



نشریه آموزشی - پژوهشی موسسه تحقیقات علوم دامی کشور

فصلنامه تحقیقات کاربردی در علوم دامی

شماره ۳۷، زمستان ۱۳۹۹

ص: ۵۹~۷۲

اثرات برخی از متغیرهای پلت سازی بر پایداری، سختی پلت و عملکرد جوجه‌های گوشتی

• رضا وکیلی (نویسنده مسئول)

دانشیار گروه علوم دامی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کاشمر، کاشمر، ایران

تاریخ دریافت: دی ۱۳۹۹ تاریخ پذیرش: اسفند ۱۳۹۹

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۵۳۱۶۸۵۱۰

Email: rezavakili2010@yahoo.com

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ aasrj.2021.353642.1219

چکیده:

این آزمایش به منظور تعیین اثرات تغییر در سرعت تولید پلت، دمای کاندیشینگ، اندازه ذرات و افزودن رطوبت بر پایداری و سختی پلت تولیدی و عملکرد جوجه‌های گوشتی در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل انجام شد. تعداد ۹ ترکیب از متغیرهای پلت‌سازی به‌عنوان تیمارهای آزمایشی با استفاده از آرایه‌های متعامد انتخاب شدند. میزان سختی و شاخص پایداری پلت (PDI) برای هر تیمار خوراکی دوره‌های رشدی و پایانی، پس از تولید اندازه‌گیری شد. داده‌های حاصل با استفاده از روش تاگوچی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که سرعت تولید کم پلت (۲۲۰ دور در دقیقه)، دمای بالای کاندیشینگ (۸۵ درجه سانتی‌گراد)، اندازه ذرات نرم و متوسط (۶ و ۶/۵ میلی‌متر) و افزودن رطوبت (۲/۵ درصد) سبب افزایش معنی‌دار شاخص پایداری و سختی پلت شد ($P < 0/05$). در حالی که تغییرات شاخص‌های عملکردی شامل افزایش وزن، ضریب تبدیل غذایی و مصرف خوراک نشان داد که پلت‌های تولید شده در دمای پایین کاندیشینگ و بدون افزودن رطوبت منجر به بهبود وزن بدن و ضریب تبدیل غذایی شدند ($P < 0/05$). نتیجه نهایی این که برای دستیابی به شاخص تولید مناسب جوجه‌های گوشتی در طول دوره پرورشی، پیشنهاد می‌شود تولید خوراک پلت با سرعت تولید ۲۲۰ دور در دقیقه، اندازه ذرات به قطر ۶ میلی‌متر، بدون افزودن رطوبت و با درجه حرارت کاندیشنر ۶۵ درجه سانتی‌گراد انجام شود.

واژه‌های کلیدی: جوجه گوشتی، شاخص پایداری پلت، شاخص سختی، کاندیشینگ، عملکرد

Applied Animal Science Research Journal No 37 pp: 59-72

Effects of some pelleting variables on pellet hardness and durability index and European production efficiency factor of broilersBy: Reza Vakili*¹,

1: Associate Professor of Animal Science Department, Kashmar Branch, Islamic Azad University, Kashmar, Iran

Received: January 2021**Accepted: March 2021**

This experiment was conducted to determine the effects of changes in pellet production rate, conditioning temperature, particle size and moisture content on pellet hardness and durability index and performance of broilers in a completely randomized design with factorial arrangement. Nine combinations of pelletizing variables were selected as experimental treatments using orthogonal arrays. The hardness and Pellet Durability Index (PDI) were measured after the production process for each dietary treatment of growing and finishing periods. The obtained data were analyzed using the Taguchi method. The results of this experiment showed that low pellet production rate (220 cycle /min), high conditioning temperature (85°C), fine and medium particle size (6 and 6.5 mm), and moisture addition (2.5%) significantly increased PDI and hardness ($P < 0.05$). While the changes in the performance indices including weight gain, feed conversion ratio and feed intake showed that pellets produced at low conditioning temperature and without moisture content resulted in improved body weight and feed conversion ratio ($P < 0.05$). Totally, to obtain the optimal growth performance and production efficiency, it is recommended to produce pellet feed, production speed should be 220 rpm, particle size with a diameter of 6 mm, without adding moisture and with a conditioner temperature of 65°C be considered.

Key words: Broiler, Conditioning, Hardness, Pellet durability index, Performance**مقدمه**

و همکاران (۲۰۱۱)، استفاده از دای ضخیم تر (Buchanan و همکاران ۲۰۱۰) افزایش درجه حرارت کانديشنر (Cutlip و همکاران، ۲۰۰۸؛ Lilly و همکاران، ۲۰۱۱)، استفاده از پلت بایندر (Fairchild، ۱۹۹۹)، افزودن رطوبت به میکسردر حین پلت سازی (Hott و همکاران، ۲۰۰۸؛ Buchanan و همکاران، ۲۰۰۹؛ Gehring، ۲۰۰۹؛ Wamsley، ۲۰۱۳)، کاهش اندازه ذرات ذرت (Reece و همکاران، ۱۹۸۶؛ Wondra و همکاران، ۱۹۹۵)، دستکاری فرمول جیره (Buchanan و همکاران، ۲۰۰۹؛ و ۲۰۱۰؛ Briggs، ۱۹۹۹؛ Gehring، ۲۰۱۱). پژوهشگران نشان داد فرمولاسیون، آسیاب کردن و کانديشنینگ به ترتیب بیشترین تأثیر را بر کیفیت پلت دارند (Behnke، ۱۹۹۸). اندازه ذرات خوراک، ۱۵ درصد بر کیفیت پلت موثر

با تأمین نیازهای تغذیه‌ای روزانه جوجه‌های گوشتی، جوجه‌ها نرخ رشد مناسبی خواهند داشت. برای ایجاد نرخ مناسب رشد و استفاده مؤثر مواد مغذی، مصرف مناسب خوراک ضروری است. در سال‌های گذشته با گسترش کارخانه‌های خوراک دام و طیور در کشور، مقدار تولید دان پلت افزایش یافته است؛ اما باید توجه داشت که تغذیه جیره‌های پلت شده به تنهایی و بدون در نظر گرفتن کیفیت آن، برای دستیابی به عملکرد بالاتر پرنده کفایت نمی‌کند، به طوری که تغذیه خوراک‌های پلت شده با کیفیت ضعیف باعث کاهش اثرات مفید استفاده از دان پلت در طیور گوشتی می‌شود (Abdollahi و همکاران، ۲۰۱۳). برای بهبود کیفیت پلت محققین مختلف عواملی را پیشنهاد کردند. کم کردن سرعت تولید پلت (Buchanan و همکاران، ۲۰۱۰؛ Lilly

