



Comparing the Effects of Two Novel Probiotics with Antibiotic and Commercial Probiotics on the Performance of Broiler Chickens

Nima Ahmadpour Bijarpas^{1✉}, Shaban Rahimi^{2✉}, Mohammad Amir Karimi Torshizi^{2✉},
Shakiba Arabgol^{1✉}, Mohaddaseh Ramezani^{3✉}, Mehdi Moshtaghi Nikou^{3✉}, Muhammad Asgari^{3✉},
Mohammad Pourmohyadini^{3✉}

¹ Graduated from the Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

² Department of Poultry Sciences, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

³ Microorganisms Bank, Iranian Biological Resource Centre (IBRC), ACECR, Tehran, Iran

Received: 27 Jan 2025, Reciver in revised from: 30 Mar 2025, Accepted: 5 Apr 2025, Available online: 10 Jun 2025

doi 10.22059/jvr.2024.380329.3454

J Vet Res, Volume 80, Number 2, 2025, 61-73

Abstract

BACKGROUND: Probiotics are considered essential alternatives to antibiotic growth promoters due to their positive effects on poultry performance.

OBJECTIVES: This study aims to evaluate the efficacy of new probiotics developed by the Iranian National Genetic and Biological Resource Center as alternatives to antibiotic growth promoters and improve the performance of broiler chickens.

METHODS: In this study, 300 one-day-old Ross broiler chicks were reared for 42 days with ad libitum access to feed and water. The chicks were randomly divided into six experimental groups, each with five replicates (10 chicks per replicate): 1= Basal diet (control), 2= Oxytetracycline 20% antibiotic (30 g per 100 L water for the first three days of starter, grower, and finisher phases), 3= Probiotic formulation 2 (1 kg/ton), 4= Probiotic formulation 4 (500 g per 1000 L water), 5= Lactofeed multi-strain probiotic (200 g/ton up to day 21 and 100 g until slaughter), and 6= Bio-poul probiotic (100 g per 1000 L drinking water from days 0-10, followed by 75 g per 1000 L until slaughter). Body weight gain, feed intake, feed conversion ratio (FCR), cecal bacterial population, and immune system parameters were evaluated.

RESULTS: No significant difference in body weight gain or feed intake was observed between groups 4 and 5 compared to the antibiotic group ($P>0.05$). The FCR was not significantly different between group 4 and the antibiotic group ($P>0.05$). However, group 5 had significantly higher FCR than groups 3, 4, and 6 ($P<0.05$). No significant difference in FCR was observed among groups 3, 4, 5, and 6 ($P>0.05$), but these groups showed better performance compared to the control group ($P<0.05$). The cecal bacterial population was significantly higher in all probiotic groups compared to the control group ($P<0.05$). The results showed that different treatments affect feed cost, sales revenue, and gross profit, with group 2 achieving the highest values in these indicators.

CONCLUSIONS: The new probiotics formulations 2 and 4 can serve as alternatives to growth-promoting antibiotics in broiler chickens, positively affecting their performance and improving their health.

Keywords: Antibiotics, Antibiotic resistance, Broiler, Performance, Probiotics

Copyright © The Author(s).

Publisher: University of Tehran

Conflict of interest: The authors declared no conflict of interest.

Corresponding author: Shaban Rahimi, Tel/Fax: +9821-48292358 / +9821-48292200



How to cite this article:

Ahmadpour Bijarpas N, Rahimi S, Karimi Torshizi MA, Arabgol S, Ramezani M, Moshtaghi Nikou M, Asgari M, Pourmohyadini M. Comparing the Effects of Two Novel Probiotics with Antibiotic and Commercial Probiotics on the Performance of Broiler Chickens. J Vet Res, 2025; 80(2): 61-73. doi: 10.22059/jvr.2024.380329.3454

Figure Legends and Table Captions

Table 1. Nutritional specifications of diets in different rearing stages for broiler chickens.

Table 2. Comparison of live weight gain and final body weight across different experimental groups at the end of various rearing weeks (g).

Table 3. Comparison of the mean feed intake (g) across different experimental groups at the end of various rearing weeks

Table 4. Comparison of the mean FCR across different experimental groups at the end of various rearing weeks.

Table 5. Effects of experimental treatments on bacterial population (log CFU/g) in cecal contents of broiler chickens on day 42.

Table 6. Effects of antibiotic and commercial and non-commercial probiotics on economic indices (Iranian Rials) per broiler chicken

Figure 1. Effects of experimental treatments on total antibody titer against sheep red blood cells in broiler chickens on day 42.

Figure 2. Effects of experimental treatments on antibody titer against sheep red blood cells resistant to mercaptoethanol (IgM) in broiler chickens on day 42.

Figure 3. Effects of experimental treatments on antibody titer against sheep red blood cells sensitive to mercaptoethanol (IgM) in broiler chickens on day 42.

Figure 4. Effects of experimental treatments on antibody titer against Newcastle disease in broiler chickens on day 42.

Figure 5. Effects of experimental treatments on phytohemagglutinin-induced skin swelling response in broiler chickens on day 42.

Figure 6. Effects of experimental treatments on dinitrochlorobenzene-induced skin swelling response in broiler chickens on day 42.



مقایسه اثر دو پروبیوتیک جدید با آنتی بیوتیک و پروبیوتیک های تجاری بر عملکرد جوجه های گوشتی

نیما احمدپور بیجار پس^۱، شعبان رحیمی^۲، محمدمامیر کریمی ترشیزی^۲، شکوبا عربگل^۱، محدثه رضانی^۳،

مهدی مشتاقی نیکو^۳، محمد عسگری^۳، محمد پورمحمی الدینی^۳

^۱ دانش آموخته دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

^۲ گروه پرورش و مدیریت طیور، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

^۳ بانک میکروارگانیسم ها، مرکز ملی ذخایر ژنتیکی و زیستی ایران، جهاد دانشگاهی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۸ بهمن ۱۴۰۳، تاریخ بازنگری: ۱۰ فروردین ۱۴۰۴، تاریخ پذیرش: ۱۶ فروردین ۱۴۰۴، تاریخ انتشار: ۲۰ خرداد ۱۴۰۴

doi: 10.22059/jvr.2024.380329.3454

دوره ۸۰، شماره ۲، ۱۴۰۴، ۷۳-۶۱

چکیده

زمینه مطالعه: پروبیوتیک ها از جمله جایگزین های مهم آنتی بیوتیک های محرک رشد می باشند که تأثیرات مثبتی بر عملکرد طیور دارند.

هدف: مطالعه حاضر با هدف ارزیابی کارایی پروبیوتیک های جدید تولیدی مرکز ملی ذخایر ژنتیکی و زیستی ایران، به عنوان جایگزین آنتی بیوتیک های محرک رشد و بهبود عملکرد جوجه های گوشتی انجام شد.

روش کار: در مطالعه حاضر، ۳۰۰ جوجه ۱ روزه سویه آرین به مدت ۴۲ روز با دسترسی آزاد به خوراک و آب پرورش یافتند. جوجه ها به صورت تصادفی به ۶ گروه آزمایشی با ۵ تکرار (هر تکرار ۱۰ جوجه) تقسیم شدند. گروه ها شامل ۱. جیره پایه (کنترل)، ۲. آنتی بیوتیک اکسی تتراسایکلین ۲۰ درصد (۳۰ گرم در ۱۰۰ لیتر آب مصرفی ۳ روز اول دوره های آغازی، رشد و پایداری)، ۳. پروبیوتیک فرمولاسیون ۲ (۱۱ کیلوگرم در هر تن خوراک)، ۴. پروبیوتیک فرمولاسیون ۴ (۵۰۰ گرم در ۱۰۰۰ لیتر آب)، ۵. پروبیوتیک چندسویه لاکتوفید (۲۰۰ گرم در هر تن تا روز ۲۱ و ۱۰۰ گرم تا کشتار) و ۶. پروبیوتیک بیوپول (صفر تا ۱۰ روزگی، ۱۰۰ گرم در هر ۱۰۰۰ لیتر و بعد از ۱۰ روزگی تا کشتار ۷۵ گرم در ۱۰۰۰ لیتر آب آشامیدنی) بودند. افزایش وزن بدن، مصرف خوراک، ضریب تبدیل غذایی، جمعیت باکتری های سکوم و فراسنجه های ایمنی ارزیابی شدند.

نتایج: در مطالعه حاضر، گروه های چهارم و پنجم از نظر افزایش وزن بدن و میزان مصرف خوراک تفاوت معنی داری با گروه دوم نداشتند ($P > 0.05$). همچنین در شاخص ضریب تبدیل خوراک، گروه چهارم و گروه دوم تفاوت معنی داری مشاهده نشد ($P > 0.05$). گروه پنجم در مقایسه با گروه های سوم، چهارم و ششم میزان خوراک بیشتری مصرف کرد ($P < 0.05$). در شاخص ضریب تبدیل خوراک، گروه های سوم، چهارم، پنجم و ششم نسبت به گروه اول عملکرد بهتری از خود نشان دادند ($P < 0.05$). همچنین، این پروبیوتیک ها جمعیت باکتریایی سکوم جوجه های گوشتی را در مقایسه با تیمار کنترل به طور معنی داری بهبود دادند ($P < 0.05$). نتایج نشان داد تیمارهای مختلف بر هزینه خوراک، درآمد فروش و سود ناخالص تأثیر دارند، به طوری که گروه دوم بالاترین مقادیر را در این شاخص ها به دست آورد.

نتیجه گیری نهایی: پروبیوتیک های جدید (فرمولاسیون ۲ و ۴) می توانند به عنوان جایگزین آنتی بیوتیک های محرک رشد در جوجه های گوشتی اثرات مثبتی بر عملکرد جوجه ها و بهبود سلامتی این حیوانات داشته باشند. شاخص های اقتصادی حاکی از برتری نسبی فرمولاسیون ۲ نسبت به فرمولاسیون ۴ بود.

