



دانشکده کشاورزی
گروه پرورش و مدیریت طیور

اصلاحیه گزارش نهایی طرح پژوهشی

عنوان: مقایسه اثر پروبیوتیک‌های تولید جهاد دانشگاهی با آنتی‌بیوتیک و پروبیوتیک‌های تجاری بر عملکرد جوجه‌های گوشتی

مجری: دکتر شعبان رحیمی

همکاران:

- 1- دکتر محمد امیر کریمی ترشیزی
- 2- دکتر محدثه رضانی
- 3- دکتر مهدی مشتاقی نیکو
- 4- دکتر علیرضا بهنامی‌فر
- 5- مهندس نازنین سلطانی
- 6- مهندس شکیبا عربگل
- 7- مهندس نیما احمد پور بیجارپس

این طرح به سفارش مرکز ملی ذخایر ژنتیک و زیستی ایران انجام شده است.

اسفند 1402



گزارش نهایی طرح پژوهشی

مقایسه اثر پروبیوتیک‌های تولید جهاد دانشگاهی با آنتی‌بیوتیک و پروبیوتیک‌های تجاری بر عملکرد جوجه‌های گوشتی

مجری طرح: دکتر شعبان رحیمی

همکاران طرح:

نام و نام خانوادگی	شغل	درجه علمی	نوع همکاری
دکتر محمد امیر کریمی ترشیزی	عضو هیئت علمی گروه پرورش و مدیریت طیور دانشگاه تربیت مدرس	دانشیار	مشاور تغذیه و آزمایشگاه
دکتر محدثه رضانی	عضو هیات علمی مرکز ملی ذخایر ژنتیکی و زیستی ایران	استادیار	مشاور میکروبیولوژی و تولید پروبیوتیک
دکتر مهدی مشتاقی نیکو	عضو هیات علمی مرکز ملی ذخایر ژنتیکی و زیستی ایران	مربی پژوهشی	مشاور میکروبیولوژی و تولید پروبیوتیک
دکتر علیرضا بهنامی‌فر	دانش‌آموخته دکتری علوم طیور از دانشگاه تربیت مدرس	دکترای علوم طیور	همکاری در کلیه مراحل اجرای طرح
مهندس نازنین سلطانی	دانشجوی دکتری فیزیولوژی دام و طیور دانشگاه تربیت مدرس	کارشناسی ارشد علوم طیور	همکاری در کلیه مراحل اجرای طرح
مهندس شکیبا عربگل	دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیولوژی دام و طیور	کارشناسی علوم دامی	همکاری در کلیه مراحل اجرای طرح
مهندس نیما احمد پور بیجارپس	دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیولوژی دام و طیور	کارشناسی علوم دامی	همکاری در کلیه مراحل اجرای طرح

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی اثر پروبیوتیک‌های تولید مرکز ملی ذخایر ژنتیکی و زیستی ایران، آنتی‌بیوتیک و پروبیوتیک‌های تجاری بر عملکرد، فراسنجه‌های خونی، جمعیت میکروبی و بافت‌شناسی روده کوچک جوجه‌های گوشتی انجام شد. در این آزمایش از 420 قطعه جوجه گوشتی سویه آرین در 40 واحد آزمایش با هشت تیمار و پنج تکرار 10 قطعه‌ای در قالب طرح کاملاً تصادفی به مدت 42 روز استفاده شد. تیمارها شامل: گروه شاهد فاقد هر گونه افزودنی، پروبیوتیک‌های تولید جهاد دانشگاهی شامل: فرمولاسیون 1، 3 و 4 به ترتیب به مقدار 500، 300 و 500 گرم در هر هزار لیتر به آب آشامیدنی و فرمولاسیون 2 به میزان یک کیلوگرم در هر تن خوراک در تمام دوره پرورش؛ گروه دیگر پروبیوتیک تجاری Bio Poul به میزان 100 و 75 گرم در هر 1000 لیتر آب آشامیدنی به ترتیب در روزهای 0 تا 10 و پس از 10 روزگی؛ گروه بعدی پروبیوتیک لاکتوفید از 0 تا 21 روزگی به میزان 200 گرم در تن و از 21 روزگی تا زمان کشتار به میزان 100 گرم در هر تن خوراک مصرفی و گروه آخر تیمار 10٪ آنتی‌بیوتیک آشامیدنی اکسی‌تراسایکلین که به مدت سه روز اول هر دوره پرورش بودند.

نتایج نشان داد که بیشترین افزایش وزن در گروه‌های آنتی‌بیوتیک، فرمولاسیون 4 و لاکتوفید و کمترین خوراک مصرفی در گروه‌های شاهد، بیوپول و فرمولاسیون 3 بود ($P<0/05$). همچنین بهترین ضریب تبدیل در دو تیمار فرمولاسیون 3 و آنتی‌بیوتیک و بالاترین شاخص تولید در گروه‌های آنتی‌بیوتیک، فرمولاسیون 4 و فرمولاسیون 3 مشاهده شد ($P<0/01$). همچنین جمعیت باکتری‌های هوازی و اشریشیاکلی در محتویات سکوم گروه‌های پروبیوتیک و گروه شاهد نسبت به سایر گروه‌ها کاهش نشان دادند ($P<0/01$). این اثرات به نوعی دیگر با بهبود شرایط روده مانند افزایش طول پرز دوازدهه مورد تایید قرار گرفت ($P<0/05$). کاهش غلظت LDL و کلسترول سرم خون جوجه‌ها در گروه فرمولاسیون 4 ($P<0/05$) و کاهش اکسیداسیون گوشت در گروه‌های فرمولاسیون 3 و 2 همراه با گروه شاهد از دیگر تاثیرات مثبت پروبیوتیک‌های نوین بود ($P<0/05$). در سنجش سیستم ایمنی همورال بیشترین عیار پادتن کل و سطح IgM علیه SRBC مربوط به گروه فرمولاسیون 1 و بیشترین سطح IgY در گروه لاکتوفید مشاهده شد، همچنین بیشترین میزان پادتن تولید شده علیه آنتی‌ژن نیوکاسل در 42 روزگی به ترتیب در گروه‌های فرمولاسیون 2، 4، 1 و آنتی‌بیوتیک ملاحظه شد ($P<0/05$).

نتایج کلی این مطالعه نشان می‌دهد که اثر پروبیوتیک‌های تولید مرکز ملی ذخایر ژنتیکی و زیستی ایران منجر به بهبود عملکرد، سیستم ایمنی و شرایط روده جوجه‌های گوشتی می‌گردد و در بالا رفتن کیفیت گوشت تولیدی نیز اثر مثبت دارد.

کلمات کلیدی: آنتی‌بیوتیک، پروبیوتیک، جوجه گوشتی، سیستم ایمنی، عملکرد

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
بخش اول	
مقدمه.....	9
1-1 مقدمه.....	10
بخش دوم	
1-2 روش پژوهش و مراحل انجام طرح.....	13
1-1-2 محل و زمان انجام آزمایش.....	14
2-1-2 آماده سازی سالن.....	14
3-1-2 مدیریت پرورش.....	14
4-1-2 برنامه واکسیناسیون.....	15
2-2 پرندگان و گروه های آزمایشی.....	15
3-2 مدل آماری طرح.....	16
4-2 جیره های غذایی.....	17
5-2 آزمایش های مزرعه ای.....	18

1-5-2 میانگین وزن

18.....زنده

2-5-2 خوراک

18.....مصرفی

3-5-2

18.....ضریب تبدیل

19.....4-5-2 تلفات

5-5-2 شاخص تولید

19.....اروپایی

6-2 متغیرهای اندازه‌گیری شده در رابطه با عملکرد سیستم

19.....ایمنی

1-6-2 ارزیابی ایمنی

19.....همورال

1-1-6-2 تزریق گلبول قرمز گوسفند (SRBC) و تعیین عیار پادتن تولیدشده علیه

19.....آن

2-1-6-2 تعیین عیار پادتن علیه ویروس

20.....نیوکاسل

2-6-2 ایمنی

21.....سلولی

2-6-2-1 حساسیت ریش جوجه‌ها به تزریق

21.....فیتوهماگلوتنین

2-6-2-2 پاسخ به دی نیتروکلرو

21.....بنزن

7-2 وزن نسبی اندام‌ها و اجزای

21.....لاشه

8-2 ارزیابی جمعیت میکروبی

روده.....22

8-2-1 جمع‌آوری نمونه جهت کشت میکروبی.....22

8-2-2 اندازه‌گیری جمعیت

میکروبی.....22

8-2-2-1 تهیه محیط

کشت.....22

8-2-2-2 شمارش

کلنی.....22

9-2 مورفولوژی روده.....23

9-2-1 تهیه نمونه برای بررسی‌های مورفولوژی روده و تثبیت نمونه‌های روده.....23

9-2-2 اندازه‌گیری ارتفاع پرزهای روده باریک و عمق

کریپت‌ها.....23

9-2-2-1 آماده‌سازی

نمونه‌ها.....23

9-2-2-2 پاساژ

بافت.....23

9-2-2-3 رنگ

آمیزی.....25

9-2-2-4 مراحل اصلی در رنگ

آمیزی.....25

9-2-2-5 روش رنگ‌آمیزی هماتوکسیلین و

اُئوزین.....25

6-2-9-2 اندازه‌گیری ابعاد پرزها و عمق کریپت‌ها و شمارش گابلت سل-
ها.....26

10-2 سنجش کیفیت
گوشت.....26

1-10-2 ظرفیت نگهداری
آب.....26

2-10-2 اُفت
پخت.....27

3-10-2 غلظت مالون دی آلدهید.....27

بخش سوم

نتایج.....
28

1-3 عملکرد (میانگین وزن بدن، خوراک مصرفی و ضریب تبدیل خوراک).....29

1-1-3 میانگین وزن
زنده.....29

2-1-3 خوراک
مصرفی.....31

3-1-3 ضریب تبدیل خوراک
.....33

4-1-3 شاخص اروپایی
.....34

3-2 فراسنجه های خونی
.....35

3-3 وزن نسبی قسمت‌های مختلف لاشه.....37

- 3-4 وزن نسبی اندام‌های درونی.....37
- 3-5 طول قسمت‌های مختلف روده.....38
- 3-6 سیستم ایمنی سلولی و همورال.....39
- 3-7 کیفیت گوشت.....41
- 3-7-1 اکسیداسیون گوشت ران و سینه.....41
- 3-7-2 ظرفیت نگهداری آب و افت پخت.....42
- 3-8 جمعیت باکتری‌های محتویات سکوم.....43
- 3-9 ساختار استخوان.....44
- 3-10 مورفولوژی روده.....46
- 3-10-1 دوازدهه.....46
- 3-10-2 ژژونوم.....47
- 3-10-3 ایلئوم.....48
- نتیجه‌گیری.....49
- فهرست منابع.....50

بخش اول

مقدمه

1-1- مقدمه

افزایش روزافزون جمعیت و احتیاج به منابع غذایی برای مصرف انسانی و همچنین تحقق امنیت غذایی در کشورهای جهان، باعث افزایش تولیدات کشاورزی شده است. در میان سایر بخش‌های کشاورزی، صنعت طیور رشد قابل‌ملاحظه‌ای داشته است. این افزایش تولید و مصرف تولیدات طیور به دلیل ارزان‌تر و سالم‌تر بودن این منبع پروتئینی نسبت به گوشت قرمز بوده است. از این رو افراد زیادی به دلیل بازگشت سریع سرمایه این صنعت، مشتاق به تولید و پرورش طیور گوشتی شده‌اند. از طرفی افزایش تقاضا برای مصرف گوشت طیور، باعث فشار بیشتر به صنعت تولید طیور گوشتی، و به دنبال آن فشار بیشتر به پرندگان برای افزایش عملکرد آن‌ها شده است. این فشار مضاعف موجب بروز اختلالات فراوانی در پرورش طیور گوشتی شده که رسیدن به وزن مطلوب بازار را دشوارتر می‌کند. به همین دلیل، داشتن بدنی سالم و کارآمد برای حمایت از این سرعت رشد و بهبود سیستم ایمنی در جوجه‌های گوشتی ضرورت دارد.

امروزه اهمیت سلامت سیستم گوارش به عنوان دستگاهی که پشتیبانی از رشد را با توجه به نقشی که در گوارش، جذب غذا و حفظ سلامت پرنده دارد، بیش از گذشته روشن شده است. به همین دلیل توجه محققین زیادی در سرتاسر جهان به آن جلب شده است (Sarangi et al., 2016). در همین راستا برای

چندین دهه آنتی‌بیوتیک‌ها در صنعت پرورش طیور به‌طور گسترده‌ای برای بهبود رشد، بازده خوراک و سلامت عمومی استفاده شده‌اند. اگرچه درمان آنتی‌بیوتیکی در برابر بیماری‌های عفونی مؤثر است، با این حال مصرف مداوم و طولانی‌مدت مقادیر تحت‌درمانی آنتی‌بیوتیک‌ها می‌تواند باعث بروز مقاومت دارویی در پرنده و مصرف‌کننده شود که این خود دلیلی بر نگرانی‌های مصرف‌کنندگان در برابر مصرف تولیدات طیور صنعتی می‌باشد. به همین دلیل استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها در صنعت طیور به‌طور فزاینده‌ای با محدودیت‌ها و ممنوعیت‌هایی مواجه شده است و تحقیقات زیادی برای یافتن جایگزینی مناسب برای آن‌ها صورت گرفته است. از جایگزین‌های پیشنهادی برای آنتی‌بیوتیک‌های محرک رشد می‌توان پروبیوتیک‌ها، پری‌بیوتیک‌ها، سین‌بیوتیک‌ها، اسانس‌های گیاهی، اسیدیفایرها، آنزیم‌ها و باکتریوفاژها را نام برد که در اینجا مختصراً به نقش پروبیوتیک‌ها در پیشگیری و کنترل بیماری‌های عفونی و حفاظت از سلامت طیور اشاره می‌شود:

برای پروبیوتیک‌ها می‌توان تعاریف متفاوتی را به کار برد، که نقطه‌نظر مشترک تمام این تعاریف در تأکید بر زنده‌بودن آن‌ها است. پروبیوتیک‌ها به‌عنوان میکروارگانیسم‌های زنده‌ای که با بهبود تعادل میکروبی دستگاه گوارش اثرات سودمندی بر میزبان دریافت‌کننده بر جای می‌گذارند شناخته شده‌اند. اسیدهای چرب با زنجیره کوتاه تولیدشده توسط میکروبیوتای روده یکی از عوامل مهم برهمکنش بین میکروارگانیسم‌های روده و باکتری‌های بیماری‌زا هستند (Budden *et al.*, 2017). اثرات مثبت پروبیوتیک‌ها بر میزبان عمدتاً از طریق سه مکانیسم اعمال می‌گردد که شامل: 1- حذف رقابتی 2- خاصیت ضد باکتریایی و 3- تحریک سیستم ایمنی است (Ohimain and Ofongo, 2012). مهم‌ترین مکانیسمی که می‌توان برای پروبیوتیک‌ها خاطرنشان کرد، حذف رقابتی است که از طریق رقابت بر سر مکان‌های اتصال به مخاط روده و مواد مغذی در دسترس عمل می‌کنند (Cox and Dalloul, 2015a). پروبیوتیک‌ها همچنین می‌توانند با تولید باکتریوسین و کولیسین باعث کاهش زنده‌مانی باکتری‌های بیماری‌زا شوند و با محافظت از پرزهای روده، باعث افزایش کارایی در دفع مواد سمی تولید شده توسط باکتری‌های بیماری‌زا از بدن پرنده شوند (Hume, 2011). پروبیوتیک‌ها برای ارتقای کارایی صنعت طیور و عملکرد و سلامت حیوانات با هدف قراردادن کارایی رشد، پیشگیری از بیماری و بهبود استفاده از خوراک مورد استفاده قرار گرفته‌اند. برخی از مطالعات نشان

داده که پروبیوتیک‌ها هیچ خطری بر سلامت انسان و دام و محیط زیست ندارند. از جمله مهم‌ترین مزیت پروبیوتیک‌ها این است که برخلاف آنتی‌بیوتیک‌ها هیچ باقی‌مانده دارویی ندارند و باعث مقاومت آنتی‌بیوتیکی در مصرف‌کننده نمی‌شوند (Abd-El-Rahman *et al.*, 2012).

