نشریه علوم دامی
(پژوهش و سازندگی)

شماره ۱۰۹، زمستان ۱۳۹٤
ص‌ص: ۹۵~۱۰۸

اثرات فیبر خوراکی محلول و نامحلول بر عملکرد و هیستومورفولوژی دستگاه گوارش جوجه‌های گوشتی

- **علی اصغر ساکی** (نویسنده مسئول)

گروه علوم دامی- دانشکده کشاورزی- دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.

- **عنایت رحمت نژاد**

گروه علوم دامی- دانشکده کشاورزی- دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.

تاریخ دریافت : دی ۱۳۹۳ تاریخ پذیرش : بهمن ۱۳۹۳

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۸۳۱۳۹۷۷۵

Email: dralisaki@yahoo.com

چکیده

اثرات فیبر محلول و نامحلول خوراک بر هیستومورفولوژی روده باریک و عملکرد جوجه‌های گوشتی از سن ۱ تا ۲۱ روزگی مورد مطالعه قرار گرفت. تیمارها شامل: تیمار ۱؛ جیره شاهد (عاری از فیبر) و تیمارهای ۲، ۳، ٤ و ٥ بودند که به ترتیب مقادیر ۲ و ٤ درصد سلولز و ۲ و ٤ درصد کربوکسی متیل سلولز به جیره شاهد افزوده شدند. افزودن کربوکسی متیل سلولز در مقایسه با سایر گروه‌ها موجب کاهش وزن بدن، متوسط خوراک مصرفی و فاکتور بازدهی تولید شد و همچنین موجب افزایش ضریب تبدیل خوراک گردید (P <۰/۰٥). افزودن سطح ٤ درصد فیبر (سلولز و کربوکسی متیل سلولز) به جیره، موجب افزایش وزن سنگدان در سن ۱۰ روزگی گردید (P <۰/۰٥) اما در سن ۲۱ روزگی، هر دو سطح ۲ و ٤ درصد این فیبرها موجب اثر مذکور گردید (P <۰/۰٥). وزن روده کوچک در جوجه‌های تغذیه شده با جیره حاوی فیبر بیشتر از جوجه‌های تغذیه شده با جیره شاهد بود (P <۰/۰٥). مقایسات گروهی نشان دادند که وزن ارگان‌های هضمی به استثنای دئودنوم در گروه تغذیه شده با کربوکسی متیل سلولز در مقایسه با گروه‌های تغذیه شده با جیره حاوی سلولز و جیره شاهد بیشتر بود (P <۰/۰٥). بر اساس مقایسات گروهی، افزودن سلولز به جیره موجب کاهش اسیدیته محتویات سنگدان در سنین ۱۰ و ۲۱ روزگی گردید (P <۰/۰٥)، در حالی که این اثر برای کربوکسی متیل سلولز فقط در سن ۲۱ روزگی مشاهده شد. پرندگان تغذیه شده با کربوکسی متیل سلولز دارای طول و عرض ویلوس کمتر، عمق کریپت بیشتر، نسبت طول ویلوس به عمق کریپت کمتر و سطح ویلوس کمتر نسبت به سایر گروه‌ها بودند (P <۰/۰٥). تیمارهای مختلف بر نوع سلول‌های گابلت (اسیدی و خنثی) تأثیر معنی‌داری نداشتند (P >۰/۰٥) اما پرندگان تغذیه شده با کربوکسی متیل سلولز نسبت به سایر تیمارها دارای لایه سروزای ضخیم‌تر و همچنین تعداد بیشتری سلول گابلت در ایلئوم خود بودند (P <۰/۰٥). در مقایسه با سایر تیمارها، افزودن کربوکسی متیل سلولز موجب افزایش ویسکوزیته محتویات ژژنوم شد(P <۰/۰٥). این نتایج پیشنهاد می‌کند که اثرات فیبر خوراکی بر عملکرد و هیستومورفولوژی دستگاه گوارش بسته به نوع فیبر متفاوت می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: جوجه گوشتی، دستگاه گوارش، فیبر، عملکرد.

Animal Science Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 109 pp: 95-108

The effects of dietary soluble and insoluble fibers on broiler chickens performance and gastrointestinal tract histomorphology

A. A. Saki[1*] and E. Rahmatnezhad[2]
[1*]Professor of Animal Science;
[2]Ph. D candidate of poultry nutrition;
[1،2] Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan,Iran.
[*]Corresponding Author: Ali Asghar Saki
Phone: +98 09183139775; Email: dralisaki@yahoo.com, asaki@basu.ac.ir

Received: December 2014 **Accepted: January 2015**

The influence of dietary soluble and insoluble fibers on small intestine histomorphology and performance was studied in broilers from 1 to 21 d of age. The treatments were as follows: treatment 1, control diet (fiber-free diet); and treatments 2, 3, 4, and 5 where 2% and 4% cellulose (CEL), 2% and 4% carboxymethyl cellulose (CMC) were respectively supplemented to the control diet, respectively. Inclusion of CMC reduced body weight gain (BWG), average feed intake (AFI), and production efficiency factor (PEF) and increased feed conversion ratio (FCR) as compared with others (P<0.05). Inclusion of 4% fiber (CEL and CMC) led to increase gizzard weight at 10 d of age (P<0.05), but at d 21, both 2% and 4% levels of this fibers resulted in the mentioned effect. The weight of the gizzard was increased when high level of fibers (4%) was included in the diet (P<0.05). Higher weights of small intestine were observed in birds fed CEL and CMC than those of fed control diet at 21 d of age (P<0.05). Orthogonal comparisons showed, in comparison with control and CEL, CMC increases relative weights of digestive organs except for duodenum (P<0.05). Based on the orthogonal comparisons, inclusion of fibers decreased the pH of gizzard contents at 10 and 21 d of age (P<0.05), while this effect for CMC was observed only at 21 d of age. Inclusion of CMC led to an increase in jejunal viscosity rather than other treatments (P<0.05). The CMC-fed birds had lower villous height and width, deeper crypt, lower villous length to crypt depth ratio, lower villous surface area compared with others (P<0.05). The effects of different treatments on goblet cells type were not significan (P>0.05). However, the CMC-fed birds had the thicker serosa and have the greater goblet cell numbers as compared to others (P<0.05). Current findings suggest that the effects of fiber on broiler performance and digestive tract histomorphology differ depending on the fiber type.

Key words: Broiler, Digestive tract, Fiber,Performance

مقدمه

مطالعه فیبر جیره به عنوان جزء مهمی از جیره طیور، مورد علاقه بسیاری از متخصصین تغذیه می‌باشد. اثرات ضد تغذیه‌ای فیبر در جیره طیور ناشی از محلول بودن و ویسکوزیته بالای آن‌ها می‌باشد (Smits and Annison, 1996). ساختار و ترکیب شیمیایی اجزای جیره بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی شیرابه دستگاه گوارش(Lentle and Janssen, 2008) و رشد میکروفلور دستگاه گوارش (Dahiya et al, 2006) تأثیرگذار است. بنابراین، انتظار می‌رود که فیبرهای محلول و نامحلول به‌صورت متفاوتی بر عملکرد، خصوصیات هضمی، وضعیت سلامت دستگاه گوارش و مصرف مواد مغذی در جوجه‌های گوشتی اثر بگذارند.گزارش شده است که مقدار و نوع فیبر جیره بر توسعه دستگاه گوارش و عملکرد تولیدی جوجه‌های گوشتی اثر می‌گذارد(Jimenez-Moreno et al, 2009c; Jimenez-Moreno et al, 2009a). منابع فیبر نامحلول جیره از قبیل پوسته یولاف موجب تحریک فعالیت سنگدان و در نتیجه کاهش اسیدیته آن می‌گردد (Gonzalez-Avaradoet al, 2008). در مقابل، منابع فیبر محلول به‌ویژه آن‌هایی که از لحاظ پکتین غنی هستند (از قبیل تفاله چغندر قند) موجب افزایش ویسکوزیته شده و

در نتیجه سرعت عبور مواد خوراکی در دستگاه گوارش را کاهش می‌دهند. به‌علاوه، وزن نسبی اندام‌های دستگاه گوارش از قبیل پیش معده (Amerah et al,2009)، سنگدان (Hetland et al, 2005; Hetland et al, 2003)، روده کوچک و سکوم(Smits et al,1997) به واسطه فیبرهای محلول و نامحلول تحت تأثیر قرار می‌گیرند.

