

# اثرات پرتوتابی الکترون و اسیدآلی بر عملکرد تولید و پاسخ ایمنی در جوجه‌های گوشتی

شعبان رحیمی<sup>۱\*</sup> سعید یخکشی<sup>۱</sup> پروین شورنگ<sup>۲</sup>

(۱) گروه پرورش و تولید طیور دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، تهران- ایران.

(۲) پژوهشکده تحقیقات کشاورزی، پزشکی و صنعتی پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای کرج، کرج- ایران.

(دریافت مقاله: ۳ بهمن ماه ۱۳۹۰، پذیرش نهایی: ۲۳ اردیبهشت ماه ۱۳۹۱)

## چکیده

**زمینه مطالعه:** پرتوتابی الکترون و استفاده از اسیدهای آلی سبب کاهش یا رفع آلودگی میکروبی جیره غذایی طیور می‌شوند. **هدف:** این مطالعه به منظور مقایسه اثر پرتوتابی الکترون و اسیدآلی بر بار میکروبی جیره، سیستم ایمنی، لیبیدهای سرم، مورفولوژی روده، وزن نسبی اندام‌ها و شاخص‌های رشد جوجه‌های گوشتی انجام گرفت. **روش کار:** ۳۰۰ قطعه جوجه گوشتی یک‌روزه‌نر (سویه‌کاب ۵۰۰) به‌طور تصادفی به ۵ گروه آزمایشی تقسیم شدند، به طوری که هر گروه شامل ۴ تکرار ۱۵ قطعه‌ای بود. تیمارهای آزمایشی شامل جیره پایه به‌عنوان شاهد، جیره‌های پرتوتابی شده با دزهای ۳، ۵ و ۷ کجی و جیره حاوی فورمایسین ۰/۲٪ بود. **نتایج:** بیشترین و کمترین میانگین افزایش وزن روزانه در دوره پایانی و کل دوره به ترتیب در جیره پرتوتابی شده با دز ۷ کجی و شاهد مشاهده شد ( $p < 0/05$ ). به علاوه، تیمارهای آزمایشی اثر معنی‌داری بر کاهش آلودگی باکتریایی جیره داشتند ( $p < 0/05$ ). بالاترین (۵/۶۶) و پایین‌ترین (۴/۱۷) عیار پادتن بر علیه SRBC در نوبت دوم به ترتیب در تیمار فورمایسین و شاهد مشاهده شد ( $p < 0/05$ ). بیشترین و کمترین درصد وزن سینه و چربی بطنی به ترتیب در جیره پرتوتابی شده با دز ۷ کجی و شاهد مشاهده شد ( $p < 0/05$ ). بیشترین مقدار ارتفاع پرز ژئونوم ( $1089 \mu m$ ) و نسبت ارتفاع پرز بر عمق کریپت (۵/۸۴) در دز ۷ کجی به دست آمد ( $p < 0/05$ ). **نتیجه‌گیری نهایی:** پرتوتابی جیره‌های آزمایشی سبب بهبود عملکرد جوجه‌های گوشتی می‌شود که این روند با افزایش دز پرتوتابی بیشتر مشهود است.

**واژه‌های کلیدی:** پرتوتابی الکترون، فورمایسین، جوجه‌های گوشتی، عملکرد.

مغناطیسی نوسان کننده، بر روی هدف مورد نظر می‌تابد (۸). از آنجا که الکترون‌ها عمق نفوذ کمی دارند (حدوداً ۸cm)، محصولاتی که دارای ضخامت بیش از دامنه نفوذ الکترون‌ها باشند خوب پرتوتابی نمی‌شوند. بنابراین پرتوتابی الکترون برای عمل‌آوری غلات یا خوراک دام و طیور که به صورت یک لایه بر روی نوار نقاله گسترده می‌شوند مفید است.

از جمله مزایای پرتوتابی می‌توان به (۱) آسیب کمتر به مواد مغذی جیره بویژه پروتئین‌ها (۲) ایجاد نشدن فرآورده‌های غیرقابل هضم مانند فرآورده‌های میلارد و (۳) حذف آلودگی‌های قارچی و باکتریایی از مواد خوراکی بدون داشتن اثرات باقیمانده بعد از پرتوتابی اشاره کرد (۳۶). تنها عیب استفاده از پرتوتابی به‌عنوان یک روش عمل‌آوری در حال حاضر، نبودن تجهیزات و امکانات پرتوتابی به تعداد زیاد در نقاط مختلف کشور است که این موضوع در شرایط کنونی سبب زیاد شدن هزینه‌های این نوع عمل‌آوری می‌شود. تا کنون گزارش‌های متعددی در مورد جیره‌های پرتوتابی شده در تغذیه حیوانات منتشر شده است. بهبود قابلیت هضم مواد مغذی بعد از پرتوتابی جیره، در تغذیه خوک‌ها (۱۱)، بزهای پرواری (۲۸) و جوجه‌های گوشتی (۱) گزارش شده است. مشاهده شده پرتوتابی می‌تواند سبب تغییر فیزیکی و شیمیایی در جیره شود، که این امر می‌تواند بر دسترسی مواد مغذی توسط حیوان مؤثر و بر عملکرد رشد اثر گذار باشد (۴۸). همچنین گزارش شده است که اسیدی کردن خوراک بوسیله اسیدهای آلی سبب کاهش کلونیزاسیون و ساکن شدن پاتوژن‌های مضر می‌شود، که این شرایط می‌تواند عملکرد حیوان را تحت تأثیر قرار دهد

## مقدمه

یکی از عوامل شناخته شده و مؤثر که میزان تولید جوجه‌های گوشتی را تحت تأثیر قرار می‌دهد جیره غذایی می‌باشد. آلودگی جیره با عوامل میکروبی یکی دیگر از مشکلات موجود در صنعت پرورش طیور می‌باشد، که خسارات زیادی را به این صنعت وارد می‌سازد. مصرف جیره آلوده برای طیور زیان‌آور بوده و سبب افزایش ضریب تبدیل غذایی، کاهش بازده تولید، افزایش تلفات و در نتیجه افزایش هزینه‌های اقتصادی پرورش می‌شود (۷). در صنعت طیور از روش‌های مختلفی برای کاهش آلودگی باکتریایی خوراک استفاده می‌شود. خاصیت ضد عفونی‌کنندگی اسیدهای آلی و محافظت خوراک از آلودگی‌های باکتریایی، با آزمایش‌های متعدد در مزرعه و آزمایشگاه ثابت شده است (۱۹). استفاده از حرارت خشک و مرطوب اگرچه احتمالاً ارزان‌تر و یا قابل دسترس‌تر می‌باشد اما کارایی آنها بر روی مواد غذایی که به شدت تحت تأثیر حرارت و رطوبت قرار می‌گیرند مورد تردید است. پرتوتابی الکترون یکی از راه‌های کاهش و یا رفع بار میکروبی مواد خوراکی است. معمولاً برای پرتوتابی از شتاب دهنده‌های الکترونی با قدرت ۵ MeV و ۱۰ MeV استفاده می‌شود (۳۵). باریکه الکترونی جریانی از الکترون‌های پرانرژی است که از تفنگ الکترونی خارج می‌شود. باریکه الکترونی، با ورود به محیط خلاء و در یک میدان الکتریکی قوی شتاب داده می‌شود و در نهایت با کمک یک میدان



برش، در زیر میکروسکوپ از نظر ارتفاع پرز، عمق کریپت و پهنای پرزها بررسی شدند (۱۸).

ارزیابی سیستم ایمنی همورال: در روزهای ۲۱ و ۳۵ به چهار قطعه پرنده از هر واحد آزمایشی مقدار ۱ ml ۰/۱ سوسپانسیون گلبول قرمز گوسفند ۵/۰٪ در PBS، به عضله سینه تزریق شد. هفت روز پس از هر بار تزریق گلبول قرمز، در روزهای ۲۸ و ۴۲ از همان پرنده‌ها از طریق ورید بال خونگیری شد. برای تعیین عیار پادتن تولید شده علیه گلبول قرمز گوسفند از روش هم‌آگلوتیناسیون میکروتیتر استفاده شد (۴۶). میزان ایمونوگلوبولین‌های G و M به طور جداگانه با استفاده از محلول ۲- مرکاپتواتانول ۰/۰۲ mol مطابق با روش فوق تعیین گردید. همچنین در پایان دوره گسترش‌های به دست آمده از نمونه‌های خون چهار پرنده به ازای هر پن برای رنگ آمیزی شدند. شمارش هتروفیل (H) و لنفوسیت (L) و محاسبه نسبت H/L بر اساس روش Gross و Siegel در سال ۱۹۸۳ به وسیله میکروسکوپ بدست آمد.

