

ارزیابی عملکرد رشد، شاخص‌های خونی، پاسخ ایمنی، گوارش‌پذیری مواد مغذی و ریخت‌شناسی روده جوجه گوشتی تغذیه‌شده با دانه فرآوری‌شده کینوا (*Chenopodium quinoa* Willd)

عاطفه نوکندی^۱، سید جواد حسینی و اشان^{۲*}، سید احسان غیائی^۳ و حسین نعیمی پور یونسی^۳
۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد پرورش و مدیریت تولید طیور، گروه علوم دامی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران
۲. دانشیار، گروه علوم دامی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران
۳. استادیار، گروه علوم دامی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۸/۱۱ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۱/۱۸)

چکیده

هدف از این تحقیق، ارزیابی استفاده از سطوح مختلف دانه فرآوری شده کینوا بر عملکرد رشد، شاخص‌های لاشه، شاخص‌های بیوشیمیایی خون، قابلیت هضم مواد مغذی و ریخت‌شناسی روده در جوجه‌های گوشتی بود. در این آزمایش از تعداد ۲۸۰ قطعه جوجه یک‌روزه نر سویه راس ۳۰۸ در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۷ تیمار و ۴ تکرار و ۱۰ قطعه در هر تکرار استفاده شد. گروه‌های آزمایشی شامل گروه شاهد (فاقد کینوا)، سه سطح ۴، ۸ و ۱۲ درصد دانه شسته کینوا و سه سطح ۴، ۸ و ۱۲ درصد دانه پوست‌کنده کینوا بودند. داده‌های عملکردی شامل وزن بدن، مصرف خوراک و ضریب تبدیل خوراک در دوره‌های آغازین (۱-۱۰ روزگی)، رشد (۱۱-۲۴ روزگی) و پایانی (۲۵-۴۲ روزگی) رکوردربرداری شدند. نتایج نشان داد استفاده از دانه پوست‌کنده کینوا، وزن بدن و مصرف خوراک را افزایش و ضریب تبدیل خوراک را در مقایسه با شاهد کاهش داد ($P < 0.05$). افزودن ۴ درصد دانه پوست‌کنده کینوا به جیره جوجه‌های گوشتی، وزن نسبی اجزای لاشه شامل سینه و ران را افزایش و چربی شکمی را در مقایسه با شاهد کاهش داد ($P < 0.05$). استفاده از دانه کینوا در جیره جوجه‌های گوشتی بر وزن نسبی قلب و کبد اثر نداشت و وزن نسبی بورس فابریوس در جوجه‌های تغذیه شده با سطوح مختلف دانه شسته و پوست‌کنده کینوا از گروه شاهد بالاتر بود ($P < 0.05$). استفاده از دانه شسته یا پوست‌کنده کینوا تا سطح ۱۲ درصد اثر منفی بر عملکرد جوجه‌های گوشتی نداشت. استفاده از دانه فرآوری‌شده کینوا در سطح ۴ درصد سبب افزایش عمق کریپت و ارتفاع پرز ژژنوم در مقایسه با شاهد شد ($P < 0.05$). افزودن دانه فرآوری‌شده کینوا بر عرض پرز ژژنوم، گوارش‌پذیری پروتئین و چربی اثر نداشت. بنابراین استفاده از دانه فرآوری‌شده کینوا تا سطح ۱۲ درصد اثر منفی بر گوارش‌پذیری مواد مغذی نداشت و باعث بهبود ریخت‌شناسی بافت در قسمت ژژنوم شد.

واژه‌های کلیدی: راندمان لاشه، ضریب تبدیل خوراک، عمق کریپت، کلسترول، کینوا.

Growth performance, blood indices, immune response, nutrient digestibility and intestinal morphology of broiler chickens fed processed quinoa seed (*Chenopodium quinoa* Willd)

Atefeh Nokandi¹, Seyyed Javad Hosseini-Vashan^{2*}, Seyyed Ehsan Ghiasi³ and Hossein Naeimi-Pour-Yonesi³

1. M.Sc. Graduate of Poultry Production Management and Husbandry, Animal Science Department, University of Birjand, Iran

2. Associate Professor, Department of Animal Science, University of Birjand, Birjand, Iran

3. Assistant Professor, Department of Animal Science, University of Birjand, Birjand, Iran

(Received: Nov. 1, 2020 - Accepted: Feb. 6, 2021)

ABSTRACT

This study was conducted to investigate the application of different levels of peeled and washed quinoa seeds on growth performance, immune response, nutrient digestibility and intestinal morphology in broilers. A total 280 Ross 308, one day old chicks were used in a completely randomized design with seven treatments, four replicates and 10 chicks per replicate. Experimental groups consisted of seven groups; fed 4, 8 and 12% peeled quinoa, or 4, 8 and 12% washed quinoa, and one control group. The results showed that using 4% peeled quinoa significantly increased the body weight and the feed intake. Broiler fed 4% peeled quinoa had lower FCR compare to the control ($P < 0.05$). The using of 4% peeled quinoa increased the relative weight of carcass components including the breast and thigh ($P < 0.05$) but decreased abdominal fat compared to the control group ($P < 0.05$). The relative weight of bursa was higher in chicks fed different levels of quinoa ($P < 0.05$). At 42 days of age the quinoa had no effect on the titer of immunoglobulin M and G index but increased total anti-SRBC index in broilers fed different levels of processed quinoa, compared to control ($P < 0.05$). Quinoa reduced the concentration of cholesterol and LDL in broiler chicks ($P < 0.05$). The processed quinoa at 4% increased the villus height and crypt depth ($P < 0.05$), but did not affect the villus width of jejunum of broilers. It is concluded that using peeled and washed quinoa at 4% improved growth performance of broiler chickens. However, up to 12% washed or peeled quinoa had no negative effect on growth performance, and may decrease abdominal fat and blood lipid and may increase immune response of broiler chickens.

Keywords: Carcass efficiency, cholesterol, crypt depth, feed conversion ratio, quinoa.

* Corresponding author E-mail: jhosseiniv@birjand.ac.ir

مقدمه

با توجه به رشد روزافزون جمعیت دنیا و ضرورت نیاز انسان به منابع پروتئینی، افزایش میزان تولید فرآورده‌های گوشتی به‌ویژه گوشت طیور از لحاظ اقتصادی و تغذیه‌ای، فرآورده‌ای ارزشمند و مقرون به صرفه محسوب می‌شود و تأمین و تولید آن در سطح وسیع ضروری به‌ظن می‌رسد. یکی از گیاهان با ترکیب شیمیایی مناسب و ارزشمند جهت تأمین پروتئین مورد نیاز طیور، کینوا است. گیاه کینوا با نام علمی (*Chenopodium quinoa Willd*) بومی کوه‌های آند در کشورهای بولیوی، شیلی و پرو است (Sepahvand & Sarhangi, 2012). براساس گزارش سازمان خواروبار کشاورزی (FAO, 2011) میزان پروتئین دانه کینوا بین ۱۳/۸۱ تا ۲۳/۹۹ درصد است و یکی از گیاهان غنی تأمین‌کننده اسیدهای آمینه ضروری بدن انسان است. کینوا نسبت به سایر غلات از لحاظ میزان و کیفیت اسیدهای آمینه مناسب‌تر و بهتر است (Ruales & Nair, 1992) و (Outi et al., 2015) کینوا منبع خوبی از اسیدهای آمینه لیزین، متیونین و گوگردار است (Valencia-Chamorro, 2003). Kozioł (1992) گزارش کرد که میزان پروتئین دانه کینوا ۱۴/۶ درصد و غنی از اسیدهای آمینه هیستیدین (۳/۲ درصد) و لیزین (۶/۱ درصد) است؛ شاخص راندمان پروتئین در دانه خام و پخته کینوا به‌ترتیب برابر ۷۸-۹۳ و ۱۰۵-۱۰۲ درصد کازئین شیر است. قابلیت هضم پروتئین در دانه خام کینوا ۷۸ درصد، دانه شسته کینوا ۸۳ درصد و دانه پوست‌کنده کینوا ۸۵ درصد گزارش شده است (Ruales & Nair, 1994). غلظت نشاسته، فیبر تام و فیبر محلول دانه کینوا، به‌ترتیب ۵۲-۶۹، ۷-۹/۷ و ۱/۳-۶/۱ درصد می‌باشد. میزان قندهای ساده دانه کینوا حدود ۳ درصد و به‌طور عمده شامل مالتوز، دیگالاکتوز، و دی-ریبوز است و مقادیر کمی فروکتوز و گلوکز دارد (Abugoch James, 2009). مقدار آمیلاز دانه کینوا ۲۲-۳ درصد (درصدی از قندهای ساده) است که در مقایسه با غلظت آن در گندم و ذرت کمتر است در مقایسه با دانه گندم و جو، نشاسته دانه کینوا گرانروی بالاتر، ظرفیت جذب آب و تورم بالاتری دارد (Tang et al., 2002). در آزمایشی گزارش شد که

میزان انرژی سوخت‌وساز دانه خام کینوا برابر ۱۳/۸ و در پوست‌کنده ۱۳/۷ کیلوژول بر کیلوگرم است (Jacobsen et al., 2003). کینوا مقادیر قابل توجهی ویتامین‌های C، تیامین، ریبوفلاوین، اسید فولیک و ویتامین‌های A و E دارد (Matiacevich et al., 2006; Valencia-Chamorro, 2003; Jacobsen et al., 2010; Vega-Gálvez, 2010). مواد معدنی غالب دانه کینوا شامل پتاسیم، فسفر، روی، آهن، مس، کلسیم، منیزیم و منگنز است (Jacobsen et al., 2003). آهن موجود در کینوا بسیار بالا بوده و می‌تواند به راحتی توسط افراد مبتلا به کم‌خونی مورد استفاده قرار گیرد (Valencia et al., 1999). ترکیبات پلی‌فنولی زیست فعال کینوا شامل فلاونول‌های کورستین و کامفرول گلیکوزیدها به‌عنوان فراوان‌ترین پلی‌فنول‌های دانه‌های کینوا به ترتیب با غلظت ۳۶/۷ و ۴۰/۲ میکرومول در ۱۰۰ گرم وزن خشک هستند. فلاونول‌های دانه کینوا دارای خاصیت پاداکسندگی بوده و می‌توانند رادیکال‌های آزاد را مهار کنند (Scalbert et al., 2005).