پروبیوتیک‌ها در ایران از دیرباز استفاده می‌شده‌اند، و در گذشته تقریباً تمام پروبیوتیک‌های مصرفی ایران از خارج از کشور وارد شده است. با این حال با توانمندسازی صنایع تولیدی و حمایت‌ها و پشتکار فعالان در این صنعت فراورده‌های پروبیوتیک نوظهور در ایران روز به روز در حال افزایش است. طولانی‌بودن فاصله زمانی بین تولید و بسته‌بندی محصولات پروبیوتیکی در کشورهای صادر کننده، حمل دریایی، انبارداری و توزیع بین مصرف‌کنندگان احتمالاً باعث کاهش کیفیت و کارآمدی نمونه‌های وارداتی می‌شود. از طرف دیگر وقتی محصولی کاملاً متکی به واردات باشد باعث افزایش خروج ارز از کشور شده و هزینه مصرف آن را به طور فزاینده‌ای افزایش خواهد داد. از نظر امنیتی و پدافند غیرعامل نیز می‌توان به این نکته اشاره کرد که اگر کاملاً این فراورده‌ها از خارج وارد شوند، احتمال دارد که از دیدگاه بیوتروریسم و اگروتروریسم به طور عمده به عوامل بیماری‌زا آلوده شده و همانند یک سلاح بیولوژیک، چرخ صنعت تولید و پرورش طیور در ایران را از حرکت باز دارند و ضربه سنگینی به تأمین امنیت غذایی و اقتصاد کشور وارد سازند.

در طی این سال‌ها تولیدکنندگان داخلی زیادی، محصولات پروبیوتیک خود را راهی بازار مصرف کرده‌اند که طبق کاتالوگ‌های موجود در سطح تئوری عملکرد مشابه با نمونه‌های خارجی و چه‌بسا بهتر از آن‌ها را از خود نشان داده‌اند. بنابراین برای حصول اطمینان کیفیت این محصولات داخلی بهتر است که آن‌ها را در شرایط مزرعه‌ای مورد آزمون قرار داد. توصیه می‌شود تا برای رسیدن به نتیجه دقیق و بدون جهت‌دهی، آزمایش این محصولات در شرایط پرورشی کاملاً ایزوله مانند مراکز دانشگاهی و علمی انجام شود تا تأثیر فراورده‌های تولیدی داخلی بر سلامت پرنده و نهایتاً مصرف‌کنندگان، مورد ارزیابی دقیق قرار گیرد. اگر این محصولات از کیفیت مورد نظر برخوردار بودند، می‌توان از آن‌ها به عنوان جایگزینی مناسب برای فراورده‌های خارجی مشابه یاد کرد تا از آن‌ها در صنعت پرورش طیور کشور استفاده شود. از جمله مزیت‌هایی که در استفاده از این محصولات می‌توان به آن اشاره کرد عبارتند از:

1- حمایت از تولید داخل

2- افزایش اشتغال‌زایی

3- استفاده از فراورده تازه‌تر و سالم‌تر

4- کاهش هزینه خرید و حمل‌ونقل

5- کاهش خروج ارز از کشور

6- پشتیبانی خدمات پس از فروش

لذا آزمایش پیشرو به مقایسه اثر چند محصول پروبیوتیک تولید مرکز ملی ذخایر ژنتیکی و زیستی ایران با آنتی‌بیوتیک محرک رشد و برخی پروبیوتیک‌های موجود در بازار ایران بر شاخص‌های عملکردی، ایمنی، ریخت‌شناسی و جمعیت میکروبی روده در جوجه‌های گوشتی پرداخته است.

بخش دوم

روش پژوهش و مراحل انجام طرح

2-1-1- روش پژوهش و مراحل انجام طرح

2-1-1-1- محل و زمان انجام طرح

این طرح از آذر ماه 1402 تا اسفند همان سال در سالن‌های مرغداری تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس انجام شد.

2-1-1-2- آماده‌سازی سالن

ابتدا کلیه قسمت‌های سالن پرورش اعم از کف و دیوارها، لوازم مورد استفاده، دانخوری‌ها، آبخوری‌ها و سایر لوازم و وسایل مرغداری به وسیله آب شستشو و بعد با محلول فرمالین 10٪ ضدعفونی گردید. بعد از آن می‌شده‌اند، تمامی وسایل مورد نیاز از قبیل آبخوری و دانخوری مورد نیاز در هفته اول، بعد از شستشو و ضدعفونی در داخل سالن‌ها قرار داده شدند. سپس برای ضدعفونی قسمت‌های غیرقابل شستشو و اطمینان بیشتر، کل سالن با استفاده از بلوک آجر فرمالین گاز داده شد (ضدعفونی گردید). سپس سلامت وسایل گرمایشی و هواکش‌های سالن مورد بررسی قرار گرفت و بخاری‌ها دو روز قبل از ورود جوجه‌ها برای رسیدن دمای سالن به حد مطلوب روشن شدند.

2-1-3- مدیریت پرورش

پیش از ورود جوجه‌ها دمای سالن پرورشی با روشن کردن منابع حرارتی به 32 درجه سلسیوس رسید. جوجه‌ها به هنگام ورود به سالن، به صورت تصادفی درون پن‌های آزمایشی قرار گرفتند و جیره‌های آزمایشی و آب در اختیار آن‌ها قرار داده شد. لازم به ذکر است که در 24 ساعت ابتدای ورود جوجه‌ها از آب شکر 5٪ و مکمل معدنی و ویتامینه استفاده گردید. در روز اول جوجه‌ها تحت تأثیر 24 ساعت روشنایی قرار گرفتند و پس از آن تا پایان دوره برنامه نوری سالن، طبق راهنمای مدیریت پرورش جوجه گوشتی آراین تنظیم گردید.

2-1-4- برنامه واکسیناسیون

برنامه واکسیناسیون بر اساس توصیه اداره دامپزشکی منطقه، طبق جدول (2-1) اجرا شد. دمای سالن بعد از واکسیناسیون 1 تا 2 درجه سلسیوس افزایش داده شد. لازم به ذکر است که پس از هر بار واکسیناسیون به منظور جلوگیری از تنش، مولتی ویتامین در اختیار پرندگان قرار گرفت.

جدول 2-1. برنامه و نحوه واکسیناسیون گروه‌های آزمایشی

سن (روز)	واکسن	روش استفاده
1	برونشیت (H 120)	اسپری
1	نیوکاسل (B1)	اسپری
24	نیوکاسل (Lasota)	قطره چشمی

2-2- پرندگان و گروه‌های آزمایشی

تعداد 400 قطعه جوجه گوشتی سویه آرین (مخلوط هر دو جنس)، در قالب طرح کاملاً تصادفی به هشت گروه آزمایشی با پنج تکرار و 10 قطعه جوجه در هر تکرار تقسیم شدند.

گروه‌های آزمایشی عبارت بودند از:

1- گروه شاهد (جیره پایه بدون دریافت هیچ گونه مواد افزودنی)

2- جیره پایه + پروبیوتیک تولیدی مرکز ملی ذخایر ژنتیکی و زیستی ایران حاوی باکتری *Pediococcus acidilactici* (فرمولاسیون 1)

3 - جیره پایه + پروبیوتیک تولیدی مرکز ملی ذخایر ژنتیکی و زیستی ایران حاوی باکتری *Bacillus licheniformis* (فرمولاسیون 2)

4- جیره پایه + پروبیوتیک تولیدی مرکز ملی ذخایر ژنتیکی و زیستی ایران حاوی باکتری های *Lactiplantibacillus plantarum*, *Levilactobacillus brevis*, *Lactobacillus pentosus* و *Enterococcus faecium* (فرمولاسیون 3)

5- جیره پایه + پروبیوتیک تولیدی مرکز ملی ذخایر ژنتیکی و زیستی ایران حاوی باکتری های *Saccharomyces cerevisiae*, *Kluyveromyces marxianus* و *Pichia fermentans* (فرمولاسیون 4)

6- جیره پایه + آنتی بیوتیک اکسی تتراسایکیلین 10٪

7- جیره پایه + پروبیوتیک تجاری چند سویه بیوپول (Bio Poul)

8- جیره پایه + پروبیوتیک تجاری چند سویه لاکتوفید

خوراک و آب آشامیدنی گروه شاهد فاقد هر گونه افزودنی بود و پروبیوتیک فرمولاسیون 1، 3 و 4 به ترتیب به مقدار 500، 300 و 500 گرم در هر هزار لیتر به آب آشامیدنی گروه های آزمایشی مربوطه در کل دوره اضافه شدند. پروبیوتیک فرمولاسیون 2 به میزان یک کیلوگرم در هر تن به خوراک مصرفی جوجه ها در تمام دوره پرورش اضافه شد؛ و از پروبیوتیک تجاری Bio Poul به صورت محلول در آب به ترتیب به میزان 100 و 75 گرم در هر 1000 لیتر در روزهای 0 تا 10 و پس از 10 روزگی در آب آشامیدنی گروه آزمایشی استفاده شد. پروبیوتیک لاکتوفید از 0 تا 21 روزگی به میزان 200 گرم در تن و از 21 روزگی تا زمان کشتار به میزان 100 گرم در هر تن خوراک مصرفی گروه های آزمایشی اضافه شد. همچنین از آنتی بیوتیک اکسی تتراسایکیلین 10٪ به میزان 30 گرم در هر 100 لیتر آب آشامیدنی در سه روز اول تغییر جیره های پرورشی، یعنی روزهای 1، 2، 3، 15، 16، 17، 25، 26، 27، 36، 37، 38 استفاده شد.

2-3- مدل آماری طرح

مدل آماری مورد استفاده در این پژوهش به صورت $Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$ است. در این مدل y_{ij} : مقدار هر مشاهده، μ : میانگین صفت مورد مطالعه، T_i : اثر تیمارهای آزمایشی، و e_{ij} : اثر خطای آزمایشی است، تجزیه و تحلیل آماری داده ها در این مطالعه با استفاده از نسخه 9/1 نرم افزار SAS و Proc GLM صورت گرفت. پس از تجزیه واریانس، میانگین ها با آزمون چند دامنه ای دانکن مقایسه شدند.

2-4- جیره غذایی

جیره‌ها بر اساس کاتالوگ سویه آرین برای چهار دوره: 1 تا 14 روزگی: پیش‌دان (انرژی: 2870 کیلوکالری، پروتئین خام: 22 درصد)، 15 تا 24 روزگی: میان‌دان (انرژی: 2950 کیلوکالری، پروتئین خام: 20 درصد)، 25 تا 35 روزگی: پایان‌دان 1 (انرژی: 3025 کیلوکالری، پروتئین خام: 18/5 درصد)، و 36 تا 42 روزگی: پایان‌دان 2 (انرژی: 3025 کیلوکالری، پروتئین : 17/5 درصد) به جوجه‌ها داده شد.

جدول 2-2 ترکیبات جیره غذایی در دوره‌های مختلف پرورش جوجه‌های گوشتی

تراکم مواد مغذی در جیره	پیش‌دان	میان‌دان	پایان‌دان 1	پایان‌دان 2
انرژی (کیلوکالری)	2870	2950	3025	3025
پروتئین خام (%)	22	20	18/5	17/5
لیزین (%)	1/33	1/20	1/10	1/04
متیونین (%)	0/57	0/51	0/47	0/45
سدیم (%)	0/17	0/17	0/17	0/17
کلسیم (%)	0/96	0/87	0/78	0/78
فسفر (%)	0/48	0/44	0/39	0/39
اجزای جیره (%)				
ذرت	44/1	46/3	47	53
کنجاله سویا	30	28/5	24	22/5
گلوتن ذرت	10	10	10	8/5
گندم	10	10	13	11
روغن سویا	1	1	1	1
منو کلسیم فسفات	1/2	1/2	1/2	1
DL- متیونین	0/4	0/2	0/2	0/15

0/15	0/2	0/2	0/33	L- لیزین
0/05	0/1	0/1	0/2	L- ترئونین
1/61	1/75	1/7	1/7	کربنات کلسیم
0/2	0/15	0/15	0/17	نمک
0/84	1/4	0/65	0/9	پیش مخلوط آنزیم‌ها، ویتامین‌ها و سایر افزودنی‌ها

2-5- آزمایش‌های مزرعه‌ای

2-5-1- میانگین وزن زنده

در پایان روزهای 7، 14، 21، 28، 35 و 42 جوجه‌های هر پن به صورت گروهی، 1-2 ساعت بعد از قطع خوراک، با ترازوی دیجیتال با دقت ± 5 گرم وزن شده و نتایج به صورت میانگین وزن یادداشت گردید.

2-5-2- خوراک مصرفی روزانه

به منظور تعیین متوسط خوراک مصرفی هر جوجه در پایان هر هفته از رابطه زیر محاسبه شد.

$$\text{مقدار خوراک باقیمانده در هر مرحله} - \text{مقدار خوراک توزیع شده در هر مرحله} = \text{خوراک مصرفی روزانه}$$

$$\text{تعداد روز مرغ هر مرحله}$$

2-5-3- ضریب تبدیل غذایی

محاسبه ضریب تبدیل غذایی در هر مرحله، از تقسیم متوسط خوراک مصرفی روزانه بر افزایش وزن در همان دوره به دست آمد.

$$\text{مقدار خوراک مصرفی در طول دوره مورد نظر (گرم)} = \text{ضریب تبدیل غذایی}$$

$$\text{افزایش وزن در زمان مورد نظر (گرم)}$$

2-5-4- تلفات

در طول دوره آزمایش در صورت بروز تلفات، تعداد آن در هر واحد آزمایشی و وزن آن به‌طور روزانه ثبت شد تا افزایش وزن و خوراک مصرفی جوجه‌های تلف‌شده در طی آزمایش منظور شود. همچنین لاشه‌ها به منظور تشخیص علت مرگ مورد کالبدگشایی قرار گرفتند.

