



## Original Research Paper

## Investigation the effect of different processes on production line energy consumption, quality and hygienic parameters of broiler chicken pellet

Samaneh Babouyeh <sup>1</sup>, Hossin Reza Shahbazi <sup>1\*</sup>, Soudabeh Moradi <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Kermanshah Branch, Islamic Azad University, Kermanshah, Iran

<sup>1</sup>Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Razi University, Kermanshah, Iran

### Key Words

Broiler  
Pellet  
Processing  
Expander  
Conditioner

### Abstract

**Introduction:** The purpose of this experiment was to investigate the effect of different processes on production line energy consumption, quality and hygienic parameters of broiler chicken pellet.

**Materials & Methods:** This experiment was performed in 40 treatments and each treatment included 5 replications in the form of a factorial experimental design (2×2×2×5), To evaluate the effect of two sizes of feed particles with different geometric mean diameters (500 and 1000 μm), two types of heating temperatures (80 and 85 °C), two different conditioning times (40 and 120 seconds) and 5 types of processing (vertical conditioner, vertical conditioner+expander, expander, horizontal conditioner and horizontal conditioner+expander) were performed.

**Result:** According to the results, the lowest energy consumption at different times and temperatures used in the experiment was related to processing with horizontal conditioner + expander, expander and vertical conditioner + expander, respectively (P<0.0001). Diet processing with vertical conditioner had the highest quality (P<0.0001). Also, processing with conditioner alone or with an expander could reduce the microbial load of the diet (P<0.0001).

**Conclusion:** In general, the results showed that pellet grain processing increases its quality and durability and is effective in reducing the microbial load of the diet.

\* Corresponding Author's email: [hoshahbazi39@gmail.com](mailto:hoshahbazi39@gmail.com)

Received: 22 April 2020; Reviewed: 10 June 2020; Revised: 28 August 2020; Accepted: 4 October 2020

(DOI): 10.22034/aej.2020.136489

## مقاله پژوهشی

## بررسی اثر فرآوری‌های مختلف بر مصرف انرژی خط تولید، پارامترهای کیفی و بهداشتی دان پلت جوجه‌های گوشتی

سمانه بابویه<sup>۱</sup>، حسین رضاشهبازی<sup>۱\*</sup> و سودابه مرادی<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، واحد کرمانشاه، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمانشاه، ایران  
<sup>۲</sup> گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

## چکیده

## کلمات کلیدی

جوجه گوشتی  
 پلت  
 فرآوری  
 اکسپندر  
 کاندیشنر

**مقدمه:** هدف از اجرای آزمایش حاضر بررسی اثر فرآوری‌های مختلف بر مصرف انرژی خط تولید، پارامترهای کیفی و بهداشتی دان پلت جوجه‌های گوشتی بود.

**مواد و روش‌ها:** این آزمایش در ۴۰ تیمار و هر تیمار شامل ۵ تکرار در قالب یک طرح آزمایشی فاکتوریل (۲×۲×۲×۲)، برای ارزیابی اثر دو اندازه ذرات خوراک با میانگین قطر هندسی مختلف (۵۰۰ و ۱۰۰۰ میکرومتر)، دو نوع دمای کاندیشنینگ (۸۰ و ۸۵ درجه سلسیوس)، دو زمان مختلف کاندیشنینگ (۴۰ و ۱۲۰ ثانیه) و ۵ نوع فرآوری (کاندیشنر عمودی، کاندیشنر عمودی + اکسپندر، اکسپندر، کاندیشنر افقی و کاندیشنر افقی + اکسپندر) انجام شد.

**نتایج:** طبق نتایج کمترین مصرف انرژی در زمان‌ها و دماهای مختلف به کار گرفته در آزمایش، به ترتیب مربوط به فرآوری با کاندیشنر افقی + اکسپندر، اکسپندر و کاندیشنر عمودی + اکسپندر بود ( $P < 0/0001$ ). فرآوری جیره با کاندیشنر عمودی بالاترین کیفیت را داشت ( $P < 0/0001$ ). هم‌چنین فرآوری با کاندیشنر به تنهایی و یا به همراه اکسپندر توانست بار میکروبی جیره را کاهش دهد ( $P < 0/0001$ ).

**نتیجه‌گیری و بحث:** به‌طور کلی نتایج نشان داد که فرآوری دان پلت کیفیت و ماندگاری آن را بیش‌تر کرده و بر کاهش بار میکروبی جیره موثر می‌باشد.

\* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: hoshahbazi39@gmail.com

تاریخ دریافت: ۳ اردیبهشت ۱۳۹۹؛ تاریخ داوری: ۲۱ خرداد ۱۳۹۹؛ تاریخ اصلاح: ۷ شهریور ۱۳۹۹؛ تاریخ پذیرش: ۱۳ مهر ۱۳۹۹  
 (DOI): 10.22034/aej.2021.136489

## مقدمه

دلیل مقاوم شدن آن در مقابل آنزیم‌های هضم، افزایش ویسکوزیته به دلیل حلالیت پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته و کاهش ویتامین‌های حساس به حرارت از جمله اثرات منفی دمای بالای کاندیشنینگ هستند. با این حال، استفاده از درجه حرارت بالا در کاندیشنینگ جهت بهبود کیفیت فیزیکی پلت، به‌طور منفی قابلیت هضم مواد مغذی را تحت تاثیر قرار می‌دهد (Poorghasemi و همکاران، ۲۰۱۳؛ Loar و همکاران، ۲۰۱۴). از طرف دیگر عامل مهمی که در افزایش وزن طیور با مصرف جیره پلت موثر می‌باشد تغییرات شیمیایی است که در نتیجه حرارت دادن و فشار در طی فرآیند تولید ایجاد می‌شود (Gholami و همکاران، ۲۰۱۷). هم‌چنین محققین در مطالعه‌ای گزارش نمودند که حرارت دادن در حین پلت نمودن خوراک سبب شکسته شدن باندهای سولفیدی در پروتئین شده و باعث افزایش تاثیر آنزیم‌های هضمی می‌شود (Dhanalakshmi و Nagalakshmi، ۲۰۱۳؛ Poorghasemi و همکاران، ۲۰۱۵). با توجه به مطالب ذکر شده آزمایش حاضر جهت بررسی اثر نوع فرآوری، اندازه ذرات، دما و زمان کاندیشنینگ بر راندمان مصرف انرژی و پارامترهای کیفی و بهداشتی دان پلت مورد مطالعه قرار گرفت.