از روش‌های مؤثر برای از بین بردن ساپونین کینوا شستشو است که به علت کاهش عوامل ضد مغذی محلول در آب و ساپونین‌های موجود در دانه خام کینوا است. به نظر می‌رسد ساپونین‌ها در پوسته دانه کینوا متمرکز شده‌اند. پوست‌کندن دانه کینوا باعث کاهش میزان ساپونین به مقدار ۹۸/۸-۸۵/۲ درصد شد (Reichert et al., 1986). عمل‌آوری و شستشوی کینوا به میزان ۱۵-۱۲ درصد آهن و ۳ درصد منیزیم آن را کاهش می‌دهد (Valencia-Chamorro, 2003). در مطالعه‌ای Jacobsen et al. (1997) طی دو آزمایش، سطوح ۱۰، ۲۰ و ۴۰ درصد دانه خام و پوست‌کنده کینوا و در آزمایش دوم سطح ۱۵ و ۳۰ درصد دانه خام و پوست‌کنده کینوا را در جیره جوجه گوشتی ارزیابی نمودند حداکثر میزان مجاز استفاده از کینوای پوست‌کنده در خوراک جوجه گوشتی را ۱۵ درصد گزارش کردند ولی دانه خام کینوا حتی در سطوح پایین باعث کاهش عملکرد رشد شد. در پژوهش دیگری دانه خام کینوا، باعث کاهش عملکرد و زنده‌مانی جوجه‌ها گردید، در مقابل دانه شسته و

پروتئینی جیره جوجه‌های گوشتی است. بنابراین، هدف این پژوهش، بررسی عملکرد رشد و شاخص‌های لاشه، شاخص‌های بیوشیمیایی خون، پاسخ ایمنی، گوارش‌پذیری مواد مغذی و ریخت‌شناسی روده در جوجه‌های گوشتی تغذیه‌شده با دانه فرآوری‌شده کینوا به دو روش شستشو و پوست‌کنده بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سالن تحقیقاتی مرغداری واحد دامپروری دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند واقع در کیلومتر ۵ جاده بیرجند- کرمان اجرا شد. مقدار ۱۰۰ کیلوگرم دانه کینوا از مزارع شهرستان طبس استان خراسان جنوبی در سال ۱۳۹۷ تهیه گردید. با توجه به درصد مورد نیاز از دانه کینوا در هر یک از سه مرحله تهیه خوراک (آغازین، رشد و پایانی) مقدار مورد نیاز وزن شده و برای مرحله شستشو و پوست‌کنی به مدت ۳۰ دقیقه در آب خیسانده شد. برای شستشو این عمل سه بار تکرار گردید. به منظور پوست‌کنی دانه کینوا، پوست دانه‌های خیسانده شده توسط مالش از آن جدا گردید. برای خشک کردن، دانه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد در آن قرار داده شدند (Jacobsen *et al.*, 1997).

در این آزمایش از ۲۸۰ قطعه جوجه نر یک‌روزه سویه راس ۳۰۸ در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۷ تیمار، هر تیمار ۴ تکرار و هر تکرار ۱۰ قطعه جوجه گوشتی استفاده شد. جوجه‌ها به مدت ۴۲ روز با جیره پایه حاوی انرژی و پروتئین مشابه و در قالب سه برنامه تغذیه‌ای آغازین (۱-۱۰ روزگی)، رشد (۱۱-۲۴ روزگی) و پایانی (۲۵-۴۲ روزگی) تغذیه شدند. در طول دوره آزمایش شرایط پرورش طبق دفترچه پیشنهادات راس ۳۰۸ اجرا شد. آب و خوراک در طی دوره آزمایش به صورت آزاد در دسترس بود. به منظور اجرای آزمایش، برای سه مرحله شامل آغازین (۱-۱۰ روزگی)، رشد (۱۱-۲۴ روزگی) و پایانی (۲۵-۴۲ روزگی)، تعداد ۷ جیره متوازن گردید. جیره شاهد بر پایه ذرت و سویا تنظیم گردید. چهار جیره شامل سطوح صفر، ۴، ۸ و ۱۲ درصد دانه کینوای شسته یا پوست‌کنده متوازن شد و در تیمارهای مشابه به‌دلیل داشتن ترکیب شیمیایی تقریباً مشابه، دانه شسته

پوست‌کنده کینوا باعث افزایش عملکرد و ابقای جوجه‌های گوشتی شد؛ جوجه‌های تغذیه‌شده با دانه شسته کینوا عملکرد بالاتری از جوجه‌های تغذیه‌شده با دانه پوست‌کنده کینوا داشتند؛ همچنین شستشو و صیقل‌دادن دانه‌های کینوا قبل از تغذیه و افزایش پروتئین در جیره، یا کاهش جزئی کینوای جیره (و افزایش سویا)، عملکرد رشد را افزایش و بقای جوجه‌های گوشتی را زیاد کرد (Improta & Kellems, 2001).

یافته‌های Easssawy *et al.* (2016) نشان داد، عصاره دانه کینوا به‌دلیل داشتن مواد مؤثره ارزشمند، ظرفیت پاداکسندگی بالایی دارد و افزودن آن به جیره جوجه گوشتی باعث افزایش ماندگاری گوشت در دوره نگهداری در فریزر شد. عصاره دانه کینوا باعث افزایش وزن، مصرف خوراک و درصد پروتئین گوشت و کاهش ضریب تبدیل خوراک شد (Easssawy *et al.*, 2016). دانه‌های کینوا باعث افزایش غلظت HDL و کاهش غلظت LDL، تری‌گلیسرید، گلوکز و پروتئین تام پلاسما در خون موش‌های صحرایی شد. دانه کینوا می‌تواند اثر منفی ناشی از تغذیه فروکتوز، بر لیپیدها و گلوکز خون را کاهش دهد (Pasko *et al.*, 2010). در تحقیقی گزارش شد که استفاده از مکمل پروتئینی ۵ درصد کینوا باعث کاهش غلظت کلسترول پلاسما و کبد در موش‌ها گردید (Takao *et al.*, 2005) که با مهار ساخت رادیکال‌های آزاد منجر به کاهش فشار خون می‌گردد (Kim *et al.*, 2001; Wu & Ding, 2001).

مکمل بذر کتان و کینوا در جیره گوسفند به مقابله با تنش‌ها کمک کرده و سبب افزایش کیفیت گوشت گوسفند می‌گردد همچنین دانه کینوا پاسخ ایمنی گوسفندان را افزایش می‌دهد (Marino *et al.*, 2018). هر چند دانه خام کینوا به‌دلیل داشتن ترکیبات ضد مغذی از قبیل بازدارنده تریپسین، ساپونین، تانن، اگزالات و اسید فیتیک سبب کاهش بهره‌وری از پروتئین، کاهش اشتها، تخریب پرزهای روده و رشد و سرکوب سامانه ایمنی در طیور به‌ویژه طیور جوان می‌گردد (Filho *et al.*, 2017). Olukosi *et al.* (2019) گزارش کردند که کینوا به‌همراه حبوباتی مانند لوبیا جایگزین مناسبی برای بخش

به مقدار یک درصد به جیره‌ها اضافه و سپس فضولات جمع‌آوری شد و گوارش‌پذیری مواد مغذی شامل پروتئین خام، فیبرخام، چربی خام، انرژی، خاکستر مورد بررسی قرار گرفت (AOAC, 2005). میزان افزایش وزن و مصرف خوراک به صورت دوره‌ای شامل آغازین، رشد و پایانی ثبت شد و برای دوره‌های مذکور ضریب تبدیل خوراک محاسبه گردید. در سن ۴۲ روزگی، ۲۸ قطعه جوجه (از هر تکرار یک قطعه) کشتار شد و وزن نسبی لاشه، ران، سینه، کبد، قلب، چربی بطنی و بورس فابریسیوس به صورت درصدی از وزن بدن محاسبه شد.

