Sari Agriculture Sciences and Natural Resources University

Research on Animal Production, Vol. 16, Issue 3, 2025 p: 143-152

OPEN ACCESS

Research Paper

Comparing the Effects of Probiotics, Prebiotics, and Synbiotics on Carcass Characteristics, Meat Colorimetry, and Microbial Population of Intestinal Contents in Growing Rabbits

Khalaf Al-Rajab[1], Taghi Qorchi[2], Abdolhakim Toghderi[3], Omid Eshayerizadeh[4] and Farzaneh Ganji[5]

1- Ph.D. Student, Department of Animal Nutrition and Poultry, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran, and Department of Animal Production, Faculty of Agriculture, University of Aleppo, Aleppo, Syria, (Corresponding author: alrjbkhlf78@gmail.com)
2- Professor, Department of Animal Nutrition and Poultry, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
3- Assistant Professor, Department of Animal Nutrition and Poultry, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
4- Associate Professor, Department of Animal Nutrition and Poultry, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
5- Assistant Professor, Department of Biology, Golestan University, Gorgan, Iran

Received: 08 February, 2025 Revised: 09 May, 2025 Accepted: 19 June, 2025

Extended Abstract

Background: The domestic rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) is an animal of the phylum Chordata, class Mammalia, order Leporidae, and family Leporidae. Its original origin is in Western Europe and Northwest Africa, and different breeds are used for various purposes, including producing wool, skin, and meat, conducting biological research, and as pets. The rabbit is intermediate between ruminants and monogastric animals and can effectively use cellulose-rich foods with a diet containing less than 20% grain. Rabbits have a short reproductive cycle and high fertility. The complex microbial population of the rabbit's digestive tract plays an important role in food digestion, vitamin production, fermentative activity with the production of volatile fatty acids, and stimulation of the immune response. Many probiotics, such as *Lactobacillus*, Protoxin (multi-strain probiotic), and *Saccharomyces cerevisiae*, are used in animal diets. Among various yeast species, *S. cerevisiae* has been widely used as a probiotic supplement in animal production due to its abundant content of proteins, polysaccharides, small peptides, amino acids, vitamins, trace elements, nucleotides, and other growth factors. Probiotics improve feed conversion ratio and weight gain, reduce mortality, reduce disease infection, and stimulate the immune system. Prebiotics literally mean prerequisite for life, and are indigestible or poorly digestible food elements that have beneficial effects on health by stimulating the growth or activity of a limited number of probiotic bacteria in the large intestine. The limitation of using antibiotics has led to efforts to find a suitable alternative to them. Today, organic acids, probiotics, prebiotics, plant extracts, and also synbiotics, which are mixtures of probiotics and prebiotics, are used as alternatives. Therefore, the present study aimed to compare the effects of probiotics, prebiotics, and synbiotics on the performance of carcass characteristics, meat color measurements, and intestinal microbial population in growing rabbits.

Methods: In this study, 32 weaned rabbits (56 days old, body weight 450 ± 50 g) were selected for the experiment. The rabbits were individually assigned to four treatments with eight replications in a completely randomized design. Before the start of the experiment, the rabbit housing room, feeders, and waterers were thoroughly washed, and then the walls and floor of the room were disinfected with lime water. To combat internal parasites, all rabbits were injected subcutaneously with 0.5 ml of ivermectin per rabbit head. The experimental diet included a basal diet (control), a basal diet with a commercial probiotic level (0.02%), a basal diet with a commercial prebiotic level (0.2%), and a basal synbiotic diet. The experimental diets were prepared according to the average age of the rabbits and based on the NRC standard tables (1977). The diets were completely mixed and given to the rabbits in a single morning meal of 200 g, and the remaining feed was collected and weighed from the feeder every morning before giving new feed. At the end of the experiment, four rabbits from each treatment were

Copyright ©2025 Al-Rajab 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 2025-12-31]

[DOI: 10.61882/rap.2025.1523]

slaughtered to determine the carcass characteristics and perform a microbial culture of intestinal contents. Colorimetric tests of raw rabbit meat samples were performed using a Tintometer (model CAM-System 500 USER MANUAL, manufactured by Tintometer GmbH, Germany) on the first and third days and after one month of refrigeration. Color indices, including L* (lightness), a* (redness), and b* (yellowness), were determined for the meat samples. The skin, head, thighs, hands, whole carcass, digestive tract, liver, heart, spleen, and kidney were weighed to evaluate quantitative carcass characteristics. The intestinal contents were completely removed, and 1 g of feces was sampled for microbial culture. The samples were placed in tubes, and 9 times the weight of the samples was added with a sterile diluent solution.
Results: The addition of growth-promoting additives did not significantly affect the measured carcass characteristics, except for the weight of the kidney, digestive system, and heart of experimental rabbits. Synbiotics non-significantly increased the amount of aerobic bacteria. Moreover, synbiotics significantly reduced the total population of Coliforms. In addition, synbiotics significantly increased the amount of lactic acid bacteria. Color indices, including factors L* (lightness), a* (redness), and b* (yellowness), were not significantly different on the first day. the factors L*, a*, and b* decreased significantly during the sample refrigeration period.
Conclusion: The results of the present experiment show that probiotic, prebiotic, and synbiotic supplements can be substituted as natural growth stimulants in the diet of antibiotic-free rabbits. Furthermore, the use of probiotic, prebiotic, and synbiotic supplements during the fattening period improves carcass traits, increases the beneficial microbial population, and improves the quality of rabbit meat.

Keywords: Carcass yield, Meat Colorimetric, Microbial population, Probiotic, Prebiotic

How to Cite This Article: Al-Rajab, Kh., Qorchi, T., Toghderi, A., Eshayerizadeh, O., & Ganji. F. (2025). Comparing the Effects of Probiotics, Prebiotics, and Synbiotics on Carcass Characteristics, Meat Colorimetry, and Microbial Population of Intestinal Contents in Growing Rabbits. *Res Anim Prod,* 16(3), 143-152. DOI: 10.61882/rap.2025.1523

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2025-12-31]

[DOI: 10.61882/rap.2025.1523]

مقاله پژوهشی

مقایسه پروبیوتیک، پری‌بیوتیک و سین‌بیوتیک بر ویژگی‌های لاشه، رنگ‌سنجی گوشت و جمعیت میکروبی محتویات روده خرگوش در حال رشد

خلف الرجب[1]، تقی قورچی[2]، عبدالحکیم توغدری[3]، امید عشایری‌زاده[4] و فرزانه گنجی[5]

۱- دانشجوی دکتری، گروه تغذیه دام و طیور، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران و گروه تولیدات دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه حلب، حلب، سوریه، (نویسنده مسوول: alrjbkhlf78@gmail.com)
۲- استاد، گروه تغذیه دام و طیور، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
۳- استادیار، گروه تغذیه دام و طیور، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
۴- دانشیار، گروه تغذیه دام و طیور، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
۵- استادیار، گروه زیست شناسی، دانشگاه گلستان، گرگان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۱/۲۰ تاریخ ویرایش: ۱۴۰۴/۰۲/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۳/۲۹
صفحه ۱۴۳ تا ۱۵۲

