

## 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<sup>1</sup>, Taghi Qorchi<sup>2</sup>, Abdolhakim Toghderi<sup>3</sup>, Omid Eshayerizadeh<sup>4</sup> and Farzaneh Ganji<sup>5</sup>

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*, Protocin (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  $450 \pm 50$  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



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., Togheri, 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

## مقاله پژوهشی

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

خلف ال‌رجب<sup>۱</sup>، تقی قورچی<sup>۲</sup>، عبدالحکیم توغدری<sup>۳</sup>، امید عشایری‌زاده<sup>۴</sup> و فرزانه گنجی<sup>۵</sup>

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 مسئول: alrjbkhf78@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 زیست‌شناسی، دانشگاه گلستان، گرگان، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۳/۲۹

تاریخ ویرایش: ۱۴۰۴/۰۲/۱۹  
صفحه ۱۴۳ تا ۱۵۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۱/۲۰

## 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 تک‌مده‌ای 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 گونه‌های 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:** ۲۲ خرگوش از شیرگیری شده (۵۶ روزه؛ با وزن بدن  $450 \pm 50$  گرم) برای انجام آزمایش 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 قرار گرفتند 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  $b^*$  (زرردی) 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  $b^*$  (زرردی) 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

مختلف تولید با چالش‌های زیادی روبه‌رو هستند که بر سلامت دام و بهره‌وری تولید تأثیر منفی می‌گذارند. برای حداقل‌سازی اثرات این چالش‌ها در قدیم استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها، ولی امروزه ترکیبات متعددی به‌عنوان محرک

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

رشد و ایمنی به کار می روند؛ این راهبرد با تأمین مواد افزودنی خوراکی غیر آنتی بیوتیکی مانند پری بیوتیک، پروبیوتیک و سین بیوتیک برای حیوانات عملی شده است. پری بیوتیک ها موادی هستند که توسط میکروارگانیسم های مفید دستگاه گوارش حیوانات تجزیه و سبب افزایش رشد و فعالیت آن ها می شوند. پری بیوتیک ها از کربوهیدرات های غیر قابل هضم تشکیل شده اند که می توانند برای تعدیل تعادل و فعالیت های جمعیت های میکروبی در روده به حیوانات داده شوند (Lao et al., 2020). مانان-الیکوساکارید (MOS) و  $\beta$ -گلوکان پری بیوتیک هایی هستند که از دیواره سلولی مخمر ساکارومایسس سرویزیه استخراج می شوند. این افزودنی های 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).

پروبیوتیک ها باکتری هایی هستند که می توانند بهبود عملکرد گوارشی، افزایش سلامت و ایمنی، کاهش تنش و مقاومت در برابر بیماری ها را در حیوانات ایجاد کنند. خرگوش ها از جمله حیواناتی هستند که به دلیل داشتن دستگاه گوارش حساس و پیچیده، به استفاده از پری بیوتیک ها در تغذیه نیاز دارند. پری بیوتیک ها می توانند با کمک به تنظیم pH روده، افزایش تولید اسید بوتیریک، کاهش تولید آمونیاک و افزایش تولید ویتامین های گروه B، به بهبود فرآیند هضم خرگوش ها کمک کنند (Abd El-Aziz et al., 2021).

همچنین، پری بیوتیک ها می توانند با ایجاد تعادل میکروبی در روده، از رشد باکتری های مضر مانند *E. coli* و کلستریدیوم که سبب اسهال و مرگ خرگوش ها می شوند، جلوگیری کنند. ال عباسی و عبدل هادی (El-Abasy & Abdelhady, 2015) در پژوهش خود به تأثیر پری بیوتیک و پروبیوتیک بر رشد، پاسخ های ایمنی خونی و فراسنجه های خونی خرگوش های آلوده به پاستورلا مولتوسیدا اشاره کردند و دریافتند که تأثیر پری بیوتیک و پروبیوتیک و مخلوط آن ها بر خرگوش های سالم یا آلوده به *P. multocida* سبب بهبود رشد، پاسخ ایمنی سلولی، فراسنجه های 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 تنش های مدیریتی و محیطی قرار می گیرند که سبب عدم تعادل در اکوسیستم روده و ایمنی آن ها می شود. این عدم تعادل حیوانات را نسبت به عفونت های بیماری زای ناشی از بسیاری از ناهنجاری های گوارشی مانند اسهال، نفخ و اسیدوز، به ویژه در حیوانات در حال رشد حساس تر می کند (Hashem et al., 2017). معمولاً از آنتی بیوتیک ها برای کنترل عوامل بیماری زا و محافظت از سلامت روده استفاده می شود (Becattini et al., 2016). به هر حال، استفاده بلندمدت و سوءاستفاده از آنتی بیوتیک ها منجر به بروز مقاومت ضد میکروبی چندارویی شده است که سلامت انسان و حیوان را تهدید می کند. بنا بر این، این خطرات مرتبط با سلامت، کمیسیون اتحادیه اروپا را بر آن داشت تا در سال ۲۰۰۳ استفاده از آنتی بیوتیک ها را به عنوان محرک رشد در رژیم