## مواد و روش‌ها

این آزمایش در ۴۰ تیمار و هر تیمار شامل ۵ تکرار در قالب یک طرح آزمایشی فاکتوریل (۲×۲×۲) برای ارزیابی اثر دو اندازه ذرات خوراک با میانگین قطر هندسی مختلف (۵۰۰ میکرومتر و ۱۰۰۰)، دو نوع دمای کاندیشنینگ (۸۰ و ۸۵ درجه سلسیوس)، دو زمان مختلف کاندیشنینگ (۴۰ و ۱۲۰ ثانیه) و ۵ نوع فرآوری (کاندیشنر عمودی، کاندیشنر عمودی+اکسپندر، اکسپندر، کاندیشنر افقی و کاندیشنر افقی+اکسپندر) در کارخانه خوراک دام و طیور کرمانشاه دانه واقع در ماهیدشت کرمانشاه در تاریخ ۱۳۹۸/۰۱/۰۱ انجام شد. برای این منظور یک جیره بر پایه ذرت و سویا برای فاز میاندان بر اساس استانداردهای توصیه شده موجود در کاتالوگ راس ۳۰۸ (Aviagen، ۲۰۱۴) برای برآورد احتیاجات ضروری جوجه‌های گوشتی تنظیم شد (جدول ۱). ذرت و سویای جیره‌های آزمایشی با استفاده از آسیاب چکشی مدل ۶۶۰-۸۰۰ Amandus Kahl با الکتروموتور ۳۰۰۰ rpm-۱۳۲۲ کیلووات و نصب توری ۳ میکرومتر، برای تهیه تهیه اندازه ذرات با میانگین قطر ۵۰۰ میکرومتر آسیاب شدند. اما برای تهیه اندازه ذرات با میانگین قطر ۱۰۰۰ میکرومتر، آسیاب چکشی مدل ۸۸۰-۸۰۰ Amandus Kahl با الکتروموتور ۱۵۰۰ rpm-۱۶۰ کیلووات و توری ۶ میکرومتر مورد استفاده قرار گرفت. بعد از آسیاب کردن و ذخیره آن در سیلو، اقلام مورد نیاز (ذرت، سویا، پرمیکس‌های معدنی و ویتامینه و...) مطابق فرمولاسیون هر محصول براساس درصد

در صنعت طیور، خوراک بزرگ‌ترین هزینه در تولید جوجه‌های گوشتی را دارا می‌باشد که حدود ۶۰ تا ۷۰ درصد کل هزینه تولید را شامل می‌شود (Poorghasemi و همکاران، ۲۰۱۷). هزینه مواد تشکیل دهنده یک سهم اصلی از هزینه خوراک است اما به‌طور مشخص فرآوری خوراک، هزینه خوراک را افزایش می‌دهد. در هر صورت فرآوری خوراک یک فرصت برای بهبود عملکرد جوجه‌های گوشتی را فراهم می‌کند (Iwe و همکاران، ۲۰۰۴). تکنولوژی فرآوری خوراک جوجه گوشتی شامل یک محدوده وسیعی از تیمارهای حرارتی، اکستروژن، اکسپندینگ، کاندیشنینگ و پلت کردن است. هرچند که خوب آسیاب کردن به‌عنوان یک کلید برای دستیابی به مصرف غذای مناسب در سیستم گوارشی پرنده محسوب می‌شود اما تحقیقات زیادی وجود دارد که اهمیت ذرات درشت را در جیره جوجه‌های گوشتی نشان می‌دهد (Shah و Rehman، ۲۰۰۵). پلت کردن یکی از مقرون به‌صرفه‌ترین فرآیندها در روش فرآوری حرارتی است که به‌طور گسترده استفاده می‌شود. هدف اصلی از پلت کردن، به هم پیوستن اجزاء کوچک‌تر خوراک با استفاده از فشار مکانیکی، رطوبت و گرما است (Froetschner، ۲۰۰۶). از مزایای پلت کردن می‌توان به کاهش هدر روی خوراک، بالاتر بودن حجم دانسیته مواد غذایی، غیر انتخابی بودن خوراک، کاهش صرف زمان و انرژی برای خوردن، کاهش توزیع پذیری ترکیبات، حذف پاتوژن‌های منتقل شده از خوراک، بهبود خوشخوراکی جیره و غیرفعال کردن ممانعت‌کننده‌های آنزیم نام برد (Shabani و همکاران، ۲۰۱۵). یک مرحله اصلی در فرآیند پلت کردن، کاندیشنینگ مواد آردی قبل از پلت کردن است که معمولاً به‌وسیله اضافه کردن بخار به مواد آردی انجام می‌شود تا به پلت پرس برسد (Skoch و همکاران، ۱۹۸۱). درجه حرارت کاندیشنر در سراسر جهان به‌طور کلی بین ۸۰ تا ۹۰ درجه سلسیوس تنظیم می‌شود. نیاز به رسیدن به کیفیت بالای پلت و کاهش سطوح بالقوه پاتوژن منتقله از خوراک مانند سالمونلا و کامپیلوباکتر برای ایمنی غذا، منجر به استفاده از درجه حرارت نسبتاً بالای کاندیشنینگ در طی فرآیند پلت کردن گردیده است، عملی که ممکن است برای در دسترس بودن مواد مغذی سودمند نباشد. تاثیر واقعی دمای کاندیشنینگ بر قابلیت دسترسی مواد مغذی جیره‌های پلت شده قبلاً با توجه به اثرات ترکیبی دمای کاندیشنینگ و شکل غذا به‌وضوح مشخص نشده است و یا با توجه به تمرکز بر کیفیت فیزیکی پلت، ایمنی خوراک نادیده گرفته شده است. اگر دمای مناسب در طی کاندیشنینگ بخار استفاده نشده باشد، ممکن است پلت کردن منجر به ضعف عملکرد جوجه گوشتی شود (Abdollahi و همکاران، ۲۰۱۱). کاهش لیزین و آرژنین به‌خاطر واکنش ایجاد شدن واکنش میلارد، از بین رفتن نشاسته به