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: خرگوش اهلی (*Oryctolagus cuniculus*)، حیوانی از شاخه طنابداران، رده پستانداران، راسته خرگوش‌شکلان و خانواده خرگوش‌ها است. خاستگاه ابتدایی آن غرب اروپا و شمال غرب آفریقا است. از نژادهای مختلف آن به‌منظورهای گوناگون از جمله تولید پشم، پوست، گوشت، انجام پژوهش‌های بیولوژیک و به‌عنوان حیوان خانگی استفاده می‌شود. خرگوش در میانه‌ی بین نشخوارکنندگان و حیوانات تک‌معده‌ای قرار دارد و می‌تواند به‌طور مؤثری از مواد خوراکی غنی از سلولز با جیره حاوی کمتر از ۲۰ درصد مواد دانه‌ای استفاده کند. خرگوش‌ها چرخه کوتاه تولیدمثل و قدرت باروری بالا دارند. جمعیت میکروبی پیچیده دستگاه گوارش خرگوش نقش مهمی در هضم غذا، تولید ویتامین، فعالیت تخمیری با تولید اسیدهای چرب فرار و تحریک پاسخ ایمنی را ایفا می‌کند. پروبیوتیک‌های زیادی در جیره حیوانات مانند لاکتوباسیلوس، پروتکسین (پروبیوتیک چندسویه) و *ساکارومایسس سرویزیه* استفاده می‌شوند. در میان گونه های مخمر مختلف، ساکارومایسس سرویزیه (*S. cerevisiae*) به‌دلیل محتوای فراوان پروتئین‌ها، پلی‌ساکاریدها، پپتیدهای کوچک، اسیدهای آمینه، ویتامین‌ها، عناصر کمیاب، نوکلئوتیدها و سایر عوامل رشد، به‌طور گسترده به‌عنوان یک مکمل پروبیوتیک در تولید حیوانات استفاده شده است. پروبیوتیک‌ها ضریب تبدیل غذایی و افزایش وزن را بهبود می‌بخشند، مرگ‌ومیر را کاهش می‌دهند، عفونت بیماری را کاهش می‌دهند و سیستم ایمنی را تحریک می‌کنند. پری‌بیوتیک در لغت به معنی پیش نیاز زندگی است و در واقع عناصر غذایی غیر قابل هضمی یا کم هضمی هستند که از طریق تحریک رشد یا فعالیت تعداد محدودی از باکتری‌های پروبیوتیک در روده بزرگ اثرات مفیدی بر سلامتی دارند. محدودیت استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها سبب تلاش برای یافتن جایگزین مناسبی برای آن‌ها شده است. امروزه از اسیدهای آلی، پروبیوتیک‌ها، پری‌بیوتیک‌ها، عصاره‌های گیاهی و همچنین سین‌بیوتیک‌ها که مخلوطی از پروبیوتیک‌ها و پری‌بیوتیک‌ها هستند به‌عنوان جایگزین استفاده می‌شود. بنابراین، هدف از مطالعه حاضر بررسی مقایسه پروبیوتیک، پری‌بیوتیک و سین‌بیوتیک بر عملکرد ویژگی‌های لاشه، رنگ‌سنجی گوشت و جمعیت میکروبی محتویات روده خرگوش در حال رشد بود.

مواد و روش‌ها: ۳۲ خرگوش از شیرگیری شده (۵۶ روزه؛ با وزن بدن ۵۰ ± ۴۵۰ گرم) برای انجام ازمایش انتخاب شدند. خرگوش‌ها در قالب یک طرح کاملاً تصادفی در چهار تیمار با هشت تکرار به‌صورت انفرادی قرار گرفتند. قبل از شروع آزمایش، سالن نگهداری خرگوش‌ها، دان‌خوری‌ها و آب‌خوری‌ها کاملاً شسته شدند و بعد دیوارها و کف سالن با آب آهک ضدعفونی شدند. جهت مبارزه با انگل‌های داخلی به همه خرگوش‌ها ۰/۵ میلی‌لیتر آیورمکتین به هر سر خرگوش به‌صورت زیر جلدی تزریق شد. جیره آزمایشی شامل ۱- جیره پایه (شاهد). ۲- جیره پایه با سطح تجاری پروبیوتیک (۰/۰۲) درصد، ۳- جیره پایه با سطح تجاری پری‌بیوتیک (۰/۲) درصد و ۴- جیره پایه سین‌بیوتیک بودند. جیره‌های آزمایشی با توجه به میانگین سن خرگوش‌ها و براساس جداول استاندارد NRC (۱۹۷۷) تهیه شدند. جیره‌ها به‌طور کاملاً مخلوط و به‌مقدار ۲۰۰ گرم در یک وعده صبح در اختیار خرگوش‌ها قرارگرفتند و باقی‌مانده خوراک هر روز در صبح قبل از دادن خوراک جدید از داخل دان‌خوری جمع‌آوری و توزین شد. در پایان آزمایش، چهار خرگوش از هر تیمار برای تعیین ویژگی‌های لاشه و انجام کشت میکروبی محتویات روده کشتار شدند. آزمون رنگ‌سنجی نمونه‌های گوشت خام خرگوش توسط دستگاه Tintometer مدل CAM-System 500 USER MANUAL ساخت شرکت Tintometer GmbH آلمان، در روز اول و سوم و بعد از یک ماه نگهداری در یخچال انجام شد. شاخص‌های رنگی شامل L* (روشنایی)، a* (قرمزی) و b* (زردی) تعیین شدند. برای ارزیابی ویژگی‌های صفات کمی لاشه، پوست، سر، ران‌ها، دست‌ها، کل لاشه، دستگاه گوارش، کبد، قلب، طحال و کلیه توزین شدند. به‌منظور کشت میکروبی، محتویات روده به‌طور کامل خارج شد و یک گرم به‌منظور کشت میکروبی نمونه‌برداری شد. نمونه‌ها داخل لوله‌ها قرار گرفتند و ۹ برابر وزن نمونه‌ها محلول رقیق‌کننده استریل اضافه شد.

یافته‌ها: مواد افزودنی تأثیر معنی‌داری بر ویژگی‌های لاشه اندازه‌گیری شده به‌جز وزن کلیه، دستگاه گوارش و قلب خرگوش‌های مورد آزمایش نداشتند. سین‌بیوتیک به‌طور غیر معنی‌داری سبب افزایش میزان باکتری‌های هوازی، کاهش معنی‌دار جمعیت کلی‌فرم‌ها و افزایش میزان باکتری‌های اسیدلاکتیکی شد. شاخص‌های رنگی شامل L* (روشنایی)، a* (قرمزی) و b*(زردی) در روز اول تفاوت معنی‌داری نداشتند اما در طی نگهداری نمونه‌ها در یخچال فاکتور L*، a* و b* به‌طور معنی‌داری کاهش یافت.

نتیجه‌گیری: نتایج آزمایش حاضر نشان می‌دهند که افزودن پروبیوتیک، پری‌بیوتیک و سین‌بیوتیک می‌تواند به‌عنوان محرک رشد طبیعی در خوراک خرگوش‌های بدون آنتی‌بیوتیک استفاده شود. همچنین، استفاده از مکمل‌های پروبیوتیک، پری‌بیوتیک و سین‌بیوتیک در طول دوره پرورش سبب بهبود ویژگی‌های لاشه، افزایش جمعیت میکروبی مفید و بهبود کیفیت گوشت خرگوش شد.

واژه‌های کلیدی: بازده لاشه، پروبیوتیک، پری‌بیوتیک، جمعیت میکروبی، رنگ‌سنجی گوشت

مقدمه

به‌طورکلی، امروزه پرورش حیوانات مزرعه بدون استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها یک راهبرد متداول در دامپروری نوین است (Kango *et al.*, 2022). حیوانات مزرعه در طول مراحل مختلف تولید با چالش‌های زیادی روبه‌رو هستند که بر سلامت دام و بهره‌وری تولید تأثیر منفی می گذارند. برای حداقل‌سازی اثرات این چالش‌ها در قدیم استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها، ولی امروزه ترکیبات متعددی به‌عنوان محرک

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2025-12-31]
[DOI: 10.61882/rap.2025.1523]

رشد و ایمنی به‌کار می‌روند؛ این راهبرد با تأمین مواد افزودنی خوراکی غیر آنتی‌بیوتیکی مانند پری‌بیوتیک، پروبیوتیک و سین‌بیوتیک برای حیوانات عملی شده است. پری‌بیوتیک‌ها موادی هستند که توسط میکروارگانیسم‌های مفید دستگاه گوارش حیوانات تجزیه و سبب افزایش رشد و فعالیت آن‌ها می‌شوند. پری‌بیوتیک‌ها از کربوهیدرات‌های غیر قابل‌هضم تشکیل شده‌اند که می‌توانند برای تعدیل تعادل و فعالیت‌های جمعیت‌های میکروبی در روده به حیوانات داده شوند (Lao *et al.,* 2020). مانان–الیگوساکارید (MOS) و β- گلوکان پری‌بیوتیک‌هایی هستند که از دیواره سلولی مخمر *ساکارومایسس سرویزیه* استخراج می‌شوند. این افزودنی‌های خوراکی در ارتقای توسعه دستگاه گوارش حیوانات، تنظیم فلور روده، بهبود ایمنی حیوانات، تقویت تغذیه و افزایش عملکرد رشد نقش دارند (Kango *et al.,* 2022).