غذایی حیوانات ممنوع کند (Oso et al., 2013). این وضعیت بین استفاده ممنوع از آنتی بیوتیک ها و نیاز به یافتن جایگزین های آنتی بیوتیک ایمن، پژوهشگران را وادار کرده است تا نقش زیستی برخی از افزودنی های خوراکی طبیعی با فعالیت های ضد میکروبی مانند پروبیوتیک ها، پری بیوتیک ها، اسیدهای آلی و عصاره های گیاهی را بررسی کنند (Olorunsola et al., 2016; Seidavi et al., 2021). در میان این افزودنی های خوراکی، پری بیوتیک ها، پروبیوتیک ها و سین بیوتیک ها ابزار مؤثری هستند. پروبیوتیک ها مانند لاکتوباسیلوس، استرپتوکوکوس، باسیلوس و ساکارومایسس، میکروارگانیسم های زنده ای هستند که می توانند به عنوان مکمل های خوراکی میکروبی مستقیم برای حفظ میکروفلور گوارشی استفاده شوند (Chen et al., 2021). آن ها می توانند در برابر بیماری های روده ای ناشی از عوامل بیماری زای روده ای مانند *شریشیا کلی* و *کلستریدیوم پرفرنجنس* مقاومت کنند (Timmerman et al., 2005). معمولاً پری بیوتیک های مورد استفاده در ترکیب سین بیوتیک منابع کربوهیدرات هستند. به هر حال، پژوهش های اخیر بر امکان گنجاندن پلی فل ها و اسیدهای چرب به عنوان پری بیوتیک ها تأکید کرده اند که نه تنها به بهبود عملکرد حیوانات کمک می کنند، بلکه محصولات حیوانی کاربردی را نیز تولید می کنند. علاوه بر این، این مواد گیاهی منشأ شده دارای فعالیت های ضد میکروبی هستند، تخمیر سکوم را تعدیل می کنند، تولید اسید چرب با زنجیره کوتاه را بهبود می بخشند و در نتیجه بر رشد کل حیوانات تأثیر می گذارند (El-Hashem et al., 2017; Desoky et al., 2017). با در نظر گرفتن موارد فوق، این آزمایش برای بررسی عملکرد ویژگی های لاشه، رنگ سنجی گوشت و جمعیت میکروبی محتویات روده خرگوش در حال رشد که با پری بیوتیک ها، پروبیوتیک ها و سین بیوتیک ها تغذیه می شوند، طراحی شد.

### مواد و روش ها

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  $450 \pm 50$  گرم) برای انجام آزمایش انتخاب شدند. خرگوش ها در قالب یک طرح کاملاً تصادفی به چهار تیمار با هشت تکرار به صورت انفرادی قرار گرفتند. قبل از شروع آزمایش، سالن نگهداری خرگوش ها، دان خوری ها و آب خوری ها کاملاً شسته شدند و بعد دیوارها و کف سالن با آب آهک ضد عفونی شدند. جهت مبارزه با انگل های داخلی در همه خرگوش ها، ۰/۵ میلی لیتر آیورمکتین به هر سر خرگوش به صورت زیر جلدی تزریق شد. جیره های 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 پری بیوتیک (ایران، مانان-الیکوساکارید) (۰/۲) درصد و ۴- جیره پایه پروبیوتیک (۰/۰۲) درصد و پری بیوتیک (۰/۲) درصد. جیره های آزمایشی با توجه به میانگین سن خرگوش ها و بر اساس جداول استاندارد NRC (۱۹۷۷) تهیه شدند. جیره ها به طور کاملاً مخلوط و به مقدار

## 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 مدل CAM-System 500 Tintometer GmbH ساخت شرکت 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.