تغییرات سریع در مورفولوژی و مخاط روده جوجه‌های تازه هچ شده لازم است تا این‌که پرنده بتواند از مواد خوراکی با منشأ خارجی استفاده کند و از وابستگی خود به زرده بکاهد. اگرچه از نظر آناتومیکی ساختار دستگاه گوارش جوجه‌های گوشتی طی دوران جنینی در داخل تخم مرغ تکامل می‌یابد (Lim and Low, 1977)، اما پس از هچ، تغییرات چشمگیری در سطوح جذبی و سرعت تکثیر سلول‌های آن رخ می‌دهد. یک لایه موکوسی محافظت کننده کل سطح دستگاه گوارش را پوشش می دهد. این لایه موکوسی به عنوان لوبریکنت، واسطه برای انتقال مولکول بین محتویات لومینال و انتروسیت‌ها (سلول‌های جذبی) عمل می‌کند. همچنین موکوس نقش مهمی در مقابل میکروفلورای لومن، جلوگیری از پاتوژن‌های دستگاه گوارش و بنابراین جذب مواد مغذی دارد. بخش اصلی لایه موکوسی، گلیکوپروتئین‌های موسین می‌باشند که توسط سلول‌های گابلت ترشح کننده موکوس تولید می‌گردند. موسین حاوی زنجیره اصلی پپتیدی است که زنجیره‌های پلی ساکارید شامل هگزوز آمین‌ها به آن متصل شده است. ناحیه گلیکوزیله شده شامل ۷۰ تا ۸۰ درصد پلیمر است (Gendler and Spicer,1955). بر اساس نوع زنجیره پلی ساکاریدی، موسین به دو دسته اسیدی و خنثی تقسیم بندی می‌شود و همچنین موسین اسیدی به‌وسیله گروه‌های سولفاته شده یا نشده متمایز می‌گردند (Neutra, 1987). زنجیره کربوهیدراتی اغلب به گروه سولفاته تنها منتهی می‌شود یا این‌که با سیالیک اسید نیز پیوند برقرار می‌کند (Culling and Reid, 1979). موکوس در یک دینامیک متعادل بین سنتز و ترشح موسین از سلول‌های گابلت از زیر اپیتلیوم و فرسایش از طریق آزاد شدن موسین در لومن روده قرار دارد (Engel et al, 1995).

ارتباط فیزیولوژیکی انواع موسین (اثرات انواع موسین بر دستگاه گوارش) هنوز مشخص نشده است. گمان بر این است که موسین اسیدی در مقابل ترانسلوکاسیون باکتریایی محافظت می‌کند چون موسین سولفاته کمتر توسط گلیکوزیدازهای باکتریایی و پروتئازهای میزبان تجزیه می‌شوند (Fontaine et al, 1996). با توجه به این که همچنان این دیدگاه عمومی وجود دارد که فیبر در تغذیه تک معده‌ای‌ها مضر است لازم است تحقیقی اثرات انواع فیبر را از هم تفکیک کند.

از طرفی تحقیقات معدودی اثرات انواع فیبر بر انواع موسین ترشح شده از سلول‌های گابلت پرزهای روده را مورد بررسی قرار داده‌اند. بنابراین هدف این مطالعه، ارزیابی اثر فیبرهای محلول (کربوکسی متیل سلولز) و نامحلول (سلولز) بر هیستومورفولوژی دستگاه گوارش و عملکرد تولیدی جوجه‌های گوشتی از ۱ تا ۲۱ روزگی بوده است.

مواد و روش‌ها

پرندگان و جیره‌ها

در این مطالعه از تعداد ۲۰۰ قطعه جوجه گوشتی یک‌روزه سویه راس ۳۰۸ در قالب یک طرح کاملا تصادفی با ۵ تیمار، ۴ تکرار و ۱۰ قطعه پرنده در هر واحد آزمایشی استفاده شد. پرنده‌ها تا ۲۱ روزگی روی بستر پرورش داده شدند.

جیره‌های آزمایشی عبارت بودند از: جیره شاهد بدون فیبر و جیره‌های غذایی مربوط به تیمارهای ۲، ۳، ۴ و ۵ به ترتیب حاوی۲ و ۴ درصد سلولز و ۲ و ۴ درصد کربوکسی متیل سلولز. جیره پایه بر اساس نشاسته و کنسانتره پروتئینی سویا و طبق توصیه‌های انجمن ملی تحقیقات ایالت متحده تنظیم گردید(جدول۱). سلولز و کربوکسی متیل سلولز به‌جای ماسه در جیره پایه گنجانده شدند.

عملکرد و خصوصیات هضمی

وزن بدن و مصرف خوراک هر پرنده در روزهای ۱۰ و ۲۱ اندازه‌گیری و سپس افزایش وزن بدن، متوسط خوراک مصرفی و ضریب تبدیل خوراک محاسبه گردیدند.

وزن و مصرف خوراک پرندگان تلف شده نیز در محاسبات

منظور گردید. شاخص بازدهی تولید نیز بر اساس توصیه جوجه گوشتی راس طبق فرمول زیر محاسبه شد (Manual, 2009).

$$\frac{\text{نرخ زنده مانی (درصد)} \times \text{میانگین وزن زنده (کیلوگرم)}}{\text{ضریب تبدیل غذایی} \times \text{سن گله (روز)}} \times 100$$

در سنین ۱۰ و ۲۱ روزگی، ۲ پرنده از هر تکرار که دارای نزدیک‌ترین وزن به میانگین وزن تکرار مربوطه بودند، انتخاب و کشتار شدند. وزن پیش معده و سنگدان و وزن بخش‌های مختلف روده و سکوم اندازه‌گیری شد. وزن دئودنوم (اتصال دریچه پیلور به مزنتریک دوازدهه)، ژژنوم (انتهای دئودنوم تا اتصال زائده مکل) و ایلئوم (اتصال زائده مکل تا اتصال ایلئوسکال) و سکوم تعیین گردید. وزن اجزای لاشه به‌صورت نسبتی از وزن زنده بیان گردید.

ویسکوزیته و اسیدیته (*pH*) دستگاه گوارش

یک گرم نمونه از محتویات سنگدان و ژژنوم وزن شد و با ۹ میلی لیتر آب مقطر در یک فالکون به مدت ۵ دقیقه به‌خوبی ورتکس شد و pH محلول فوق با استفاده از pH متر (pH 315i, WTW82362; Weilheim, Germany) اندازه‌گیری گردید(Pang and Applegate, 2007).

۲ گرم از محتویات تازه ژژنوم بلافاصله بعد از جمع آوری در سانتریفیوژ به مدت ۱۰ دقیقه قرار گرفت. سپس سوپرناتانت حاصل (۱ میلی‌لیتر) در میکروتیوب دو میلی‌لیتری ریخته شد و در فریزر ۲۰- درجه سانتی‌گراد ذخیره گردید. سپس با استفاده از ویسکومتر دیجیتال (Brookfield digital DV-II$^+$, Brookfield Engineering Labs)، ویسکوزیته بر حسب سانتی پوآز در ۴۰ درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری گردید (Baurhoo et al, 2011). هر نمونه دو بار خوانده شد و میانگین برای آنالیز آماری مورد استفاده قرار گرفت.

