

"Research Paper"

Effect of Different Levels of Probiotic Primalac and Kappa-Carrageenan on Growth Performance, Gut Microbiota and Blood Parameters of Broiler Chickens

Faezeh Sadat Kiaalhosseini¹, Omid Ashayerizadeh² and Behrouz Dastar³

1- Graduated M.Sc. Student, Department of Animal and Poultry Nutrition, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

2- Associate Professor, Department of Animal and Poultry Nutrition, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, (Corresponding author: o.ashayeri@gau.ac.ir)

3- Professor, Department of Animal and Poultry Nutrition, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Received: 8 January, 2023 Accepted: 24 May, 2023

Extended Abstract

Introduction and Objective: In recent decades, with the ban on the use of antibiotics in the poultry industry, the use of new alternatives such as probiotics and prebiotics have increased. Some of these alternatives can improve the growth and health of birds by creating optimal changes in the microbial population of the digestive tract. Therefore, the present experiment was conducted to investigate the effect of kappa-carrageenan polysaccharid and primalac probiotic on the growth response and health of broilers.

Material and Methods: 240 one-day-old broilers of Ross 308 strain in a completely randomized design with 2×2 factorial arrangement, including two levels of probiotic additive (zero and 0.1 % of food ration) and two levels of kappa-carrageenan additive (zero and 0.1 % of food ration) distributed in 24 cages (six replicates each containing ten birds) and reared on floor system for 24 days.

Results: The growth performance of birds was not affected by the interaction of probiotics and kappa-carrageenan in the diet. However, the use of kappa-carrageenan in diets significantly increased the body weight gain of birds during 1 to 10 days of age. Feed intake of the birds was not affected by the experimental treatments and diatar levels of probiotic and kappa-carrageenan, but the feed conversion ratio was improved by adding 0.1% of probiotic in the diet at day 24 ($P < 0.05$). The relative weight of thigh in birds that received kappa-carrageenan was higher compared to the zero level of kappa-carrageenan in the diet ($P < 0.05$). Probiotic supplementation alone in the diet increased the relative weight of the liver of birds. Also, the relative weight of the liver was significantly lower in the birds that received diets containing kappa-carrageenan. In broilers fed with kappa-carrageenan, the villus length increased in the duodenum and decreased the crypts depth in the ileum. The use of 0.1% of probiotics significantly increased the population of lactic acid bacteria in the ileum of birds. The population of lactic acid bacteria in the ileum of birds under 0.1% of probiotic increased significantly. Consumption of kappa-carrageenan and probiotics separately or mixed in the diet reduced the population of coliforms in the cecum ($P < 0.05$). Using a mixture of kappa-carrageenan and probiotic in the diet the activity of superoxide desmutase enzyme improved compared to the treatment containing kappa-carrageenan ($P < 0.05$).

Conclusion: The results of the present experiment showed that the use of probiotics and kappa-carrageenan in the diet of young broiler chickens can be effective in improving some parameters of the growth response during separate periods of rearing and optimally changing the microbial population of the digestive tract.

Keywords: Broiler chicken, Growth performance, Feed additive, Intestinal morphol



"مقاله پژوهشی"

تأثیر سطوح مختلف پروبیوتیک پریمالاک و کاپا-کاراگینان بر عملکرد رشد، جمعیت میکروبی دستگاه گوارش و فراسنجه‌های خون جوجه‌های گوشتی

فائزه سادات کیاءالحسینی^۱، امید عشایری‌زاده^۲ و بهروز دستار^۳

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه تغذیه دام و طیور، دانشکده علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۲- دانشیار، گروه تغذیه دام و طیور، دانشکده علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، (نویسنده مسوول: o.ashayeri@gau.ac.ir)
۳- استاد، گروه تغذیه دام و طیور، دانشکده علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۳/۳
صفحه ۵۹ تا ۶۹

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: طی چند دهه اخیر، پس از منع مصرف آنتی‌بیوتیک‌های محرک رشد در صنعت طیور تلاش برای یافتن جایگزین‌های جدیدی همانند پروبیوتیک‌ها و پری‌بیوتیک‌ها افزایش یافته است. برخی از این جایگزین‌ها می‌توانند با ایجاد تغییر بهینه در جمعیت میکروبی دستگاه گوارش سبب بهبود رشد و سلامت پرندگان شوند. از این رو، آزمایش حاضر با هدف بررسی اثر پروبیوتیک پریمالاک و پلی‌ساکارید کاپا-کاراگینان بر عملکرد و سلامت جوجه‌های گوشتی جوان انجام شد.

مواد و روش‌ها: تعداد ۲۴۰ قطعه جوجه نر یک روزه سویه راس ۳۰۸ در قالب طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل ۲×۲ شامل دو سطح افزودنی پروبیوتیک (صفر و ۰/۱ درصد از جیره) و دو سطح افزودنی کاپا-کاراگینان (صفر و ۰/۱ درصد از جیره) درون ۲۴ قفس (شش تکرار حاوی ۱۰ پرنده برای هر تکرار) توزیع و به مدت ۲۴ روز بر روی بستر پرورش یافتند.

یافته‌ها: عملکرد رشد پرندگان تحت تأثیر اثر متقابل پروبیوتیک و کاپا-کاراگینان در جیره قرار نگرفت. با این حال، استفاده از کاپا-کاراگینان در جیره‌ها توانست در فاصله سنین ۱ تا ۱۰ روزگی افزایش وزن بدن پرندگان را به صورت معنی‌دار افزایش دهد. مصرف خوراک پرندگان نیز تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی و سطوح پروبیوتیک و کاپا-کاراگینان قرار نگرفت، اما ضریب تبدیل خوراک با افزودن سطح ۰/۱ درصد پروبیوتیک در جیره در پایان ۲۴ روزگی بهبود یافت ($P < 0.05$). وزن نسبی ران در پرندگانی که کاپا-کاراگینان دریافت کرده بودند در مقایسه با سطح صفر کاپا-کاراگینان در جیره بیشتر بود ($p < 0.05$). مکمل‌سازی پروبیوتیک به‌تنهایی در جیره، سبب افزایش وزن نسبی کبد پرندگان شد. همچنین، پرندگانی که جیره‌های حاوی کاپا-کاراگینان دریافت کرده بودند، وزن نسبی کبد در آنها به صورت معنی‌دار کمتر بود. در جوجه‌های گوشتی که با کاپا-کاراگینان تغذیه شده بودند، طول پرزها در ناحیه دئودنوم افزایش و عمق کریپت‌ها در ناحیه ایلئوم کاهش یافت. استفاده از سطح ۰/۱ درصد پروبیوتیک توانست جمعیت باکتری‌های اسیدلاکتیکی را در ایلئوم پرندگان به صورت معنی‌دار افزایش دهد. مصرف جداگانه یا مخلوط کاپا-کاراگینان و پروبیوتیک در جیره، جمعیت کلی‌فرم‌ها را در روده کور کاهش داد ($p < 0.05$). استفاده از مخلوط کاپا-کاراگینان و پروبیوتیک در جیره سبب بهبود فعالیت آنزیم سوپراکسید دسموتاز در مقایسه با تیمار حاوی کاپا-کاراگینان شد ($p < 0.05$).