پلت تولیدی انجام شد. جیره‌های غذایی مطابق پیشنهادها سویه راس ۳۰۸ توسط بسته نرم‌افزاری UFFDA با محتوای انرژی و پروتئین یکسان برای دوره‌های ۱-۱۰، ۱۱-۲۴ و ۲۵-۴۲ روزگی تهیه شد (جدول ۱). داده‌های مورد نیاز این تحقیق از یکی از کارخانجات خوراک دام در استان خراسان رضوی جمع‌آوری شد. آزمایش در قالب طرح آزمایشی فاکتوریل جزئی انجام شد. برای این منظور ۹ ترکیب از متغیرهای پلت‌سازی (سرعت تولید پلت، عملیات کاندیشینگ، کاهش اندازه ذرات) به‌عنوان تیمارهای آزمایشی با استفاده از آرایه‌های متعامد انتخاب شدند (جدول ۲). دمای کاندیشینگ از طریق تنظیم سرعت جریان بخار تغییر داده شد و در خروجی کاندیشنر اندازه‌گیری شد. زمان کاندیشینگ خوراک مش ۳۰ ثانیه بود. رطوبت به‌صورت سرریز به خوراک مش پایه در میکسر (single-screw paddle velocity of Tangential) افزوده شد. سایر متغیرها نظیر سرعت دای (speed) و سرعت غلتک‌ها (rollers)، فاصله بین دای و غلتک‌ها برای همه تیمارها ثابت بود. تمام جیره‌ها با استفاده از یک دستگاه پلت‌ساز بایراملر دو موتوره^۱ مدل ۱۷۸/۵۲۰ ساخت بلغارستان با تولید ۱۰-۱۵ تن در ساعت (تجهیز شده با دای حلقوی با منفذهای ۲۵۰ میلی‌متری و ضخامت ۲ تا ۴ میلی‌متر) پلت شدند. شاخص پایداری پلت (PDI) و سختی پلت به ترتیب با استفاده از آزمون‌کننده هولمن^۲ و یک آنالیزکننده بافت^۳ تعیین شدند. برای اندازه‌گیری شاخص پایداری پلت ۱۰۰ گرم از هر نمونه استفاده شد. نمونه وزن شده به صورت پنوماتیکی وارد یک لوله بسته شد و به مدت ۳۰ ثانیه چرخانیده شد. پس از به دست آمدن وزن خاکه و پلت سالم، شاخص پایداری پلت محاسبه شد. برای اندازه‌گیری سختی پلت از دستگاه کال^۴ استفاده شد، مقدار تحمل فشار یک پلت، با استفاده از نمونه‌های با قطر و طول یکسان پلت به‌دست آمد.

است. بعد از فشردن مواد در دای، پلت باید بدرستی سرد شود (Scheideler، ۱۹۹۱). با وجود سودمندی، روش‌های به‌کار رفته برای بهبود کیفیت پلت نیز می‌تواند اثر منفی بر روی قابلیت دسترسی مواد مغذی داشته باشد؛ به ویژه شرایط حرارت و رطوبت بالا می‌تواند سبب واکنش‌های غیرمطلوب شود که منجر به کاهش قابلیت دسترسی مواد مغذی می‌شود. در مطالعه‌ای مشخص شد، در حالی که کاندیشینگ جیره‌های مش با بخار در ۶۰ درجه سانتی‌گراد، پاسخ رشد را بهبود داد، افزایش دمای کاندیشینگ به بالای ۶۰ درجه سانتی‌گراد اثرات منفی بر استفاده از مواد مغذی و عملکردجوجه‌های گوشتی در دوره آغازین داشت. از طرف دیگر، در جیره‌های پلت شده، کاندیشینگ در ۸۵ درجه سانتی‌گراد کیفیت پلت را بهبود داد و کیفیت بهتر پلت سبب بهبود عملکرد شد (Abdollahi و همکاران، ۲۰۱۳). فاکتورهای متعددی بر مصرف خوراک پرنده تاثیر می‌گذارند. فرم خوراک نیز تاثیر زیادی بر روی مصرف آن دارد. کیفیت پایین پلت با ایجاد خاکه منجر به کاهش مصرف خوراک می‌شود. تحقیقات نشان می‌دهند که افزایش سطح خاکه باعث کاهش وزن زنده و همچنین افزایش ضریب تبدیل مصرفی خوراک می‌شود (Quentin و همکاران، ۲۰۰۴). با توجه به سهم بالای تأثیر نوع و ترکیب جیره بر کیفیت پلت تولیدی، با تغییر در ترکیب جیره و استفاده از اقلام خوراکی با خاصیت باند شونده بیشتر، می‌توان کیفیت پلت تولیدی را بهبود بخشید (Pasha و همکاران، ۲۰۰۷). تحقیق حاضر به منظور تعیین اثرات تغییر در سرعت تولید پلت، دمای کاندیشینگ، اندازه ذرات و افزودن رطوبت به جیره‌های مش بر کیفیت دان پلت تولیدی، عملکرد رشد و شاخص تولید جوجه-های گوشتی انجام شد تا در نهایت با توجه بهترین عملکرد پرورشی، بهترین روش پلت‌سازی توصیه شود.

مواد و روش‌ها

آزمایش کیفیت پلت

این بخش از تحقیق به منظور تعیین اثرات تغییر در سرعت تولید پلت، دمای کاندیشینگ، اندازه ذرات و افزودن رطوبت بر کیفیت

¹ Two-engine Bayermler pellet making machine, model 520/178

² Holmen pellet tester

³ Stable Micro Systems Texture Analyser

⁴ Khal (1331-Haerte-10e, Germany)

جدول ۱- اجزاء و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی

ترکیبات جیره‌های غذایی	۱-۱۰ روزگی	۱۱-۲۴ روزگی	۲۵-۴۲ روزگی
ذرت	۵۴/۹۹	۵۹/۸۳	۶۱/۹۲
کنجاله سویا	۳۸/۶۹	۳۴/۸۲	۳۲/۶۷
روغن سویا	۱/۹۳	۱/۷۵	۲/۱۲
دی کلسیم فسفات	۱/۷۱	۱/۴۳	۱/۳۱
پودر صدف	۱/۳۳	۱/۰۹	۱/۰۶
مکمل ویتامینی- معدنی ^۱	۰/۵	۰/۵	۰/۵
نمک یددار	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
دی-ال- متیونین	۰/۳۴	۰/۲۳	۰/۱۷
ال- لیزین هیدروکلراید	۰/۲۶	۰/۰۹	۰
ترکیبات محاسبه شده			
انرژی متابولیسمی (kcal/kg)	۲۹۰۰	۲۹۵۰	۳۰۰۰
پروتئین خام (%)	۲۲/۱۴	۲۰/۶۲	۱۹/۷۳
چربی خام (%)	۲/۳۹	۲/۵۵	۲/۶۱
اسید لینولئیک (%)	۱/۳۶	۱/۴۵	۱/۴۹
کلسیم (%)	۱/۰۰	۰/۸۴	۰/۷۹
فسفر غیر فیتاته (%)	۰/۴۷	۰/۴۲	۰/۳۹
سدیم (%)	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۱۱
لیزین (%)	۱/۳۷	۱/۱۶	۱/۰۳
متیونین+سیستین (%)	۱/۰۲۸	۰/۸۹	۰/۸۰

^۱ هر کیلوگرم از مکمل ویتامینی-معدنی حاوی مواد ذیل بود: ۴۴۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۸۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D₃، ۳۰۰۰ میلی‌گرم ویتامین E، ۹۶۰ میلی‌گرم ویتامین K₃، ۲۰۰۰ میلی‌گرم ویتامین B₁، ۶۱۲۰ میلی‌گرم تیامین، ۱۲۱۶۰ میلی‌گرم نیاسین، ۸۸۰۰ کلسیم پنتوتنات، ۶۴۰ میلی‌گرم سیانوکوبالامین، ۶۱۲ میلی‌گرم پیریدوکسین، ۲ گرم بیوتین، ۴۴۰ گرم کولین کلراید، ۴۰ گرم آنتی‌اکسیدان ۶۴/۵۲ گرم منگنز، ۱۰۰ گرم آهن، ۳۳/۸ روی، ۸ گرم مس، ۰/۶۴ گرم ید و ۸ میلی‌گرم سلنیوم.