هیستومورفولوژی دستگاه گوارش

جهت بررسی‌های مورفولوژی (اندازه‌گیری صفات مربوط به ویلی‌ها)، ۳-۲ سانتی‌متر از قسمت میانی ایلئوم بریده شد. ابتدا با محلول بافر (شامل ۷ میلی‌مول منوفسفات سدیم، ۳ میلی‌مول دی‌فسفات سدیم، ۱۳۰میلی‌مول کلرید سدیم و۷/۴ =pH) شستشو داده شد تا خون و مواد خارجی از آن جدا شود و برای این‌که بافت‌های مورد نظر حالت طبیعی خود را از دست ندهند فوراً در فیکساتور قرار داده شدند (ترکیب فیکساتور: ۱۰ میلی‌لیتر فرمالدهید ۴۰٪، ۹۰ میلی‌لیتر آب مقطر، ۰/۳۵ گرم دی فسفات سدیم و ۰/۶۵ گرم منوفسفات سدیم) و پس از ۴۸ ساعت نمونه را از فیکساتور خارج نموده و سپس به مدت ۱ دقیقه نمونه‌ها با آب جاری شست و شو داده شدند. در آخر نمونه‌ها درون فرمالین ۱۰ درصد تا زمان بررسی ویلوس‌ها نگهداری شدند. ادامه مراحل آماده سازی بافت شامل آب‌گیری، شفاف سازی، آغشتگی با پارافین، قالب‌گیری و مقطع‌گیری و در نهایت رنگ آمیزی آلسین بلو[1] و پریودیک اسید[2] شیف نمونه‌ها انجام شد. عکس‌برداری و تفسیر لام‌ها با استفاده از دوربین متصل به کامپیوتر و با استفاده از نرم افزار ماتیک ایمیج پلاس ۲ [3] انجام گرفت. پارامترهای مورد بررسی شامل طول و عرض ویلوس، عمق کریپت، مساحت ویلوس، ضخامت سروزا، تعداد و نوع سلول‌های گابلت بودند. لازم به ذکر است که سلول‌های گابلت حاوی موسین اسیدی به رنگ آبی، سلول‌های گابلت حاوی موسین خنثی به رنگ قرمز یا صورتی در زیر میکروسکوپ قابل مشاهده خواهند بود.

آنالیز آماری

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS ویرایش ۹/۱ (SAS institute, 2004) و رویه GLM انجام شد. مقایسات گروهی (contrast) نیز جهت مقایسه اثرات نوع و مقدار فیبر جیره اعمال گردید و مقایسه میانگین با استفاده از آزمون دانکن (Duncan, 1995) در سطح احتمال ۵ درصد انجام گردید. مدل آماری به صورت زیر بوده است:

$$Yijk = \mu + Ti + Eij + Sijk$$

Yijk = مقدار مشاهده تیمار i ام در تکرار j ام و نمونه k ام، μ = اثر میانگین، Ti = اثر تیمار i ام، Eij = اثر اشتباه آزمایش مربوط به تیمار i ام در تکرار j ام، Sijk = اشتباه نمونه برداری تیمار i ام در تکرار j ام و نمونه k ام.

درتجزیه آماری صفاتی که در هر تکرار یک مشاهده داشتند اشتباه نمونه‌برداری از مدل حذف گردید و آنالیز صورت گرفت.

نتایج و بحث

اثرات تیمارهای مختلف بر پارامترهای عملکردی جوجه‌های گوشتی در جدول ۲ آورده شده است. پارامترهای عملکردی شامل افزایش وزن، خوراک مصرفی، ضریب تبدیل غذایی، شاخص راندمان تولید و تلفات به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر جیره-های آزمایشی قرار گرفتند. در کل دوره پرورش پرندگان تغذیه شده با جیره حاوی کربوکسی متیل سلولز، عملکرد ضعیف‌تری نسبت به تیمارهای شاهد و سلولز داشتند. تیمار کربوکسی متیل سلولز موجب کاهش مصرف خوراک و افزایش وزن کمتری نسبت به تیمارهای دیگر شد.کاهش خوراک مصرفی جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با کربوکسی متیل سلولز در مقایسه با گروه‌های دیگر احتمالاً با افزایش ویسکوزیته روده (Van Der Klis et al, 1993) مرتبط باشد که این افزایش ویسکوزیته که در ادامه مورد بحث قرار خواهد گرفت، دلیلی بر افزایش ماندگاری خوراک در دستگاه گوارش (Shakouri et al, 2006) است. از آن‌جا که نرخ عبور خوراک از دستگاه گوارش و مصرف خوراک در جوجه‌های گوشتی با هم مرتبط هستند (Almirall et al, 1995)، گنجاندن فیبر محلول باعث کاهش مصرف خوراک می‌شود.

کاهش وزن و ضریب تبدیل غذایی بیشتر در پرندگان تغذیه شده با کربوکسی متیل سلولز نیز به دلیل کاهش خوراک مصرفی و کاهش مصرف مواد مغذی به واسطه ویسکوزیته بالای دستگاه گوارش که در ادامه به آن اشاره خواهیم کرد قابل پیش‌بینی بود (Smits et al, 1997). همچنین کاهش شاخص بازده تولید ناشی از تغذیه کربوکسی متیل سلولز با توجه به پارامترهای مرتبط، منطقی به نظر می‌رسد.

افزودن سلولز به عنوان فیبر نامحلول به جیره در مقایسه با گروه کنترل اثری بر عملکرد (مصرف خوراک، افزایش وزن بدن و شاخص بازده تولید) نداشت. در ارتباط با خوراک مصرفی، نتایج آزمایش ما با یافته‌های محققین دیگر (Shakouri et al, 2006 ; Amerah et al, 2009) مغایرت داشت. این محققین گزارش کردند که سلولز به عنوان یک فیبر نامحلول موجب افزایش خوراک مصرفی جوجه‌های گوشتی می‌شود. از طرف دیگر، مطابق با نتایج این تحقیق، محققین دیگری (Jimenez et al, 2009b; Amerah et al, 2009) بیان کرده‌اند که فیبر نامحلول (خاک اره و پوسته یولاف) بر مصرف خوراک تأثیری ندارد. افزایش مصرف خوراک در پرندگان تغذیه شده با جیره-های رقیق شده با سلولز در مطالعات قبلی ممکن است در نتیجه تخلیه سریع‌تر خوراک از دستگاه گوارش باشد (Hetland and Svihus, 2001). در ارتباط با افزایش وزن بدن و ضریب تبدیل غذایی، مغایر با نتایج این پژوهش، در مطالعه دیگری (Shakouri et al, 2006) افزایشی در وزن بدن و کاهش ضریب تبدیل غذایی جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره مکمل شده با سلولز گزارش شده است. مطابق با نتایج ما، یافته‌های دیگری بیانگر عدم تأثیر فیبر نامحلول (خاک اره) بر نسبت افزایش وزن به خوراک مصرفی (Amerah et al, 2009) و عدم تأثیر ۳ درصد سلولز بر افزایش وزن بدن و نسبت خوراک مصرفی به افزایش وزن (Jimenez-Moreno et al, 2010) در جوجه-های گوشتی از ۱ تا ۲۱ روزگی گزارش شده است. مغایر با نتایج ما، بیان شده است که افزودن ۳ درصد پوسته یولاف یا تفاله چغندر قند موجب بهبود افزایش وزن بدن و ضریب تبدیل غذایی در جوجه‌های گوشتی از ۱ تا ۲۱ روزگی گردید. این محققین بیان کردند جهت به حداکثر رساندن عملکرد جوجه‌های گوشتی، وجود مقدار حداقلی از فیبر در جیره لازم است.

