

## تأثیر شکل و اندازه ذرات خوراک بر صفات عملکرد، ریخت‌شناسی روده

### و قابلیت هضم در بلدرچین ژاپنی در سن ۲۱ تا ۳۵ روزگی

- میثم شهابی نژاد<sup>۱</sup>، محمد سالار معینی<sup>۲</sup>، محسن افشارمنش<sup>۳</sup>، مازیار جاجرمی<sup>۴</sup>، مسلم اسدی کرم<sup>۵\*</sup>  
۱ دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران.  
۲ و ۳ دانشیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران.  
۴ استادیار، گروه پاتوبیولوژی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران.  
۵ دانشجوی دکتری، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان. و هنرآموز، هنرستان کشاورزی، آموزش و پرورش، کرمان، ایران.

تاریخ دریافت: اسفند ۱۳۹۹ تاریخ پذیرش: شهریور ۱۴۰۰

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۳۳۹۲۵۰۶۹

Email: moslemasadi3@gmail.com

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ASJ.2021.353773.2132

#### چکیده

این مطالعه به منظور بررسی اثر شکل و اندازه ذرات خوراک بر عملکرد رشد، قابلیت هضم و ریخت‌شناسی ایلئوم روده در بلدرچین ژاپنی از سن ۲۱ تا ۳۵ روزگی انجام شد. این آزمایش با ۴۸۰ قطعه بلدرچین ژاپنی (نر و ماده) در یک آزمایش فاکتوریل ۲×۳ شامل سه شکل خوراک (آردی، کرامبل و پلت) با دو اندازه مختلف ذرات (ریز و درشت) در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۶ گروه آزمایشی و ۴ تکرار و ۲۰ جوجه در هر تکرار به اجرا در آمد. پرندگان که خوراک پلت و کرامبل را با اندازه ذرات درشت در مقایسه با خوراک آردی با هر دو اندازه ذرات مصرف کردند، افزایش وزن بیشتری داشتند ( $P < 0/05$ ). مصرف خوراک پلت افزایش معنی‌داری نسبت به حالت آردی و کرامبل داشت ( $P < 0/01$ ). ضریب تبدیل در جیره‌های به شکل پلت نسبت به حالت آردی و کرامبل و خوراک‌های با اندازه ذرات ریز نسبت به ذرات درشت به طور معنی‌داری بالاتر بود ( $P < 0/01$ ). وزن سگدان پرندگان که خوراک پلت با اندازه ذرات درشت دریافت کردند، نسبت به سایر پرندگان به طور معنی‌داری بیشتر بود ( $P < 0/05$ ). طول پرز ناحیه ایلئوم در پرندگانی که از خوراک پلت و کرامبل نسبت به خوراک آردی استفاده کردند، به طور معنی‌داری افزایش نشان داد ( $P < 0/01$ ). بیشترین درصد قابلیت هضم ماده خشک و نیتروژن در خوراک آردی و همچنین در خوراک‌های با اندازه ذرات درشت مشاهده گردید ( $P < 0/05$ ). بنابراین از خوراک کرامبل با اندازه ذرات درشت با توجه به اضافه وزن بیشتر در مقایسه با خوراک آردی و راندمان بهتر نسبت به خوراک پلت و به عنوان یک گزینه مناسب می‌توان استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: اندازه ذرات، بلدرچین ژاپنی، فرم خوراک، قابلیت هضم، مورفولوژی ایلئوم.

Animal Science Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 134 pp: 103-114

### Effect of feed form and particle size on growth performance, intestinal morphology and nutrient digestibility in Japanese quails at 21-35 days of age.

By: Meysam Shahabi Nezhad<sup>1</sup>, Mohammad Salar moini<sup>2</sup>, Mohsen Afsharmanesh<sup>3</sup>, Maziar Jajarmi<sup>4</sup>, Moslem Asadikorom<sup>\*5</sup>

<sup>1</sup> Former M.Sc. Student, Department of Animal Science, College of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.

<sup>2,3</sup> Associate Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.

<sup>4</sup> Assistant Professor, Department of Pathobiology, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.

<sup>5</sup> Ph.D Student, Department of Animal Science, College of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, And Teacher, Agricultural Vocational School, Kerman Education, Kerman, Iran.

Received: March 2021

Accepted: September 2021

An experiment was conducted to evaluate the effect of particle size and feed form on growth performance, digestibility, and intestinal morphology of growing Japanese quails from 21 to 35 days of age. A total of 480 mixed Japanese quails were used in a completely randomized design with a 2×3 factorial arrangement, three feed forms (mash, crumble, and pellet) and two levels of particle size (fine, and coarse), with 6 experimental treatments, 4 replicates and 20 birds per each replicate. Birds consumed pelleted and crumbled feeds with coarse particle size showed significantly higher body weight gain, compared to the birds fed with mash feed with both coarse and fine grinding particle size ( $p < 0.05$ ). A significant increase in feed intake were detected in birds fed with pelleted form ( $p < 0.01$ ). Feed conversion ratio was significantly higher in quails fed with pelleted diets than mash and crumbled diets and also in fine particle size than coarse particles ( $p < 0.01$ ). Birds fed with pellets with higher particle size had significantly heavier gizzards ( $p < 0.05$ ). The length of villi was significantly higher in birds fed with pelleted and crumbled feeds ( $p < 0.01$ ). The highest percentage of dry matter and nitrogen digestibility were observed in birds fed with the mash form diet and also in coarse particle size diets ( $p < 0.05$ ). Based on the results, the use of crumbled diets with coarse particle size are recommended due to more weight gain compared to the mash diets and also better feed efficiency in compare to the pelleted diets.