کنترل وزن هر یک از اقلام فرمولاسیون توسط scale به صورت تغییر دور الکتروموتور مارپیچ‌های انتقال‌دهنده مواد جهت دقت بالا در وزن‌کشی انجام شد. اقلام جیره بعد از وزن‌کشی وارد میکسر (Twin screw mixer 4000 litter) ریونی شدند. میکس توسط دو الکتروموتور ۷/۵ کیلووات و با ساختار دو ریون در خلاف جهت هم در مدت زمان ۳۰ ثانیه انجام گرفت. سپس مواد در سیلوی پرس ذخیره شد و هر جیره بعد از مراحل مختلف فرآوری (کاندیشنر افقی، عمودی، اکسپندر، ترکیب کاندیشنر افقی - اکسپندر و کاندیشنر عمودی-اکسپندر) مربوط به تیمارهای مختلف وارد مرحله پرس پلت شدند. در این آزمایش برای هر تیمار ۲ تن جیره تهیه شد. در کاندیشنر افقی برای تغییر زمان کاندیشنینگ از ۴۰ ثانیه به ۱۰۰ ثانیه، پدال‌های میکسر از صفر تا ۹۰ درجه تغییر داده شد و برای تغییر دمای کاندیشنینگ از ۸۰ به ۸۵ درجه میزان درصد بخار ورودی به داخل کاندیشنینگ افزایش داده شد. در کاندیشنینگ عمودی برای تغییر در زمان کاندیشنینگ با بالا بردن تناژ ورودی به خروجی ماندگاری مواد در داخل کاندیشنینگ از ۴۰ ثانیه به ۱۲۰ ثانیه افزایش داده شد که این کار با تغییر در نسبت ورودی کاندیشنینگ با توجه به ظرفیت دو تن آن و خروجی از آن انجام گرفت. تغییر دما در این نوع کاندیشنینگ شبیه کاندیشنینگ افقی انجام گرفت. در فرآیند اکسپندر عملیات تغییر دما صورت‌نگرفت و اکسپندر در جهت تثبیت و حفظ شرایط دمایی و آماده‌سازی مواد کاندیشنینگ شده برای پلت پرس مورد استفاده قرار گرفت و در نهایت تمامی جیره‌های آزمایشی با استفاده از پلت پرس مدل Buhler 900/228 و دای ۳/۵ میلی‌متر پلت شدند.

**محاسبه انرژی مصرفی خط تولید:** با توجه به این که در حین تولید برخی از دستگاه‌ها به صورت ثابت هستند و با تغییر در پارامترهای متغیر فرآیند، هیچ تغییری در روند مصرف انرژی آن‌ها ایجاد نمی‌شود (مانند مارپیچ‌های انتقال، الواتورها)، بنابراین مهم‌ترین قسمت‌های خط تولید که با تغییر در پارامترهای متغیر مورد نظر، انرژی کیلووات مصرفی آن‌ها تغییر می‌کند شامل آسیاب، کاندیشنر، اکسپندر و پلت پرس می‌باشند که انرژی مصرفی آن‌ها از طریق فرمول زیر محاسبه می‌گردد (Massuquetto و همکاران، ۲۰۲۰):

$$\frac{kWh}{ton} = \frac{V \times (A - A_0) \times \sqrt{3} \times \cos \theta}{1000} \times ton$$

V: ولتاژ، A: آمپراژ مصرفی در حین تولید، A<sub>0</sub>: آمپراژ مصرفی در حالت بدون بار، cosθ: فاکتور نیرو که برای هر دستگاه تعریف شده است.

**محاسبه اندازه ذرات:** برای تعیین اندازه ذرات ذرت، ۱۰۰ گرم از هر کدام از ذرت‌های آسیاب شده با توری ۳ میلی‌متر و ۶ میلی‌متر با استفاده از الک شیکردار آزمایشگاهی با سایزهای مختلف (سایز ۶، ۱۰، ۱۴، ۱۸، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۴۰، ۵۰، ۶۰، ۷۰، ۸۰) الک شدند و در نهایت

وزنی که برای آن تعریف شده بود با به‌کارگیری سیستم مانیتورینگ ترازوی توزین توسط مارپیچ‌های زیر سیلوی ذخیره مواد به محفظه توزین انتقال یافت.

جدول ۱: جیره‌های غذایی مورد استفاده در دوره میان‌دان

اجزای جیره	(درصد)
ذرت	۶۴/۸۱
کنجاله سویا (۴۴۰ گرم پروتئین خام/کیلوگرم)	۲۹/۳
روغن سویا	۱/۳۴
منوکلسیم	۰/۸۴
کربنات کلسیم	۱/۲۲
بنتونیت سدیم	۱/۵
مکمل ویتامینه و معدنی <sup>۱</sup>	۰/۵
DL-متیونین	۰/۱۸
HCL-لیزین	۰/۱۲
L-ترفونین	۰/۰۳
نمک	۰/۱۲

## آنالیز شیمیایی

انرژی قابل سوخت و ساز (کیلوکالری بر کیلوگرم)	۲۹۵۰
پروتئین خام (%)	۱۸/۲
چربی (%)	۳/۵۲
فیبر (%)	۳/۲۸
کلسیم (%)	۰/۸۳
فسفر قابل دسترس (%)	۰/۴۱
کلر (%)	۰/۲۳
سدیم (%)	۰/۱۶
لیزین قابل دسترس (%)	۰/۹
متیونین قابل دسترس (%)	۰/۴۳
متیونین + سیستئین قابل دسترس (%)	۰/۶۸
ترفونین قابل دسترس (%)	۰/۵۹
تریپتوفان قابل دسترس (%)	۰/۱۸
آرژنین قابل دسترس (%)	۱/۰۵
ایزولوسین قابل دسترس (%)	۰/۶۵
لوسین قابل دسترس (%)	۱/۴
والین قابل دسترس (%)	۰/۷۳