تفاوت در نوع و سطح فیبر جیره و نوع جیره (خالص، نیمه خالص و یا کاربردی) در این آزمایش با آزمایشات دیگر ممکن است از دلایل اصلی مغایرت نتایج باشد. برای مثال، جیره شاهد در آزمایش Amerah و همکاران (2009) حاوی مقدار قابل توجهی فیبر خام بود در حالی‌که جیره شاهد آزمایش ما عاری از فیبر بود. افزایش مصرف خوراک و در نتیجه افزایش وزن در پرندگان تغذیه شده با سلولز در مطالعات محققین قبلی ممکن است به دلیل جذب آب اندک و جلوگیری از ایجاد ویسکوزیته و

در نتیجه تخلیه سریع‌تر خوراک از دستگاه گوارش باشد (Hetland and Svihus, 2001).

اثرات تیمارهای مختلف بر وزن قسمت‌های مختلف دستگاه گوارش جوجه‌های گوشتی در سنین ۱۰ و ۲۱ روزگی در جداول ۳ و ۴ آورده شده است. وزن پیش معده و پانکراس در سنین ۱۰ و ۲۱ روزگی تحت تاثیر معنی‌دار جیره‌های آزمایشی قرار نگرفتند. در صورتی که وزن سنگدان در زمان‌های مشابه در پرندگان تغذیه شده با فیبر افزایش معنی‌داری نسبت به گروه شاهد نشان داد. به طور کلی،گنجاندن فیبر از جمله سلولز و کربوکسی متیل سلولز در جیره جوجه‌های گوشتی موجب افزایش وزن قسمت‌های مختلف دستگاه گوارش شده است اما این اثرات بسته به نوع و سطح فیبر و قسمت مورد ارزیابی متفاوت بوده است. نتایج این تحقیق با یافته‌های Jimenez-Moreno و همکاران (2009c) مطابقت داشت که این محققین افزایش وزن سنگدان در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره حاوی ۳ درصد تفاله چغندر قند را مشاهده کردند. Gonzalez-Alvarado و همکاران (2008) پیشنهاد کردند که افزایش اندازه سنگدان مشاهده شده در جوجه‌های تغذیه شده با ۳ درصد پوسته یولاف در مقایسه با گروه شاهد به علت توسعه بیشتر لایه‌های ماهیچه‌ای بوده و این یافته‌ها از نتایج ما مبنی بر افزایش وزن سنگدان مشاهده شده در پرندگان تغذیه شده با سطوح بالای سلولز حمایت می‌کند.

وزن روده کوچک و قسمت‌های مختلف آن در ۱۰ روزگی تحت تاثیر جیره‌های آزمایشی قرار نگرفتند (جدول ۴). وزن سکوم پرندگان تغذیه شده با کربوکسی متیل سلولز به‌طور معنی‌داری بیشتر از وزن سکوم در سایر تیمارها بود. در سن ۲۱ روزگی، افزایش سطح سلولز و کربوکسی متیل سلولز موجب افزایش وزن روده گردید. بیشترین و کمترین وزن روده به ترتیب در سطح ۴ درصد کربوکسی متیل سلولز و شاهد مشاهده شد. مقایسات انفرادی تیمارها نشان داد که وزن دئودنوم اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف نداشت اما بر اساس مقایسات گروهی، در سن ۲۱ روزگی وزن دئودنوم در گروه تغذیه شده با سلولز به‌طور معنی‌داری بیشتر از گروه شاهد بود. اثرات تیمارها بر وزن ژژنوم و ایلئوم به‌طور معنی‌داری متفاوت بود و بیشترین و کمترین مقادیر در این رابطه به ترتیب مربوط به سطح ۴ درصد کربوکسی متیل سلولز و شاهد بود. در مقایسات گروهی، پرندگان تغذیه شده با فیبر (سلولز و کربوکسی متیل سلولز) نسبت به گروه شاهد به‌طور معنی‌داری ژژنوم سنگین‌تری از گروه شاهد داشتند و البته این اثر در گروه تغذیه شده با کربوکسی متیل سلولز برجسته‌تر بود. به‌علاوه، مقایسات گروهی نشان داد که پرندگان تغذیه شده با کربوکسی متیل سلولز نسبت به گروه‌های دیگر به‌طور معنی‌داری ایلئوم سنگین‌تری داشتند. مقایسات گروهی نشان داد که وزن سکوم در پرندگان تغذیه شده با کربوکسی متیل سلولز به‌طور معنی‌داری بالاتر از سایرین بود. مطابق با نتایج Smits و همکاران (1997)، مطالعه حاضر بیانگر افزایش وزن بیشتر روده کوچک و سکوم در پرندگان تغذیه شده با کربوکسی متیل سلولز می‌باشد. برعکس نتایج Amerah و همکاران (2009)، در مطالعه حاضر سلولز اثری بر وزن سکوم جوجه‌های گوشتی در سن ۱۰ روزگی نداشت. افزایش وزن دستگاه گوارش و به ویژه روده کوچک ممکن است در جهت هضم بیشتر مواد مغذی و فیبر صورت گیرد. همچنین افزایش وزن دوزادهه شاید تلاشی جهت افزایش مدت زمان اثر آنزیم‌های گوارشی بر مواد خوراکی باشد.

اثرات تیمارهای مختلف بر pH سنگدان و ژژنوم معنی‌دار نبوده است (جدول ۵). مقایسات گروهی در سن ۱۰ روزگی نشان داده است که pH سنگدان پرندگان تغذیه شده با سلولز یا کربوکسی متیل سلولز به‌طور معنی‌داری کمتر از pH سنگدان پرندگان تغذیه شده با جیره شاهد بوده است. در سن ۲۱ روزگی pH سنگدان پرندگان تغذیه شده با جیره شاهد نسبت به بقیه تیمارها دارای بیشترین مقدار بوده است. مقایسات گروهی نشان داد که جیره‌های حاوی فیبر (سلولز و کربوکسی متیل سلولز) موجب کاهش معنی‌داری در pH سنگدان شدند و این اثر در رابطه با کربوکسی متیل سلولز برجسته‌تر بود. در سن ۲۱ روزگی، ویسکوزیته ژژنوم جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با کربوکسی متیل سلولز افزایش معنی‌داری در مقایسه با تیمارهای دیگر داشت. مطابق با نتایج این مطالعه، Smits و همکاران (1997) گزارش کردند که جیره

حاوی فیبر محلول نسبت به جیره شاهد موجب افزایش معنی‌داری در ویسکوزیته ژژنوم جوجه‌های گوشتی گردید. در رابطه با کاهش pH محتویات سنگدان ناشی از فیبر نامحلول، نتایج مطالعه حاضر با نتایج Jimenez-Moreno و همکاران (2009c) مطابقت داشت.

اثرات تیمارهای مختلف بر خصوصیات هیستومورفولوژیکی ایلئوم جوجه‌های گوشتی در سن ۲۱ روزگی در جدول ۶ نشان داده شده است. پرندگان تغذیه شده با CMC دارای طول و عرض ویلوس کمتر، عمق کریپت بیشتر، نسبت طول ویلوس به عمق کریپت کمتر و سطح ویلوس کمتر نسبت به سایر گروه‌ها بودند. سلولز نسبت به گروه شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت. تیمارهای مختلف بر نوع سلول‌های گابلت (اسیدی و خنثی) تأثیر معنی‌داری نداشتند اما بر ضخامت لایه سروزا و تعداد کل سلول‌های گابلت اثرات معنی‌داری ایجاد کردند. به‌طوری‌که پرندگان تغذیه شده با CMC نسبت به سایر تیمارها دارای لایه سروزای ضخیم‌تر و همچنین تعداد بیشتری سلول گابلت در ایلئوم خود بودند.