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.

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

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

هر کیلوگرم از مکمل ویتامینه شامل ۱۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۹۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D<sub>3</sub> و ۵۰ میلی‌گرم واحد بین‌المللی ویتامین E. ویتامین K ۲ میلی‌گرم، ویتامین B<sub>۱</sub> ۲ میلی‌گرم، ویتامین B<sub>۲</sub> 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 D<sub>3</sub>, 900 IU; vitamin E, 50 mg; vitamin K, 2 mg; vitamin B<sub>1</sub>, 2 mg; folic acid, 5 mg; pantothenic acid, 20 mg; vitamin B<sub>6</sub>, 2 mg; choline, 1.2 g; vitamin B<sub>12</sub>, 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  $20 \times 16$  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

تا احتمال بروز آلودگی توسط عوامل محیطی از بین برود. پلیت ها به مدت ۴۸ ساعت درون انکوباتور با دمای °C ۳۷ قرار گرفتند. سپس جمعیت کلنی ها در زیر کلنی کانتیر شمارش گردید. انتخاب رقت مناسب بر اساس تعداد کلنی های تشکیل شده بر روی پلت (بین ۳۰ تا ۳۰۰ کلنی) انجام گرفت. سرانجام، نتایج شمارش در عکس رقت ضرب شدند و پس از تبدیل به داده های 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 داده های حاصل با کمک نرم افزار SAS نسخه ۹/۱ با استفاده از مدل آماری زیر تجزیه شدند:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

در این رابطه،  $Y_{ij}$  مقدار هر مشاهده،  $\mu$  میانگین مشاهدات،  $T_i$  اثر تیمار آزمایشی و  $e_{ij}$  خطای آزمایش بودند. مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح معنی داری ۰/۰۵ انجام شد.

### نتایج و بحث

بررسی عملکرد لاشه و وزن اندام های داخلی خرگوش های تغذیه شده با پروبیوتیک ها، پری بیوتیک ها و سین بیوتیک در (جدول ۲) آورده شده است. اثر مصرف مکمل های پروبیوتیک، پری بیوتیک و سین بیوتیک بر صفات لاشه خرگوش به جز شاخص وزن کلیه و قلب معنی دار بودند. افزایش وزن به دلیل مصرف ماده خشک بیشتر در تیمارهای آزمایشی با مقایسه با تیمار شاهد است (جدول ۲). ال سای و همکاران (El-Sawy et al., 2021) در پژوهش خود بر روی تأثیر مکمل ساکارومایسس سرویزیه بولاردی به عنوان پروبیوتیک بر عملکرد تولیدی و بازده اقتصادی خرگوش های در حال رشد گزارش کردند که وزن لاشه گرم و درصد لاشه خرگوش هایی که ۰/۴ گرم/کیلوگرم مکمل دریافت کردند در مقایسه با گروه شاهد افزایش یافت. ال بادوی و همکاران (El-Badawi et al., 2017) در پژوهش خود روی عملکرد رشد

خرگوش سفید نیوزیلاندی تغذیه شده با رژیم غذایی مکمل با باکتری های 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. عبدل العزیز و همکاران (Abd El-Aziz et al., 2021) روی مخمر به عنوان 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 ال متی 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 پاسخ های متابولیک خرگوش های در حال رشد گزارش کردند که تغذیه خرگوش ها با سین بیوتیک (مانان-الیگوساکارید و مخلوط پروبیوتیک استافیلوکوکوس سرویزیه، لاکتوباسیلوس/اسیدوفیلوس، استرپتوکوکوس فیسیس و میکروارگانسیم های مصرف کننده لاکتیک) در غلظت ۰/۵ گرم بر کیلوگرم جیره های غذایی، تولید لاشه گرم را افزایش داد که با پژوهش حاضر مطابقت دارد. برعکس، ال دیب و همکاران (۲۰۲۳) هیچ تفاوتی در صفات لاشه خرگوش های مکمل با ۰/۵، ۰/۷۵ و ۱/۰ گرم بر کیلوگرم جیره سین بیوتیک ( $\beta$ -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 مکمل های پروبیوتیک بر عملکرد رشد، استفاده از مواد مغذی و ویژگی های لاشه خرگوش چینچایلا در حال رشد به این نتیجه رسیدند که دریافت مکمل های غذایی با پروبیوتیک در جیره های خرگوش، تأثیر معنی داری بر صفات لاشه نداشت. در آزمایش حاضر، وزن لاشه در تیمار پروبیوتیک و سین بیوتیک نسبت به تیمار شاهد معنی دار و افزایش داشت که این اختلاف احتمالاً به دلیل نوع پروبیوتیک و سین بیوتیک بود. سین بیوتیک اثرات هم افزایی بر مصرف خوراک و اکثر صفات لاشه داشت.