**Key words:** Digestibility, Feed form, Intestine morphology, Japanese quail, Particle size.

#### مقدمه

طیور، مقاوم در برابر شرایط اقلیمی نامناسب، قیمت بالای تولیدات (گوشت و تخم بلدرچین) و بازگشت سریع سرمایه، سبب شده تا این پرنده به عنوان یک منبع پروتئینی توجه پژوهشگران و پرورش دهندگان را به خود جلب کند (Kaur و همکاران، 2006).

استفاده از راه کارهای تغذیه‌ای مناسب در پرورش بلدرچین می تواند عملکرد این پرنده را بهبود داده و با کاهش هزینه‌ها، بیشترین

محققان با افزایش چشمگیر جمعیت انسانی در قرن اخیر به دنبال راه‌هایی برای رفع نیازهای پروتئینی به ویژه پروتئین حیوانی بوده- اند، بهبود عملکرد و پرورش پرندگان گوناگون مانند بلدرچین به صورت صنعتی از جمله این راه کارها می باشد. بلدرچین پرنده‌ای با ویژگی‌های قابل توجه مانند رشد سریع، بلوغ زودرس، تولید تخم بالا، کوتاه بودن فاصله میان نسل‌ها، بالا بودن تراکم پرورش در واحد سطح، حساسیت کمتر نسبت به برخی بیماری‌های

روشنی نشان می‌دهند که اندازه ذرات خوراک، از شکل خوراک (پلت یا کرامبل) اهمیت بیشتری دارد؛ بدیهی است که آسیاب ریز باعث افزایش قابلیت دسترسی آنزیم‌های گوارشی می‌شود اما شواهدی نیز وجود دارد که آسیاب درشت و یکنواختی اندازه ذرات باعث بهبود عملکرد پندگانی شده که از خوراک آردی استفاده کرده‌اند. به هر جهت محدودیت‌های علمی در زمینه کاهش اندازه ذرات مثل مواجه شدن پرنده با مشکلات مربوط به مصرف خوراک بسیار ریز وجود دارد و با توجه به کمبود اطلاعات در مورد نقش اندازه ذرات و شکل فیزیکی خوراک در بلدرچین، این پژوهش به منظور بررسی اثرات این شاخص‌ها بر عملکرد رشد، مورفولوژی روده و قابلیت هضم در بلدرچین ژاپنی انجام شد.

### مواد و روش‌ها

این آزمایش با ۴۸۰ قطعه بلدرچین ژاپنی (مخلوط دو جنس) در یک آزمایش فاکتوریل ۲×۳ شامل سه شکل خوراک (آردی، کرامبل و پلت) در دو اندازه ذرات مختلف (ریز و درشت) در قالب طرح کاملاً تصادفی به اجرا در آمد. مواد خوراکی در اندازه ذرات ریز با توری آسیاب ۰/۳ میلیمتر و در نوع درشت با توری آسیاب ۰/۹ میلیمتر با آسیاب چکشی آسیاب شده و سپس به شکل پلت و کرامبل فراوری گردیدند. گروه‌های آزمایشی شامل: ۱- جیره آردی با اندازه ذرات ریز؛ ۲- جیره آردی با اندازه ذرات درشت؛ ۳- جیره کرامبل با اندازه ذرات ریز؛ ۴- جیره کرامبل با اندازه ذرات درشت؛ ۵- جیره پلت با اندازه ذرات ریز و ۶- جیره پلت با اندازه ذرات درشت بودند. در این پژوهش همه بلدرچین‌ها تا ۲۰ روزگی با جیره آردی تغذیه شدند؛ سپس دوره آزمایش از روز ۲۱ با وزن‌کشی بلدرچین‌ها آغاز گردید. میانگین وزن بلدرچین‌ها در تکرارهای مختلف در شروع آزمایش ۱۰ ± ۱۱۷ گرم بود و آزمایش تا سن ۳۵ روزگی ادامه داشت. به هر گروه آزمایشی چهار تکرار اختصاص داده شد و در هر تکرار ۲۰ قطعه بلدرچین استفاده شد. جیره‌ها بر پایه ذرت-کنجاله سویا بودند که با استفاده از جداول احتیاجات غذایی انجمن ملی تحقیقات آمریکا (NRC, 1994) تنظیم شدند (جدول ۱).

سود اقتصادی را در پی داشته باشد. جیره‌های غذایی طیور را می‌توان به سه شکل آردی (آسیاب شده)، کرامبل و پلت تولید کرد. در شکل آردی، مواد اولیه غذایی جیره به شکل آسیاب شده هستند. در ساخت پلت، جیره آسیاب شده با کمک بخار آب داغ مرطوب شده، سپس با فشار از دستگاه پلت زن عبور کرده، دوباره سرد و خشک می‌شوند و در نهایت به صورت استوانه‌ای کوچک در اندازه‌های مختلف شکل می‌گیرند، اگر پلت‌های درشت به وسیله غلتک‌های مخصوص خرد گردند؛ محصولی بین دان آردی و پلت حاصل می‌گردد که به آن کرامبل گفته می‌شود. استفاده از خوراک طیور به شکل پلت و کرامبل سبب افزایش مصرف خوراک، کاهش امکان تغذیه انتخابی، جلوگیری از افزایش رطوبت بستر به دلیل وجود مواد پلت چسبان، از بین رفتن میکروب‌های بیماری‌زا، کاهش عوامل ضدتغذیه‌ای در هنگام تهیه پلت، خوش‌خوراکی و در نهایت بهبود عملکرد طیور می‌شود (Hetland و همکاران، 2002).