ساختار موکوس روده می‌تواند اطلاعات مهمی در مورد سلامت آن در اختیار ما قرار دهد. نشان داده شده که روده باریک در مقابل تغییرات جیره غذایی، تغییراتی در سطح جذبی خود نشان می‌دهد (Iji et al, 2001). عمق کریپت و طول ویلی از جمله عوامل موثر در ضخامت لایه موکوس و جذب مواد مغذی از آن به حساب می‌آیند(Sharma and Schumacher, 1995).

هم‌راستا با نتایج ما، نشان داده شده که افزودن NSP محلول ازجمله پکتین به جیره جوجه گوشتی بر مورفولوژی دیواره روده به شدت اثر گذاشته و تعداد سلول‌های گابلت را افزایش داده است (Langhout et al, 1999). همچنین اضافه کردن مواد ویسکوز به جیره جوجه‌های گوشتی منجر به کریپت عمیق‌تر در ژژنوم در سن ۱۴ روزگی شده است (Iji et al, 2001). بیان شده است که اثر NSP ویسکوز بر مورفولوژی به‌طور غیرمستقیم به خصوصیات ویسکوزیته آن‌ها مربوط می‌باشد زیرا که افزایش در فعالیت باکتریایی در دستگاه گوارش هم‌راستا با تغییرات در مورفولوژی دیواره روده می‌باشد (Mathlouthi et al, 2002). با توجه به مطالب مذکور، از آن‌جایی که تقسیم سلولی عمدتاً در ناحیه کریپت رخ می‌دهد، کریپت عمیق‌تر مشاهده شده در پرندگان تغذیه شده با CMC، ناشی از تقاضای موکوس به تکثیر سلول و بافت جدید می‌باشد. البته باید در نظر داشت که هر ترن آور اضافی بافت، نیازمندی آن را به مواد مغذی جهت نگهداری افزایش می‌دهد و به بازده پایین‌تری برای حیوان منتهی می‌شود . تغییر در خصوصیات ویلی با عملکرد روده و عملکرد رشدی جوجه‌های گوشتی در ارتباط می‌باشد. گزارش شده است که کاهش عملکرد در جیره‌های حاوی جو و چاودار در مقایسه با ذرت با کاهش ارتفاع ویلی روده و بهبود ارتفاع ویلی با مکمل‌های آنزیمی همراه است (Mathlouthi et al, 2001).کاهش در طول ویلی با کاهش توانایی جذب روده‌ای و کاهش ناحیه سطحی روده جهت جذب مواد مغذی همراه می‌باشد (Mathlouthi et al, 2001). بنابراین، ویلوس کوتاه‌تر دیده شده در پرندگان تغذیه شده با CMC را می‌توان مربوط به نقش ویسکوزیته‌ی ایجاد شده در اثر این تیمار دانست. کاهش مساحت و نسبت طول ویلوس به عمق کریپت نیز در این تیمار قابل انتظار می‌باشد. تحت تأثیر قرار گرفتن مورفولوژی سبب ضعیف شدن کارایی روده و کاهش عملکرد پرندگان تغذیه شده با CMC گردید.

اثر NSP جیره بر مورفولوژی اپیتلیال و ترن آور سلولی بسته به خصوصیات فیزیکوشیمیایی NSP جیره، سطح NSP در جیره، مدت زمان استفاده توسط حیوان، گونه و سن حیوان و مکان مربوطه در دستگاه گوارش متغیر است(Montagne et al, 2003) . مطابق با نتایج آزمایش حاضر، کاهشی در ارتفاع ویلوس در جوجه‌های تغذیه شده با جیره حاوی پکتین(Langhout et al, 1999) و جیره‌های حاوی صمغ (Iji et al, 2001) گزارش شده است.

حضور شیرابه با ویسکوزیته بالا در لومن ممکن است موجب افزایش نرخ اتلاف سلولی ویلوس گردد و درنتیجه منجر به آتروفی ویلوس گردد. این پدیده با افزایش تولید کریپت و در نتیجه افزایش عمق کریپت همراه است (Wils-Plotz and Dilger, 2013) که در این آزمایش نیز جهت جبران سلول‌های از بین رفته، افزایش عمق کریپت در پرندگان تغذیه شده با CMC مشاهده شده است. ارتفاع کمتر ویلوس، افزایش تکثیر سلول کریپت و ایجاد سطح جذبی کمتر توسط ویلوس منجر به کاهش عملکرد در پرندگان تغذیه شده با CMC شده است.

پرندگان تغذیه شده با CMC (به ویژه سطح ۴٪) در این آزمایش دارای تعداد بیشتری سلول گابلت در ایلئوم خود بودند که ممکن است بیانگر تغییر در دینامیک موسین باشد. مطابق با نتایج ما، محققین

دیگری (Wils-Plotz and Dilger, 2013, Langhout et al, 1999) نیز بیان کردند که NSP محلول (پکتین) موجب افزایش تعداد سلول‌های گابلت گردید. افزایش در تعداد سلول گابلت بیانگر این امر است که یک لایه موکوسی ضخیم اپیتلیوم را پوشانده و بنابراین منجر به کاهش قابلیت دسترسی مواد مغذی شده و در نهایت ممکن است موجب افزایش احتیاجات انرژی نگهداری دستگاه گوارش شده و این منجر به کاهش عملکرد تولیدی پرنده می‌گردد(Wils-Plotz and Dilger, 2013). موسین‌ها که یک شبکه سطحی بالای ویلی تشکیل می‌دهند از مولکول‌های خنثی و اسیدی تشکیل شده‌اند. ارتباط فیزیولوژیکی زیر بخش‌های موسین هنوز به‌خوبی روشن نشده است. پیشنهاد شده است که موسین‌های اسیدی در مقابل ترانسلوکاسیون باکتریایی مقاوم هستند (Uni et al, 2003). برخی دست‌کاری‌های تغذیه‌ای جهت تغییر پروفایل انواع موسین در روده کوچک موش به‌کار گرفته شد (Ito et al, 2009). در موش نشان داده شده که افزودن ۵ درصد فیبر مرکبات به یک جیره عاری از فیبر موجب افزایش موسین لومن در معده (۳/۵ برابر) و روده (۲/۵ برابر) گردید (Satchithanadam et al, 1996). همچنین در موش‌های تغذیه شده با فیبر غلات در مقایسه با آن‌هایی که با سلولز تغذیه شدند، افزایشی در موسین اسیدی مشاهده گردید (Sharma, and Schumacher, 1995).

در موش‌های تغذیه شده با جیره بر پایه سبوس گندم، ویلی حاوی سلول‌های گابلت بیشتری بود(Schneeman et al, 1982). تعداد سلول‌های گابلت به ازای هر ویلوس در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره حاوی پکتین متیله شده مرکبات بیشتر بود (Langhout et al, 1999).

متأسفانه اطلاعات کمی در مورد اثر NSP جیره بر انواع سلول‌های گابلت در روده کوچک جوجه گوشتی موجود است. در این مطالعه نوع سلول گابلت توسط NSP جیره تحت تأثیر قرار نگرفت.

جدول ۱- ترکیب جیره پایه (سن ۱ تا ۲۱ روزگی)

مواد خوراکی	مقادیر (درصد)
نشاسته ذرت	۶۱/۱۲
پروتئین ایزوله سویا	۲۶/۹۶
ماسه[۲]	۴/۰۰
دی کلسیم فسفات	۲/۴۲
زئولیت	۲/۸۲
صدف	۱/۱۸
کلرید سدیم	۰/۳۰
دی ال- متیونین	۰/۷۰
مکمل معدنی- ویتامینی[۳]	۰/۵۰
جمع کل	۱۰۰/۰۰

[۱] انرژی قابل متابولیسم ۳۲۰۰ کیلوکالری بر کیلوگرم و پروتئین ۲۳ درصد.