پروبیوتیک‌ها باکتری‌هایی هستند که می‌توانند بهبود عملکرد گوارشی، افزایش سلامت و ایمنی، کاهش تنش و مقاومت در برابر بیماری‌ها را در حیوانات ایجاد کنند. خرگوش‌ها از جمله حیواناتی هستند که به‌دلیل داشتن دستگاه گوارش حساس و پیچیده، به استفاده از پری‌بیوتیک‌ها در تغذیه نیاز دارند. پری‌بیوتیک‌ها می‌توانند با کمک به تنظیم pH روده، افزایش تولید اسید بوتیریک، کاهش تولید آمونیاک و افزایش تولید ویتامین‌های گروه B، به بهبود فرآیند هضم خرگوش‌ها کمک کنند (Abd El-Aziz *et al.,* 2021). همچنین، پری‌بیوتیک‌ها می‌توانند با ایجاد تعادل میکروبی در روده، از رشد باکتری‌های مضر مانند *E.coli* و کلستریدیوم که سبب اسهال و مرگ خرگوش‌ها می‌شوند، جلوگیری کنند.

ال‌عباسی و عبدل‌هادی (El-Abasy & Abdelhady, 2015) در پژوهش خود به تأثیر پری‌بیوتیک و پروبیوتیک بر رشد، پاسخ‌های ایمنی خونی و فراسنجه‌های خونی خرگوش‌های آلوده به *پاستورلا مولتوسیدا* اشاره کردند و دریافتند که تأثیر پری‌بیوتیک و پروبیوتیک و مخلوط آن‌ها بر خرگوش‌های سالم یا آلوده به *P. multocida* سبب بهبود رشد، پاسخ ایمنی سلولی، فراسنجه‌های خونی و بیوشیمیایی سرمی شدند و مرگ‌ومیر را کاهش و علائم بالینی نامطلوب و ضایعات پس از مرگ را بهبود بخشیدند. بنا بر این، در طول چرخه تولید، حیوانات مزرعه مانند خرگوش در معرض بسیاری از تنش‌های مدیریتی و محیطی قرار می‌گیرند که سبب عدم تعادل در اکوسیستم روده و ایمنی آن‌ها می‌شود. این عدم تعادل حیوانات را نسبت به عفونت‌های بیماری‌زای ناشی از بسیاری از ناهنجاری‌های گوارشی مانند اسهال، نفخ و اسیدوز، به‌ویژه در حیوانات در حال رشد حساس‌تر می‌کند (Hashem *et al.,* 2017). معمولاً از آنتی‌بیوتیک‌ها برای کنترل عوامل بیماری‌زا و محافظت از سلامت روده استفاده می‌شود (Becattini *et al.,* 2016). به‌هرحال، استفاده بلندمدت و سوءاستفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها منجر به بروز مقاومت ضد میکروبی چندداروییی شده است که سلامت انسان و حیوان را تهدید می‌کند. بنا بر این، این خطرات مرتبط با سلامت، کمیسیون اتحادیه اروپا را بر آن داشت تا در سال ۲۰۰۳ استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها را به‌عنوان محرک رشد در رژیم غذایی حیوانات ممنوع کند (Oso *et al.,* 2013). این وضعیت بین استفاده ممنوع از آنتی‌بیوتیک‌ها و نیاز به یافتن جایگزین‌های آنتی‌بیوتیک ایمن، پژوهشگران را وادار کرده است تا نقش زیستی برخی از افزودنی‌های خوراکی طبیعی با فعالیت‌های ضد میکروبی مانند پروبیوتیک‌ها، پری‌بیوتیک‌ها، اسیدهای آلی و عصاره‌های گیاهی را بررسی کنند (Olorunsola *et al.,* 2016; Seidavi *et al.,* 2021). در میان این افزودنی‌های خوراک، پری‌بیوتیک‌ها، پروبیوتیک‌ها و سین‌بیوتیک‌ها ابزار مؤثری هستند. پروبیوتیک‌ها مانند لاکتوباسیلوس، استرپتوکوکوس، باسیلوس و ساکارومایسس، میکروارگانیسم‌های زنده‌ای هستند که می‌توانند به‌عنوان مکمل‌های خوراک میکروبی مستقیم برای حفظ میکروفلور گوارشی استفاده شوند (Chen *et al.,*2021). آن‌ها می‌توانند در برابر بیماری‌های روده‌ای ناشی از عوامل بیماری‌زای روده‌ای مانند *اشریشیا کلی* و *کلستریدیوم پرفرنجنس* مقاومت کنند (Timmerman *et al.,* 2005). معمولاً پری‌بیوتیک‌های مورداستفاده در ترکیب سین‌بیوتیک منابع کربوهیدرات هستند. به‌هر حال، پژوهش‌های اخیر بر امکان گنجاندن پلی‌فنل‌ها و اسیدهای چرب به‌عنوان پری‌بیوتیک‌ها تأکید کرده‌اند که نه‌تنها به بهبود عملکرد حیوانات کمک می‌کنند، بلکه محصولات حیوانی کاربردی را نیز تولید می‌کنند. علاوه بر این، این مواد گیاهی منشأشده دارای فعالیت‌های ضد میکروبی هستند، تخمیر سکوم را تعدیل می‌کنند، تولید اسید چرب با زنجیره کوتاه را بهبود می‌بخشند و در نتیجه بر رشد کل حیوانات تأثیر می‌گذارند (Hashem *et al.,* 2017; El-Desoky *et al.,* 2017). با در نظر گرفتن موارد فوق، این آزمایش برای بررسی عملکرد ویژگی‌های لاشه، رنگ‌سنجی گوشت و جمعیت میکروبی محتویات روده خرگوش در حال رشد که با پری‌بیوتیک‌ها، پروبیوتیک‌ها و سین‌بیوتیک‌ها تغذیه می‌شوند، طراحی شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در مزرعه آموزشی و پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان در سال ۱۴۰۳ انجام شد. ۳۲ خرگوش از شیرگیری شده (۵۶ روزه؛ با وزن بدن ۵۰ ± ۴۵۰ گرم) برای انجام آزمایش انتخاب شدند. خرگوش‌ها در قالب یک طرح کاملاً تصادفی به چهار تیمار با هشت تکرار به‌صورت انفرادی قرار گرفتند. قبل از شروع آزمایش، سالن نگهداری خرگوش‌ها، دان‌خوری‌ها و آب‌خوری‌ها کاملاً شسته شدند و بعد دیوارها و کف سالن با آب آهک ضدعفونی شدند. جهت مبارزه با انگل‌های داخلی در همه خرگوش‌ها، ۰/۵ میلی‌لیتر آیورمکتین به هر سر خرگوش به‌صورت زیر جلدی تزریق شد. جیره‌های آزمایشی شامل: ۱- جیره پایه (شاهد). ۲- جیره پایه با سطح تجاری پروبیوتیک(با نام تجاری، ایران Bio PoulR WS) (۰/۰۲) درصد، ۳- جیره پایه با سطح تجاری پری‌بیوتیک (ایران، مانان–الیگوساکارید) (۰/۲) درصد و ۴- جیره پایه پروبیوتیک (۰/۰۲ درصد) و پری‌بیوتیک (۰/۲ درصد). جیره‌های آزمایشی با توجه به میانگین سن خرگوش‌ها و بر اساس جداول استاندارد NRC (۱۹۷۷) تهیه شدند. جیره‌ها به‌طور کاملاً مخلوط و به مقدار

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2025-12-31]
[DOI: 10.61882/rap.2025.1523]

۲۰۰ گرم در یک وعده صبح در اختیار خرگوش‌ها قرار گرفتند. باقی‌مانده خوراک هر روز در صبح قبل از دادن خوراک جدید از داخل دانخوری جمع‌آوری و توزین شد.