جدول ۲- وزن اندام های خرگوش های تغذیه شده با جیره های پروبیوتیک و پری بیوتیک (گرم)

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

<sup>a-b-c</sup> میانگین های هر ردیف با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی داری هستند ( $P < 0.05$ ).

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

## 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 این که 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 (Dalle Zotte; Dal Bosco et al., 2002). نتایج مقادیر  $a^*$ ، مقادیر گزارش‌شده توسط

سایر نویسندگان را تأیید 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 منجر به 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). سیمونو 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 ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) 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 آزمایشی در روز اول تغییرات در رنگ گوشت خرگوش‌ها مشاهده نشد که این امر نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار بود. با گذشت 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

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

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)

| p-value | SEM   | 1 ماه               | 72 ساعت             | 24 ساعت             | فراسنجه‌ها<br>Parameters |
|---------|-------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0.000   | 0.916 | 64.669 <sup>c</sup> | 66.750 <sup>b</sup> | 78.738 <sup>a</sup> | L                        |
| 0.032   | 0.965 | 4.506 <sup>b</sup>  | 5.356 <sup>a</sup>  | 4.637 <sup>b</sup>  | a                        |
| 0.0159  | 0.605 | 2.656 <sup>c</sup>  | 3.406 <sup>b</sup>  | 4.644 <sup>a</sup>  | b                        |

مشاهده شد که سین‌بیوتیک‌ها میزان باکتری‌های هوازی را به‌طور غیرقابل توجهی افزایش دادند. همان‌طور که مشاهده می‌شود، تیمارهای آزمایشی به‌طور قابل توجهی جمعیت کلی فرم‌ها را در دستگاه گوارش کاهش داده‌اند. همچنین، در این مطالعه مشاهده شد که سین‌بیوتیک‌ها میزان باکتری

## 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

ایمنی به روش RT-PCR در بره های شیرخوار گزارش کردند که سین بیوتیک ها سبب افزایش باکتری های مفید و کاهش جمعیت *E. coli* در مدفوع در طول زمان آزمایش شدند. در روده ها، باکتری های بیماری زا و میکروب های پروبیوتیک برای منابع مبارزه می کنند. این امر با مهار رشد میکروارگانیسم های مضر در روده کوچک و محدود کردن جذب مواد معدنی، سرعت رشد و بازده خوراک را افزایش می دهد. وقتی باکتری های اسیدلاکتیک لاکتوز را تجزیه می کنند، pH به سطحی کاهش می یابد که باکتری های مضر نتوانند زندگی کنند که سبب افزایش فعالیت آنزیم روده و هضم غذایی می شود (Ezzat et al., 2024; Bondar et al., 2023; Bamigbade et al., 2022). در آزمایش حاضر، تیمارهای اعمال شده اختلاف معنی داری با تیمار شاهد از نظر مقدار مقدار اسیدلاکتیک داشتند که اثر مثبت تیمارها بر فلور میکروبی روده را نشان می دهد. سین بیوتیک اثرات هم افزایی بر کاهش کلی فرم ها و افزایش اسیدلاکتیک داشت.