مصرف خوراک به طور معنی‌داری تحت تأثیر شکل خوراک است. شکل نامناسب خوراک، مصرف آن را کاهش داده و اثر منفی بر نرخ رشد دارد. استفاده از خوراک کرامبل در دوره آغازین و سپس استفاده از پلت منجر به بهبود عملکرد جوجه‌های گوشتی می‌گردد (Cerrate و همکاران، 2008). هدف اصلی از پلت کردن تبدیل همه ذرات خوراک به شکلی بزرگتر می‌باشد که با اعمال حرارت، رطوبت و فشار صورت می‌گیرد. این ذرات بزرگتر، قابل دسترس‌تر بوده و خوش‌خوراکی بیشتری دارند و در تغذیه طیور نسبت به مواد خوراکی پلت نشده عملکرد بهتری را نشان می‌دهند (Leaver, 1998).

در سالهای اخیر توجه به موضوع اندازه ذرات خوراک افزایش یافته و صنعت تولید خوراک روی اندازه ذرات توجه ویژه‌ای دارد؛ و این درحالی است که اندازه ذرات خوراک در کارخانه‌های مختلف متفاوت می‌باشد. کاهش اندازه ذرات باعث افزایش تعداد ذرات و نیز افزایش واحد سطح به ازای حجم شده که اجازه دسترسی به آنزیم‌های گوارشی را به میزان بیشتری فراهم می‌کند (Goodband و همکاران، 2002). یافته‌های حاضر به

## جدول ۱- اجزاء و ترکیب شیمیایی جیره پایه (براساس درصد جیره)

اجزای جیره (درصد)	۲۱ تا ۳۵
ذرت	۳۹/۹۲
کنجاله سویا (۴۴درصد پروتئین)	۴۳/۵۰
گندم	۱۰
روغن آفتابگردان	۳/۲۰
کرینات کلسیم	۱/۳
دی کلسیم فسفات	۰/۸
نمک	۰/۳۵
D,L-متیونین	۰/۱۷
L- لیزین هایدروکلراید	۰/۱۲
L- ترئونین	۰/۱۴
مکمل ویتامینی <sup>۱</sup>	۰/۲۵
مکمل معدنی <sup>۲</sup>	۰/۲۵
مواد مغذی محاسبه شده	
انرژی قابل سوخت و ساز (کیلو کالری در کیلو گرم)	۲۹۰۰
پروتئین خام (درصد)	۲۴
لازین (درصد)	۱/۳
متیونین (درصد)	۰/۵
متیونین + سیستین (درصد)	۰/۷۵
کلسیم (درصد)	۰/۸
فسفر فراهم (درصد)	۰/۳
سدیم (درصد)	۰/۱۵
اسید لینولئیک	۴/۲
ترئونین (درصد)	۱/۰۲

<sup>۱</sup> ویتامین های تأمین شده توسط مکمل ویتامین ( میلی گرم در هر کیلوگرم جیره: رتینول (۳/۷۸)، آلفا توکوفرول استات (۳۰) کوله کلسیفرول (۰/۰۵۵) منادیون (۲)، ویتامین B۱۲ (۰/۰۱۵)، پیریدوکسین (۰/۰۳)، تیامین (۱/۸)، ریوفلاوین (۶/۶)، اسید پانتوتنیک (۱۰)، نیاسین (۳۰)، بیوتین (۰/۱)، کولین (۲۵۰) و فولاسین (۱).  
<sup>۲</sup> مواد معدنی تأمین شده توسط مکمل معدنی ( میلی گرم در کیلوگرم جیره): سلنیوم (۰/۲)، مس (۱۰)، ید (۱)، آهن (۵۰)، منگنز (۱۰۰) و روی (۸۵).

در انتهای آزمایش (۳۵ روزگی) دو قطعه بلدرچین نر از هر تکرار، انتخاب و به روش شرعی قطع گردن کشتار گردیدند. سپس اجزای لاشه (شامل: لاشه قابل طبخ و اندامهای گوارشی) توزین و براساس درصد وزن زنده محاسبه شدند. جهت اندازه گیری گوارش پذیری ماده خشک و پروتئین در سن ۳۱ روزگی میزان

در پایان دوره آزمایش، بلدرچین های هر تکرار به صورت گروهی وزن کشی شده و مقدار خوراک مصرفی نیز در پایان دوره از کسر مقدار خوراک باقیمانده در پایان دوره از کل خوراک داده شده در کل آن دوره به دست آمد. تلفات نیز روزانه توزین شدند و از این آمار برای تصحیح اضافه وزن و مصرف خوراک استفاده شد.

(Shourt و همکاران، 1996). سپس نمونه‌های محتویات ایلئوم به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد خشک و با آسیاب آزمایشگاهی آسیاب شد و قابلیت هضم ماده خشک و پروتئین به کمک روابط ۱ و ۲ محاسبه گردید.

$$\text{درصد معرف در خوراک} \times 100 - \frac{\text{درصد معرف در مدفوع}}{\text{درصد معرف در خوراک}} \times 100 = \text{قابلیت هضم ماده ی خشک}$$

$$\text{رابطه ۲} \quad \left[ \frac{\text{درصد نیتروژن در مدفوع}}{\text{درصد نیتروژن در خوراک}} \times \frac{\text{درصد معرف در خوراک}}{\text{درصد معرف در مدفوع}} - 100 \right] \times 100 = \text{قابلیت هضم نیتروژن}$$

در این مدل:  $Y_{ij}$ ؛ مشاهده  $Z$ ام از تیمار  $i$ ام؛  $\mu$ ، میانگین داده‌ها؛  $\alpha_i$ ؛ اثر فرم خوراک؛  $\beta_j$ ؛ اثر اندازه ذرات،  $(\alpha\beta)_{ij}$ ؛ اثر متقابل بین فرم خوراک و اندازه ذرات؛  $e_{ijk}$ ؛ اثر خطای آزمایش بود.