ویژگی‌های لاشه خرگوش

در پایان آزمایش تغذیه‌ای، برای ارزیابی ویژگی‌های لاشه (صفات کمی) چهار خرگوش از هر تیمار کشتار شدند. در زمان کشتار، نمونه خون از هر خرگوش از ورید گردن جمع‌آوری شد. پوست ، سر، ران‌ها، دست‌ها، کل لاشه، دستگاه گوارش، کبد، قلب، طحال و کلیه توزین شدند. کشتار و تشریح بر اساس توصیه‌های انجمن جهانی علوم خرگوش (Blasco & Ouhayoun, 1996) انجام شدند.

آزمون رنگ‌سنجی

نمونه‌ها از قسمت ران خرگوش‌ها به اندازه ۲ تا ۳ سانتی‌متر گرفته شدند و سپس به آزمایشگاه میکروبیولوژی دانشکده‌ی شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان جهت آزمون رنگ‌سنجی منتقل شدند (Zhang *et al.,* 2016). آزمون رنگ‌سنجی نمونه‌های گوشت خام خرگوش توسط دستگاه Tintometer مـدل CAM-System 500 USER MANUAL ساخت شرکت Tintometer GmbH آلمان، در روز اول، سوم و بعد از یک ماه نگهداری در یخچال انجام شد. شاخص‌های رنگی شامل*L (روشنایی)،*a (قرمزی) و *b (زردی) تعیین شدند.

جدول ۱- اجزاء و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی مورد استفاده برای تغذیه خرگوش‌های تحت آزمایش (درصد ماده خشک)

Table 1. Composition and calculated analyses (%) of the experimental diets used for rabbits on a dry matter basis

سین‌بیوتیک Synbiotic	پری‌بیوتیک Prebiotic	پروبیوتیک Probiotic	شاهد Control	مواد تشکیل‌دهنده خوراک Feed ingredients
30.0	30.0	30.0	30.0	یونجه Alfalfa hay
20.0	20.0	20.0	20.0	سبوس گندم Wheat bran
35.0	35.0	35.0	35.0	جو Barley
5.0	5.0	5.0	5.0	باگاس Bagasse
8.0	8.0	8.0	8.0	کنجاله سویا Soybean meal
1.0	1.0	1.0	1.0	آهک (پودر صدف) Lime
0.5	0.5	0.5	0.5	نمک Salt
0.5	0.5	0.5	0.5	مکمل Vit-Min. premix5
0.90	0.90	0.90	0.90	کلسیم Calcium
0.54	0.54	0.54	0.54	فسفر Phosphorus
				ترکیب مواد مغذی جیره Chemical composition
2400	2400	2400	2400	انرژی قابل متابولیسم(مگاکالری برکیلوگرم) Metabolism energy, MCal/ Kg
89.67	89.67	89.67	89.67	ماده خشک Dry matter
16.00	16.00	16.00	16.00	پروتئین خام Crude protein
22.00	22.00	22.00	22.00	الیاف نامحلول در شوینده خنثی NDF
9.00	9.00	9.00	9.00	الیاف نامحلول در شوینده اسیدی ADF
2.60	2.60	2.60	2.60	چربی خام Crude fat
10.33	10.33	10.33	10.33	خاکستر خام Ash
49.07	49.07	49.07	49.07	کربوهیدرات‌های غیر فیبریNFC

هر کیلوگرم از مکمل ویتامینه شامل :۱۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین آ،۹۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین د ۳ و ۵۰ میلی‌گرم واحد بین‌المللی ویتامین ای. ویتامین ک ۲ میلی‌گرم ، ویتامین ب ۱، ۲ میلی‌گرم. ویتامین ب۱۲، ۱۰ میلی‌گرم ، نیاسین ۵۰ میلی‌گرم، بیوتین ۰/۲ میلی‌گرم، هر کیلوگرم از مکمل معدنی شامل مس ۰/۱ میلی‌گرم، آهن ۷۵ میلی‌گرم، منیزیم ۸/۵ میلی‌گرم، روی ۷۰ میلی‌گرم.

Vitamin-mineral mix: vitamin A, 10.000 IU; vitamin D3, 900 IU; vitamin E, 50 mg; vitamin K, 2 mg; vitamin B1, 2 mg; folic acid, 5 mg; pantothenic acid, 20 mg; vitamin B6, 2 mg; choline, 1.2 g; vitamin B12, 10 mg; niacin, 50 mg; biotin, 0.2 mg; Cu, 0.1 mg; Fe, 75 mg; Mn, 8.5 mg; Zn, 70 mg.

جمعیت کل باکتری‌های هوازی، باکتری‌های اسیدلاکتیکی و کلی‌فرم روده

به‌منظور انجام کشت میکروبی در آخر دوره، از هر تیمار چهار خرگوش کشتار و محتوای روده آن‌ها به‌طور کامل خارج شد. یک گرم برای کشت میکروبی اخذ شد. نمونه‌ها به درون لوله‌های موردنظر ریخته شدند و ۹ برابر وزن نمونه‌ها به آن‌ها محلول رقیق‌کننده استریل افزوده شد. محتویات لوله‌ها با یک همزن برقی هموژنیزه شدند. در این مرحله، غلظت محلول 10^{-1} بود. سپس ۱ میلی‌لیتر از محلول 10^{-1} برداشته، به درون لوله ۱۶×۲۰۰ میلی‌متری حاوی ۹ میلی‌لیتر محلول رقیق‌کننده اضافه و با استفاده از همزن هموژن شد (محلول با رقت 10^{-2}). این عمل تا ایجاد محلول با رقت 10^{-8} ادامه یافت. سپس، با استفاده از سمپلر ۰/۱ میلی‌لیتر از رقت‌های متفاوت به‌ترتیب بر روی محیط‌های مکانکی آگار (محیط اختصاصی کشت کلی‌فرم‌ها) و MRSA (محیط اختصاصی کشت لاکتوباسیلوس‌ها) و Plate Count Agar (برای کشت کل باکتری‌های هوازی) کشت داده شد. لاکتوباسیلوس‌ها و کلی‌فرم‌ها بی‌هوازی‌های اختیاری هستند، بنا بر این پلت‌ها پس از کشت به درون جار بی‌هوازی انتقال پیدا کردند. بررسی جمعیت کل باکتری‌ها از طریق کشت سطحی بر روی محیط Plate Count Agar و به‌صورت هوازی انجام شد. کلیه مراحل آزمایشگاهی فوق در کنار شعله و با دقت پیگیری شد

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2025-12-31]

[DOI: 10.61882/rap.2025.1523]

تا احتمال بروز آلودگی توسط عوامل محیطی از بین برود. پلیت‌ها به‌مدت ۴۸ ساعت درون انکوباتور با دمای ۳۷ °C قرار گرفتند. سپس جمعیت کلنی‌ها در زیر کلنی‌کانتر شمارش گردید. انتخاب رقت مناسب بر اساس تعداد کلنی‌های تشکیل‌شده بر روی پلت (بین ۳۰ تا ۳۰۰ کلنی) انجام گرفت. سرانجام، نتایج شمارش در عکس رقت ضرب شدند و پس از تبدیل به داده‌های لگاریتمی مورد تجزیه آماری قرار گرفتند (Stella *et al.,* 2007).

تجزیه و تحلیل آماری

آزمایش بر پایه طرح کاملاً تصادفی با چهار تیمار و هشت تکرار اجرا شد و داده‌های حاصل با کمک نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ با استفاده از مدل آماری زیر تجزیه شدند:

$$Yij = \mu + Ti + eij$$

در این رابطه، Y_{ij} مقدار هر مشاهده، μ میانگین مشاهدات، T_i اثر تیمار آزمایشی و e_{ij} خطای آزمایش بودند. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ انجام شد.