2-5-5- شاخص تولید اروپایی

از شاخص تولید اروپایی به منظور مقایسه‌ی بهتر عملکرد گروه‌های آزمایشی در جوجه‌های گوشتی طبق فرمول زیر استفاده شد.

$$\text{شاخص تولید} = 100 \times \frac{\text{میانگین وزن (kg)} \times \text{درصد ماندگاری}}{\text{تعداد روزهای پرورش} \times \text{ضریب تبدیل غذایی}}$$

2-6- متغیرهای اندازه‌گیری‌شده در رابطه با عملکرد سیستم ایمنی

1-6-2- ارزیابی ایمنی همورال

1-6-2-1- تزریق گلبول قرمز گوسفند (SRBC) و تعیین عیار پادتن تولیدشده علیه آن

برای تهیه SRBC ابتدا با سرنگ آغشته‌شده با هیپارین، از گوسفند خون‌گیری شد. سپس سه بار با محلول بافر فسفات‌سالین استریل (PBS) به‌وسیله سانتریفوژ در 2500 rpm شستشو داده شد تا لایه Buffy coat جدا و حذف شود، سپس سوسپانسیون گلبول قرمز گوسفند 5 درصد در PBS تهیه شد. در روزهای 28 و 35 به دو پرنده از هر واحد آزمایشی مقدار 0/1 میلی‌لیتر از سوسپانسیون گلبول قرمز گوسفند 5 درصد در PBS، به عضله سینه تزریق شد. هفت روز بعد از تزریق دوم گلبول قرمز، از همان پرنده‌ها از طریق ورید بال خون‌گیری شد.

برای تعیین عیار پادتن تولیدشده علیه گلبول قرمز گوسفند از روش هماگلوتیناسیون میکروتیتر استفاده شد. به این منظور نمونه‌های سرم جهت خنثی شدن سیستم کمپلمان و عدم تداخل آن با پادتن ضد گلبول قرمز گوسفند به مدت 30 دقیقه در دمای 56 درجه سلسیوس گرمخانه‌گذاری شد. به کلیه چاهک‌های میکروپلیت U شکل، مقدار 25 میکرولیتر محلول بافر فسفات‌سالین افزوده شد. سپس از هر نمونه سرم مقدار 25 میکرولیتر به اولین چاهک هر یک از ردیف‌های هشت‌گانه میکروپلیت افزوده شد و با استفاده از میکروپیپت، سری رقت با عامل رقت $\frac{1}{2}$ تهیه گردید. بدین ترتیب که پس از چند بار مخلوط کردن سرم و بافر در اولین چاهک هر ردیف، مقدار 25 میکرولیتر از مخلوط به چاهک بعدی منتقل و این عمل تا آخرین چاهک ادامه یافت. از آخرین چاهک نیز 25 میکرولیتر از مخلوط، بیرون ریخته شد تا کلیه چاهک‌ها حاوی 25 میکرولیتر مخلوط سرم و بافر باشند. در میکروپلیت یک ردیف به‌عنوان شاهد در نظر گرفته شد و به آن سرم اضافه نشد.

در مرحله آخر به هر یک از چاهک‌ها 25 میکرولیتر سوسپانسیون 1 درصد گلبول قرمز گوسفند در PBS به‌عنوان آنتی‌ژن افزوده شد و پلیت‌ها به مدت یک ساعت در دمای 37 درجه سلسیوس و 2 ساعت در 4 درجه سلسیوس قرار گرفتند. پس از سپری شدن این مدت، لگاریتم در مبنای 2 عکس آخرین رقتی که در آن هماگلوتیناسیون دیده می‌شد به‌عنوان عیار پادتن ثبت گردید.

2-1-6-2- تعیین عیار پادتن علیه ویروس نیوکاسل

واکسن نیوکاسل لاسوتا در سن 24 روزگی به روش آشامیدنی به جوجه‌ها داده شد و در روز 42 یک پرنده از هر پن به‌طور تصادفی انتخاب و از طریق ورید بال خون‌گیری انجام شد. پس از جدا شدن سرم از لخته خون، تعیین عیار پادتن علیه ویروس واکسن نیوکاسل در نمونه‌های سرم با استفاده از روش ممانعت از هم‌آگلوتیناسیون انجام شد.

2-6-2- ایمنی سلولی

2-6-2-1- حساسیت ریش جوجه‌ها به تزریق فیتوهم‌آگلوتنین

در روز 41 دوره پرورش، از هر پن 1 پرنده (خروس) به‌طور تصادفی انتخاب و با رنگ‌های مختلف علامت گذاری شدند. ضخامت ریش سمت راست هر پرنده قبل از تزریق اندازه‌گیری و سپس مقدار 0/1 میلی‌لیتر از محلول فیتوهمگلوتنین و محلول سالین به‌صورت جلدی در آن تزریق شد. بیست‌و‌چهار ساعت پس از تزریق، ضخامت محل تزریق شده اندازه‌گیری شد و به‌منظور بررسی میزان تکثیر لنفوسیت‌های T در سیستم ایمنی سلولی، اختلاف ضخامت قبل و بعد از هر تزریق به‌عنوان معیار سنجش در نظر گرفته شد.

2-2-6-2- پاسخ به دی نیتروکلروبنزن

این مرحله شامل تماس پوست پرنده‌ها با 0/25 میلی‌لیتر دی‌نیتروکلروبنزن (DNCB- 10 mg/mL) در سن 41 روزگی بود. به منظور بررسی میزان واکنش، ضخامت پوست پیش از چالش و 24 ساعت پس از چالش اندازه‌گیری شد.

7-2- وزن نسبی اندام‌ها و اجزای لاشه

در روز 42، تعداد یک پرنده از هر تکرار، به عبارتی پنج پرنده از هر گروه آزمایشی به‌طور تصادفی انتخاب و بعد از وزن‌کشی کشتار شدند. پس از کشتار و انجام عملیات پوست‌کنی، جدا کردن سر و پاها، و خالی‌نمودن محتویات شکم؛ وزن نسبی اندام‌های مختلف دستگاه گوارش شامل کبد، پیش‌معدة، سنگدان، قلب، طحال، و بورس‌فابریسیوس؛ و قسمت‌های مختلف لاشه شامل وزن سینه، ران، پشت‌وگردن، بال‌ها و چربی محوطه بطنی اندازه‌گیری شد.

طول بخش‌های مختلف روده باریک (دوازدهه، ژژونوم، ایلئوم) نیز برحسب سانتی‌متر اندازه‌گیری شد.

8-2- ارزیابی جمعیت میکروبی روده

1-8-2- جمع‌آوری نمونه جهت کشت میکروبی

در 42 روزگی، از هر تکرار (واحد آزمایشی)، یک پرنده انتخاب و دستگاه گوارش آن در شرایط آسپتیک در مجاورت شعله باز شد. مقدار یک گرم از محتویات بخش سکوم به وسیله قطعات فویل آلومینیومی که قبلاً استریل شده بودند، برداشته شده و به لوله‌های آزمایشی حاوی 9 میلی لیتر محلول PBS استریل افزوده شد.

2-8-2- اندازه‌گیری جمعیت میکروبی

2-8-2-1- تهیه محیط کشت

جهت ارزیابی میکروارگانیسم‌های موجود در بافت روده، از محیط‌های کشت عمومی و انتخابی استفاده شد. محیط MRS agar برای شمارش جمعیت باکتری‌های اسید لاکتیک، محیط پلیت کانت آگار برای شمارش جمعیت کل باکتری‌های هوازی، و محیط Mac Conkey agar برای شمارش اختصاصی گونه‌های اشریشیاکلی مورد استفاده قرار گرفتند. در موارد لازم آگار نیز به محیط کشت‌ها اضافه شد. بعد از تهیه مواد و آماده‌سازی محیط‌های اولیه، فرآیند سترون‌سازی در دمای 121 درجه سلسیوس، به مدت 15 دقیقه صورت گرفت و محیط‌ها در پلیت‌های ده سانتی‌متری با میزان مساوی توزیع شدند.

2-8-2-2- شمارش کلنی

تمامی پلیت‌های رشد یافته بعد از گذشت مدت گرمخانه‌گذاری، شمارش شده و تعداد کلنی‌ها به صورت CFU/g گزارش شدند. روال کار به این صورت بود که تعداد کلنی‌ها روی هر پلیت، شمارش شده و با فرمول زیر به شمارش نهایی رسید.

تعداد کلنی باکتری در هر گرم از نمونه = تعداد کلنی‌های شمارش شده روی هر پلیت $\times$ عکس ضریب رقت $\times$ ضریب تصحیح حجم کشت داده شده

2-9- مورفولوژی روده

1-9-2- تهیه نمونه برای بررسی‌های مورفولوژی روده و تثبیت نمونه‌های روده

در روز 42، از هر تکرار یک قطعه پرنده انتخاب و پس از ثبت مشخصات و وزن‌کشی، کشتار گردید. پس از بازکردن لاشه، دستگاه گوارش خارج گردید. سپس روده باریک از اتصالات روده‌بند آزاد و روی میز در کنار یک متر قرار داده شد. سپس از سه قسمت روده باریک (دوازدهه، ژژونوم و ایلئوم)، قطعاتی به طول 3 سانتیمتر جدا گردید. ایلئوم از محل زائده میکل تا محل اتصال روده‌های کور در نظر گرفته شد. قطعات جداشده با استفاده از سرنگ حاوی محلول بافر فسفات‌سالین شسته و پس از خالی‌کردن محتویات درون آن‌ها به داخل ظروف پلاستیکی برچسب‌دار حاوی فرمالین 10٪ منتقل شدند.

2-9-2- اندازه‌گیری ارتفاع پرزهای روده باریک و عمق کریپت‌ها

1-2-9-2- آماده‌سازی نمونه‌ها

برای آماده‌سازی نمونه‌ها به مواد و حلال‌هایی نیاز می‌باشد که شامل محلول اتانول با غلظت‌های 70، 80 و 90 درصد، الکل مطلق، زایلول، پارافین، رنگ‌های هماتوکسیلین¹ و ائوزین² و محلول اسید الکل است. به‌منظور تهیه الکل به غلظت‌های 70، 80 و 90٪، الکل مطلق به نسبت موردنظر با آب مقطر رقیق شد. وجود الکل در پارافین ایجاد اشکال می‌کند بدین منظور از زایلول استفاده شد. زایلول یکی از شفاف‌کننده‌ها است که هم در مراحل پاساژ و هم در مراحل رنگ‌آمیزی استفاده می‌شود.

2-2-9-2- پاساژ بافت

برای تهیه اسلایدهای بافتی با ضخامت کم که بتوان در زیر میکروسکپ نوری مشاهده کرد، قبل از برش-گیری نیاز به انجام مراحل روی بافت است تا بتواند استحکام موردنظر را کسب کرده و آماده برای برش-گیری شود. بدین منظور از روشی متداول برای این کار به نام روش واکس پارافین استفاده شد. این روش شامل آب‌گیری³ بافت، شفاف‌سازی⁴ و پارافینه‌شدن⁵ آن است که با سردشدن پارافین، به‌سرعت جامد شده و سختی مناسب جهت برش‌گیری را کسب می‌کند و دارای دوازده مرحله به‌ترتیب زیر است:

¹ Hematoxylin

² Eosin

³ Dehydration

⁴ Clearing

⁵ Impregnation

(1) الکل 70 درصد به مدت 1 ساعت

(2) الکل 80 درصد به مدت 1 ساعت

(3) الکل 90 درصد به مدت 1 ساعت

(4) الکل مطلق 1، به مدت 1 ساعت

(5) الکل مطلق 2، به مدت 1 ساعت

(6) الکل مطلق 3، به مدت 1/5 ساعت

(7) زایلول 1، به مدت 2 ساعت

(8) زایلول 2، به مدت 2 ساعت

(9) زایلول 3، به مدت 2 ساعت

(10) پارافین مذاب 1، به مدت 1 ساعت

(11) پارافین مذاب 2، به مدت 1 ساعت

(12) پارافین مذاب 3، به مدت 1 ساعت

بعد از حدود 21 ساعت نمونه‌های بافتی، آماده قالب‌گیری هستند. قالب‌گیری نمونه‌ها توسط پارافین مذاب و در قالب‌های فلزی انجام گرفت. مرحله بعدی برش نمونه‌ها بود که توسط میکروتوم چرخان⁶، و با ضخامت 5 میکرومتر انجام گرفت. مقاطع تهیه‌شده از هر نمونه، روی آب در ظرف مخصوص آب گرم 40 درجه سلسیوس پهن شدند تا چروک‌های احتمالی آن‌ها باز شده و به راحتی روی لام قرار گیرند. لام‌های آماده‌شده به مدت یک ساعت در آون 56 درجه سلسیوس قرار گرفت تا ضمن خشک‌شدن، پارافین‌های اضافی روی مقاطع و لام‌ها ذوب شود.

برای چسبانیدن برش‌ها روی لام به نکات زیر توجه شد.

- ثبت مشخصات نمونه در کنار لام
- تمیز کردن لام‌ها در محلول اسید الکل (98 سانتی‌متر مکعب الکل و 2 سانتی‌متر مکعب اسید کلریدریک)

⁶ Rotary microtome

- کشیدن ماده چسبنده (آلبومین مایر) روی لام که برش را روی آن ثابت نماید. این مواد عبارت بود از:

- مخلوط سفیده تخم مرغ و گلیسرین به نسبت مساوی و چند دانه کوچک تیمول

برای نگهداری لام ها از گرمخانه 37 درجه سلسیوس تا زمان رنگ آمیزی استفاده شد.

3-2-9-2- رنگ آمیزی

رنگ آمیزی های انجام شده شامل رنگ آمیزی هماتوکسیلین و ائوزین بود. لام های آماده شده و با کیفیت

مناسب انتخاب شدند و رنگ آمیزی انجام گرفت.

4-2-9-2- مراحل اصلی در رنگ آمیزی

مراحل اصلی در رنگ آمیزی تقریباً عکس مراحل از ابتدا تا مرحله برش گیری می باشد. با این تفاوت که

زمان ها در آن تغییراتی کرده و به طور کلی شامل موارد زیر می باشند:

1. برداشتن و پاک کردن پارافین به وسیله زایلول

2. برداشت زایلول با الکل مطلق

3. رنگ آمیزی

4. دهیدراتاسیون از طریق درجات متفاوت الکل

5. شفاف کردن در زایلول

6. چسباندن لامل با چسب انتلان

5-2-9-2- روش رنگ آمیزی هماتوکسیلین و ائوزین به ترتیب شامل:

- آب گیری برش ها

- رنگ هماتوکسیلین 15 دقیقه

- شستشو در آب روان 5 دقیقه

- اسید الکل 10 تا 15 ثانیه (به منظور جدا نمودن رنگ اضافی از سیتوپلاسم)

- شستشو در آب روان 5 تا 10 دقیقه

- رنگ ائوزین 1 ثانیه

- الکل 50 درصد 2 تا 3 دقیقه

- دهیدراته کردن (آب‌گیری)

- شفاف کردن

- چسبانیدن لامل روی لام

6-2-9-2- اندازه‌گیری ابعاد پرزهای روده باریک و عمق کریپت‌ها و شمارش گابلت سل‌ها

لام‌های رنگ‌آمیزی‌شده در بزرگ‌نمایی‌های مختلف با میکروسکپ نوری مورد مشاهده قرار گرفتند. شاخص‌های اندازه‌گیری‌شده شامل ارتفاع و عرض پرزها، و اندازه‌گیری ارتفاع (عمق) غدد روده‌ای و شمارش سلول‌های گابلت بود. ارتفاع (از رأس پرز تا قاعده آن) و عمق کریپت (از قاعده پرز تا انتهای غدد) با انطباق گراتیکول بر ناحیه موردنظر اندازه‌گیری شد. تعداد گابلت سل نیز در هر 100 میکرومتر شمارش شد.