لیپیدهای سرم و درصد هماتوکریت: در ۴۲ روزگی با استفاده از سرنگ‌های آغشته به هپارین ۲ ml خون از سیاهرگ بال جوجه‌ها گرفته شد. سپس با استفاده از لوله‌های موئین و قرار دادن لوله‌ها در سانتی‌فیوژ در ۱۲۰۰۰ r/m به مدت ۵ دقیقه جدا شدن سرم، با خط کش مدرج دایره‌ای میزان هماتوکریت تعیین شد. در انتهای دوره پرورش از هر واحد آزمایشی از ۴ قطعه پرنده خونگیری شدند. پس از انعقاد خون، نمونه‌های سرم جدا گردید. اندازه‌گیری کلسترول، LDL و HDL کلسترول موجود در نمونه‌های سرم در ۴۲ روزگی با استفاده از روش آنزیمی (CHOD-PAP) و همچنین تری‌گلیسرید با روش (GPO-PAP) با استفاده از کیت تجاری (پارس آزمون - ایران) و در طول موج ۵۴۶ nm برآورد گردید (۳۴).

تعیین بار میکروبی خوراک: ۲۵ g از هر یک از خوراک‌های آغازین، رشد و پایانی به ارلن‌های محتوی ۲۲۵ ml محلول بافر فسفات سالین (PBS) افزوده شد. بعد از مخلوط شدن، سری رقت با فاکتور رقت  $10^{-1}$  (۰/۱) از سوسپانسیون مورد نظر تهیه شد و به روش Pure plate به محیط‌های کشت پلیت کانت آگار (PCA) (مرک، آلمان) و مکانکی آگار (MCA) (مرک، آلمان) به ترتیب برای تعیین جمعیت کل باکتری‌های هوازی و کلی‌فرم‌ها منتقل شد (۱۹). سپس برای شمارش کلنی‌ها، پلیت‌ها به مدت ۲۴ ساعت در انکوباتور در دمای  $37^{\circ}\text{C}$  قرار داده شدند.

آنالیز آماری: نتایج حاصله در قالب طرح کاملاً تصادفی با استفاده از نرم افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام شد.

## نتایج

**عملکرد:** نتایج مربوط به مقایسه میانگین‌های مصرف خوراک روزانه، افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل غذایی جوجه‌ها در جدول ۲ آورده شده است. اثر تیمارهای آزمایشی بر میانگین مصرف خوراک در هیچ یک از

(۱۰، ۲۳). بدین منظور تحقیق حاضر برای مقایسه اثرات پرتوتابی الکترون و اسید آلی فورمایسین بر کاهش بار میکروبی جیره، سیستم ایمنی، لیپیدهای سرم، مرفولوژی روده، وزن نسبی ارگان‌های داخلی و شاخص‌های رشد جوجه‌های گوشتی انجام گرفته است.

## مواد و روش کار

**پرتوتابی جیره آزمایشی:** پس از جیره نویسی و فرموله کردن جیره (جدول ۱) بر حسب احتیاجات غذایی (مطابق با NRC در سال ۱۹۹۴) در دوره‌های آغازین (۱۴-۱ روزگی)، رشد (۲۸-۱۵ روزگی)، و پایانی (۴۲-۲۹ روزگی)، نمونه‌های خوراک به وزن ۵ kg در کیسه‌های نایلونی پلی اتیلن به ابعاد  $30 \times 70 \text{ cm}$  بسته بندی و به مرکز پرتو فرآیند یزد انتقال داده شدند. پرتوتابی الکترون با دزهای ۰،۳، ۵ و ۷ با استفاده از دستگاه شتاب دهنده الکترون (رودوترون) مدل TT200 که قادر به تولید باریکه جاروب شونده الکترون (بیشینه پهنای جاروب ۱۰۰ cm با بسامد ۱۰۰ Hz) با انرژی ۱۰ MeV انجام شد.

**پرنده‌ها و گروه‌های آزمایشی:** تعداد ۳۰۰ قطعه جوجه گوشتی نریک روزه (سویه کاب ۵۰۰) که پراکنده‌گی وزن کمتری حول میانگین داشتند انتخاب و در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۵ تیمار و ۴ تکرار و تعداد ۱۵ قطعه پرنده در هر تکرار قرار داده شدند. تیمارهای آزمایشی شامل: جیره پایه به عنوان شاهد، جیره‌های پرتوتابی شده با دزهای ۰،۳، ۵ و ۷ الکترون و جیره حاوی ۰/۰۲٪ اسید آلی فورمایسین در نظر گرفته شدند. پرنده‌های آزمایشی بر روی بستر در پن‌های مجزا و شرایط کاملاً مشابه نگهداری شدند. جوجه‌ها در تمام طول آزمایش به طور آزاد به آب و غذا دسترسی داشتند. میزان نور ۳ W/m در ابتدای دوره شروع و ۱/۵ W/m در انتهای دوره بود. دمای سالن در روز ورود جوجه‌ها  $33^{\circ}\text{C}$  تنظیم و به تدریج متناسب با استانداردهای پرورش کاهش یافت. خوراک مصرفی، افزایش وزن و ضریب تبدیل غذایی به صورت هفتگی اندازه‌گیری شد.

**وزن نسبی اجزای لاشه و دستگاه گوارش:** در روز ۴۲ پرورش، تعداد ۴ پرنده از هر واحد آزمایشی به طور تصادفی انتخاب شده و به صورت جابجایی مهره گردن کشتار گردیدند. وزن بخش‌های مختلف لاشه، شامل سینه، ران، پشت، گردن و بال و درصد اندام‌های مختلف دستگاه گوارش، کلیه، قلب و چربی محوطه بطنی و همچنین طول بخش‌های مختلف روده باریک (دئودنوم، ژژونوم، ایلئوم) و روده کور اندازه‌گیری شد. **ارزیابی مرفولوژی روده:** در سن ۴۲ روزگی ۴ قطعه پرنده از هر واحد آزمایشی به صورت تصادفی انتخاب و به روش جابجایی مهره‌های گردن کشته شدند. پس از کالبد گشائی و جداسازی روده کوچک به طور یکسان از قسمت میانی ژژونوم به طول ۵ cm نمونه تهیه گردید.

نمونه‌های روده با محلول تامپون فسفات شسته شدند و سپس با محلول کلارک (سه حجم اتانول مطلق و یک حجم اسید استیک گلاسیال) تثبیت شدند (۲۴). قطعات تثبیت شده پس از رنگ آمیزی و



## وزن نسبی اجزای دستگاه گوارش: همان طور که جدول ۴ نشان

می دهد بین تیمارهای آزمایشی از لحاظ وزن نسبی روده باریک، پیش معده، سنگدان، کبد، قلب، پانکراس، بورس فابریسیوس و طحال اختلاف معنی داری وجود نداشت ( $p > 0.05$ ). درصد وزن چربی محوطه بطنی تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفته است ( $p < 0.05$ ). بیشترین و کمترین درصد چربی بطنی در تیمارهای پرتو تابی شده با دز ۷ kGy و شاهد مشاهده شد.

## طول نسبی روده: همان طور که از جدول ۵ استنباط می شود در بین

تیمارها بلندترین و کوتاه ترین طول نسبی روده باریک و قسمت های آن مربوط به تیمار شاهد و پرتو تابی با دز ۷ kGy می باشد، که تیمارها از نظر این صفات با یکدیگر اختلاف معنی داری ( $p > 0.05$ ) نداشتند.

## مرفولوژی روده: اثر تیمارهای آزمایشی بر خصوصیات پرزهای ژژونوم

در جدول ۶ نشان داده شده است. تیمارهای آزمایشی اثر معنی داری بر خصوصیات پرزها داشتند ( $p < 0.05$ ). کمترین و بیشترین مقدار طول ویلی و نسبت طول ویلی به عمق کریپت به ترتیب در تیمارهای شاهد و پرتو تابی با دز ۷ kGy مشاهده شد. به علاوه بین تیمارهای فورمایسین و پرتو تابی شده با دز ۵ kGy تفاوت معنی داری وجود نداشت ( $p > 0.05$ ). همچنین اثر تیمارهای آزمایشی بر عمق کریپت، مساحت و عرض ویلوس ژژونوم معنی دار نبود ( $p > 0.05$ ).

## سیستم ایمنی همورال: در جدول ۷ میزان عیار پادتن های تولید شده

علیه گلبول قرمز گوسفند (SRBC) نشان داده شده است. اثر تیمارهای آزمایشی بر عیار پادتن در نوبت اول معنی داری نبود ( $p > 0.05$ ). میزان عیار پادتن در نوبت دوم، اختلاف معنی داری را نشان می دهد و تیمار دریافت کننده اسید آلی تیترا پادتن بالاتری نسبت به سایر گروهها داشت ( $p < 0.05$ ), اما در مقدار IgM با تیمار پرتو تابی با دز ۷ kGy در نوبت دوم تفاوت معنی داری نداشت. همچنین بالاترین مقدار IgG در تیمار فورمایسین مشاهده شد ( $p < 0.05$ ).