[۲] مقادیر موردنیاز سلولز و کربوکسی متیل سلولز جایگزین ماسه شد.

[۳] به ازای هر کیلوگرم جیره:

۹۰۰۰ واحد بین المللی رتینول استات، ۲۰۰۰ واحد بین المللی کوله کلسیفرول، ۱۲/۵ واحد بین المللی دی ال- آلفا توکوفریل، ۱/۷۶ میلی گرم منادیون سدیم بای سولفات، ۰/۱۲ میلی گرم بیوتین، ۱/۲ میلی گرم تیامین، ۳/۲ میلی گرم ریبوفلاوین، ۶/۴ میلی گرم کلسیم دی پنتوتنات، ۱/۹۷ میلی گرم پیریدوکسین، ۲۸ میلی گرم نیکوتینیک اسید، ۰/۰۱ میلی گرم سیانوکوبالامین، ۳۲۰ میلی گرم کولین کلراید، ۰/۳۸ میلی گرم فولیک اسید، ۶۰ میلی گرم سولفات منگنز، ۸۰ میلی گرم سولفات آهن، ۵۱/۷۴ میلی گرم اکسید روی، ۸ میلی گرم سولفات مس، ۰/۸ میلی گرم کلراید ید، ۰/۲ میلی گرم سلنات سدیم

جدول ۲- اثر تیمارهای مختلف بر عملکرد جوجه‌های گوشتی در دوره‌های مختلف

آیتم[1]	۱ تا ۱۰ روزگی			۱۱ تا ۲۱ روزگی			۱ تا ۲۱ روزگی			۱ تا ۲۱ روزگی
	BW	FI	FCR	BW	FI	FCR	BW	FI	FCR	PEF
تیمارها										
شاهد	۷۰/۲۲^{a}	۷۱/۷۸^{a}	۱/۰۱^{b}	۱۲۲/۵۶^{a}	۱۵۱/۵۰^{a}	۱/۲۴^{b}	۱۹۲/۷۹^{a}	۲۲۳/۲۹^{a}	۱/۱۶^{b}	۲۲۰/۷۲^{a}
۲ درصد CEL	۷۱/۶۷^{a}	۷۵/۹۷^{a}	۱/۰۶^{b}	۱۲۳/۸۰^{a}	۱۵۲/۵۵^{a}	۱/۲۳^{b}	۱۹۵/۴۸^{a}	۲۲۸/۵۳^{a}	۱/۱۷^{b}	۲۲۸/۷۰^{a}
۴ درصد CEL	۷۰/۳۲^{a}	۷۱/۶۰^{a}	۱/۰۲^{b}	۱۰۷/۳۷^{a}	۱۳۰/۷۰^{a}	۱/۲۰^{b}	۱۷۷/۷۰^{a}	۲۰۲/۳۰^{a}	۱/۱۳^{b}	۲۱۵/۷۴^{a}
۲ درصد CMC	۳۵/۰۹^{b}	۵۳/۹۲^{b}	۱/۵۳^{a}	۵۲/۸۳^{b}	۹۵/۷۸^{b}	۱/۸۲^{a}	۸۷/۹۲^{b}	۱۴۹/۷۰^{b}	۱/۷۰^{a}	۱۶۲/۹۰^{b}
۴ درصد CMC	۳۱/۹۷^{b}	۴۸/۴۴^{b}	۱/۶۲^{a}	۵۱/۲۸^{b}	۹۱/۰۹^{b}	۱/۸۷^{a}	۸۳/۲۶^{b}	۱۳۹/۵۳^{b}	۱/۷۱^{a}	۱۱۳/۹۵^{c}
SEM	۱/۷۷	۱/۹۷	۰/۰۵	۳/۴۰	۴/۹۷	۰/۰۶	۴/۲۹	۵/۹۹	۰/۰۴	۶/۱۸
مقایسات گروهی[2]										
C_1	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
C_2	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
C_3	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**

- [1] BW: وزن بدن (گرم)، FI: خوراک مصرفی (گرم)، FCR: ضریب تبدیل غذایی، PEF: شاخص راندمان تولید، CEL: سلولز، CMC: کربوکسی متیل سلولز.

- [2] C_1: گروه کنترل در مقایسه با گروه سلولز، C_2: گروه کنترل در مقایسه با گروه CMC و C_3: گروه سلولز در مقایسه با گروه CMC.

- حروف مشابه در هر ستون بیانگر این است که میانگین‌ها اختلاف معنی‌دار ندارند ($P>0.05$).

- $*P \leq 0.05$; $**P \leq 0.01$; NS, $P > 0.05$

جدول ۳- اثر تیمارهای مختلف بر وزن برخی اندام‌های گوارشی (درصد از وزن بدن) جوجه‌های گوشتی

	۱۰ روزگی			۲۱ روزگی		
	پیش معده	سنگدان	پانکراس	پیش معده	سنگدان	پانکراس
تیمارها						
شاهد	۰/۹۰	۴/۰۰^{b}	۰/۴۹	۰/۷۲	۳/۰۹^{c}	۰/۴۶
۲ درصد CEL[1]	۰/۹۹	۵/۱۲^{ab}	۰/۴۸	۰/۸۳	۴/۰۱^{b}	۰/۴۶
۴ درصد CEL	۰/۹۰	۵/۵۴^{a}	۰/۵۱	۰/۸۰	۴/۲۳^{ab}	۰/۴۶
۲ درصد CMC[2]	۱/۰۷	۴/۹۹^{ab}	۰/۵۵	۰/۹۲	۳/۸۳^{b}	۰/۵۴
۴ درصد CMC	۱/۰۳	۵/۵۳^{a}	۰/۵۶	۱/۰۲	۵/۱۶^{a}	۰/۵۰
SEM	۰/۰۳	۰/۱۶	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۱۶	۰/۰۲
مقایسات گروهی[3]						
C_1	NS	**	NS	NS	*	NS
C_2	NS	**	NS	NS	**	NS
C_3	NS	NS	NS	NS	NS	NS

- [1] سلولز، [2] کربوکسی متیل سلولز، [3] C_1: گروه کنترل در مقایسه با گروه سلولز، C_2: گروه کنترل در مقایسه با گروه CMC و C_3: گروه سلولز در مقایسه با گروه CMC. حروف مشابه در هر ستون بیانگر این است که میانگین‌ها اختلاف معنی‌دار ندارند ($P>0.05$).

- $*P \leq 0.05$; $**P \leq 0.01$; NS, $P > 0.05$

جدول ٤- اثرات تیمارهای مختلف بر وزن روده و قسمت‌های مختلف آن و سکوم جوجه‌های گوشتی (درصد از وزن بدن)