جدول ۲- آرایش ارتوگونال ال ۹ (۳^۴) تاگوچی طرح آزمایشی

D	C	B	A	
درجه حرارت کاندیشنر (سانتی گراد)	رطوبت (درصد)	اندازه ذرات (میلی متر)	سرعت تولید (دور در دقیقه)	ترکیب متغیرهای پلت سازی
۶۵	۰	۶	۲۲۰	۱
۷۵	۲/۵	۶/۵	۲۲۰	۲
۸۵	۵	۷	۲۲۰	۳
۶۵	۰	۶	۳۲۰	۴
۷۵	۲/۵	۶/۵	۳۲۰	۵
۸۵	۵	۷	۳۲۰	۶
۶۵	۰	۶	۴۲۰	۷
۷۵	۲/۵	۶/۵	۴۲۰	۸
۸۵	۵	۷	۴۲۰	۹

مختلف که در آزمایش اول با شرایط مختلف سرعت تولید، اندازه ذرات، رطوبت و درجه حرارت کاندیشننگ تولید شده بودند. در طی دوره آزمایش جوجه به صورت آزاد به آب و غذا دسترسی داشته از برنامه نوری متناوب ۳ ساعت روشنایی و ۱ ساعت تاریکی استفاده شد و برنامه واکسیناسیون و بهداشتی مطابق توصیه شبکه دامپزشکی انجام شد. برای ارزیابی صفات تولیدی از قبیل خوراک مصرفی، افزایش وزن، ضریب تبدیل غذایی در آخر دوره رکوردگیری شد. شاخص تولید براساس فرمول زیر بدست آمد:

(سن کشتار × ضریب تبدیل غذایی) / (درصد ماندگاری × میانگین وزن کشتار) = شاخص تولید اروپایی
داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS، رویه خطی (GLM) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. در صورت معنی دار شدن اختلاف میانگین، از آزمون توکی برای مقایسه میانگین تیمارهای مختلف آزمایش استفاده شد.

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

در این مدل μ میانگین صفت، T_i اثر تیمار آزمایشی و ε_{ij} اثر خطای آزمایشی است.

نتایج

کیفیت پلت

شاخص پایداری پلت

نتایج تجزیه و تحلیل شاخص پایداری پلت (PDI) در خوراک پلت رشد و پایانی در نمودارهای ۱ و ۲ آمده است.

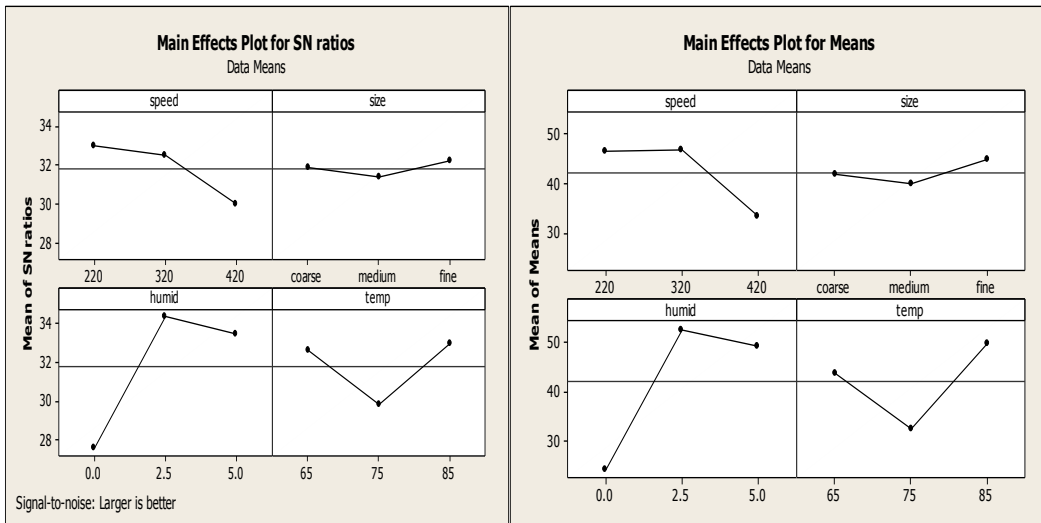
یک آرایه متعامد، قسمتی از طرح فاکتوریل کامل است که مقایسه سطوح هر فاکتور و اثرات متقابل فاکتورها را نشان می‌دهد. ستون‌ها در یک جدول آرایه‌های متعامد، نشان دهنده فاکتورها و ردیف‌ها، نشان دهنده تعداد تیمار است (خدایوندی، ۱۳۸۱). در این آزمایش جهت انتخاب آرایه‌های متعامد و آنالیز داده‌ها از نرم‌افزار آماری Minitab نسخه ۱۶/۱ استفاده شد. بعد از طراحی آزمایش با آرایه‌های متعامد L9 و استخراج داده‌های مورد نظر (سختی و PDI)، با استفاده از روش تاگوچی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و نسبت درستی کارکرد به خطا (S/N) برای فاکتور مورد بررسی و برای بهینه کردن داده‌های آزمایشی استفاده شد. بهینه‌سازی آزمایش تاگوچی، شامل پیدا کردن ترکیب سطوح فاکتورهای مختلف جهت رسیدن به پاسخ بهینه است. با توجه به هدف پژوهش برای بهینه کردن PDI و سختی پلت جیره، بنابراین معادله زیر (هر چه بیشتر بهتر) برای محاسبه نسبت درستی کارکرد به خطا مورد استفاده قرار گرفت (خدایوندی، ۱۳۸۱؛ Roy، ۲۰۱۰).

$$S/N = -10 \log(1/n \sum_{i=0}^n 1/y_i^2)$$

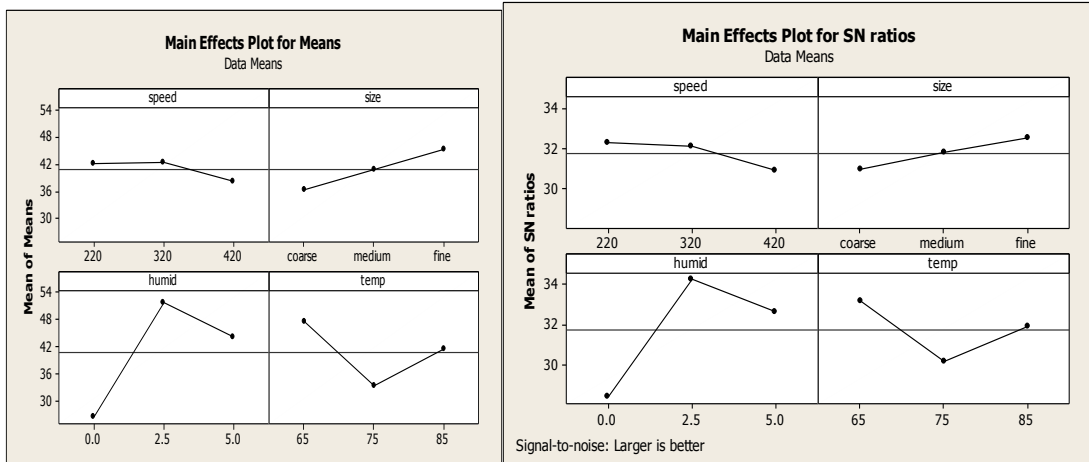
در این معادله y_i مربوط به پارامتر i ام و n تعداد آزمایش است.