نتیجه‌گیری: نتایج آزمایش حاضر نشان داد که استفاده از پروبیوتیک و کاپا-کاراگینان در جیره جوجه‌های گوشتی جوان می‌تواند طی دوره‌های جداگانه‌ای از پرورش در بهبود برخی از پارامترهای پاسخ رشد و همچنین تغییر بهینه جمعیت میکروبی دستگاه گوارش پرندگان مؤثر باشد.

واژه‌های کلیدی: جوجه گوشتی، عملکرد رشد، افزودنی خوراکی، مورفولوژی روده

مقدمه

همگام با پیشرفت صنعت پرورش متراکم طیور در دنیا و افزایش تقاضا برای گوشت سفید به‌عنوان یک منبع پروتئینی، استفاده از آنتی‌بیوتیک‌های محرک‌های رشد رواج داشته است. تحقیقات نشان داده است که این آنتی‌بیوتیک‌ها ضمن افزایش هزینه‌های تولید، سبب افزایش مقاومت باکتری‌ها به آنتی‌بیوتیک‌ها در پرنده و انسان می‌شود. امروزه محققین به دنبال یافتن جایگزین‌هایی با خواص ضد میکروبی هستند که ضمن اقتصادی بودن نسبت به آنتی‌بیوتیک‌ها، عملکرد تولید و جمعیت میکروارگانیسم‌های مفید دستگاه گوارش پرنده را نیز بهبود دهند (Nobakht and Shahbazi, 2022). افزودنی‌هایی همانند پروبیوتیک‌ها، پری‌بیوتیک‌ها و سین‌بیوتیک‌ها (ترکیب پروبیوتیک و پری‌بیوتیک) به‌عنوان جایگزین مناسبی برای آنتی‌بیوتیک‌های محرک رشد معرفی شده‌اند (Patterson and Burkholder, 2003). پروبیوتیک‌ها میکروارگانیسم‌های زنده‌ای هستند که استفاده از آنها در مقادیر کافی، سبب بهبود سلامت میزبان می‌شوند (FAO/WHO, 2002). پری‌بیوتیک‌ها، ترکیبات غیرقابل هضمی می‌باشند که پس از ورود به دستگاه گوارش (نواحی انتهایی روده کوچک)، به سرعت توسط بعضی از باکتری‌ها تخمیر شده و عمده‌ترین محصول آنها، اسیدهای چرب کوتاه زنجیر می‌باشد (Mohammadi et al., 2015). علی‌رغم گسترش تحقیقات در زمینه استفاده از پروبیوتیک در صنعت طیور، گزارشات متفاوتی پیرامون سطح تأثیر آنها وجود دارد. در برخی گزارشات، استفاده از پروبیوتیک‌ها در بهبود افزایش وزن بدن و ضریب تبدیل خوراک، کاهش نرخ تلفات و بهبود ماندگاری لاشه در جوجه‌های گوشتی مؤثر بوده است (Huang, et al., 2004; Panda et al., 2006). پروبیوتیک‌ها ممکن است از طریق تغییر جمعیت میکروبی دستگاه گوارش و شرایط مورفولوژیکی آن، عملکرد پرنده را تحت تأثیر قرار داده و سبب بهبود سلامت میزبان شوند (Mohammadi et al., 2015). به‌طور کلی، پروبیوتیک‌های مورد استفاده در تغذیه طیور بسته به ماهیت در سه گروه شامل باکتری‌های اسیدلاکتیکی، اسپورهای باسیلوس‌ها و مخمرها دسته‌بندی می‌شوند (Yousefi et al., 2017). مصرف یک پروبیوتیک سازگار با جمعیت میکروبی دستگاه گوارش، می‌تواند از نظر اقتصادی نیز برای پرورش‌دهندگان سودمند باشد (Shams

همگام با پیشرفت صنعت پرورش متراکم طیور در دنیا و افزایش تقاضا برای گوشت سفید به‌عنوان یک منبع پروتئینی، استفاده از آنتی‌بیوتیک‌های محرک‌های رشد رواج داشته است. تحقیقات نشان داده است که این آنتی‌بیوتیک‌ها ضمن افزایش هزینه‌های تولید، سبب افزایش مقاومت باکتری‌ها به آنتی‌بیوتیک‌ها در پرنده و انسان می‌شود. امروزه محققین به دنبال یافتن جایگزین‌هایی با خواص ضد میکروبی هستند که ضمن اقتصادی بودن نسبت به آنتی‌بیوتیک‌ها، عملکرد تولید و جمعیت میکروارگانیسم‌های مفید دستگاه گوارش پرنده را نیز بهبود دهند (Nobakht and Shahbazi, 2022). افزودنی‌هایی همانند پروبیوتیک‌ها، پری‌بیوتیک‌ها و سین‌بیوتیک‌ها (ترکیب پروبیوتیک و پری‌بیوتیک) به‌عنوان جایگزین مناسبی برای آنتی‌بیوتیک‌های محرک رشد معرفی شده‌اند (Patterson and Burkholder, 2003). پروبیوتیک‌ها میکروارگانیسم‌های زنده‌ای هستند که استفاده از آنها در مقادیر کافی، سبب بهبود سلامت میزبان می‌شوند (FAO/WHO, 2002). پری‌بیوتیک‌ها، ترکیبات غیرقابل

فابریوسوس، قلب و طحال) کشتار شدند (Huyghebaert and Pack, 1996). همچنین از محتویات ایلئوم و روده کور برای سنجش جمعیت باکتری‌های اسیدلاکتیکی و کلی‌فرم‌ها استفاده شد.

مورفولوژی روده

پس از خارج کردن روده از بدن پرندگان، حدود ۴ سانتی‌متر از قسمت میانی داوزده، ژژنوم و ایلئوم جدا و به مدت یک روز درون محلول ۱۰ درصد فرمالین تثبیت گردید. سپس نمونه‌ها درون پارافین جامد قرار گرفتند و برش‌هایی (۶-۸ برش) به ضخامت تقریبی ۵ میکرومتر از آن‌ها تهیه و به‌روی لام شیشه‌ای انتقال یافت. این برش‌ها پس از رنگ‌آمیزی با هماتوکسیلین و اتوزین، زیر میکروسکوپ نوری مجهز به دوربین عکس‌برداری بررسی و عکس‌های به‌دست آمده توسط نرم افزار Image J تجزیه و تحلیل شدند (Zentek et al., 2002).

جمعیت میکروبی و pH دستگاه گوارش

پس از کشتار پرندگان انتخاب شده، محتویات ایلئوم و سکوم جوجه‌ها تحت شرایط استریل خارج گردید. مقدار ۱ گرم از نمونه‌های هر بخش به نسبت ۱:۹ با محلول نمکی ۰/۸۵ درصد هموزن گردید و پس از ساخت سری رقیق‌سازی، از رقت‌های مناسب بر روی محیط کشت اختصاصی انتقال و به مدت ۲۴ ساعت در گرمخانه نگهداری شدند (Shokaiyan et al., 2019).

فراسنجه‌های خونی

در پایان ۲۴ روزگی، از ورید پای پرندگان منتخب خونگیری (۵ میلی‌لیتر) شد. سپس، نمونه‌های خون به مدت ۱۰ دقیقه در ۴ درجه سانتیگراد با سرعت $2000 \times g$ سانتریفوژ و سرم خون جدا گردید.

