

## اثر شکل فیزیکی جیره های غذایی (آردی، پلت و اکستروود) بر بازده انرژی و پروتئین، مورفولوژی و جمعیت میکروبی روده جوجه های گوشتی

مهتاب عزیزیان<sup>۱</sup>، علی اصغر ساکی<sup>۲\*</sup>، محمد امیر کریمی ترشیزی<sup>۳</sup> و سعیده عظیمی<sup>۴</sup>  
۱ و ۲. دانشجوی سابق دکتری و استاد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا همدان، ایران  
۳. دانشیار مدیریت و پرورش طیور، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران  
۴. دانشجوی سابق کارشناس ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی کرج، ایران  
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۳/۱ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۴/۲۰)

### چکیده

مطالعه حاضر با هدف تعیین اثر شکل خوراک (آردی، پلت و اکستروود) بر بازده انرژی و پروتئین، مورفولوژی و میکروبیولوژی روده در جوجه های گوشتی انجام شد. بازده انرژی و پروتئین و شاخص بازده اروپایی در طول دوره آزمایش محاسبه گردید و مورفولوژی ژژونوم، طول نسبی روده، اسیدهای چرب فرآر، جمعیت میکروبی و ویسکوزیته محتویات ایلئوم روده در ۴۲ روزگی تعیین شدند. نتایج نشان داد که اثر شکل خوراک بر مورفولوژی ژژونوم (عمق کریپت، ضخامت، ارتفاع و عرض پرز، نسبت ارتفاع پرز به عمق کریپت)، جمعیت میکروبی محتویات ایلئوم (باکتری های اسپورزا، لاکتوباسیل، کلی باسیل، باکتری های هوازی کل)، طول نسبی روده و طول روده معنی دار نبود ( $P>0.05$ ). در خوراک آردی مقادیر ویسکوزیته و اسیدهای چرب فرآر (بوتیریک، ایزوبوتیریک، والریک، ایزوالریک) ایلئوم روده بیشتر و میزان pH و اسید چرب استیک در مقایسه با خوراک پلت و اکستروود کمتر بود ( $P<0.05$ ). بازده انرژی و پروتئین و شاخص بازده اروپایی در کل دوره در تیمار اکستروود بالاتر از تیمار پلت و آردی بود. یافته های مطالعه حاضر نشان داد که استفاده از خوراک اکستروود و پلت در مقایسه با تیمار آردی در جوجه های گوشتی دارای نتایج مثبت بر پروفایل اسیدهای چرب، ویسکوزیته محتویات روده، شاخص بازده اروپایی و بازده انرژی و پروتئین است.

واژه های کلیدی: اسیدهای چرب، اسیدیته، شکل خوراک، لاکتوباسیل، ویسکوزیته.

## The effect of feed form (Mash, Pellet, Extrude) on energy and protein efficiency, morphology and microbial population of intestine in broiler chicken

Mahtab Azizian<sup>1</sup>, Ali Asghar Saki<sup>2\*</sup>, Mohammad Amir Karimi Torshizi<sup>3</sup> and Saeide Azimi<sup>4</sup>

1, 2. Former Ph.D. Student and Professor, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

3. Associate Professor, Department of Poultry Science, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

4. Former M. Sc. Student, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Karaj, Iran

(Received: May 22, 2019 - Accepted: Jul. 11, 2019)

### ABSTRACT

The current study was conducted to determine the effect of feed form (mash, pellet and extrude) on energy and protein efficiency, intestinal morphology and microbiology in broiler chickens. Energy and protein efficiency and European efficiency factor were calculated during the experiment period and jejunum morphology and relative length of intestine, microbial population, volatile fatty acids, viscosity of ileal were determined at 42 days of age. The results have shown that the effect of feed form on jejunum morphology (crypt depth (CD), serosa thickness, villous height (VH) and villous width (VW), VH:CD, length and relative length of intestine, microbial population (spore former bacteria, lactobacilli, colibacilli, total aerobic bacteria) of ileal digesta was not significant ( $P>0.05$ ). The values of viscosity and volatile fatty acids (butyric, isobutyric, valeric, isovaleric) of ileal digesta was higher and values of pH, ascetic acid was lower in mash diet form in comparison to pellet and extrude diet form ( $P<0.05$ ). Energy and protein efficiency and European efficiency factor were higher in extrudes diet form in comparison to mash and pellet feed forms in total experiment period ( $P<0.05$ ). Our findings have shown that that extrusion and pellet feed forms had positive results on volatile fatty acid profile, intestinal contents' viscosity, energy and protein efficiency and European efficiency factor in comparison to mash feed form in broiler chickens.