2-10- سنجش کیفیت گوشت

1-10-2- ظرفیت نگهداری آب

برای تعیین افت خونابه یک گرم از گوشت پس از توزین، به مدت 4 دقیقه در سانتیفریوژ با دور 3335 قرار داده شد. نمونه پس از سانتیفریوژ به آرامی با پارچه کتان خشک و دوباره توزین شد. سپس به مدت 24 ساعت در دمای 70 درجه سلسیوس نگهداری شده و در نهایت با استفاده از فرمول زیر، ظرفیت نگهداری آب محاسبه شد (Castellini et al., 2002).

$$\text{ظرفیت نگهداری آب} = \frac{\text{وزن پس از خشک کردن (گرم)} - \text{وزن پس از سانتیفریوژ (گرم)}}{\text{وزن اولیه (گرم)}} \times 100$$

2-10-2- افت پخت

برای اندازه‌گیری افت در نتیجه پخت نیز یک سانتیمتر مکعب از گوشت بریده و پس از توزین به مدت 24 ساعت در دمای 4 درجه سلسیوس نگهداری شده و سپس به مدت 10 دقیقه در حمام آب‌گرم در دمای

85 درجه سلسیوس قرار داده شده و با یک پارچه کتان تمیز شده و دوباره وزن می‌شود (Bertrama et al., 2003).

$$\text{اُفت در نتیجه پخت} = \frac{\text{وزن نهایی (گرم)} - \text{وزن اولیه (گرم)}}{\text{وزن اولیه (گرم)}} \times 100$$

3-10-2- غلظت مالون دی‌آلدهید

برای اندازه‌گیری میزان اکسیداسیون گوشت، غلظت مالون دی‌آلدهید به‌عنوان نشانگر پراکسیداسیون چربی در نمونه گوشت مورد سنجش قرار گرفت. بدین منظور ابتدا یک گرم از نمونه گوشت ران و سینه در لوله‌ای دردار و قابل سانتریفیوژ قرار داده شد و روی آن 4 میلی‌لیتر اسید تری‌کلرواستیک و 2/5 میلی‌لیتر بوتیلیتدهیدروکسی‌تولون ریخته شد و به مدت 60 ثانیه با دور بالا ورتکس گردید. در مرحله بعد لوله‌ها در $3000 \times g$ و به مدت 3 دقیقه سانتریفیوژ شدند. بعد از سانتریفیوژ، لایه هگزان رویی دور ریخته و فاز آبی با کاغذ واتمن نمره یک صاف شد و با اسید تری‌کلرواستیک به حجم 5 میلی‌لیتر رسانده شد. سپس مقدار 3 میلی‌لیتر اسید تیوباربیوتیک به لوله استاندارد و نمونه‌ها اضافه شد و به مدت 30 دقیقه در بن‌ماری 70 درجه سلسیوس قرار داده شدند. بعدازآن، نمونه‌ها در آب یخ خنک شده و در طول‌موج 532 نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت شدند.

بخش سوم

نتایج و بحث

1-3- عملکرد

1-1-3- میانگین وزن زنده

نتایج مربوط به اثر گروه‌های آزمایشی بر میانگین وزن جوجه‌های گوشتی در جدول 1-3 گزارش شده است. همان‌طور که در این جدول مشاهده می‌شود، وزن جوجه‌ها در پایان هفته‌ی اول تحت تأثیر گروه‌های آزمایشی قرار نگرفته است. در پایان هفته دوم، گروه شاهد دارای کمترین وزن؛ و بیشترین میانگین وزنی مربوط به گروه فرمولاسیون 1 بوده است و سایر گروه‌های آزمایشی عملکردی مابین این دو گروه از خود نشان داده‌اند ($P < 0/05$).

در پایان هفته سوم، به ترتیب بیشترین و کمترین وزن مربوط به گروه آنتی‌بیوتیک و شاهد بوده است و پس از گروه آنتی‌بیوتیک، گروه فرمولاسیون 1 بیشترین وزن را داشته است. در میان سایر گروه‌های آزمایشی، فرمولاسیون 3 و 4، و لاکتوفید نسبت به فرمولاسیون 2 وزن بیشتری داشتند و گروه بیوپول میانگین وزنی کمتر از بقیه گروه‌ها ولی بیشتر از گروه شاهد داشت ($P < 0/05$).

در هفته چهارم نیز بیشترین و کمترین وزن به ترتیب مربوط به گروه آنتی‌بیوتیک و شاهد بود و سه گروه فرمولاسیون 1، 4 و لاکتوفید نسبت به سه گروه باقیمانده یعنی گروه‌های بیوپول، فرمولاسیون 2 و 3، وزن بیشتری را دارا بودند ($P < 0/05$).

در پایان هفته پنجم گروه شاهد دارای وزن کمتری نسبت به سایر گروه‌ها بود و هفت گروه آزمایشی دیگر از لحاظ آماری عملکرد مشابهی را از خود نشان دادند ($P < 0/05$).

از آنجایی که معیار نهایی برای مقایسه وزن کسب‌شده در بین گروه‌های آزمایشی، پایان دوره پرورش یعنی پایان هفته ششم است، در ادامه عملکرد هر گروه آزمایشی به تفکیک گزارش خواهد شد. همان‌طور که در جدول 1-3 مشاهده می‌شود بیشترین و کمترین میانگین وزن مربوط به گروه آنتی‌بیوتیک و شاهد بوده است.

استفاده از فرمولاسیون 1 موجب بهبود وزن جوجه‌های گوشتی نسبت به گروه شاهد شده است و همچنین عملکرد آن بهتر از گروه بیوپول بوده است، ولی عملکرد آن کمتر از گروه‌های آنتی‌بیوتیک و لاکتوفید بوده است ($P<0/05$).

عملکرد گروه‌های آزمایشی فرمولاسیون 2 و 3 بر میزان افزایش وزن نیز دقیقاً مشابه با گروه فرمولاسیون 1 بوده است، یعنی عملکردی بهتر از گروه شاهد و بیوپول، ولی کمتر از آنتی‌بیوتیک و لاکتوفید ($P<0/05$). از میان چهار گروه پروبیوتیکی مورد آزمایش، فرمولاسیون 4 بهترین اثر را بر افزایش وزن جوجه‌ها از خود نشان داد و عملکرد این گروه بهتر از گروه‌های شاهد و بیوپول، ولی هم سطح گروه لاکتوفید و کمتر از آنتی‌بیوتیک بود ($P<0/05$).

تفاوت در میزان اثرگذاری گروه‌های پروبیوتیکی بر وزن جوجه‌ها، ارتباط نزدیکی با اثرگذاری آن‌ها بر میزان مصرف خوراک جوجه‌ها دارد. به طوری که با مصرف خوراک بیشتر، وزن جوجه‌های گوشتی نیز بالطبع بیشتر خواهد شد. در جدول بعدی، میزان اثر گروه‌های آزمایشی بر میزان مصرف خوراک گزارش شده است. با این حال استفاده از پروبیوتیک‌ها به دلیل بهبود تعادل میکروبی روده، افزایش فعالیت آنزیم‌های گوارشی و تقویت فعالیت آنزیم‌های هضم‌کننده مواد مغذی موجب افزایش قابلیت دسترسی مواد غیر قابل هضم و تغییرات مفید در متابولیسم مواد خوراکی و در نتیجه بهبود راندمان مصرفی پرنده می‌شوند. لذا بهره‌برداری بیشتر از مواد خوراکی در گروه‌های دریافت‌کننده پروبیوتیک سبب رشد و افزایش وزن بیشتری نسبت به گروه شاهد شده است (Chen et al., 2005).

جدول 3-1. مقایسه وزن (گرم) گروه‌های آزمایشی مختلف در پایان هفته‌های مختلف پرورش

گروه‌های آزمایشی	هفته اول	هفته دوم	هفته سوم	هفته چهارم	هفته پنجم	هفته ششم
شاهد	135/48	300/05 ^b	575/11 ^d	942/85 ^c	1447/48 ^b	1969/71 ^d
آنتی‌بیوتیک	148/76	312/44 ^{ab}	660/92 ^a	1070/12 ^a	1594/88 ^a	2231/08 ^a
فرمولاسیون 1	145/44	319/32 ^a	636/72 ^{ab}	1027/94 ^{ab}	1560/68 ^a	2145/48 ^{bc}
فرمولاسیون 2	141/16	310/08 ^{ab}	620/40 ^{bc}	1010/78 ^b	1533/34 ^a	2141/29 ^{bc}
فرمولاسیون 3	144/48	317/72 ^{ab}	630/44 ^{abc}	1010/64 ^b	1563/40 ^a	2136/08 ^{bc}
فرمولاسیون 4	135/36	315/20 ^{ab}	626/16 ^{abc}	1026/36 ^{ab}	1578/60 ^a	2182/40 ^{ab}
لاکتوفید	143/80	316/84 ^{ab}	634/56 ^{abc}	1026/66 ^{ab}	1519/20 ^a	2189/09 ^{ab}
بیوپول	142/16	302/24 ^{ab}	600/32 ^{cd}	999/00 ^b	1447/48 ^a	2093/04 ^c
SEM	3/42	4/32	8/33	11/03	17/59	19/14
P value	0/10	0/02	<0/0001	<0/0001	<0/0001	<0/0001

^{a-d} در هر ستون میانگین‌های با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ($P < 0/05$).

SEM: انحراف استاندارد میانگین

2-1-3- خوراک مصرفی

همان‌طور که در جدول 3-2 مشاهده می‌شود در هفته اول بیشترین و کمترین مصرف خوراک به ترتیب مربوط به گروه‌های فرمولاسیون 3 و بیوپول بود. پس از گروه فرمولاسیون 3، گروه آنتی‌بیوتیک و پس از آن گروه‌های شاهد و لاکتوفید مصرف خوراک بیشتری را در هفته اول داشته‌اند. گروه‌های فرمولاسیون 1، 2 و 4 نیز مصرف خوراک بیشتری را نسبت به گروه بیوپول و کمتر از سایر گروه‌های آزمایشی از خود نشان دادند ($P < 0/05$).

در هفته دوم تفاوت معنی‌داری در مصرف خوراک وجود نداشت و همه گروه‌ها از لحاظ آماری به یک میزان خوراک مصرف کرده بودند ($P > 0/05$).

در هفته سوم گروه آنتی‌بیوتیک بیشترین مصرف خوراک و پس از آن گروه لاکتوفید، گروه‌های فرمولاسیون 1 تا 4، و سپس بیوپول مصرف خوراک بیشتری نسبت به گروه شاهد از خود نشان دادند ($P < 0/05$).

در هفته‌های چهارم و پنجم بیشترین مقدار مصرف خوراک مربوط به گروه لاکتوفید و کمترین مصرف خوراک مربوط به گروه‌های دریافت‌کننده آنتی‌بیوتیک و بیوپول بوده است ($P < 0/05$).

در هفته ششم گروه آنتی‌بیوتیک نسبت به سایر گروه‌ها خوراک بیشتری را مصرف کرده است و کمترین مصرف خوراک مربوط به گروه شاهد بوده است. در میان چهار گروه پروبیوتیکی نیز فرمولاسیون 4 مقدار خوراکی کمتر از گروه آنتی‌بیوتیک ولی هم رده با گروه لاکتوفید و بیشتر از سایر گروه‌ها مصرف کرده بود. پس از آن گروه فرمولاسیون 1 قرار داشت و دو گروه فرمولاسیون 2 و 3 به همراه بیوپول کمترین میزان مصرف خوراک را در بین گروه‌های آزمایشی پس از گروه شاهد در هفته ششم از خود نشان دادند ($P<0/05$).

به طور کلی رابطه‌ی مستقیمی ما بین مقدار مصرف خوراک و میزان وزن جوجه‌های گوشتی وجود دارد که مقایسه مقدار مصرف خوراک در کل دوره و وزن نهایی در جدول قبل آن را تا حد زیادی نشان می‌دهد. مقایسه مقدار مصرف خوراک در کل دوره در جدول 2-3 نشان می‌دهد که کمترین و بیشترین میزان مصرف خوراک به ترتیب مربوط به گروه‌های شاهد و لاکتوفید بوده است و گروه آنتی‌بیوتیک بیشترین میزان وزن و همچنین دومین رده را از نظر مقدار مصرف خوراک داشته است. گزارش شده است که آنتی‌بیوتیک‌های محرک رشد باعث بهبود رشد و بازده خوراک شده و هضم روده‌ای را افزایش داده و رشد میکروب‌های بیماری‌زا از جمله کلوستریدیوم پرفرژنس را محدود می‌کنند (عابدینی و همکاران، 1390). مطالعات قبلی نشان داده است که افزودن ویرجینیامایسین به جیره جوجه‌های گوشتی، غلظت پروپیونات روده کور را افزایش می‌دهد. افزایش غلظت اسیدهای چرب فعال روده‌ای در طیور می‌تواند ایمنی غیر اختصاصی را از طریق تحریک بیان گلیکوپروتئین موسین در سلول‌های اپی‌تلیال روده‌ای تحریک کند که منجر به کاهش پاتوژن‌ها شده و می‌تواند بر عملکرد رشد طیور اثر داشته باشد (Pourabedin et al., 2015). در میان پروبیوتیک‌های مورد آزمایش فرمولاسیون 3 کمترین مصرف خوراک را از خود نشان داد که مقدار آن هم‌رده با گروه بیوپول و بیشتر از گروه شاهد و کمتر از سایر گروه‌های آزمایشی بود. مصرف خوراک در فرمولاسیون 4 هم‌رده با گروه آنتی‌بیوتیک و بیشتر از سایر گروه‌های آزمایشی بود و دو گروه فرمولاسیون 2 و 3 مصرف خوراکی کمتر از گروه‌های آنتی‌بیوتیک، فرمولاسیون 4 و لاکتوفید؛ و بیشتر از گروه‌های شاهد، بیوپول و فرمولاسیون 4 داشتند ($P<0/05$). پروبیوتیک‌ها می‌توانند با تعدیل جمعیت میکروبی و کاهش

اسیدیته مجرای گوارش، افزایش فعالیت آنزیم‌های باکتریایی و در نتیجه افزایش فعالیت آنزیم‌های گوارشی، بهبود سلامت روده و تقویت سیستم ایمنی موجب افزایش هضم و جذب مواد مغذی و در نهایت بهبود عملکرد پرندگان شوند (Habibi et al., 2013). با این حال تفاوت نتایج در میان گروه‌های پروبیوتیکی را می‌توان به عواملی چون میزان مصرف مکمل، نحوه و تناوب مصرف، ترکیب گونه/سویه و قابلیت زنده ماندن میکروب‌های قابل عرضه پروبیوتیک در شرایط دستگاه گوارش، شرایط و عوامل محیطی پرورش مرتبط دانست که می‌توانند کارایی پروبیوتیک‌ها را تحت تاثیر قرار دهند (Sakamoto et al., 2000).