کلمات کلیدی: آنتی بیوتیک، پروبیوتیک، جوجه گوشتی، عملکرد، مقاومت دارویی

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

کپی رایت © نویسندگان.



نویسنده مسئول: شعبان رحیمی، گروه پرورش و مدیریت طیور، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

مقدمه

افزایش روزافزون جمعیت و احتیاج به منابع غذایی برای مصرف انسانی و همچنین تحقق امنیت غذایی در کشورهای جهان، باعث افزایش تولیدات کشاورزی شده است. در میان سایر بخش های کشاورزی، صنعت طیور رشد قابل ملاحظه ای داشته است. این افزایش مصرف تولیدات

طیور به دلیل ارزان تر بودن این منبع پروتئینی نسبت به گوشت قرمز و سالم تر بودن آن بوده است. برای چندین دهه آنتی بیوتیک ها در صنعت پرورش طیور به طور گسترده ای برای بهبود رشد، بازده خوراک و سلامت عمومی استفاده شده اند. اگرچه درمان آنتی بیوتیکی در برابر بیماری های عفونی مؤثر است، با این حال مصرف مداوم و طولانی مدت مقادیر درمانی آنتی بیوتیک ها می تواند باعث بروز مقاومت دارویی در پرند و مصرف کننده شود که این خود دلیلی بر نگرانی های مصرف کنندگان در برابر مصرف تولیدات طیور صنعتی می باشد. به همین خاطر مطالعات زیادی به منظور پیدا کردن راه حلی برای کاهش مصرف آنتی بیوتیک ها در صنعت انجام شده است.

پروبیوتیک ها از جمله جایگزین های آنتی بیوتیک می باشند که استقبال قابل ملاحظه ای توسط پرورش دهندگان از آن ها صورت گرفته است. برای پروبیوتیک ها می توان تعاریف متفاوتی را به کار برد که نقطه مشترک تمام این تعاریف در تأکید بر زنده بودن پروبیوتیک ها می باشد. پروبیوتیک ها به عنوان میکروارگانیسم های زنده ای که با بهبود تعادل میکروبی دستگاه گوارش اثرات سودمندی بر میزبان دریافت کننده آن ها بر جای می گذارند شناخته شده اند. اسیدهای چرب با زنجیره کوتاه تولید شده توسط میکروبیوتای روده، یکی از عوامل مهم برهمکنش بین میکروارگانیسم های روده و باکتری های بیماری زا می باشند (۱). اثرات مثبت پروبیوتیک ها بر میزبان عمدتاً از طریق ۳ مکانیسم اعمال می گردد که شامل حذف رقابتی، ضدیت باکتریایی و تحریک سیستم ایمنی می باشد (۲).

پروبیوتیک ها همچنین می توانند با تولید باکتریوسین و کولیسین باعث کاهش زنده ماندن باکتری های بیماری زا شوند و با محافظت از پرزهای روده باعث افزایش کارایی در دفع مواد سمی تولید شده توسط باکتری های بیماری زا از بدن پرند شوند (۳). استفاده از افزودنی های خوراک یک راهبرد مهم می باشد و برای ارتقای کارایی صنعت طیور و عملکرد و سلامت حیوانات با هدف قرار دادن کارایی رشد در پرورش طیور مصرف می شوند.

مهم ترین مزیت پروبیوتیک ها عدم آلودگی محیط زیست و مقاومت آنتی بیوتیکی در مصرف کننده می باشد (۴). پس از مصرف مکمل پروبیوتیک ها، باکتری های غیربیماری زا برای جذب مواد مغذی پروبیوتیک ها با باکتری های بیماری زا در روده رقابت می کنند. از این طریق شرایط را طوری فراهم می کنند که باکتری های مضر دیگر نتوانند به مخاط روده متصل شوند. همچنین با ترشح آنزیم های گوارشی (به عنوان مثال β گالاکتوزیداز، α آمیلاز و غیره) به افزایش جذب مواد مغذی و بهبود عملکرد رشد حیوانات کمک می کند (۵).

می توان گفت استفاده از پروبیوتیک ها به عنوان جایگزین آنتی بیوتیک های محرک رشد، باعث می شود مصرف خوراک، راندمان مصرف خوراک و وزن بدن در جوجه های تغذیه شده با آن افزایش یابد (۶). اپیتلیوم روده به طور انتخابی جذب مواد مغذی را فراهم می کند، اما از ورود پاتوژن ها به جریان خون جلوگیری می کند (۷).

تعدیل محیط های روده ای از تأثیرات مهم پروبیوتیک ها در نظر گرفته می شود. سلول های اپیتلیال و سلول های دندریتیک روده در بافت لنفوئیدی مرتبط با روده به عنوان سلول های محافظ مخاطی نقش دارند. الگوهای مولکولی پروبیوتیک ها، زمانی که به گیرنده های سلول های نگهبان متصل می شوند، مسیرهای NF- κ B و MAP کیناز را فعال می کنند (۸).

طبق مطالعات، استفاده از مکمل پروبیوتیک در خوراک جوجه های گوشتی باعث افزایش حدود ۵ برابری در تعداد کل باکتری های ایلئوم در ۴۲ روزگی می شود (۹). همچنین نشان داده شد استفاده از پروبیوتیک تعداد کل باکتری های بی هوازی در ایلئوم و سکوم و تعداد باکتری های تولید کننده اسید لاکتیک و لاکتوباسیل ها در سکوم را افزایش می دهد (۱۰). نتایج مطالعات انجام شده نشان داد استفاده از پروبیوتیک در جوجه های گوشتی خصوصاً وقتی پروبیوتیک در جیره آغازین آن ها اضافه شود، باعث کاهش معنی داری در سطح کلسترول و تری گلیسرید خون آن ها می شود (۱۱).

در صنعت طیور طیف وسیعی از پروبیوتیک برای درمان و پیشگیری از بیماری ها استفاده می شود و هرکدام از آن ها نتایج گوناگونی داشته اند. باتوجه به اینکه بیماری های عفونی مختلف در صنعت طیور بروز پیدا می کند که سالانه خسارات اقتصادی فراوانی را به پرورش دهندگان وارد می کند و از طرفی کاهش حداکثری در هزینه پیشگیری و درمان این قبیل بیماری ها می تواند چالش اصلی پیشرو در صنعت طیور باشد، بررسی اثر پروبیوتیک ها می تواند به عنوان راهنمایی برای تصمیم گیری در انتخاب پروبیوتیک های کارآمد باشد.

در مطالعه حاضر، هدف اصلی مقایسه تأثیر پروبیوتیک های تولید شده توسط جهاد دانشگاهی با آنتی بیوتیک ها و پروبیوتیک های تجاری رایج در بازار ایران بر بهبود عملکرد جوجه های گوشتی بود. مطالعه حاضر به منظور ارائه راهکاری مؤثرتر و ایمن تر برای صنعت پرورش طیور

انجام شد. هدف نهایی آن است که با بهره‌گیری از دانش بومی، راه‌حلی پایدار برای استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها ارائه دهد. همچنین بررسی تفاوت‌های عملکردی پروبیوتیک‌های داخلی می‌تواند افق‌های جدیدی در بهینه‌سازی پرورش طیور ایجاد کند.

مواد و روش کار

در مطالعه حاضر، ۳۰۰ قطعه جوجه یک‌روزه گوشتی سویه آرین تهیه شد. طرح آزمایشی شامل ۶ تیمار بود که هر تیمار دارای ۵ تکرار و هر تکرار شامل ۱۰ قطعه جوجه گوشتی ۱ روزه از هر دو جنس بود. تیمارهای آزمایشی بدین قرار بود:

گروه اول: کنترل (جیره پایه بدون مواد افزودنی)، گروه دوم: آنتی‌بیوتیک تجاری اکسی‌تتراسایکلین ۲۰ درصد (به میزان ۳۰ گرم در ۱۰۰ لیتر آب آشامیدنی ۳ روز اول دوره‌های آغازی، رشد و پایداری)، گروه سوم: پروبیوتیک فرمولاسیون ۲ (پروبیوتیک تولیدی مرکز ملی ذخایر ژنتیکی و زیستی ایران حاوی باکتری *Lactobacillus brevis*)، گروه چهارم: پروبیوتیک فرمولاسیون ۴ (پروبیوتیک تولیدی مرکز ملی ذخایر ژنتیکی و زیستی ایران حاوی باکتری‌های *Pediococcus acidilactici*, *Lactobacillus brevis* و مخمرهای *Kluyveromyces marxianus*, *Lactobacillus acidophilus*, *casei*, *Bifidobacterium*)، گروه پنجم: پروبیوتیک تجاری چندسویه لاکتوفید (*Lactobacillus acidophilus*, *casei*, *Bifidobacterium*)، گروه ششم: پروبیوتیک تجاری چندسویه بیوپول (*Enterococcus faecium*, *bifidum* به میزان $10^8 \times \text{CFU/g}$)، گروه هفتم: پروبیوتیک تجاری چندسویه بیوپول (*Enterococcus faecium*, *bifidum*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus plantarum*, *faecium*, *Pediococcus acidilactici*, *Bacillus subtilis*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus casei*, *Bifidobacterium bifidum*, *Saccharomyces cerevisiae*، به میزان $10^9 \times \text{CFU/g}$).