<sup>۱</sup> مکمل ویتامینه: ویتامین A: ۹۰۰۰۰۰ واحد بین‌الملل، ویتامین D3: ۴۰۰۰۰۰ واحد بین‌الملل، ویتامین E: ۵۵۰۰۰ واحد بین‌الملل، ویتامین K3: ۲۲۰۰ میلی‌گرم، ویتامین B1 (تیامین): ۲۲۰۰ میلی‌گرم، ویتامین B2 (ریبوفلاوین): ۵۴۰۰ میلی‌گرم، ویتامین B3 (نیاسین): ۴۵۰۰۰ میلی‌گرم، ویتامین B5 (پانتوتنیک اسید): ۱۵۰۰۰ میلی‌گرم، ویتامین B6 (پیریدوکسین): ۲۲۰۰ میلی‌گرم، ویتامین B9 (فولیک اسید): ۱۶۰۰ میلی‌گرم، ویتامین B12 (کوبالامین): ۱۱ میلی‌گرم، ویتامین H2 (بیوتین): ۱۵۰ میلی‌گرم و آنتی‌اکسیدان: ۵۰۰ میلی‌گرم. مکمل معدنی: کولین: ۳۰۰۰۰۰ میلی‌گرم، آهن: ۲۰۰۰۰ میلی‌گرم، منگنز: ۱۲۰۰۰۰ میلی‌گرم، روی: ۱۱۰۰۰۰ میلی‌گرم، مس: ۱۶۰۰۰ میلی‌گرم، سلنیوم: ۳۰۰ میلی‌گرم و ید: ۱۲۵۰ میلی‌گرم.

شمارش کلی میکروارگانسیمها: پس از تولید جیره‌ها تعداد ۱۰ نمونه از هر تکرار، جهت شمارش کلنی میکروارگانسیمها انتخاب شد. مطابق با استاندارد ملی ۵۲۷۲، کشت مقادیر مشخصی از سوسپانسیون اولیه با استفاده از محیط کشت پلیت کانت آگار به روش پورپلیت (Poured plate) و کشت رقت‌های تهیه شده از رقت اولیه آماده شد و سپس به مدت ۴۸ ساعت در انکوباتور در دمای ۳۰ درجه سلسیوس قرار داده شد و محاسبه تعداد میکروارگانسیمها به صورت شمارش تعداد کلنی‌ها و ضرب آن در عکس رقت کشت صورت گرفت (Poorghasemi و همکاران، ۲۰۱۲).

**آنالیز آماری:** این آزمایش در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی به روش فاکتوریل انجام گرفت و داده‌های حاصل از این آزمایش با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹/۱ آنالیز شدند (SAS، ۲۰۰۳) و میانگین تیمارها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ( $P < 0.05$ ) مقایسه شدند. مدل آماری طرح به کار رفته به صورت  $Y_{ijkl} = \mu + S_i + D_j + T_k + P_l + e_{ijkl}$ ؛ مقدار هر مشاهده برای صفت مورد مطالعه،  $\mu$ : میانگین مشاهدات،  $S_i$ : اثر اصلی اندازه ذرات،  $D_j$ : اثر اصلی دما کاندیشنینگ،  $T_k$ : اثر اصلی زمان کاندیشنینگ،  $P_l$ : اثر اصلی فرآوری و  $e_{ijkl}$ : اثر متقابل بین اندازه ذرات، دما، زمان و فرآوری می‌باشند.

## نتایج

نتایج مربوط به اثرات اصلی در جدول ۲ ارائه شده است. نتایج نشان داد که اثرات اصلی برای میزان مصرف انرژی، PDI، میزان درصد خاکه و پارامتر بهداشتی کپک و مخمر معنی‌دار بود ( $P < 0.0001$ ). همچنین اثرات اصلی در شمارش میکروارگانسیمها برای زمان و فرآوری نیز معنی‌دار بود ( $P < 0.0001$ ). شکل ۱ نتایج مربوط به مقایسه میانگین اثرات متقابل چهارگانه اندازه ذرات، زمان کاندیشنینگ، دمای کاندیشنینگ و نوع فرآوری بر مصرف انرژی خط تولید را نشان داده است. آنالیز آماری داده‌ها نشان داد که در جیره‌های با میانگین قطر هندسی ۵۰۰ میکرومتر، جیره‌های فرآوری شده با اکسپندر و کاندیشنر عمودی در زمان ۴۰ ثانیه و ۸۰ درجه سلسیوس، به ترتیب بیشترین اختلاف مصرف انرژی در مقایسه با جیره‌های فرآوری شده با کاندیشنر عمودی+اکسپندر، کاندیشنر افقی، کاندیشنر افقی+اکسپندر داشتند ( $P < 0.0001$ ). در حالی که در زمان ۱۲۰ ثانیه و دمای ۸۰ درجه سلسیوس، به ترتیب بالاترین اختلاف معنی‌دار انرژی مربوط به جیره‌های فرآوری شده با اکسپندر، کاندیشنر عمودی، کاندیشنر افقی+اکسپندر، کاندیشنر افقی و کاندیشنر عمودی+اکسپندر بود ( $P < 0.0001$ ). در جیره‌های با اندازه ذرات ۱۰۰۰ میکرومتر، در زمان ۴۰ ثانیه و دمای ۸۰ درجه سلسیوس، میزان مصرف انرژی در جیره‌های فرآوری شده

با فرمول زیر میانگین قطر هندسی ذرات و انحراف استاندارد هندسی محاسبه شد (Froetschner، ۲۰۰۶):

$$\text{میانگین قطر هندسی وزنی ذرات} = \frac{\sum (w_i \log d_i)}{\sum w_i} = \log^{-1} \frac{\sum (w_i \log d_i)}{\sum w_i}$$

مجموع حاصل ضرب وزن هر داده در لگاریتم قطر هر داده  
مجموع وزن همه داده‌ها

$d_i$  = قطر سوراخ‌های توری (میلی‌متر)،  $w_i$  = وزن قسمت روی توری (گرم).

$$\text{انحراف معیار هندسی وزنی ذرات} = \log^{-1} \frac{(\sum w_i (\log d_i - \log dgw)^2)^{1/2}}{\sum w_i}$$

$d_i$  = قطر سوراخ‌های توری (میلی‌متر)،  $w_i$  = وزن قسمت روی توری (گرم)،  $dgw$  = قطر میانگین هندسی (میلی‌متر).