آزمایش عملکرد جوجه های گوشتی

در آزمایش مزرعه‌ای از ۳۶۰ قطعه جوجه گوشتی جنس نر سویه راس ۳۰۸ استفاده شد. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۹ تیمار آزمایشی حاوی ۴ تکرار ۱۰ قطعه‌ای از سن ۱۱ الی ۴۲ روزگی انجام شد. جیره‌های آزمایشی مورد استفاده در این پروژه شامل ۹ تیمار



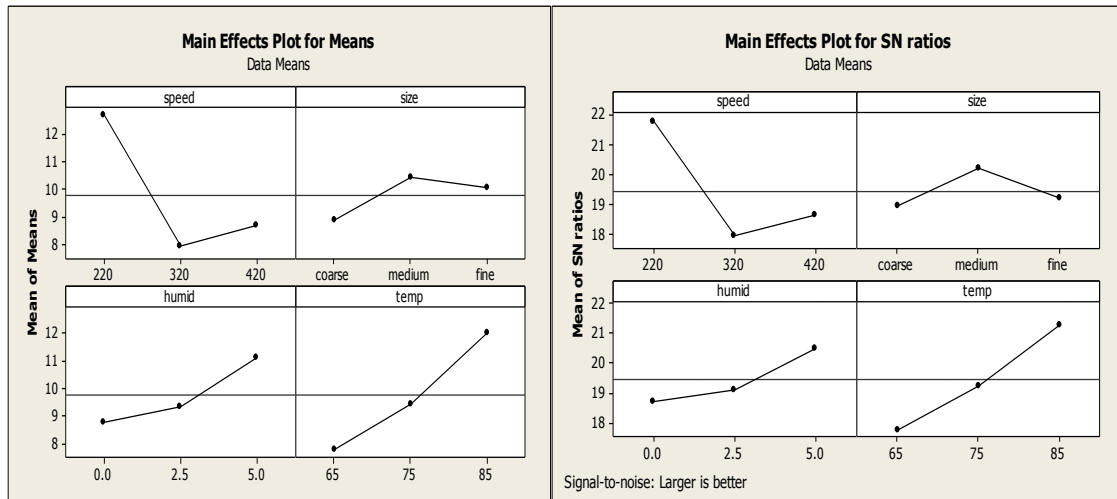
نمودار ۱- میانگین نسبت کارایی به خطا برای بهینه کردن شاخص پایداری پلت میان دان در زمان تولید



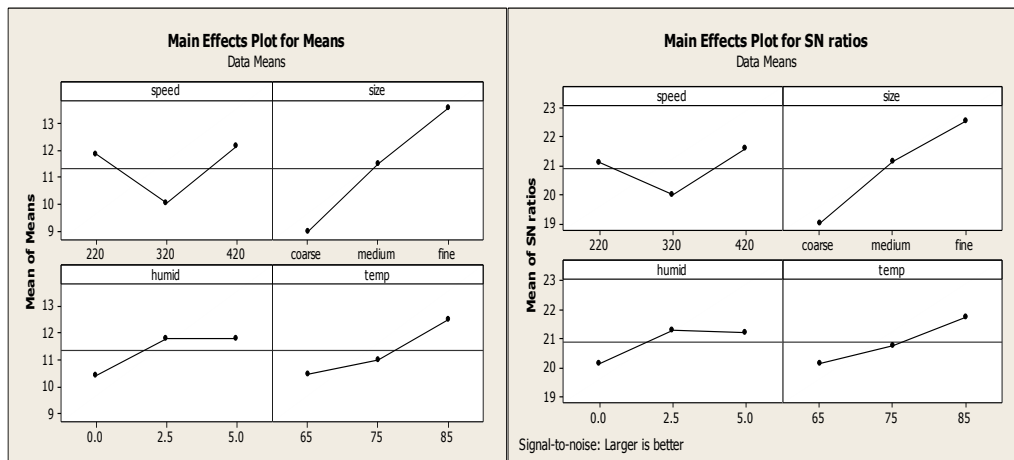
نمودار ۲- میانگین نسبت کارایی به خطا برای بهینه کردن شاخص پایداری پلت میان دان یک هفته پس از تولید

درجه حرارت کاندیشینگ (۸۵ درجه سانتی گراد) برای بهبود شاخص پایداری پلت است. نمودارهای پایداری خوراک پلت میان دان یک هفته پس از تولید هم تقریباً همین روند را نشان می-دهد.

نمودار ۱ و ۲ نشان داد که با کاهش سرعت تولید، ذرات نرم تر، افزودن رطوبت و افزایش درجه حرارت سبب افزایش پایداری پلت میان دان شد. بر طبق روش تاگوجی بهترین ترکیب سطح اول سرعت تولید (۲۲۰ دور در دقیقه سرعت فیدر)، سطح سوم اندازه ذرات (نرم)، سطح دوم افزودن رطوبت (۲/۵ درصد) و سطح سوم



نمودار ۳- میانگین نسبت کارایی به خطا برای بهینه کردن شاخص پایداری پلت پس دان پس از تولید



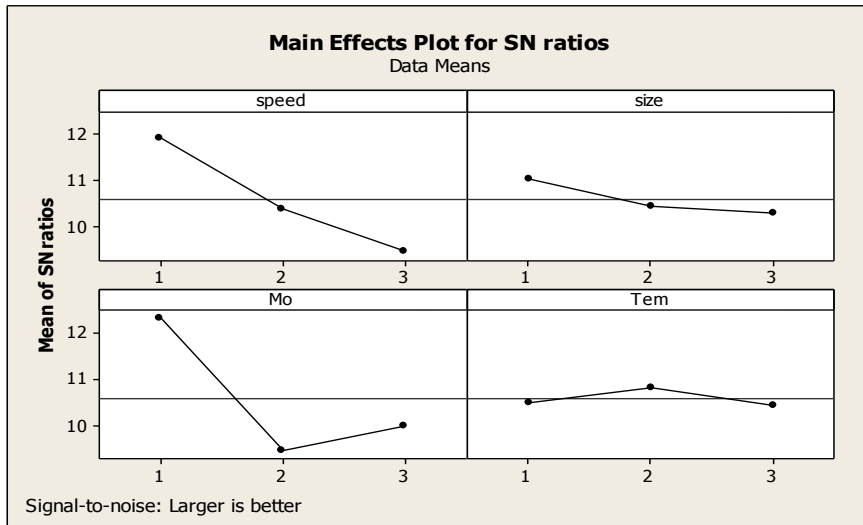
نمودار ۴- میانگین نسبت کارایی به خطا برای بهینه کردن شاخص پایداری پلت پس دان یک هفته پس از تولید