یک هفته پیش از ورود جوجه‌ها، کلیه تجهیزات و تأسیسات سالن پرورش، از جمله خطوط لوله آب آشامیدنی، سیستم‌های گرمایشی و سیستم تهویه، بررسی و سپس تمام بخش‌های سالن شعله‌دهی، شست‌وشو و ضدعفونی شدند. پس از پوشاندن کف سالن با پوشال، سالن و تجهیزات آن نیز با گاز فرمالدئید ضدعفونی گردید.

جدول ۱. مشخصات مواد مغذی جیره غذایی در دوره‌های مختلف پرورشی جوجه‌های گوشتی.

تراکم مواد مغذی در جیره	پیش‌دان	میان‌دان	پایان‌دان ۱	پایان‌دان ۲
انرژی (کیلوکالری)	۲۸۷۰	۲۹۵۰	۳۰۲۵	۳۰۲۵
پروتئین خام (درصد)	۲۲	۲۰	۱۸/۵	۱۷/۵
لیزین (درصد)	۱/۳۳	۱/۲۰	۱/۱۰	۱/۰۴
متیونین (درصد)	۰/۵۷	۰/۵۱	۰/۴۷	۰/۴۵
متیونین + سیستین (درصد)	۰/۸۶	۰/۸۲	۰/۷۷	۰/۷۴
سدیم (درصد)	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷
کلسیم (درصد)	۰/۹۶	۰/۸۷	۰/۷۸	۰/۷۸
فسفر (درصد)	۰/۴۸	۰/۴۴	۰/۳۹	۰/۳۹

جدول ۲. مقایسه افزایش وزن زنده و وزن بدن نهایی در گروه‌های آزمایشی مختلف در پایان هفته‌های مختلف پرورش (گرم).

گروه‌های آزمایشی	هفته اول	هفته دوم	هفته سوم	هفته چهارم	هفته پنجم	هفته ششم	وزن نهایی
گروه اول	۹۴/۵۶	۱۶۴/۵۶	۲۷۵/۰۶ ^c	۳۶۷/۸۶ ^b	۵۰۴/۶۲	۵۲۲/۲۴ ^c	۱۹۶۹/۷۱ ^d
گروه دوم	۱۰۸/۱۶	۱۶۳/۶۸	۳۴۸/۴۸ ^a	۴۰۹/۱۲ ^a	۵۲۴/۷۶	۶۳۶/۲۰ ^a	۲۲۳۱/۰۹ ^a
گروه سوم	۱۰۰/۰۴	۱۶۸/۹۲	۳۱۰/۳۲ ^b	۳۹۰/۷۸ ^a	۵۲۲/۵۶	۶۰۷/۹۶ ^{ab}	۲۱۴۱/۲۹ ^{bc}
گروه چهارم	۹۴/۷۲	۱۷۹/۸۴	۳۱۰/۹۶ ^b	۴۰۰/۳۶ ^a	۵۵۲/۲۴	۶۰۳/۸۰ ^{ab}	۲۱۸۲/۴۰ ^{ab}
گروه پنجم	۱۰۲/۷۲	۱۷۳/۰۴	۳۱۷/۷۲ ^b	۳۹۲/۶۶ ^a	۵۵۴/۴۸	۶۰۷/۹۶ ^{ab}	۲۱۸۹/۱۰ ^{ab}
گروه ششم	۱۰۰/۶۸	۱۶۰/۰۸	۲۹۸/۰۸ ^{bc}	۳۹۸/۰۰ ^a	۵۲۰/۲۰	۵۷۲/۸۴ ^b	۲۰۹۳/۰۴ ^c
SEM	۳/۵۲	۵/۰۰	۷/۵۵	۷/۱۶	۱۲/۵۸	۱۲/۹۶	۱۷/۴۸
P value	۰/۰۷	۰/۱۰	<۰/۰۰۱	۰/۰۲	۰/۰۶	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱

^{a-d}: در هر ستون میانگین‌های با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ($P < ۰/۰۵$). گروه ۱. گروه کنترل فاقد افزودنی، گروه ۲. آنتی‌بیوتیک محلول در آب اکسی‌تتراسایکلین ۲۰ درصد، گروه ۳. پروبیوتیک تک‌سویه فرمولاسیون ۲ حاوی باکتری *Lactobacillus brevis*، گروه ۴. پروبیوتیک چندسویه فرمولاسیون ۴ حاوی باکتری‌های *Pediococcus acidilactici*, *Lactobacillus brevis* و مخمرهای *Kluyveromyces marxianus* و *Pichia fermenta*، گروه ۵. پروبیوتیک چندسویه لاکتوفید مخلوط در دان، گروه ۶. پروبیوتیک چندسویه بیوپول محلول در آب.

خوراک جوجه‌ها براساس نیازهای مواد مغذی توصیه شده توسط کاتالوگ سویه آراین (کارگروه آموزش، تحقیق و توسعه مرغ لاین آراین، کمیته ملی احیای مرغ لاین آراین آذر ۱۳۹۹) فرموله شد (۱۲) و طبق توصیه کاتالوگ مربوطه تا پایان دوره (سن ۴۲ روزگی) در اختیار جوجه‌ها قرار گرفت. در طول آزمایش، آب و خوراک به‌طور آزاد در اختیار جوجه‌ها قرار داده شد. جیره‌ها برای ۴ دوره با کمک نرم‌افزار WUFFDA تنظیم (جدول ۱) و در اختیار جوجه‌ها قرار داده شد: ۱ تا ۱۴ روزگی: پیش‌دان (انرژی: ۲۸۷۰ کیلوکالری، پروتئین خام: ۲۲ درصد)، ۱۵ تا ۲۴ روزگی: میان‌دان (انرژی: ۲۹۵۰، پروتئین خام: ۲۰ درصد)، ۲۵ تا ۳۹ روزگی: پایان‌دان ۱ (انرژی: ۳۰۲۵، پروتئین: ۱۸/۵ درصد) و ۴۰ تا ۴۲ روزگی: پایان‌دان ۲ (انرژی: ۳۰۲۵، پروتئین خام: ۱۷/۵ درصد)، براساس آنالیز مواد خوراکی اصلی.

واکسیناسیون جوجه‌ها طبق توصیه سازمان دامپزشکی منطقه در طول دوره پرورش انجام شد. مقدار خوراک مصرفی، وزن بدن و ضریب تبدیل خوراک در پایان هر هفته با وزن کشی جوجه‌ها و سنجش مقدار خوراک توزیع شده و باقیمانده اندازه‌گیری شد. در مدت پرورش، شرایط مدیریت سالن، تهویه، رطوبت و سیستم روشنایی طبق کاتالوگ راهنمای پرورش جوجه‌های گوشتی آراین (کارگروه آموزش، تحقیق و توسعه مرغ لاین آراین، کمیته ملی احیای مرغ لاین آراین آذر ۱۳۹۹) بود. تلفات هر واحد آزمایشی به‌منظور ایجاد تصحیحات لازم برای خوراک مصرفی و ضریب تبدیل ثبت شد و لاشه‌ها به‌منظور تشخیص علت مرگ کالبدگشایی شدند. همچنین در بدو ورود جوجه‌ها به سالن، ابتدا به روش ژاپنی یا رکالت تعیین جنسیت شدند و در هر واحد آزمایشی به‌طور برابر از هر دو جنس توزیع شدند.

سنجش جمعیت میکروبی محتویات سکوم: در روز ۴۲ پرورش از هر تکرار (واحد آزمایشی)، ۲ پرندۀ انتخاب و دستگاه گوارش آن‌ها در شرایط آسپتیک در مجاورت شعله کالبدگشایی شد و مقدار ۱ گرم از محتویات سکوم به‌وسیله قطعات فویل آلومینیومی که قبلاً استریل شده بودند، برداشته شد. جهت ارزیابی میکروارگانیسم‌های موجود در این نواحی، از محیط‌های کشت عمومی و انتخابی استفاده شد (۱۳). محیط MRS جهت شمارش جمعیت باکتری‌های اسید لاکتیک، محیط پلیت کانت آگار جهت شمارش جمعیت کل باکتری‌های هوازی و محیط Mac Conkey جهت شمارش اختصاصی/شریشیالکی مورد استفاده قرار گرفت.

ارزیابی سیستم ایمنی (ایمنی همورال): تزریق گلبول قرمز گوسفند (SRBC) و تعیین عیار پادتن تولیدشده علیه آن: در روزهای ۲۸ و ۳۵ به عضله سینه ۲ پرندۀ از هر واحد آزمایشی مقدار ۰/۱ میلی‌لیتر از سوسپانسیون گلبول قرمز گوسفند ۵ درصد در PBS تزریق شد. ۷ روز بعد از تزریق دوم، از همان پرندۀها از طریق ورید بال خون‌گیری انجام شد و برای تعیین عیار پادتن تولیدشده علیه گلبول قرمز گوسفند، از روش هم‌آگلوتیناسیون میکروتیتر استفاده شد (۱۴).

پادگن ویروس نیوکاسل: براساس توصیه سازمان دامپزشکی و نظر دامپزشک متخصص مزرعه، مرحله اول واکسیناسیون علیه نیوکاسل با استفاده از واکسن B1 در ۷ روزگی به‌صورت قطره چشمی انجام شد. دُر یادآور آن با استفاده از واکسن نیوکاسل لاسوتا در سن ۲۴ روزگی به روش آشامیدنی تجویز شد. در سن ۳۵ روزگی برای تعیین عیار پادتن علیه ویروس نیوکاسل به روش HI خون‌گیری از ورید بال انجام شد. عیار آنتی‌ژن (تیتر ویروس) مورد استفاده در آزمایشگاه ۴ واحد هم‌آگلوتیناسیون تنظیم شد.

جدول ۳. مقایسه میانگین خوراک مصرفی در گروه‌های آزمایشی مختلف در پایان هفته‌های مختلف پرورش (گرم).