غلظت کلسترول و فعالیت آنزیم‌های آلکالین فسفاتاز (ALP)، آسپارات ترانس آمیناز (AST)، آلانین ترانس آمیناز (ALT)، کراتین فسفوکیناز (CKP) و سوپر اکسید دسموتاز (SOD) در سرم خون با استفاده از کیت‌های آزمایشگاهی تجاری (پارس آزمون، تهران، ایران) در دستگاه اتوماتیک بیوشیمیایی (مدل Abbott Alcyon 300) اندازه‌گیری شد (Joya et al., 2021).

مدل آماری و روش تجزیه و تحلیل

داده‌های حاصل از این آزمایش با استفاده از رویه GLM نرم‌افزار SAS (SAS, 2009) تجزیه و تحلیل شدند. مقایسه میانگین‌ها با آزمون توکی در سطح آماری ۵ درصد انجام شد.

(Shargh et al., 2012). کاراگینان یک نوع پلی‌ساکارید مشتق از جلبک دریایی با زنجیره‌ای خطی متشکل از واحدهای گالاکتوز با پیوندهای متناوب آلفا ۱-۳ و بتا ۱-۴ است که توسط آنزیم‌های دستگاه گوارش طیور هضم نمی‌شود. طی زیست-دگرگونی کاراگینان توسط جمعیت میکروبی دستگاه گوارش، الیگوساکاریدهای کاراگینان تولید می‌شوند که فعالیت زیستی قوی تری (شامل آنتی‌اکسیدانی، ضد میکروبی و ضد ویروسی) نشان می‌دهند (Wang et al., 2012). با توجه به اینکه بخش عمده‌ای از هزینه‌های جاری در پرورش جوجه گوشتی مربوط به هزینه‌های خوراک است، استفاده از مخلوط که با بهبود عملکرد سیستم گوارش در ارتباط هستند می‌تواند ضریب تبدیل خوراک را بهبود داده و ضمن تولید یک محصول غذایی بی‌خطر، سودآوری اقتصادی را در پایان دوره پرورش افزایش دهد.

مواد و روش‌ها

پرندگان و تیمارها

در پژوهش حاضر، ۲۴۰ قطعه جوجه گوشتی نر یکروزه سویه راس ۳۰۸ در قالب طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل 2×2 در چهار تیمار با شش تکرار (۱۰ قطعه جوجه در هر تکرار) توزیع و به مدت ۲۴ روز در مزرعه پرورش طیور دانشکده علوم دامی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان پرورش داده شدند. جیره پایه (به‌عنوان تیمار شاهد؛ جدول ۱) با توجه به توصیه‌های راهنمای سویه راس ۳۰۸ (Aviagen, 2014) به‌صورت آردی تهیه گردید. سایر تیمارهای غذایی با افزودن 1×10^8 درصد پروبیوتیک پریمالاک (حداقل حاوی 1×10^8 واحد تشکی کلنی در گرم از باکتری‌های لاکتوباسیلوس کازئی، لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس، بیفیدوباکتریوم ترموفیلوم و انتروکوکوس فازیوم؛ شرکت استارلینز، ایالات متحده)، 2×10^8 درصد کاپا-کاراگینان (با خلوص ۹۹ درصد، شرکت مارسل، فیلیپین)، 3×10^8 ترکیب $0/1$ درصد پریمالاک و $0/1$ درصد کاپا-کاراگینان آماده شدند. در کل دوره پرورش پرندگان به آب و خوراک دسترسی آزاد داشتند. مصرف خوراک، افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک در پایان ۱۰ و ۲۴ روزگی اندازه‌گیری و محاسبه شد. در پایان دوره آزمایش، ۲ قطعه پرنده از هر واحد آزمایشی که نزدیک‌ترین وزن به میانگین گروه خود را داشتند انتخاب و پس از خونگیری به‌منظور بررسی خصوصیات لاشه (شامل درصد لاشه قابل طبخ، سینه، ران و چربی محوطه شکمی) و اندام‌های داخلی (شامل درصد سنگدان، کبد، بورس

جدول ۱- ترکیب جیره آزمایشی (براساس شکل معمول خوراکی)

۱۱ تا ۲۴ روزگی 11 to 24 days	۱ تا ۱۰ روزگی 1 to 10 days	اجزای جیره (درصد) Components of diet (%)
62.10	55.53	ذرت Corn
27.20	32.00	کنجاله سویا Soybean meal
5.40	7.31	گلوتن ذرت Corn gluten meal
2.09	2.56	روغن سویا Soybean oil
0.98	1.19	سنگ آهک Limestone
1.72	1.68	دی‌کلسیم فسفات Dicalcium phosphate
0.35	0.37	نمک کلرید سدیم Sodium chloride
0.25	0.25	مکمل ویتامینی Mineral supplement
0.25	0.25	مکمل معدنی ^۱ Vitamin supplement
0.26	0.28	دی-ال-متیونین DL-Methionine
0.23	0.44	ال-لیزین L-lysine
0.07	0.12	ال-ترئونین L-Threonine
3000	2900	آنالیز شیمیایی (مقادیر محاسبه شده) Chemical analysis (Calculated value)
20.80	22.23	انرژی قابل متابولیسم (کیلوکالری بر کیلوگرم) Metabolisable energy (Kcal/Kg)
0.84	0.92	پروتئین خام (%) Crude Protein (%)
0.42	0.46	کلسیم (%) Calcium (%)
0.15	0.16	فسفر قابل استفاده (%) Available phosphorus (%)
1.24	1.39	سدیم (%) Sodium (%)
0.95	1.04	لیزین (%) Lysine (%)
0/85	0.93	متیونین + سیستین (%) Methionine + Cystine (%)
		ترئونین (%) Threonine (%)

^۱ مقدار فراهم‌سازی در هر کیلوگرم جیره: ویتامین A (ترانس رتینیل استات)، ۱۰۰۰۰ IU؛ ویتامین D₃ (کوله کلسیفرول)، ۲۰۰۰ IU؛ ویتامین E (دی-ال-آلفا توکوفرول استات)، ۱۰ میلی‌گرم؛ ویتامین K (ترکیب بی‌سولفات منادیون)، ۱ میلی‌گرم؛ ویتامین B₁ (تیامین مونونیترات)، ۱ میلی‌گرم؛ ویتامین B₂ (ریبوفلاوین)، ۵ میلی‌گرم؛ ویتامین B₃ (نیاسین)، ۳۰ میلی‌گرم؛ ویتامین B₆ (پیریدوکسین-هیدروکلراید)، ۱/۵ میلی‌گرم؛ ویتامین B₈ (بیوتین)، ۰/۰۵ میلی‌گرم؛ ویتامین D (بیوتین) - کلسیم پانتاتانت، ۱۰ میلی‌گرم؛ ویتامین B₉ (اسید فولیک)، ۱ میلی‌گرم؛ و آنتی‌اکسیدان (بوتیل هیدروکسی متولین)، ۱۰ میلی‌گرم.

^۲ مقدار فراهم‌سازی در هر کیلوگرم جیره: منگنز (سولفات منگنز)، ۶۰ میلی‌گرم؛ روی (سولفات روی)، ۵۰ میلی‌گرم؛ آهن (سولفات آهن)، ۳۰ میلی‌گرم؛ مس (سولفات مس)، ۴ میلی‌گرم؛ ید (پتاسیم یدید)، ۳ میلی‌گرم؛ سلنیوم (سدیم سلنیت)، ۰/۱ میلی‌گرم؛ و کبالت (کربنات کبالت)، ۰/۱ میلی‌گرم.