### نتایج و بحث

نتایج حاصل از تأثیر شکل و اندازه ذرات خوراک بر افزایش وزن روزانه، مصرف خوراک و ضریب تبدیل خوراک بلدرچین ژاپنی در سنین ۲۱ تا ۳۵ روزگی در جدول ۲ گزارش شده است. بر اساس نتایج اثرات اصلی، بلدرچین‌هایی که خوراک را به شکل-های پلت و کرامبل دریافت کرده بودند، اضافه وزن بیشتری نسبت به خوراک آردی نشان دادند. همچنین آنهایی که خوراک با اندازه ذرات درشت مصرف کرده بودند، در مقایسه با اندازه ذرات ریز افزایش وزن بیشتری نشان دادند ( $P < 0/01$ ). اثرات متقابل نیز نشان داد که گروه‌هایی که خوراک پلت و کرامبل را با اندازه ذرات درشت مصرف کرده بودند، در مقایسه با خوراک آردی به طور معنی‌دار افزایش وزن بیشتری نشان دادند ( $P < 0/05$ ).

در پژوهش حاضر بلدرچین‌های تغذیه شده با جیره‌های پلت و کرامبل دارای اضافه وزن بیشتری در مقایسه با جیره آردی بودند. این نتیجه مخالف با تحقیق Reece و همکاران، (1986)، بود که عدم تاثیرگذاری جیره‌های پلت بر افزایش وزن و عملکرد جوجه‌های گوشتی را گزارش کردند. اما در تایید پژوهش حاضر Mohammed و همکاران، (2019) گزارش کردند که عملکرد رشد و افزایش وزن روزانه در بلدرچین تحت تاثیر شکل

۰/۳ درصد اکسید کروم ( $Cr_2O_3$ ) به عنوان مارکر به جیره پایانی جوجه‌ها اضافه شد و محتویات ایلئوم بلافاصله بعد از کشتار از حد فاصل بین زائده مکل تا دریچه ایلئوسکال، جمع‌آوری و تا زمان خشک شدن در فریزر با دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد قرار داده شد

رابطه ۱

رابطه ۲

به منظور بررسی ریخت شناسی پرزهای روده در سن ۳۵ روزگی، نمونه‌های از بافت هدف به اندازه ۴ سانتیمتر از قسمت میانی ایلئوم تهیه و پس از تخلیه محتویات و شستشو در فرمالین ۱۰ درصد نگهداری شد. به منظور تهیه اسلایدهای بافتی با ضخامت کم از روش واکس پارافین استفاده شد. این روش شامل آبگیری بافت، شفاف سازی و آغشتگی با پارافین مذاب است. برای برش گیری از قالب پارافینی از دستگاه میکروتوم استفاده شد. اسلایدها پس از پارافین زدایی و آبگیری به مدت ۱۵ دقیقه در محلول حاوی ۵ گرم در لیتر اسید پریودیک شیف نگهداری شدند و از اتوزین برای رنگ آمیزی سیتوپلاسم استفاده شد و برای اندازه گیری ارتفاع پرز (از رأس پرز تا قاعده آن) و عرض پرز با میکروسکوپ (OLYMPUS آلمان، مدل BX51) از درشت نمایی ۴۰ برابر و برای عمق کرپیت (از قاعده پرز تا انتهای غدد) از درشت نمایی ۱۰۰ برابر استفاده شد. در پایان مقادیر یادداشت شده براساس کالیبراسیون، با استفاده از اسلاید میکرومتری، به میکرومتر تبدیل شد (McManus, 1948).

### مدل آماری و تجزیه و تحلیل داده‌ها

داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (۲۰۰۴) با رویه GLM انجام شد. میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی در سطح آماری با احتمال ۵ درصد مقایسه شدند. مدل آماری مورد استفاده مطابق با رابطه زیر بود.

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + e_{ijk} \quad \text{(رابطه ۳)}$$

با اندازه ذرات ریز اضافه وزن بیشتری را در بلدرچین به وجود می‌آورد که دلیل آن را می‌توان متراکم بودن مواد مغذی و صرف انرژی کمتر در خوراک‌های با اندازه ذرات درشت دانست.

خوراک قرار دارد و بلدرچین‌های تغذیه شده با پلت بیشترین عملکرد و افزایش وزن روزانه را دارند. اما نکته قابل تامل در پژوهش حاضر این است که اندازه ذرات‌های درشت در مقایسه

جدول ۲- تأثیر شکل و اندازه ذرات خوراک بر افزایش وزن روزانه، مصرف خوراک (گرم/پرنده/روز) و ضریب تبدیل غذایی بلدرچین ژاپنی در سن ۲۱ تا ۳۵ روزگی