گروه‌های آزمایشی	هفته اول	هفته دوم	هفته سوم	هفته چهارم	هفته پنجم	هفته ششم	کل دوره
گروه اول	۱۰۱/۳۰ ab	۲۵۴/۲۶	۴۵۲/۴۶ d	۶۹۴/۸۹ ab	۱۰۳۴/۸۶ bc	۱۲۰۱/۳۷ c	۳۷۳۹/۱۸ d
گروه دوم	۱۰۴/۹۶a	۲۵۱/۴۰	۵۵۹/۹۶ a	۶۷۲/۵۶ b	۱۰۴۷/۲۴ abc	۱۳۹۵/۵۹ a	۴۰۳۱/۷۰ a
گروه سوم	۹۶/۰۰ bc	۲۵۱/۸۰	۵۰۳/۳۲ bc	۷۲۲/۵۶ a	۱۰۴۷/۴۳ abc	۱۲۸۲/۸۸ bc	۳۹۰۴/۰۰ bc
گروه چهارم	۹۷/۳۶ abc	۲۵۴/۶۴	۵۰۴/۹۶ bc	۷۲۸/۶۰ a	۱۰۷۵/۲۴ ab	۱۳۵۵/۳۲ ab	۴۰۱۶/۱۲ ab
گروه پنجم	۹۷/۸۴ abc	۲۵۴/۳۶	۵۱۶/۴۴ b	۷۳۱/۳۲ a	۱۰۹۴/۴۰ a	۱۳۵۶/۷۲ ab	۴۰۵۱/۰۸ a
گروه ششم	۹۳/۱۴ c	۲۳۹/۴۶	۴۷۶/۸۸ cd	۷۰۹/۵۶ ab	۱۰۰۵/۳۲ c	۱۲۷۵/۳۲ bc	۳۷۹۹/۶۸ cd
SEM	۲/۵۰	۴/۹۰	۸/۶۸	۸/۹۹	۱۳/۵۷	۲۶/۵۰	۲۹/۷۶
P value	۰/۰۴	۰/۲۶	<۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰۳	<۰/۰۰۰۱

^{a-d}: در هر ستون میانگین‌های با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ($P < ۰/۰۵$). گروه ۱. گروه کنترل فاقد افزودنی، گروه ۲. آنتی‌بیوتیک محلول در آب اکسی‌تتراسایکلین ۲۰ درصد، گروه ۳. پروبیوتیک تک‌سویه فرمولاسیون ۲ حاوی باکتری *Lactobacillus brevis*؛ گروه ۴. پروبیوتیک چندسویه فرمولاسیون ۴ حاوی باکتری‌های *Pediococcus acidilactici*، *Lactobacillus brevis* و مخمرهای *Kluyveromyces marxianus* و *Pichia fermenta*؛ گروه ۵. پروبیوتیک چندسویه لاکتوفید مخلوط در دان، گروه ۶. پروبیوتیک چندسویه بیوپول محلول در آب.

جدول ۴. مقایسه میانگین ضریب تبدیل در گروه‌های آزمایشی مختلف در پایان هفته‌های مختلف پرورش.

گروه‌های آزمایشی	هفته اول	هفته دوم	هفته سوم	هفته چهارم	هفته پنجم	هفته ششم	کل دوره
گروه اول	۱/۰۸	۱/۵۵	۱/۶۶	۱/۸۹ ^a	۲/۰۵	۲/۳۰	۱/۹۴ ^a
گروه دوم	۰/۹۷	۱/۵۴	۱/۶۱	۱/۶۴ ^b	۲/۰۰	۲/۱۹	۱/۸۴ ^c
گروه سوم	۰/۹۶	۱/۵۰	۱/۶۲	۱/۸۵ ^a	۲/۰۱	۲/۱۱	۱/۸۶ ^{bc}
گروه چهارم	۱/۰۳	۱/۴۲	۱/۶۲	۱/۸۲ ^a	۱/۹۵	۲/۲۵	۱/۸۷ ^{bc}
گروه پنجم	۰/۹۶	۱/۴۷	۱/۶۲	۱/۸۶ ^a	۱/۹۸	۲/۲۳	۱/۸۸ ^b
گروه ششم	۰/۹۲	۱/۵۰	۱/۳۰	۱/۷۸ ^a	۱/۹۳	۲/۲۲	۱/۸۵ ^{bc}
SEM	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۱
P value	۰/۰۵	۰/۱۰	۰/۹۴	۰/۰۰۶	۰/۲۱	۰/۰۹	۰/۰۰۰۵

^{a,b,c}: در هر ستون میانگین‌های با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ($P < 0.05$). گروه ۱. گروه کنترل فاقد افزودنی، گروه ۲. آنتی‌بیوتیک محلول در آب اکسی‌تتراسایکلین ۲۰ درصد، گروه ۳. پروبیوتیک تک‌سویه فرمولاسیون ۲ حاوی باکتری *Lactobacillus brevis*، گروه ۴. پروبیوتیک چند سویه فرمولاسیون ۴ حاوی باکتری‌های *Pediococcus acidilactici*، *Lactobacillus brevis* و مخمرهای *Kluyveromyces marxianus* و *Pichia fermenta*، گروه ۵. پروبیوتیک چند سویه لاکتوفید مخلوط در دان، گروه ۶. پروبیوتیک چندسویه بیوپول محلول در آب.

جدول ۵. اثر تیمارهای آزمایشی بر جمعیت باکتری‌های محتویات سکوم جوجه‌های گوشتی در روز ۴۲ (لگاریتم واحد تشکیل‌دهنده کلنی/گرم).

تیمار	باکتری‌های هوازی	اشریشیاکلی	باکتری‌های اسید لاکتیک
گروه اول	۸/۹۶ ^d	۸/۳۷ ^c	۹/۰۹ ^{ab}
گروه دوم	۱۰/۰۶ ^a	۸/۸۲ ^a	۸/۹۹ ^b
گروه سوم	۹/۱۹ ^c	۷/۸۴ ^d	۹/۱۹ ^a
گروه چهارم	۹/۱۹ ^c	۷/۹۲ ^d	۹/۱۵ ^a
گروه پنجم	۹/۹۰ ^b	۸/۶۰ ^b	۹/۱۵ ^a
گروه ششم	۸/۶۴ ^e	۷/۸۰ ^d	۸/۸۶ ^c
SEM	۰/۰۳۶	۰/۰۲۶	۰/۰۲۰
P-Value	< ۰/۰۰۱	< ۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۲

^{a,b,c,e}: در هر ستون میانگین‌های با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ($P < 0.05$). گروه ۱. گروه کنترل فاقد افزودنی، گروه ۲. آنتی‌بیوتیک محلول در آب اکسی‌تتراسایکلین ۲۰ درصد، گروه ۳. پروبیوتیک تک‌سویه فرمولاسیون ۲ حاوی باکتری *Lactobacillus brevis*، گروه ۴. پروبیوتیک چندسویه فرمولاسیون ۴ حاوی باکتری‌های *Pediococcus acidilactici*، *Lactobacillus brevis* و مخمرهای *Kluyveromyces marxianus* و *Pichia fermenta*، گروه ۵. پروبیوتیک چندسویه لاکتوفید مخلوط در دان، گروه ۶. پروبیوتیک چندسویه بیوپول محلول در آب.

ایمنی سلولی: در روز ۴۱ دوره پرورش، از هر پن، ۲ پرند به‌طور تصادفی انتخاب و با رنگ علامت‌گذاری شدند و ضخامت ریش سمت راست و چپ هر پرند اندازه‌گیری شد. سپس مقدار ۰/۱ میلی‌لیتر از محلول فیتوهماکلوتنین به ریش سمت راست و همین مقدار سالین استریل به ریش سمت چپ به‌صورت جلدی تزریق و ۲۴ ساعت پس از تزریق، ضخامت محل تزریق شده اندازه‌گیری شد و به‌منظور بررسی میزان تکثیر سلول‌های T در سیستم ایمنی سلولی، اختلاف ضخامت قبل و بعد از هر تزریق به‌عنوان معیار سنجش در نظر گرفته شد (۱۵). علاوه‌براین ناحیه بدون پر واقع در پهلوی راست همین پرندها به ۳ قطره محلول دی‌نیتروکلروبنزن (۱۰ میلی‌گرم در میلی‌لیتر حلال استون و روغن زیتون با نسبت ۱ به ۴) آغشته شد. ضخامت پوست پرندگان قبل و ۲۴ ساعت پس از تلقیح با استفاده از کولیس اندازه‌گیری و تغییر در ضخامت پوست به‌عنوان نتیجه آزمایش ثبت شد (۱۵).

شاخص‌های اقتصادی: در هر گروه آزمایشی هزینه خوراک در کل دوره آزمایشی با در نظر گرفتن قیمت واحد هر خوراک و میزان مصرف از هر خوراک برای هر قطعه مرغ محاسبه شد. درآمد به‌دست‌آمده از فروش مرغ با در نظر گرفتن متوسط وزن پرند در هر گروه آزمایشی و نرخ روز بازار برای مرغ زنده محاسبه شد؛ سود اقتصادی نیز از اختلاف درآمد فروش مرغ از هزینه خوراک هر مرغ برآورد شد.

مدل آماری طرح: مدل آماری مورد استفاده در مطالعه حاضر به‌صورت $Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$ بود. در این مدل Y_{ij} = مقدار هر مشاهده، μ = میانگین صفت مورد مطالعه، T_i = اثر تیمارهای آزمایشی و e_{ij} = اثر خطای آزمایشی است. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها در این مطالعه با استفاده از نسخه ۹/۱ بسته نرم‌افزاری SAS، Proc GLM صورت گرفت. پس از تجزیه واریانس، میانگین‌ها با آزمون چنددامنه‌ای دانکن مقایسه شد.