نتایج و بحث

بررسی عملکرد لاشه و وزن اندام‌های داخلی خرگوش‌های تغذیه‌شده با پروبیوتیک‌ها، پری‌بیوتیک‌ها و سین‌بیوتیک در (جدول ۲) آورده شده است. اثر مصرف مکمل‌های پروبیوتیک، پری‌بیوتیک و سین‌بیوتیک بر صفات لاشه خرگوش به‌جز شاخص وزن کلیه و قلب معنی‌دار بودند. افزایش وزن به‌دلیل مصرف ماده خشک بیشتر در تیمارهای آزمایشی با مقایسه با تیمار شاهد است (جدول ۲). ال‌سای و همکاران (El-Sawy *et al*., 2021) در پژوهش خود بر روی تأثیر مکمل *ساکارومایسس سرویزیه* بولاردی به‌عنوان پروبیوتیک بر عملکرد تولیدی و بازده اقتصادی خرگوش‌های در حال رشد گزارش کردند که وزن لاشه گرم و درصد لاشه خرگوش‌هایی که ۰/۴ گرم/کیلوگرم مکمل دریافت کردند در مقایسه با گروه شاهد افزایش یافت. ال‌بادوی و همکاران (El-Badawi *et al*., 2017) در پژوهش خود روی عملکرد رشد خرگوش سفید نیوزیلاندی تغذیه‌شده با رژیم غذایی مکمل با باکتری‌های مفید یا مخمر زنده گزارش کردند که هیچ اثری بر صفات لاشه خرگوش با مکمل غذایی *ساکارومایسس سرویزیه* در سطوح ۰/۱ درصد و ۰/۱۲ گرم/کیلوگرم جیره مشاهده نشد. عبدل‌العزیز و همکاران (Abd El-Aziz *et al*., 2021) روی مخمر به‌عنوان محرک رشد در دو نژاد خرگوش در حال رشد گزارش کردند که هیچ اثری بر صفات لاشه خرگوش با مکمل غذایی *ساکارومایسس سرویزیه* مشاهده نکردند. همچنین ال‌متی و همکاران (El-Maaty *et al*., 2018) در پژوهش خود بر روی اثربخشی استفاده از یونجه، ریحان و رازیانه در جیره غذایی بر عملکرد و برخی از پاسخ‌های متابولیک خرگوش‌های در حال رشد گزارش کردند که تغذیه خرگوش‌ها با سین‌بیوتیک (مانان–الیگوساکارید و مخلوط پروبیوتیک *استافیلوکوکوس سرویزیه*، *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس*، *استرپتوکوکوس فیسسیم* و میکروارگانیسم‌های مصرف‌کننده لاکتیک) در غلظت ۰/۵ گرم بر کیلوگرم جیره‌های غذایی، تولید لاشه گرم را افزایش داد که با پژوهش حاضر مطابقت دارد. برعکس، ال‌دیب و همکاران (۲۰۲۳) هیچ تفاوتی در صفات لاشه خرگوش‌های مکمل با ۰/۵، ۰/۷۵ و ۱/۰گرم بر کیلوگرم جیره سین‌بیوتیک (β–گلوکان و مانان–الیگو ساکارید با *باسیلوس سوبتیلیس*) مشاهده نکردند (El-Deeb *et al*., 2023). بات و همکاران (Bhatt *et al*., 2017) در پژوهش خود روی تأثیر مکمل‌های پروبیوتیک بر عملکرد رشد، استفاده از مواد مغذی و ویژگی‌های لاشه خرگوش چینچیلا در حال رشد به این نتیجه رسیدند که دریافت مکمل‌های غذایی با پروبیوتیک در جیره‌های خرگوش، تأثیر معنی‌داری بر صفات لاشه نداشت. در آزمایش حاضر، وزن لاشه در تیمار پروبیوتیک و سین‌بیوتیک نسبت به تیمار شاهد معنی‌دار و افزایش داشت که این اختلاف احتمالاً به‌دلیل نوع پروبیوتیک و سین بیوتیک بود. سین‌بیوتیک اثرات هم‌افزایی بر مصرف خوراک و اکثر صفات لاشه داشت.

جدول ۲– وزن اندام‌های خرگوش‌های تغذیه‌شده با جیره‌های پروبیوتیک و پری‌بیوتیک (گرم)

Table 2. Organ weights of rabbits fed dietary probiotics and prebiotics (g)

فراسنجه‌ها Parameters	شاهد Control	پروبیوتیک Probiotic	پری‌بیوتیک Prebiotic	سین‌بیوتیک Synbiotic	SEM	p-value
مصرف کل خوراک Feed intake	4786.38	4147.88	4892.72	5015.59	0.5757	0.056
وزن بدن قبل از کشتار Before slaughterWeight	1311.25^{c}	1568.75^{ab}	1458.75^{bc}	1637.50^{a}	50.040	0.003
وزن لاشه Carcass weight	707.00^{b}	886.25^{a}	809.12^{ab}	905.25^{a}	5.970	0.038
ران‌ها Legs	251.75^{b}	305.50^{ab}	300.50^{ab}	327.50^{a}	43.840	0.030
دست‌ها Hands	107.00^{b}	136.75^{a}	129.50^{ab}	145.25^{a}	18.001	0.066
پوست Skin	137.75^{a}	161.25^{a}	159.00^{a}	173.25^{a}	7.920	0.028
سر Head	121.50^{b}	141.25^{a}	133.50^{ab}	149.00^{a}	6.090	0.011
کبد Liver	41.250^{c}	55.75^{ab}	47.50^{bc}	61.50^{a}	0.650	0.007
کلیه Kidney	8.750	10.50	10.50	11.00	0.220	0.159
ریه Lung	6.00^{b}	7.50^{ab}	7.50^{ab}	8.25^{a}	0.370	0.930
دستگاه گوارش Digestive system	211.75	221.01	219.75	232.25	0.680	0.952
قلب Heart	3.750	4.00	4.00	4.00	3.490	0.160
pH –ایلئوم pH -Ileum	7.500	7.34	7.39	7.52	0.650	0.826

a-b-c میانگین‌های هر ردیف با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌داری هستند ($P < 0.05$).

a-b-c The mean of each row with different letters has a significant difference ($P < 0.05$).

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2025-12-31]

[DOI: 10.61882/rap.2025.1523]