سختی پلت

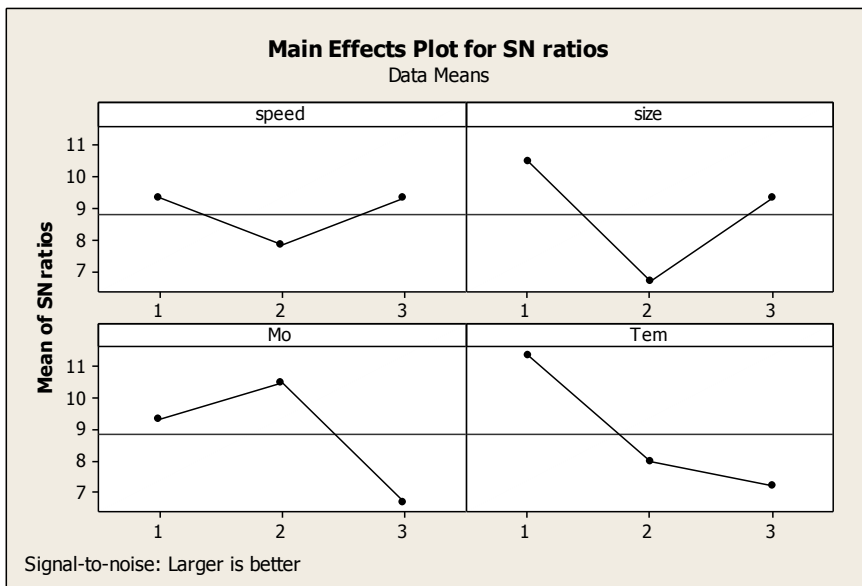
نتایج تجزیه و تحلیل سختی پلت در خوراک پلت میان دان و پس دان در نمودارهای ۵ و ۶ آمده است. همان طور که نمودار ۵ میانگین نسبت کارایی به خطا برای بهینه کردن شاخص سختی پلت میان دان را نشان می دهد، در میان دان، بر طبق روش تاگوشی بهترین ترکیب سطح اول سرعت تولید (۲۲۰ دور در دقیقه سرعت فیدر)، سطح اول اندازه ذرات (نرم)، سطح اول افزودن رطوبت (صفر درصد) و سطح دوم درجه حرارت کاندیشنینگ (۷۵ درجه سانتی گراد) برای بهبود شاخص سختی میان دان است. میانگین نسبت کارایی به خطا برای بهینه کردن شاخص سختی پلت پس دان در نمودار ۶ نشان می دهد که تقریباً همین روند در پس دان هم وجود دارد.

در پس دان پایداری پلت با کاهش سرعت تولید، ذرات متوسط، افزودن رطوبت و افزایش درجه حرارت سبب افزایش پایداری پلت شد. بر طبق روش تاگوشی بهترین ترکیب سطح اول سرعت تولید (۲۲۰ دور در دقیقه سرعت فیدر)، سطح دوم اندازه ذرات (۶/۵ میلی متر)، سطح دوم افزودن رطوبت (۲/۵ درصد) و سطح سوم درجه حرارت کاندیشنینگ (۸۵ درجه سانتی گراد) برای بهبود شاخص پایداری پلت است. نمودارهای پایداری پلت پس دان یک هفته پس از تولید هم تقریباً همین روند را نشان می دهد. فقط بهترین سطح سرعت تولید سوم بود (۴۲۰ دور در دقیقه سرعت فیدر).

Hardness



نمودار ۵- میانگین نسبت کارایی به خطا برای بهینه کردن شاخص سختی پلت میان دان



نمودار ۶- میانگین نسبت کارایی به خطا برای بهینه کردن شاخص سختی پلت پس دان

جدول ۳- عملکرد جوجه‌های گوشتی در دوره آزمایش (۱-۴۲ روزگی)

تیمار ۱	خوراک مصرفی (گرم/جوجه)	افزایش وزن (گرم/جوجه)	ضریب تبدیل خوراک	وزن نهایی دوره (گرم)	شاخص تولید اروپایی
۱	۴۲۵۴/۳۷	۲۲۲۴/۱۱ ^a	۱/۹۱ ^c	۲۴۳۹/۵۷ ^a	۲۶۳/۳۶ ^a
۲	۳۹۴۰/۶۲	۱۹۰۷/۶۱ ^b	۲/۰۶ ^b	۲۱۲۰/۷۳ ^b	۲۴۷/۲۵ ^b
۳	۴۰۵۴/۶۲	۱۸۰۵/۰۹ ^b	۲/۲۴ ^a	۲۰۰۹/۷۱ ^b	۲۲۷/۸۳ ^c
۴	۴۰۲۴	۲۰۰۴/۷۳ ^b	۲/۰۱ ^c	۲۳۱۷/۳۹ ^a	۲۵۵/۳۶ ^{ab}
۵	۴۱۴۲	۱۹۲۴/۲۳ ^b	۲/۱۵ ^a	۲۱۳۹ ^b	۲۴۴/۲۵ ^b
۶	۴۱۰۶/۲۵	۲۰۲۴/۰۹ ^a	۲/۰۳ ^b	۲۲۲۳/۸۷ ^b	۲۵۱/۸۱ ^b
۷	۴۱۷۶/۲۵	۲۱۰۴/۱۱ ^a	۱/۹۸ ^c	۲۳۱۹ ^a	۲۵۴/۱۲ ^{ab}
۸	۴۰۲۴	۱۸۷۵/۷۵ ^b	۲/۱۴ ^a	۲۰۰۹/۷۱ ^b	۲۲۹/۴۵ ^c
۹	۴۱۲۱	۲۰۰۴/۴ ^a	۲/۰۶ ^b	۲۲۱۰/۷۳ ^b	۲۵۴/۲۳ ^{ab}
SEM	۶۸/۱۰	۴۴/۴۹	۰/۰۲۴	۴۷/۷۷	۸/۷۱
P Value	۰/۶۹	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱

^{a-b}: در هر ستون اعداد دارای حروف متفاوت از لحاظ آماری اختلاف معنی دار دارند ($P < 0.05$).

^۱ تیمار یک: سرعت تولید ۲۲۰ دور در دقیقه، ۶ میلی متر اندازه ذرات، بدون افزودن رطوبت، درجه حرارت کانديشني ۶۵ درجه سانتی گراد، تیمار دو: سرعت تولید ۲۲۰ دور در دقیقه، ۶ میلی متر اندازه ذرات، ۵ درصد رطوبت، درجه حرارت کانديشني ۸۵ درجه سانتی گراد، تیمار چهار: سرعت تولید ۳۲۰ دور در دقیقه، ۶ میلی متر اندازه ذرات، بدون افزودن رطوبت، درجه حرارت کانديشني ۶۵ درجه سانتی گراد، تیمار پنج: سرعت تولید ۳۲۰ دور در دقیقه، ۶/۵ میلی متر اندازه ذرات، ۲/۵ درصد رطوبت، درجه حرارت کانديشني ۷۵ درجه سانتی گراد، تیمار شش: سرعت تولید ۳۲۰ دور در دقیقه، ۷ میلی متر اندازه ذرات، ۵ درصد رطوبت، درجه حرارت کانديشني ۸۵ درجه سانتی گراد، تیمار هفت: سرعت تولید ۴۲۰ دور در دقیقه، ۶ میلی متر اندازه ذرات، بدون افزودن رطوبت، درجه حرارت کانديشني ۶۵ درجه سانتی گراد، تیمار هشت: سرعت تولید ۴۲۰ دور در دقیقه، ۶/۵ میلی متر اندازه ذرات، ۲/۵ درصد رطوبت، درجه حرارت کانديشني ۷۵ درجه سانتی گراد، تیمار نه: سرعت تولید ۴۲۰ دور در دقیقه، ۷ میلی متر اندازه ذرات، ۵ درصد رطوبت، درجه حرارت کانديشني ۸۵ درجه سانتی گراد.