تیمارهای آزمایشی	افزایش وزن روزانه	مصرف خوراک	ضریب تبدیل غذایی	
شکل خوراک				
آردی	۶/۰۰۳ <sup>b</sup>	۲۱/۰۶ <sup>c</sup>	۳/۵۱۳ <sup>b</sup>	
کرامبل	۶/۶۱۰ <sup>a</sup>	۲۳/۵۹ <sup>b</sup>	۳/۵۷۴ <sup>b</sup>	
پلت	۶/۶۹۲ <sup>a</sup>	۲۷/۲۳ <sup>a</sup>	۴/۰۷۴ <sup>a</sup>	
SEM	۰/۰۶۵	۰/۳۴۴	۰/۰۶۴	
اندازه ذرات خوراک				
ریز	۶/۲۳۹ <sup>b</sup>	۲۴/۰۲	۳/۸۳۸ <sup>a</sup>	
درشت	۶/۶۳۱ <sup>a</sup>	۲۳/۹۰	۳/۶۰۳ <sup>b</sup>	
SEM	۰/۰۵۳	۰/۲۸۱	۰/۰۵۲	
اثرات متقابل شکل خوراک × اندازه ذرات خوراک				
شکل خوراک	اندازه ذرات خوراک	افزایش وزن روزانه	مصرف خوراک	ضریب تبدیل غذایی
آردی	ریز	۵/۷۳۸ <sup>b</sup>	۲۰/۳۵ <sup>c</sup>	۳/۵۴۹ <sup>bc</sup>
آردی	درشت	۶/۲۶۸ <sup>b</sup>	۲۱/۷۷ <sup>bc</sup>	۳/۴۷۷ <sup>c</sup>
کرامبل	ریز	۶/۴۱۸ <sup>ab</sup>	۲۳/۷۹ <sup>b</sup>	۳/۷۰۸ <sup>bc</sup>
کرامبل	درشت	۶/۸۰۲ <sup>a</sup>	۲۳/۳۸ <sup>b</sup>	۳/۴۴۰ <sup>c</sup>
پلت	ریز	۶/۵۵۹ <sup>ab</sup>	۲۷/۹۲ <sup>a</sup>	۴/۲۵۷ <sup>a</sup>
پلت	درشت	۶/۸۲۴ <sup>a</sup>	۲۶/۵۴ <sup>a</sup>	۳/۸۹۰ <sup>ab</sup>
SEM		۰/۰۹۲	۰/۴۸۶	۰/۰۹۰
P-Values				
شکل خوراک		۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
اندازه ذرات خوراک		۰/۰۰۱	۰/۷۶۲	۰/۰۰۵
شکل خوراک × اندازه ذرات خوراک		۰/۰۳۸	۰/۰۳۰	۰/۲۷۸

<sup>a,b</sup> در هر ستون اعدادی که با حروف غیرمشترک نشان داده شده‌اند، دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشند ( $P < 0.05$ ).

SEM: خطای استاندارد میانگین

مقایسه با خوراک فرآوری نشده، ضریب تبدیل کمتر و راندمان خوراک بهتری را نشان داد (Mohammadi Ghasem Abadi, 2018) که با نتایج پژوهش حاضر منطبق نیست. علت کاهش راندمان در پرندگانی که از جیره پلت تغذیه کرده بودند، بهبود بیشتر در مصرف خوراک (و در نتیجه افزایش بیشتر سرعت عبور خوراک از دستگاه گوارش) نسبت به بهبود در اضافه وزن بوده است که سبب افزایش ضریب تبدیل شده است. این توجیه با نتایج قابلیت هضم مشاهده شده در پژوهش حاضر نیز قابل اثبات است. مطابق با پژوهش حاضر کارایی بالای خوراک با اندازه ذرات درشت در مقایسه خوراک با اندازه ذرات ریز را سرعت پایین عبور ذرات بزرگ از دستگاه گوارش و در نتیجه افزایش قابلیت هضم و جذب مواد مغذی می‌باشد (Kilburn and Edwards, 2001) که با نتایج مربوط به قابلیت هضم ماده خشک و نیتروژن در پژوهش حاضر منطبق می‌باشد.

نتایج حاصل از بررسی شاخص‌های مرتبط با مورفولوژی پرزهای روده و وزن نسبی سنگدان در بلدرچین ژاپنی در سن ۳۵ روزگی در جدول ۳ نشان داده شده است. بیشترین وزن نسبی سنگدان در بلدرچین‌های تغذیه شده با خوراک‌های پلت و کرامبل در مقایسه با خوراک آردی مشاهده گردید ( $P < 0/01$ ). اما اندازه ذرات خوراک هیچ‌گونه تأثیر معنی‌داری بر وزن سنگدان نداشت. اثرات متقابل حاکی از آن است پرندگانی که خوراک پلت با اندازه ذرات درشت دریافت کردند نسبت به سایر تیمارها وزن سنگدان بیشتری دارند ( $P < 0/05$ ).

در ارتباط با تأثیر گروه‌های آزمایش بر مصرف خوراک، بیشترین مصرف خوراک در جیره‌های پلت مشاهده گردید و جیره‌های کرامبل و آردی در رتبه‌های بعدی بودند ( $P < 0/01$ )، درحالی‌که اندازه ذرات خوراک هیچ‌گونه تأثیری در مصرف خوراک نداشت. نتایج اثرات متقابل نیز دلالت بر آن دارد که اندازه ذرات خوراک، تأثیری بر مصرف خوراک ندارد و بیشترین مصرف خوراک در جیره پلت و در رتبه بعدی مربوط به جیره کرامبل است ( $P < 0/05$ ).

در پژوهشی اندازه ذرات درشت‌تر غذایی به تنهایی سبب افزایش مصرف خوراک در جوجه‌های گوشتی شد (Naderinejad و همکاران، 2016)، که با نتایج این تحقیق مطابقت نداشت. اما در گزارشی مصرف خوراک به شکل پلت در بلدرچین ژاپنی بیشتر بوده و به دنبال آن رشد سریعتر را در پی داشته است؛ که میزان انرژی جیره، محتوای مواد مغذی، شکل و وزن خوراک را می‌توان از دلایل آن دانست (Mohammed و همکاران، 2019).