**Keywords:** Fatty, feed form, lactobacilli, pH, viscosity.

\* Corresponding author E-mail: alisaki34@yahoo.com; asaki@basu.ac.ir

### مقدمه

عوامل متعددی با اثر گذاشتن بر فعالیت روده رشد و عملکرد پرنده را تحت تأثیر قرار می‌دهند. از جمله مهم‌ترین این عوامل سویه، سن، میکروب‌ها، ترکیب و شکل خوراک می‌باشد (Uni et al., 2003). راهکارهای تغذیه‌ای مختلفی برای بهبود مصرف خوراک و توسعه دستگاه گوارش جوجه‌ها پس از تفریح ارائه شده است. از جمله این راهکارها می‌توان به استفاده از اقلام خوراکی با قابلیت هضم بالا مانند کنسانتره‌ها (Valencia et al., 2009) آنزیم‌ها و استفاده از افزودنی‌های دیگر به جیره (Bedford, 2000) و فراوری حرارتی جیره (García et al., 2008) اشاره کرد. با فراوری حرارتی درست و مناسب خوراک، ساختار فیزیکی خوراک تغییر و از طریق افزایش تراکم خوراک و مصرف خوراک باعث افزایش قابلیت هضم و بهبود استفاده از مواد مغذی و افزایش نسبت بازده انرژی و پروتئین برای تولید می‌گردد (Dibner & Richards, 2004). انواع فراوری و تغییر در ساختار خوراک بر عملکرد دستگاه گوارش، جمعیت و تنوع میکروفلورا، سلامت روده و فرآیند هضم، ویسکوزیته محتویات هضمی روده، فعالیت آنزیم‌ها، وزن و pH محتویات هضمی و در نهایت عملکرد طیور اثر گذار می‌باشند (Amerah et al., 2007) در خلال هفته اول پس از تفریح، روده کوچک به سرعت رشد می‌کند، ارتفاع پرز و عمق کریپت افزایش می‌یابد و توانایی هضم و جذب مواد مغذی بیشتر می‌گردد (Sklan, 2001, Zang et al., 2009). همچنین رشد اندام‌های گوارشی با پایداری میکروفلورا روده همراه است. تعادل و عدم تعادل بین باکتری‌های بیماری‌زا و غیر بیماری‌زا تعیین‌کننده بروز یا عدم بروز بیماری می‌باشد (Owosibo et al., 2013). نوع، ساختار، کیفیت و کمیت جیره اثر معنی‌دار بر رشد و تکثیر سلول‌های روده، استفاده مواد مغذی و ترکیب گونه‌های باکتریایی به ویژه در انتهای دستگاه گوارش دارد. بیش از ۶۴۰ گونه میکروفلورا در دستگاه گوارش وجود دارد که باعث توسعه سلامتی و توازن میکروفلورا دستگاه گوارش می‌گردد (Rehman et al., 2007). مطالعات نشان داده که پروفایل میکروبی ایلئوم جوجه‌های گوشتی بر عملکرد روده و در نتیجه هضم و

جذب مواد مغذی اثر می‌گذارد. در هر گرم محتویات ایلئوم جوجه‌های گوشتی بین  $10^8$  تا  $10^9$  باکتری وجود دارد (Apajalahti et al., 2004)، که غالب‌ترین آن‌ها، ۷۰ درصد لاکتوباسیلوس، ۱۱ درصد کلاستریدیاسه، ۶/۵ درصد استرپتوکوکوس و ۶/۵ درصد انتروکوکوس می‌باشند (Lu et al., 2003). باکتری‌های مفید از قبیل گونه‌های لاکتوباسیلوس با ایجاد یک محیط نامطلوب برای رشد و کلونی‌سازی باکتری‌های بیماری‌زا، از طریق تولید اسیدهای چرب کوتاه زنجیر و اسیدهای آلی باعث کاهش pH می‌شوند که از رشد باکتری‌های پاتوژن جلوگیری می‌کنند، بنابراین در نتیجه بهبود در تخمیر باکتری‌های مفید در انتهای روده تولید اسیدهای چرب افزایش می‌یابد. تغییر در پروفایل اسیدهای چرب، میکروارگانیزم‌های مفید مثل بیفیدوباکتیریا را افزایش و جمعیت باکتری‌های مضر مثل سالمونلا، کامپیلوباکتر و کلاستریدیوم را کاهش می‌دهد. در نتیجه عملکرد حیوان بهبود می‌یابد (Bedford, 2000). هدف از این تحقیق بررسی اثر شکل خوراک تیمار آردی، پلت و اکسترود بر مورفولوژی رزوم روده، ویژگی‌های فیزیکی و میکروبی ایلئوم روده (pH)، ویسکوزیته، اسیدهای چرب، جمعیت میکروبی، وزن نسبی روده و طول روده در ۴۲ روزگی، بازده انرژی و پروتئین و شاخص تولید در کل دوره پرورش جوجه‌های گوشتی بود.

### مواد و روش‌ها

آزمایش با استفاده از ۴۶۸ قطعه جوجه گوشتی سویه راس ۳۰۸ در ایستگاه طیور مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور با استفاده از طرح کامل تصادفی با ۳ تیمار آزمایشی (آردی، پلت و اکسترود)، ۶ تکرار با ۲۶ قطعه جوجه در هر تکرار به مدت ۴۲ روز انجام شد. جوجه‌ها در طول مدت آزمایش با توجه به جدول شماره ۱ تغذیه شدند. برنامه نوری ۲۳ ساعت روشنایی ۱ ساعت تاریکی تا پایان دوره پرورش به کار گرفته شد. بازده نسبی انرژی و پروتئین (Kamran et al., 2008) و شاخص تولید (Lemme et al., 2006) به منظور ارزیابی راندمان کارایی انرژی و پروتئین و عملکرد پرنده محاسبه شد.

فوق‌الذکر کشت سطحی داده شد و کلنی‌های تمام پلیت‌هایی که تعداد کلنی‌های آن در دو رقت متوالی ما بین ۳۰ تا ۳۰۰ عدد بود شمارش و از ضرب تعداد آن‌ها در رقت مربوطه شمار باکتری‌ها در هر گرم از نمونه اولیه تعیین گردید. برای اندازه‌گیری ویسکوزیته محتوی ایلنوم از دستگاه ویسکومتر دیجیتالی ساخت شرکت Brookfield مدل (DV-II) استفاده شد (Smits *et al.*, 1997). از دستگاه کروماتوگرافی گازی برای اندازه‌گیری اسیدهای چرب فرآر تولیدی ایلنوم روده باریک (اسید استیک، اسید پروپیونیک و اسید بوتیریک و اسید ایزوبوتیریک، اسید والریک، اسید ایزوالریک) استفاده شد (Zhang *et al.*, 2003).