عملکرد جوجه گوشتی

به جدول ۳، تیمار ۱ (سرعت تولید ۲۲۰ دور در دقیقه، ۶ میلی متر اندازه ذرات، بدون افزودن رطوبت، درجه حرارت کانديشني ۶۵ درجه سانتی گراد) بهترین شاخص تولید را داشت.

بحث

کیفیت پلت

فاکتورهای متفاوتی شامل فرمول خوراک، شرایط کانديشنيگ و آسیاب کردن بر کیفیت پلت تاثیرگذار هستند. کیفیت پلت به شرط بهبود فرآیند آسیاب کردن و کانديشنيگ می تواند با صرف هزینه اندک به صورت چشمگیری بهبود یابد. یک پلت با کیفیت می تواند از طریق آسیاب کردن مناسب و بهبود شرایط پلت مانند بهینه کردن دمای کانديشنيگ، زمان باقی ماندن در

تغییرات عملکرد تولیدی در طی دوره آزمایش (۱-۴۲ روزگی) در تیمارهای آزمایشی در جداول ذیل آورده شده است. در طی دوره تغییرات فاکتورهای عملکردی افزایش وزن، ضریب تبدیل و مصرف خوراک نشان داد که پلت های تولید شده دردمای پایین کانديشنيگ منجر به عملکرد رشد بهتری شدند. جوجه های گوشتی تغذیه شده با جیره های پلت شده با کانديشنيگ دردمای ۶۵ درجه سانتیگراد (تیمار ۴، ۷ و ۱۰)، افزایش وزن و وزن نهایی بیشتری نسبت به سایر تیمارها به دست آوردند. با توجه به این که هیچ کدام از شاخص های رشد، به تنهایی برای ارزیابی شاخص عملکرد صلاحیت ندارند، شاخص تولید که همه موارد فوق به اضافه تلفات را هم در خود جای داده محاسبه و آنالیز شد. با توجه

چسبیدن افزایش می دهند. به عبارت دیگر قطعات ریز تر و حتی آردی می توانند باعث افزایش کیفیت پلت شوند. برای رسیدن حرارت به مرکز قطعات درشت تر، زمان بیشتری مورد نیاز می باشد. این مساله باید زمان طراحی و مهندسی دستگاه کاندیشتر در نظر گرفته شود تا زمان کافی برای رساندن حرارت به هسته ذرات خوراک موجود باشد. همراه با آسیاب، کاندیشینگ یک فاکتور مهم دیگر در کیفیت پلت می باشد. کاندیشینگ دما، انرژی مکانیکی و شیمیایی را برای تولید پلت فراهم می کند. با استفاده از بخار ساختمان نشاسته تجزیه شده و این امر باعث ژلاتیناسیون و همچنین نرم کردن پروتئین ها و فیبرهای قابل انعطاف می شود. بخار کاندیشینگ جیره های طیور بایستی اشباع باشد که برخلاف بخار مرطوب، عاری از رطوبت است. بخار مرطوب گرما را با بازدهی کمتری منتقل می کند و می تواند باعث توزیع نامناسب رطوبت در خمیر شود که منجر به مسدود کردن و یا لغزیدن از دای می شود. خصوصیات بخار بر پروسه کاندیشینگ تاثیر می گذارد. بخار اشباع می تواند دمای خمیر را به ازای هر ۱ درصد رطوبتی که افزوده می شود ۱۶ درجه سانتی گراد افزایش دهد، در حالی که بخار مرطوب به ازای هر ۱ درصد رطوبتی که اضافه می شود، دمای تخمیر را ۱۳/۵ درجه سانتی گراد افزایش می دهد (Behnke, ۱۹۹۶). علاوه بر این نشان داده شده است که کیفیت پایین بخار می تواند دمای کاندیشتر را در حدود ۶ الی ۱۱ درجه کاهش دهد. بسته به مقدار رطوبتی که اضافه می شود این عامل در پروسه تولید خوراک به عنوان مجرای برای انتقال حرارت به ذرات خوراک در نظر گرفته می شود (Behnke, ۱۹۹۶). مطالعات نشان داده اند که افزودن رطوبت به خوراک تاثیر مثبتی بر فرایند کاندیشینگ دارد. برخی افزودنی های خوراکی نیز می توانند باعث بهبود کیفیت پلت شوند. تکنولوژی های جدید رطوبت و سورفکتانت اجازه اضافه کردن رطوبت را به محفظه می دهند که این رطوبت اضافی می تواند به طور قابل ملاحظه ای کیفیت پلت را افزایش دهد (Quentin و همکاران، ۲۰۰۴). افزایش درجه حرارت و رطوبت دو عامل مهم برای چسباندن اجزا

کاندیشتر، کیفیت بخار و سطح رطوبت ایجاد شود. مدیریت و نگهداری کاندیشتر و پلت زن می تواند استحکام پلت را افزایش دهد (Quentin و همکاران، ۲۰۰۴). اندازه گیری کیفیت پلت در کارخانه و مزرعه نکته کلیدی برای اطمینان از تولید پلت باکیفیت است. بهینه سازی با استفاده از روش تاگوچی شامل پیدا کردن ترکیب سطح عاملی است که پاسخ مطلوب می دهد. در نمودارهای بدست آمده در زمانی که هدف بهینه کردن پارامتر مورد بررسی (سختی و PDI) جهت حداکثر سازی می باشد نسبت درستی کارکرد به خطا هر چه بیشتر باشد بهتر است. نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که سرعت تولید کم پلت، دمای بالای کاندیشینگ، اندازه ذرات نرم و متوسط و افزودن رطوبت سبب افزایش معنی دار شاخص پایداری و سختی پلت شدند. با این وجود فرآیند پلت کردن خوراک به این دلیل انجام می شود که عملکرد رشد دوره و شاخص تولید بهبود یابد، لذا در آزمایش دوم خوراک های پلت شده در آزمایش مزرعه ای مورد آزمون قرار گرفته و بهترین روش پلت سازی براساس بهترین عملکرد (شاخص تولید) تعیین شد. نتایج تحقیقات پیشین نیز نشان داد کم کردن سرعت تولید پلت (Buchanan و همکاران، ۲۰۱۰؛ Lilly و همکاران، ۲۰۱۱)، افزایش درجه حرارت کاندیشتر (Cutlip و همکاران، ۲۰۰۸؛ Lilly و همکاران، ۲۰۱۱)، کاهش اندازه ذرات (Reece و همکاران، ۱۹۸۶؛ Wondra و همکاران، ۱۹۹۵) و افزودن رطوبت به میکسر در حین پلت سازی (Hott و همکاران، ۲۰۰۸)، سبب بهبود کیفیت پلت می شود.