	۱۰ روزگی				۲۱ روزگی				
	روده کوچک	دئودنوم	ژژنوم	ایلئوم	سکوم	روده کوچک	دئودنوم	ژژنوم	ایلئوم	سکوم
تیمارها										
شاهد	۸/۴۹	۱/۶۲	۳/۹۲	۲/۹۴	۰/۶۶^{c}	۷/۱۸^{c}	۱/۴۴	۳/۴۰^{c}	۲/۳۳^{c}	۰/۷۵
۲ درصد CEL[1]	۸/۶۱	۱/۵۲	۳/۷۲	۳/۳۶	۰/۷۷^{c}	۸/۷۹^{b}	۱/۶۳	۳/۹۹^{bc}	۳/۱۵^{bc}	۰/۶۷
۴ درصد CEL	۱۰/۰۰	۱/۶۹	۴/۵۵	۳/۷۵	۰/۰۰^{c}	۹/۰۴^{b}	۱/۸۷	۴/۲۱^{ab}	۲/۹۵^{bc}	۱/۰۲
۲ درصد CMC[2]	۹/۵۱	۱/۸۴	۴/۰۷	۳/۶۰	۱/۴۸^{b}	۹/۹۰^{ab}	۱/۵۸	۴/۷۵^{ab}	۳/۵۵^{ab}	۱/۱۹
۴ درصد CMC	۱۰/۸۴	۱/۷۲	۵/۱۲	۳/۹۸	۱/۹۴^{a}	۱۰/۶۴^{a}	۱/۵۳	۴/۸۹^{a}	۴/۲۱^{a}	۱/۴۹
SEM	۰/۳۵	۰/۰۵	۰/۱۵	۰/۲۰	۰/۰۶	۰/۲۱	۰/۰۵	۰/۱۱	۰/۱۴	۰/۱۰
مقایسات گروهی[3]										
C_1	NS	NS	NS	NS	NS	**	*	*	NS	NS
C_2	NS	NS	NS	NS	**	**	NS	**	**	*
C_3	NS	NS	NS	NS	**	**	NS	**	**	*

- [1] سلولز، [2]کربوکسی متیل سلولز، [3]C_1: گروه کنترل در مقایسه با گروه سلولز، C_2: گروه کنترل در مقایسه با گروه CMC و C_3: گروه سلولز در مقایسه با گروه CMC. حروف مشابه در هر ستون بیانگر این است که میانگین‌ها اختلاف معنی‌دار ندارند (P>0.05).

- *P ≤ 0.05; **P ≤ 0.01; NS, P > 0.05

جدول ٥- اثر تیمارهای مختلف بر pH و ویسکوزیته (سانتی پوآز) قسمت‌های مختلف دستگاه گوارش جوجه‌های گوشتی

	pH (۱۰ روزگی)		pH (۲۱ روزگی)		ویسکوزیته (۲۱ روزگی)
	سنگدان	ژژنوم	سنگدان	ژژنوم	
تیمارها					
شاهد	۴/۴۸	۶/۶۳	۴/۷۲^{a}	۶/۶۷	۲/۱۱^{c}
۲ درصد CEL[1]	۴/۲۶	۶/۸۲	۴/۲۵^{ab}	۶/۵۲	۲/۳۷^{c}
۴ درصد CEL	۴/۰۴	۶/۵۸	۳/۹۳^{b}	۶/۵۰	۲/۰۱^{c}
۲ درصد CMC[2]	۴/۲۰	۷/۰۳	۴/۱۹^{ab}	۶/۷۸	۲۱/۲۸^{b}
۴ درصد CMC	۴/۱۲	۶/۹۰	۳/۸۹^{b}	۶/۵۵	۳۱/۷۶^{a}
SEM	۰/۰۵	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۷	۰/۷۷
مقایسات گروهی[3]					
C_1	*	NS	**	NS	NS
C_2	*	NS	**	NS	**
C_3	NS	NS	**	NS	**

- [1] سلولز، [2]کربوکسی متیل سلولز، [3]C_1: گروه کنترل در مقایسه با گروه سلولز، C_2: گروه کنترل در مقایسه با گروه CMC و C_3: گروه سلولز در مقایسه با گروه CMC. حروف مشابه در هر ستون بیانگر این است که میانگین‌ها اختلاف معنی‌دار ندارند (P>0.05).

- *P ≤ 0.05; **P ≤ 0.01; NS, P > 0.05

جدول ٦- اثرات تیمارهای مختلف بر مورفولوژی ویلوس و خصوصیات سلول‌های گابلت در ایلئوم جوجه‌های گوشتی (۲۱ روزگی)[1]

	VH	VW	CD	VH:CD	VSA	ST	GCC	AGC	NGC
تیمارها									
شاهد	۲۴۸/۵۵^{a}	۶۵/۶۲^{ab}	۶۲/۲۵^{b}	۴/۰۱^{a}	۰/۰۱^{a}	۷۹/۲۰^{c}	۴۵/۷۵^{c}	۲۵/۷۵	۳/۲۵
۲ درصد سلولز	۲۵۶/۱۲^{a}	۶۸/۸۰^{a}	۶۰/۷۵^{b}	۴/۲۳^{a}	۰/۰۲^{a}	۸۰/۳۷^{c}	۵۰/۷۵^{bc}	۲۶/۲۵	۲/۷۵
۴ درصد سلولز	۲۵۹/۹۰^{a}	۷۱/۸۲^{a}	۶۲/۷۵^{b}	۴/۱۵^{a}	۰/۰۲^{a}	۸۲/۷۲^{bc}	۵۴/۲۵^{abc}	۲۹/۰۰	۴/۰۰
۲ درصد CMC	۲۳۴/۹۵^{b}	۵۶/۳۷^{bc}	۷۱/۲۵^{a}	۴/۳۲^{b}	۰/۰۱^{b}	۸۷/۳۷^{ab}	۵۸/۷۵^{ab}	۲۶/۰۰	۴/۰۰
۴ درصد CMC	۲۳۴/۱۶^{b}	۵۲/۳۷^{c}	۷۱/۷۵^{a}	۳/۲۸^{b}	۰/۰۱^{b}	۹۰/۶۰^{a}	۶۰/۵۰^{a}	۲۶/۷۵	۴/۲۵
SEM	۱/۷۹	۱/۴۹	۱/۰۹	۱/۰۷	۰/۰۰	۰/۸۳	۱/۲۶	۱/۱۲	۰/۴۱
مقایسات گروهی[2]									
C_1	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
C_2	**	**	**	**	**	**	**	NS	NS
C_3	**	**	**	**	**	**	*	NS	NS

- [1] VH: ارتفاع ویلوس (µm)، VW: عرض ویلوس (µm؛ میانگین عرض‌های پایه و نوک ویلوس)، CD: عمق کریپت (µm)، VSA: سطح ویلوس (mm^2؛ عرض ویلوس ضرب‌در ارتفاع ویلوس)، ST: ضخامت سروزا (µm؛ از بالای لایه ماهیچه‌ای حلقوی تا پایین لایه ماهیچه‌ای طولی)، GCC: تعداد کل سلول‌های گابلت در ویلوس، AGC: تعداد سلول‌های گابلت اسیدی در ویلوس، NGC: تعداد سلول‌های گابلت خنثی در ویلوس، CMC: کربوکسی متیل سلولز.
- [2] C_1: گروه کنترل در مقایسه با گروه سلولز، C_2: گروه کنترل در مقایسه با گروه CMC و C_3: گروه سلولز در مقایسه با گروه CMC.
- حروف مشابه در هر ستون بیانگر این است که میانگین‌ها اختلاف معنی‌دار ندارند ($P>0.05$).
- $*P \leq 0.05$; $**P \leq 0.01$; NS, $P > 0.05$

نتیجه‌گیری کلی

بر اساس نتایج این تحقیق می‌توان چنین استنباط نمود که اثرات فیبرهای محلول و نامحلول بر عملکرد تولیدی و خصوصیات دستگاه گوارش بسته به نوع فیبر جیره متفاوت بوده است. به‌طوری که فیبر محلول به‌واسطه تغییر در خصوصیات دستگاه گوارش از قبیل ویسکوزیته و هیستومورفولوژی دستگاه گوارش موجب کاهش عملکرد شد ولی در مقابل، فیبر نامحلول نه تنها اثر مضری نداشت بلکه تا حدودی موجب بهبود عملکرد و شرایط دستگاه گوارش گردید.

تشکر و قدردانی

از گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا به جهت حمایت علمی و مادی این تحقیق نهایت سپاس و قدردانی بعمل می‌آید.