برای محاسبه راندمان لاشه از لاشه پوست کنده و فاقد محتویات اندرونی استفاده شد.

کینوا جایگزین دانه پوست‌کنده کینوا شد. ترکیب شیمیایی دانه خام، شسته و پوست کنده کینوا به روش AOAC (2005) تعیین شد (جدول ۱). ترکیب و مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی در جدول ۲ ارائه شده است. برنامه خوراکی به صورت سه مرحله‌ای شامل جیره آغازین (۱-۱۰ روزگی)، رشد (۱۱-۲۴ روزگی) و پایانی (۲۵-۴۲ روزگی) در دسترس جوجه‌ها قرار گرفت.

میزان انرژی سوخت‌وساز دانه کینوا خام و پوست کنده به ترتیب ۱۳/۷ و ۱۳/۸ مگاژول در کیلوگرم منظور شد (Jacobsen *et al.*, 2003).

به منظور بررسی گوارش‌پذیری مواد مغذی، از روز ۱۸ الی ۲۱ آزمایش به مدت سه روز اکسید تیتانیوم

جدول ۱. ترکیب شیمیایی دانه خام، شسته و پوست‌کنده کینوا

Table 1. The chemical composition the raw, washed and peeled seeds of quinoa

Quinoa	Gross Energy (Kcal/Kg)	Crude Fat (%)	Crude Protein (%)	Crude fiber (%)	Calcium (mg/Kg)	Phosphorous (mg/Kg)
Raw	4000.95	6.19	17.63	8.9	761.25	60.41
Washed	4348.64	5.22	17.72	7.4	594	55.8
Peeled	4615.87	5.77	17.75	4.8	662.25	28.75

جدول ۲. اجزای تشکیل‌دهنده و ترکیب مواد مغذی جیره‌های حاوی کینوا مورد استفاده در تغذیه جوجه گوشتی **

Table 2. The ingredients and nutrient composition of diet contained quinoa used in broiler chickens

Ingredients (%)	Starter (1-10 days)				Grower (11-24 days)				Finisher (25-42 days)			
	Control	4%	8%	12%	Control	4%	8%	12%	Control	4%	8%	12%
Corn grain	54.65	52.18	49.59	46.25	60.2	57.67	55.15	51.77	63.83	61.23	58.63	54.62
Soybean meal	42.07	40.99	39.94	39.02	36.49	35.42	34.35	33.43	31.27	30.21	29.16	28.37
Quinoa seed	0.00	4.00	8.00	12.00	0.00	4.00	8.00	12.00	0.00	4.00	8.00	12.00
Soy bean Oil	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.57	1.62	1.68	2.21
DCP	1.39	0.90	0.70	0.80	1.37	0.95	0.7	0.8	1.37	1.09	0.96	0.99
Calcium Carbonate	1.34	1.37	1.29	1.40	1.39	1.47	1.29	1.46	1.43	1.32	1.10	1.30
Common salt	0.04	0.05	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02
Methionine	0.015	0.00	0.00	0.00	0.01	0.05	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
Vitamin & Mineral premix	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Calculated nutrients												
Metabolizable Energy (Kcal/Kg)	3100	3100	3097	3095	3110	3110	3109	3100	3200	3200	3200	3200
Crude Protein (%)	23.00	23.00	23.00	23.00	21.00	21.00	21.00	21.00	19.00	19.00	19.00	19.00
Crude fiber (%)	3.98	3.96	3.93	3.91	3.69	3.68	3.65	3.62	3.4	3.38	3.35	3.32
Crude Fat (%)	2.12	2.26	2.4	2.54	2.29	2.44	2.58	2.7	3.96	4.16	4.36	4.98
Lysine (%)	1.36	1.50	1.76	1.97	1.21	1.42	1.62	1.82	1.07	1.27	1.47	1.68
Met + Cys (%)	0.75	0.88	1.1	1.28	0.69	0.86	1.00	1.12	0.62	0.81	0.92	1.18
Arginine (%)	1.65	1.90	2.20	2.50	1.48	1.77	2.00	2.34	1.32	1.6	1.89	2.18
Calcium (%)	1.1	1.1	1.1	1.1	1	1	1	1	1	1	1	1.0
Phosphorous (%)	0.55	0.55	0.55	0.55	0.50	0.50	0.50	0.50	0.5	0.5	0.5	0.0
Ash (%)	6	5.76	5.45	5.78	5.82	5.51	5.2	5.57	5.59	5.28	4.96	5.32

* هر کیلوگرم مکمل ویتامینه و معدنی در جیره تامین کننده: ویتامین A (رتینول) ۴۴۰۰۰۰ واحد بین‌المللی؛ ویتامین D ۷۲۰۰۰ واحد بین‌المللی؛ ویتامین E (دی ال آلفا توکوفرل استات) ۱۴۴۰۰ میلی‌گرم؛ ویتامین K ۲۰۰۰ میلی‌گرم؛ ویتامین B۱۲ ۶۴۰ میلی‌گرم؛ ویتامین C ۶۱۲ میلی‌گرم؛ ویتامین B۲ ۳۰۰۰ میلی‌گرم؛ ویتامین B۵ ۴۸۹۶ میلی‌گرم؛ ویتامین B۳ ۱۲۱۶۰ میلی‌گرم؛ ویتامین B۶ ۶۱۲ میلی‌گرم؛ منگنز ۶۴.۵ گرم؛ روی ۳۳.۸ گرم؛ مس ۸ گرم؛ ید ۶۴۰ میلی‌گرم؛ کبالت ۱۹۰ میلی‌گرم و سلنیم ۸ گرم.

* Vitamin and mineral premix provided per kg of diet: vitamin A (retinol), 4400000 IU; vitamin D, 72000 IU; vitamin E (dl- α -tocopheryl acetate), 14400 mg; vitamin K, 2000 mg; vitamin B12 (cyanocobalamin), 640 mg; vitamin C, 612 mg; vitamin B2, 3000 mg; vitamin B5, 4896 mg; vitamin B3, 12160 mg; vitamin B6, 612 mg; Mn, 64.5 g; Zn, 33.8 g; Cu, 8 g; I, 640 mg; Co, 190 mg; Se, 8 g.

تجزیه آماری

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار آماری SAS و رویه عمومی (GLM) استفاده گردید. میانگین تیمارهای آزمایشی نیز با استفاده از آزمون توکی در سطح معنی‌داری ۵ درصد مورد مقایسه قرار گرفت. برای مقایسه اثر دانه شسته کینوا در مقابل دانه پوست‌کنده کینوا بر صفات مورد مطالعه، از آزمون توکی کرامر و آثار مستقل (متعامد) در سطح احتمال ۰/۰۵ استفاده شد. مدل آماری به شرح ذیل بود:

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

Y_{ij}: صفت مورد مطالعه؛ μ: میانگین مشاهدات؛ T_i: اثر

تیمار؛ e_{ij}: خطای آزمایش.

نتایج و بحث

افزودن دانه شسته و پوست‌کنده کینوا بر وزن بدن جوجه‌های گوشتی در ۴۲ و ۲۴، ۱۰ روزگی در جدول ۳ ارائه شده است. جوجه‌ها در سنین ۴۲ و ۲۴، ۱۰ روزگی تیمار دریافت‌کننده ۴ درصد دانه پوست‌کنده کینوا از وزن بالاتری در مقایسه با شاهد و سایر تیمارها برخوردار بود (P<۰/۰۵). استفاده از دانه شسته یا پوست‌کنده کینوا تأثیری بر مصرف خوراک در سه مرحله آغازین، رشد و پایانی نداشت اما در کل دوره پرورشی (۱-۴۲ روزگی) تیمار دریافت‌کننده ۴ درصد دانه شسته کینوا در مقایسه با تیمار دریافت‌کننده ۴ درصد دانه پوست‌کنده کینوا از مصرف خوراک پایین‌تری برخوردار بود (P<۰/۰۵) هر چند با شاهد اختلاف معنی‌داری نشان ندادند.

ضریب تبدیل خوراک یکی از مهمترین شاخص‌های عملکردی جهت ارزیابی وضعیت تولید است. هرچه این شاخص کوچک‌تر باشد از نظر اقتصادی مقرون به صرفه‌تر خواهد بود. در ۱۰ روزگی، تیمارهای آزمایشی بر ضریب تبدیل خوراک اثری نداشتند. در ۲۴ و ۴۲ روزگی و کل دوره، ضریب تبدیل خوراک در تیمار دریافت‌کننده ۴ درصد دانه پوست‌کنده کینوا نسبت به شاهد پایین‌تر بود (P<۰/۰۵). در کل دوره کمترین ضریب تبدیل مربوط به تیمار دریافت‌کننده ۴ درصد دانه پوست‌کنده کینوا است.

شاخص‌های بیوشیمیایی خون

در روز ۴۲، از هر واحد آزمایشی یک پرندۀ انتخاب و جهت خون‌گیری کشتار شد، نمونه خون و پلاسما تهیه شد سپس غلظت کلسترول، تری‌گلیسرید، لیپوپروتئین با چگالی بالا (HDL)، لیپوپروتئین کم چگال (LDL)، آسپارات آمینوترانسفراز (Aspartate aminotransferase)، و لاکتات دهیدروژناز (AST Lactate dehydrogenase) با استفاده از کیت‌های آزمایشگاهی شرکت پارس‌آزمون (ساخت ایران) و دستگاه طیف‌سنجی خودکار (Italy، Gesan Chem 200) تعیین شد.