ذرات کوچکتر سطح تماس و اتصال بیشتری بین اجزا خوراک ایجاد کرده و منجر به نفوذ سریع تر گرما و رطوبت به داخل اجزا و افزایش اتصال اجزا و بهبود پلت تولیدی می شود (Abdollahi و همکاران، ۲۰۱۳). دلایل متفاوتی برای آسیاب کردن مواد خام وجود دارد. آسیاب کردن باعث افزایش یکنواختی مخلوط کردن، افزایش جذب بخار و افزایش قابلیت هضم مواد خوراکی می شود. ریز کردن قطعات درشت به استحکام پلت کمک می کند زیرا قطعات درشت می توانند استحکام پلت را کاهش دهند. آسیاب کردن همچنین سطح تماس مواد خوراکی را برای

تکرار آزمایش اول بود در آسیا و با استفاده از جیره ای بر پایه ذرت انجام شد. تیمارهای آزمایشی و نتایج مشابه آزمایش قبلی بود. در گروه اول ۴/۵ درصد و در گروه دوم ۱۹ درصد کاهش وزن زنده بدن مشاهده شد. ضریب تبدیل غذایی نیز در گروه اول مقدار ۶/۱ درصد و در گروه دوم ۲/۲ درصد افزایش یافت. نتایج دو آزمایش نشان دادند که خاکه موجود در خوراک می تواند باعث کاهش وزن تا سقف ۲۰ درصد و افزایش ضریب تبدیل تا ۷ درصد شود (Avaitech, 2007).

عملکرد جوجه گوشتی

افزایش وزن، ضریب تبدیل غذایی و مصرف خوراک در جوجه های تغذیه شده با پلت های تولید شده بدون افزودن رطوبت، دارای ذرات با اندازه ۶ میلی متر و درجه حرارت کاندیشنگ ۶۵ درجه سانتی گراد (تیمار ۱، ۷) نسبت به سایر تیمارها بهبود یافت. در پژوهشی دیگر افزودن رطوبت به میکسر در حین پلت سازی سبب بهبود کیفیت پلت شد ولی زمانی منجر به بهبود عملکرد شد که یک افزودنی ممانعت کننده رشد قارچ هم در حین پلت سازی استفاده شد (Hott و همکاران، ۲۰۰۸). در پژوهش حاضر، جیره های پلت شده با کاندیشنگ در دمای ۶۵ درجه سانتی گراد (تیمار ۱، ۷)، افزایش وزن و وزن نهایی بیشتری نسبت به سایر تیمارها بدست آوردند. در آزمایش مشابهی هشت جیره مرغ گوشتی با استفاده از ۲ درجه حرارت کاندیشنگ (۶۵ و ۸۵ درجه سانتی گراد) و ۴ زمان نگهداری پلت در کاندیشنگ (۳، ۹، ۱۴ و ۲۰ ثانیه) تولید شد. تأثیر تیمارهای غذایی بر کیفیت فیزیکی پلت (درصد پلت سالم، سختی پلت، شاخص پایداری پلت و فعالیت آب)، عملکرد رشد (یک تا ۲۱ و یک تا ۴۲ روزگی)، قابلیت هضم ایلئومی ماده خشک، پروتئین خام، نشاسته و انرژی قابل هضم در روده مورد بررسی قرار گرفت. کاندیشنگ در دمای ۸۵ درجه سانتی گراد با زمان ماندگاری بیشتر کیفیت فیزیکی پلت را بهبود بخشید، اما هضم ایلئومی و عملکرد رشد جوجه های گوشتی را کاهش داد. با این حال، کاندیشنگ در دمای ۶۵ درجه سانتی گراد با زمان احتباس کوتاهتر از ۱۴ ثانیه، سبب افزایش قابلیت هضم ایلئومی، انرژی

خوراکی و کیفیت پلت هستند و سبب بهبود سختی (Spring و همکاران، ۱۹۹۶) و افزایش پایداری پلت می شوند (Cutlip و همکاران، ۲۰۰۸).

علاوه بر آسیاب کردن و کاندیشنگ پروسه پلت کردن نیز بر کیفیت پلت تأثیرگذار می باشد. خمیر باید به درستی وارد دستگاه پلت زن شود مشروط بر اینکه این را بدانیم که در این مرحله خوراک بایستی شکل بگیرد. در این مرحله نباید با توجه به دمایی که توسط اصطکاک با دای ایجاد می شود، خوراک پخته شود. اصطکاک اضافی در دای می تواند باعث ایجاد پلت شکننده شود. نکته دیگر آنکه کاندیشنگ در کاندیشنگ از نظر اقتصادی با صرفه تر از دستگاه پلت زن است. فرمولاسیون نیز تأثیر زیادی بر پروسه تولید پلت دارند. اجزای مختلف قابلیت پلت شدن متفاوتی دارند و نیاز به سطوح متفاوت کاندیشنگ برای رسیدن به سطح بهینه ژلاتیناسیون دارند (Quentin و همکاران، ۲۰۰۴). کیفیت پایین پلت با ایجاد خاکه منجر به کاهش مصرف خوراک می شود. تحقیقات نشان داده که افزایش سطح خاکه به بیش از ۵۰ درصد باعث کاهش وزن زنده و همچنین افزایش ضریب تبدیل مصرفی خوراک می شود. بیشتر گله های تجاری گوشتی از خوراک پلت برای تغذیه استفاده می کنند. برای بهینه کردن رشد باید مقدار خاکه موجود در پلت را به حداقل مقدار ممکن رسانید. این مساله مهم است که عملکرد گله طیور را در برابر مقدار خاکه بدانیم به این منظور کمپانی آویازن^۵ دو آزمایش مشابه را در اروپا و آسیا انجام داد. در آزمایش نخست تأثیر سطوح مختلف خاکه در خوراک را تا سن ۳۱ روزگی در اروپا مورد بررسی قرار گرفت. در گروه شاهد جوجه ها دان با کیفیت خوب (جیره آغازین به صورت کرامبل و جیره رشد به صورت پلت) را دریافت نمودند. در گروه یک ۵۰ درصد خاکه با کرامبل و پلت مخلوط و در گروه دوم ۱۰۰ درصد خاکه در اختیار پرندگان قرار گرفت. نتایج حاصل از آزمایش نشان داد که در گروه یک وزن زنده به میزان ۷ درصد و در گروه دو وزن زنده به میزان ۲۰ درصد در مقایسه با گروه شاهد کاهش یافت. آزمایش دوم که در حقیقت

تولید کم و اندازه ذرات نرم و متوسط با افزودن ۲/۵ درصد رطوبت به جیره مش در دماهای بالای کاندیشینگ (۸۵ درجه سانتی گراد)، امکان تولید پلت‌های با کیفیت بالا (شاخص پایداری و سختی بیشتر) وجود دارد؛ اما شاخص تولید جوجه‌هایی که با جیره‌های کاندیشن شده در ۶۵ درجه سانتی گراد تغذیه شدند، بهترین بود. لذا پلت سازی خوراک با سرعت تولید ۲۲۰ دور در دقیقه، اندازه ذرات ۶ میلی متر، درجه حرارت ۶۵ درجه سانتی-گراد برای کاندیشن بدون افزودن رطوبته عنوان بهینه‌ترین روش پیشنهاد می‌شود.

منابع

خدایوندی، ع. (۱۳۸۱). مهندسی کیفیت با استفاده از طراحی اثرزدا. فادکه، مدهاواس، چاپ اول، دانشگاه بوعلی سینا، همدان. ص. ۲۶۵-۲۶۶.

Abdollahi, M.R. Ravindran, V. and

Svihus, B. (2013). Pelleting of broiler diets: An overview with emphasis on pellet quality and nutritional value. *Animal Feed Science and Technology*. 179 (1) 1-23.

Behnke, K.C. (1996). Feed manufacturing technology. current issues and challenges. *Animal Feed Science and Technology*. 62: 49-57.