### برآورد شاخص مقاومت پلت (= index durability Pellet)

(PDI): برای اندازه‌گیری مقاومت پلت، ۵ نمونه از هر جیره آزمایشی با استفاده از آزمایشگاه پلت هولمن (NHP 200 Holmen) موجود در آزمایشگاه آنالیز کیفی خوراک شرکت کلهر دانه جنوب واقع در شهرستان ماهشهر مورد ارزیابی قرار گرفت. با استفاده از ترازوی دیجیتال (دقت ۰/۰۱) ۱۰۰ گرم نمونه پلت الک شده (بدون خاکه) وزن گردید و برای مدت ۶۰ ثانیه در داخل چمبر در معرض جریان باد قرار گرفت، خاکه به سرعت از طریق سوراخ‌های چمبر جدا گردید. بعد از اتمام ۶۰ ثانیه پلت‌های باقی‌مانده (پلت‌های سالم) در زمان چرخش توزین گردید و شاخص مقاومت پلت (PDI) با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید (Svihus و Zimonja، ۲۰۰۹):

$$PDI (\%) = \frac{\text{وزن پلت های سالم بعد از قرار گرفتن در دستگاه}}{\text{وزن کل پلت ها قبل از گرفتن دستگاه}}$$

**محاسبه درصد خاکه:** جهت محاسبه خاکه ابتدا ۱۰۰ گرم از محصول تولیدی وزن شد و داخل شیکر آزمایشگاهی با الک‌های سایز (۶، ۱۰، ۱۴) ریخته شد و سپس دستگاه را به مدت ۵ دقیقه و با مشخصه ۶۰ دور در دقیقه روشن کرده و بعد از اتمام زمان تعیین شده دستگاه خاموش شد و در نهایت محصول عبور کرده از آخرین الک را وزن کرده و طبق فرمول زیر درصد خاکه محاسبه شد (Zimonja و Svihus، ۲۰۰۹):

$$\text{محاسبه درصد خاکه} = \frac{\text{وزن اولیه نمونه}}{\text{وزن محصول عبور کرده}} = \text{درصد خاکه}$$

### محاسبه پارامترهای بهداشتی

**کپک و مخمر:** روش شمارش کلنی کپک و مخمر مطابق با استاندارد ملی ۱۰۸۹۹-۲ بلافاصله پس از تولید جیره‌ها بر روی تعداد ۱۰ نمونه از هر تکرار انجام شد. تهیه سوسپانسیون اولیه با رقت‌های مورد نیاز و کشت سطحی بر روی پلیت حاوی محیط کشت YGC که از قبل تهیه و استریل شده بود کشت داده شد و ۳ الی ۵ روز در انکوباتور در دمای ۲۵ درجه سلسیوس قرار داده شد، و در پایان پلیت‌ها از نظر پرگنه‌های کپک و کلنی‌های مخمر شمارش گردید (Poorghasemi و همکاران، ۲۰۱۲).

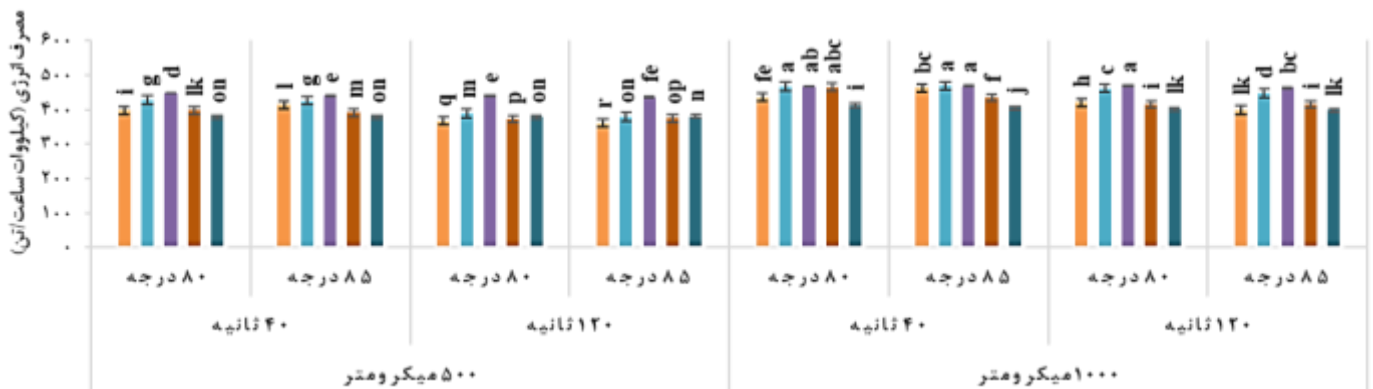
مصرف انرژی و جیره فرآوری شده با کاندیشنر عمودی+اکسپندر کم‌ترین میزان مصرف انرژی را داشتند ( $P<0/0001$ ). در اندازه ذرات ۱۰۰۰ میکرومتر در زمان ۴۰ ثانیه و دمای ۸۵ درجه سلسیوس مصرف انرژی در جیره‌های فرآوری شده با کاندیشنر عمودی و اکسپندر نسبت به سایر جیره‌های آزمایشی بالاتر بود که این اختلاف با مصرف انرژی در جیره‌های فرآوری شده با کاندیشنر، کاندیشنر عمودی+اکسپندر و کاندیشنر افقی+اکسپندر معنی‌دار بود ( $P<0/0001$ ). در جیره‌های با اندازه ذرات ۱۰۰۰ میکرومتر، در زمان ۱۲۰ ثانیه و دمای ۸۵ درجه سلسیوس، بالاترین مصرف انرژی به ترتیب در جیره‌های فرآوری شده با اکسپندر، کاندیشنر عمودی و کاندیشنر افقی مشاهده شد ( $P<0/0001$ ).