جدول 2-3. مقایسه خوراک مصرفی (گرم) گروه‌های آزمایشی مختلف در پایان هفته‌های مختلف پرورش

گروه‌های آزمایشی	هفته اول	هفته دوم	هفته سوم	هفته چهارم	هفته پنجم	هفته ششم	کل دوره
شاهد	101/31 ^{abc}	254/25	452/48 ^d	694/88 ^{bcd}	1034/85 ^{abc}	1201/37 ^c	3739/17 ^d
آنتی‌بیوتیک	104/96 ^{ab}	251/40	559/96 ^a	672/56 ^d	1047/24 ^{abc}	1395/58 ^a	4031/70 ^{ab}
فرمولاسیون 1	94/88 ^{bc}	256/32	512/20 ^{bc}	725/04 ^{ab}	1022/20 ^{bc}	1291/10 ^{abc}	3901/74 ^{bc}
فرمولاسیون 2	96/00 ^{bc}	251/80	503/32 ^{bc}	722/56 ^{ab}	1047/43 ^{abc}	1282/88 ^{bc}	3903/99 ^{bc}
فرمولاسیون 3	108/46 ^a	242/34	502/88 ^{bc}	688/60 ^{cd}	1021/00 ^{bc}	1283/08 ^{bc}	3846/36 ^{cd}
فرمولاسیون 4	97/36 ^{bc}	254/64	504/96 ^{bc}	728/60 ^{ab}	1075/24 ^{ab}	1355/32 ^{ab}	4016/12 ^{ab}
لاکتوفید	97/84 ^{abc}	254/36	516/44 ^b	731/32 ^a	1094/39 ^a	1356/72 ^{ab}	4051/07 ^a
بیوپول	93/14 ^c	239/46	476/88 ^{cd}	709/56 ^{abc}	1005/32 ^c	1275/32 ^{bc}	3799/68 ^{cd}
SEM	2/62	4/64	8/90	8/17	14/21	25/86	33/97
P value	0/0028	0/12	<0/0001	<0/0001	0/0019	0/0003	<0/0001

^{a-d}: در هر ستون میانگین‌های با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ($P < 0/05$).

SEM: انحراف استاندارد میانگین

3-1-3- ضریب تبدیل خوراک

همان‌طور که در جدول 3-3 مشاهده می‌شود ضریب تبدیل در هفته‌های اول تا سوم، پنج و شش تفاوت معنی‌داری مابین گروه‌های آزمایشی نیست ($P > 0/05$). عدم تاثیر گروه‌های آزمایشی بر ضریب تبدیل جوجه‌های گوشتی در هفته‌های آغازین، می‌تواند مربوط به عدم توسعه کامل دستگاه گوارش حیوان در این سنین باشد. از آنجایی که در این سنین فلور میکروبی روده تثبیت نمی‌شود، به نظر می‌رسد در این دوره

مواد افزودنی تأثیری متغیر در هفته‌های مختلف بر میزان مصرف خوراک و وزن جوجه‌ها گذاشته‌اند که نتیجه‌ی آن عدم وجود تفاوت معنی‌دار بر ضریب تبدیل بوده است (Sohail et al., 2012). در هفته چهارم، گروه آنتی‌بیوتیک دارای ضریب تبدیل کمتری نسبت به سایر گروه‌ها بود ($P < 0/05$)؛ و در کل دوره پرورش، تمامی گروه‌های آزمایشی از لحاظ آماری ضریب تبدیل یکسانی نسبت به یکدیگر نشان دادند که در مقایسه با گروه شاهد مقدار کمتری بود ($P < 0/05$). با توجه به نقش مثبت پروبیوتیک‌ها مانند تحریک سیستم ایمنی، کاهش رقابت برای مصرف مواد مغذی در روده با اتصال به دیواره غشای روده و موکوس، و جلوگیری از اتصال عوامل مضر و کاهش pH که موجب حذف میکروارگانیسم‌های مضر دستگاه گوارش می‌شود، به نظر می‌رسد پروبیوتیک‌ها با کاهش میکروارگانیسم‌های مضر روده و بهبود شرایط آن موجب بهبود عملکرد جوجه‌ها نسبت به گروه شاهد شده‌اند (Song et al., 2014).

جدول 3-3. مقایسه ضریب تبدیل گروه‌های آزمایشی مختلف در پایان هفته‌های مختلف پرورش

گروه‌های آزمایشی	هفته اول	هفته دوم	هفته سوم	هفته چهارم	هفته پنجم	هفته ششم	کل دوره
شاهد	1/07	1/54	1/65	1/89 ^a	2/05	2/30	1/93 ^a
آنتی‌بیوتیک	0/97	1/53	1/61	1/64 ^b	1/99	2/19	1/84 ^b
فرمولاسیون 1	0/91	1/47	1/61	1/85 ^a	1/92	2/21	1/85 ^b
فرمولاسیون 2	0/96	1/49	1/62	1/85 ^a	2/00	2/11	1/85 ^b
فرمولاسیون 3	1/05	1/39	1/61	1/81 ^a	1/85	2/24	1/83 ^b
فرمولاسیون 4	1/03	1/41	1/62	1/82 ^a	1/95	2/24	1/87 ^b
لاکتوفید	0/95	1/47	1/62	1/86 ^a	1/97	2/23	1/88 ^b
بیوپول	0/92	1/49	1/59	1/78 ^a	1/93	2/22	1/85 ^b
SEM	0/03	0/03	0/03	0/03	0/04	0/04	0/01
P value	0/3	0/4	0/9	0/0005	0/12	0/18	<0/0001

^{a, b}: در هر ستون میانگین‌های با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ($P < 0/05$).

SEM: انحراف استاندارد میانگین

4-1-3- شاخص تولید اروپایی

همان‌طور که در جدول 3-4 مشاهده می‌شود گروه شاهد دارای شاخص تولید اروپایی کمتری نسبت به سایر گروه‌های آزمایشی بوده و استفاده از افزودنی‌ها موجب بهبود این شاخص در سایر گروه‌های آزمایشی شد ($P<0/05$). گزارش شده است که پروبیوتیک‌ها از طریق تعدیل جمعیت میکروبی و کاهش اسیدیتة مجرای گوارش، افزایش فعالیت آنزیم‌های باکتریایی و در نتیجه افزایش فعالیت آنزیم‌های روده و تقویت سیستم ایمنی موجب افزایش قابلیت هضم و جذب مواد مغذی و در نهایت بهبود عملکرد پرندگان می‌شوند (Habibi et al., 2013).

جدول 3-4. مقایسه شاخص تولید اروپایی گروه‌های آزمایشی مختلف در پایان دوره پرورش

شاخص تولید اروپایی	گروه‌های آزمایشی
242/01 ^b	شاهد
283/18 ^a	آنتی‌بیوتیک
275/50 ^a	فرمولاسیون 1
268/63 ^a	فرمولاسیون 2
277/03 ^a	فرمولاسیون 3
277/12 ^a	فرمولاسیون 4
270/90 ^a	لاکتوفید
269/10 ^a	بیوپول
0/0002	P value
5/08	SEM

^{a, b} در هر ستون میانگین‌های با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ($P<0/05$).

SEM: انحراف استاندارد میانگین

2-3- فراسنجه‌های خونی

طبق نتایج گزارش‌شده در جدول 3-5، مقایسه فراسنجه‌های خونی در بین گروه‌های آزمایشی نشان می‌دهد که گروه‌های آزمایشی اثری بر مقدار غلظت آلبومین، تری‌گلیسرید، گلوکز، پروتئین و اسید اوریک گروه‌های مختلف آزمایشی نداشته‌اند ($P>0/05$). با این حال مقدار غلظت کلسترول، LDL و HDL گروه‌های آزمایشی تحت تاثیر تیمارهای اعمال‌شده قرار گرفت و تمامی گروه‌های آزمایشی به جز فرمولاسیون 4

موجب افزایش غلظت کلسترول نسبت به گروه شاهد در سرم جوجه‌های گوشتی شدند ($P<0/05$). همانطور که در جدول شماره 3-5 مشاهده می‌شود فرمولاسیون 4 موجب کاهش غلظت کلسترول نسبت به گروه شاهد شده است که این اثر کاهشی در میزان غلظت LDL و HDL نیز مشاهده می‌شود ($P<0/05$). در برخی مطالعات کاهش غلظت کلسترول سرم خون جوجه‌ها در اثر مصرف پروبیوتیک‌ها نشان داده شده است (Aftabi et al., 2013). از سوی دیگر، گزارش‌های متناقض مبنی بر عدم تاثیر پروبیوتیک بر سطح کلسترول کل و LDL سرم خون نیز وجود دارد (Hosseini et al., 2017). اثر هیپوکلسترولمی مشاهده شده در فرمولاسیون 4 ممکن است مربوط به فرمولاسیون باکتریایی موجود در آن باشد. اشاره شده است که باکتری‌های اسید لاکتیکی با جذب کلسترول درون‌زا یا برون‌زا در بدن، میزان جذب کلسترول را در روده کاهش می‌دهند. همچنین گزارش شده است که متابولیسم لیپیدها و کلسترول می‌تواند با تغییرات فلور میکروبی روده تحت تاثیر قرار گیرد. فلور میکروبی روده با اثر گذاشتن بر تبدیل اسیدهای صفراوی و تولید اسیدهای چرب کوتاه زنجیر در داخل حفره روده، متابولیسم لیپیدها را در میزبان تحت تاثیر قرار می‌دهد. پیشنهاد شده است که اسیدهای چرب کوتاه زنجیر روده از طریق کاهش سرعت ساخت کلسترول باعث کاهش ساخت کلسترول می‌شوند (Velagapudi et al., 2010) که این اثر فقط در گروه فرمولاسیون 4 مشاهده شده است.

جدول 3-5. اثر تیمارهای آزمایشی بر فراسنجه‌های خونی جوجه‌های گوشتی در روز 42

تیمار	آلبومین (g/dL)	کلسترول (mg/dL)	گلوکز (mg/dL)	تری‌گلیسرید (mg/dL)	پروتئین کل (g/dL)	اسید اوریک (mg/dL)	HDL (mg/dL)	LDL (mg/dL)
شاهد	3/10	110/27 ^{bc}	212/06	102/50	3/72	4/16	45/56 ^b	119/10 ^b
آنتی‌بیوتیک	3/32	119/09 ^a	202/10	88/70	3/75	3/61	41/42 ^b	99/84 ^b
فرمولاسیون 1	3/00	114/16 ^{abc}	204/74	95/60	3/55	3/94	59/78 ^a	128/96 ^{ab}
فرمولاسیون 2	3/23	114/24 ^{abc}	204/60	104/70	3/51	3/98	43/58 ^b	126/80 ^{ab}
فرمولاسیون 3	2/75	115/06 ^{abc}	200/40	105/40	3/66	3/94	60/32 ^a	154/04 ^a
فرمولاسیون 4	2/78	108/25 ^c	203/38	84/30	3/50	3/68	41/19 ^b	102/32 ^b
لاکتوفید	3/02	117/01 ^{ab}	203/91	84/30	3/69	3/53	43/22 ^b	124/16 ^{ab}

132 ^{ab}	49/16 ^{ab}	4/07	3/67	96/70	205/85	112/14 ^{abc}	3/20	بیوپول
0/02	0/002	0/63	0/79	0/87	0/53	0/04	0/52	P value
4/66	1/66	0/12	0/06	5/90	1/64	1/01	0/10	SEM

^{a-c}: در هر ستون میانگین‌های با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ($P < 0/05$).

SEM: انحراف استاندارد میانگین، LDL: Low-density lipoprotein، HDL: High-density lipoprotein

3-3- وزن نسبی قسمت‌های مختلف لاشه

وزن نسبی قسمت‌های مختلف لاشه در روز 42 در جدول 3-6 گزارش شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود بازده لاشه، وزن نسبی سینه، ران‌ها و مجموع وزن ناحیه پشت و گردن تحت تأثیر تیمارهای اعمالی قرار نگرفته و اختلاف بین گروه‌های آزمایشی غیرمعنی‌دار است ($P > 0/05$). در قسمت وزن بال گروه‌های فرمولاسیون 1، فرمولاسیون 4 و فرمولاسیون 3 به ترتیب کمترین وزن را نشان دادند و بیشترین وزن بال در گروه آنتی‌بیوتیک و بیوپول مشاهده می‌گردد ($P < 0/05$).

جدول 3-6. اثر تیمارهای آزمایشی بر وزن قسمت‌های مختلف لاشه جوجه‌های گوشتی در روز 42

وزن نسبی (درصد)					
تیمار	بازده لاشه	سینه	ران‌ها	بال‌ها	پشت و گردن
شاهد	61/51	29/36	33/90	9/65 ^a	27/07
آنتی‌بیوتیک	61/31	31/09	33/76	9/77 ^a	25/37
فرمولاسیون 1	59/94	29/43	36/12	8/29 ^b	26/14
فرمولاسیون 2	62/51	30/25	33/16	9/60 ^a	26/97
فرمولاسیون 3	60/66	30/32	32/35	9/01 ^{ab}	28/30
فرمولاسیون 4	59/11	28/69	35/14	8/95 ^{ab}	27/20
لاکتوفید	62/01	29/28	33/48	9/55 ^a	27/67
بیوپول	59/84	27/98	35/24	9/77 ^a	26/99
SEM	0/49	0/48	0/45	0/14	0/36
P-Value	0/36	0/58	0/19	0/02	0/34

^{a,b}: در هر ستون میانگین‌های با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ($P < 0/05$).

SEM: انحراف استاندارد میانگین

3-4- وزن نسبی اندام‌های درونی

مقایسه وزن نسبی اندام‌های داخلی گروه‌های آزمایشی در روز 42 در جدول 3-7 نشان می‌دهد که وزن نسبی اندام‌های پیش‌معه، سنگدان، کبد، طحال، قلب، چربی محوطه شکمی، بورس فابریسیوس و پانکراس

تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفته است ($P>0/05$). عدم تأثیر افزودنی‌ها بر وزن نسبی اندام‌های درونی با برخی گزارش‌های قبلی همخوانی دارد (Afsharmanesh and Sadaghi, 2014). با این حال در برخی مطالعات کاهش درصد چربی بطنی با استفاده از پروبیوتیک‌ها گزارش شده است (Kannan et al., 2005). کاهش چربی بطنی می‌تواند مربوط به کاهش فعالیت آنزیم استیل کوآنزیم-آ کربوکسیلاز که به عنوان آنزیم محدود کننده نرخ ساخت اسیدهای چرب شناخته شده است باشد که ممکن است توسط متابولیت‌های حاصل از باکتری‌های پروبیوتیکی تحت تأثیر قرار گیرد. کاهش جذب چربی‌ها در اثر فعالیت فلور میکروبی در روده نیز می‌تواند دلیل بر ذخیره چربی در محوطه شکمی باشد (Kannan et al., 2005) که در مطالعه حاضر این تأثیر از پروبیوتیک‌ها دیده نشد.

جدول 3-7. اثر تیمارهای آزمایشی بر وزن نسبی اندام‌های داخلی جوجه‌های گوشتی در روز 42 (g/ 100 g BW)

تیمار	پیش‌معدة	سنگدان	کبد	طحال	قلب	چربی محوطه شکمی	بورس فابریسیوس	پانکراس
شاهد	0/41	1/42	1/92	0/10	0/51	1/70	0/07	0/27
آنتی‌بیوتیک	0/48	1/49	1/97	0/11	0/54	1/67	0/06	0/28
فرمولاسیون 1	0/47	1/51	1/83	0/10	0/60	1/74	0/06	0/30
فرمولاسیون 2	0/39	1/11	1/89	0/10	0/54	2/32	0/05	0/26
فرمولاسیون 3	0/40	1/41	1/59	0/10	0/85	1/88	0/07	0/27
فرمولاسیون 4	0/61	1/47	1/85	0/09	0/56	1/77	0/05	0/27
لاکتوفید	0/41	1/33	1/90	0/11	0/54	1/88	0/07	0/26
بیوپول	0/47	1/49	1/86	0/09	0/55	1/58	0/06	0/29
SEM	0/03	0/05	0/04	0/006	0/03	0/09	0/003	0/006
P-Value	0/64	0/43	0/20	0/97	0/13	0/33	0/34	0/40

SEM: انحراف استاندارد میانگین

5-3- طول قسمت‌های مختلف روده

همان‌طور که در جدول 3-8 مشاهده می‌شود طول قسمت‌های مختلف روده شامل دوازدهه، ایلئوم، ژژونوم و سکوم‌ها تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفته است و اختلاف مابین آن‌ها غیرمعنی‌دار می‌باشد

($P>0/05$). گزارش شده است که مصرف آنتی‌بیوتیک می‌تواند سبب کاهش طول و وزن روده در هفت روزگی شود (Zdunczyk et al., 2008). از سوی دیگر گزارش شده است که استفاده از آنتی‌بیوتیک‌های محرک رشد در جیره طیور می‌تواند با افزایش وزن و طول روده، افزایش عملکرد رشد پرنده را در پی داشته باشد (Khodaie et al., 2014) که این تاثیر در مطالعه حاضر دیده نشد.