## لیپیدهای سرم و درصد هماتوکریت: نتایج اثر گروه های آزمایشی بر

کلسترول سرم، تری گلیسرید سرم، HDL و LDL کلسترول و درصد هماتوکریت خون در جدول ۸ ارائه شده است. اثر تیمارهای آزمایشی بر پارامترهای اندازه گیری شده معنی داری نبود ( $p > 0.05$ ).

## بار میکروبی جیره: با توجه به جدول ۹ تیمارهای آزمایشی اثر

معنی داری بر کاهش بار میکروبی جیره داشتند ( $p < 0.05$ ). بیشترین و کمترین جمعیت کلی فرم ها و کل باکتری های هواری در روزهای ۱۴ و ۲۸ به ترتیب در گروه شاهد و ۳ kGy مشاهده شد. همچنین میزان آلودگی جیره های پایانی (۲۹-۴۲)، در تیمارهای اسید آلی و ۳ kGy، کمتر از جیره های آغازین (۱-۱۴) و رشد (۱۵-۲۸) نسبت به شاهد می باشد. به علاوه در جیره های پرتو تابی شده با دز ۵ kGy و ۷ هیچ گونه آلودگی باکتریایی وجود نداشت.

جدول ۱- ترکیبات جیره غذایی در دوره های مختلف پرورش جوجه های گوشتی: ۱: به ازای هر کیلوگرم جیره: ویتامین A: ۸۰۰۰ IU، ویتامین D3: ۳۰۰۰ IU، ویتامین E: ۲۵ IU، ویتامین K3: ۱/۵ mg، تیامین: ۵mg، ریبوفلاوین: ۱۰mg، پانتوتینیک: ۱۵mg، نیاسین: ۵۰mg، پیریدوکسین: ۴mg، اسید فولیک: ۱mg، ویتامین B<sub>۱۲</sub>: ۰/۰۲mg، بیوتین: ۰/۱mg، کلرید کولین: ۱۱۰۰mg، آنتی اکسیدان: ۲۰۱۰۰mg: به ازای هر کیلوگرم جیره: Mn: ۱۰۰mg، Zn: ۸۰۰mg، Fe: ۸۰۰mg، Cu: ۲۰mg، Co: ۰/۵mg، Se: ۰/۱۵mg.

اجزای جیره	جیره آغازین	جیره رشد	جیره پایانی
ذرت (%)	۴۹/۶۲	۵۲/۲۱	۴۷/۰۴
کنجاله سویا (%)	۴۰/۰۴	۳۵/۰۵	۳۰/۹۶
گندم (%)	۴/۰۰	۸/۰۹	۱۴/۶۰
روغن سویا (%)	۱/۳۴	۱/۰۰	۴/۲۳
دی کلسیم فسفات (%)	۲/۴۶	۲/۲۰	۲/۶۰
DL - متیونین (%)	۰/۳۴	۰/۲۷	۰/۱۶
L - لایزین (%)	۰/۲۳	۰/۱۹	۰/۰۳
مکمل ویتامینی (%)	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
مکمل معدنی (%)	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
سنگ آهک (%)	۰/۰۵	-	-
نمک (%)	۰/۲۷	۰/۲۸	۰/۲۸
مواد مغذی محاسبه شده			
انرژی متابولیسمی (kcal/kg)	۲۸۲۰	۲۹۵۰	۳۰۴۵
پروتئین خام (%)	۲۱/۵۳	۱۸/۸۵	۱۸/۰۱
فیبر خام (%)	۴/۰۷	۵/۰۹	۴/۸۲
چربی خام (%)	۴/۰۴	۵/۴۵	۶/۵۷
کلسیم (%)	۰/۹۳	۰/۸۳	۰/۸۰
فسفر قابل دسترس (%)	۰/۴۷	۰/۴۱	۰/۴۰
متیونین + سیستئین (%)	۰/۰۹	۰/۸۲	۰/۷۲
لایزین (%)	۱/۲۸	۱/۱۴	۰/۹۵

دوره های آزمایشی معنی دار نمی باشد ( $p > 0.05$ ). همچنین میزان افزایش وزن روزانه در سنین ۱۴-۱ و ۲۸-۱۵ روزگی معنی دار نبود ( $p > 0.05$ ). تیمارهای آزمایشی اثر معنی داری ( $p < 0.05$ ) بر میانگین افزایش وزن روزانه در سنین ۴۲ و ۴۲-۱ روزگی داشتند به طوری که بیشترین و کمترین میزان افزایش وزن به ترتیب در تیمار پرتو تابی با دز ۷ kGy و شاهد مشاهده شد. ضریب تبدیل غذایی در سنین ۱۴-۱ و ۲۸-۱۵ روزگی بین تیمارها اختلاف معنی داری نداشت ( $p > 0.05$ ). در سن ۴۲-۲۹ روزگی بالاترین ضریب تبدیل غذایی توسط تیمار پرتو تابی با دز ۳ kGy و شاهد و پایین ترین ضریب تبدیل غذایی در تیمار پرتو تابی با دز ۷ kGy حاصل شده است ( $p < 0.05$ ). همچنین در کل دوره پایین ترین و بالاترین ضریب تبدیل غذایی به ترتیب مربوط به تیمار پرتو تابی با دز ۷ kGy و شاهد بود ( $p < 0.05$ ).

## وزن نسبی اجزای لاشه: در جدول ۳ میانگین های مربوط به درصد وزن

لاشه و قسمت های دیگر ارائه شده است. تیمارهای آزمایشی اثر معنی داری بر درصد وزن سینه داشتند ( $p < 0.05$ ). بالاترین میزان درصد وزن سینه مربوط به تیمار پرتو تابی با دز ۷ kGy می باشد، که تفاوت معنی داری با تیمارهای پرتو تابی شده با دز ۵ و ۳ و اسید آلی نداشت. همچنین اثر تیمارهای آزمایشی بر درصد وزن لاشه، ران، پشت، بال و گردن معنی دار نبود ( $p > 0.05$ ).



جدول ۲ - تاثیر پرتوتابی و افزودن فورمایسین به جیره بر عملکرد رشد جوجه های گوشتی. ab: میانگین ها با حروف غیر مشابه در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی دار می باشند ( $p < 0.05$ ).

تیمارها						
SEM	فورمایسین	۷ kGy	۵ kGy	۳ kGy	شاهد	اندازه گیری های مصرف خوراک (g/day)
-۰/۳۴۴	۴۲/۳۴	۴۲/۴۳	۴۲/۶۴	۴۳/۰۳	۴۲/۸۶	۱۴-روزگی
-۰/۵۷۷	۱۰۹/۵۳	۱۰۹/۶۲	۱۰۹/۷۲	۱۱۰/۱۵	۱۰۸/۳۸	۱۵-۲۸ روزگی
۲/۱۵	۱۶۷/۶۶	۱۷۴/۷۷	۱۷۸/۰۰	۱۷۰/۴۴	۱۷۰/۶۵	۲۹-۴۲ روزگی
-۰/۷۹۳	۱۰۸/۴۱	۱۱۰/۷۹	۱۱۱/۹۸	۱۰۹/۷۴	۱۰۹/۲۱	۴۲-روزگی
افزایش وزن (g/day)						
-۰/۳۹۳	۳۱/۰۴	۳۳/۴۴	۳۲/۶۴	۳۲/۳۹	۳۱/۷۱	۱۴-روزگی
۱/۴۳۹	۶۰/۶۰	۵۹/۸۷	۵۸/۴۹	۵۶/۸۵	۵۱/۶۸	۱۵-۲۸ روزگی
۱/۵۱	۷۵/۳۶ <sup>b</sup>	۸۴/۸۰ <sup>a</sup>	۷۹/۸۸ <sup>ab</sup>	۷۴/۲۵ <sup>b</sup>	۷۴/۳۲ <sup>b</sup>	۲۹-۴۲ روزگی
-۰/۹۲۳	۵۶/۶۹ <sup>ab</sup>	۶۰/۴۸ <sup>a</sup>	۵۸/۰۸ <sup>ab</sup>	۵۴/۲۲ <sup>b</sup>	۵۳/۶۰ <sup>b</sup>	۴۲-روزگی
ضریب تبدیل غذایی						
-۰/۰۱۴	۱/۳۶	۱/۲۶	۱/۳۰	۱/۳۲	۱/۳۵	۱۴-روزگی
-۰/۰۴۵	۱/۸۲	۱/۸۳	۱/۸۷	۱/۹۴	۲/۱۱	۱۵-۲۸ روزگی
-۰/۰۳۴	۲/۲۲ <sup>ab</sup>	۲/۰۶ <sup>b</sup>	۲/۳۲ <sup>ab</sup>	۲/۳۸ <sup>a</sup>	۲/۳۰ <sup>ab</sup>	۲۹-۴۲ روزگی
-۰/۰۲۶	۱/۹۱ <sup>ab</sup>	۱/۸۲ <sup>b</sup>	۱/۹۲ <sup>ab</sup>	۲/۰۱ <sup>a</sup>	۲/۰۴ <sup>a</sup>	۴۲-روزگی

جدول ۴ - تاثیر پرتوتابی و افزودن فورمایسین به جیره بر وزن نسبی اندام های داخلی جوجه های گوشتی (سن ۴۲ روزگی). ab: میانگین ها با حروف غیر مشابه در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی دار می باشند ( $p < 0.05$ ).