جدول ۶. اثر آنتی‌بیوتیک و پروبیوتیک‌های تجاری و غیرتجاری بر شاخص‌های اقتصادی به ازای هر قطعه جوجه گوشتی (ریال).

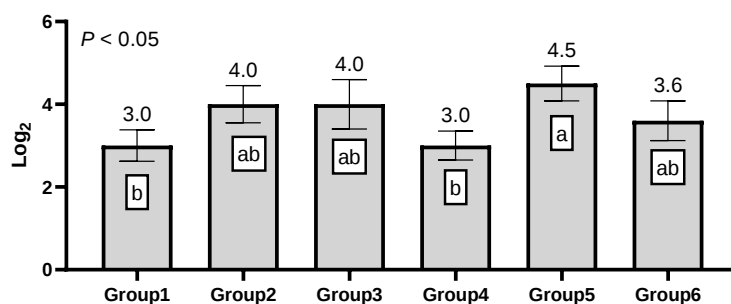
تیمار	هزینه خوراک	درآمد فروش مرغ	سود ناخالص
گروه اول	۹۵۳۰۱۴	۱۳۲۹۵۵۷	۳۷۷۵۴۲
گروه دوم	۱۰۴۹۰۲۲	۱۵۰۵۹۸۵	۴۵۶۹۶۲
گروه سوم	۹۹۷۹۴۷	۱۴۴۵۳۷۳	۴۴۷۴۲۵
گروه چهارم	۱۰۲۶۶۴۶	۱۴۷۳۱۲۰	۴۴۶۴۷۳
گروه پنجم	۱۰۳۳۳۸۲	۱۴۷۷۶۴۱	۴۴۴۲۵۸
گروه ششم	۹۷۵۳۹۱۸	۱۴۱۲۸۰۲	۴۳۴۷۱۰

گروه ۱. گروه کنترل فاقد افزودنی، گروه ۲. آنتی‌بیوتیک محلول در آب اکسی‌تتراسایکلین ۲۰ درصد، گروه ۳. پروبیوتیک تک‌سویه فرمولاسیون ۲ حاوی باکتری *Lactobacillus brevis*؛ گروه ۴. پروبیوتیک چندسویه فرمولاسیون ۴ حاوی باکتری‌های *Pediococcus acidilactici*، *Lactobacillus brevis* و مخمرهای *Pichia fermenta* و *Kluyveromyces marxianus*؛ گروه ۵. پروبیوتیک چندسویه لاکتوفید مخلوط در دان، گروه ۶. پروبیوتیک چندسویه بیوپول محلول در آب.

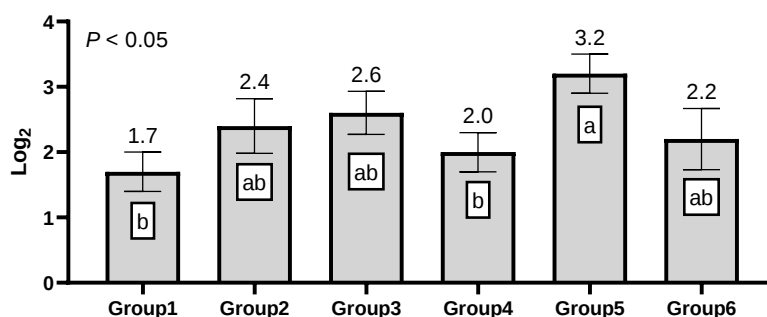
نتایج

در مطالعه حاضر در مجموع ۳ قطعه تلفات در هفته پنجم رخ داد که مربوط به گروه‌های دوم، سوم و پنجم بود. همان‌طور که در جدول ۲ نشان داده شده است، تیمارهای آزمایشی تأثیری بر افزایش وزن جوجه‌ها در پایان هفته‌های اول و دوم نداشتند. باین‌حال در پایان هفته سوم تفاوت معنی‌داری در افزایش وزن جوجه‌ها مشاهده شد ($P < 0.05$). گروه دوم بیشترین و گروه اول کمترین افزایش وزن را به خود اختصاص دادند. پس از گروه دوم، گروه پنجم افزایش وزن بالاتری نسبت به سایر گروه‌ها نشان داد. در میان سایر گروه‌های آزمایشی، گروه چهارم افزایش وزنی قابل‌مقایسه با گروه سوم داشت. گروه ششم با وجود داشتن میانگین افزایش وزن کمتر از سایر گروه‌ها، همچنان افزایش وزن بیشتری نسبت به گروه کنترل داشت. در هفته چهارم نیز بیشترین و کمترین افزایش وزن به ترتیب مربوط به گروه دوم و اول بود و همه پروبیوتیک‌ها نسبت به گروه ششم افزایش وزن بیشتری داشتند ($P < 0.05$). در هفته پنجم گروه اول نسبت به سایر گروه‌ها افزایش وزن کمتری داشت و پنج گروه آزمایشی دیگر از لحاظ آماری عملکرد تقریباً یکسانی داشتند ($P > 0.05$). سرانجام در پایان هفته ششم، بیشترین میانگین افزایش وزن مربوط به گروه دوم بود. پس از آن، گروه‌های پنجم و سوم، سپس گروه چهارم و پس از آن‌ها گروه ششم قرار داشتند که همگی وزن بیشتری نسبت به گروه کنترل از خود نشان دادند ($P < 0.05$). وزن بدن نهایی تحت تأثیر آنتی‌بیوتیک و پروبیوتیک‌ها قرار گرفت ($P < 0.05$). بالاترین وزن بدن در گروه دوم مشاهده شد که با گروه‌های چهار و پنج تفاوت نداشت. گروه‌های سوم و ششم در مرتبه بعدی قرار گرفتند. همه پروبیوتیک‌ها در مقایسه با گروه کنترل وزن بدن نهایی بالاتری داشتند ($P < 0.05$).

در جدول ۳ نشان داده شد در هفته اول بیشترین و کمترین مصرف خوراک به ترتیب مربوط به گروه‌های دوم و ششم بوده است. سایر گروه‌ها میزان مصرف خوراکی مابین این دو گروه از خود نشان دادند ($P > 0.05$). در هفته دوم تفاوت معنی‌داری در مصرف خوراک در بین تیمارهای آزمایشی وجود نداشت. در هفته سوم گروه دوم بیشترین مصرف خوراک و پس از آن گروه‌های پنجم، چهارم و سوم مصرف خوراک بیشتری نسبت به گروه اول از خود نشان دادند ($P < 0.05$). در هفته چهارم گروه پنجم بیشترین مصرف خوراک را نشان داده است و کمترین میزان مصرف خوراک مربوط به گروه دوم بود. هفته پنجم بیشترین مقدار مصرف خوراک مربوط به گروه پنجم و کمترین مصرف خوراک مربوط به گروه‌های ششم و اول بود ($P < 0.05$). در پایان هفته ششم گروه دوم نسبت به سایر گروه‌ها خوراک بیشتری را مصرف کرده بود و پس از آن گروه‌های چهارم و پنجم قرار داشت. کمترین مصرف خوراک مربوط به گروه اول بوده است. البته باید توجه داشت مابین گروه‌های سوم، چهارم و پنجم تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. همچنین بین گروه‌های ششم، اول و سوم نیز تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ($P > 0.05$). در کل دوره، گروه پنجم بیشترین مقدار خوراک را مصرف کرده بود و پس از آن گروه‌های دوم و چهارم و سوم قرار داشتند. کمترین میزان خوراک مصرفی به ترتیب مربوط به گروه ششم و اول بود ($P < 0.05$). استفاده از پروبیوتیک‌ها در گروه‌های مختلف اثرات متفاوتی بر پارامترهای رشد و کارایی خوراک داشت. گروه‌های چهارم و پنجم از نظر افزایش وزن و مصرف خوراک تفاوت معنی‌داری با گروه دوم نداشتند ($P > 0.05$)، اما گروه پنجم مصرف خوراک بیشتری نسبت به گروه‌های سوم، چهارم و ششم داشت ($P < 0.05$).



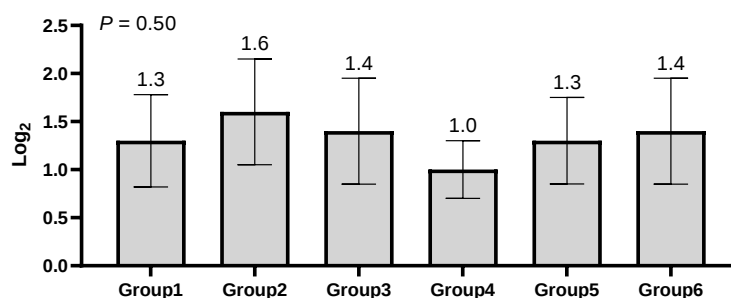
نمودار ۱. اثر تیمارهای آزمایشی بر عیار آنتی‌بادی کل علیه SRBC جوجه‌های گوشتی در روز ۴۲. گروه ۱. گروه کنترل فاقد افزودنی، گروه ۲. آنتی‌بیوتیک محلول در آب اکسی‌تراسایکلین ۲۰ درصد؛ گروه ۳. پروبیوتیک تک‌سویه فرمولاسیون ۲ حاوی باکتری *Lactobacillus brevis*، گروه ۴. پروبیوتیک چندسویه فرمولاسیون ۴ حاوی باکتری‌های *Pediococcus acidilactici*، *Lactobacillus brevis* و مخمرهای *Pichia fermenta* و *Kluyveromyces marxianus* در دان، گروه ۵. پروبیوتیک چندسویه لاکتوفید مخلوط در دان، گروه ۶. پروبیوتیک چندسویه بیوپول محلول در آب.