^۳ Contained per kilogram of diet: Mn (manganese sulfate), 60 mg; Zn (zinc sulfate), 50 mg; Fe (ferrous sulfate), 30 mg; Cu (copper sulfate), 4 mg; I (potassium iodide), 3 mg; Se (sodium selenite), 0.1 mg; and Co (cobalt carbonate), 0.1 mg.

نتایج و بحث

عملکرد رشد

نتایج مربوط به افزایش وزن بدن، مصرف خوراک و ضریب تبدیل خوراک جوجه‌های گوشتی در جدول ۲ گزارش شده است. هیچ‌گونه اثر متقابل بین کاپا-کاراگینان و پروبیوتیک بر عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی مشاهده نشد. استفاده از کاپا-کاراگینان توانست در فاصله سنین ۱ تا ۱۰ روزگی افزایش وزن بدن پرندگان را به‌صورت معنی‌دار افزایش دهد. ضریب تبدیل خوراک با استفاده از سطح ۰/۱ درصد پروبیوتیک در فاصله سنین ۱ تا ۲۴ روزگی در مقایسه با سطح صفر پروبیوتیک بهبود یافت ($P < 0/05$). هیچ‌کدام از تیمارهای آزمایشی بر مصرف خوراک اثر معنی‌دار نداشتند. نتایج آزمایش حاضر، با

برخی از گزارشات منتشر شده مطابقت داشت (Kannan et al., 2007; Yousefi et al., 2022).

جعفری آهنگری و همکاران (Jafari Ahangari et al., 2014)

گزارش کردند که استفاده از پروبیوتیک، وزن بدن را در دوره آغازین پرورش تحت تأثیر قرار نداد ولی در دوره‌های رشد و پایانی سبب افزایش معنی‌دار وزن بدن شد. نتایج حاصل از مصرف خوراک، با نتایج کونان و همکاران (Kannan et al., 2007) موافق و با برخی از گزارشات دیگر (Jafari Ahangari et al., 2014; Safari Samani and Akbari Samani, 2014) در تضاد بود. در مطالعه نوبخت و شهبازی (Nobakht and Shahbazi, 2022)، مصرف خوراک تحت‌تأثیر تیمارهای حاوی پروبیوتیک قرار نگرفت. در مطالعه صفاری سامانی و

معنی‌دار ضریب تبدیل خوراک در تیمارهای حاوی پروبیوتیک گزارش شد. پروبیوتیک‌ها ممکن است از طریق تاثیر مثبت بر فرآیند هضم و جذب مواد مغذی و همچنین بهبود جمعیت میکروبی دستگاه گوارش سبب بهبود ضریب تبدیل خوراک در پرندگان شوند (Mountzouris et al., 2010). هرچند دلیل اصلی عدم مشاهده تاثیر معنی‌دار کاپا-کاراگینان بر بهبود ضریب تبدیل خوراک یا افزایش وزن در کل دوره پرورش برای نویسندگان مشخص نیست، اما بخشی از آن ممکن است به دز ناکافی این محصول در جیره مربوط باشد.

اکبری سامانی (Safari Samani and Akbari Samani, 2014) افزایش مصرف خوراک معنی‌دار گزارش شد. نتایج ضریب تبدیل خوراک در آزمایش حاضر با گزارشات برخی از محققان دیگر مطابقت داشت (Kannan et al., 2007; Safari Samani and Akbari Samani, 2014). در مقابل، نوبخت و شهبازی (Nobakht and Shahbazi, 2022) نشان دادند که ضریب تبدیل خوراک با افزودن پروبیوتیک به جیره به صورت معنی‌دار تحت تاثیر قرار نگرفت. در مطالعه انجام شده توسط شریفی و همکاران (Sharifi et al., 2011) بهبود

جدول ۲- اثر پروبیوتیک، کاپا-کاراگینان و اثر متقابل بین آنها بر عملکرد جوجه‌های گوشتی در دوره‌های مختلف پرورش
Table 2. Effect of probiotic, kappa-carrageenan and their interaction on broiler chicken's performance in different rearing periods.

ضریب تبدیل خوراک (گرم)			مصرف خوراک (گرم)			افزایش وزن (گرم)			تیمارها
Feed conversion ratio (g/g)			Feed intake (g)			Weight gain (g)			Treatments
۱-۲۴	۱۱-۲۴	۱-۱۰	۱-۲۴	۱۱-۲۴	۱-۱۰	۱-۲۴	۱۱-۲۴	۱-۱۰	اثرات اصلی
1-24	11-24	1-10	1-24	11-24	1-10	1-24	11-24	1-10	Main effects
1.71	1.75	1.56	1060.93	875.06	185.88	618.69	500.00	118.69 ^b	کاپا-کاراگینان kappa-carrageenan
1.76	1.74	1.43	1025.64	845.72	179.99	613.62	487.49	126.12 ^a	صفر Zero
0.02	0.03	0.03	18.49	17.54	2.43	13.42	12.73	2.216	خطای استاندارد خطای استاندارد
0.28	0.79	0.79	0.19	0.25	0.10	0.79	0.49	0.02	میانگین Standard error of the means
1.73 ^a	1.79	1.52	1059.5	875.95	183.98	611.20	489.73	121.46	سطح احتمال P-value
1.65 ^b	1.70	1.47	1026.62	844.80	181.81	621.22	497.76	123.35	پروبیوتیک Probiotic
0.02	0.03	0.03	18.49	17.54	2.43	13.46	12.73	2.216	صفر Zero
0.04	0.06	0.21	0.21	0.22	0.53	0.60	0.66	0.55	خطای استاندارد خطای استاندارد
1.77	1.82	1.60	1086.22	899.00	187.22	612.50	495.40	117.10	میانگین Standard error of the means
1.69	1.76	1.44	1033.69	852.99	180.75	609.90	484.07	125.83	سطح احتمال P-value
1.65	1.68	1.53	1035.65	851.11	184.55	624.89	504.60	120.29	اثرات متقابل Interaction effect
1.65	1.71	1.42	1017.57	838.49	179.08	617.34	490.92	126.42	کاپا-کاراگینان kappa-carrageenan
0.03	0.04	0.03	26.20	24.52	3.44	18.65	17.66	3.130	صفر Zero
0.37	0.40	0.53	0.51	0.29	0.88	0.89	0.94	0.68	خطای استاندارد خطای استاندارد
									میانگین Standard error of the mean
									سطح احتمال P-value

^{a,b} در هر ردیف میانگین‌های با حروف نامشابه دارای اختلاف معنی‌دار هستند ($p < 0.05$).

تاثیر اثر متقابل کاپا-کاراگینان و پروبیوتیک قرار گرفت. وزن نسبی کبد در تیمار حاوی پروبیوتیک اما فاقد کاپا-کاراگینان، در مقایسه با سایر تیمارها بالاتر بود. وزن سایر اندام‌های بدن تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت.