تیمارها	اجزاء و ارگان ها						
	روده خالی	پیش معده	سنگدان	پانکراس	کبد	قلب	چربی بورس طحال
شاهد	۲/۵۰	۰/۳۲	۱/۳۴	۰/۲۹	۲/۴۲	۰/۴۱	۱/۲۸ <sup>b</sup>
۳ kGy	۲/۴۸	۰/۲۸	۱/۳۰	۰/۲۵	۲/۱۳	۰/۴۰	۱/۳۱ <sup>b</sup>
۵ kGy	۲/۴۱	۰/۲۹	۱/۳۱	۰/۲۶	۲/۳۵	۰/۴۳	۱/۳۹ <sup>ab</sup>
۷ kGy	۲/۳۸	۰/۳۳	۱/۲۹	۰/۲۹	۲/۳۰	۰/۴۲	۱/۳۳ <sup>a</sup>
فورمایسین	۲/۴۰	۰/۳۰	۱/۳۳	۰/۲۷	۲/۱۱	۰/۴۵	۱/۳۴ <sup>ab</sup>
SEM	۰/۰۷۰	۰/۰۰۸	۰/۰۲۸	۰/۰۰۸	۰/۰۵۰	۰/۰۰۹	۰/۰۶۲

نشاسته کمک کند، در نتیجه هضم آن بوسیله آمیلازهای لوزالمعده راحت تر صورت می گیرد و سبب بهبود خوراک مصرفی و در نتیجه افزایش وزن می شود (۲۵، ۴۵). همچنین با توجه به اینکه جیره های مورد آزمایش حاوی ۰/۰۹، ۰/۰۸ و ۰/۰۷٪ گندم به ترتیب در دوره های آغازین، رشد و پایانی بوده است، ممکن است پرتوهای الکترون با اثرگذاری بر پلی ساکاریدهای گندم و دیگر ترکیبات جیره، میزان عبور مواد خوراکی و قابلیت هضم مواد مغذی را در دستگاه گوارش تحت تاثیر قرار داده و سبب بهبود عملکرد گردند (۱۷). ذرت و کنجاله سویا بیشترین بخش از اجزای جیره جوجه های گوشتی را تشکیل می دهند، لذا میزان تغییرات در این ترکیبات می تواند به طور مستقیم بر روی پرنده تاثیر بگذارد. الیگوساکاریدهای موجود در کنجاله سویا پیچیده ترین ساختمان را در میان انواع پلی ساکاریدهای غیر

جدول ۳ - تاثیر پرتوتابی و افزودن فورمایسین به جیره بر وزن نسبی اجزاء مختلف لاشه جوجه های گوشتی. ab: میانگین ها با حروف غیر مشابه در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی دار می باشند ( $p < 0.05$ ).

تیمارها	لاشه	سینه	ران	پشت	بال	گردن
شاهد	۵۹/۱۹	۳۵/۵۶ <sup>b</sup>	۳۱/۸۷	۱۷/۵۹	۹/۹۸	۴/۹۷
۳ kGy	۵۹/۴۷	۳۶/۶۳ <sup>ab</sup>	۳۱/۶۸	۱۷/۶۶	۹/۵۸	۴/۴۳
۵ kGy	۶۰/۹۴	۳۹/۰۷ <sup>ab</sup>	۳۰/۲۲	۱۷/۱۳	۸/۸۲	۴/۷۴
۷ kGy	۶۱/۷۴	۳۹/۳۳ <sup>a</sup>	۳۱/۰۱	۱۶/۰۴	۹/۰۱	۴/۶۸
فورمایسین	۶۰/۴۳	۳۸/۵۹ <sup>ab</sup>	۳۱/۷۶	۱۶/۳۸	۸/۲۶	۴/۹۸
SEM	۰/۶۲۲	۰/۵۵۸	۰/۳۶۱	۰/۴۴۳	۰/۳۹۶	۰/۱۲۹

## بحث

عملکرد: با توجه به نتایج، تیمار اسید آلی در دوره های آزمایشی به جز دوره رشد سبب کاهش مصرف خوراک نسبت به تیمار شاهد شد. مطالعات نشان داده است که اسید پروپیونیک احتمالاً اشتها و خوشخواری (۶، ۳۲) را در جوجه های گوشتی تحت تاثیر قرار می دهد، زیرا پروپیونیک اسید با تاثیر بر مرکز سیری منجر به کاهش مصرف خوراک می گردد. علاوه بر این وجود فرمالدئید و بنتونایت سدیم در ترکیب به کار رفته می تواند تاثیر مضاعفی بر کاهش خوشخواری جیره داشته باشد (۳۷).

بهبود مصرف خوراک و افزایش وزن ناشی از جیره های پرتوتابی شده را می توان به اثر پرتوها بر ساختار جیره و افزایش قابلیت هضم و دسترسی مواد مغذی نسبت داد. به علاوه پرتوتابی می تواند به حلالت دانه های



جدول ۵- تاثیر پرتو تابی و افزودن فورمایسین به جیره بر طول قسمت های مختلف روده جوجه های گوشتی (۴۲ روزگی).

تیمارها	کل روده باریک	دندونوم	ژژونوم	ایلنوم	روده کور
cm/100 g Bw					
شاهد	۶/۵۷	۱/۰۳	۲/۶۳	۲/۹۰	۰/۵۱
۳ kGy	۶/۵۳	۱/۰۰	۲/۶۲	۲/۹۵	۰/۵۳
۵ kGy	۶/۴۴	۰/۹۷	۲/۵۶	۲/۹۰	۰/۵۲
۷ kGy	۶/۴۰	۰/۹۷	۲/۵۶	۲/۸۷	۰/۴۸
فورمایسین	۶/۴۹	۱/۰۰	۲/۶۰	۲/۸۸	۰/۵۱
SEM	۰/۰۸۴	۰/۰۲۲	۰/۰۳۰	۰/۰۵۰	۰/۰۱۵

نشاسته ای دارند (۱۶، ۴۱). پرتو تابی به دلیل کاهش پلی ساکاریدهای غیر قابل هضم و افزایش در میزان کل قندهای محلول، سبب بهبود قابلیت هضم و ارزش غذایی خوراک می شود (۱۲). از طرفی دیگر دانه های نشاسته ذرت به صورت غیر محلول هستند و در مقابل اعمال هضم مقاومند. استفاده از وسایل فیزیکی و پرتو تابی می تواند به حلالت دانه های نشاسته کمک کند، در نتیجه هضم آن بوسیله آمیلازهای لوزالمعدة راحت تر صورت می گیرد (۴۱). تحقیقات نشان داده است که نشاسته پرتو تابی شده تغییراتی می کند و نسبت به فعالیت آنزیم های آلفا و بتا آمیلاز حساس تر می شود، در نتیجه این امر منجر به افزایش مالتوز و مالتوتریبوز می شود (۲، ۳).

ضریب تبدیل غذایی پاسخی در راستای خوراک مصرفی و افزایش وزن است. با توجه به ممکن بودن تأثیرات مثبت پرتو تابی بر روی بهبود کیفیت مواد مغذی، افزایش حلالت پروتئین، دپلیمریزاسیون نشاسته و تأثیرات مثبت بر روی کاهش و حذف عوامل بیماریزای میکروبی و سموم آنها و همچنین افزایش قابلیت هضم (۲۵)، می توان نتیجه گرفت که ضریب تبدیل غذایی با فرآیند پرتو تابی بهتر گردد. گزارش شده پرتو تابی پودر خون با منبع پرتو گاما و الکترون در دزهای ۱۰، ۲/۵، ۵ و ۲۰ سبب افزایش رشد و بهبود ضریب تبدیل غذایی در توله خوک ها گردید (۱۱). مطابق با نتایج فوق در این مطالعه نیز با افزایش دز پرتو تابی ضریب تبدیل غذایی و میزان افزایش وزن بهبود یافت. تیمار اسید آلی علی رغم، عدم وجود تفاوت معنی دار با سایر گروه ها، نسبت به شاهد بهبود وزن و ضریب تبدیل بهتری داشته است. به نظر می رسد اسیدهای آلی با تأمین pH مناسب و بهبود شرایط میکروبی دستگاه گوارش و کاهش باکتری های مضر، هضم و جذب مواد مغذی را افزایش داده و سبب بهبود عملکرد می شوند (۱۰، ۴۲).