پاسخ ایمنی

به منظور ارزیابی وضعیت پاسخ ایمنی جوجه‌های گوشتی، طی دو مرحله در سن ۱۷ و ۳۵ روزگی از هر تکرار ۲ قطعه جوجه انتخاب و به میزان یک سی‌سی گلبول قرمز گوسفندی ۱۵ درصد (Sheep red blood cells, SRBC) به داخل ورید بال آنها تزریق شد و جوجه‌ها در پایان دوره کشتار و خون‌گیری به عمل آمد (Nelson et al., 1995). سپس عیار پادتن تام و ایمنوگلوبین‌های M و G بر علیه گلبول قرمز گوسفندی دفیبرینه (SRBC) به روش هموگلوبیناسیون تعیین شد.

ریخت‌شناسی روده

به منظور مطالعه تغییرات ریخت‌شناسی بافت روده جوجه‌های گوشتی، ۳ سانتی‌متر از قسمت انتهایی رُژنوم روده باریک پرندگان کشتار شده در روز ۴۲، جدا و توسط سرم فیزیولوژی ۹ درصد شستشو و جهت تثبیت بافت، نمونه‌ها در محلول فرمالین ۱۰ درصد به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شد. پس از گذشت ۲۴ ساعت اولیه محلول فرمالین تعویض و تا زمان انجام آزمایش در فرمالین ۱۰ درصد در یخچال (دمای ۴ درجه سانتی‌گراد) نگهداری شد. پس از شستشوی بافت‌ها با الکل و تهیه مقاطع با میکروتوم، تثبیت بافت انجام شد (لودادیو و همکاران، ۲۰۱۲). سپس با کمک دوربین نصب شده روی میکروسکوپ عکس‌هایی از محل مناسب تهیه و با استفاده از نرم افزار، ارتفاع ویلی (از نوک ویلی تا محل اتصال کریپت)، عرض ویلی، عمق کریپت بر اساس تحقیق (Laudadio et al. 2012) محاسبه گردید.

جدول ۳. مقایسه میانگین صفات عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با دانه شسته و پوست‌کنده کینوا

Treatment	Weight Gain (g/b)			Feed Intake (g/b)			Feed Conversion Ratio				
	1-10 days	11-24 days	25-42 days	1-10 days	11-24 days	25-42 days	1-42 days	10 days	24 days	42 days	1-42 days
Control	179.8 ^b	915.9 ^b	1704.4 ^b	194.6	1192.5	1870.1	3257.3 ^{ab}	1.356	1.624 ^a	2.378 ^{ab}	1.911 ^a
WQ 4%	180.5 ^b	906.5 ^b	1681.1 ^b	186	1193.4	1801.8	3181.2 ^b	1.294	1.648 ^a	2.381 ^{ab}	1.905 ^a
8%	179.3 ^b	898.2 ^b	1644.8 ^b	191.7	1210.5	1879.6	3281.9 ^{ab}	1.348	1.684 ^a	2.566 ^{ab}	2.003 ^a
12%	181.8 ^b	909.6 ^b	1627.4 ^b	192.9	1190.4	1946.0	3329.2 ^{ab}	1.324	1.638 ^a	2.746 ^a	2.054 ^a
PQ 4%	234.8 ^a	1102.8 ^a	2098.3 ^a	228.2	1210.6	1881.1	3411.5 ^a	1.156	1.396 ^b	1.916 ^b	1.589 ^b
8%	177.8 ^b	919.6 ^b	1738.2 ^b	203.9	1180.4	1919.5	3303.8 ^{ab}	1.443	1.592 ^{ab}	2.349 ^{ab}	1.902 ^a
12%	169.9 ^b	874.0 ^b	1682.4 ^b	190.5	1233.8	1987.3	3319.9 ^{ab}	1.428	1.755 ^a	2.499 ^{ab}	2.033 ^a
SEM	2.862	13.640	60.280	10.857	17.170	49.982	46.859	0.071	0.048	0.170	0.067
P-Value											
Treat	0.0001	0.0001	0.0003	0.1622	0.4032	0.2513	0.0759	0.1420	0.0017	0.0766	0.0015
WQ vs PQ	0.0001	0.0001	0.001	0.0637	0.4781	0.2041	0.0464	0.7290	0.0685	0.0371	0.0143

*WQ: کینوای شسته؛ PQ: کینوای پوست‌کنده. (a, b) میانگین‌های با حروف مختلف در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار اماری است ($P < 0.05$).

*WQ: Washed Quinoa; PQ: Peeled Quinoa. .a, b; Means within each column with different superscripts are significantly different ($P < 0.05$).

تیمار شاهد و تیمارهای دریافت‌کننده سطوح مختلف دانه شسته و پوست‌کنده کینوا (۸ درصد و ۱۲ درصد) با تیمار دریافت‌کننده ۴ درصد دانه پوست‌کنده کینوا اختلاف معنی‌داری وجود داشت ($P < 0.05$). به طوری که، بیشترین بازده لاشه مربوط به تیمار دریافت‌کننده ۴ درصد دانه پوست‌کنده کینوا و کمترین مقدار بازده لاشه مربوط به گروه شاهد بود. در این آزمایش، گروه تغذیه شده با سطح ۴ درصد دانه پوست‌کنده کینوا در مقایسه با سایر تیمارها و تیمار شاهد، دارای عملکرد متفاوتی بود که احتمالاً به دلیل پایین بودن سطح ترکیبات ضد مغذی در این جیره بوده است که باعث شده میزان جذب مواد مغذی افزایش یافته و در نتیجه میزان ابقای این ترکیبات در لاشه افزایش می‌یابد و منجر به افزایش بازده لاشه می‌شود (Hosseini- Vashan & Raai-Moghadam, 2019).

استفاده از دانه شسته و پوست‌کنده کینوا در تمامی سطوح باعث کاهش وزن نسبی چربی بطنی در مقایسه با تیمار شاهد شد و تیمار شاهد بیشترین مقدار چربی بطنی را داشت ($P < 0.05$). کینوا دارای ترکیبات ارزشمندی است، به طوری که بیش از ۸۵ درصد چربی آن را دو اسید چرب، اسید لینولئیک و اسید لینولئیک تشکیل می‌دهند و از طرف دیگر یکی از ترکیبات زیست فعال کینوا، فیتواسترولها هستند. فیتواسترولها ترکیبات چربی دوستی هستند که اثر کاهندگی کلسترول و چربی دارند احتمال می‌رود فیتواسترولها بر فرآیندهای جذب کلسترول در روده و

بنا به گزارش Eassawy *et al.* (2016) با افزودن عصاره دانه کینوا تا سطح ۰/۳ درصد در جیره جوجه گوشتی مصرف خوراک افزایش و ضریب تبدیل خوراک کاهش می‌یابد. تغذیه جوجه گوشتی با دانه فرآوری شده کینوا، احتمالاً به دلیل کاهش ترکیبات ضد مغذی و داشتن ترکیب مناسب اسید آمینه‌ای، باعث عملکرد مناسب جوجه گوشتی و کاهش ضریب تبدیل خوراک در سطح ۴ درصد دانه پوست‌کنده کینوا گردید. به طور مشابه گزارش شده است پوسته‌زدایی لویپین شیرین باعث افزایش مصرف خوراک و وزن بدن و کاهش ضریب تبدیل خوراک گردید (Rubio *et al.*, 2003). استفاده از دانه پوست‌کنده و شسته کینوا، احتمالاً در مقایسه با دانه خام کینوا باعث کاهش ترکیبات ضد مغذی دانه کینوا شد، به ویژه این فرآوری‌ها باعث کاهش ساپونین پوسته دانه کینوا می‌گردد. استفاده از دانه خام، شسته و پوست‌کنده کینوا تأثیری بر مصرف خوراک نداشت (Jacobsen *et al.*, 1997). در این پژوهش یکی از دلایل بهبود مصرف خوراک، وزن بدن و ضریب تبدیل خوراک در تیمار دریافت‌کننده ۴ درصد دانه پوست‌کنده کینوا را می‌توان کاهش عوامل ضد مغذی دانه کینوا پس از پوست‌کنی دانست.