جدول 3-8. اثر تیمارهای آزمایشی بر طول قسمت‌های مختلف روده‌ی جوجه‌های گوشتی در روز 42

تیمار	طول (سانتی‌متر)			
	دوازدهه	ایلنوم	ژژونوم	سکوم
شاهد	32/6	85	82/6	20/2
آنتی‌بیوتیک	32	83	79/4	21/6
فرمولاسیون 1	31	79	74/2	20/2
فرمولاسیون 2	31/6	86/2	77/8	21/2
فرمولاسیون 3	32/4	77/2	78	20/4
فرمولاسیون 4	32/4	90/2	86/4	22
لاکتوفید	33/6	91	83/6	22
بیوپول	35	84/6	80/8	21/4
SEM	0/47	1/58	1/20	0/43
P-Value	0/24	0/1	0/08	0/74

SEM: انحراف استاندارد میانگین

6-3- سیستم ایمنی سلولی و همورال

طبق نتایج مندرج در جدول 3-9، پاسخ به تزریق فیتوهمگلوتنین و DNCB (ایمنی سلولی) در بین تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی‌داری نداشته است. در مقایسه‌ی عیار پادتن علیه ویروس نیوکاسل مابین گروه‌های آزمایشی، گروه آزمایشی فرمولاسیون 2 پاسخ شدیدتری داشت و به ترتیب فرمولاسیون 1، 4 و آنتی‌بیوتیک بعد از آن قرار گرفتند. کمترین عیار پادتن علیه ویروس نیوکاسل نیز مربوط به فرمولاسیون 3 بود ($P<0/05$). همچنین در ایمنی همورال بین تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($P<0/05$). مقایسه عیار پادتن IgM و IgY علیه تزریق گلبول قرمز گوسفند در جدول 3-9 نشان می‌دهد که در مقایسه مربوط به IgM، گروه فرمولاسیون 1 پاسخ شدیدتری نسبت به سایر گروه‌ها داشته است. همچنین در مقایسه عیار پادتن IgY، گروه لاکتوفید بالاترین و گروه شاهد پایین‌ترین عملکرد را نشان داده‌اند.

در مقایسه مربوط به عیار پادتن کل علیه SRBC، به ترتیب از بیشترین به کمترین مربوط به گروه‌های فرمولاسیون 1، لاکتوفید، آنتی‌بیوتیک، فرمولاسیون 2، بیوپول، فرمولاسیون 3، فرمولاسیون 4 و شاهد بوده است ($P < 0/05$). پروبیوتیک‌ها به دو روش، یکی مستقیم و از طریق تحریک بافت‌های لنفاوی، و دیگری غیر مستقیم و از طریق تغییر در جمعیت میکروبی اندام‌های گوارشی می‌توانند سیستم ایمنی را تحت تاثیر قرار دهند. همچنین باکتری‌های پروبیوتیکی از طریق جذب آنتی‌ژن آزاد شده از باکتری‌های بیماری‌زا و بیان آن‌ها در سطح خود باعث تحریک سیستم ایمنی می‌شوند (Mountzouris et al., 2010).

جدول 3-9. اثر تیمارهای آزمایشی بر پاسخ سیستم ایمنی سلولی و همورال جوجه‌های گوشتی در روز 42

ایمنی همورال						ایمنی سلولی
تیمار	عیار آنتی‌بادی کل علیه SRBC	عیار پادتن علیه SRBC مقاوم به مرکاپتواتانول (IgY)	عیار پادتن علیه SRBC حساس به مرکاپتواتانول (IgM)	عیار پادتن علیه ویروس نیوکاسل	تزریق فیتوهمگلوتنین	حساسیت به دی‌نیتروکلروبنزن
						(%)
شاهد	3/00 ^c	1/70 ^b	1/30 ^b	3/60 ^{ab}	78/76	54/01
آنتی‌بیوتیک	4/00 ^{abc}	2/40 ^{ab}	1/60 ^b	5/20 ^a	125/54	74/09
فرمولاسیون 1	5/04 ^a	2/40 ^{ab}	2/64 ^a	5/40 ^a	114/17	57/58
فرمولاسیون 2	4/00 ^{abc}	2/60 ^{ab}	1/40 ^b	7/00 ^a	143/52	66/17
فرمولاسیون 3	3/36 ^c	1/90 ^b	1/46 ^b	1/50 ^b	176/69	50/79
فرمولاسیون 4	3/00 ^c	2/00 ^b	1/00 ^b	6/80 ^a	158/82	67/82
لاکتوفید	4/50 ^{ab}	3/20 ^a	1/30 ^b	4/60 ^{ab}	107/08	65/01
بیوپول	3/60 ^{bc}	2/20 ^b	1/40 ^b	3/80 ^{ab}	109/04	99/58
SEM	0/16	0/13	0/11	0/49	11/12	6/37
P-Value	0/002	0/04	0/003	0/03	0/16	0/35

^{a-c}: در هر ستون میانگین‌های با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ($P<0/05$).
SEM: انحراف استاندارد میانگین

7-3- کیفیت گوشت

1-7-3- اکسیداسیون گوشت ران و سینه

همانطور که در جدول 3-10 مشاهده می‌شود، در مقایسه مربوط به کیفیت گوشت در قسمت ران، تیمار مربوط به فرمولاسیون 4 و آنتی‌بیوتیک بیشترین، و گروه شاهد و فرمولاسیون 3 کمترین میزان اکسیداسیون را داشته‌اند و در قسمت گوشت سینه، تیمار مربوط به فرمولاسیون 1 بیشترین، و گروه فرمولاسیون 2 کمترین میزان اکسیداسیون را نشان داده‌اند ($P<0/05$).

جدول 3-10. اثر تیمارهای آزمایشی بر اکسیداسیون گوشت ران و سینه جوجه‌های گوشتی در سن 42 روزگی (میکروگرم در گرم نمونه)

تیمار	گوشت ران	گوشت سینه
شاهد	0/608 ^c	0/631 ^e
آنتی‌بیوتیک	0/786 ^a	0/724 ^d
فرمولاسیون 1	0/731 ^{abc}	0/937 ^a
فرمولاسیون 2	0/722 ^{abc}	0/620 ^e
فرمولاسیون 3	0/642 ^{bc}	0/856 ^b
فرمولاسیون 4	0/815 ^a	0/841 ^{bc}
لاکتوفید	0/740 ^{ab}	0/640 ^e
بیوپول	0/729 ^{abc}	0/794 ^c
SEM	0/007	0/017
P-Value	<0/0001	<0/0001

^{a-e}: در هر ستون میانگین‌های با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ($P<0/05$).
SEM: انحراف استاندارد میانگین

2-7-3- ظرفیت نگهداری آب و آفت پخت

نتایج گزارش شده در جدول 3-11 نشان می‌دهد که در ظرفیت نگهداری آب گوشت در قسمت‌های ران و سینه و همچنین مقایسه افت پخت گوشت ران در بین تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی‌داری وجود نداشته است. ولی در مقایسه اثر افت پخت در گوشت سینه در بین تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده شده که به ترتیب می‌توان گفت که فرمولاسیون 3 بیشترین میزان درصد افت پخت را داشته و کمترین میزان به فرمولاسیون 2 تعلق دارد ($P<0/05$). اکسید شدن لیپیدها یکی از مکانیسم‌های اصلی است که بر کیفیت گوشت تاثیر گذاشته و سبب بدتر شدن رنگ بافت و ارزش غذایی می‌شود. گزارش شده است افزودن مخمر ساکارومایسس به جیره جوجه‌های گوشتی کیفیت گوشت را به طور مطلوبی بهبود می‌بخشد (Akiba et al., 2001). گرچه برخی معتقدند پروبیوتیک‌ها تاثیری بر بهبود کیفیت گوشت ندارند (Flemming and Freitas, 2005) و استفاده از آن‌تی‌بیوتیک و پروبیوتیک نتوانسته است تاثیری بر کیفیت گوشت جوجه‌ها داشته باشد (Loddi et al., 2000) که تا حدی با نتایج پیش‌رو هماهنگ است.

جدول 3-11. اثر تیمارهای آزمایشی بر کیفیت گوشت جوجه‌های گوشتی در روز 42

تیمار	ظرفیت نگهداری آب گوشت سینه (%)	ظرفیت نگهداری آب گوشت ران (%)	افت پخت گوشت سینه (%)	افت پخت گوشت ران (%)
شاهد	55/13	61/69	25/78 ^{bc}	21/54
آنتی‌بیوتیک	55/08	63/12	24/29 ^{bc}	20/42
فرمولاسیون 1	54/68	62/83	27/30 ^b	26/44
فرمولاسیون 2	55/32	63/65	22/88 ^c	25/41
فرمولاسیون 3	55/76	62/41	32/09 ^a	24/62
فرمولاسیون 4	57/58	61/72	27/60 ^b	20/62
لاکتوفید	55/15	64/69	25/38 ^{bc}	22/64
بیوپول	53/95	64/01	27/57 ^b	25/25
SEM	0/50	0/44	0/62	1/34
P-Value	0/54	0/34	0/003	0/73

^{a-c}: در هر ستون میانگین‌های با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ($P<0/05$).

SEM: انحراف استاندارد میانگین

3-8- جمعیت باکتری‌های محتویات سکوم

مقایسه گروه‌های آزمایشی بر طبق جدول 3-12 نشان می‌دهد که جمعیت باکتری‌های اسید لاکتیک سکوم در بین تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی‌داری وجود نداشته است. با این حال در جمعیت باکتری‌های هوازی و اشریشیاکلی سکوم تفاوت معنی‌دار مشاهده می‌شود. که به شرح زیر می‌باشد.

در جمعیت باکتری‌های هوازی سکوم، گروه مصرف کننده آنتی‌بیوتیک بیشترین میزان باکتری‌های هوازی را دارا می‌باشند که در مقابل آن گروه مصرف کننده بیوپول دارای کمترین میزان است. همچنین در مقایسه میزان باکتری اشریشیاکلی در سکوم، تیمار آنتی‌بیوتیک و لاکتوفید به ترتیب بیشترین مقدار و تیمارهای بیوپول و فرمولاسیون 2 دارای کمترین جمعیت باکتری اشریشیاکلی می‌باشند ($P < 0/01$). طبق تعریف، پروبیوتیک‌ها به عنوان "یک مکمل خوراکی میکروبی زنده که به طور سودمندی از طریق تعادل میکروبی روده بر حیوان میزبان تاثیر می‌گذارند" تعریف شده‌اند (Jadhav et al., 2015). نتایج مربوط به تاثیر پروبیوتیک‌ها بر فلور میکروبی بسیار متنوع است. به عنوان مثال، گروهی از پژوهشگران گزارش دادند که در سن 35 روزگی در سکوم جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با *Bacillus subtilis* LS 1-2 تعداد باکتری‌های کلستریدیوم و کلی‌فرم کاهش یافته است (Sen et al., 2012). همچنین نشان داده شده است که جمعیت باکتری‌های لاکتوباسیلوس در دودنوم جوجه‌های گوشتی مصرف کننده *Bacillud coagulans* در مقایسه با پرندگان مصرف کننده آنتی‌بیوتیک و گروه شاهد افزایش می‌یابد (Hung et al., 2012). در تناقض با این آزمایش‌ها نشان داده شده است که مصرف پروبیوتیک تاثیری بر میزان باکتری‌های لاکتوباسیلوس، بیفیدوباکتریوم، کلستریدیوم و کلی‌فرم‌های سکوم جوجه‌های گوشتی در سن 21 روزگی ندارد (Shim et al., 2012). تفاوت در نتایج تحقیقات را می‌توان به عواملی چون سن پرنده، میزان مصرف مکمل، نحوه و تناوب مصرف، ترکیب گونه/سویه و قابلیت زنده ماندن میکروب‌های قابل عرضه پروبیوتیک در شرایط دستگاه گوارش، شرایط و عوامل تنش‌زایی محیط پرورش مرتبط دانست که می‌توانند کارایی پروبیوتیک‌ها را تحت تاثیر قرار دهند (Sakamoto et al., 2000).

جدول 3-12. اثر تیمارهای آزمایشی بر جمعیت باکتری‌های محتویات سکوم جوجه‌های گوشتی در روز 42 (log CFU/g)

تیمار	باکتری‌های هوازی	اشریشیاکلی	باکتری‌های اسید لاکتیک
شاهد	8/96 ^e	8/37 ^c	9/09
آنتی‌بیوتیک	10/06 ^a	8/82 ^a	8/99
فرمولاسیون 1	8/99 ^e	8/53 ^{bc}	9/42
فرمولاسیون 2	9/19 ^d	7/84 ^d	9/19
فرمولاسیون 3	9/68 ^c	8/46 ^{bc}	9/48
فرمولاسیون 4	9/19 ^d	7/92 ^d	9/15
لاکتوفید	9/90 ^b	8/60 ^b	9/15
بیوپول	8/64 ^f	7/80 ^d	8/86
SEM	0/03	0/04	0/07
P-Value	<0/0001	<0/0001	0/052

^{a-f}: در هر ستون میانگین‌های با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ($P < 0/01$).

SEM: انحراف استاندارد میانگین

3-9- ساختار استخوان

نتایج گزارش‌شده در جدول 3-13 نشان می‌دهد که داده‌های حاصل از استخوان شامل قطر دیستال درشت نی، استحکام، قطر دیافیز، قطر داخلی استخوان، نسبت وزن به طول، شاخص ریبوستیسیته، کانل مدولاری و شاخص تیپوتارسال تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفته است و اختلاف مابین آن‌ها غیرمعنی‌دار می‌باشد ($P > 0/05$).

تنها شاخصی که اختلاف معنی‌داری را بین تیمارها نشان داده است قطر پروکسیمال درشتنی است که در آن گروه‌های شاهد و فرمولاسیون 3 به ترتیب کمترین قطر را داشته‌اند و بیشترین قطر در گروه فرمولاسیون 1 مشاهده می‌گردد ($P < 0/05$).

نشانه‌های پوکی استخوان اغلب در گله‌های مرغ‌های تخم‌گذار و گله‌های مدرن با تولید بالا مشاهده می‌شود که می‌توان آن را در میزان معدنی‌شدن استخوان تعریف کرد (Whitehead and Fleming, 2000). این

وضعیت منجر به افزایش شکنندگی استخوان و حساسیت آن به شکستگی می‌شود و عواقب ناشی از این سندرم شامل خستگی قفس، کیفیت بد استخوان، خستگی و ضعف، شکستگی و فلجی می‌تواند یک مشکل مهم بر ضد رفاه حیوان و در نتیجه مشکلات شدید برای پرنده باشد (Webster, 2004). گزارش شده است که استفاده از پروبیوتیک موجب استحکام استخوان درشتنی شده است (Mutus et al., 2006). به نظر می‌رسد باکتری‌های مفید روده موجب تشدید جذب و ذخیره‌سازی مواد معدنی به خصوص کلسیم و فسفر شده و موجب تقویت بافت استخوانی که ترکیبی از این دو ماده معدنی است می‌شوند (Reichmann and Connor, 1977).