خصوصیات لاشه

نتایج مربوط به وزن نسبی بخش‌های مختلف لاشه در سن ۲۴ روزگی در جدول ۳ نشان داده شده است. استفاده از ۰/۱ درصد کاپا-کاراگینان وزن نسبی ران جوجه‌های گوشتی را به صورت معنی‌داری افزایش داد. وزن نسبی کبد پرندگان تحت

هرچند در مطالعه حاضر، بازدهی لاشه به لحاظ آماری تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. جعفری آهنگری و همکاران (Jafari Ahangari et al., 2014) گزارش کردند که پروبیوتیک اثر معنی‌داری بر افزایش بازدهی لاشه و وزن کل دستگاه گوارش دارد. در مطالعه میکولک و همکاران (Mikulec et al., 1999) وزن چربی محوطه شکمی جوجه‌های گوشتی تحت تیمارهای حاوی پروبیوتیک قرار نگرفت. وجود گزارشات متفاوت در خصوص بازدهی لاشه به عواملی مانند سن و نژاد پرندگان، ترکیب جیره، زمان مصرف پروبیوتیک و همچنین مقدار مصرف ارتباط دارد (Jin et al., 2009).

چین و همکاران (De Souza et al., 2018) نتایج مشابهی با استفاده از لاکتوباسیل بر وزن روده، کبد، طحال، سنگدان و بورس فابریوس گزارش کردند. عشایری‌زاده و همکاران (Ashayerizadeh et al., 2009) گزارش کردند که استفاده از پروبیوتیک در جیره سبب بهبود بازدهی لاشه، سینه و ران شد. پروبیوتیک‌ها از طریق ترشح ترکیباتی مانند اسیدهای آلی بر بهبود خصوصیات لاشه موثر هستند. این ترکیبات از طریق کاهش pH دستگاه گوارش، کاهش جمعیت باکتری‌های بیماری‌زا و کاهش ترشح آنزیم‌های اوره‌آز و گلیکوزیدازهای میکروبی، هضم و جذب و سوخت و ساز مواد مغذی را بهبود می‌دهند (Jafari Ahangari et al., 2014).

جدول ۳- اثر پروبیوتیک، کاپا-کاراگینان و اثر متقابل بین آنها بر خصوصیات لاشه^۱ جوجه‌های گوشتی در سن ۲۴ روزگی
Table 3. Effect of probiotic, kappa-carrageenan and their interaction on carcass characteristics of broilers chicken at day 24 of age.

صفات									تیمارها
طحال	قلب	بورس	کبد	سنگدان	چربی بطنی	ران	سینه	لاشه	Treatments
									اثرات اصلی
									Main effects
									کاپا-کاراگینان
									kappa-carrageenan
0.13	0.69	0.19	3.47 ^a	2.88	0.43	17.39 ^b	19.23	63.55	صفر
0.11	0.69	0.17	2.89 ^b	3.05	0.39	19.18 ^a	19.86	64.83	Zero
0.009	0.036	0.031	0.145	0.184	0.083	0.532	0.787	1.298	۰/۸
0.243	1.000	0.799	0.021	0.528	0.723	0.044	0.589	0.508	0.1
									خطای استاندارد میانگین
									Standard error of the means
									سطح احتمال
									P-value
									پروبیوتیک
									Probiotic
0.11	0.65	0.19	2.93 ^b	2.86	0.40	17.59	19.20	63.71	صفر
0.13	0.73	0.17	3.43 ^a	3.07	0.42	18.97	19.88	64.76	Zero
0.009	0.036	0.31	0.145	0.184	0.083	0.532	0.787	1.298	۰/۸
0.078	0.189	0.598	0.041	0.426	0.891	0.104	0.558	0.614	0.1
									خطای استاندارد میانگین
									Standard error of the means
									سطح احتمال
									P-value
									اثرات متقابل
									Interaction effect
									کاپا-کاراگینان
									kappa-carrageenan
0.11	0.64	0.21	2.87 ^b	2.91	0.41	16.52	18.64	62.10	صفر
0.10	0.67	0.17	2.99 ^b	2.80	0.40	18.67	19.76	65.32	Zero
0.15	0.74	0.16	4.08 ^a	2.85	0.46	18.26	19.82	65.00	۰/۸
0.12	0.71	0.18	2.78 ^b	3.30	0.38	19.69	19.95	64.35	صفر
0.013	0.050	0.044	3.003	0.260	0.118	15.655	1.114	1.836	0.1
0.627	0.572	0.541	0.008	0.316	0.764	0.646	0.669	0.322	Zero
									۰/۸
									0.1
									خطای استاندارد میانگین
									Standard error of the mean
									سطح احتمال
									P-value

^{a,b} در هر ردیف میانگین‌های با حروف نامشابه دارای اختلاف معنی‌دار هستند ($P < 0.05$).
^۱ برحسب درصد از وزن زنده

1 in percent of live weight

et al., 2018) گزارش کردند که استفاده از پروبیوتیک در جیره جوجه‌های گوشتی طول و ضخامت پرزها را در دوازده و ژژنوم افزایش داد. در یک مطالعه دیگر، استفاده از پروبیوتیک بدون تغییر در عمق کریپت، طول پرزهای روده را افزایش داد (Sen et al., 2012). دلیل افزایش طول و مساحت پرز در روده، به‌ویژه در نواحی دوازده و ژژنوم، به بهبود شرایط گوارشی به افزایش فعالیت آنزیم‌های گوارشی و همچنین افزایش جمعیت

مورفولوژی روده

نتایج بررسی مورفولوژی پرزهای روده کوچک در سن ۲۴ روزگی در جداول ۴ آورده شده است. هیچکدام از صفات مورد بررسی تحت تأثیر اثر متقابل کاپا-کاراگینان و پروبیوتیک قرار نگرفتند. با این حال، استفاده از کاپا-کاراگینان در جیره‌های پرندگان، طول پرزهای دوازده را افزایش و عمق کریپت‌های ایلیوم را کاهش داد ($P < 0.05$). دسوزا و همکاران (De Souza

مستقر شوند با اتصال بر پرزها سبب تغییر در طول پرز و مورفولوژی روده می‌شوند. بخش عمده این تغییرات در ۱۰ درصد ابتدایی روده می‌باشد و قسمت‌های انتهایی کمتر تحت تأثیر باسیلوس‌ها هستند.

میکروب‌های مفید در دستگاه گوارش مرتبط دانسته‌اند (De Souza et al., 2018; Jin et al., 2000). تشفام و همکاران (Tashfam et al., 2005) گزارش کردند که باسیلوس‌ها برای اینکه بتوانند در روده کوچک به‌طور دائم

جدول ۴- اثر پروبیوتیک، کاپا-کاراگینان و اثر متقابل بین آنها بر مورفولوژی روده جوجه‌های گوشتی در سن ۲۴ روزگی
Table 4. Effect of probiotic, kappa-carrageenan and their interaction on intestinal morphology of broiler chicken at day 24 of age.