1. Alcian blue
2. Periodic acid Schiff
3. Motic Image Pluse 2.0

منابع

Almirall, M., Francesch, M., Perez-Vendrell, AM., Brufau, J. and Esteve-Garcia, E. (1995). The differences in intestinal viscosity produced by barley and beta-glucanase alter digesta enzyme activities and ileal nutrient digestibilities more in broiler chicks than in cocks. *The Journal of nutrition*,125 (4),947-955.

Amerah. AM., Ravindran, V. and Lentle, RG. (2009). Influence of insoluble fibre and whole wheat inclusion on the performance, digestive tract development and ileal microbiota profile of broiler chickens. *British Poultry Science*, 50 (3), 366-375.

Baurhoo, N., Baurhoo, B., Mustafa, AF. and Zhao, X. (2011). Comparison of corn-based and Canadian pearl millet-based diets on performance, digestibility, villus morphology, and digestive microbial populations in broiler chickens. *Poultry Science*, 90 (3),579-586.

Culling, C., and Reid, P. (1979). The histochemistry of colonic mucins. *Journal of Histochemistry and Cytochemistry*. 27(8),1177-9.

Dahiya, J., Wilkie, D., Van Kessel, A. and Drew, M. (2006). Potential strategies for controlling necrotic enteritis in broiler chickens in post-antibiotic era. *Animal Feed Science and Technology*, 129 (1), 60-88.

Duncan, D.B. (1995) .The multiple range and F-tests. Biometrics, 11: 1-24.

Engel, E., Guth, P., Nishizaki, Y. and Kaunitz, J. (1995). Barrier function of the gastric mucus gel. *American Journal of Physiology-Gastrointestinal and Liver Physiology*. 269(6),G994-G9.

Fontaine, N., Meslin, J., Lory, S. and Andrieux, C. (1996). Intestinal mucin distribution in the germ-free rat and in the heteroxenic rat harbouring a human bacterial flora: effect of inulin in the diet. *Britsh Journal of Nutrition*. 75(06),881-92.

Gendler, S., and Spicer, A. (1955). Epithelial mucin genes. *Annual Review of Physiology*. 57(1),607-34

González-Alvarado, JM., Jiménez-Moreno, E., Lázaro, R. and Mateos, GG. (2007). Effect of type of cereal, heat processing of the cereal, and inclusion of fiber in the diet on productive performance and digestive traits of broilers. *Poultry Science*, 86 (8), 1705-1715.

González-Alvarado, J., Jiménez-Moreno, E., Valencia, D., Lázaro, R. and Mateos, G. (2008). Effects of fiber source and heat processing of the cereal on the development and pH of the gastrointestinal tract of broilers fed diets based on corn or rice. *Poultry Science*, 87 (9),1779-1795.

Hetland, H., Svihus, B. and Choct, M. (2005). Role of insoluble fiber on gizzard activity in layers. *Journal of Applied Poultry Research*, 14 (1),38-46.

Hetland, H., Svihus, B. and Krogdahl, Å. (2003). Effects of oat hulls and wood shavings on digestion in broilers and layers fed diets based on whole or ground wheat. *British Poultry Science*, 44 (2),275-282.

Hetland, H., and Svihus, B. (2001). Effect of oat hulls on performance, gut capacity and feed passage time in broiler chickens. *British Poultry Science*, 42 (3),354-361.

Iji, PA., Saki, A. and Tivey, DR. (2001). Intestinal development and body growth of broiler chicks on diets supplemented with non-starch polysaccharides. *Animal Feed Science and Technology*. 89(3),175-88.

Ito, H., Satsukawa, M., Arai, E., Sugiyama, K., Sonoyama, K., Kiriyama, S. and et al. (2009). Soluble Fiber Viscosity Affects Both Goblet Cell Number and Small Intestine Mucin Secretion in Rats. *Journal of Nutrition*. 139(9),1640-7.

Jiménez-Moreno, E., González-Alvarado, J., de Coca-Sinova, A., Lázaro, R. and Mateos, G. (2009a). Effects of source of fibre on the development and pH of the gastrointestinal tract of broilers. *Animal Feed Science and Technology*, 154 (1), 93-101.

Jiménez-Moreno, E., González-Alvarado, JM., González-Serrano, A., Lázaro, R. and Mateos GG. (2009b). Effect of dietary fiber and fat on performance and digestive traits of broilers from one to twenty-one days of age. *Poultry Science*, 88 (12), 2562-2574.

Jiménez-Moreno, E., González-Alvarado, JM., Lázaro, R. and Mateos, GG. (2009c). Effects of type of cereal, heat processing of the cereal, and fiber inclusion in the diet on gizzard pH and nutrient utilization in broilers at different ages. *Poultry Science*, 88 (9), 1925-1933.

Jiménez-Moreno, E., González-Alvarado, JM., González-Sánchez, D., Lázaro R. and Mateos GG. (2010). Effects of type and particle size of dietary fiber on growth performance and digestive traits of broilers from 1 to 21 days of age. *Poultry Science*, 89 (10),2197-2212.

Langhout, D., Schutte, J., Van Leeuwen, P., Wiebenga, J. and 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. *British Poultry Science*. 40(3),340-7.

Lentle, R., and Janssen, P. (2008). Physical characteristics of digesta and their influence on flow and mixing in the mammalian intestine: a review. *Journal of Comparative Physiology B*, 178 (6), 673-690.

Lim, SS., and Low, FN. (1977). Scanning electron microscopy of the developing alimentary canal in the chick. *American Journal of Anatomy*. 150(1),149-73.

Manual. (2009). Ross broiler management manual.

Mathlouthi, N., Lallès, JP., Lepercq, P., Juste, C. and Larbier, M. (2002). Xylanase and β-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. *Journal of Animal Science*. 80(11),2773-9.

Montagne, L., Pluske, JR. and Hampson, DJ. (2003). A review of interactions between dietary fibre and the intestinal mucosa, and their consequences on digestive health in young non-ruminant animals. *Animal Feed Science and Technology*. 108(1–4),95-117.

Neutra, M. (1987). Gastrointestinal mucus: synthesis, secretion, and function. Physiology of the gastrointestinal tract. 975-1009.

Pang, Y., and Applegate, T. (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.

SAS I. (2004). SAS user's guide: statistics, vol 2. Sas Inst.

Satchithanandam, S., Klurfeld, DM., Calvert, RJ. and Cassidy, MM. (1996). Effects of dietary fibers on gastrointestinal mucin in rats. *Nutrition Research*. 16(7),1163-77.

Schneeman, BO., Richter, BD. and Jacobs, LR. (1982). Response to dietary wheat bran in the exocrine pancreas and intestine of rats. *Journal of Nutrition*. 112, 283-6.

Shakouri, M., Kermanshahi, H. and Mohsenzadeh, M. (2006). Effect of different non starch polysaccharides in semi purified diets on performance and intestinal microflora of young broiler chickens. *International Journal of Poultry Science*, 5 (6),557-561.

Sharma, R., and Schumacher, U. (1995). Morphometric analysis of intestinal mucins under different dietary conditions and gut flora in rats. *Digestive Diseases and Sciences*. 40(12),2532-9.

Smits, CHM., and Annison, G. (1996) Non-starch plant polysaccharides in broiler nutrition - Towards a physiologically valid approach to their determination. *Worlds Poulty Science Journal*, 52 (2), 217-221.

Smits, CHM., Veldman, A., Verstegen, MWA. and Beynen, AC. (1997). Dietary carboxymethylcellulose with high instead of low viscosity reduces macronutrient digestion in broiler chickens. *The Journal of Nutrition*, 127 (3),483-487.

Uni, Z., Smirnov, A. and 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),320-7.

Van Der Klis, J., Van Voorst, A. and 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.

Wils-Plotz, EL., and Dilger, RN. (2013). Combined dietary effects of supplemental threonine and purified fiber on growth performance and intestinal health of young chicks. *Poultry Science*. 92(3),726-34.