با کاندیشنر عمودی، اکسپندر و کاندیشنر افقی مشابه و نسبت به سایر تیمارها افزایش معنی‌داری داشتند ( $P<0/0001$ ). در زمان ۱۲۰ ثانیه و دمای ۸۰ درجه سلسیوس جیره‌های فرآوری شده با اکسپندر، کاندیشنر عمودی، کاندیشنر عمودی+اکسپندر، کاندیشنر افقی و کاندیشنر افقی+اکسپندر به ترتیب بیش‌ترین میزان مصرف انرژی را به خود اختصاص دادند ( $P<0/0001$ ). در اندازه ذرات ۵۰۰ میکرومتر در زمان ۴۰ ثانیه و دمای ۸۵ درجه سلسیوس، مصرف انرژی به ترتیب در جیره فرآوری شده با اکسپندر، کاندیشنر عمودی، کاندیشنر عمودی+اکسپندر، کاندیشنر افقی و کاندیشنر افقی+اکسپندر بالاتر بود ( $P<0/0001$ ). در حالی که جیره‌های که در زمان ۱۲۰ ثانیه و دمای ۸۵ درجه با استفاده از اکسپندر فرآوری شدند بیش‌ترین میزان

جدول ۲: اثرات اصی اندازه ذرات خوراک، زمان و دمای کاندیشنینگ و نوع فرآوری بر راندمان مصرف انرژی، دوام و پایداری پلت (PDI)، درصد خاکه، شمارش کلی میکروارگانیسم‌ها و جمعیت کبک و مخمر تیمارهای آزمایشی

تیمار	مصرف انرژی	PDI	خاکه (%)	شمارش کلی میکروارگانیسم‌ها	کبک و مخمر
<b>اندازه ذرات</b>					
۵۰۰ میکرومتر	۴۲۰/۶۲ <sup>a</sup>	۸۴/۳۰ <sup>b</sup>	۰/۷۲ <sup>b</sup>	۴/۴۴	۰/۷۸ <sup>a</sup>
۱۰۰۰ میکرومتر	۴۱۷/۱۲ <sup>b</sup>	۸۴/۸۶ <sup>a</sup>	۰/۹۳ <sup>a</sup>	۴/۴۴	۰/۷۴ <sup>b</sup>
SEM	۰/۳۳۹	۰/۱۰۵	۰/۰۱۲	۰/۰۱۹	۰/۰۱۰
<b>دمای کاندیشنینگ</b>					
۸۰ درجه سانتی‌گراد	۴۲۹/۲۷ <sup>a</sup>	۸۴/۳۴ <sup>b</sup>	۰/۹۰ <sup>a</sup>	۴/۵۸	۰/۸۰ <sup>a</sup>
۸۵ درجه سانتی‌گراد	۴۰۸/۴۷ <sup>b</sup>	۸۴/۸۲ <sup>a</sup>	۰/۷۶ <sup>b</sup>	۴/۳۰	۰/۷۲ <sup>b</sup>
SEM	۰/۳۳۹	۰/۱۰۵	۰/۰۱۲	۰/۰۱۹	۰/۰۱۰
<b>زمان کاندیشنینگ</b>					
۴۰ ثانیه	۳۹۸/۷۳ <sup>b</sup>	۸۶/۱۵ <sup>a</sup>	۰/۴۶ <sup>b</sup>	۴/۵۱ <sup>a</sup>	۰/۷۹ <sup>a</sup>
۱۲۰ ثانیه	۴۳۹/۰۱ <sup>a</sup>	۸۳/۰۳ <sup>b</sup>	۱/۱۹ <sup>a</sup>	۴/۳۶ <sup>b</sup>	۰/۷۳ <sup>b</sup>
SEM	۰/۳۳۹	۰/۱۰۵	۰/۰۱۲	۰/۰۱۹	۰/۰۱۰
<b>فرآوری</b>					
کاندیشنر عمودی+اکسپندر	۴۰۷ <sup>c</sup>	۸۴/۱۰ <sup>b</sup>	۱/۰۱ <sup>a</sup>	۴/۴۱ <sup>b</sup>	۰/۷۲ <sup>b</sup>
کاندیشنر عمودی	۴۳۳/۷۲ <sup>b</sup>	۸۱/۳۴ <sup>c</sup>	۰/۹۹ <sup>a</sup>	۴/۳۶ <sup>b</sup>	۰/۷۳ <sup>b</sup>
اکسپندر	۴۵۳/۶۲ <sup>a</sup>	۸۹/۱۹ <sup>a</sup>	۰/۵۱ <sup>d</sup>	۴/۵۶ <sup>a</sup>	۰/۷۴ <sup>b</sup>
کاندیشنر افقی	۴۰۸/۴۲ <sup>c</sup>	۸۴/۳۴ <sup>b</sup>	۰/۸۹ <sup>b</sup>	۴/۲۶ <sup>c</sup>	۰/۸۶ <sup>a</sup>
کاندیشنر افقی+اکسپندر	۳۹۱/۵۷ <sup>d</sup>	۸۳/۹۴ <sup>b</sup>	۰/۷۳ <sup>c</sup>	۴/۶۰ <sup>a</sup>	۰/۷۶ <sup>b</sup>
SEM	۰/۵۳۷	۰/۱۶۶	۰/۰۱۹	۰/۰۳۰	۰/۰۱۶
<b>سطح احتمال</b>					
اندازه ذرات	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱
دمای کاندیشنینگ	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۱	۰/۹۷۶۹	۰/۰۰۰۸۹
زمان کاندیشنینگ	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۱۶	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱
فرآوری	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱

میانگین‌های هر ستون با حروف غیرمشترک نشانه اختلاف معنی‌دار است ( $P<0/0001$ ). SEM: خطای استاندارد میانگین.