جدول ۱. جیره‌های مورد استفاده و آنالیز مواد مغذی از ۱-۴۲ روزگی

Table 1. Composition and estimated nutrient value of diets at 1-42 days of age

Item/days	0-14	14-28	28-42
Ingredient (%)			
Corn	44.3	49.4	51
Soybean meal 44%	39.4	33.1	28.9
Wheat	8	10	14
Soybean oil	1.77	1.9	1.85
Other nutrients*	6.53	5.6	4.25
Chemical composition			
Crude protein (%)	23.58	20.8	18.8
ME (kcal/kg)	2850	2920	2960
Crude fibre (%)	3.74	3.61	3.5
Ether extra (%)	3.89	4.17	4.14
Lysine (%)	1.24	1.1	0.97
Methionine (%)	0.61	0.55	0.49
Methionine+Cystine (%)	0.9	0.82	0.74
Threonine (%)	0.9	0.75	0.7
Ca (%)	1.02	0.98	0.94
Available P (%)	0.49	0.47	0.45

دیگر مواد مغذی: فسفات، نمک، پودر ماهی، پرمیکس ویتامین و مواد معدنی، آمینواسید، کولین کلراید، آنتی‌اکسیدان و توکسین بایندر.  
\* Other nutrients: Phosphate; salt; fish meal; vitamin and mineral premix; amino acid; choline chloride; antioxidant and toxin binder.

داده‌های مربوط به صفات مختلف با استفاده از نرم‌افزار SAS تجزیه و تحلیل آماری شدند. در این نرم‌افزار از رویه مدل خطی عمومی (GLM) و مقایسه میانگین به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در دو سطح احتمال (P<0/05) و (P<0/01) استفاده شد.

## نتایج و بحث

عملکرد، بازده نسبی انرژی و پروتئین و شاخص تولید اثر تیمارهای آزمایشی بر میزان مصرف خوراک، افزایش

$$= \text{نسبت بازده انرژی} \times 100 = \frac{\text{افزایش وزن زنده بدن (گرم)}}{\text{انرژی قابل متابولیسم دریافتی (کیلوکالری)}}$$

= دریافت انرژی = مقدار انرژی جیره (کیلوکالری) × مقدار خوراک مصرفی (گرم)

$$= \text{نسبت بازده پروتئین} = \frac{\text{افزایش وزن بدن (گرم)}}{\text{پروتئین دریافتی (گرم)}}$$

= دریافت پروتئین = مقدار پروتئین خوراک (گرم) × خوراک مصرفی (گرم)

$$= \text{شاخص تولید اروپایی} \times 100 = \frac{\text{زنده‌مانی (درصد)} \times \text{وزن زنده نهایی (کیلوگرم)}}{\text{ضریب تبدیل خوراک (گرم/گرم) \times \text{سن پرنده (روز)}}$$

در سن ۴۲ روزگی از هر تکرار ۲ قطعه پرنده برای نمونه برداری از روده کشتار شدند و وزن روده نسبت به وزن بدن با استفاده از ترازوی آزمایشگاهی با دقت ۰/۰۱ ±گرم تعیین شد. برای نمونه‌برداری از ژژونوم و ایلنوم روده باریک قطعاتی به طول ۱ سانتی‌متر جدا گردید (Iji *et al.*, 2001). طول روده، طول دوازدهه، ژژونوم و ایلنوم هم به‌طور جداگانه اندازه‌گیری شد. برای آزمایش‌های مورفولوژی ژژونوم از روش Bradley *et al.* (1994) استفاده شد. از محتویات ایلنوم برای آزمایش pH جمعیت میکروبی، ویسکوزیته روده و اسید چرب فرآر استفاده شد. برای اندازه‌گیری اسیدیته محتوی ایلنوم روده با استفاده از دستگاه pHسنج مدل (Metrohm 747) از روش Pang & Applegate (2007) استفاده شد. جمعیت منتخب میکروبی محتویات ایلنوم روده (جمعیت کل باکتری‌های هوازی، لاکتوباسیل‌ها، کلی‌باسیل‌ها و باکتری‌های اسپورزا) اندازه‌گیری شد (Mathlouthi *et al.*, 2002). برای شمارش کل باکتری‌های هوازی از محیط پلیت کانت آگار، برای کلی‌باسیل‌ها از محیط مک‌کانکی آگار و برای شمارش باکتری‌های اسید لاکتیک از محیط ام‌آراس آگار استفاده شد. از ۷ رقت نهایی ۱۰۰ میکرولیتر در پلیت‌های حاوی محیط کشت‌های

می یابد و انرژی و مواد مغذی صرف رشد پرند می گردند که منجر به افزایش عملکرد و شاخص تولید می گردد (Goliyart, 2005). در اکثر مطالعات مقایسه خوراک پلت با خوراک های آردی نشان داده که استفاده از جیره های پلت در مقایسه با جیره های آردی کارایی استفاده از انرژی و پروتئین را بهبود می بخشد و باعث بهبود عملکرد می گردند (Amer *et al.*, 2015). همچنین محققان زیادی اثر مثبت اکستروژن را بر عملکرد جوجه های گوشتی گزارش کردند (Marsman *et al.*, 1997; Amornthwaphat *et al.*, 2005).

**طول، طول نسبی روده باریک و مورفولوژی ژرونوم**  
تأثیر تیمارهای آزمایشی بر طول و طول نسبی روده باریک به جز طول نسبی دوازدهه معنی دار نبود و تفاوت معنی داری بین تیمارها مشاهده نشد ( $P > 0.05$ ) (جدول ۳)، منتهی با وجود غیر معنی دار بودن، خوراک پلت و اکستروود باعث کاهش طول نسبی روده شدند. در این مطالعه خوراک اکستروود و پلت باعث کاهش معنی داری در طول نسبی دوازدهه نسبت به خوراک آردی شده است ( $P < 0.05$ ). همچنین تأثیر شکل خوراک بر ارتفاع و ضخامت پرزها، عمق و عرض کریپت، ارتفاع پرز به عمق کریپت در ژرونوم روده باریک تفاوت معنی داری را در بین تیمارها نشان نداد ( $P > 0.05$ ). عدم تأثیر معنی دار شکل خوراک بر ویژگی های مورفولوژی روده را شاید با تأثیر غیر معنی دار خوراک بر طول ژرونوم روده نسبت داد.