ایلتوم		ژژنوم			دوازده ^۱			تیمارها	
VH:CD	CD	VH	VH:CD	CD	VH	VH:CD	CD	VH	Treatments
									اثرات اصلی
									Main effects
									کاپا-کاراگینان
									kappa-carrageenan
4.65	152.46 ^a	706.12	8.17	117.84	911.89	7.49	113.69	79.17 ^b	صفر
									Zero
									۰/۱
									0.1
0.662	13.280	72.817	0.943	14.445	54.647	0.878	12.376	40.943	خطای استاندارد میانگین
									Standard error of the means
0.235	0.337	0.120	0.270	0.574	0.218	0.349	0.871	0.031	سطح احتمال
									P-value
									پروبیوتیک
									Probiotic
5.26	145.58	697.33	7.21	137.18	909.21	6.73	128.28	831.16	صفر
									Zero
									۰/۱
									0.1
0.662	13.280	72.810	0.943	14.450	54.647	0.878	12.376	40.943	خطای استاندارد میانگین
									Standard error of the means
0.990	0.054	0.156	0.796	0.227	0.241	0.058	0.171	0.173	سطح احتمال
									P-value
									اثرات متقابل
									Interaction effect
									کاپا-کاراگینان
									kappa-carrageenan
4.42	183.21	816.78	8.66	126.66	983.55	6.52	118.58	756.24	صفر
									Zero
									۰/۱
									0.1
6.10	107.24	577.88	5.76	147.71	824.87	6.94	108.08	906.08	صفر
									Zero
									۰/۱
									0.1
4.89	121.72	596.46	7.69	109.02	840.23	8.45	137.98	842.11	صفر
									Zero
									۰/۱
									0.1
5.61	84.73	476.85	7.43	111.88	782.63	10.50	95.23	993.45	خطای استاندارد میانگین
									Standard error of the mean
0.936	18.781	102.979	1.333	20.443	77.283	1.242	17.502	57.903	سطح احتمال
									P-value

^{a,b} در هر ردیف میانگین‌های با حروف نامشابه دارای اختلاف معنی‌دار هستند ($P < 0.05$).

^{a,b} Means in each column with different superscripts are significantly different ($p < 0.05$).

^۱ VH = طول پرز (بر حسب میکرومتر)، CD = عمق کریپت (بر حسب میکرومتر)، VH:CD = نسبت طول پرز به عمق کریپت

^۱ VH = Villus height (in micrometers), CD = crypt depth (in micrometers), VH:CD = Villus height: crypt depth ratio

کاهش معنی‌دار کلی‌فرم‌ها با نتایج گزارش شده توسط شوکائیان و همکاران (Shokaiyan et al., 2019) مطابقت داشت. جويا و همکاران (Joya et al., 2021) گزارش کردند که استفاده از پروبیوتیک در جیره توانست جمعیت میکروبی ایلتوم را در سن ۲۴ روزگی افزایش دهد. در مقابل، کاکه‌باوه و همکاران (Kakebaveh et al., 2014) گزارش کردند که جمعیت میکروبی لاکتوباسیل‌ها در ایلتوم و روده کور در سن ۲۳ روزگی تحت تأثیر مصرف پروبیوتیک قرار نگرفت. در گزارشی نشان داده شد که استفاده از ترکیبات پروبیوتیکی در جوجه‌های گوشتی فرایند هضم بهبود یافته در نتیجه دسترسی مواد مغذی برای باکتری‌های لاکتوباسیل افزایش می‌یابد که با افزایش باکتری‌های لاکتوباسیل تولید اسید لاکتیک در ناحیه روده افزایش یافته و در نتیجه محیط روده کور نسبتاً اسیدی‌تر

جمعیت میکروبی دستگاه گوارش

نتایج مقایسه جمعیت باکتری‌های اسید لاکتیک و کلی‌فرم‌ها در ایلتوم و روده کور پرندگان در روز ۲۴ پرورش در جدول ۵ گزارش شده است. جمعیت کلی‌فرم‌ها در روده کور تحت تأثیر اثر متقابل پروبیوتیک و کپا-کاراگینان قرار گرفت. جمعیت کلی‌فرم‌های روده کور در تمام تیمارهای آزمایش در مقایسه با تیمار فاقد پروبیوتیک و کاپا-کاراگینان کمتر بود ($P < 0.05$). استفاده از کاپا-کاراگینان در جیره توانست جمعیت کلی‌فرم‌های روده کور را کاهش دهد ($p < 0.05$). همچنین، مکمل‌سازی جیره با پروبیوتیک جمعیت باکتری‌های اسید لاکتیک را در ایلتوم افزایش و جمعیت کلی‌فرم‌ها را در روده کور کاهش داد ($p < 0.05$). سایر فراسنجه‌های آزمایش تحت تأثیر افزودنی‌های غذایی قرار نگرفتند. تأثیر پروبیوتیک در

می‌شود. کاهش pH در ناحیه روده کور با کاهش باکتری‌های مضر گرم منفی رابطه مستقیم دارند (Pascual et al., 1999). به نظر می‌رسد که بخشی از اثر مثبت کاپا-کاراگینان بر کاهش

کل‌فرم‌ها در روده کور، همانند سایر کربوهیدرات‌های پری‌بیوتیکی، مربوط به تخمیر این ترکیب توسط باکتری‌های مفید دستگاه گوارش باشد.

جدول ۵- اثر پروبیوتیک، کاپا-کاراگینان و اثر متقابل بین آنها بر جمعیت میکروبی (Log_{10} CFU/g) دستگاه گوارش جوجه‌های گوشتی در سن ۲۴ روزگی

Table 5. Effect of probiotic, kappa-carrageenan and their interaction on microbial population (Log_{10} CFU/g) of the gastrointestinal tract of broiler chickens at day 24 of age.

روده کور		ایلنوم		تیمارها Treatments
کل‌فرم‌ها	باکتری‌های اسیدلاکتیکی	کل‌فرم‌ها	باکتری‌های اسیدلاکتیکی	اثرات اصلی Main effects
				کاپا-کاراگینان kappa-carrageenan
7.73 ^a	5.04	8.15	8.24	صفر Zero
7.18 ^b	5.73	8.58	8.72	۰/۱ 0.1
0.15	0.403	0.29	0.226	خطای استاندارد میانگین Standard error of the means
0.045	0.244	0.328	0.197	سطح احتمال P-value
				پروبیوتیک Probiotic
7.72 ^a	5.81	8.26	8.07 ^b	صفر Zero
7.18 ^b	4.95	8.47	8.90 ^a	۰/۱ 0.1
0.168	0.36	0.29	0.226	خطای استاندارد میانگین Standard error of the means
0.047	0.154	0.622	0.044	سطح احتمال P-value
				اثرات متقابل Interaction effect
				کاپا-کاراگینان kappa-carrageenan
				پروبیوتیک Probiotic
8.38 ^a	5.63	8.08	7.77	صفر Zero
7.07 ^b	6.00	8.44	8.36	۰/۱ 0.1
7.08 ^b	4.45	8.23	8.71	صفر Zero
7.29 ^b	5.45	8.72	9.09	۰/۱ 0.1
0.121	0.567	0.41	0.320	خطای استاندارد میانگین Standard error of the mean
0.012	0.574	0.875	0.762	سطح احتمال P-value

^{a,b} در هر ردیف میانگین‌های با حروف نامشابه دارای اختلاف معنی‌دار هستند ($P < 0.05$).

^{a,b} Means in each column with different superscripts are significantly different ($p < 0.05$).