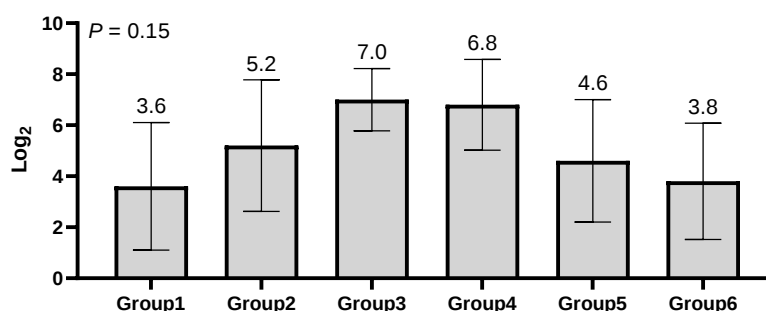
نمودار ۲. اثر تیمارهای آزمایشی بر عیار آنتی‌بادی SRBC مقاوم به مرکاپتاتانول (IgG) جوجه‌های گوشتی در روز ۴۲. گروه ۱. گروه کنترل فاقد افزودنی، گروه ۲. آنتی‌بیوتیک محلول در آب اکسی‌تراسایکلین ۲۰ درصد؛ گروه ۳. پروبیوتیک تک‌سویه فرمولاسیون ۲ حاوی باکتری *Lactobacillus brevis*، گروه ۴. پروبیوتیک چندسویه فرمولاسیون ۴ حاوی باکتری‌های *Pediococcus acidilactici*، *Lactobacillus brevis* و مخمرهای *Pichia fermenta* و *Kluyveromyces marxianus* در دان، گروه ۵. پروبیوتیک چندسویه لاکتوفید مخلوط در دان، گروه ۶. پروبیوتیک چندسویه بیوپول محلول در آب.

در جدول ۴ نشان داده شد ضریب تبدیل در هفته‌های اول، دوم، سوم، پنجم و ششم در گروه‌های آزمایشی تفاوت معنی‌داری نداشت ($P > 0.05$). در هفته چهارم، گروه دوم ضریب تبدیل کمتر و گروه اول ضریب تبدیل بیشتری نسبت به سایر گروه‌ها داشتند. همچنین مابقی تیمارها از نظر آماری تفاوت معنی‌داری در مقایسه با یکدیگر نداشتند ($P > 0.05$). در ضریب تبدیل کل دوره پرورش، کمترین ضریب تبدیل غذایی در گروه دوم مشاهده شد که با سوم، چهارم و ششم تفاوتی نداشت. همچنین گروه‌های سوم، چهارم، پنجم و ششم تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند ($P > 0.05$). آنتی‌بیوتیک و همه پروبیوتیک‌های موردبررسی ضریب تبدیل را نسبت به گروه کنترل کاهش دادند ($P < 0.05$).

طبق جدول ۵، گروه دوم بیشترین تراکم باکتری‌های هوازی را نشان دادند. در مقابل گروه ششم کمترین میزان این باکتری‌ها را دارا بودند ($P < 0.05$). بین گروه‌های سوم و چهارم از نظر جمعیت باکتری‌های هوازی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($P > 0.05$). همچنین در مقایسه میزان باکتری/شیرشیکلی در سکوم، گروه دوم و پنجم به ترتیب بیشترین مقدار و گروه‌های ششم و سوم دارای کمترین جمعیت باکتری/شیرشیکلی بودند ($P < 0.05$). بین گروه‌های سوم و چهارم اختلاف معنی‌داری در جمعیت باکتری/شیرشیکلی سکوم مشاهده نشد ($P > 0.05$). در رابطه با جمعیت باکتری‌های تولیدکننده اسیدلاکتیک سکوم، گروه ششم دارای کمترین میزان باکتری‌های تولیدکننده اسیدلاکتیک بود. مابین گروه‌های اول، سوم، چهارم و پنجم اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($P > 0.05$). گروه ششم کمترین تعداد باکتری‌های تولیدکننده اسید لاکتیک را نشان داد که این تفاوت نسبت به سایر گروه‌ها از نظر آماری معنی‌دار بود ($P < 0.05$).



نمودار ۳. اثر تیمارهای آزمایشی بر عیار آنتی‌بادی SRBC حساس به مرکاپتوتانول (IgM) جوجه‌های گوشتی در روز ۴۲. گروه ۱. گروه کنترل فاقد افزودنی، گروه ۲. آنتی‌بیوتیک محلول در آب اکسی‌تراسایکلین ۲۰ درصد، گروه ۳. پروبیوتیک تک‌سویه فرمولاسیون ۲ حاوی باکتری *Lactobacillus brevis*، گروه ۴. پروبیوتیک چندسویه فرمولاسیون ۴ حاوی باکتری‌های *Pediococcus acidilactici*، *Lactobacillus brevis*، و مخمرهای *Kluyveromyces marixanus* و *Pichia fermenta*، گروه ۵. پروبیوتیک چندسویه لاکتوفید مخلوط در دان، گروه ۶. پروبیوتیک چندسویه بیوپول محلول در آب.



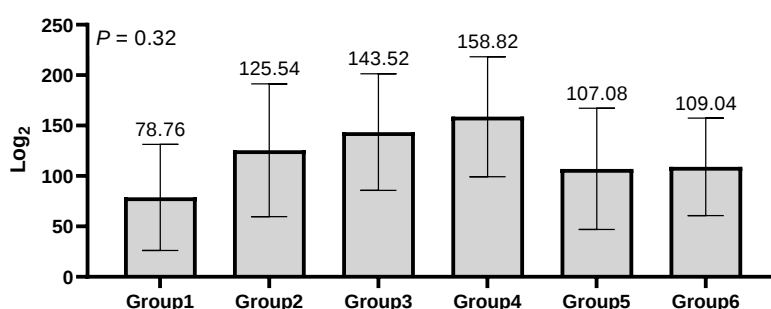
نمودار ۴. اثر تیمارهای آزمایشی بر عیار پادتن علیه ویروس نیوکاسل جوجه‌های گوشتی روز ۴۲. گروه ۱. گروه کنترل فاقد افزودنی، گروه ۲. آنتی‌بیوتیک محلول در آب اکسی‌تراسایکلین ۲۰ درصد، گروه ۳. پروبیوتیک تک‌سویه فرمولاسیون ۲ حاوی باکتری *Lactobacillus brevis*، گروه ۴. پروبیوتیک چندسویه فرمولاسیون ۴ حاوی باکتری‌های *Pediococcus acidilactici*، *Lactobacillus brevis*، و مخمرهای *Kluyveromyces marixanus* و *Pichia fermenta*، گروه ۵. پروبیوتیک چند سویه لاکتوفید مخلوط در دان، گروه ۶. پروبیوتیک چندسویه بیوپول محلول در آب.

نتایج **جدول ۶** نشان داد تیمارهای مختلف به تفاوت‌هایی در هزینه خوراک، درآمد فروش و سود ناخالص در بین گروه‌های آزمایشی منجر شده‌اند. بالاترین هزینه خوراک مربوط به گروه دوم (۱۰۴۹۰۲۲ ریال) و کمترین آن مربوط به گروه اول (۹۵۲۰۱۴ ریال) بود. همچنین از نظر درآمد فروش مرغ، گروه دوم بیشترین میزان درآمد (۱۵۰۵۹۸۵ ریال) را و گروه اول کمترین درآمد (۱۳۲۹۵۵۷ ریال) را کسب نمودند. از نظر سود ناخالص، گروه دوم با ۴۵۶۹۶۲ ریال بالاترین میزان سود و گروه ششم با ۴۳۴۷۱۰ ریال کمترین سود ناخالص را داشتند. این نتایج نشان داد تیمارهای مختلف می‌توانند بر شاخص‌های اقتصادی مؤثر باشند و انتخاب تیمار مناسب می‌تواند به بهبود عملکرد اقتصادی در پرورش جوجه‌های گوشتی کمک کند.

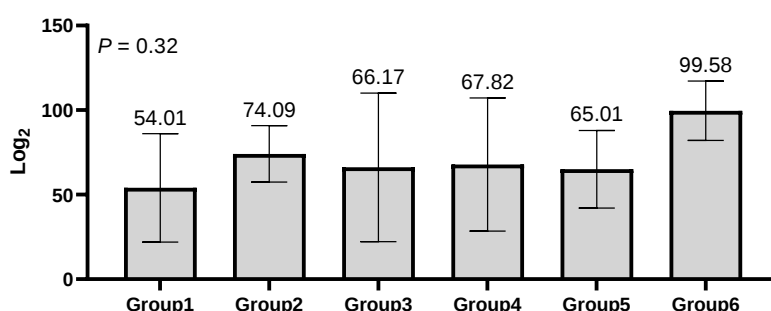
در **نمودار ۱** تفاوت در عیار آنتی‌بادی کل علیه گلبول قرمز گوسفند در گروه‌های آزمایشی مشاهده می‌شود ($P < 0.05$). کمترین عیار آنتی‌بادی کل در گروه‌های کنترل و چهارم وجود داشت، در حالیکه بالاترین عیار پادتن کل مربوط به گروه پنجم بود.

سطح آنتی‌بادی مقاوم به مرکاپتوتانول (IgG) علیه تزریق گلبول‌های قرمز گوسفند تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت ($P < 0.05$) و در گروه پنجم در مقایسه با گروه‌های کنترل و چهارم افزایش یافت (**نمودار ۲**).

مقایسه عیار آنتی‌بادی‌های IgM در **نمودار ۳** نشان داد عیار IgM در گروه دوم نسبت به سایر گروه‌ها بالاتر بود و پس از آن به ترتیب گروه‌های سوم و ششم قرار داشتند. باین حال نتایج نشان دادند اختلافات میان تیمارها از نظر آماری معنی‌دار نبودند ($P > 0.05$).