وزن بدن، ضریب تبدیل غذایی، بازده نسبی انرژی، پروتئین و شاخص تولید در جوجه های گوشتی در ۴۲ روزگی در جدول ۲ نشان داده شده است. اثر شکل خوراک بر این پارامترها در کل دوره تفاوت معنی داری مشاهده گشت. به طوری که میزان مصرف خوراک، افزایش وزن، دریافت انرژی و پروتئین و نسبت بازده انرژی و پروتئین و شاخص تولید در خوراک آردی کمتر از دو تیمار دیگر بود و ضریب تبدیل غذایی خوراک اکستروود نسبت به دو تیمار دیگر مناسب تر بود.

نسبت بازده انرژی و پروتئین به عنوان شاخص دریافت انرژی و پروتئین در بدن پرند به عنوان شاخص قابلیت هضم و بازده استفاده از مواد مغذی مورد استفاده قرار می گیرد (Dibner & Richards, 2004). همان طوری که از نتایج مشخص است با افزایش نسبت بازده انرژی و پروتئین و عملکرد شاخص تولید بهبود پیدا کرده است. تغذیه با خوراک پلت و اکستروود، حرکات دودی دستگاه گوارش را بالا برده و باعث بهبود بازده خوراک می شود (Henry *et al.*, 2001). با فرآوری حرارتی درست و مناسب در پلت و اکستروود با تغییر ساختار فیزیکی خوراک و کاهش مواد ضد مغذی و باکتریایی مضر از طریق افزایش تراکم خوراک و مصرف خوراک باعث بهبود استفاده از مواد مغذی به ویژه انرژی و پروتئین برای تولید می گردند در این حالت دریافت انرژی و پروتئین و نسبت بازده انرژی و پروتئین افزایش یافته و احتیاجات انرژی و مواد مغذی برای نگهداری کاهش

جدول ۲. عملکرد، بازده نسبی انرژی، پروتئین و شاخص تولید جوجه های گوشتی در ۴۲ روزگی

Table 2. Performance, Energy and protein efficiency rate and European efficiency factor of broiler chicken by different dietary treatments at 42 days of age

Items (Days)	Dietary treatments			SEM	p-Value
	Mash	Pellet	Extrude		
FI (g)	4298.65 <sup>b</sup>	4734.98 <sup>a</sup>	4678.21 <sup>a</sup>	28.529	0.0001
BWG (g)	2296.99 <sup>c</sup>	2560.39 <sup>b</sup>	2707.32 <sup>a</sup>	23.346	0.0001
FCR (g/g)	1.87 <sup>a</sup>	1.84 <sup>a</sup>	1.72 <sup>b</sup>	0.018	0.0153
EI (kcal)	12509.1 <sup>b</sup>	13788.8 <sup>a</sup>	13613.6 <sup>a</sup>	83.04	0.0001
EER (g/100 kcal)	18.36 <sup>b</sup>	18.58 <sup>b</sup>	19.89 <sup>a</sup>	0.101	0.0001
PI (g)	902.72 <sup>b</sup>	994.35 <sup>a</sup>	982.42 <sup>a</sup>	9.90	0.0001
PER (g/g)	2.54 <sup>b</sup>	2.57 <sup>b</sup>	2.76 <sup>a</sup>	0.014	0.0001
EEF	295.53 <sup>b</sup>	321.30 <sup>ab</sup>	352.52 <sup>a</sup>	7.66	0.0272

a-b-c: میانگین های باحروف غیر مشابه در هر ردیف از نظر آماری متفاوت هستند. ( $P < 0.05$  و  $P < 0.01$ ).

SEM: خطای معیار میانگین

FI= مصرف خوراک، BWG= افزایش وزن بدن، FCR= ضریب تبدیل غذایی، EI= دریافت انرژی، EER= نسبت بازده انرژی، PI= دریافت پروتئین، PER= نسبت بازده پروتئین، EEF= شاخص تولید اروپایی.

a-c: Means followed by different superscript are significantly different ( $p < 0.01$ ,  $p < 0.05$ ).

FI=Feed Intake; BWG= Body Weight Gain; FCR= Feed Conversion Ratio; EI= Energy Intake; EER= Energy Efficiency Ratio; PI= Protein Intake; PER= Protein Efficiency Ratio; EEF= European efficiency factor.

وجود اختلاف غیرمعنی‌دار طول و وزن نسبی روده و مورفولوژی روده باعث تغییر مثبت در این فراسنجه‌ها گشته است. Reshadi-Nejad *et al.* (2015) عدم اثر معنی‌دار شکل خوراک بر مورفولوژی روده را گزارش کردند که با نتایج تحقیق ما موافقت دارد و با نتایج Zang *et al.* (2009) در تضاد است.

#### ویژگی‌های فیزیکی و میکروبی ایلئوم روده (pH)

ویسکوزیته، اسید چرب فرّار و جمعیت میکروبی) نتایج آزمایش تعیین pH، ویسکوزیته، اسید چرب فرّار و جمعیت میکروبی ایلئوم روده جوجه‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی در جدول ۴ آورده شده است. بین تیمارها در میزان pH، ویسکوزیته و اسید چرب تفاوت معنی‌داری مشاهده شد ( $P < 0.05$ ) و در میزان جمعیت میکروبی محتویات ایلئوم تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. نتایج نشان داد که pH ایلئوم روده در تیمار پلت به‌صورت معنی‌داری کمتر از تیمار اکستروود و آردی بود و میزان ویسکوزیته تیمار آردی به‌صورت معنی‌داری بیشتر از تیمار پلت و اکستروود بود. همان‌طوری‌که در جدول ۴ مشخص است میزان اسید پروپیونیک، اسید بوتیریک، اسید ایزوبوتیریک، اسید والریک و اسید ایزوالریک در محتویات ایلئوم تیمار آردی بیشتر از تیمار اکستروود و پلت بود و میزان اسید استیک در محتویات ایلئوم تیمار آردی به‌صورت معنی‌داری کمتر از تیمار اکستروود و پلت بود ( $P < 0.05$ ).