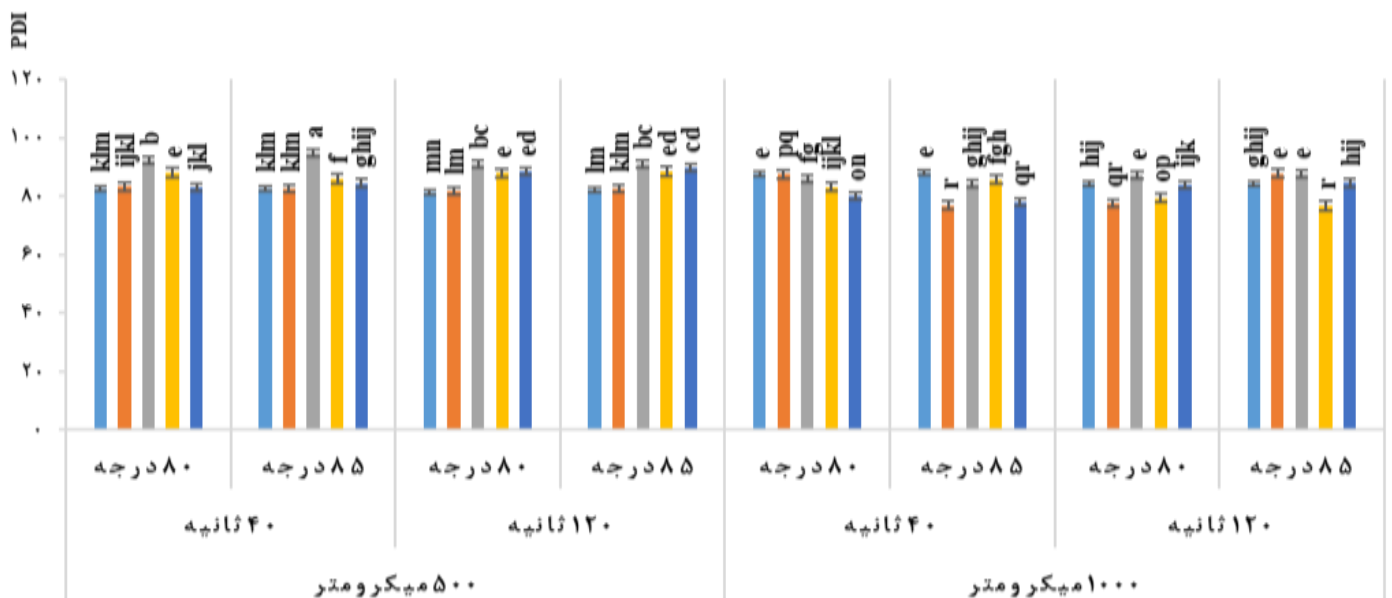


■: کاندیشنر عمودی + اکسپندر، ■: کاندیشنر عمودی، ■: کاندیشنر افقی و ■: کاندیشنر افقی + اکسپندر

شکل ۱: نمودار اثرات مقابل چهارگانه اندازه ذرات خوراک، زمان و دمای کاندیشنینگ و نوع فرآوری بر راندمان مصرف انرژی تیمارهای آزمایشی سطح احتمال: ۰/۰۰۰۱، SEM: ۰/۱۱۵.

سلسیوس، به ترتیب جیره‌های فرآوری شده با اکسپندر و کاندیشنر عمودی+ اکسپندر بالاترین درجه دوام پلت را داشتند ( $P < 0/0001$ ). در جیره‌های با میانگین قطر هندسی ۵۰۰ میکرومتر که در زمان‌های ۴۰ و ۱۲۰ ثانیه با دمای ۸۵ درجه سلسیوس با استفاده از اکسپندر فرآوری شده بودند دوام پلت بالاتری نسبت به سایر جیره‌های فرآوری شده داشتند ( $P < 0/0001$ ). در اندازه ذرات ۱۰۰۰ میکرومتر، جیره‌های فرآوری شده با کاندیشنر عمودی+ اکسپندر در زمان ۴۰ ثانیه و دمای ۸۵ درجه و جیره‌های فرآوری شده با کاندیشنر عمودی در زمان ۱۲۰ ثانیه و دمای ۸۵ درجه، بیش‌ترین دوام پلت را به خود اختصاص دادند ( $P < 0/0001$ ).

نتایج مربوط به مقایسه میانگین اثرات متقابل چهارگانه اندازه ذرات، زمان کاندیشنینگ، دمای کاندیشنینگ و نوع فرآوری بر کیفیت پلت (دوام و پایداری) در شکل ۲ ارائه شده است. برطبق نتایج مشاهده شده در اندازه ذرات ۵۰۰ میکرومتر، در زمان ۴۰ ثانیه و دمای ۸۰ درجه سلسیوس، پلت‌های بادوام‌تر به ترتیب در جیره‌های فرآوری شده با اکسپندر و کاندیشنر افقی مشاهده شد ( $P < 0/0001$ ). در اندازه ذرات ۵۰۰ میکرومتر، در زمان ۱۲۰ ثانیه و دمای ۸۰ درجه سلسیوس، بیش‌ترین دوام پلت مربوط به جیره فرآوری شده با اکسپندر بود که نسبت به دیگر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت ( $P < 0/0001$ ). در اندازه ذرات ۱۰۰۰ میکرومتر در زمان ۴۰ و ۱۲۰ ثانیه و دمای ۸۰ درجه



■: کاندیشنر عمودی + اکسپندر، ■: کاندیشنر عمودی، ■: کاندیشنر افقی و ■: کاندیشنر افقی + اکسپندر