جدول 3-13. اثر تیمارهای آزمایشی بر ساختار استخوان جوجه‌های گوشتی در روز 42

تیمار	قطر دیستال درشت نی	قطر پروکسیمال درشت نی	استحکام	قطر دیافیز	قطر داخلی استخوان	نسبت وزن به طول	شاخص رابوستیسی	کانال مدولاری	شاخص تیبیوتارسال
	(mm)	(mm)	(kg)	(mm)	(mm)	(mg/mm)		(mm)	
شاهد	9/83	11/51 ^b	4/03	8/77	1/50	7/17	5/27	5/76	82/82
آنتی‌بیوتیک	10/25	11/62 ^{ab}	5/09	9/14	1/52	7/51	5/24	6/08	83/14
فرمولاسیون 1	10/74	12/60 ^a	3/99	9/10	1/47	7/77	5/20	6/15	83/80
فرمولاسیون 2	10/71	12/44 ^{ab}	4/48	9/33	1/47	8/14	5/17	6/39	84/37
فرمولاسیون 3	10/03	11/56 ^b	4/91	8/49	1/54	7/10	5/39	5/39	81/67
فرمولاسیون 4	10/34	12/43 ^{ab}	4/26	8/72	1/70	7/59	5/30	5/31	80/58
لاکتوفید	10/48	12/48 ^{ab}	3/85	9/09	1/57	7/84	5/22	5/94	82/70
بیوپول	10/08	11/82 ^{ab}	3/97	8/23	1/29	6/92	5/38	5/63	84/21
SEM	0/13	0/14	0/22	0/15	0/07	0/17	0/04	0/16	0/68
P-Value	0/30	0/04	0/50	0/30	0/77	0/32	0/54	0/34	0/66

^{a,b}: در هر ستون میانگین‌های با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ($P < 0/05$).

SEM: انحراف استاندارد میانگین

3-10- مورفولوژی روده

1-10-3- دوازدهه

مقایسه شاخص‌های ریخت‌شناسی دوازدهه در جدول 3-14 نشان می‌دهد ضخامت پرزها و عمق کریپت در دوازدهه تحت تأثیر گروه‌های آزمایشی قرار نگرفته است ($P>0/05$).

طبق نتایج به دست آمده برای طول پرز، تیمارهای شاهد، فرمولاسیون 1، 3 و لاکتوفید بیشترین و فرمولاسیون 2 کمترین طول پرز را دارا می‌باشد ($P<0/05$). همچنین برای سلول‌های گابلت مشاهده می‌شود که تیمار شاهد بالاترین و تیمار لاکتوفید پایین‌ترین شمار سلول را دارا می‌باشند ($P<0/05$).

طول و ویژگی‌های مورفولوژیک روده می‌تواند میزان جذب مواد مغذی را تحت تأثیر قرار دهد و به عنوان یک سد در برابر عوامل پاتوژن و شیمیایی عمل نماید. گزارش شده است که آنتی‌بیوتیک‌ها با کاهش طول لوله گوارشی و کاهش ضخامت دیواره آن سبب استفاده بیشتر از مواد مغذی و بهبود عملکرد پرنده می‌شوند. همچنین آنتی‌بیوتیک‌ها باعث تحریک طول و عرض ویلی همراه با کاهش عمق کریپت‌های روده‌ای می‌شوند که می‌تواند با کاهش جمعیت میکروبی روده مرتبط باشد. کاهش عمق کریپت‌ها ناشی از تغذیه آنتی‌بیوتیک‌ها می‌تواند به علت کاهش غلظت اسیدهای چرب فرار در فضای داخل روده و اثرات ضد باکتریایی آن‌ها باشد، به طوری که آنتی‌بیوتیک‌ها با کاهش فعالیت میکروارگانیسم‌های مضر و کاهش التهاب روده، مانع از تخریب پرزها و کاهش بازسازی آن‌ها می‌شوند (Yang et al., 2009). گزارش شده است که افزودن پروبیوتیک به جیره جوجه‌های گوشتی موجب افزایش ارتفاع پرز و نسبت طول پرز به عمق کریپت شده است (Priyankarage et al., 2003; Sakamoto et al., 2000, Zulkifli et al., 2000)، که تا حدی متضاد با نتایج پژوهش حاضر (در مقایسه با گروه شاهد) است. به موازات افزایش ارتفاع ویلی عملکرد هضم و جذب مواد مغذی نیز به دلیل افزایش سطح جذب، بیان آنزیم‌های پرز مسواکی و سیستم‌های حمل و نقل مواد مغذی افزایش می‌یابد. کوتاه‌شدن پرزها ممکن است منجر به جذب ضعیف مواد مغذی، افزایش ترشحات دستگاه گوارش و کاهش عملکرد شود. در تحقیقی دیگر مطالعات بافت‌شناسی، تغییری در ریخت‌شناسی روده در اثر مصرف پروبیوتیک‌ها را گزارش نکردند (Rahimi et al., 2003)، که تا حدی همراستا با

یافته‌های پژوهش حاضر است. بر اساس گزارش‌های موجود، تأثیرگذاری پروبیوتیک بر سلول‌های اپیتلیال و مورفولوژی بخش‌های مختلف روده بسته به زمان و مقدار مصرف، نوع و ترکیب باکتریایی پروبیوتیک، سن پرنده و همچنین شرایط پرورش و میزان آلودگی میکروبی محیطی می‌تواند متفاوت باشد (He et al., 2019).

جدول 3-14. اثر تیمارهای آزمایشی بر مورفولوژی دوازدهه جوجه‌های گوشتی در روز 42

تیمار	طول پرز (μm)	ضخامت پرز (μm)	عمق کریپت (μm)	سلول‌های گابلت (تعداد در $100 \mu\text{m}$)
شاهد	163/8 ^a	24/8	6/6	11/68 ^a
آنتی‌بیوتیک	146 ^{ab}	30/4	11/2	10/00 ^{ab}
فرمولاسیون 1	163/6 ^a	34/6	11/0	9/44 ^{ab}
فرمولاسیون 2	115/8 ^b	27/6	11/0	9/44 ^{ab}
فرمولاسیون 3	164/6 ^a	29/4	12/6	8/16 ^b
فرمولاسیون 4	140 ^{ab}	30/0	12/6	8/80 ^b
لاکتوفید	156/2 ^a	28/6	10/0	7/60 ^b
بیوپول	114/4 ^b	26/0	13/8	10/08 ^{ab}
SEM	5/28	1/11	0/73	0/34
P-Value	0/01	0/21	0/12	0/02

^{a,b}: در هر ستون میانگین‌های با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ($P < 0/05$).

SEM: انحراف استاندارد میانگین

3-10-2- ژژونوم

همان‌طور که در جدول 3-15 مشاهده می‌شود طول پرزها، ضخامت پرزها و تعداد سلول‌های گابلت در ژژونوم تحت تأثیر گروه‌های آزمایشی قرار نگرفته است ($P > 0/05$) ولی به ترتیب گروه‌های فرمولاسیون 1 و 2 از مابقی گروه‌ها عمق کریپت بیشتری داشته و پس از آن‌ها گروه‌های فرمولاسیون 4، بیوپول، لاکتوفید، فرمولاسیون 3 و شاهد قرار داشتند و کمترین عمق کریپت مربوط به گروه آنتی‌بیوتیک بوده است ($P > 0/05$).

جدول 3-15. اثر تیمارهای آزمایشی بر مورفولوژی ژژونوم جوجه‌های گوشتی در روز 42

تیمار	طول پرز (μm)	ضخامت پرز (μm)	عمق کریپت (μm)	سلول‌های گابلت (تعداد در $100\ \mu\text{m}$)
شاهد	147/2	25/2	9/6 ^{bc}	9/92
آنتی‌بیوتیک	160/8	29/0	8/6 ^c	10/08
فرمولاسیون 1	143/2	31/6	15/4 ^a	7/68
فرمولاسیون 2	154/6	26/6	15/2 ^a	8/72
فرمولاسیون 3	163/8	32/6	11/2 ^{abc}	9/68
فرمولاسیون 4	162/6	29/2	13/4 ^{ab}	9/28
لاکتوفید	131/2	27/6	11/4 ^{abc}	10/00
بیوپول	130/4	25/0	11/8 ^{abc}	10/8
SEM	6/2	1/05	0/65	4
P-Value	0/48	0/24	0/02	0/17

^{a-c}: در هر ستون میانگین‌های با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ($P < 0/05$).

SEM: انحراف استاندارد میانگین

3-10-3- ایلئوم

استفاده از تیمارهای آزمایشی بر طول پرزها، عمق کریپت و تعداد سلول‌های گابلت در ایلئوم جوجه‌های

گوشتی در روز 42 آزمایش تفاوت معنی‌داری را بین گروه‌های آزمایشی نشان نداده است ($P > 0/05$).

جدول 3-16. اثر تیمارهای آزمایشی بر مورفولوژی ایلئوم جوجه‌های گوشتی در روز 42

تیمار	طول پرز (μm)	ضخامت پرز (μm)	عمق کریپت (μm)	سلول‌های گابلت (تعداد در $100\ \mu\text{m}$)
شاهد	108/60	23/80	11/00	12/00
آنتی‌بیوتیک	129/00	25/40	9/00	9/12
فرمولاسیون 1	121/60	28/20	12/80	9/20
فرمولاسیون 2	114/20	28/00	10/20	8/96
فرمولاسیون 3	119/60	27/00	11/80	10/16
فرمولاسیون 4	128/80	27/20	11/20	9/28
لاکتوفید	113/20	29/20	12/80	10/72
بیوپول	113/00	26/20	11/40	9/28
SEM	4/0	0/84	0/57	0/43
P-Value	0/66	0/57	0/45	0/33

SEM: انحراف استاندارد میانگین

نتیجه‌گیری

در این مطالعه از پروبیوتیک‌های تک سویه و چند سویه تولید مرکز ملی ذخایر ژنتیکی و زیستی ایران و نمونه‌های تجاری در آب آشامیدنی و جیره غذایی جوجه‌های گوشتی استفاده شد. نتایج حاصل نشان داد که استفاده از این پروبیوتیک‌ها در مقایسه با گروه شاهد موجب افزایش وزن بدن، بهبود ضریب تبدیل، افزایش عملکرد جوجه‌های گوشتی و شاخص تولید اروپایی شده است. این تاثیر مثبت در عملکرد را در شاخص مورفولوژی روده باریک با افزایش طول پرز دوازدهه می‌توان دید. همچنین اثرات مثبت گروه‌های پروبیوتیک در تقویت سیستم ایمنی و کاهش سطح باکتری اشریشیاکلی در سکوم جوجه گوشتی، تعدیل لیپیدهای خون و کاهش اکسیداسیون گوشت نشانگر کارآمدی این افزودنی‌ها در جیره جوجه‌های گوشتی است.

لذا با توجه به نتایج حاصل از صفات همه جانبه عملکرد، سیستم ایمنی و شمارش میکروبی سکوم در جوجه‌های گوشتی می‌توان چنین استنتاج کرد که پروبیوتیک‌های تولید مرکز ملی ذخایر ژنتیکی و زیستی ایران به‌عنوان جایگزین مناسب آنتی‌بیوتیک و قابل مقایسه با پروبیوتیک‌های تجاری در صنعت پرورش طیور قابل توصیه است.

فهرست منابع

عابدینی سانجی م، شریعتمداری ف و کریمی ترشیزی م ا (1390). مقایسه اثر گیاهان دارویی، اسید آلی و آنتی‌بیوتیک در جیره حاوی جو و آنزیم بر عملکرد، فاکتورهای خونی، پاسخ ایمنی و مورفولوژی روده جوجه‌های گوشتی. مجله تولیدات دامی 13(2): 19-27.

- Abd El-Hack, M.E., Mahgoub, S.A., Alagawany, M., and Ashour, E.A.** (2017). Improving productive performance and mitigating harmful emissions from laying hen excreta via feeding on graded levels of corn DDGS with or without *Bacillus subtilis* probiotic. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* **101**, 904-913.
- Afsharmanesh, M., & Sadaghi, B.** (2014). Effects of dietary alternatives (probiotic, green tea powder, and Kombucha tea) as antimicrobial growth promoters on growth, ileal nutrient digestibility, blood parameters, and immune response of broiler chickens. *Comparative Clinical Pathology*, **23**, 717-724.
- Aftabi, M., Bagherzadeh Kasmani, F., Jalilvand, G., Mehri, M., and Karimi Torshizi, M. A.** (2013). The effect of adding probiotic proteccin to aflatoxincontaminated diets on the performance of Japanese quail. *Animal Production*, **1**, 131-140.
- Agawane, S.B., and Lonkar, P.S.** (2019). Effect of probiotic containing *Saccharomyces boulardii* on experimental ochratoxycosis in broilers: hematobiochemical studies. *jvs* **5**, 359-367.
- Akiba, Y., Sato, K., Takahashi, K., Matsushita, K., Komiyama, H., Tsunekawa, H., & Nagao, H.** (2001). Meat color modification in broiler chickens by feeding yeast *Phaffia rhodozyma* containing high concentrations of astaxanthin. *Journal of Applied Poultry Research*, **10**(2), 154-161.
- Anwar, H., and Rahman, Z.U.** (2016). Efficacy of protein, symbiotic and probiotic supplementation on production performance and egg quality characteristics in molted layers. *Tropical Animal Health and Production*, **48**, 1361-1367.
- Bajagai, Y., Klieve, A., Dart, P., and Bryden, W.** (2016). Animal production and health div probiotics. *Animal Nutrition: Production, Impact and Regulation; Food and Agriculture Organization of the United Nations: Rome, Italy*.
- Budden, K.F., Gellatly, S.L., Wood, D.L., Cooper, M.A., Morrison, M., Hugenholtz, P., and Hansbro, P.M.** (2017). Emerging pathogenic links between microbiota and the gut–lung axis. *Nature Reviews Microbiology*, **15**, 55-63.
- Carvalho, I.T., and Santos, L.** (2016). Antibiotics in the aquatic environments: A review of the European scenario. *Environment International* **94**, 736-757.
- Cengiz, Ö., Köksal, B.H., Tatlı, O., Sevim, Ö., Ahsan, U., Üner, A.G., Ulutaş, P.A., Beyaz, D., Büyükyörük, S., Yakan, A., and Önel, A.G.** (2015). Effect of dietary probiotic and high stocking density on the performance, carcass yield, gut microflora, and stress indicators of broilers. *Poultry Science*, **94**, 2395-2403.
- Chen, Y. C., Nakthong, C., & Chen, T. C.** (2005). Improvement of laying hen performance by dietary prebiotic chicory oligofructose and inulin. *Int. J. Poult. Sci*, **4**(2), 103-108.
- Deng, Q., Shi, H., Luo, Y., Zhao, H., and Liu, N.** (2020). Effect of dietary Lactobacilli mixture on *Listeria monocytogenes* infection and virulence property in broilers. *Poultry Science*, **99**, 3655-3662.
- Devarajan, N., Köhler, T., Sivalingam, P., van Delden, C., Mulaji, C.K., Mpiana, P.T., Ibelings, B.W., and Poté, J.** (2017). Antibiotic resistant *Pseudomonas* spp. in the aquatic environment: A prevalence study under tropical and temperate climate conditions. *Water Research*, **115**, 256-265.
- Fathi, M., Ebeid, T., Al-Homidan, I., Soliman, N., and Abou-Emera, O.** (2017). Influence of probiotic supplementation on immune response in broilers raised under hot climate. *British Poultry Science*, **58**, 512-516.
- Flemming, J. S., & Freitas, R. J. S.** (2005). Evaluation of the effect of prebiotics (MOS), probiotics (*Bacillus licheniformis* and *Bacillus subtilis*) and growth promoter in broiler diets. *Veterinary Science*, **10**: 41-47.