فراسنجه‌های خونی

گوشتی فعالیت آنزیم سوپراکسید دسموتاز را به صورت معنی‌دار افزایش و غلظت کلسترول سرم را کاهش داد. ساراس و ساگیلی (Sarac and Saygili, 2007) گزارش کردند که بالا بودن آلکالین فسفاتاز، آسپارات ترانس آمیناز و آلانین ترانس آمیناز نشان‌دهنده آسیب کبدی یا افزایش فعالیت استخوان‌سازی می‌باشد. عدم افزایش معنی‌دار فعالیت این آنزیم‌ها در مطالعه حاضر نشان می‌دهد که استفاده از این افزودنی‌ها در جیره جوجه گوشتی آسیبی در کبد ایجاد نکرده است.

نتایج مربوط به فراسنجه‌های خون جوجه‌های گوشتی در سن ۲۴ در جدول ۶ آورده شده است. فعالیت آنزیم سوپراکسید دسموتاز تحت تأثیر اثر متقابل کاپا-کاراگینان و پروبیوتیک قرار گرفت. استفاده از مخلوط کاپا-کاراگینان و پروبیوتیک توانست فعالیت آنزیم سوپراکسید دسموتاز را در مقایسه با تیماری که تنها حاوی کاپا-کاراگینان بود به صورت معنی‌دار افزایش دهد. جویا و همکاران (Joya et al., 2021) گزارش کردند که استفاده از پروبیوتیک باسیلوس سوتیلیس در جیره جوجه‌های

جدول ۶- اثر پروبیوتیک، کاپا-کاراگینان و اثر متقابل بین آنها بر فراسنجه‌های خون^۱ جوجه‌های گوشتی در سن ۲۴ روزگی
Table 6. Effect of probiotic, kappa-carrageenan and their interaction on blood parameters of broiler chickens at day 24 of age

فراسنجه‌های اندازه‌گیری شده ^۲						تیمارها Treatments
Chol	SOD	CPK	ALP	ALT	AST	اثرات اصلی Main effects
						کاپا-کاراگینان kappa-carrageenan
113.58	0.55	4510.66	833.83	2.26	220.68	صفر Zero
113.50	0.57	4290.83	806.50	3.30	201.25	۰/۱ 0.1
5.997	0.114	563.31	378.165	0.518	25.731	خطای استاندارد میانگین Standard error of the means
0.992	0.904	0.789	0.960	0.196	0.607	سطح احتمال P-value
						پروبیوتیک Probiotic
112.66	0.48	4297.83	521.83	2.30	184.98	صفر Zero
114.41	0.63	4503.66	1118.50	3.26	236.95	۰/۱ 0.1
5.364	0.114	563.31	378.65	0.518	25.731	خطای استاندارد میانگین Standard error of the means
0.834	0.37	0.802	0.297	0.224	0.191	سطح احتمال P-value
						اثرات متقابل Interaction effect
						کاپا-کاراگینان kappa-carrageenan
116.66	0.68 ^{ab}	5066.66	735.00	2.36	187.03	صفر Zero
108.66	0.28 ^b	3529.00	308.66	2.32	182.93	صفر Zero
110.50	0.41 ^{ab}	3954.66	932.66	2.16	254.33	۰/۱ 0.1
118.33	0.86 ^a	5052.66	1304.33	4.36	219.56	صفر Zero
8.438	0.161	796.653	534.806	0.733	36.39	۰/۱ 0.1
0.375	0.030	0.136	0.477	0.150	0.684	خطای استاندارد میانگین Standard error of the mean
						سطح احتمال P-value

^۱ بر حسب میلی‌گرم / دسی‌لیتر

^۱ mg/dl

^۲ AST = aspartate transaminase; ALT = alanine transaminase; ALP = alkaline phosphatase; CKP = creatine phosphokinase; SOD = superoxide desmutase; Chol = cholesterol.

جوجه‌های گوشتی داشته و فاقد تاثیر منفی بر سلامت اندام‌های درونی است. همچنین مصرف کاپا-کاراگینان به‌تنهایی یا همراه با پروبیوتیک‌ها در جیره می‌تواند در کاهش جمعیت باکتری‌های بیماری‌زا در روده کور موثر باشد.

نتایج آزمایش حاضر ضمن تایید اثرات مثبت پروبیوتیک‌ها بر عملکرد جوجه‌های گوشتی نشان داد که استفاده از کاپا-کاراگینان نیز به‌عنوان یک پری‌بیوتیک در جیره، تاثیر مثبت بر رشد (به‌ویژه ابتدای دوره پرورش) و مورفولوژی روده

منابع

- Abramoff, M.D., Magelhaes, P.J., and Ram, S.J. (2004). Image processing with Image J. *Journal of Biophotonic*. 11, 36-42.
- Ashayerizadeh, A., Dabir, N., Ashayerizadeh, O., Mirzadeh, K.H., Roshanfekar, H., and Mamooee, M. (2009). Effect of dietary antibiotic, probiotic and prebiotic as growth promoters, on growth performance, carcass characteristics and hematological indices of broiler chickens. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 12, 52- 57. DOI: 10.3923/pjbs.2009.52.57.
- Aviagen, W. (2014). Ross 308 broiler nutrition specifications. Aviagen: Huntsville, AL, USA.
- De Souza, L. F., Araújo, D. N., Stefani, L. M., Giometti, I. C., Cruz-Polycarpo, V. C., Polycarpo, G., & Burbarelli, M. F. (2018). Probiotics on performance, intestinal morphology and carcass characteristics of broiler chickens raised with lower or higher environmental challenge. *Austral journal of veterinary sciences*, 50(1), 35-41. DOI: 10.4067/S0719-81322018000100107.
- World health organization (WHO). (2002). Health and nutritional properties of probiotics in food including powder milk with live lactic acid bacteria, a joint FAO/WHO expert consultation. Cordoba, Argentina, 1-4 October 2001. http://www.who.int/foodsafety/publications/fs_management/probiotics/en/index.html.