وزن و طول مجاری گوارشی شاخص وضعیت سلامتی می‌باشد. مجاری گوارشی تنها ۱/۵٪ وزن بدن را تشکیل می‌دهد، اما تقریباً ۸-۶٪ انرژی جیره را مصرف می‌کنند. بنابراین طول روده کوتاه‌تر انرژی و مواد مغذی کمتری را مصرف می‌کنند (Torok *et al.*, 2009). محققان گزارش کردند که استفاده از خوراک پلت باعث کاهش طول نسبی روده می‌شود (Engberg *et al.*, 2002; Amerah *et al.*, 2007; Abdollahi *et al.*, 2011). مواد مغذی و افزودنی‌های خوراک می‌توانند بر مورفولوژی روده باریک در طیور اثرگذار باشند. ضخامت پرز و نسبت بالای ارتفاع پرز به عمق کریپت یک شاخص برای ظرفیت جذب مواد مغذی است. طول پرز بلندتر سطح جذب بیشتر را فراهم می‌کند و کریپت عمیق‌تر با افزایش ظرفیت جذبی همراه است (Sklan, 2001; Foltyn *et al.*, 2013). عموماً در نواحی ابتدایی روده باریک، پرزها بیشترین ارتفاع را دارند و در انتهای روده ارتفاع پرزها کاهش می‌یابد، این روند برای عرض پرز، عمق کریپت و نسبت ارتفاع پرز به عمق کریپت نیز مشاهده می‌شود. هرچه ارتفاع پرزها بیشتر باشد، ظرفیت جذبی روده باریک بیشتر است (Deschepper *et al.*, 2003; Zang *et al.*, 2009). بنابراین افزایش عمق کریپت، نشان دهنده افزایش فعالیت تکثیری سلول‌ها است و این امر موجب بهبود ظرفیت هضم و جذب روده باریک می‌شود (Deschepper *et al.*, 2003). در این تحقیق شکل خوراک پلت و اکستروود با

جدول ۳. طول روده و طول نسبی روده و مورفولوژی ژژونوم جوجه‌های گوشتی در تیمارهای مختلف در سن ۴۲ روزگی

Items	Variable	Dietary treatments				p-Value
		Mash	Pellet	Extrude	SEM	
Length (cm)						
Duodenum		24.83	23.50	23.50	0.582	0.5699
Jejunum		72.75	77.08	80.50	1.592	0.1721
Ileum		72.66	79.50	82.75	2.292	0.2191
Relative length (cm/100 g BW)						
Duodenum		1.068 <sup>a</sup>	0.88 <sup>b</sup>	0.88 <sup>b</sup>	0.019	0.0014
Jejunum		3.12	2.92	3.02	0.045	0.2250
Ileum		3.10	3.00	3.11	0.064	0.7659
Jejunum morphology (μm)						
Villous height (VH)		1802.6	1990.0	1983.6	74.279	0.5197
Villous surface area (VSA-mm <sup>2</sup> )		5.25	6.38	5.92	0.448	0.5984
Villous width (VW)		209.22	201.51	212.95	8.870	0.8669
Crypt depth, (CD)		157.35	189.96	176.93	8.213	0.2936
Villous height/ Crypt depth (VH/CD)		11.75	10.68	11.42	0.565	0.7351

a-b: میانگین‌های باحروف غیر مشابه در هر ردیف از نظر آماری متفاوت هستند ( $P < 0.05$ ).

SEM: خطای معیار میانگین

a-b: Means followed by different superscript are significantly different ( $p < 0.05$ ).

Van der Klis *et al.*, 1993; Zimonja *et al.*, 2008; )  
 Hosseini & Afshar, 2017). اسیدهای چرب فرآر در  
 انتهای روده به محض تولید در انتهای روده جذب  
 می گردد و بسیار ناپایدار می باشند و یافتن روابط منطقی  
 بین تولید این اسیدهای چرب با خوراک تولیدی کمی  
 پیچیده و مشکل به نظر می رسد. با افزایش ویسکوزیته در  
 خوراک آردی نسبت به خوراک پلت و اکسترود میزان  
 تولید اسیدهای چرب توسط باکتری های انتهای روده  
 افزایش می یابد که می تواند به عنوان منبع انرژی مورد  
 استفاده قرار گیرد که موافق با نظر Choi *et al.* (2010) و  
 با نظرات Engberg *et al.* (2002) مغایرت دارد. آن ها  
 اعلام کردند که خوراک پلت نسبت به خوراک آردی  
 عمدتاً اسید چرب استات کمتری تولید می کند.

در این تحقیق تفاوت معنی دار در جمعیت میکروبی  
 محتویات ایلئوم بین تیمارها در رابطه با لاکتوباسیل ها،  
 کلی باسیلوس، کل باکتری های هوازی و باکتری های  
 اسپورزا مشاهده نشد. شمارش جمعیت باکتری های روده  
 (کل باکتری های هوازی، اشیریشیاکلی، لاکتوباسیل)  
 به عنوان شاخص سلامتی جمعیت میکروبی روده مد نظر  
 می باشد (Rehman *et al.*, 2007). نوع و ترکیب جیره  
 غذایی (Mathlouthi *et al.*, 2002) از عوامل مؤثر  
 تعیین کننده ترکیب جمعیت (فلور) میکروبی دستگاه  
 گوارش می باشند.

ویسکوزیته محتویات روده فاکتور محدودکننده  
 عملکرد پرنده است. افزایش در ویسکوزیته محلول در  
 انتهای روده کوچک باعث کاهش نرخ عبور غذا و  
 افزایش جمعیت میکروب های بیماریزا (بخش انتهایی  
 ایلئوم و سکوم) و کاهش جذب مواد مغذی و اختلال  
 در عملکرد رشد می گردد (Apajalahti *et al.*, 2004).  
 خوراک آردی در مقایسه با خوراک پلت و اکسترود  
 می تواند موجب افزایش ویسکوزیته دستگاه گوارش  
 گردد و مدت زمان توقف مواد هاضمه را در مرغ ها  
 افزایش دهد که این موضوع اجازه تکثیر بیشتری به  
 موجودات تخمیرکننده خواهد داد و در نتیجه به طور  
 مضر بر عملکرد پرنده تأثیر می گذارد (Engberg *et al.*, 2002; Hosseini & Afshar, 2017).