نمودار ۵. اثر تیمارهای آزمایشی بر پاسخ درصد افزایش ضخامت پوست به تزریق فیتوهماگلوتنین جوجه‌های گوشتی در روز ۴۲. گروه ۱. گروه کنترل فاقد افزودنی، گروه ۲. آنتی‌بیوتیک محلول در آب اکسی‌تراسایکلین ۲۰ درصد، گروه ۳. پروبیوتیک تک‌سویه فرمولاسیون ۲ حاوی باکتری *Lactobacillus brevis*، گروه ۴. پروبیوتیک چندسویه فرمولاسیون ۴ حاوی باکتری‌های *Pediococcus acidilactici*، *Lactobacillus brevis* و مخمرهای *Kluyveromyces marxianus* و *Pichia fermenta*، گروه ۵. پروبیوتیک چندسویه لاکتوفید مخلوط در دان، گروه ۶. پروبیوتیک چندسویه بیوپول محلول در آب.



نمودار ۶. اثر تیمارهای آزمایشی بر پاسخ درصد افزایش ضخامت پوست به تلقیح دی نیتروکلروبنزن (DNCB) جوجه‌های گوشتی روز ۴۲. گروه ۱. گروه کنترل فاقد افزودنی، گروه ۲. آنتی‌بیوتیک محلول در آب اکسی‌تراسایکلین ۲۰ درصد، گروه ۳. پروبیوتیک تک‌سویه فرمولاسیون ۲ حاوی باکتری *Lactobacillus brevis*، گروه ۴. پروبیوتیک چندسویه فرمولاسیون ۴ حاوی باکتری‌های *Pediococcus acidilactici*، *Lactobacillus brevis* و مخمرهای *Kluyveromyces marxianus* و *Pichia fermenta*، گروه ۵. پروبیوتیک چندسویه لاکتوفید مخلوط در دان، گروه ۶. پروبیوتیک چندسویه بیوپول محلول در آب.

همچنین در مقایسه عیار پادتن علیه ویروس نیوکاسل (نمودار ۴) مابین گروه‌های آزمایشی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($P > 0.05$).

در **نمودارهای شماره ۵ و ۶**، در پاسخ به تزریق فیتوهماگلوتنین و DNCB (ایمنی سلولی) در بین گروه‌های آزمایشی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ($P > 0.05$).

در مقایسه عیار آنتی‌بادی کل علیه SRBC، بین گروه‌های دوم، سوم، پنجم و ششم از نظر آماری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($P > 0.05$). همچنین گروه‌های اول و چهارم نیز تفاوت آماری معنی‌داری نداشتند ($P > 0.05$). علاوه‌براین، تیمارهای اول، دوم، سوم، چهارم و ششم نیز از نظر آماری اختلاف معنی‌داری نشان ندادند ($P > 0.05$).

بحث

نتایج مطالعه حاضر نشان داد استفاده از پروبیوتیک‌ها می‌تواند با بهبود وزن‌گیری جوجه‌های گوشتی همراه باشد. افزودن پروبیوتیک به جیره غذایی جوجه‌های گوشتی اثر مثبتی بر سرعت رشد آن‌ها داشته است. استفاده از آنتی‌بیوتیک همچنان بهترین نتیجه را در مقایسه با سایر گروه‌ها نشان داد، اما پروبیوتیک فرمولاسیون ۴ و لاکتوفید به‌عنوان جایگزین‌های بالقوه آنتی‌بیوتیک توانستند نتایج نسبتاً مشابهی ارائه دهند.

همسو با مطالعه حاضر، Mnisi و همکاران در سال ۲۰۱۷ نشان دادند استفاده از پروبیوتیک‌ها برای واحدهای صنعتی طیور اجتناب‌ناپذیر است (۱۶). گروه پنجم (لاکتوفید) نسبت به سایر گروه‌های دریافت‌کننده پروبیوتیک، خوراک بیشتری مصرف کرد که به دنبال آن افزایش وزن نیز مشاهده شد. این نتایج با یافته‌های مطالعات پیشین در سال ۲۰۲۲ که به بررسی تأثیر پروبیوتیک‌های چندسویه بر عملکرد طیور گوشتی پرداخته بودند، همخوانی دارد (۱۷).

مشابه با نتایج مطالعه Awad و همکاران در سال ۲۰۰۹، مشاهده شد افزودن پروبیوتیک‌ها به افزایش وزن بدن در پرندگان در بازه سنی ۳ تا ۶ هفتگی منجر می‌شود (۱۸). عملکرد و سلامت کلی پرندگان به عوامل زیادی، مانند استرس محیطی، رژیم غذایی، بهداشت مزرعه، میکروارگانیسم‌های موجود در محصول پروبیوتیک و سن پرنده بستگی دارد (۱۹). باین‌حال مطالعه حاضر نشان داد مصرف پروبیوتیک‌ها عملکرد رشد پرندگان را بهبود بخشید ($P > 0.05$). طبق نتایجی که از مطالعه حاضر به دست آمد مصرف برخی پروبیوتیک‌ها (لاکتوفید) بر پاسخ سیستم ایمنی همورال تأثیرگذار بود و عیار پادتن کل و پادتن مقاوم به ۲-مرکاپتواتانول را در برابر گلبول قرمز گوسفند افزایش داد. سیستم ایمنی پرندگان در مراحل مختلف سنی واکنش‌های متفاوتی به محرک‌های ایمنی نشان می‌دهد. در بازه سنی ۳ تا ۶ هفتگی، با وجود روند بلوغ تدریجی سیستم ایمنی، ممکن است برای ایجاد یک پاسخ ایمنی قوی به زمان بیشتری نیاز باشد. این مسئله می‌تواند توضیح‌دهنده پاسخ ایمنی مشاهده‌شده در مقابل محرک‌های ایمنی در این سن باشد. همچنین آنتی‌بادی‌های مادری نقش مهمی در محافظت از جوجه‌ها در برابر عوامل بیماری‌زا، به‌ویژه در ۳ هفته اول پس از جوجه‌ریزی دارند؛ باین‌حال، سطح این آنتی‌بادی‌ها با افزایش سن جوجه‌ها کاهش می‌یابد. علاوه‌براین واکسن زنده تضعیف‌شده ویروس نیوکاسل (NDV) ممکن است توسط آنتی‌بادی‌های مادری ضد NDV خنثی شود که به تداخل و کاهش پاسخ ایمنی جوجه‌ها به واکسن NDV در ایمن‌سازی اولیه منجر می‌شود (۲۰).

هیچ‌یک از گروه‌های باکتریایی مورد مطالعه نمی‌توانند به‌طور مطلق به‌عنوان خوب یا بد طبقه‌بندی شوند، زیرا هر گروه شامل باکتری‌های مفیدی با ویژگی‌های پروبیوتیکی و همچنین انواع پاتوژن‌ها و باکتری‌های کشنده است. به‌طور کلی معمولاً جمعیت کلی باسیل‌ها و باکتری‌های هوازی به‌عنوان گروه‌های نامطلوب و جمعیت باکتری‌های اسیدلاکتیکی و انتروکوکوس‌ها به‌عنوان گروه باکتری‌های مطلوب طبقه‌بندی می‌شوند. این تقسیم‌بندی به‌دلیل نقش متفاوت این باکتری‌ها در سلامتی میزبان و تأثیرات آن‌ها بر سیستم‌های بیولوژیکی و متابولیکی است.

اثر ضد میکروبی آنتی‌بیوتیک‌های محرک رشد از طریق کاهش تعداد کلی یا تنوع میکروبی روده، موجب کاهش رقابت بر سر مواد مغذی و کاهش تولید متابولیت‌های مضر می‌شود. این کاهش در جمعیت‌های میکروبی نه‌تنها باعث بهبود دسترسی به مواد مغذی برای میزبان می‌شود، بلکه با محدود کردن تولید متابولیت‌های سمی یا مضر توسط میکروب‌ها، شرایط بهتری را برای سلامت روده و عملکرد گوارشی فراهم می‌کند. این مکانیسم به‌طور مستقیم در بهبود رشد و کارایی تغذیه‌ای در دام‌ها نقش دارد (۲۱). نتایج مطالعه حاضر نشان داد استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها ممکن است با افزایش رشد برخی باکتری‌های مقاوم، مانند *شریشیاکلی* همراه باشد و همچنین به کاهش باکتری‌های مفید مانند باکتری‌های اسیدلاکتیک منجر شود. در مقابل، پروبیوتیک‌ها، به‌ویژه فرمولاسیون ۲، ۴ و لاکتوفید، نه‌تنها به کاهش جمعیت باکتری‌های پاتوژن کمک می‌کنند، بلکه رشد باکتری‌های مفید را تقویت نموده و در نتیجه سلامت کلی روده را بهبود می‌بخشند.

پروبیوتیک‌ها تأثیر قابل‌توجهی بر ترکیب و عملکرد میکروبیوم روده دارند. مکانیسم‌های پیشنهادی برای این اثرات، شامل رقابت با سایر میکروارگانیسم‌ها بر سر منابع غذایی، مکان‌های اتصال به سطح سلول‌های روده و گیرنده‌های مخاطی است. همچنین پروبیوتیک‌ها با تولید ترکیبات ضد میکروبی، رشد میکروب‌های بیماری‌زا را سرکوب می‌کنند. این مکانیسم‌ها به بهبود تعادل میکروبی در روده و ارتقای سلامت گوارشی منجر می‌شوند و به این ترتیب عملکرد سیستم ایمنی و متابولیسم بدن را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهند (۲۲، ۲۳).