- Huang, M. K., Choi, Y. J., Houde, R., Lee, J. W., Lee, B., & Zhao, X. (2004). Effects of Lactobacilli and an acidophilic fungus on the production performance and immune responses in broiler chickens. *Poultry Science*, 83(5), 788-795. DOI: 10.1093/ps/83.5.788
- Huyghebaert, G., & Pack, M. (1996). Effects of dietary protein content, addition of nonessential amino acids and dietary methionine to cysteine balance on responses to dietary sulphur-containing amino acids in broilers. *British poultry science*, 37(3), 623-639. DOI: 10.1080/00071669608417892
- Jafari Ahangari, Y., Parizadian Kavan, B., & Hoseinzadeh, M. (2014). The effect of probiotic on performance and immunity parameters of broilers. *Research on animal production*, 4(8), 46-56. (In Persian).
- Jin, L. Z., Ho, Y. W., Abdullah, N., & Jalaludin, S. (2000). Digestive and bacterial enzyme activities in broilers fed diets supplemented with Lactobacillus cultures. *Poultry science*, 79(6), 886-891. DOI: 10.1093/ps/79.6.886
- Jin, L. Z., Ho, Y. W., Abdullah, N., & Jalaludin, S. (1998). Growth performance, intestinal microbial populations, and serum cholesterol of broilers fed diets containing Lactobacillus cultures. *Poultry science*, 77(9), 1259-1265. DOI: 10.1093/ps/77.9.1259
- Joya, M., Ashayerizadeh, O., & Dastar, B. (2020). Effects of Spirulina (Arthrospira) platensis and Bacillus subtilis PB6 on growth performance, intestinal microbiota and morphology, and serum parameters in broiler chickens. *Animal Production Science*, 61(4), 390-398. DOI: 10.1071/AN20218.
- Kakebaveh, M., Taheri, H. R., & Harki, N. T. (2014). Effects of dietary supplementation with probiotics, prebiotic and synbiotic on performance and intestinal microbial population of broiler chickens. *Research on Animal Production*. 5, 44-56 (In Persian). DOI: 10.14202/vetworld.2016.313-319.
- Kannan, D., Viswanathan, K., & Mohan, B. (2007). The effect of feeding virginiamycin and lactobacillus sporogenes on broiler production performance characters. *Journal of Veterinary & Animal Science*, 3(2), 1-106.
- Mikulec, Z., Šerman, V., Mas, N., & Lukac, Z. (1999). Effect of probiotic on production results of fattened chickens fed different quantities of protein. *Veterinarski Arhiv*, 69(4), 199-209.
- Mohammadi, J., Dastar, B., Hashemi, R., and Ashayerizadeh, A. (2015). Determining the effect of probiotic in high or low nutrient density diets on growth performance, immune system and some blood parameters of broiler chickens. *Journal of Research in Animal Nutrition*, 1, 15-27 (In Persian).
- Mountzouris, K. C., Tsitsrikos, P., Palamidi, I., Arvaniti, A., Mohnl, M., Schatzmayr, G., & Fegeros, K. (2010). Effects of probiotic inclusion levels in broiler nutrition on growth performance, nutrient digestibility, plasma immunoglobulins, and cecal microflora composition. *Poultry science*, 89(1), 58-67. DOI: 10.3382/ps.2009-00308
- Nobakht, A., & Shbazi, B. (2022). The Effects of Probiotic and Thyme Powder on Growth Performance, Carcass Traits and Blood Biochemical Parameters of Broilers with Normal and Crude Protein Reduced Diets. *Research On Animal Production*, 13(37), 1-9 (In Persian). DOI: 10.52547/rap.13.37.1
- Panda, A. K., Rao, S. V. R., Raju, M. V., & Sharma, S. R. (2006). Dietary supplementation of Lactobacillus sporogenes on performance and serum biochemico-lipid profile of broiler chickens. *The Journal of Poultry Science*, 43(3), 235-240. DOI: 10.2141/jpsa.43.235
- Pascual, M., Hugas, M., Badiola, J. I., Monfort, J. M., & Garriga, M. (1999). Lactobacillus salivarius CTC2197 prevents Salmonella enteritidis colonization in chickens. *Applied and environmental microbiology*, 65(11), 4981-4986. DOI: 10.1128/aem.65.11.4981-4986.1999
- Patterson, J. A., & Burkholder, K. M. (2003). Application of prebiotics and probiotics in poultry production. *Poultry science*, 82(4), 627-631. DOI: 10.1093/ps/82.4.627
- Safari Samani, E., and Akbari Samani, A. (2014). Effect of probiotic supplementation on growth performance of broiler chicks. *Empirical Animal Biology Magazine*, 1, 29-45 (In Persian).
- Saraç, F., & Saygılı, F. (2007). Causes of high bone alkaline phosphatase. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 21(2), 194-197. DOI: 10.1080/13102818.2007.10817444.
- SAS. (2009). User's Guide: Statistics, Version 9.2. SAS Inst, Inc., Cary, NC, US.
- Sen, S., Ingale, S. L., Kim, Y. W., Kim, J. S., Kim, K. H., Lohakare, J. D., ... & Chae, B. J. (2012). Effect of supplementation of Bacillus subtilis LS 1-2 to broiler diets on growth performance, nutrient retention, caecal microbiology and small intestinal morphology. *Research in Veterinary Science*, 93(1), 264-268. DOI: 10.1016/j.rvsc.2011.05.021
- Shargh, M. S., Dastar, B., Zerehdaran, S., Khomeiri, M., & Moradi, A. (2012). Effects of using plant extracts and a probiotic on performance, intestinal morphology, and microflora population in broilers. *Journal of Applied Poultry Research*, 21(2), 201-208. DOI: 10.3382/japr.2010-00145
- Sharifi, M. R., Shams-Shargh, M., Dastar, B., & Hassani, S. (2011). The effect of dietary protein levels and synbiotic on performance parameters, blood characteristics and carcass yields of Japanese quail (Coturnix coturnix Japonica). *Italian Journal of Animal Science*, 10, 16-21. DOI: 10.4081/ijas.2011.e4.
- Shokaiyan, M., Ashayerizadeh, O., Shams Shargh, M., and Dastar, B. (2019). The effect of fucoidan, probiotic and antibiotic on growth indices, gut microbiota and blood parameters in broiler chickens. *Research on Animal Production*, 10, 10-17 (In Persian). DOI: 10.29252/rap.10.24.10.
- de Los Santos, F. S., Farnell, M. B., Tellez, G. U. I. L. L. E. R. M. O., Balog, J. M., Anthony, N. B., Torres-Rodriguez, A., ... & Donoghue, A. M. (2005). Effect of prebiotic on gut development and ascites

- incidence of broilers reared in a hypoxic environment. *Poultry science*, 84(7), 1092-1100. DOI: 10.1093/ps/84.7.1092
- Soukaina, B., Zainab, E. A. T., Guillaume, P., Halima, R., Philippe, M., Cherkaoui, E. M., & Cédric, D. (2020). Radical depolymerization of alginate extracted from moroccan brown seaweed bifurcaria bifurcata. *Applied Sciences*, 10(12), 4166. DOI: 10.3390/app10124166
- Tashfam, M., Rahimi, S.H., and Karimi. K. (2005). Effect of various levels of probiotic on morphology of intestinal mucosa in broiler chicks. *Journal of Veterinary Research*, 6, 211-205 (In Persian).
- Wang, F. F., Yao, Z., Wu, H. G., Zhang, S. X., Zhu, N. N., & Gai, X. (2012). Antibacterial activities of kappa-carrageenan oligosaccharides. *Applied Mechanics and Materials*, 108, 194-199. DOI: 10.1016/j.algal.2021.102593.
- Yousefi, S., Rezaei, M., Kazemifard, M., and Shohreh, B. (2022). Evaluation of enzyme and probiotic supplementation in diet containing different levels of energy on growth performance, body composition and net energy improvment in broiler chickens with wheat-soybean meal diet. *Research on Animal Production*, 13, 22-31 (In Persian). DOI: 10.22059/ijas.2022.342323.653888.
- Yousefi, Z., Kazemi Fard, M., Rezaei M., and Ansari Pirsaraei, Z. (2017). Effect of Chicory extract and probiotic on performance, caracas characteristics, blood parameters, intestinal microflora and immune response of broiler chicken. *The Iranian Journal of Animal Science Research*, 9, 185-195 (In Persian). DOI: 10.22067/ijasr.v9i2.55240.
- Zentek, J., Hall, E. J., German, A., Haverson, K., Bailey, M., Rolfe, V., ... & Day, M. J. (2002). Morphology and immunopathology of the small and large intestine in dogs with nonspecific dietary sensitivity. *The Journal of nutrition*, 132(6), 1652S-1654S. DOI: 10.1093/jn/132.6.1652S.