محققین بیان کردند که مکانیسم چگونگی تأثیر  
 منفی ویسکوزیته مواد هاضمه بر هضم مواد مغذی  
 ناشناخته است، اما گمان بر این است که افزایش  
 ویسکوزیته موجب کاهش نرخ انتشار آنزیم های هضمی و  
 اسیدهای صفراوی و کاهش مخلوط شدن مواد هاضمه  
 دستگاه گوارش می شود، این کاهش ارتباط مواد هاضمه با  
 سطح جذب را کاهش دهد (Ebihara & Schneeman, 1989).  
 افزایش در ویسکوزیته محتویات روده ممکن  
 است زمان ماندگاری خوراک در روده را افزایش دهد که  
 این موضوع خود می تواند محرک افزایش تخمیر باشد

جدول ۴. ویسکوزیته، pH، شمارش جمعیت منتخب میکروبی، پروفایل اسیدهای چرب فرآر ایلئوم روده جوجه های گوشتی در  
 تیمارهای مختلف در سن ۴۲ روزگی

Table 4. Digesta viscosity, pH, microbial population, volatile fatty acid of intestine ileal broiler chicken by different dietary treatments at 42 days of age

Items	Variable	Dietary treatments			SEM	p-Value
		Mash	Pellet	Extrude		
pH		5.82 <sup>a</sup>	5.47 <sup>c</sup>	5.70 <sup>b</sup>	0.002	0.0001
Viscosity (cPs)		2.02 <sup>a</sup>	1.49 <sup>b</sup>	1.60 <sup>b</sup>	0.065	0.012
Fatty Acid (g/Kg)						
Acetic		52.48 <sup>b</sup>	59.10 <sup>a</sup>	63.13 <sup>a</sup>	1.004	0.0021
Propionic		12.65 <sup>a</sup>	11.07 <sup>b</sup>	9.79 <sup>b</sup>	0.255	0.0014
Isobutyric		7.096 <sup>a</sup>	5.93 <sup>ab</sup>	4.75 <sup>b</sup>	0.233	0.0035
Butyric		11.13 <sup>a</sup>	9.66 <sup>a</sup>	8.10 <sup>b</sup>	0.284	0.0022
Isovaleric		8.73 <sup>a</sup>	7.93 <sup>ab</sup>	6.48 <sup>b</sup>	0.292	0.0206
Valeric		12.65 <sup>a</sup>	10.96 <sup>ab</sup>	9.32 <sup>b</sup>	0.413	0.0171
Ileal microbial count (Log cfu/g)						
Lactic acid bacteria		11.74	11.54	11.54	0.101	0.6545
Aerobic bacteria		9.30	9.12	9.25	0.525	0.9899
Colibacilli		7.77	7.83	7.73	0.376	0.9934
Spore former bacteria		3.25	3.55	3.48	0.165	0.7438

a-b-c: میانگین های باحروف غیر مشابه در هر ردیف از نظر آماری متفاوتند (P < 0.05).

SEM: خطای معیار میانگین

a-b-c: Means followed by different superscript are significantly different (P < 0.05).

سوکسینیک می‌گردد. اعتقاد بر این است که اسیدهای چرب زنجیر کوتاه جذب سدیم را افزایش می‌دهد و جریان خون را تحریک می‌کند و جذب مواد مغذی را تنظیم می‌کند (Sakata, 1987).

محققان نشان دادند که تغذیه با خوراک پلت در مقایسه با خوراک آردی موجب تغییر میکروفلور روده گردید (Engberg et al., 2002; Ghaseminejad et al., 2017). عدم تغییر در بار میکروبی در این تحقیق شاید به دلیل تعدد جمعیت میکروبی باشد و لذا آرایه نظر قطعی در این مورد و برقراری ارتباط جمعیت میکروبی با تولید اسیدهای چرب و سایر فراسنجه‌ها نیاز به شمارش جمعیت باکتری‌های بی‌هوازی در ایلئوم و سایر بخش‌های دستگاه گوارش دارد که مکانیسم‌های پیچیده‌ای در این زمینه وجود دارد و تحت شرایط مختلف نوسان دارند و نیاز به تحقیقات گسترده‌ای دارد و تحقیقات کمی در این ارتباط صورت گرفته است.

#### نتیجه گیری کلی

شکل خوراک اکستروود و پلت در مقایسه با خوراک آردی باعث کاهش طول دوازدهه، pH و ویسکوزیته محتویات ایلئوم روده و افزایش اسیدهای چرب از جمله اسید استیک شد که در این حالت بازده انرژی و پروتئین و در نهایت شاخص تولید در جوجه‌های گوشتی افزایش پیدا کرد.

#### سپاسگزاری

از کارخانه ۲۱ بیضاء در تهیه دان، شرکت مرغ مادر صادقی در تهیه جوجه یک‌روزه، دانشگاه بوعلی سینا همدان، دانشگاه تربیت مدرس و مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور به‌خاطر مساعدت‌های مالی و معنوی این تحقیق، تشکر و قدردانی می‌گردد.