رنگ‌سنجی گوشت

نتایج حاصل از رنگ‌سنجی گوشت خرگوش‌های تغذیه‌شده با پروبیوتیک‌ها، پری‌بیوتیک‌ها و مخلوط آن‌ها به‌عنوان سین‌بیوتیک در جدول (۳ و ۴) نشان داده شده‌اند. این نتایج نشان می‌دهند که تغییرات در رنگ گوشت خرگوش‌ها به مرور زمان رخ داده‌اند. شاخص‌های رنگ‌سنجی گوشت خرگوش‌ها شامل L* (روشنی)، a* (قرمزی) و b* (زردی) هستند. در روز اول، تغییرات در رنگ گوشت خرگوش‌ها مشاهده نشدند که این امر نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار بود. با گذشت زمان و در طول نگهداری نمونه‌های گوشت در یخچال، روشنایی گوشت (فاکتور*L) کاهش یافت. فاکتور *a نشان‌دهنده قرمزی نمونه گوشت است که مقدار *a در تمام نمونه‌ها در طول مدت نگهداری در یخچال کاهش یافت. فاکتور *b نیز رنگ زرد در نمونه‌ها را نشان می‌دهد که با گذشت زمان، مقدار *b کاهش یافت. میزان روشنی گوشت در طی نگهداری به دلیل فعالیت‌های میکروبی، اکسیداسیون چربی‌ها و پروتئین‌ها کاهش می‌یابد (Zhang *et al.,* 2016). یکی از دلایل تغییرات رنگ گوشت خرگوش این است که در طول دوره نگهداری در یخچال (انجماد) و خارج کردن نمونه‌ها برای اندازه‌گیری رنگ بعد از ۷۲ روز، سبب ذوب محتوای گوشت و تغییر توزیع رطوبت در بافت گوشت می‌شود. کریستال‌های یخ بین و درون الیاف تشکیل می‌شوند که این تغییر فیزیکی آب منجر به از دست دادن رطوبت بیش از حد در حین ذوب می‌شود و بر ویژگی‌های فیزیکی گوشت مانند ظرفیت نگهداری آب، بافت، رنگ، طعم و ظاهر تأثیر می‌گذارد (Leygonie *et al.,* 2012, 2011). تفاوت مقادیر رنگ *L*a*b* که بین گوشت تازه و منجمد مشاهده می‌شود، تا حدی به مقادیر pH بستگی دارد. با توجه به این‌که pH بر ساختار میوفیبریل تأثیر می‌گذارد، این تغییرات در pH با تغییرات رنگ همراه است. هرچه pH کمتر باشد، رنگ گوشت روشن‌تر می‌شود، زیرا انقباض عناصر انقباضی سبب افزایش پراکندگی نور و کاهش اهمیت میوگلوبین در جذب انتخابی نور سبز می‌شود (Dal Bosco *et al.,* 2002؛ Dalle Zotte *et al.,* 2009). نتایج مقادیر *a، مقادیر گزارش‌شده توسط سایر نویسندگان را تأئید کردند که کاهش قرمزی گوشت ذوب‌شده را عمدتاً با افزایش زمان نگهداری مشاهده کردند و این اثرات را به مت‌میوگلوبین تولیدشده توسط اکسیداسیون میوگلوبین نسبت دادند (Choe *et al*., 2011). ناصحی و همکاران (Nasehi *et al*., 2013) در پژوهش خود روی سین‌بیوتیک‌ها به‌عنوان جایگزین محرک رشد بالقوه برای بهبود پایداری میکروبی و اکسیداتیو گوشت بلدرچین ژاپنی گزارش کردند که استفاده از مکمل سین‌بیوتیک در جیره اثر معنی‌داری بر شاخص *L نداشت. کاهش مقدار *L گوشت بلدرچین در طول زمان می‌تواند به کاهش آب نسبت داده شود که منجربه خشکی و تاریکی سطح می‌شود. ناصحی و همکاران (۲۰۱۵) با بررسی تأثیر جیره‌های حاوی پروبیوتیک بر ویژگی‌های گوشت بلدرچین ژاپنی در طول دوره نگهداری کاهش در مقدار *L نمونه‌ها را مشاهده کردند (Nasehi *et al*., 2015). سیمنوو و همکاران (Simonov *et al*., 2022) در پژوهش خود روی اثرات انتروسین و مریم گلی در جیره غذایی خرگوش و تأثیر آن‌ها بر محتوای مواد معدنی گوشت و خواص فیزیکی و شیمیایی گزارش کردند که هیچ اثر معنی‌داری مربوط به رنگ (L، a وb) در گوشت وجود نداشت. ژو و همکاران (Zhu *et al*., 2023) در پژوهش خود گزارش کردند که جیره غذایی با مکمل‌های پروبیوتیک سبب بهبود توده عضلانی، رسوب چربی و حساسیت گوشت خوک‌های فرزندان شد. علاوه بر این، مکمل‌های پروبیوتیک و سین‌بیوتیک‌ها کیفیت گوشت را با بهبود شاخص‌های حسی (از جمله حساسیت، ظرفیت نگهداری آب و طعم و رنگ گوشت) بهبود بخشید. این یافته‌ها نشان می‌دهند که آنتی‌بیوتیک‌ها، پروبیوتیک‌ها و سین‌بیوتیک‌ها می‌توانند رنگ گوشت را تا حدی بهبود بخشند. در آزمایش حاضر، در تیمارهای ازمایشی در روز اول تغییرات در رنگ گوشت خرگوش‌ها مشاهده نشد که این امر نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار بود. باگذشت زمان و در طول نگهداری نمونه‌های گوشت در یخچال، روشنایی گوشت کاهش یافت.

جدول ۳- مقادیر فراسنجه‌های رنگ‌سنجی گوشت خرگوش‌های در حال رشد تحت تأثیر تیمارهای مختلف

Table 3. Values of meat colorimetric parameters in growing rabbits under different treatments

فراسنجه‌ها Parameters	شاهد Control	پروبیوتیک Probiotic	پری‌بیوتیک Prebiotic	سین‌بیوتیک Synbiotic	SEM	p-value
L	70.083	69.933	69.925	70.267	0.916	0.999
a	4.775	4.767	4.800	4.992	0.965	0.359
b	3.550	3.500	3.658	3.658	0.605	0.364

جدول ۴- مقادیر فراسنجه‌های رنگ‌سنجی گوشت خرگوش‌های در حال رشد (۲۴ ساعت، ۷۲ ساعت و یک‌ماهه)

Table 4. Values of meat colorimetric parameters in growing rabbits (24 hours, 72 hours, and one month old)

فراسنجه‌ها Parameters	24 ساعت	72 ساعت	1 ماه	SEM	p-value
L	78.738^{a}	66.750^{b}	64.669^{c}	0.916	0.000
a	4.637^{b}	5.356^{a}	4.506^{b}	0.965	0.032
b	4.644^{a}	3.406^{b}	2.656^{c}	0.605	0.0159

جمعیت میکروبی محتویات روده

نتایج کشت میکروبی خرگوش‌های تغذیه‌شده با پروبیوتیک‌ها، پری‌بیوتیک‌ها و مکمل‌های سین‌بیوتیک شامل کل باکتری‌های هوازی، کلی فرم‌ها و باکتری‌های اسیدلاکتیک در جدول (۵) نشان داده شده‌اند. در این مطالعه مشاهده شد که سین‌بیوتیک‌ها میزان باکتری‌های هوازی را به‌طور غیرقابل توجهی افزایش دادند. همان‌طور که مشاهده می‌شود، تیمارهای آزمایشی به‌طور قابل‌توجهی جمعیت کلی فرم‌ها را در دستگاه گوارش کاهش داده‌اند. همچنین، در این مطالعه مشاهده شد که سین‌بیوتیک‌ها میزان باکتری

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2025-12-31]
[DOI: 10.61882/rap.2025.1523]

اسیدلاکتیک را به‌میزان قابل‌توجهی افزایش دادند. به علاوه، سین‌بیوتیک‌ها به‌طور غیر معنی‌داری سبب افزایش میزان باکتری‌های هوازی در جمعیت میکروبی محتویات روده شدند. همچنان که مشاهده می‌شود، تیمارهای آزمایشی به‌طور معنی‌داری جمعیت کلی‌فرم‌های دستگاه گوارش را کاهش دادند. همچنین، سین‌بیوتیک‌ها به‌طور معنی‌داری سبب افزایش میزان باکتری‌های اسیدلاکتیکی شدند (Quezada-Mendoza *et al.,* 2011). در استفاده از پروبیوتیک‌ها به این نتیجه رسیدند که استفاده از این افزودنی‌ها سبب افزایش در مقدار لاکتوباسیل‌ها و کاهش در کلی‌فرم‌ها گردید و در هیچ‌کدام اثرات متقابل معنی‌دار نشده بودند (Hibberd *et al.,* 2017). همچنین پروبیوتیک‌ها می‌توانند با میزبان و سایر جمعیت میکروبی تداخل داشته باشند و منجر به افزایش وضعیت سلامتی شوند (Moarrab *et al.,* 2016). در پژوهشی در مورد تأثیر سطوح مختلف سین‌بیوتیک بر عملکرد، مورفولوژی روده، جمعیت میکروبی محتویات روده، متابولیت‌های خونی و میزان بیان ژن‌های التهابی سیستم ایمنی به‌روش RT-PCR در بره‌های شیرخوار گزارش کردند که سین‌بیوتیک‌ها سبب افزایش باکتری‌های مفید و کاهش جمعیت *E. coli* در مدفوع در طول زمان آزمایش شدند. در روده‌ها، باکتری‌های بیماری‌زا و میکروب‌های پروبیوتیک برای منابع مبارزه می‌کنند. این امر با مهار رشد میکروارگانیسم‌های مضر در روده کوچک و محدودکردن جذب مواد معدنی، سرعت رشد و بازده خوراک را افزایش می‌دهد. وقتی باکتری‌های اسیدلاکتیک لاکتوز را تجزیه می‌کنند، pH به سطحی کاهش می‌یابد که باکتری‌های مضر نتوانند زندگی کنند که سبب افزایش فعالیت آنزیم روده و هضم غذایی می‌شود (Ezzat *et al.,* 2024; Bondar *et al.,* 2023; Bamigbade *et al.,* 2022). در آزمایش حاضر، تیمارهای اعمال شده اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد از نظر مقدار مقدار اسیدلاکتیک داشتند که اثر مثبت تیمارها بر فلور میکروبی روده را نشان می‌دهد. سین‌بیوتیک اثرات هم‌افزایی بر کاهش کلی فرم‌ها و افزایش اسیدلاکتیک داشت.