Behnke, K.C. (1998). Why pellet? In: *Proceedings Kansas State University/ American Feed Industry Assoc. pellet Conference, Manhattan, KS*. P. 236-241.

Briggs, J.L. Maier, D.E. Watkins, B.A. and Behnke, K.C. (1999). Effect of ingredients and processing parameters on pellet quality. *Poultry Science*. 8. 1464-1471.

Buchanan, N.P. and Moritz, J.S. (2010). The effects of altering diet formulation and manufacturing technique on pellet quality. *The Journal of Applied Poultry Research*. 19. 112-120.

قابل هضم و عملکرد رشد شد (Omar و همکاران، ۲۰۲۰). شرایط حرارت و رطوبت بالا می‌تواند منجر به کاهش قابلیت دسترسی مواد مغذی می‌شود. دریک آزمایش در حالی که کاندیشینگ با بخار جیره‌های مش در ۶۵ درجه سانتی گراد، پاسخ رشد را بهبود داد، افزایش دمای کاندیشینگ به بالای ۶۵ درجه سانتیگراد اثرات منفی بر فراهمی مواد مغذی و عملکرد جوجه‌های گوشتی در دوره آغازین داشت. از طرف دیگر، کاندیشینگ در ۸۵ درجه سانتیگراد کیفیت پلت را بهبود داد، ولی با کاهش عملکرد جوجه‌ها همراه بود (Behnke, ۱۹۹۸). بر اساس این نتایج، محققین راه‌های ممکن برای حفظ هم‌زمان فراهمی بالای مواد مغذی و کیفیت پلت قابل قبول با استفاده از دماهای بالای کاندیشینگ را بررسی نمودند. این مطلب نشان می‌دهد که تغذیه جیره‌های پلت شده به خودی خود برای اطمینان از عملکرد مطلوب جوجه‌های گوشتی کافی نیست، قابلیت دسترسی مواد مغذی پلت هم باید مورد توجه قرار گیرد؛ ضمن اینکه کیفیت پلت و شکل خوراک تاثیر معنی داری بر مصرف خوراک و نرخ رشد داشته و کیفیت ضعیف پلت موجب کاهش مصرف خوراک می‌شود (Abdollahi و همکاران، ۲۰۱۳). در آزمایش حاضر، متغیرهای مختلف از جمله (دما، رطوبت، اندازه ذرات و سرعت تولید) پلت سازی به منظور رسیدن به پایداری و استحکام مناسب پلت بررسی و با مصرف پلت‌های تولیدی، شاخص تولید و عملکرد رشد که هدف نهایی تولید کننده است، تعیین شد. بالاترین شاخص تولید و عملکرد پرورشی در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره‌های کاندیشن شده در درجه حرارت ۶۵ درجه سانتی گراد، بدون افزودن رطوبت، با اندازه ذرات ۶ میلی متر و سرعت تولید ۲۲۰ دور در دقیقه، به دست آمد و احتمالاً اینم روش، بهینه‌ترین روش پلت‌سازی برای دستیابی به عملکرد رشد و شاخص تولید در شرایط این آزمایش و قابل توصیه به کارخانجات تهیه خوراک پلت است.

توصیه ترویجی

فرآیند پلت کردن خوراک به منظور بهبود عملکرد رشد و شاخص تولید می‌باشد. نتایج تحقیق حاضر نشان داد با سرعت

- Buchanan, N.P. and Moritz J.S. (2010). The effects of diet formulation, manufacturing technique, and antibiotic inclusion on broiler performance and intestinal morphology. *The Journal of Applied Poultry Research*. 19.121-131.
- Buchanan, N.P. and Moritz, J.S. (2009). Main effects and interactions of varying formulation protein, fiber, and moisture on feed manufacture and pellet quality. *The Journal of Applied Poultry Research*. 18.274-283.
- Cutlip, S. E. Hott, J. M. Buchanan, N.P. Rack, A.L. Latshaw, J.D. and Moritz, J.S. (2008). The effect of steam conditioning practices on pellet quality and growing broiler nutritional value. *The Journal of Applied Poultry Research*. 17.241-69.
- Fairchild, F. and Greer D. (1999). Pelleting with precise mixer moisture control. *Feed International*. 20(8).32-36.
- Gehring, C.K. Jaczynski, J. and Moritz, J.S. (2009). Improvement of pellet quality with proteins recovered from whole fish using isoelectric solubilization-precipitation. *The Journal of Applied Poultry Research*. 18: 418-431.
- Hetland, H. and Choct. M. (2003). Role of insoluble non-starch polysaccharides in poultry nutrition. *Worlds Poultry Science Association Proceedings*, Lillehammer, Norway. P.201-206
- Hott, J.M. Buchanan, N.P. Cutlip, S.E. and Moritz, J.S. (2008). The Effect of Moisture Addition with a Mold Inhibitor on Pellet Quality, Feed Manufacture, and Broiler Performance. *The Journal of Applied Poultry Research*. 17.262-271.
- Kenny, M. Rollins, D. (2007). Feed physical quality. http://eu.aviagen.com/assets/Tech_Center/Broiler_Breeder_Tech_Articles/English/AviaTech_FeedPhysical_Oct0.pdf.
- Lilly, K.G.S. Gehring, C.K. Beaman, K.R. and Moritz, J.S. (2011). Examining the relationship between pellet quality, broiler performance, and bird sex. *The Journal of Applied Poultry Research*. 20.231-239.
- Omar, R. Dos, F. Santos, L. Bassi, S. Vinicius, B. Schramm, G. Dahlke, R. Everton, L. and Alex Maiork, L. (2020). Effect of conditioning temperature and retention time on pellet quality, ileal digestibility, and growth performance of broiler chickens. *Livestock Science*. 240. 104-110.
- Quentin, M. Bouvarel, I. and Picard, M. (2004). Short- and long-term effects of feed form on fast- and slow-growing broilers. *Journal of Applied Poultry Research*. 13.540-548.
- 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*. 65.636-41.
- Roy, R. (2010). A primer on the Taguchi method. *Society Manufacturing Engineers books*. P.300.
- Pasha, T.N. Farooq, M.U. Khattak, F.M. Jabbar, M.A. and Khan, A.D. (2007). Effectiveness of sodium bentonite and two commercial products as aflatoxin absorbents in diets for broiler chickens. *Animal Feed Science and Technology*. 132.103-110.
- Scheideler, S. E. (1991). Is pelleting cost effective? *Feed Management*. 46(1).21-26.
- Spring, P. Newman, K.E. Wenk, C. Messikommer, R. and Vukic Vranjes, M. (1996). Effect of pelleting temperature on the activity of different enzymes. *Poultry Science*. 75:357-361.
- Svihus, B. Uhlen, A. and Harstad. O. (2005). Effect of starch granule structure, associated components and processing on nutritive value of cereal starch. A review. *Animal Feed Science and Technology*. 122(3-4).303-320.
- Wamsley, K. G. S. and Moritz, J.S. (2013). Resolving poor pellet quality and maintaining amino acid digestibility in commercial turkey diet feed manufacture. *Journal of Applied Poultry Research*. 22(3).439-446.

Wondra, K.J. Hancock, J.D. Behnke, K.C.
Hines, R. H and Stark, C.R. (1995). Effects of
particle size and pelleting on growth

performance, nutrient digestibility, and
stomach morphology in finishing pigs. Journal
of Animal Science. 73: 757-63.