- Gonzalez Ronquillo, M., and Angeles Hernandez, J.C.** (2017). Antibiotic and synthetic growth promoters in animal diets: Review of impact and analytical methods. *Food Control*, **72**, 255-267.
- Gueimonde, M., Sánchez, B., de los Reyes-Gavilán, C., and Margolles, A.** (2013). Antibiotic resistance in probiotic bacteria. *Frontiers in Microbiology*, **4**, 2021-2026.
- Habibi, S., Khojasteh, S., & Jafari, M.** (2013). The effect of Bactocell and Protexin probiotics on performance and carcass characteristics of broiler chickens. *Journal of Novel Applied Sciences*, **2**(11), 565-570.
- Hassanein, S.M., and Soliman, N.K.** (2010). Effect of probiotic (*Saccharomyces cerevisiae*) adding to diets on intestinal microflora and performance of Hy-Line layers hens. *Journal of American Science*, **6**, 159-169.
- He, T., Long, S., Mahfuz, S., Wu, D., Wang, X., Wei, X., & Piao, X.** (2019). Effects of probiotics as antibiotics substitutes on growth performance, serum biochemical parameters, intestinal morphology, and barrier function of broilers. *Animals*, **9**(11), 985.
- Hosseini, S. M., Chamani, M., Mousavi, S. N., Hosseini, S. A., & Sadeghi, A. A.** (2017). Effects of dietary physical form and dietary inclusion of probiotic and enzyme on growth performance, cellular and humoral immunity, and relative weights of lymphoid organs at early period of broiler chickens fed triticale-based diets. *South African Journal of Animal Science*, **47**(6), 776-784.
- Hume, M. E.** (2011). Food safety symposium: potential impact of reduced antibiotic use and the roles of prebiotics, probiotics, and other alternatives in antibiotic-free broiler production. *Poult. Sci.*, **90**(11), 2663-2669.
- Hung, A. T., Lin, S. Y., Yang, T. Y., Chou, C. K., Liu, H. C., Lu, J. J., ... & Lien, T. F.** (2012). Effects of *Bacillus coagulans* ATCC 7050 on growth performance, intestinal morphology, and microflora composition in broiler chickens. *Animal Production Science*, **52**(9), 874-879.
- Jadhav, K., Sharma, K., Katoch, S., Sharma, V., and Mane, B.** (2015). Probiotics in broiler poultry feeds: A review. *Journal of Physiology and Animal Nutrition*, **1**, 4-16.
- Jadhav, K., Sharma, K. S., Katoch, S., Sharma, V. K., & Mane, B. G.** (2015). Probiotics in broiler poultry feeds: A review. *J. Anim. Nutr. Physiol.*, **1**, 4-16.
- Jazi, V., Foroozandeh, A.D., Toghyani, M., Dastar, B., Rezaie Koochaksaraie, R., and Toghyani, M.** (2018). Effects of *Pediococcus acidilactici*, mannan-oligosaccharide, butyric acid and their combination on growth performance and intestinal health in young broiler chickens challenged with *Salmonella Typhimurium*. *Poultry Science*, **97**, 2034-2043.
- Kabir, S., Rahman, M., Rahman, M., Hosain, M., Akand, M., and Das, S.** (2005). Viability of probiotics in balancing intestinal flora and effecting histological changes of crop and caecal tissues of broilers. *Biotechnology*, **4**, 325-330.
- Kamboh, A.A.** (2018). Synergetic effects of multispecies probiotic supplementation on certain blood parameters and serum biochemical profile of broiler chickens. *J. Anim. Health Prod.*, **6**, 27-34.
- Kannan, M., Karunakaran, R., Balakrishnan, V., & Prabhakar, T. G.** (2005). Influence of prebiotics supplementation on lipid profile of broilers. *International Journal Poultry Science*, **4**(12), 994-997.
- Kemgang, T.S., Kapila, S., Shanmugam, V.P., and Kapila, R.** (2014). (Cross talk between probiotic lactobacilli and host immune system. *Journal of Applied Microbiology*, **117**, 303-319.
- Kempf, I., and Zeitouni, S.** (2012). Coût biologique de la résistance aux antibiotiques : analyse et conséquences. *Pathologie Biologie*, **60**, e9-e14.

- Khodaie, H., Maghsodlou, Sh., Gharebash, AM., and Taraz, Z.** (2014) Study of the effect of hysical form of feed and oral supplements of probiotics and prebiotics on the performance and carcass characteristics of broilers. *Research on Animal Production*, **12**: 20-29.
- Latha, S., Vinothini, G., John Dickson Calvin, D., and Dhanasekaran, D.** (2016). In vitro probiotic profile based selection of indigenous actinobacterial probiont *Streptomyces* sp. JD9 for enhanced broiler production. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, **121**, 124-131.
- Lee, K.-W., Ho Hong, Y., Lee, S.-H., Jang, S.I., Park, M.-S., Bautista, D.A., Donald Ritter, G., Jeong, W., Jeoung, H.-Y., An, D.-J., Lillehoj, E.P., and Lillehoj, H.S.** (2012). Effects of anticoccidial and antibiotic growth promoter programs on broiler performance and immune status. *Research in Veterinary Science*, **93**, 721-728.
- Loddi, M. M., Gonzales, E., Takita, T. S., Mendes, A. A., & Roça, R. D. O.** (2000). Effect of the use of probiotic and antibiotic on the performance, yield and carcass quality of broilers. *Revista Brasileira de Zootecnia*, **29**, 1124-1131.
- Lokapirnasari, W.P., Sahidu, A.M., Maslachah, L., Sabdoningrum, E.K., and Yulianto, A.B.** (2020). Effect of *Lactobacillus casei* and *Lactobacillus acidophilus* in laying hens challenged by *Escherichia coli* infection. *Sains Malaysiana*, **49**, 1237-1244.
- Martínez ,E.A., Babot, J.D., Lorenzo-Pisarello, M.J., Apella, M.C., and Chaia, A.P.** (2016). Feed supplementation with avian *Propionibacterium acidipropionici* contributes to mucosa development in early stages of rearing broiler chickens. *Beneficial Microbes*, **7**, 687-698.
- Mountzouris, K. C., Tsitrsikos, P., Palamidi, I., Arvaniti, A., Mohnl, M., Schatzmayr, G., & Fegeros, K.** (2010). Effects of probiotic inclusion levels in broiler nutrition on growth performance, nutrient digestibility, plasma immunoglobulins, and cecal microflora composition. *Poultry Science*, **89**(1), 58-67.
- Mutuş, R., Kocabağlı, N., Alp, M., Acar, N. Ü. K. E. T., Eren, M. U. S. T. A. F. A., & Gezen, Ş. Ş.** (2006). The effect of dietary probiotic supplementation on tibial bone characteristics and strength in broilers. *Poultry Science*, **85**(9), 1621-1625.
- Neveling, D.P., van Emmenes, L., Ahire, J.J., Pieterse, E., Smith, C., and Dicks, L.M.T.** (2020). Effect of a multi-species probiotic on the colonisation of *Salmonella* in broilers. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*, **12**, 896-905.
- Nigro, L.M., Hyde, A.S., MacGregor, B.J., and Teske, A.** (2016). Phylogeography, salinity adaptations and metabolic potential of the candidate division KB1 bacteria based on a partial single cell genome. *Frontiers in Microbiology*, **7**, 1266.
- Oakley, B.B., and Kogut, M.H.** (2016). Spatial and temporal changes in the broiler chicken cecal and fecal microbiomes and correlations of bacterial taxa with cytokine gene expression. *Frontiers in Veterinary Science*, **3**.
- Olnood, C.G., Beski, S.S.M., Choct, M., and Iji, P.A.** (2015). Novel probiotics: Their effects on growth performance, gut development, microbial community and activity of broiler chickens. *Animal Nutrition*, **1**, 184-191.
- Pourabedin, M., Guan, L., & Zhao, X.** (2015). Xylo-oligosaccharides and virginiamycin differentially modulate gut microbial composition in chickens. *Microbiome*, **3**, 1-12.
- Pourakbari, M., Seidavi, A., Asadpour, L., and MartíNez, A.** (2016). Probiotic level effects on growth performance, carcass traits, blood parameters, cecal microbiota, and immune response of broilers. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **88**(2), 1011-1021.
- Priyankarage, N., Silva, S. S. P., Gunaratne, S. P., Palliyaguru, M. W. C. D., Weerasinghe, W. M. P. B., & Fernando, P. S.** (2003). Comparison of the efficacies of different probiotics for broiler chickens. *British Poultry Science*, **44**(S1), 42-43.
- Rahimi, S., Khaksefidi, A., & Mosavi, T.** (2003). Comparison of the effect of probiotic and antibiotic on immune system of broiler chicks. *Journal of Veterinary Research*, **58**, 159-162.

- Reichmann, K. G., & Connor, J. K.** (1977). Influence of dietary calcium and phosphorus on metabolism and production in laying hens. *British Poultry Science*, **18**(6), 633-640.
- Rhayat, L., Jacquier, V., Brinch, K.S., Nielsen, P., Nelson, A., Geraert, P.A., and Devillard, E.** (2017). *Bacillus subtilis* s train specificity affects performance improvement in broilers. *Poultry Science*, **96**, 2274-2280.
- Sadeghi, A., Toghyani, M., and Gheisari, A.** (2015). Effect of various fiber types and choice feeding of fiber on performance, gut development, humoral immunity, and fiber preference in broiler chicks. *Poultry Science*, **94**, 2734-2743.
- Sakamoto, K., Hirose, H., Onizuka, A., Hayashi, M., Futamura, N., Kawamura, Y., & Ezaki, T.** (2000). Quantitative study of changes in intestinal morphology and mucus gel on total parenteral nutrition in rats. *Journal of Surgical Research*, **94**(2), 99-106.
- Sen, S., Ingale, S. L., Kim, Y. W., Kim, J. S., Kim, K. H., Lohakare, J. D., ... & Chae, B. J.** (2012). Effect of supplementation of *Bacillus subtilis* LS 1-2 to broiler diets on growth performance, nutrient retention, caecal microbiology and small intestinal morphology. *Research in Veterinary Science*, **93**(1), 264-268.
- Shang, Y., Kumar, S., Oakley, B., and Kim, W.K.** (2018). Chicken gut microbiota: importance and detection technology. *Frontiers in Veterinary Science*, **5**, 254.
- Shim, Y. H., Ingale, S. L., Kim, J. S., Kim, K. H., Seo, D. K., Lee, S. C., ... & Kwon, I. K.** (2012). A multi-microbe probiotic formulation processed at low and high drying temperatures: effects on growth performance, nutrient retention and caecal microbiology of broilers. *British Poultry Science*, **53**(4), 482-490.
- Smith, J.M.** (2014). A review of avian probiotics. *Journal of Avian Medicine and Surgery*, **28**, 87-94.
- Sohail, M. U., Hume, M. E., Byrd, J. A., Nisbet, D. J., Ijaz, A., Sohail, A., ... & Rehman, H.** (2012). Effect of supplementation of prebiotic mannan-oligosaccharides and probiotic mixture on growth performance of broilers subjected to chronic heat stress. *Poultry Science*, **91**(9), 2235-2240.
- Sohail, M.U., Hume, M.E., Byrd, J.A., Nisbet, D.J., Shabbir, M.Z., Ijaz, A., and Rehman, H.** (2015). Molecular analysis of the caecal and tracheal microbiome of heat-stressed broilers supplemented with prebiotic and probiotic. *Avian Pathology*, **44**, 67-74.
- Song, J., Xiao, K., Ke, Y. L., Jiao, L. F., Hu, C. H., Diao, Q. Y., ... & Zou, X. T.** (2014). Effect of a probiotic mixture on intestinal microflora, morphology, and barrier integrity of broilers subjected to heat stress. *Poultry Science*, **93**(3), 581-588.
- Sureshkumar, S., Jung, S.K., Kim, D., Oh, K.B., Yang, H., Lee, H.C., Jo, Y.J., Lee, H.S., Lee, S., and Byun, S.J.** (2020). Administration of *L. salivarius* expressing 3D8 scFv as a feed additive improved the growth performance, immune homeostasis, and gut microbiota of chickens. *Animal Science Journal*, **91**, e13399.
- Velagapudi, V. R., Hezaveh, R., Reigstad, C. S., Gopalacharyulu, P., Yetukuri, L., Islam, S., ... & Bäckhed, F.** (2010). The gut microbiota modulates host energy and lipid metabolism in mice [S]. *Journal of Lipid Research*, **51**(5), 1101-1112.
- Webster, A. B.** (2004). Welfare implications of avian osteoporosis. *Poultry Science*, **83**(2), 184-192.
- Whitehead, C. C., & Fleming, R. H.** (2000). Osteoporosis in cage layers. *Poultry Science*, **79**(7), 1033-1041.
- Xiang, Q., Wang, C., Zhang, H., Lai, W., Wei, H., and Peng, J.** (2019). Effects of different probiotics on laying performance, egg quality, oxidative status, and gut health in laying hens. *Animals*, **9**, 1110.
- Yang, Y., Iji, P. A., & Choct, M.** (2009). Dietary modulation of gut microflora in broiler chickens: a review of the role of six kinds of alternatives to in-feed antibiotics. *World's Poultry Science Journal*, **65**(1), 97-114.

- Yitbarek, A., Echeverry, H., Munyaka, P., and Rodriguez-Lecompte, J.C.** (2015). Innate immune response of pullets fed diets supplemented with prebiotics and synbiotics. *Poultry Science*, **94**, 1802-1811.
- Zaghari, M., Sarani, P., and Hajati, H.** (2020). Comparison of two probiotic preparations on growth performance, intestinal microbiota, nutrient digestibility and cytokine gene expression in broiler chickens. *Journal of Applied Animal Research*, **48**, 166-175.
- Zduńczyk, Z., Jankowski, J., & Juśkiewicz, J.** (2005). Performance and intestinal parameters of turkeys fed a diet with inulin and oligofructose. *Journal of Animal and Feed Sciences*, **14**(1), 511-516.
- Zhao, C., Ge, B., De Villena, J., Sudler, R., Yeh, E., Zhao, S., White David, G., Wagner, D., and Meng, J.** (2001). Prevalence of *Campylobacter* spp., *Escherichia coli*, and *Salmonella* serovars in retail chicken, turkey, pork, and beef from the greater Washington, D.C., Area. *Applied and Environmental Microbiology*, **67**, 5431-5436.
- Zulkifli, I., Abdullah, N., Azrin, N. M., & Ho, Y. W.** (2000). Growth performance and immune response of two commercial broiler strains fed diets containing *Lactobacillus* cultures and oxytetracycline under heat stress conditions. *British Poultry Science*, **41**(5), 593-597.