جدول ۵- میکروفلور سکوم (درلگاریتم ۱۰ ارگانیسم‌ها/گرم وزن تر) خرگوش‌های تغذیه‌شده با رژیم غذایی حاوی پروبیوتیک‌ها و پری‌بیوتیک‌ها به‌مدت ۵۶ روز

Table 5. Effects of probiotic, prebiotic, and symbiotic supplements on fecal flora (log10/g of feces) during 56 days

P-Value	SEM	سین بیوتیک Synbiotic	پری بیوتیک Prebiotic	پروبیوتیک Probiotic	شاهد Control	پارامترها Parameters
0.102	0.26	5.11[a]	4.12[b]	4.52[b]	4.33[b]	تعداد کل باکتری Total bacterial count
0.042	0.42	3.11[b]	3.64[b]	3.57[b]	5.02[a]	کلی‌فرم‌ها Coliform spp.
0.0001	0.26	4.97[a]	3.56[b]	4.12[a]	2.59[c]	باکتری‌های اسیدلاکتیک Lactic acid bacteria

[a–b–c] میانگین‌های هر ردیف با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌داری هستند ($P < 0.05$).

[a-b-c] The mean of each row with different letters has a significant difference ($P < 0.05$)

نتیجه‌گیری کلی

براساس یافته‌های این مطالعه، افزودن ۰/۰۲ درصد گرم به‌ازای هر کیلوگرم جیره از ترکیب پروبیوتیک، ۰/۲ درصد گرم به‌ازای هر کیلوگرم جیره پری‌بیوتیک (مانان الیگوساکارید) و مخلوط آن‌ها به‌عنوان پروبیوتیک و پری‌بیوتیک برای افزایش عملکرد رشد، خوراک مناسبی بود و سبب بهبود صفات لاشه، رشد جمعیت میکروبی روده شد. سین‌بیوتیک اثرات هم‌افزایی نشان داد که می‌تواند راه را برای پرورش پایدار خرگوش هموار کند و یک رویکرد امیدوارکننده برای به حداقل‌رساندن استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها باشد؛ بنا بر این، برای استفاده در پرورش خرگوش تحت شرایط تولید تجاری توصیه می‌شود. به‌هر حال، درک نقش تنظیمی سین‌بیوتیک‌های فعلی بر سلامت روده و مکانیسم عمل نیاز به مطالعه بیشتر دارد.

تشکر و قدردانی

به این‌وسیله، نویسندگان از دانشکده علوم دامی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان به‌خاطر فراهم نمودن امکانات لازم برای انجام تحقیق حاضر تشکر و قدردانی می‌نمایند. نتایج پژوهش حاضر از پایان‌نامه دکتری تغذیه دام و طیور دانشکده علوم دام استخراج شده‌اند.

References

Abd El-Aziz, A. H., Mahrose, K. M., El-Kasrawy, N. I., & Alsenosy, A. E. W. A. (2021). Yeast as growth promoter in two breeds of growing rabbits with special reference to its economic implications. *Anais Da Academia Brasileira De Ciências*, *93*, e20190274. https://doi.org/10.1590/0001-3765202120190274

Abdel-Aziz Elsawy, B., Elbadwy, Y., & Elsyed, I. (2021). Impact of *Saccharomyces cerevisiae* boulardii supplementation as probiotic on productive performance and economic efficiency of growing rabbits. *Arab Universities Journal of Agricultural Sciences*, *29*(2), 795-800. DOI: 10.21608/ajs.2021.52876.1308

Abdelhady, D. H., & El-Abasy, M. A. (2015). Effect of prebiotic and probiotic on growth, Immuno-hematological responses and biochemical parameters of infected rabbits with Pasteurella multocida. *Benha Veterinary Medical Journal*, 28(2), 40-51. 10.21608/bvmj.2015.31859

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2025-12-31]

[DOI: 10.61882/rap.2025.1523]

Abo El-Maaty, H., Dorra, T. M., & Hanafy, A. F. (2018). Efficiency of utilizaing basil and fennel hay without or with synbiotic in diets on performance and some metabolic responses of growing rabbits. *Egyptian Journal of Nutrition and Feeds*, *21*(1), 133-146. doi.10.21608/ejnf.2018.75429

Bamigbade, G. B., Subhash, A. J., Kamal-Eldin, A., Nyström, L., & Ayyash, M. (2022). An updated review on prebiotics: insights on potentials of food seeds waste as source of potential prebiotics. *Molecules*, *27*(18), 5947. https://doi.org/10.3390/molecules27185947

Becattini, S., Taur, Y., & Pamer, E. G. (2016). Antibiotic-induced changes in the intestinal microbiota and disease. *Trends in Molecular Medicine*, *22*(6), 458-478. DOI: 10.1016/j.molmed.2016.04.003

Bhatt, R. S., Agrawal, A. R., & Sahoo, A. (2017). Effect of probiotic supplementation on growth performance, nutrient utilization and carcass characteristics of growing Chinchilla rabbits. *Journal of Applied Animal Research*, *45*(1), 304-309. https://doi.org/10.1080/09712119.2016.1174126

Blasco, A. & Ouhayoun, J., (1996). Harmonization of criteria and terminology in rabbit meat research. Revised proposal. *World rabbit science*, *4*(2), pp.93-99. https://doi.org/10.4995/wrs.1996.278

Bondar, A., Horodincu, L., Solcan, G., & Solcan, C. (2023). Use of Spirulina platensis and Curcuma longa as Nutraceuticals in Poultry. *Agriculture*, *13*(8), 1553. https://doi.org/10.3390/agriculture13081553

Chen, H. J., Yang, W. Y., & Wang, C. Y. (2018, February). The review on the function of intestinal flora and the regulatory effects of probiotics on the intestinal health of rabbits. In *2017 2nd International Conference on Biological Sciences and Technology (BST 2017)* (pp. 49-55). *Atlantis Press.* DOI: 10.2991/bst-17.2018.8

Choe, J. H., Jang, A., Lee, E. S., Choi, J. H., Choi, Y. S., Han, D. J., & Kim, C. J. (2011). Oxidative and color stability of cooked ground pork containing lotus leaf (*Nelumbo nucifera*) and barley leaf (*Hordeum vulgare*) powder during refrigerated storage. *Meat Science*, *87*(1), 12-18. DOI: 10.1016/j.meatsci.2010.08.011

Dal Bosco, A., Castellini, C., & Mugnai, C. (2002). Rearing rabbits on a wire net floor or straw litter: behaviour, growth and meat qualitative traits. *Livestock Production Science*, *75*(2), 149-156. https://doi.org/10.1016/S0301-6226(01)00307-4

Dalle Zotte, A., Princz, Z., Metzger, S., Szabó, A., Radnai, I., Biró-Németh, E., & Szendrő, Z. (2009). Response of fattening rabbits reared under different housing conditions. 2. Carcass and meat quality. *Livestock Science*, *122*(1), 39-47. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2008.07.021

El-Badawi, A. Y. (2017). Growth performance of male NZW rabbits fed diets supplemented with beneficial bacteria or live yeast. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, 220-226. http://cigrjournal.org/index.php/Ejounral/article/view/4519