تغییر در شکل فیزیکی و شیمیایی جیره باعث تغییر جمعیت میکروارگانیسم‌ها در روده و اپتیلیوم روده می‌گردد و عملکرد پرند را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Sklan, 2001). کاهش pH محتویات هضمی در دستگاه گوارش با کاهش رشد و میزان کلونیزاسیون میکروب‌های بیماریزا (سالمونلا تیفی‌موریوم و انتریتیدیس، گالیناروم، کلستریدیوم پرفرنژنس، کامپیلوباکتر، لیستریا مونوسیتوزن و اشیشیاکلی) مرتبط می‌باشد و این کاهش pH رشد و تکثیر گونه‌های مفید میکروب‌ها را تحریک می‌کند و رقابت در دسترسی به مواد مغذی بین پاتوژن‌ها و میزبان را کاهش می‌دهد و احتیاجات انرژی برای نگهداری کاهش یافته و رشد سلول‌های جذبی روده را تحریک می‌کند و باعث ترشح بیشتر آنزیم‌های پانکراس می‌گردد در این حالت قابلیت هضم مواد مغذی و رشد پرند افزایش می‌یابد (Ferket, 2000). کاهش pH در انتهای روده و سکوم عمدتاً به دلیل تولید اسیدهای چرب فرار می‌باشد که با نتایج آزمایش حاضر مطابقت دارد و با کاهش pH در خوراک‌ها به‌ویژه پلت و اکستروود میزان تولید اسید چرب استیک افزایش داشته است (van der Wielen et al., 2000). مطالعات نشان دادند ارتباط بین نوع مواد مغذی و محصول تخمیری در هاله‌ای از ابهام می‌باشد. تخمیر الیگوساکاریدهای سویا توسط باکتری‌های انتهای روده باعث تولید استات بیشتر و پروپیونات و بوتیرات کمتری گشته است (Choi et al., 2010). اسید چرب استات که وارد سیستم گردش خون می‌گردد به‌عنوان منبع انرژی مورد استفاده قرار می‌گیرد. پروپیونات و بوتیرات در کبد وارد چرخه بیوشیمیایی در بدن می‌گردد. تولید مواد تخمیری و اسیدهای چرب در دستگاه گوارش باعث تولید لاکتات و اسید

#### REFERENCES

1. Abdollahi, M. R., Ravindran, V., Wester, T. J., Ravindran, G. & Thomas, D. V. (2011). Influence of feed form and conditioning temperature on performance, apparent metabolisable energy and ileal digestibility of starch and nitrogen in broiler starters fed wheat-based diet. *Animal Feed Science and Technology*, 168(1-2), 88-99.
2. Amer, F. M., Soliman, F. N., Bahie El-Deen, M. & El-Sebai, A. (2015). Effect of diet forms and litter types on the productive traits of broiler (SASSO). *Egyptian Poultry Science Journal*, 35(3), 719-734.
3. Amerah, A. M., Ravindran, V., Lentle, R. G. & Thomas, D. G. (2007). Feed particle size: Implications on the digestion and performance of poultry. *World's Poultry Science Journal*, 63(3), 439-455.

4. Amornthawaphat, N., Lerdsuwan, S. & Attamangkune, S. (2005). Effect of extrusion of corn and feed form on feed quality and growth performance of poultry in a tropical environment. *Poultry Science*, 84(10), 1640-1647.
5. Apajalahti, J., Kettunen, A. & Graham, H. (2004). Characteristics of the gastrointestinal microbial communities, with special reference to the chicken. *World's Poultry Science Journal*, 60(2), 223-232.
6. Bedford, M. (2000). Removal of antibiotic growth promoters from poultry diets: implications and strategies to minimise subsequent problems. *World's Poultry Science Journal*, 56(4), 347-365.
7. Bradley, G. L., Savage, T. F. & Timm, K. I. (1994). The effects of supplementing diets with *Saccharomyces cerevisiae* var. boulardii on male poultry performance and ileal morphology. *Poultry Science*, 73(11), 1766-1770.
8. Choi, M., Ssakey, W. & Anderson, J. (2010). Dietary estimation of crumble soybeans on broiler fattening during the summer. *Journal of Nutrition*, 15(12), 17-31.
9. Deschepper, K., Lippens, M., Huyghebaert, G. & Molly, K. (2003). The effect of aromabiotic and GALI D'OR on technical performances and intestinal morphology of broilers. In: *Proceedings of 14th European Symposium on Poultry Nutrition August*. Lillehammer, Norway. S.169-175.
10. Dibner, J. J. & Richards, J. D. (2004). The digestive system: challenges and opportunities. *Journal of Applied Poultry Research*, 13(1), 86-93.
11. Ebihara, K. & Schneeman, B. O. (1989). Interaction of bile acids, phospholipids, cholesterol and triglyceride with dietary fibers in the small intestine of rats. *The Journal of Nutrition*, 119(8), 1100-1106.
12. Engberg, R. M., Hedemann, M. S. & Jensen, B. B. (2002). The influence of grinding and pelleting of feed on the microbial composition and activity in the digestive tract of broiler chickens. *British Poultry Science*, 43(4), 569-579.
13. Ferket, P. (2000). Feeding whole grains to poultry improves gut health. *Feedstuffs*, 72(37), 12-13.
14. Foltyn, M., Rada, V., Lichovnikova, M., Safarik, I., Lohnisky, A. & Hampel, D. (2013). Effect of extruded full-fat soybeans on performance, amino acids digestibility, trypsin activity, and intestinal morphology in broilers. *Czech Journal Animal Science*, 58(10), 470-478.
15. García, M., Lázaro, R., Latorre, M. A., Gracia, M. I. & Mateos, G. G. (2008). Influence of enzyme supplementation and heat processing of barley on digestive traits and productive performance of broilers. *Poultry Science*, 87(5), 940-948.
16. Ghaseminejad, M., Sadeghi, A. A., Motamedi-Sedeh, F. & Chamani, M. (2017). Caecal bacterial populations and growth of broiler chickens fed diets with different particle sizes and forms. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 23(5), 743-748.
17. Goliyart, A.F. (2005). Evaluation effects of processing feed on performance in broiler. *Journal of Poultry Science*, 12(54), 1258-1264.
18. Henry, M. H., Pesti, G. M., Bakalli, R., Lee, J., Toledo, R. T., Eitenmiller, R. R. & Phillips, R. D. (2001). The performance of broiler chicks fed diets containing extruded cottonseed meal supplemented with lysine. *Poultry Science*, 80(6), 762-768.
19. Hosseini, S. M. & Afshar, M. (2017). Effects of feed form and xylanase supplementation on performance and ileal nutrients digestibility of heat-stressed broilers fed wheat-soybean diet. *Journal of Applied Animal Research*, 45(1), 550-556.
20. Iji, P.A., Hughes, R.J., Choct, M. & Tivey, D.R. (2001). Intestinal structure and function of broiler chickens on wheat-based diets supplemented with a microbial enzyme. *Animal Science*, 14, 54-60.
21. Kamran, Z., Sarwar, M., Nisa, M., Nadeem, M. A., Mahmood, S., Babar, M. E. & Ahmed, S. (2008). Effect of low-protein diets having constant energy-to-protein ratio on performance and carcass characteristics of broiler chickens from one to thirty-five days of age. *Poultry Science*, 87(3), 468-474.
22. Lemme, A., Frackenpohl, U., Petri, A. & Meyer, H. (2006). Response of male BUT big 6 turkeys to varying amino acid feeding programs. *Poultry Science*, 85(4), 652-660.
23. Lu, J., Idris, U., Harmon, B., Hofacre, C., Maurer, J. J. & Lee, M. D. (2003). Diversity and succession of the intestinal bacterial community of the maturing broiler chicken. *Applied and Environmental Microbiology*, 69(11), 6816-6824.
24. Marsman, G. J., Gruppen, H., Van der Poel, A. F., Kwakkel, R. P., Verstegen, M. W. & Voragen, A. G. (1997). The effect of thermal processing and enzyme treatments of soybean meal on growth performance, ileal nutrient digestibilities, and chyme characteristics in broiler chicks. *Poultry Science*, 76(6), 864-872.
25. Mathlouthi, N., Mallet, S., Saulnier, L., Quemener, B. & Larbier, M. (2002). Effects of xylanase and  $\beta$ -glucanase addition on performance, nutrient digestibility, and physico-chemical conditions in the small intestine contents and caecal microflora of broiler chickens fed a wheat and barley-based diet. *Animal Research*, 51(05), 395-406.
26. Owosibo, A., Odetola, O., Odunsi, O., Adejinmi, O. & Lawrence-Azua, O. (2013). Growth, haematology and serum biochemistry of broilers fed probiotics based diets. *African Journal of Agricultural*, 8(41), 5076-5081.