این یافته‌ها نشان می‌دهد پروبیوتیک‌ها می‌توانند به‌عنوان جایگزین‌های مناسبی برای آنتی‌بیوتیک‌های محرک رشد عمل کنند، زیرا تعادل میکروبی روده را به نفع باکتری‌های مفید تنظیم و از رشد باکتری‌های مضر جلوگیری می‌کنند.

نتیجه‌گیری نهایی: بنابر نتایج مطالعه حاضر، آنتی‌بیوتیک همچنان عملکرد بهتری نسبت به پروبیوتیک‌های مورد بررسی از خود نشان داد. باین‌حال از آنجایی که مصرف آنتی‌بیوتیک می‌تواند در محصولات طیور باقی بماند که به بروز مقاومت‌های دارویی منجر شود،

استفاده از جایگزین‌های مناسب از جمله پروبیوتیک‌ها در صنعت طیور اجتناب‌ناپذیر است. نتایج مطالعه حاضر نشان داد پروبیوتیک‌های فرمولاسیون ۴ و لاکتوفید باعث بهبود در افزایش وزن بدن، خوراک مصرفی، ضریب تبدیل و جمعیت باکتری‌های مفید دستگاه گوارش نسبت به گروه کنترل شدند ($P > 0.05$). نتایج مطالعه حاکی از آن است که کاربرد تیمارهای مختلف در پرورش جوجه‌های گوشتی، بر شاخص‌های اقتصادی، از جمله هزینه‌ها و سودآوری تأثیرگذار است. باتوجه به سوددهی ناشی از مصرف پروبیوتیک‌ها، می‌توان از آن‌ها در خوراک طیور گوشتی استفاده کرد.

ملاحظات اخلاقی

مطالعه حاضر براساس مصوبه کمیته اخلاق در پژوهش زیست پزشکی دانشگاه تربیت مدرس با شماره IR.MODARES.AEC.1402.048 انجام شده است. مطالعه حاضر با حمایت مالی دانشگاه تربیت مدرس و جهاد دانشگاهی انجام شده است.

سپاسگزاری

از دانشگاه تربیت مدرس برای تأمین امکانات مزرعه‌ای و آزمایشگاهی برای انجام این طرح، از شرکت تک ژن بابت ارائه پروبیوتیک لاکتوفید، از شرکت زیست درمان ماهان بابت تحویل پروبیوتیک بیوپول و از شرکت سیمرغ بابت تأمین جوجه‌های گوشتی مورد آزمایش در این طرح قدردانی می‌شود.

تعارض منافع

هیچ گونه تعارض منافی در ارتباط با این مطالعه وجود ندارد.

References

1. Budden KF, Gellatly SL, Wood DL, Cooper MA, Morrison M, Hugenholtz P, et al. Emerging pathogenic links between microbiota and the gut-lung axis. *Nat Rev Microbiol.* 2017;15(1):51.5-63. doi: 10.1038/nrmicro.2016.142 PMID: 27694885
2. Ohimain EI, Ofongo RTS. The effect of probiotic and prebiotic feed supplementation on chicken health and gut microflora: A Review. *Int J Anim Vet Adv.* 2012;4(2):135-43.
3. Hume M. Food safety symposium: potential impact of reduced antibiotic use and the roles of prebiotics, probiotics, and other alternatives in antibiotic-free broiler production. *Poult Sci.* 2011;90(11):2663-9. doi: 10.3382/ps.2010-01030
4. Abd-El-Rahman AH, Kamel H, Ahmed WM, Mogoda OS, Mohamed AH. Effect of bacto-cell® and revitilite-plus as probiotic food supplements on the growth performance, Hematological, Biochemical parameters and humoral immune response of broiler chickens. *World Appl Sci J.* 2012;18(3):305-16. doi: 10.5829/idosi.wasj.2012.18.03.63247
5. Jadhav K, Sharma K, Katoh S, Sharma V, Mane B. Probiotics in broiler poultry feeds: A review. *Int J Vet Sci.* 2015;1:4-16.
6. Flores C, Williams M, Pieniazek J, Dersjant-Li Y, Awati A, Lee JT. Direct-fed microbial and its combination with xylanase, amylase, and protease enzymes in comparison with AGPs on broiler growth performance and foot-pad lesion development. *J Appl Poult Res.* 2016;25(3):328-37. doi: 10.3382/japr/pfw016
7. Buckley A, Turner JR. Cell biology of tight junction barrier regulation and mucosal disease. *Cold Spring Harb Perspect Biol.* 2018;10(1):a029314. doi: 10.1101/cshperspect.a029314 PMID: 28507021
8. Bai SP, Wu AM, Ding XM, Lei Y, Bai J, Zhang KY, et al. Effects of probiotic-supplemented diets on growth performance and intestinal immune characteristics of broiler chickens. *Poult Sci.* 2013;92(3):663-70. doi: 10.3382/ps.2012-02813 PMID: 234365171
9. Nakphaichit M, Thanomwongwattana S, Phraephaisarn C, Sakamoto N, Keawsompong S, Nakayama J, et al. The effect of including *Lactobacillus reuteri* KUB-AC5 during post-hatch feeding on the growth and ileum microbiota of broiler chickens. *Poult Sci.* 2011;90(12):2753-65. doi: 10.3382/ps.2011-01637 PMID: 22080014

10. Olnood CG, Beski SSM, Choct M, Iji PA. Novel probiotics: Their effects on growth performance, gut development, microbial community and activity of broiler chickens. *Anim Nut.* 2015;1(3):184-91. [doi: 10.1016/j.aninu.2015.07.003](https://doi.org/10.1016/j.aninu.2015.07.003) PMID: 29767136
11. 1Mehdi GJ, Vahid RP, Mehdi MZN, Mohammad RT, Naser D. The effect of novel probiotic on blood parameters and performance in broiler chickens. *J Cell Anim Biol.* 2009;3(8):141-4.
12. Anonymous, Arian line chicken education. *Arian Broiler Breeding Guide.* 1st ed. Tehran, Iran; 2020.
13. Zhang ZF, Kim IH. Effects of multistrain probiotics on growth performance, apparent ileal nutrient digestibility, blood characteristics, cecal microbial shedding, and excreta odor contents in broilers. *Poult Sci.* 2014;93(2):364-70. [doi: 10.3382/ps.2013-03314](https://doi.org/10.3382/ps.2013-03314) PMID: 24570458
14. Khaksefidi A, Ghoorchi T. Effect of probiotic on performance and immunocompetence in broiler chicks. *J Poult Sci.* 2006;43(3):296-300. [doi: 10.2141/jpsa.43.296](https://doi.org/10.2141/jpsa.43.296)
15. Gunal M, Yayli G, Kaya O, Karahan N, Sulak O. The effects of antibiotic growth promoter, probiotic or organic acid supplementation on performance, intestinal microflora and tissue of broilers. *Int J Poult.* 2006;5(2):149-55. [doi: 10.3923/ijps.2006.149.155](https://doi.org/10.3923/ijps.2006.149.155)
16. Mnisi C, Matshogo T, Van Niekerk R, Mlambo V. Growth performance, haemo-biochemical parameters and meat quality characteristics of male Japanese quails fed a Lippia javanica-based diet. *S Afr J Anim Sci.* 2017;47(5):661-72. [doi: 10.4314/sajas.v47i5.9](https://doi.org/10.4314/sajas.v47i5.9)
17. Biswas A, Dev K, Tyagi PK, Mandal A. The effect of multi-strain probiotics as feed additives on performance, immunity, expression of nutrient transporter genes and gut morphometry in broiler chickens. *Anim Biosci.* 2022;35(1):64-74. [doi: 10.5713%2Fab.20.0749](https://doi.org/10.5713%2Fab.20.0749) PMID: 33677909
18. Awad W, Ghareeb K, Abdel-Raheem S, Böhm J. Effects of dietary inclusion of probiotic and synbiotic on growth performance, organ weights, and intestinal histomorphology of broiler chickens. *Poult Sci.* 2009;88(1):49-56. [doi: 10.3382/ps.2008-00244](https://doi.org/10.3382/ps.2008-00244)
19. Patterson JA, Burkholder KM. Application of prebiotics and probiotics in poultry production. *Poult Sci.* 2003;82(4):627-31. [doi: 10.1093/ps/82.4.627](https://doi.org/10.1093/ps/82.4.627) PMID: 12710484
20. Hu Z, Ni J, Cao Y, Liu X. Newcastle disease virus as a vaccine vector for 20 years: a focus on maternally derived antibody interference. *Vaccines.* 2020;8(2):222. [doi: 10.3390/vaccines8020222](https://doi.org/10.3390/vaccines8020222) PMID: 32422944
21. Gadde U, Kim W, Oh S, Lillehoj HS. Alternatives to antibiotics for maximizing growth performance and feed efficiency in poultry: a review. *Anim Health Res.* 2017;18(1):26-45. [doi: 10.1017/S1466252316000207](https://doi.org/10.1017/S1466252316000207) PMID: 28485263
22. Hemarajata P, Versalovic J. Effects of probiotics on gut microbiota: mechanisms of intestinal immunomodulation and neuromodulation. *Therap Adv Gastroenterol.* 2013;6(1):39-51. [doi: 10.1177/1756283X12459294](https://doi.org/10.1177/1756283X12459294) PMID: 23320049
23. Abd El-Moneim AE, Sabic EM. Beneficial effect of feeding olive pulp and *Aspergillus awamori* on productive performance, egg quality, serum/yolk cholesterol and oxidative status in laying Japanese quails. *J Anim Feed Sci.* 2019;28(1):52-61. [doi: 10.1038/nrmicro.2016.142](https://doi.org/10.1038/nrmicro.2016.142)