نتایج حاصل از اثر گروه‌های آزمایشی بر بازده لاشه و وزن نسبی اجزای لاشه در جدول ۴ ارائه شده است. در پایان دوره، وزن نسبی ران و سینه در تیمارهای دریافت‌کننده دانه شسته و پوست‌کنده کینوا با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری نداشتند. اما بازده لاشه بین

وزن نسبی بورس فابرسیوس در سایر تیمارها نیز بیشتر از تیمار شاهد بود ($P < 0.05$). با این حال وزن نسبی طحال در تیمارهای آزمایشی با تیمار شاهد اختلاف معنی داری نشان ندادند. بهبود وزن نسبی اندامهای لنفاوی به ویژه بورس فابرسیوس نشان دهنده بهبود پاسخ ایمنی در جوجه گوشتی است. افزایش وزن نسبی بورس فابرسیوس در گروه تغذیه شده با سطح ۴ درصد دانه کینوا که از ترکیبات ضد مغذی کمتری نیز برخوردار بوده است نشان می دهد استفاده از دانه کینوا در سطح پایین به دلیل ابقای ترکیبات محرک پاسخ ایمنی باعث ارتقای پاسخ ایمنی می شود. در مطالعات پیشین نیز گزارش شده است وجود ترکیبات پاداکسایشی مانند فلاونوئیدها و فیتواستروئول ها می تواند باعث تحریک پاسخ ایمنی و بهبود وزن نسبی اندامهای لنفاوی شود (Ghaznavi et al., 2017).

شاخص های بیوشیمیایی خون

نتایج افزودن دانه شسته و پوست کنده کینوا بر غلظت لیپیدهای خون جوجه های گوشتی در جدول (۵) ارائه شده است. غلظت تری گلیسرید و HDL سرم خون در تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی داری نشان نداد. در حالی که، غلظت کلسترول خون تیمار شاهد با تیمارهای دریافت کننده کینوای شسته و پوست کنده اختلاف معنی داری داشت ($P < 0.05$).

ساخت و ساز آن در کبد اثر گذاشته و در نتیجه باعث کاهش ساخت کلسترول و چربی شوند (Ho & Pal, 2005). یکی دیگر از ترکیبات موجود در گیاه کینوا، ساپونین است. بنابراین تحقیقات پیشین ساپونین باعث کاهش ابقای چربی شده و اثر لاغری در انسان دارد در جوجه گوشتی، تغذیه مشتقات آلفا ساپونین باعث کاهش ساخت چربی و کاهش ابقای چربی در بافتها شد (Liu et al., 2016).

با توجه به نتایج مندرج در جدول ۴ که اثر افزودن دانه شسته و پوست کنده کینوا به جیره جوجه های گوشتی را بر وزن نسبی اندامهای داخلی مورد بررسی قرار می دهد، میانگین وزن قلب و کبد در تیمارهای آزمایشی و تیمار شاهد، اختلاف معنی داری با هم نداشتند. هر چند وزن قلب در تیمار دریافت کننده ۴ درصد دانه شسته کینوا نسبت به تیمار شاهد بیشتر بود ($P < 0.05$). در پژوهش دیگری که از گیاهان دارویی استفاده شده بود، نیز پژوهشگران گزارش نمودند که این گیاهان دارویی سبب کاهش وزن قلب می شوند (Mahmodi et al., 2011). وزن نسبی بورس فابرسیوس در تیمارهای آزمایشی با تیمار شاهد اختلاف معنی داری وجود دارد به طوری که بیشترین وزن نسبی بورس فابرسیوس مربوط به تیمار دریافت کننده ۴ درصد دانه پوست کنده کینوا و تیمار دریافت کننده ۴ درصد دانه شسته کینوا بود؛ هر چند

جدول ۴. مقایسه میانگین بازده لاشه، وزن نسبی اجزای لاشه (درصدی از وزن زنده) جوجه های گوشتی تغذیه شده با دانه شسته و پوست کنده کینوا در پایان دوره

Table 4. Comparing the carcass efficiency, means of carcass components (percentage of live weight) of broiler chickens fed washed and peeled quinoa at the end of the period

Diets	Carcass Characteristics (%)							
	Carcass	Breast	Leg	Abdominal Fat	Bursa	Spleen	Heart	Liver
Control	57.69 ^b	20.47	17.49	1.915 ^a	0.157 ^b	0.135	0.485	2.315
4%	58.35 ^b	9.12	18.16	0.975 ^b	0.272 ^a	0.132	0.572	2.395
WQ	59.66 ^{ab}	20.28	18.72	0.875 ^b	0.235 ^{ab}	0.122	0.535	2.160
12%	59.97 ^{ab}	19.91	18.55	0.620 ^b	0.230 ^{ab}	0.122	0.465	2.477
4%	62.77 ^a	22.26	18.79	0.745 ^b	0.277 ^a	0.130	0.515	2.077
PQ	59.92 ^{ab}	20.51	16.98	0.610 ^b	0.237 ^{ab}	0.152	0.462	2.027
12%	59.94 ^{ab}	20.10	17.98	0.875 ^b	0.217 ^{ab}	0.100	0.490	2.405
SEM	0.836	0.836	0.611	0.185	0.024	0.014	0.037	0.174
P Value								
Treat	0.0305	0.2990	0.3415	0.0010	0.0504	0.3412	0.3731	0.4379
	0.0553	0.0962	0.2743	0.6025	0.9353	0.8892	0.2643	0.2350
WQ vs PQ								

WQ^{**}: کینوای شسته؛ PQ: کینوای پوست کنده. (a, b) میانگین های با حروف مختلف در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی دار آماری است ($P < 0.05$).

*WQ: Washed Quinoa; PQ: Peeled Quinoa, .a, b; Means within each column with different superscripts are significantly different ($P < 0.05$).

آن‌ها روی کلسترول خون در انسان است (Graf *et al.*, 2015; Marangoni & Poli, 2010). اثر کاهندگی فیتواسترول‌ها روی کلسترول، به دلیل اختلال در جذب روده‌ای و احتمالاً کاهش لیپوپروتئین آتروژنیک در کبد و روده‌هاست (Ho & Pal, 2005). Liu *et al.* (2016) نیز گزارش نمودند ساپونین‌ها باعث کاهش غلظت کلسترول و LDL خون می‌شوند که احتمال دارد دلیل این کاهش به خاطر تشکیل کمپلکس‌های نامحلول ساپونین‌ها با کلسترول در روده و ممانعت از جذب آن‌ها باشد (Zhou & Cha, 2000) از طرف دیگر گزارش شده است ساپونین‌ها از طریق کاهش میزان فعالیت آنزیم هیدروکسی متیل گلووتاریل کوآنزیم A سنتتاز باعث کاهش ساخت کلسترول و لیپوپروتئین‌ها شده و نهایتاً باعث کاهش لیپیدهای خون جوجه گوشتی می‌شود (Liu *et al.*, 2016).

پروتئین و گلوکز خون

اثر دانه شسته و پوست‌کنده کینوا بر پروتئین و گلوکز خون جوجه‌های گوشتی در پایان دوره پرورشی در جدول ۶ مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس یافته‌ها، شاخص‌های پروتئینی شامل، غلظت آلبومین و پروتئین تام و غلظت گلوکز خون تحت تأثیر جیره‌های آزمایشی قرار نگرفت.

جدول ۶. مقایسه میانگین پروتئین و گلوکز خون (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر) و فعالیت آنزیم‌های کبدی (واحد در لیتر) جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با دانه شسته و پوست‌کنده

کینوا در ۴۲ روزگی

Table 6. Comparing the means of protein and blood glucose (mg/dL) and liver enzyme activity (unit per liter) of broilers fed washed and peeled quinoa at 42 days

Diets	Albumin	Total protein	Glucose	AST	ALT
Control	1.589	2.621	235.1	168.0	6.495
WQ 4%	1.392	3.096	216.8	166.0	5.721
WQ 8%	1.285	2.885	222.1	150.3	5.166
WQ 12%	1.651	2.974	232.2	185.6	5.831
PQ 4%	1.430	2.799	219.7	161.6	3.876
PQ 8%	1.517	2.931	246.6	177.9	4.905
PQ 12%	1.535	2.909	233.4	161.1	2.984
SEM	0.138	0.163	7.744	13.461	0.924
P-Value					
Treat	0.5599	0.5543	0.1119	0.6161	0.1362
PQ vs. WQ	0.6510	0.4325	0.1380	0.9680	0.0334

* WQ: کینوای شسته؛ PQ: کینوای پوست‌کنده

* WQ: Washed Quinoa; PQ: Peeled Quinoa;

به طوری که بیشترین غلظت کلسترول در تیمار شاهد مشاهده شد. غلظت LDL خون در جوجه‌های تغذیه شده با سطوح دانه شسته و پوست‌کنده کینوا در مقایسه با شاهد پایین‌تر بود ($P < 0.05$). در بین تیمارهای آزمایشی تیمار شاهد بالاترین میزان LDL را دارد. بنابه مطالعه Pasko *et al.* (2010) استفاده از دانه کینوا در جیره موش‌های صحرایی HDL را افزایش و LDL را در خون موش‌های صحرایی کاهش داد. نتایج حاصل از این پژوهش در مورد شاخص LDL مطابق نتایج حاصل از مطالعه Pasko *et al.* (2010) در مورد اثر کاهندگی کینوا روی کلسترول و LDL خون است.