اسیدلاکتیک را به میزان قابل توجهی افزایش دادند. به علاوه، سین بیوتیک ها به طور غیر معنی داری سبب افزایش میزان باکتری های هوازی در جمعیت میکروبی محتویات روده شدند. همچنان که مشاهده می شود، تیمارهای آزمایشی به طور معنی داری جمعیت کلی فرم های دستگاه گوارش را کاهش دادند. همچنین، سین بیوتیک ها به طور معنی داری سبب افزایش میزان باکتری های اسیدلاکتیکی شدند (Quezada-Mendoza et al., 2011). در استفاده از پروبیوتیک ها به این نتیجه رسیدند که استفاده از این افزودنی ها سبب افزایش در مقدار لاکتوباسیل ها و کاهش در کلی فرم ها گردید و در هیچ کدام اثرات متقابل معنی دار نشده بودند (Hibberd et al., 2017). همچنین پروبیوتیک ها می توانند با میزان 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 سین بیوتیک بر عملکرد، مورفولوژی روده، جمعیت میکروبی محتویات روده، متابولیت های خونی و میزان بیان ژن های التهابی سیستم

جدول ۵- میکروفلور سکوم (درلگاریتم ۱۰ ارگانیسم ها/گرم وزن تر) خرگوش های تغذیه شده با رژیم غذایی حاوی پروبیوتیک ها و پری بیوتیک ها به مدت ۵۶ روز

| P-Value | SEM  | سین بیوتیک<br>Synbiotic | پری بیوتیک<br>Prebiotic | پروبیوتیک<br>Probiotic | شاهد<br>Control   | پارامترها<br>Parameters                       |
|---------|------|-------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------|-----------------------------------------------|
| 0.102   | 0.26 | 5.11 <sup>a</sup>       | 4.12 <sup>b</sup>       | 4.52 <sup>b</sup>      | 4.33 <sup>b</sup> | تعداد کل باکتری<br>Total bacterial count      |
| 0.042   | 0.42 | 3.11 <sup>b</sup>       | 3.64 <sup>b</sup>       | 3.57 <sup>b</sup>      | 5.02 <sup>a</sup> | کلی فرم ها<br>Coliform spp.                   |
| 0.0001  | 0.26 | 4.97 <sup>a</sup>       | 3.56 <sup>b</sup>       | 4.12 <sup>a</sup>      | 2.59 <sup>c</sup> | باکتری های اسیدلاکتیک<br>Lactic acid bacteria |

<sup>a-b-c</sup> میانگین های هر ردیف با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی داری هستند ( $P < 0.05$ ).

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

تجاری توصیه می شود. به هر حال، درک نقش تنظیمی سین بیوتیک های فعلی بر سلامت روده و مکانیسم عمل نیاز به مطالعه بیشتر دارد.

### تشکر و قدردانی

به این وسیله، نویسندگان از دانشکده علوم دامی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان به خاطر فراهم نمودن امکانات لازم برای انجام تحقیق حاضر تشکر و قدردانی می نمایند. نتایج پژوهش حاضر از پایان نامه دکتری تغذیه دام و طیور دانشکده علوم دام استخراج شده اند.

### 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 Elsayy, B., Elbadwy, Y., & Elsyed, I. (2021). Impact of *Saccharomyces cerevisiae* bouldardii 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

### نتیجه گیری کلی

براساس یافته های این مطالعه، افزودن ۰/۰۲ درصد گرم به ازای هر کیلوگرم جیره از ترکیب پروبیوتیک، ۰/۲ درصد گرم به ازای هر کیلوگرم جیره پری بیوتیک (مانان الیگوساکارید) و مخلوط آن ها به عنوان پروبیوتیک و پری بیوتیک برای افزایش عملکرد رشد، خوراک مناسبی بود و سبب بهبود صفات لاشه، رشد جمعیت میکروبی روده شد. سین بیوتیک اثرات هم افزایی نشان داد که می تواند راه را برای پرورش پایدار خرگوش هموار کند و یک رویکرد امیدوارکننده برای به حداقل رساندن استفاده از آنتی بیوتیک ها باشد؛ بنا بر این، برای استفاده در پرورش خرگوش تحت شرایط تولید

- Abo El-Maaty, H., Dorra, T. M., & Hanafy, A. F. (2018). Efficiency of utilizing 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/Ejournal/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  $\beta$ -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 Probiotics 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 phytogetic 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.aos.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 manooligosaccharides. *Current Opinion in Food Science*, 47, 100883. https://doi.org/10.1016/j.cofs.2022.100883

- 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.sbm.ac.ir/browse.php?a\\_id=1525&sid=1&slc\\_lang=en](http://nsft.sbm.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., Hastrup, 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., Chrástínová, E., & 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](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>