**وزن نسبی اجزای لاشه:** تیمار پرتو تابی شده با دز ۷ kGy سبب افزایش معنی داری در بهبود وزن نسبی سینه نسبت به تیمار شاهد در ۴۲ روزگی شد. تحقیقات کمی در مورد اثر خوراک پرتو تابی شده بر روی اجزای لاشه وجود دارد، اما می توان چنین بیان کرد که بهبود افزایش وزن در مصرف

جدول ۶- تأثیر پرتو تابی و افزودن فورمایسین به جیره بر مرفولوژی روده جوجه های گوشتی (سن ۴۲ روزگی). ab: میانگین ها با حروف غیر مشابه در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی دار می باشند (p < ۰/۰۵).

صفات ویلوس					
تیمارها	طول ویلی (µm)	عرض ویلی (µm)	عمق کریپت (µm)	طول ویلی بر عمق کریپت (µm)	مساحت ویلی (µm <sup>2</sup> )
شاهد	۱۰۰۲/۰۰ <sup>b</sup>	۶۵۱/۹۶	۲۲۵/۷۵	۴/۴۳ <sup>b</sup>	۳۲۶/۹۶
۳ kGy	۱۰۱۶/۷۵ <sup>b</sup>	۶۳۷/۲۶	۲۲۳/۵۰	۴/۵۵ <sup>b</sup>	۳۲۴/۸۴
۵ kGy	۱۰۷۱/۰۸ <sup>ab</sup>	۶۶۱/۷۷	۲۰۱/۷۵	۵/۳۰ <sup>ab</sup>	۳۵۴/۸۸
۷ kGy	۱۱۲۲/۵۰ <sup>a</sup>	۶۴۹/۵۱	۱۹۸/۵۳	۵/۸۴ <sup>a</sup>	۳۶۴/۸۴
فورمایسین	۱۰۸۹/۰۰ <sup>ab</sup>	۶۳۷/۲۶	۲۰۰/۵۰	۵/۴۵ <sup>ab</sup>	۳۴۶/۸۴
SEM	۱۵/۳۳	۱۳/۲۲	۴/۶۹	۰/۱۷	۹/۰۱

خوراک پرتو تابی شده می تواند تا حدودی بر روی اجزای لاشه تأثیر گذاشته باشد. بهبود درصد وزن سینه در تیمار پرتو تابی با دز ۷ kGy را هم می توان به بهبود افزایش وزن و تجمع درصد گوشت سینه در این تیمار نسبت داد. همچنین افزودن اسید آلی به جیره غذایی، نتوانست تأثیر معنی داری بر روی اجزای لاشه بگذارد. در تحقیق Leeseon و همکاران در سال ۲۰۰۵ استفاده از اسید بوتریک در جیره تأثیری بر لاشه و وزن نسبی لاشه نداشت (۲۶)، که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

**وزن نسبی اجزای دستگاه گوارش:** نتایج بدست آمده نشان داد که درصد وزن نسبی چربی محوطه بطنی تفاوت معنی داری در بین تیمارها داشت. بالاتر بودن چربی محوطه بطنی در تیمارهای پرتو تابی شده، ممکن است به دلیل رشد سریع تر جوجه ها، بهبود در متابولیسم کربوهیدرات ها، کاهش ویسکوزیته و افزایش امولسیون چربی ها باشد (۲۰). علی رغم اینکه انتظار می رفت با کاهش پلی ساکاریدهای ضد تغذیه ای و دپلیمریزاسیون نشاسته و بهبود شرایط هضم و جذب مواد مغذی، وزن نسبی سنگدان، پیش معده، پانکراس و فعالیت کبد در اثر مصرف جیره پرتو تابی کاهش یابد، اما در این آزمایش چنین نتایجی بدست نیامد (۱، ۲۱). گزارش شده جیره پرتو تابی شده با دز ۵۰ kGy، هیچ اثر معنی داری بر روی وزن ارگان های داخلی جوجه های گوشتی نداشت (۴۷)، که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد. همچنین تیمارهای آزمایشی اثر معنی داری بر وزن ارگان های لنفاوی نداشتند. از آنجائیکه درصد وزن و اندازه طحال و غده بورس فابریسیوس نشان دهنده فعالیت آنها می باشد و میزان فعالیت با واکنش های ایمنی در ارتباط است، بنابراین عاملی که بتواند سبب تحریک سیستم ایمنی شود، می تواند بر روی وزن این ارگان ها اثر بگذارد. تحقیقات نشان داده استفاده از اسید هیومیک در جیره به عنوان محرک رشد، اثر معنی داری روی درصد وزن طحال و غده بورس فابریسیوس نداشت (۱۸). همچنین با استفاده از آرد گندم پرتو دیده با دز ۲/۵ kGy در رت ها، هیچ تفاوتی در آنزیم های کبدی و وزن طحال و بورس





جدول ۸- تاثیر پرتوتابی و افزودن فورمایسین به جیره بر سطح لیپیدهای سرم و درصد همتوکریت در جوجه‌های گوشتی (سن ۴۲ روزگی).

تیمارها	لیپیدهای سرم				هماتوکریت (%)
	HDL-C (mg/dl)	LDL-C (mg/dl)	کلسترول (mg/dl)	تری‌گلیسرید (mg/dl)	
شاهد	۶۳/۴۰	۵۷/۷۵	۱۳۴/۰۰	۵۱/۶۵	۲۸/۳۳
۳ kGy	۶۱/۴۰	۵۵/۱۵	۱۲۷/۴۷	۴۹/۱۶	۲۹/۳۳
۵ kGy	۵۹/۶۴	۵۸/۱۶	۱۳۲/۴۱	۴۸/۵۰	۲۸/۶۶
۷ kGy	۶۴/۷۳	۶۰/۷۷	۱۳۳/۱۶	۵۲/۲۳	۲۸/۶۶
فورمایسین	۵۷/۸۰	۵۳/۶۱	۱۲۵/۷۶	۴۶/۳۹	۲۸/۳۳
SEM	۱/۰۷۶	۱/۳۶۱	۱/۳۴۴	۱/۰۳۱	۰/۳۱۸

جدول ۷- تاثیر پرتوتابی و افزودن فورمایسین به جیره جوجه‌های گوشتی بر تیتراکتی بادی علیه SRBC و نسبت هتروفیل به لنفوسیت. \*تیتراکتی بادی بر مبنای عکس لگاریتم در منهای دوی رقتی که هم‌گلوکوتیناسیون اتفاق افتاد. abc: میانگین‌ها با حروف غیر مشابه در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی دار می‌باشند ( $p < 0.05$ ).

تیمارها	تیتراکتی بادی نوبت اول (روز ۲۸)			تیتراکتی بادی نوبت دوم (روز ۴۲)		
	پادتن کل	IgM	IgG	پادتن کل	IgM	IgG
شاهد	۳/۵۱	۲/۲۸	۱/۲۲	۴/۱۷ <sup>b</sup>	۲/۹۷ <sup>b</sup>	۱/۲۰ <sup>c</sup>
۳ kGy	۳/۹۸	۲/۷۱	۱/۲۷	۴/۳۶ <sup>b</sup>	۳/۱۴ <sup>b</sup>	۱/۲۲ <sup>c</sup>
۵ kGy	۴/۰۱	۲/۷۶	۱/۲۵	۴/۴۰ <sup>b</sup>	۳/۱۰ <sup>b</sup>	۱/۳۰ <sup>bc</sup>
۷ kGy	۴/۱۲	۲/۸۵	۱/۲۷	۴/۴۶ <sup>b</sup>	۳/۰۳ <sup>b</sup>	۱/۴۳ <sup>ab</sup>
فورمایسین	۴/۰۸	۲/۷۷	۱/۳۰	۵/۶۶ <sup>a</sup>	۴/۰۶ <sup>a</sup>	۱/۶۰ <sup>a</sup>
SEM	۰/۲۲۱	۰/۲۲۳	۰/۰۱۴	۰/۱۶۲	۰/۱۳۳	۰/۰۴۵

جدول ۹- تاثیر پرتوتابی و افزودن فورمایسین به جیره بر کاهش آلودگی باکتریایی خوراک جوجه‌های گوشتی. abc: میانگین‌ها با حروف غیر مشابه در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی دار می‌باشند ( $p < 0.05$ ). ND: بدون آلودگی.