جدول ۵. مقایسه میانگین لیپیدهای خون (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر) جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با دانه شسته و پوست‌کنده کینوا در ۴۲ روزگی

Table 5. Comparing the means of blood lipids of broiler chickens fed washed and peeled quinoa at 42 days

Diets	Cholesterol (mg/dL)	Triglyceride (mg/dL)	HDL (mg/dL)	LDL (mg/dL)
Control	215.7	89.91	88.23	95.61
WQ 4%	128.9	77.09	95.14	25.33
WQ 8%	150.1	78.48	94.79	41.52
WQ 12%	172.5	92.58	119.9	39.42
PQ 4%	172.6	77.34	123.0	37.23
PQ 8%	154.1	78.40	98.07	42.02
PQ 12%	169.7	83.35	114.5	41.45
SEM	10.984	8.730	8.330	7.080
P-value				
Treat	0.0001	0.7768	0.0201	0.0001
PQ vs. WQ	0.1013	0.6736	0.2138	0.4098

* WQ: کینوای شسته؛ PQ: کینوای پوست‌کنده.

a, b) میانگین‌های با حروف مختلف در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار آماری است ($P < 0.05$).

* WQ: Washed Quinoa; PQ: Peeled Quinoa.

a, b) Means within each column with different superscripts are significantly different ($P < 0.05$).

ترکیبات زیست‌فعال کینوا مانند فیتواسترول‌ها بر سوخت‌وساز چربی اثر می‌گذارند و دارای اثر کاهندگی کلسترول می‌باشند (Navruz-Varli & Nevin, 2016). مهمترین فیتواسترول‌های کینوا شامل بتاسیسترول، (۶/۱۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم)، کمپسترول (۷/۳ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم) و استیگمسترول (۲/۳ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم) است که غلظت این ترکیبات از دانه جو، یولاف، جو دوسر و ذرت بالاتر است (Ryan *et al.*, 2007). ترکیبات فیتواسترولی دارای ساختار چربی‌دوست مشابه کلسترول هستند. مطالعات همه‌گیرشناسی و فزاینده نشان‌دهنده اثر کاهندگی

فعالیت آنزیم‌های کبدی

نتایج مرتبط با اثر دانه کینوا بر فعالیت آنزیم‌های کبدی جوجه‌های گوشتی تغذیه‌شده با کینوای فرآوری‌شده در جدول ۶ گزارش شده است. بر اساس نتایج بدست آمده، آنزیم‌های کبدی AST و ALT تحت تأثیر دانه فرآوری‌شده کینوا قرار نگرفت. میزان فعالیت آنزیم‌های کبدی نشان‌دهنده وضعیت کبد پرند است و چنانچه فعالیت آنزیم‌های ALT و AST افزایش یابد، می‌تواند بیانگر افزایش فعالیت کبد و در حالت شدید نشانه آسیب کبدی باشد (Ghaznavi *et al.*, 2017). در مطالعه حاضر، تیمارهای آزمایشی بر فعالیت آنزیم‌های کبدی اثر نداشت. عدم تغییر میزان فعالیت آنزیم‌های کبدی در مقایسه با شاهد نشان‌دهنده عملکرد مطلوب کبدی، پرندگان تغذیه شده با دانه کینوای فرآوری‌شده می‌باشد. کینوا به دلیل داشتن ترکیبات پاداکسنده شامل تری‌ترین‌های ساپونینی، گلیسرین، فلاونوئیدها و ایزوفلاون‌ها از بروز اختلالات کبدی ممانعت می‌کند (Pisoschi *et al.*, 2016). در مطالعات پیشین نیز اثر مثبت کینوا در جلوگیری از اختلالات کبدی گزارش شده است (Mustafa *et al.*, 2019) که توسط مطالعه حاضر تایید می‌شود.

گوارش‌پذیری مواد مغذی

نتایج افزودن دانه شسته شده و پوست‌کنده کینوا بر گوارش‌پذیری مواد مغذی (پروتئین و چربی) جوجه‌های گوشتی پس از جمع‌آوری کود در روزهای

۱۸ تا ۲۱ دوره پرورشی در جدول ۷ ارائه شده است. گوارش‌پذیری پروتئین خام و چربی خام، فیبر نامحلول در شوینده اسید تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت، ولی گوارش‌پذیری فیبر نامحلول در شوینده خنثی و عصاره عاری ازت تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی تغییر نمود تیمار شاهد دارای کمترین گوارش‌پذیری فیبر نامحلول در شوینده خنثی بود و بالاترین گوارش‌پذیری آن در گروه تغذیه شده با سطح ۴ درصد کینوای شسته مشاهده شد ($P < 0.05$). گوارش‌پذیری عصاره عاری ازت در تیمار حاوی ۱۲ درصد کینوای شسته یا پوست‌کنده در مقایسه با سایر تیمارها پایین‌تر بود. بالاترین میزان انرژی سوخت‌وساز نیز در گروه تغذیه شده با سطح ۴ درصد کینوای شسته مشاهده شد که این یافته‌ها با داده‌های عملکرد رشد و ریخت‌شناسی روده بود، که نشان می‌دهد با افزایش سطح کینوا در جیره جوجه گوشتی، ارتفاع پرز کاهش می‌یابد و در پی آن، جذب مواد مغذی کاهش یافته و باعث کاهش عملکرد رشد پرند در مقایسه با سطح ۴ درصد می‌شود. افزایش انرژی سوخت‌وساز در سطح پایین کینوای شسته در مقایسه با شاهد به دلیل نقش ترکیبات زیست‌فعال آن مانند ویتامین‌ها و فیتواسترول‌ها است ولی در سطوح بالاتر کینوا به دلیل افزایش غلظت ترکیبات ضد مغذی مانند ساپونین‌ها و فیبر، احتمالاً میزان انرژی سوخت‌وساز کاهش یافته است (Navruz-Varli & Nevin, 2016).

جدول ۷. مقایسه میانگین گوارش‌پذیری مواد مغذی و انرژی سوخت‌وساز جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با دانه شسته و پوست‌کنده کینوا در ۴۲ روزگی

Table 7. Comparing the means of nutrient digestibility and metabolisable energy broilers fed washed and peeled quinoa at 42 days

Diets	NDF	ADF	Ash	CP	EE	NFE	ME
Control	54.02 ^c	12.94	53.25 ^c	79.00	81.64	92.66a	2824b
WQ	4%	67.65a	11.22	63.77ab	82.39	92.32a	3129a
	8%	60.45bc	10.13	60.13abc	80.23	86.95ab	3039a
	12%	59.82bc	9.33	64.54ab	79.34	83.29	77.40b
PQ	4%	66.00ab	11.84	54.67bc	81.26	83.94	90.68a
	8%	65.92ab	12.36	58.28abc	80.95	85.37	84.32ab
	12%	65.64ab	12.01	66.73a	81.59	82.58	79.08b
SEM	1.544	1.179	2.160	0.935	1.440	2.443	42.98
P-Value							
Treat	0.0001	0.3570	0.0013	0.1672	0.3626	0.0006	0.0042
PQ vs. WQ	0.3105	0.4389	0.0958	0.4327	0.9103	0.6243	0.0844

* WQ: کینوای شسته؛ PQ: کینوای پوست‌کنده.

*** NDF: فیبر محلول در شوینده خنثی، ADF: فیبر محلول در شوینده اسیدی، Ash: خاکستر، CP: پروتئین خام، EE: چربی خام، NFE: عصاره عاری ازت؛ ME: انرژی سوخت‌وساز.

* WQ: Washed Quinoa; PQ: Peeled Quinoa; NDF: Neutral detergent fiber; ADF: Acid detergent Fiber; Ash, CP: Crude protein; EE: Ether extract; NFE: Nitrogen free extract; ME: Metabolizable energy.

ریخت‌شناسی روده

نتایج افزودن دانه شسته و پوست‌کنده کینوا بر ریخت‌شناسی روده جوجه‌های گوشتی در جدول ۸ ارائه شده است. بر اساس نتایج به دست آمده ارتفاع پرز در جوجه‌های گروه شاهد با جوجه‌های دریافت‌کننده کینوا تفاوت معنی‌داری نشان نداد ولی بیشترین ارتفاع پرز مربوط به تیمار دریافت‌کننده ۴ و ۸ درصد دانه پوست‌کنده کینوا و کمترین ارتفاع پرز مربوط به تیمارهای دریافت‌کننده سطح ۱۲ درصد دانه پوست‌کنده و شسته کینوا بود ($P < 0.05$). در شاخص عرض پرز در جوجه‌های دریافت‌کننده کینوا با گروه شاهد تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. بیشترین و کمترین عرض به ترتیب مربوط به گروه دریافت‌کننده ۴ درصد دانه پوست‌کنده کینوا (۱۹۰/۵ میکرون) و جوجه‌های دریافت‌کننده ۸ درصد دانه پوست‌کنده کینوا (۱۸۷/۰ میکرون) بود. بیشترین عمق کریپت مربوط به گروه دریافت‌کننده ۸ درصد دانه پوست‌کنده کینوا در مقایسه با ۱۲ درصد دانه پوست‌کنده کینوا بود. نسبت ارتفاع پرز به عمق کریپت تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت.