27. Pang, Y. & Applegate, T. J. (2007). Effects of dietary copper supplementation and copper source on digesta pH, calcium, zinc, and copper complex size in the gastrointestinal tract of the broiler chicken. *Poultry Science*, 86(3), 531-537.
28. Rehman, H. U., Vahjen, W., Awad, W. A. & Zentek, J. (2007). Indigenous bacteria and bacterial metabolic products in the gastrointestinal tract of broiler chickens. *Archives of Animal Nutrition*, 61(5), 319-335.
29. Reshadi-Nejad, S., Tabeidian, S. A. & Toghyani, M. (2015). The effect of diet type (mash, pellets, extruded and crumble) on some immune responses broiler chicken. *Biological Forum*, 7(1), 901. Research Trend.
30. Sakata, T. (1987). Stimulatory effect of short-chain fatty acids on epithelial cell proliferation in the rat intestine: a possible explanation for trophic effects of fermentable. *British Journal Nutrition*, 58(1), 95-103.
31. Sklan, D. (2001). Development of the digestive tract of poultry. *World's Poultry Science Journal*, 57(4), 415-428.
32. Smits, C. H., Veldman, A., Verstegen, M. W. & Beynen, A. C. (1997). Dietary carboxymethylcellulose with high instead of low viscosity reduces macronutrient digestion in broiler chickens. *The Journal of Nutrition*, 127(3), 483-487.
33. Torok, V. A., Hughes, R. J., Ophel-Keller, K., Ali, M. & MacAlpine, R. (2009). Influence of different litter materials on cecal microbiota colonization in broiler chickens. *Poultry Science*, 88(12), 2474-2481.
34. Uni, Z., Smirnov, A. & Sklan, D. (2003). Pre-and posthatch development of goblet cells in the broiler small intestine: effect of delayed access to feed. *Poultry Science*, 82(2), 320-327.
35. Valencia, D. G., Serrano, M. P., Jiménez-Moreno, E., Lázaro, R. & Mateos, G. G. (2009). Ileal digestibility of amino acids of pea protein concentrate and soya protein sources in broiler chicks. *Livestock Science*, 121(1), 21-27.
36. Van der Klis, J. D., Van Voorst, A. & Van Cruyningen, C. (1993). Effect of a soluble polysaccharide (carboxy methyl cellulose) on the physico- chemical conditions in the gastrointestinal tract of broilers. *British Poultry Science*, 34(5), 971-983.
37. Van der Wielen, P. W., Biesterveld, S., Notermans, S., Hofstra, H., Urlings, B. A. & van Knapen, F. (2000). Role of volatile fatty acids in development of the cecal microflora in broiler chickens during growth. *Applied and Environmental Microbiology*, 66(6), 2536-2540.
38. Zang, J. J., Piao, X. S., Huang, D. S., Wang, J. J., Ma, X. & Ma, Y. X. (2009). Effects of feed particle size and feed form on growth performance, nutrient metabolizability and intestinal morphology in broiler chickens. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 22(1), 107-112.
39. Zhang, W. F., Li, D. F., Lu, W. Q. & Yi, G. F. (2003). Effects of isomalto-oligosaccharides on broiler performance and intestinal microflora. *Poultry Science*, 82(4), 657-663.
40. Zimonja, O., Hetland, H., Lazarevic, N., Edvardsen, D. H. & Svihus, B. (2008). Effects of fibre content in pelleted wheat and oats diets on technical pellet quality and nutritional value for broiler chickens. *Canadian Journal of Animal Science*, 88(4), 613-622.