تیمارها	روز ۱-۱۴		روز ۱۵-۲۸		روز ۲۹-۴۲	
	کل هوازی‌ها (Log10 cfu/g)	کلی فرم‌ها (Log10 cfu/g)	کل هوازی‌ها (Log10 cfu/g)	کلی فرم‌ها (Log10 cfu/g)	کل هوازی‌ها (Log10 cfu/g)	کلی فرم‌ها (Log10 cfu/g)
شاهد	۶/۴۶ <sup>a</sup>	۶/۲۸ <sup>a</sup>	۶/۲۸ <sup>a</sup>	۵/۸۲ <sup>a</sup>	۶/۵۶ <sup>a</sup>	۵/۲۵ <sup>a</sup>
۳ kGy	۴/۲۷ <sup>b</sup>	۴/۳۵ <sup>b</sup>	۴/۷۷ <sup>b</sup>	۴/۰۳ <sup>b</sup>	۴/۴۹ <sup>c</sup>	۳/۸۸ <sup>b</sup>
۵ kGy	ND	ND	ND	ND	ND	ND
۷ kGy	ND	ND	ND	ND	ND	ND
فورمایسین	۵/۸۶ <sup>a</sup>	۵/۸۶ <sup>a</sup>	۵/۳۶ <sup>a</sup>	۵/۳۶ <sup>a</sup>	۵/۵۴ <sup>b</sup>	۳/۹۸ <sup>b</sup>
SEM	۰/۶۷۳	۰/۶۴۷	۰/۶۶۱	۰/۵۹۹	۰/۶۵۱	۰/۵۲۴

**مرفولوژی روده:** گزارش شده روده باریک در مقابل تغییرات جیره غذایی، تغییراتی در سطح جذبی خود نشان می‌دهد (۵). از طرفی عمق کریپت و طول ویلی از جمله عوامل مؤثر در اندازه موکوس و جذب مواد مغذی از آن به حساب می‌آیند (۳۶، ۳۹). به علاوه گزارش شده است که مواد مغذی و افزایش فعالیت میکروبی در لوله گوارش ممکن است بر ترشح و مرفولوژی روده کوچک تأثیر بگذارند (۲۰، ۲۹). همانطور که در نتایج افزایش وزن مطرح شد، جوجه‌هایی که از جیره پرتوتابی شده با دز ۷ kGy تغذیه شده بودند، افزایش وزن بیشتری داشتند. در این قسمت نیز مشاهده می‌شود که طول پرزها و نسبت طول پرز بر عمق کریپت در تیمار پرتوتابی با دز ۷ kGy بیشتر بوده است. در توجیه این مسأله می‌توان چنین بیان نمود که هرگونه تغییر در طول پرز به معنی تغییر در جذب می‌باشد و افزایش طول پرز تحت تأثیر میزان هضم و جذب مواد مغذی است. به نظر می‌رسد که پرتوتابی می‌تواند از این طریق سبب بهبود هضم و جذب و افزایش طول پرزها شده باشد. افزایش فعالیت میکروبی در دستگاه گوارش همراه با تغییر مرفولوژی دیواره روده می‌باشد (۴۳). پرتوتابی جیره می‌تواند باکتری‌های بیماری‌زا و سموم تولید شده توسط آنها را از بین

فابریسیوس مشاهده نشد (۲۷)، که یافته‌های این آزمایش با نتایج تحقیقات فوق مطابقت دارد.

**طول نسبی روده:** بررسی‌های انجام شده نشان دادند که اثر تیمارهای مختلف روی طول نسبی روده باریک و روده کور معنی دار نمی‌باشد، اما طول بخش‌های اندازه‌گیری شده در تیمار پرتوتابی با دز ۷ kGy پایین‌تر بود. از طرفی ضریب تبدیل در تیمار پرتوتابی با دز ۷ kGy و اسید آلی پایین‌تر از تیمار شاهد بود که نشان دهنده بهبود جذب مواد مغذی در این تیمارها می‌باشد. لذا افزایش در طول روده کوچک می‌تواند نشان دهنده کاهش در دسترسی مواد مغذی باشد که این روند در تیمار شاهد بیشتر مشهود بوده است. افزایش طول دوازدهه در تیمار شاهد نسبت به تیمارهای دیگر ممکن است به منزله‌ی تلاشی در جهت طولانی‌تر کردن، برای در معرض قرار گرفتن مواد خوراکی با آنزیم‌های هاضمه باشد. همچنین بالاتر بودن طول رزونوم در تیمار شاهد می‌تواند به علت وجود پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای، عدم تغییر ماهیت نشاسته در ذرت، پایین‌تر بودن حلالیت پروتئین و سموم احتمالی موجود در جیره باشد (۲۱).



پلاسمای خون مؤثر باشند (۱۵). مطالعات نشان داده است مصرف روغن ذرت پرتو دیده با دز ۵ kGy در رت ها تغییر چندانی در غلظت لیپیدهای پلازما ایجاد نکرده است (۲۲). بالاتر بودن لیپیدهای سرم در تیمارهای پرتو تابی می تواند به اثر جیره پرتو تابی شده بر متابولیسم هضم و جذب مواد مغذی در دستگاه گوارش ربط داشته باشد. افزایش قابلیت هضم و جذب مواد مغذی سبب تولید انرژی در پرنده می شود، در این حالت انرژی اضافه قابل دسترس (احتمالاً در فرم استیل - کوآ) صرف افزایش سنتز بافت چربی و کلسترول می شود، که این امر منجر به افزایش چربی حفره بطنی و کلسترول سرم می گردد (۲۲).

اثر تیمارهای آزمایشی بر میزان هماتوکریت معنی دار نبود. نتایج این تحقیق با یافته های Daskiran و همکاران در سال ۲۰۰۴ در مورد اسیدی کردن جیره جوجه گوشتی مطابقت دارد. همچنین تحقیقات نشان داده با تغذیه رت ها با جیره پرتو تابی شده، هیچ تفاوتی در میزان هموگلوبین خون مشاهده نشد (۴۰). به طور کلی می توان چنین بیان نمود که عدم بروز اختلالات متابولیکی عمده ناشی از تیمارها بر سلول های خونی، عامل عدم تفاوت معنی دار در مورد این پارامتر باشد.

**بار میکروبی خوراک:** اثر پرتو تابی در از بین بردن میکروارگانیسم ها معمولاً به علت تأثیرگذاری پرتوها بر اندام های سلولی بویژه بخش ژنتیکی آنها می باشد. در باکتری ها DNA دورشته ای بوده و پیوندهای کووالان آن در اثر پرتو تابی از بین می روند و در نتیجه منجر به مرگ سلول می شود (۱۴، ۳۶). مطابق با نتایج این آزمایش، گزارش شده پرتو تابی دانه های برنج با دز ۳/۲ kGy سبب کاهش کل باکتری های هوازی گردید و دز ۷/۵ kGy میزان جمعیت باکتری ها را به صفر رساند (۲۸). همچنین Hayashi و همکاران در سال ۱۹۹۸ گزارش کردند که متوسط دز پرتو الکترون برای کاهش جمعیت کل باکتری های هوازی و کلی فرم ها در برنج ۱۰ تا ۱۵ kGy و برای پرتو تابی با پرتو گاما ۷/۵ kGy می باشد.

تحقیقات نشان داده است که اضافه کردن اسید آلی سالکیل (به شکل پودر) به خوراک طی ساعت اول بیش از ۵۰٪ و طی ۲۴ ساعت، بیش از ۹۵٪ سالمونلای موجود را از بین برد (۴)، که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد. اسیدهای آلی با کاهش pH و ظرفیت بافری جیره و خاصیت باکتریواستاتیک مانع از رشد عوامل میکروبی در جیره می شوند. همچنین علت پایین تر بودن بار میکروبی خوراک در جیره پایانی نسبت به جیره آغازین ممکن است به این دلیل باشد که مواد مؤثره در اسیدهای آلی که به صورت پودر تهیه می شوند به تدریج متصاعد شده و با گذشت زمان اثر بخشی بیشتری بر عوامل میکروبی خواهند داشت.

اثر پرتو تابی الکترون بر کاهش بار میکروبی جیره بیشتر از فورمایسین بوده است. همچنین پاسخ ایمنی در جیره های پرتو تابی شده نسبت به تیمار فورمایسین پایین تر بوده که این روند با افزایش دز پرتو تابی بهبود پیدا کرد. بعلاوه پرتو تابی بر طول روده، میزان لیپیدهای سرم و وزن ارگان های داخلی تغییر چندانی نداشت. به نظر می رسد پرتو تابی با کاهش بار

برده و همچنین با تغییر در بافت جیره و بهبود قابلیت هضم سبب توسعه میکروفلورای مناسب شود. افزایش فعالیت میکروبی ها در دستگاه گوارش همراه با تغییر مرفولوژی دیواره روده و افزایش طول پرزهای باشد (۴۳). همچنین تحقیقات نشان داده است اسیدهای آلی می توانند pH لومن روده ای را کاهش داده و توام با دیگر مواد ضد باکتریایی و آنزیم های تولید شده بوسیله بعضی باکتری ها، میکروارگانیسم های حساس به pH را کاهش دهند، در نتیجه ارتفاع پرز ممکن است افزایش یابد (۳۱، ۳۳).