یافته‌های مطالعه حاضر بیانگر آن است در صورت استفاده از سطوح بالاتر دانه فرآوری‌شده کینوا در مقایسه با سطوح پایین‌تر، اثر منفی بر رشد و توسعه پرزها داشت که این یافته‌ها در توافق با داده‌های

عملکردی است. پرندگان تغذیه‌شده با سطح ۴ درصد دانه فرآوری‌شده کینوا در مقایسه با ۱۲ درصد، دارای عملکرد رشد بهتری بودند همچنین این پرندگان از ارتفاع پرز بالاتر و عمق کریپت بالاتری برخوردار بودند. تحقیقات پیشین نیز نشان دادند در پرندگانی که دارای ارتفاع پرز بالاتری بودند افزایش رشد داشتند (Sharifian *et al.*, 2019). افزایش ارتفاع پرز به همراه عمق کمتر کریپت در روده، باعث بهبود راندمان گوارش و جذب می‌گردد (Pelicano *et al.*, 2005). بنابراین در مطالعه حاضر، جوجه‌های تغذیه‌شده با سطح ۴ درصد کینوای شسته‌شده از طریق افزایش ارتفاع پرزهای روده باعث افزایش گوارش و جذب مواد مغذی و در نهایت بهبود عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی شد.

عملکرد پاسخ ایمنی

یکی از روش‌های ارزیابی عملکرد سامانه ایمنی، بررسی میزان عیار پادتن ترشح شده بر ضد پادگن خارجی غیر بیماری‌زا می‌باشد، در این آزمایش از گلوبول قرمز گوسفندی بعنوان یک پادگن خارجی جهت تحریک سامانه ایمنی استفاده شد. داده‌های مرتبط با عیار IgM، IgG و پادتن تام بر ضد گلوبول قرمز گوسفندی در جوجه‌های گوشتی دریافت‌کننده دانه شسته و پوست‌کنده کینوا در جدول ۹ ارائه شده است.

جدول ۸. مقایسه میانگین شاخص‌های ریخت‌شناسی روده (میکرومتر) جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با دانه شسته و پوست‌کنده کینوا در ۴۲ روزگی

Table 8. Comparing the means of intestinal morphological indices (μm) of broilers fed washed and peeled quinoa at 42 days

Diets	Villus Height (μm)	Villus Width (μm)	Crypt Depth (μm)	Villus Height/Crypt Depth
Control	1012.5 ^{ab}	145.0	177.5 ^{bc}	5.754
Washed 4%	1134.5 ^a	190.0	202.0 ^{ab}	5.627
Quinoa 8%	906.0 ^b	133.0	192.0 ^{abc}	4.754
12%	823.0 ^b	141.0	166.0 ^{bc}	4.952
Peeled 4%	1162.0 ^a	190.5	197.5 ^{abc}	5.893
Quinoa 8%	1163.0 ^a	187.0	206.0 ^a	5.650
12%	882.5 ^b	134.0	158.5 ^c	5.635
SEM	42.044	12.714	8.505	0.273
P Value				
Treat	0.0001	0.0036	0.0034	0.0536
PQ vs. WQ	0.0031	0.1421	0.9433	0.0117

*WQ: کینوای شسته؛ PQ: کینوای پوست‌کنده.

a, b میانگین‌های با حروف مختلف در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار آماری است ($P < 0.05$).

*WQ: Washed Quinoa; PQ: Peeled Quinoa.

a, b Means within each column with different superscripts are significantly different ($P < 0.05$).

سبب تقویت پاسخ ایمنی انسان گردید، که با یافته‌های مطالعه حاضر همخوانی دارد. کینوا منبع قابل توجهی از ویتامین‌های محلول در چربی شامل ویتامین A و E است که نقش به‌سزایی در تحریک سامانه ایمنی و تقویت فعالیت آن دارند. علاوه بر این مقادیر قابل توجهی ترکیبات پاداکسنده شامل تری‌ترین‌های ساپونینی، گلیسرین، فلاونوئیدها و ایزوفلاون‌ها وجود دارد که نقش تحریک کننده سامانه ایمنی را دارند (Pisoschi *et al.*, 2016). از طرف دیگر، ترکیبات فنولی بر لنفوسیت‌های زیرمخاطی مجرای گوارش اثر می‌گذارند و با تحریک ایمنی موضعی موجب افزایش شاخص‌های ایمنی همورال می‌گردند (Lei *et al.*, 2018). بنابراین استفاده از دانه فرآوری شده کینوا به روش شستشو یا پوست‌کنده باعث افزایش دسترسی ترکیبات زیست‌فعال کینوا و اثر مثبت بر پاسخ ایمنی می‌گردد.

نتیجه‌گیری کلی

جایگزینی دانه فرآوری شده کینوا به روش شستشو یا پوست‌کنی، با کنجاله سویا تا سطح ۴ درصد باعث افزایش عملکرد رشد شد. جایگزینی تا سطح ۱۲ درصد نیز باعث عملکرد رشد مشابه جیره پایه گردید از طرف دیگر افزودن دانه فرآوری شده کینوا به جیره جوجه‌های گوشتی باعث کاهش کلسترول و LDL خون و افزایش عیار پادتن و پاسخ ایمنی و بهبود ریخت‌شناسی روده و افزایش گوارش و جذب در مجرای گوارشی جوجه‌های گوشتی شد.

نتایج نشان داد که در پایان دوره پرورش کمترین پاسخ به گلبول قرمز گوسفندی در پرندگان گروه شاهد مشاهده شد و بیشترین پاسخ به گلبول قرمز گوسفندی نیز در تیمار دریافت‌کننده ۱۲ درصد دانه پوست‌کنده کینوا مشاهده شد ($P < 0.05$). افزودن دانه کینوا به جیره جوجه گوشتی تأثیری بر عیار ایمنوگلوبین‌های M و G نداشت.

جدول ۹. مقایسه میانگین عیار IgM, IgG و پادتن تام ضد گلبول قرمز گوسفندی (لگاریتم بر پایه دو) جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با دانه شسته و پوست‌کنده کینوا در ۴۲ روزگی

Table 9. Comparing the means of IgM, IgG and total antibody against sheep red blood cells of broilers fed washed and peeled quinoa at 42 days

Diets	Total antibody	IgG	IgM
Control	5.000 ^b	2.000	3.000
Washed	4%	6.50 ^{ab}	3.500
Quinoa	8%	6.500 ^a	4.250
	12%	6.500 ^a	2.750
	4%	6.250 ^{ab}	4.250
Peeled Quinoa	8%	6.250 ^{ab}	4.250
	12%	7.000 ^a	4.000
SEM	0.0155	0.6172	0.5563
P Value			
Treat	0.0811	0.1018	0.4289
PQ vs. WQ	0.6283	0.2001	0.2835

*WQ: کینوای شسته؛ PQ: کینوای پوست‌کنده.

a, b) میانگین‌های با حروف مختلف در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار آماری است ($P < 0.05$).

*WQ: Washed Quinoa; PQ: Peeled Quinoa.

a, b) Means within each column with different superscripts are significantly different ($P < 0.05$).

بنا به، تحقیق Marino *et al.* (2018) دانه‌های کینوا پاسخ ایمنی گوسفندان را افزایش داد، که با نتایج این مطالعه همخوانی دارد. در مطالعه دیگری Ruales *et al.* (2002) گزارش دادند که مصرف کینوا

REFERENCES

1. Abugoch James, L.E. (2009). Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): composition, chemistry, nutritional and functional properties. *Advance in Food and Nutrition Research*, 58,1-31.
2. Association of Official Analytical Chemists (AOAC)., 2005. *Official Methods of Analysis*, 18th ed. AOAC international, Gaithersburg, Maryland, USA.
3. Eassawy, M. M. T., Abdel-Moneim M. A. & ElChaghaby, G. A. (2016). The use of quinoa seeds extract as a natural antioxidant in broilers' diets and its effect on chickens' performance and meat quality. *Journal of Animal and Poultry Production*, 7(5), 173-180.
4. FAO. (2011). *Quinoa: An ancient crop to contribute to world food security*. Regional Office for Latin America and the Caribbean. 63.
5. Filho, A.M.M., Pirozi, M.R., Borges, J.T.D.S., Pinheiro Sant'Ana, H.M., Chaves, J.B.P. & Coimbra, J.S.D.R. (2017). Quinoa: nutritional, functional, and antinutritional aspects. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 57(8), 1618-1630.
6. Ghaznavi, T., Hosseini-Vashan, S.J., Afzali, N. & Ghiasi, S.E. (2017). Effect of processed pomegranate pulp with Hydroxide Calcium on performance, blood biochemical parameters and antioxidant balance in laying hens. *Animal Science Journal (Pajouhesh & Sazandegi)*, 117, 103-116.