El-Deeb, M., Fahim, H., Ragab, M., & Shazly, S. (2023). Effect of using Biogen as feed additive on the productive performance of growing rabbits. *Egyptian Journal of Rabbit Science*, *33*(1), 1-16. DOI: 10.21608/ejrs.2023.273333

El-Desoky, N. I., Hashem, N. M., Elkomy, A., & Abo-Elezz, Z. R. (2017). Physiological response and semen quality of rabbit bucks supplemented with Moringa leaves ethanolic extract during summer season. *Animal*, *11*(9), 1549-1557. https://doi.org/10.1017/S1751731117000088

Ezzat, W., Mahrose, K. M., Rizk, A. M., Ouda, M. M., Fathey, I. A., Othman, S. I., & Abd El-Hack, M. E. (2024). Impact of β-glucan dietary supplementation on productive, reproductive performance and physiological response of laying hens under heat stress conditions. *Poultry Science*, *103*(1), 103183. https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.103183

Hanai Tayran Yazd M M, Bahari Kashani R, & kasraei M. (2024). Effect of Adding Organic Acids and Prebiotics on the Performance, Immune System, Histology, and Microbial Population of the Digestive Tract in Laying Hens fed with Low-Protein Percentage Soybean Meal. *Research on Animal Production,* 15(2), 119-130. doi:10.61186/rap.15.2.119

Halls, A. E. (2010). Nutritional requirements for rabbits. *Retrieved September. 21*, 2014.

Hashem, N. M., Soltan, Y. A., El-Desoky, N. I., Morsy, A. S., & Sallam, S. M. A. (2019). Effects of Moringa oleifera extracts and monensin on performance of growing rabbits. *Livestock Science*, *228*, 136-143. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2019.08.012

Hashem, N. M., Abd El-Hady, A. M., & Hassan, O. A. (2017). Inclusion of phytogenic feed additives comparable to vitamin E in diet of growing rabbits: Effects on metabolism and growth. *Animals of Agricultural Sciences*, *62*(2), 161-167. https://doi.org/10.1016/j.aoas.2017.11.003

Hibberd, A. A., Lyra, A., Ouwehand, A. C., Rolny, P., Lindegren, H., Cedgård, L., & Wettergren, Y. (2017). Intestinal microbiota is altered in patients with colon cancer and modified by probiotic intervention. *BMJ Open Gastroenterology*, *4*(1), e000145. https://doi.org/10.1136/bmjgast-2017-000145

Kiaalhosseini, F. S., & Dastar, B. (2023). Effect of Different Levels of Probiotic Primalac and Kappa-Carrageenan on Growth Performance, Gut Microbiota and Blood Parameters of Broiler Chickens. *Research Animal Production, 14*(3), 59-69. doi:10.61186/rap.14.41.59

Kango, N., Jana, U. K., Choukade, R., & Nath, S. (2022). Advances in prebiotic mannooligosaccharides. *Current Opinion in Food Science*, *47*, 100883. https://doi.org/10.1016/j.cofs.2022.100883

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2025-12-31]

[DOI: 10.61882/rap.2025.1523]

Lao, E. J., Dimoso, N., Raymond, J., & Mbega, E. R. (2020). The prebiotic potential of brewers' spent grain on livestock's health: a review. *Tropical Animal Health and Production*, *52*, 461-472. DOI: 10.1007/s11250-019-02120-9

Leygonie, C., Britz, T. J., & Hoffman, L. C. (2011). Oxidative stability of previously frozen ostrich Muscularis iliofibularis packaged under different modified atmospheric conditions. *International Journal of Food Science and Technology*, *46*(6), 1171-1178. https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2011.02603.x

Leygonie, C., Britz, T. J., & Hoffman, L. C. (2012). Impact of freezing and thawing on the quality of meat. *Meat Science*, *91*(2), 93-98. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.01.013

Markowiak, P., & Śliżewska, K. (2018). The role of probiotics, prebiotics and synbiotics in animal nutrition. *Gut pathogens*, *10*, 1-20. https://doi.org/10.1186/s13099-018-0250-0

Nasehi, B., Chaji, M., Ghodsi, M., & Puranian, M. (2015). Effect of diet containing probiotic on the properties of Japanese quail meat during the storage time. http://nsft.sbmu.ac.ir/browse.php?a_id=1525&sid=1&slc_lang=en

Olorunsola, R. A., Akinduti, P. A., Oso, A. O., Akapo, A. O., Eruvbetine, D., & Oyekunle, M. A. (2016). Effect of dietary supplementation with probiotics and prebiotics on haematological indices, serum chemistry and gut Salmonella count of broilers sourced from Salmonella-infected hatcheries in South-west zone of Nigeria. *American Journal of Experimental Agriculture*, *10*(1), 1-13. DOI: 10.9734/AJEA/2016/20076

Oso, A. O., Idowu, O. M. O., Haastrup, A. S., Ajibade, A. J., Olowonefa, K. O., Aluko, A. O., & Bamgbose, A. M. (2013). Growth performance, apparent nutrient digestibility, caecal fermentation, ileal morphology and caecal microflora of growing rabbits fed diets containing probiotics and prebiotics. *Livestock Science*, *157*(1), 184-190. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2013.06.017

Quezada-Mendoza, V. C., Heinrichs, A. J., & Jones, C. M. (2011). The effects of a prebiotic supplement (Prebio Support) on fecal and salivary IgA in neonatal dairy calves. *Livestock Science*, *142*(1-3), 222-228. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2011.07.015

Raabis, S., Li, W., & Cersosimo, L. (2019). Effects and immune responses of probiotic treatment in ruminants. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, *208*, 58-66. https://doi.org/10.1016/j.vetimm.2018.12.006

Seidavi, A., Tavakoli, M., Slozhenkina, M., Gorlov, I., Hashem, N. M., Asroosh, F., & Swelum, A. A. (2021). The use of some plant-derived products as effective alternatives to antibiotic growth promoters in organic poultry production: A review. *Environmental Science and Pollution Research*, *28*, 47856-47868. https://doi.org/10.1007/s11356-021-15460-7

Pogány Simonová, M., Chrastinová, Ľ., & Lauková, A. (2022). Enterocin 7420 and Sage in Rabbit Diet and Their Effect on Meat Mineral Content and Physico-Chemical Properties. *Microorganisms*, *10*(6), 1094. https://doi.org/10.3390/microorganisms10061094

Soltan, Y. A., Natel, A. S., Araujo, R. C., Morsy, A. S., & Abdalla, A. L. (2018). Progressive adaptation of sheep to a microencapsulated blend of essential oils: Ruminal fermentation, methane emission, nutrient digestibility, and microbial protein synthesis. *Animal Feed Science and Technology*, *237*, 8-18. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2018.01.004

Stella, A. V., Paratte, R., Valnegri, L., Cigalino, G., Soncini, G., Chevaux, E., & Savoini, G. (2007). Effect of administration of live Saccharomyces cerevisiae on milk production, milk composition, blood metabolites, and faecal flora in early lactating dairy goats. *Small Ruminant Research*, *67*(1), 7-13. https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.08.024

Timmerman, H. M., Mulder, L., Everts, H., Van Espen, D. C., Van Der Wal, E., Klaassen, G., & Beynen, A. C. (2005). Health and growth of veal calves fed milk replacers with or without probiotics. *Journal of Dairy Science*, *88*(6), 2154-2165. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)72891-5

Zhu, Q., Azad, M. A. K., Dong, H., Li, C., Li, R., Cheng, Y., & Kong, X. (2023). Sow-offspring diets supplemented with probiotics and synbiotics are associated with offspring's growth performance and meat quality. *International Journal of Molecular Sciences*, *24*(8),7668. [https://doi.org/10.3390/ijms24087668

Zhang, H., Wu, J., & Guo, X. (2016). Effects of antimicrobial and antioxidant activities of spice extracts on raw chicken meat quality. *Food Science and Human Wellness*, *5*(1), 39-48. https://doi.org/10.1016/j.fshw.2015.11.003

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2025-12-31]

[DOI: 10.61882/rap.2025.1523]