**عملکرد سیستم ایمنی همورال:** اسید آلی سبب افزایش پاسخ پادتن در نوبت دوم نسبت به SRBC به صورت پادتن کل، IgM و IgG شد. تحقیقات نشان داده است که افزودن ۱/۰٪ فورمایسین به جیره جوجه های گوشتی سبب افزایش تیترا پادتن علیه نیوکاسل گردید (۳۰، ۳۵). همچنین پیشنهاد نمودند که، احتمالاً این افزایش به دلیل تحریک و یا فعال سازی سلول های ایمنی توسط اسید آلی باشد. از طرف دیگر اسیدهای آلی از طریق کاهش رشد قارچ ها و جلوگیری از تولید مایکوتوکسین ها و اثر بر جمعیت باکتریایی می توانند از طریق حذف باکتری های بیماریزا سبب غالب شدن جمعیت لاکتوباسیل ها شوند (۴، ۱۴).

گزارش شده تغذیه رت ها با گندم پرتو دیده، تیترا پادتن و همچنین تعداد کل سلول های تولید کننده پادتن در طحال و لنفوسیت ها را افزایش داد (۱۳، ۴۴). اثر مستقیم جیره پرتو تابی شده بر بهبود سیستم ایمنی ممکن است مربوط به تحریک بافت های لنفاوی و اثر غیر مستقیم آن از طریق تغییر در جمعیت میکروبی دستگاه گوارش باشد. با توجه به اینکه کمبود مواد غذایی در جیره یا عدم جذب مناسب آنها در سطح روده می تواند سبب کاهش سیستم ایمنی گردد، پرتو تابی جیره با بهبود شرایط هضم و جذب مواد مغذی می تواند سبب ایجاد ایمنی مطلوب گردد (۴۲). از طرفی دیگر پرتو تابی جیره می تواند علاوه بر افزایش فراهمی مواد مغذی و کاهش بار میکروبی خوراک و سموم احتمالی موجود در آن، سبب بهبود فلور میکروبی مناسب و جایگزینی لاکتوباسیل ها در دستگاه گوارش گردد.

**لیپیدهای سرم و درصد هماتوکریت:** اثر تیمارهای آزمایشی مختلف بر میزان تری گلیسرید و کلسترول سرم و همچنین HDL و LDL کلسترول معنی دار نبود. کمترین میزان پارامترهای اندازه گیری شده در تیمار اسید آلی و بیشترین میزان در تیمار پرتو تابی شده با دز ۷ kGy به جز کلسترول دیده شد که این روند با افزایش دز پرتو تابی بیشتر بوده است. تحقیقات نشان داده است که استفاده از اسید آلی در جیره سبب افزایش هورمون T3 می شود. با توجه به اینکه این هورمون منجر به افزایش متابولیسم در پرنده می شود می تواند در کاهش ذخایر چربی مؤثر باشد (۹). همچنین گزارش شده است که اسیدی کردن جیره سبب افزایش شمار باکتری های مفید مثل لاکتوباسیل ها و بیفیدوباکتری ها می شود که این باکتری ها می توانند نمک های صفراوی را دکونژوگه کرده و بر سطح کلسترول



## References

- Al-Masri, M.R. (2003) Changes in apparent metabolizable energy and digestive tract of broiler chickens fed diets containing irradiated meat-bone meal. *Radiat. Phys. Chem.* 67: 73-77.
- Ananthaswamy, H.N., Vakil, U.K., Sreenivasan, A. (1970a) Effect of gamma radiation on wheat starch and its components. *J. Food. Sci.* 35: 795-798.
- Ananthaswamy, H.N., Vakil, U.K., Sreenivasan, A. (1970b) Susceptibility to amylolysis of gamma irradiated wheat. *J. Food. Sci.* 35: 792-794.
- Alshwabakeh, K., Tabbas, M.J. (2002) Using dietary propionic acid to limit *Salmonella gallinarum* colonization in broiler chickens. *J. Anim. Sci.* 15: 243-246.
- Bradford, M.R. (2000) Exogenous enzyme in monogastric nutrition: Their current value and future benefits. *Anim. Feed. Sci. Technol.* 86: 1-13.
- Cave, N.A.G. (1984) Effect of dietary propionic and lactic acid on feed intake by chicks. *Poult. Sci.* 63: 131-134.
- Da Costa, P.M., Oliveira, M., Bica, A., Vaz-Pires, P., Bernardo, F. (2007) Antimicrobial resistance in *Enterococcus* spp. and *Escherichia coli* isolated from poultry feed and feed ingredients. *J. Vet. Microbiol.* 120: 122-131.
- Daskiran, M., Teeter, R.G., Vanhooser, S.L., Gibson, M.L., Roura, E. (2004) Effect of dietary acidification on mortality rates, general performance, carcass characteristics, and serum chemistry of broilers exposed to cycling high ambient temperature stress. *J. Appl. Poult. Res.* 13: 605-613.
- Denbow, D.M. (2000) Gastrointestinal anatomy and physiology. In: *Sturkie's Avian Physiology*. Causey Whittow, G. (ed.) Fifth edition. Academic Press, San Diego, USA. p.299-325.
- Denli, M., Okan, F., Celik, K. (2003) Effect of dietary probiotic, organic acid and antibiotic supplementation to diets on broiler performance and carcass yield. *Pak. J. Nutr.* 2: 89-91.
- Derouchey, J.M., Tokach, M.D., Nelssen, R.D., Goodband, S.S., Dritz, J.S., Woodworth, J.C., Webster, M. J., James, B.W. (2003) Effects of blood meal pH and irradiation on nursery pig performance. *J. Anim. Sci.* 81: 1013-1022.
- Ghazy, M.A. (1990) Effect of g-irradiation on some antinutritional factors in kidney bean seeds. *Minia J. Agric. Res.* 12: 1965-1980.
- Gross, W.B., Siegel, P.B. (1983) Evaluation of the heterophil/lymphocyte ratio as measure of stress in chickens. *Avian Dis.* 27: 972-979.
- Hayashi, T., Okadome, H., Toyoshima, H., Todoriki, S., Ohtsubo, K. (1998) Rheological properties and lipid oxidation of rice decontaminated with low-energy electrons. *J. Food Prot.* 61: 73-77.
- Hedge, S.N., Rolls, B.A., Coates, M.E. (1982) The effect of the gut microflora and dietary fiber on energy utilization by chick. *Br. J. Nutr.* 48: 73-80
- Hetland, H., Choct, M., Svihus, B. (2004) Role of insoluble non-starch polysaccharides in poultry nutrition. *Worlds. Poult. Sci. J.* 60: 415-422.
- Hetland, H., Svihus, B., Krogdahl, A. (2003) Effect of oat hulls and wood shavings on digestion in broilers and layers fed diets based on whole or ground wheat. *Br. Poult. Sci.* 44: 272-282.
- Holdsworth, P.A., Conway, D.P., McKenzie, M.E.,

میکروبی و افزایش دسترسی مواد مغذی سبب تغییر در طول پرزها و بهبود ضریب تبدیل و افزایش وزن جوجه ها شود. به طور کلی مطالعات بیشتری به منظور اثر جیره های پرتوتابی به ویژه در سطوح دزهای بالاتر در تغذیه جوجه های گوشتی مورد نیاز است.

## تشکر و قدر دانی

بدینوسیله از معاونت محترم پژوهشی و فناوری دانشگاه تربیت مدرس و دانشکده کشاورزی به خاطر تأمین مالی این پروژه تقدیر و تشکر می نماید. همچنین از پژوهشکده تحقیقات کشاورزی، پزشکی و صنعتی کرج و پژوهشکده کاربرد پرتوها (یزد) وابسته به سازمان انرژی اتمی ایران به خاطر فراهم نمودن امکانات پرتوتابی سپاسگزار می شود.