ضریب تبدیل در جیره‌های به شکل پلت نسبت به سایر اشکال خوراک به طور معنی‌داری بالاتر بود. همچنین، ضریب تبدیل در پرندگانی که با اندازه ذرات درشت خوراک تغذیه شده بودند در مقایسه با آنهایی که از خوراک با اندازه ذرات ریز تغذیه کرده بودند، به طور معنی‌داری بهبود پیدا کرده بود ( $P < 0/01$ ). ضریب تبدیل اثر متقابل بین شکل خوراک و اندازه ذرات خوراک در جیره‌های آردی و کرامبل با اندازه ذرات درشت نسبت به جیره پلت با اندازه ذرات ریز بهبود یافته بود ( $P < 0/01$ ). برطبق یک پژوهش، تغذیه جوجه‌های گوشتی با خوراک‌های پلت شده در

## جدول ۳- تاثیر شکل و اندازه ذرات خوراک بر مرفولوژی پرزهای روده و سنگدان بلدرچین ژاپنی در ۳۵ روزگی

سنگدان	طول پرز بر عمق کریت	عمق کریت (میکرومتر)	عرض پرز (میکرومتر)	طول پرز (میکرومتر)	گروه‌های آزمایشی
شکل خوراک					
۱/۵۹۵ <sup>b</sup>	۱۲/۵۹ <sup>b</sup>	۴۴/۷۵	۷۰/۸۸	۵۶۲/۳ <sup>b</sup>	آردی
۱/۸۱۳ <sup>a</sup>	۱۳/۶۲ <sup>ab</sup>	۴۵/۱۳	۷۰/۰۰	۶۱۴/۰ <sup>a</sup>	کرامبل
۱/۹۳۶ <sup>a</sup>	۱۴/۰۸ <sup>a</sup>	۴۴/۸۷	۷۲/۱۳	۶۳۰/۵ <sup>a</sup>	پلت
۰/۰۳۶	۰/۲۹۲	۰/۷۷۷	۱/۲۸۴	۸/۶۷۵	SEM
اندازه ذرات خوراک					
۱/۷۴۱	۱۳/۱۹	۴۵/۲۵	۷۰/۸۳	۵۹۶/۱	ریز
۱/۸۲۲	۱۳/۶۸	۴۴/۵۸	۷۱/۱۷	۶۰۸/۴	درشت
۰/۰۳۰	۰/۲۳۸	۰/۶۳۴	۱/۰۴۹	۷/۰۸۳	SEM
اثر متقابل شکل × اندازه ذرات خوراک					
۱/۵۱۳ <sup>b</sup>	۱۲/۴۲ <sup>b</sup>	۴۴/۲۵	۷۲/۰۰	۵۵۵/۰	آردی ریز
۱/۶۷۸ <sup>b</sup>	۱۲/۷۷ <sup>ab</sup>	۴۴/۷۵	۶۹/۷۵	۵۶۹/۵	آردی درشت
۱/۸۴۷ <sup>b</sup>	۱۳/۴۸ <sup>ab</sup>	۴۵/۰۰	۶۹/۵۰	۶۰۵/۵	کرامبل ریز
۱/۷۷۹ <sup>b</sup>	۱۳/۷۷ <sup>ab</sup>	۴۵/۲۵	۷۰/۵۰	۶۲۲/۵	کرامبل درشت
۱/۸۶۳ <sup>b</sup>	۱۳/۶۷ <sup>ab</sup>	۴۶/۰۰	۷۱/۰۰	۶۲۷/۸	پلت ریز
۲/۰۰۹ <sup>a</sup>	۱۴/۵۰	۴۳/۷۵	۷۳/۲۵	۶۳۳/۲	پلت درشت
۰/۰۵۲	۰/۴۱۳	۱/۰۹۹	۱/۸۱۶	۱۲/۲۶	SEM
P-Values					
۰/۰۰۱	۰/۰۰۶	۰/۹۴۲	۰/۵۱۴	۰/۰۰۱	شکل خوراک
۰/۰۷۱	۰/۱۶۵	۰/۴۶۷	۰/۸۲۵	۰/۲۳۴	اندازه ذرات خوراک
۰/۰۴۹	۰/۷۷۳	۰/۴۷۱	۰/۴۵۷	۰/۸۸۶	شکل خوراک × اندازه ذرات خوراک

<sup>a,b</sup> در هر ستون اعدادی که با حروف غیر مشترک نشان داده شده‌اند، دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشند ( $P < 0.05$ ).

SEM: خطای استاندارد میانگین

خوراک در جیره های پلت و کرامبل نیز حتما در بزرگ تر شدن سنگدان موثر بوده است. البته در گزارش دیگری، اشاره شده که تغذیه پلت، عملکرد سنگدان را کاهش داده و سبب می شود خوراک با سرعت بیشتری از آن عبور می کند و بر توسعه پیش معده و سنگدان تأثیر منفی می گذارد (Amerah و همکاران، 2007)، که با نتایج ما منطبق نیست.

مطابق با نتایج جدول ۳، طول پرز در ناحیه ایلئوم در بلدرچین هایی که از خوراک پلت و کرامبل تغذیه کردند، نسبت به خوراک

در تایید پژوهش حاضر افزایش وزن سنگدان در مصرف خوراک پلت موجب می شود تا پرنده عملکرد گوارش مکانیکی خود را با توجه به ساختار فیزیکی خوراک تنظیم کند (ابراهیمی و همکاران، ۱۳۹۷). افزایش در اندازه سنگدان یک نتیجه منطقی از افزایش فعالیت بیشتر سنگدان به دنبال استفاده از پلت با اندازه ذرات درشت می باشد؛ بطوری که افزایش فعالیت آسیاب کردن سنگدان، اندازه عضلات آن را افزایش می دهد (Coizzo و همکاران، 2011). همچنین باید توجه داشت که افزایش مصرف



ماده خشک و نیتروژن در خوراک آردی و کمترین آن در خوراک پلت مشاهده گردید ( $P < 0/01$ ).