7. Graf, B.L., Rojo, L.E., Delatorre-Herrera, J., Poulev, A., Calfio, C. & Raskin, I., (2015). Phytoecdysteroids and flavonoid glycosides among Chilean and commercial sources of *Chenopodium quinoa*: variation and correlation to physicochemical characteristics. *Journal Science and Food Agricultural*, 96(2), 33-43.
8. Ho, S.S. & Pal, S. (2005). Margarine phytosterols decrease the secretion of atherogenic lipoproteins from HepG2 liver and Caco2 intestinal cells. *Atherosclerosis*, 182(1), 29-36.
9. Hosseini-Vashan, S. J. & Raei-Moghadam, S.M. (2019). Antioxidant and immune system status, plasma lipid, abdominal fat, and growth performance of broilers exposed to heat stress and fed diets supplemented with pomegranate pulp (*Punica granatum* L.). *Journal of Applied Animal Research*, 47, 521-531.
10. Improta, F. & Kellems, R.O. (2001). Comparison of raw, washed and polished quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) to wheat, sorghum or maize based diets on growth and survival of broiler chicks. *Livestock Research for Rural Development*, 13(1), 10-21.
11. Jacobsen, E.E., Skadhauge, B. & Jacobsen, S.-E. (1997). Effect of dietary inclusion of quinoa on broiler growth performance. *Animal Feed Science and Technology*, 65(1-4), 5-14.
12. Jacobsen, S. E., Espinoza, C. & Repo-Carrasco, R. (2003). Nutritional Value and Use of the Andean Crops Quinoa (*Chenopodium quinoa*) and Kan'iwa (*Chenopodium pallidicaule*). *Journal Food Reviews International*, 19(1-2), 179-189.
13. Kim, S.K., Byun, H.G., Park, P.J. & Shahidi, F. (2001). Angiotensin I converting enzyme inhibitory peptides purified from bovine skin gelatin hydrolysate. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(6), 2992-2997.
14. Koziol, M.J. (1992). Chemical composition and nutritional evaluation of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Journal of Food Composition and Analysis*, 5(1), 35-68.
15. Laudadio, V., Passantino, L., Perillo, A., Lopresti, G., Passantino, A., Khan, R. U. & Tufarelli, V. (2012). Productive performance and histological features of intestinal mucosa of broiler chickens fed different dietary protein levels. *Poultry Science*, 91(1), 265-270.
16. Lei, X.J., Yun, H.M. & Kim, I.H. (2018). Effects of dietary supplementation of natural and fermented herbs on growth performance, nutrient digestibility, blood parameters, meat quality and fatty acid composition in growing-finishing pigs. *Italian Journal of Animal Science*, 17(4), 984-993.
17. Liu, T., Li, Z., Wang, T. & Zhu, X. (2016). Effects of alfalfa saponins on cholesterol metabolism in broilers. *Journal of Nutrition and Food Sciences*, 6, 546-551.
18. Mahmodi, R., Tajik, H., Farshid, A., Ehsani, A., Zaree, P. & Moradi, M. (2011). Phytochemical properties of *Mentha longifolia* L. essential oil and its antimicrobial effects on *Staphylococcus Aureus*. *Armaghane Danesh*, 16 (5), 400-412.
19. Marangoni, F. & Poli, A. (2010). Phytosterols and cardiovascular health. *Pharmacological Research*, 61(3), 193-199.
20. Marino, R., Caroprese, M., Annicchiarico, G., Ciampi, F., Ciliberti, M.G., Malva, A.D., Santillo, A., Sevi, A. & Albenzio, M. (2018). Effect of diet supplementation with quinoa seed and/or linseed on immune response, productivity and meat quality in merinos derived lambs. *Animals*, 8, 204.
21. Matiacevich S. B., Castellión, M. L., Maldonado, S. B. & Buera, M. P. (2006). Water dependent thermal transitions in quinoa embryos. *Thermochimica Acta*, 448, 117-122.
22. Mustafa, S., Tariq, Z., Riaz, A., Shareef, M., Masoud, M.A.R. & Sabir, Z. (2019). laboratory scale study on the effect of feeding quinoa (*Chenopodium quinoa*) as meal on serum biochemistry of broiler. *Pure and Applied Biology*, 8(4), 2326-2332.
23. NaVarli, S. & Nevin, S. (2016). Nutritional and health benefits of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Journal of Cereal Science*, 69, 371-376.
24. Nelson, N. A., Lakshmanan, N. & Lamont, S. J. (1995). Sheep red blood cell and Brucella abortus antibody responses in chickens selected for multitrait immunocompetence. *Poultry Science*, 74 (10), 1603-1609.
25. Olukosi, O.L., Walker, R.L., Jos, G.M. & Houdijk, J.G.M. (2019). Evaluation of the nutritive value of legume alternatives to soybean meal for broiler chickens. *Poultry Science*, 98(11), 5778-578.
26. Outi, E. M., Emanuele, Z. & Elke, K. A. (2015). Modifying the cold gelation properties of quinoa protein isolate: influence of heat-denaturation pH in the alkaline range. *Plant Foods Human Nutrition*, 70, 250-256.
27. Pasko, P., Zagrodzki, P., Barton, H., Chlopicka, J. & Gorinstein, S. (2010). Effect of quinoa seeds (*Chenopodium quinoa*) in diet on some biochemical parameters and essential elements in blood of high fructose-fed rats. *Plant Foods Human Nutrition*, 65 (4), 333-338.
28. Pelicano, E.R.L., Souza, P.A., Souza, H.B.A., Figueiredo, D.F., Boiago, M.M., Carvalho, S.R. & Bordon, V.F. (2005). Intestinal mucosa development in broiler chickens fed natural growth promoters. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, 7, 221-229.

29. Pisoschi, A.M., Pop, A., Cimpeanu, C. & Predoi, G. (2016). Antioxidant capacity determination in plants and plant-derived products: A review. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 3, 1-36.
30. Reichert, R.D., Tatarynovichm, J.T. & Tyler, R.T. (1986). Abrasive dehulling of quinoa (*Chenopodium quinoa*): effect on saponin content as determined by an adapted hemolytic assay. *Cereal Chemistry*, 63, 471-475.
31. Ruales, J. & Nair, B. M. (1992). Nutritional quality of the protein in quinoa (*Chenopodium quinoa*, Willd) seeds. *Plant Foods for Human Nutrition*, 42, 1-11.
32. Ruales, J., Grijalva, Y., Lopez-Jaramillo, P. & Nair, B. M. (2002). The nutritional quality of an infant food from quinoa and its effect on the plasma level of insulin-like growth factor-1 (IGF-1) in undernourished children. *Food Science Nutrition*, 53, 143-154.
33. Ruales, J. & Nair, B. M. (1993). Content of fat, vitamins and minerals in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) seeds. *Food Chemistry*, 48, 131-136.
34. Ruales, J. & Nair, B. M. (1994). Properties of starch and dietary fibre in raw and processed quinoa (*Chenopodium quinoa*, Willd) seeds. *Plant Foods for Human Nutrition*, 45, 223-246.
35. Rubio, L.A. Brenes, A. & Centeno, C. (2003). Effects of feeding growing broiler chickens with practical diets containing sweet lupin (*Lupinus angustifolius*) seed meal. *British Poultry Science*, 178, 391-397.
36. Ryan, E., Galvin, K., O'Connor, T.P., Maguire, A.R. & O'Brien, N.M. (2007). Phytosterol, squalene, tocopherol content and fatty acid profile of selected seeds, grains, and legumes. *Plant Foods Human Nutrition*, 62, 85-91.
37. Scalbert, A., Manach, C., Morand, C., Remesy, C. & Jimenez, L. (2005). Dietary polyphenols and the prevention of diseases. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 45, 287-306.
38. Sepahvand, N. & Sarhangi, M. (2012) Quinoa, new crop with high genetic 32. diversity, nutritional crop in Iran. *The 12th Iranian Genetic Congress*. p5.
39. Sharifian, M., Hosseini-Vashan, S.J., Fathi Nasri, M.H. & Perai, A.H., (2019). Pomegranate peel extract for broiler chickens under heat stress: Its influence on growth performance, carcass traits, blood metabolites, immunity, jejunal morphology, and meat quality. *Livestock Science*, 227, 22-28.
40. Takao, T., Watanabe, N., Yuhara, K., Itoh, S., Suda, S., Tsuruoka, Y., Nakatsugawa, K. & Konishi, Y. (2005). Hypocholesterolemic effect of protein isolated from quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) seeds. *Food Science Technology Research*, 11, 161-167.
41. Tang, H., Watanabe, K. & Mitsunaga, T. (2002). Characterization of storage starches from quinoa, barley and adzuki seeds. *Carbohydrate Polymer*, 49 (1), 13-22.
42. Valencia, S., Svanberg, U., Sandberg, A. S. & Ruales, J. (1999). Processing of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd): effects on in vitro iron availability and phytate hydrolysis. *Food Sciences and Nutrition*, 50, 203-211.
43. Valencia-Chamorro, S.A. (2003). Quinoa. In: Caballero B. *Food Science and Nutrition*, 8, 4895-4902.
44. Vega-Gálvez, A., Miranda, M., Vergara, J., Uribe, E., Puente, L. & Martínez, E. A. (2010). Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd), an ancient Andean grain: a review. *Science Food Agriculture*, 90 (15), 2541-2547.
45. Wu, J. & Ding, X. (2001). Hypotensive and physiological effect of angiotensin converting enzyme inhibitory peptides derived from soy protein on spontaneously hypertensive rats. *Agriculture Food Chemistry*, 49 (1), 501-506.
46. Zhou, A.R. & Cha, X. (2000) *Biochemistry*. Beijing: people's medical publishing house. 130-377.