- Dayton, A.D. Chapman, H.D., Mathis, G.F., et al. (2004) World association for the advancement of veterinary parasitology (WAAVP) guidelines for evaluating the efficacy of anticoccidial drugs in chickens and turkeys. *Vet. Parasitol.* 121: 189-212.
19. Hughbaert, G. (2003) Replacement of antibiotic in poultry. Ministry of the Flemish Community. CLO-DVV. B-9820 Merelbeke, Belgium.
20. Iji, P.A., Saki, A., Tivey, D.R. (2001a) Body and intestinal growth of broiler chicks on a commercial starter diet. 1. Intestinal weight and mucosal development. *Br. Poult. Sci.* 42: 505-513.
21. Iji, P.A., Saki, A., Tivey, D.R. (2001b) Intestinal development and body growth of broiler chicks on diets supplemented with non-starch polysaccharides. *Anim. Feed. Sci. Technol.* 89:175-188.
22. Khovidhunkit, W., Kim, M., Memon, R.A., Shigenaga, J.K., Moser, A., H., Feinold, K.R., et al. (2001) Effects of gamma-irradiated fat on plasma lipid concentrations and hepatic cholesterol metabolism in rats. *Anim. Nutr. Metab.* 45: 8-152.
23. Kirchgesner, M., Roth, F.X. (1988) Organic acids in pig nutrition-Mode of action as the basis for rick product-. *Übers. Tierernährg.* 16:93-108. [DA1].
24. Klaenhammer, T.R., Kullen, M.J. (1999) Selection and design of probiotics. *Int. J. Food Microbiol.* 50: 45-57.
25. Langhout, D.J., Schutte, J.B., van Leeuwen, P., Wiebenga, J., Tamminga, S. (1999) Effect of dietary high- and low-methylated citrus pectin on the activity of the ileal microflora and morphology of the small intestinal wall of broiler chicks. *Br. Poult. Sci.* 40: 340-347.
26. Leeseon, S.H., Namkung, M., Antongiovanni, T., Lee, E.H. (2005) Effect of butyric acid on the performance and carcass yield of broiler chickens. *Poult. Sci.* 84:1418-1422.
27. Maier, P., Wenk-siefert, I., Schawalder, H.P., Zehnder, H., Schlatter, J. (1993) Cell-cycle and ploidy analysis in bone marrow and liver cells of rats after long-term consumption of irradiated wheat. *Food Chem. Toxicol.* 31: 395-405.
28. Mani, V., Chandra, P. (2003) Effect of feeding soybean on nutrient intake, digestibility and N-balance in goats. *Small Rumin. Res.* 48: 77-81.
29. Mathlouthi, N., Lalle, J.P., Lepercq, P., Juste, C., Larbier, M. (2002) Xylanase and  $\beta$ -glucanase supplementation improve conjugated bile acid fraction in intestinal contents and increase villus size of small intestine wall in broiler chickens fed a rye-based diet. *J. Anim. Sci.* 80: 2773-2779.
30. Perdigon, G., Maldonado Galdeano, C., Valdez, J.C., Madici, M. (2002) Interaction of lactic acid bacteria with the gut immune system. *Eur. J. Clin. Nutr.* 56 Suppl 4: 21-26.
31. Radecki, S.V., Yokoyama, M.T. (1991) Intestinal bacteria and their influence on swine nutrition. In: *Swine Nutrition*. Miller, E.R., Duane, E.U., Lewis, A.J. (eds.) Butter Worth Heinemann. Boston, USA. p. 439-447.
32. Ramarao, S.V., Reddy, M.R., Raju, L.N., Panda, A.K. (2004) Growth, nutrient utilization and immune-competence in broiler chicken fed probiotic, gut acidifier and antibacterial compounds. *Indian J. Poult. Sci.* 39: 125-130.
33. Rath, N.C., Huff, W.E. (2006). Effects of humic acid on broiler chickens. *J. Poult. Sci.* 85: 410-414.
34. Richmond, W. (1973) Preparation and properties of a cholesterol oxidase from *Nocardia* sp. *Clin. Chem.* 19: 1350-1356.
35. Roser, U. (2006) Effects of organic acids in liquid and solid forms on the survival rate of salmonella in pelleted compound feed after recontamination. *J. Immunol.* 82: 12-19.
36. Rowghani, E., Arab, M., Akbarian, A. (2007) Effects of a probiotic and other feed additives on performance and immune response of broiler chicks. *Int. J. Poult. Sci.* 6: 261-265.
37. Salari, S., Kermanshahi, H., Nasiri Moghaddam, H. (2006) Effect of sodium bentonite and comparison of pellet VS [DA2] [DA3] mash on performance of broiler chickens. *Int. J. Poult. Sci.* 5: 31-34.
38. Sarrias, J.A., Valero, M., Salmeron, M.C. (2003) Elimination of *Bacillus cereus* contamination in raw rice by electron beam irradiation. *Food Microbiol.* 20:



327-332.

39. Sharma, R., Schumacher, U. (2001) Carbohydrate expression in the intestinal mucosa. *Adv. Anat Embryol. Cell Biol.* 160 : 1-91.
40. Shatrove, G.N., Zaitsev, A.N., rakhmanina, N.K., Kamal dinova, Z.M. (1985) Toxicological evaluation of gamma ray-treated fresh fish in an experiment on rats. *Vopr Pitan.* 4: 64-66.
41. Siddhurajua, P., Makkarb, H.P.S., Beckera, K. (2002) The effect of ionising radiation on antinutritional factors and the nutritional value of plant materials with reference to human and animal food. *Food Chem.* 78: 187-205.
42. Skrivanova, E., Marounek, M. (2007) Influence of pH on antimicrobial activity of organic acids against rabbit enteropathogenic strain of *Escherichia coli*. *Florida Microbiol.* 52:70-72.
43. Smits, C.H.M., Annison, G. (1996) Non-starch polysaccharides in broiler nutrition towards a physiologically valid approach to their determinations. *Worlds. Poult. Sci. J.* 52: 203-221.
44. Vijayalaxmi. (1978) Immune response in rats given irradiation wheat. *Br. J. Nutr.* 40: 535-41.
45. Wang, G.J., Marquardt, R.R., Guenter, W., Zhang, Z., Han, Z. (1997) Effects of enzyme supplementation and irradiation of rice bran on the performance of growing Leghorn and broiler chickens. *Anim. Feed. Sci. Technol.* 66: 47-61.
46. Wegmann, T., Smithies, O. (1966) A simple hemagglutination system requiring small amounts of red cells and antibodies. *Transfusion.* 6: 67-75.
47. Yousri, R.M., Hilali, E.A., El-Hakeim, N.F., Farag, M.D., El-Din, H. (1991) Studies on chicks fed irradiated animal protein by products; part 1: Biological studies. *Isotopenpraxis.* 27: 108-114.



# Effects of electron beam irradiation and organic acid on production performance and immune responses in broiler chickens

Rahimi, S.<sup>1\*</sup>, Yakhkeshi, S.<sup>1</sup>, Shawrang, P.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Poultry Sciences, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran-Iran.

<sup>2</sup>Agricultural, Medical and Industrial Research School, Nuclear Science and Technology Research Institute, Atomic Energy Organization of Iran, Karaj-Iran.

(Received 22 February 2012 , Accepted 12 May 2012)

## Abstract:

**BACKGROUND:** Electron beam irradiation and using of organic acids cause reducing or eliminating the microbial load of poultry diets. **OBJECTIVES:** This study was conducted to compare the effect of electron beam irradiation and organic acids on diet microbial load, immune system, serum lipids, intestinal morphology, organs relative weight and growth characters of broilers. **METHODS:** 300 day-old male broilers (Cobb 500) were randomly divided into 5 experimental groups, so that each group included 4 replicates with 15 birds per pen. Treatments were basal diet as control, irradiate diet by 3, 5 and 7 kGy doses and diet containing Formycin 0.2%. **RESULTS:** The highest and lowest of daily weight gain average were observed in finisher and total period by 7 kGy and control groups, respectively ( $p < 0.05$ ). Moreover, a significant reduction were observed in microbial load of diets among treatments ( $p < 0.05$ ). Highest (5.66) and lowest (4.17) antibody titer against SRBC were observed in Formycin and control groups, respectively ( $p < 0.05$ ) after 2<sup>nd</sup> injection. Highest and lowest percentage of breast weight and abdominal fat were observed in 7 kGy and control groups, respectively ( $p < 0.05$ ). Greatest villus height (1089  $\mu\text{m}$ ) and villus height to crypt depth ratio (5.84) in jejunum were obtained in 7 kGy group ( $p < 0.05$ ). **CONCLUSIONS:** Experimental dietary irradiation improves broiler performance, that its trend is more evident with increasing exposure dose.

**Key words:** broilers, Electron beam irradiation, Formycin, performance.

## Figure Legends and Tabel Captions

**Table 1.** Diets ingredients in different period of broilers production.

**Table 2.** Effect of diet irradiation and formicin addition on the growth performance of broiler chickens.

**Table 3.** Relative weight of different parts of the broiler chickens carcasses.

**Table 4.** Relative weight of internal organs of the broiler chickens (age 42 days).

**Table 5.** Length of different segments of intestine of broiler chickens (age 42 days).

**Table 6.** Intestinal morphology of the broiler chickens (age 42 days).

**Table 7.** Antibody titer against sheep red blood cells (SRBC) of broiler chickens and relative of hetrophil to lymphocyte. Antibody titre as  $\log_2$  of the reciprocal of the last dilution in which agglutination has occurred.

**Table 8.** Serum lipids and hematocrit values of broiler chickens (age 42 days).

**Table 9.** Reduction of bacterial contamination in broiler chickens feed. Different superscripts letters show significant difference among values of each row at  $p < 0.05$ . ND: Not detected.

