayapal, N. (2012). Effect of prebiotic on digestibility of total mixed ration. *Indian Veterinary Journal*, 89(1), 41.

Sari, M., Tilki, M., & Saatci, M. (2016). Genetic parameters of egg quality traits in long-term pedigree recorded Japanese quail. *Poultry Science*, *95*(8), 1743-1749.

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-05-01]

[DOI: 10.61186/rap.15.4.24]

Shang, H., Zhao, J., Dong, X., Guo, Y., Zhang, H., Cheng, J., & Zhou, H. (2020). Inulin improves the egg production performance and affects the cecum microbiota of laying hens. *International Journal of Biological Macromolecules*, *155*, 1599-1609.

Sommer, R. (1998). Yeast extracts: production, properties and components. *Food Australia, 50*(4), 181-183.

Teng, P.-Y., & Kim, W. K. (2018) .Roles of prebiotics in intestinal ecosystem of broilers. *Frontiers in Veterinary Science*, *5*, 245.

Wu, X., Wen, Z., & Hua, J. (2019). Effects of dietary inclusion of Lactobacillus and inulin on growth performance, gut microbiota, nutrient utilization, and immune parameters in broilers. *Poultry Science*, *98*(10), 4656-4663.

Yalçın, S., Eser, H., Cengiz, S., & Eltan, Ö. (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.

Yalçın, S., Oğuz, F., Güçlü, B., & Yalçın, 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*, 5-10.

Yalçın, S., Uzunoğlu, K., Duyum, H., & Eltan, Ö. (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.

Yalçın, S., Yalçın, S., Cakın, K., Eltan, Ö., & Dağaşan, 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.

Yang, Y., Iji, P., Kocher, A., Mikkelsen, L., & Choct, M. (2008). Effects of dietary mannanoligosaccharide on growth performance, nutrient digestibility and gut development of broilers given different cereal-based diets. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, *92*(6), 650-659.

Zamanizadeh, A., Mirakzehi, M. T., Agah, M. J., Saleh, H., & 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. *Italian Journal of Animal Science*, *20*(1), 232-242.

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-05-01]

[DOI: 10.61186/rap.15.4.24]