و همچنین خوراک‌های با اندازه ذرات درشت در مقایسه با اندازه ذرات ریز، قابلیت هضم ماده خشک و نیتروژن بیشتری نشان دادند ( $P < 0/05$ ). اثرات متقابل حاکی از آنست که بیشترین درصد قابلیت هضم ماده خشک و نیتروژن در خوراک آردی با اندازه ذرات درشت و کمترین آن در خوراک پلت با اندازه ذرات ریز بوده است ( $P < 0/01$ ).

نتایج مربوط به شکل خوراک با مطالعه Ravindran و همکاران (1999) مغایر است. آنها بیشترین قابلیت هضم ماده خشک و نیتروژن را در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با پلت گزارش کردند. اما قابلیت هضم ماده خشک و نیتروژن در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره‌های آردی نسبت به خوراک پلت در مطالعات Aguzey و همکاران (2018) و Amerah و همکاران (2011) افزایش داشت.

در این آزمایش، خوراک با اندازه ذرات درشت در مقایسه با خوراک ریز، قابلیت هضم ماده خشک و نیتروژن بیشتری را نشان داد. برخلاف نتایج این آزمایش، در یک مطالعه افزایش قابلیت هضم به علت کاهش اندازه ذرات خوراک در جوجه‌های گوشتی گزارش شده است (Aami Azghadi و همکاران، 2014).

آردی، طور معنی‌داری افزایش نشان داد ( $P < 0/01$ ). همچنین طول پرز بر عمق کریپت در پرندگانی که از خوراک پلت در مقایسه با آردی استفاده کردند، به طور معنی‌داری افزایش داشت ( $P < 0/01$ ). اما اندازه ذرات خوراک و اثرات متقابل تأثیری بر مورفولوژی پرزهای روده نداشتند.

مطابق با نتیجه پژوهش حاضر پرزهای بلندتر و کریپت‌های با عمق بیشتر در روده جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با پلت در مقایسه با خوراک آردی نیز توسط Amerah، همکاران (2007) و Diaa، همکاران (2019) مشاهده شد. در خوراک به شکل آردی سطح جذب بیشتر و آنزیم‌های گوارشی عملکرد بهتری را دارند و در نتیجه جذب سریعتر صورت می‌گیرد با این حال در خوراک پلت، پرنده برای جبران، طول پرز ایلیوم و همچنین نسبت طول به عمق کریپت را افزایش داده و سطح جذب بهتری را برای مواد مغذی فراهم می‌سازد. در واقع می‌توان گفت؛ پرنده نمی‌تواند تعداد پرزهای روده را افزایش دهد؛ اما با افزایش ارتفاع پرزها به عنوان یک مکانیسم جبرانی جهت افزایش سطح جذب مواد مغذی عمل می‌کند (Zaefarian و همکاران، 2016).

جدول ۴ نشان دهنده نتایج حاصل از اثرات اصلی شکل و اندازه ذرات خوراک و اثرات متقابل آنها بر قابلیت هضم ماده خشک و پروتئین در بلدرچین ژاپنی در سن ۳۵ روزگی است. بررسی نتایج اصلی در بلدرچین ژاپنی نشان داد که بیشترین درصد قابلیت هضم

جدول ۴\_ تاثیر شکل و اندازه ذرات خوراک بر قابلیت هضم ماده خشک و پروتئین (نیترژن) خوراک در بلدرچین ژاپنی در سن ۳۵ روزگی

گروه‌های آزمایشی	ماده خشک (درصد)	نیترژن (درصد)
شکل خوراک		
آردی	۶۸/۶۰ <sup>a</sup>	۶۸/۱۰ <sup>a</sup>
کرامبل	۶۶/۸۰ <sup>b</sup>	۶۶/۲۰ <sup>b</sup>
پلت	۶۴/۱۰ <sup>c</sup>	۶۳/۹۰ <sup>c</sup>
SEM	۰/۰۰۴	۰/۰۰۳
اندازه ذرات خوراک		
ریز	۶۵/۸۰ <sup>b</sup>	۶۵/۴۰ <sup>b</sup>
درشت	۶۷/۲۰ <sup>a</sup>	۶۶/۷۰ <sup>a</sup>
SEM	۰/۰۰۳	۰/۰۰۲
اثر متقابل شکل × خوراک	اندازه ذرات خوراک	
آردی	ریز	۶۸/۰۰ <sup>ab</sup>
آردی	درشت	۶۹/۲۰ <sup>a</sup>
کرامبل	ریز	۶۶/۳۰ <sup>ab</sup>
کرامبل	درشت	۶۷/۴۰ <sup>ab</sup>
پلت	ریز	۶۳/۰۰ <sup>c</sup>
پلت	درشت	۶۵/۲۰ <sup>bc</sup>
SEM		۰/۰۰۶
P-Values		
شکل خوراک		۰/۰۰۱
اندازه ذرات خوراک		۰/۰۱۲
شکل خوراک × اندازه ذرات خوراک		۰/۱۵۳

<sup>a,d</sup> در هر ستون اعدادی که با حروف غیر مشترک نشان داده شده‌اند، دارای اختلاف معنی داری می‌باشند (P<۰/۰۵).

SEM: خطای استاندارد میانگین.

### نتیجه گیری

اما اثرات متقابل نشان داد خوراک‌های کرامبل با اندازه ذرات درشت با توجه به اضافه وزن بیشتر درمقایسه با خوراک‌های آردی و کارایی بهتر نسبت به خوراک‌های پلت می‌تواند گزینه مناسب-تری در پرورش بلدرچین ژاپنی باشد.

پژوهش پیش رو دلالت بر آن دارد که اندازه ذرات درشت می‌تواند تاثیری مثبت بر روی اضافه وزن داشته باشد که ناشی از صرف انرژی کمتر و وجود مواد مغذی متراکم در اندازه ذرات درشت تر می‌باشد و همچنین می‌توان از خوراک‌های پلت با توجه به اضافه وزن بالاتر ناشی از مصرف بیشتر خوراک استفاده کرد؛

## منابع

- Diaa, E. A., Elwy, A., Mahmoud, A., Khalid, M., Zaib, U. R. (2019) Effect of feed form and dietary protein level on growth performance and carcass characteristics of growing geese, *Poultry Science*. 98(2):761-770,
- Good band, R.D., Tokach, M.D. and Nelssen, J.L. (2002). The effects of diet particle size on animal performance. MF-2050 Feed Manufacturing. Department of Grain Science and Industry, Kansas State University, Manhattan, KS. 6 pp.
- Hetland, H., Svihus, B. and Olaisen, V. (2002). Effect of feeding whole cereals on performance starch digestibility and duodenal particle size distribution in broiler chickens. *British Poultry Science*. 43: 416-423.
- Kaur, S., Manda, A.B., Singh, K.B. and Narayan, R. (2006). Optimizing needs of essential amino acids in diets with or without fishmeal of growing Japanese quails (heavy body weight line). *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 86: 320-327.
- Kilburn, J. and Edwards, H. M. (2001). The response of broilers to the feeding of mash or pelleted diets containing maize of varying particle sizes. *British poultry Science*. 42:484-492.
- Leaver, R. (1988). The pelleting process. Sprout-Bauer Muncy. PA.
- McManus, J.F.A. (1948). Histological and histochemical uses of periodic acid. *Stain Technology*. 23: 99-108.
- Mohammed, H.H., Rehan, I.F., Abou-Elnaga, A. F. and Mohamed, R.A. (2019). Effects of feeder shape on behavioral patterns, performance and egg quality traits of Japanese quail. *Slovenian Veterinary Research*. 56(22):139-148.
- Mohammadi Ghasem Abadi, M. H., Moravej, H., Shivazad, M., Karimi Torshizi, M. A., and Kim, W. K. (2018). Effects of feed form and particle size, and pellet binder on performance, digestive tract parameters, intestinal morphology, and cecal microflora
- ابراهیمی، ا.، دانشیار، م. و نجفی، غ. (۱۳۹۷). اثر اندازه ذرات بر اوزان نسبی قسمت های مختلف دستگاه گوارش بلدرچین ژاپنی تغذیه شده با جیره های بر پایه ذرت گندم. سومین همایش بین المللی پژوهش های کاربردی در علوم کشاورزی، منابع طبیعی محیط زیست در همدان.
- Aami Azghadi, M., Kermanshahi, H. and Golian, A. (2014). The effect of dietary energy and protein levels on growth performance and antibody responses of offspring of laying Japanese quails. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 4(1): 185-190.
- Aguzey, H.A., Gao, Z., Haohao, W. and Guilan, C. (2018). Influence of Feed Form and Particle Size on Gizzard, Intestinal Morphology and Microbiota Composition of Broiler Chicken. *Poultry, Fisheries and Wildlife Sciences*. 6(2):1-6.
- Amerah, A.M., Ravindran, V., Lentle, R.G. and Thomas, D.G. (2007). Feed particle size: Implications on the digestion and performance of poultry. *World's Poultry Science*. 63:439-451.
- Amerah, A.M., Péron, A., Zaefarian, F. and Ravindran, V. (2011). Influence of whole wheat inclusion and a blend of essential oils on the performance, nutrient utilisation, digestive tract development and ileal microbiota profile of broiler chickens. *British Poultry Science*. 52(1):124-132.
- Cerrate, S., Wang, Z., Coto, C., Yan, F. and Waldroup, P. (2008). Effect of peller diameter in broiler prestarter diets on subsequent performance. *International journal of Poultry Science*. 7:1138-1146.
- Corzo, A., Mejia, L., McDaniel, C.D. and Moritz, J.S. (2012). Interactive effects of feed form and dietary lysine on growth responses of commercial broiler chicks. *Journal of Applied Poultry Research*. 21:70-78.

- determination of amino acid digestibility in feed ingredients for poultry. *British poultry Science*. 40:266-274.
- Reece, F.N., Lott, B.D. and Deaton, J.W. (1986). Effects of environmental temperature and corn particle size on response of broilers to pelleted feed. *Poultry Science*. 65: 636-641.
- Short, F.J., Gorten, P., Wiseman, J. and Boorman, N.K. (1996). Determination of titanium dioxide as a practical means of improving nutritional value. *Canadian Journal of Animal Science*. 48:47-55.
- Zaefarian, F., Abdollahi, M.R. and Ravindran, V. (2016). Particle size and feed form in broiler diets: impact on gastrointestinal tract development and gut health. *World's Poultry Science Journal*, 72(2): 277-290.
- populations in broilers. *Poultry science*, 98(3): 1432-1440.
- Naderinejad, S., Zaefarian, F., Abdollahi, M.R., Hassanabadi, A., Kermanshahi, H. and Ravindran, V. (2016). Influence of feed form and particle size on performance, nutrient utilization, and gastrointestinal tract development and morphometry in broiler starters fed maize-based diets. *Animal Feed Science and Technology*. 215: 92-104.
- NRC. (1994). *Nutrient Requirements of Domestic Animals. 1. Nutrient Requirements of Poultry*. National Research Council. National Academy Press. Washington. DC.
- Ravindran, V., Hew, L.I., Ravindran, G. and Bryden, W.L. (1999). A comparison of ileal digesta and excreta analysis for the