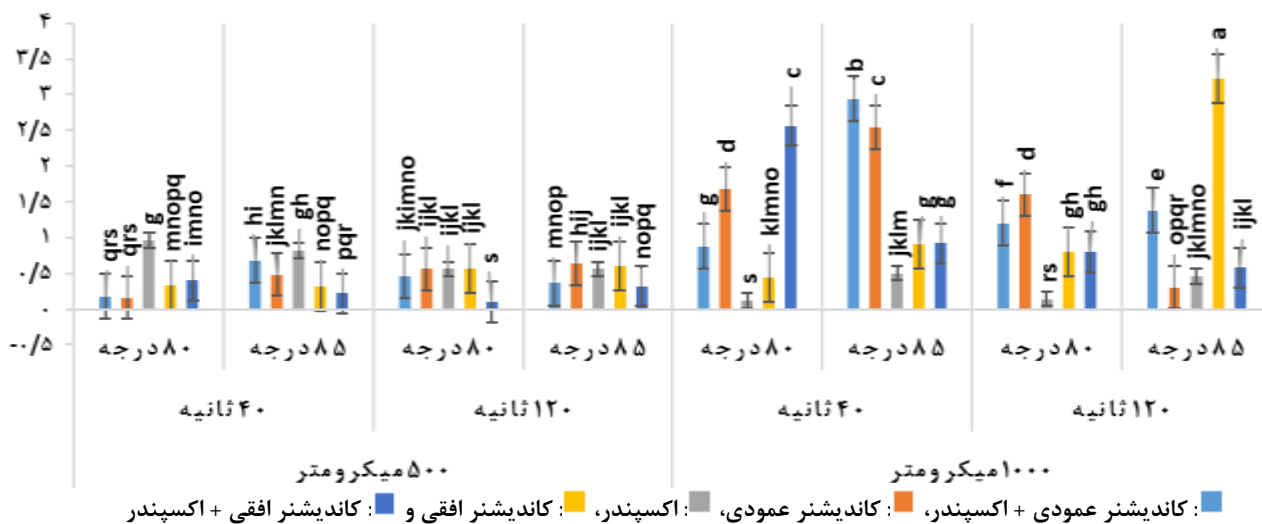
شکل ۲: نمودار اثرات مقابل چهارگانه اندازه ذرات خوراک، زمان و دمای کاندیشنینگ و نوع فرآوری بر دوام و پایداری پلت (PDI) در تیمارهای مختلف آزمایشی سطح احتمال: ۰/۰۰۰۱، SEM: ۰/۴۷.



جیره‌های فرآوری شده با اکسپندر در زمان‌های ۴۰ و ۱۲۰ ثانیه و دمای ۸۰ درجه سلسیوس مشاهده شد ( $P < 0/0001$ ). در اندازه ذرات ۵۰۰ میکرومتر، فرآوری جیره در زمان‌های ۴۰ و ۱۲۰ ثانیه و دمای ۸۵ درجه سلسیوس با کاندیشنر افقی + اکسپندر کم‌ترین میزان تولید خاکه را به خود اختصاص دادند ( $P < 0/0001$ ). در اندازه ذرات ۱۰۰۰ میکرومتر بیش‌ترین میزان تولید خاکه در زمان‌های ۴۰ و ۱۲۰ ثانیه و دمای ۸۵ درجه سلسیوس به ترتیب در جیره‌های فرآوری شده با کاندیشنر عمودی + اکسپندر و کاندیشنر افقی مشاهده گردید ( $P < 0/0001$ ).

نتایج مربوط به مقایسه میانگین اثرات متقابل چهارگانه اندازه ذرات، زمان کاندیشنینگ، دمای کاندیشنینگ و نوع فرآوری بر درصد خاکه جیره‌های آزمایشی در شکل ۳ ارائه شده است. در جیره‌هایی با میانگین قطر ۵۰۰ میکرومتر در زمان ۴۰ ثانیه و دمای ۸۰ درجه سلسیوس، بیش‌ترین درصد خاکه در جیره‌های فرآوری شده با اکسپندر و کم‌ترین میزان خاکه در جیره‌های فرآوری شده با کاندیشنر عمودی مشاهده شد ( $P < 0/0001$ ). اما در زمان ۱۲۰ ثانیه و دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد، فرآوری جیره با کاندیشنر افقی + اکسپندر کم‌ترین درصد خاکه را از خود نشان داد ( $P < 0/0001$ ). در جیره‌های با میانگین قطر هندسی ۱۰۰۰ میکرومتر، کم‌ترین میزان تولید خاکه به ترتیب در

درصد خاکه



شکل ۳: نمودار اثرات متقابل چهارگانه اندازه ذرات خوراک، زمان و دمای کاندیشنینگ و نوع فرآوری بر درصد خاکه‌دان در تیمارهای آزمایشی

سطح احتمال: ۰/۰۰۱، SEM: ۰/۰۵۵.

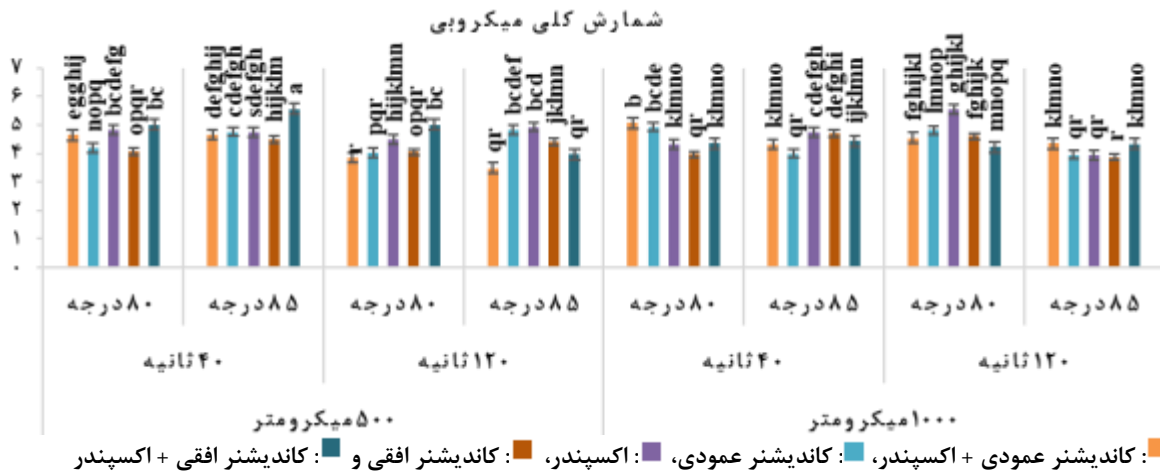
که با جیره‌های فرآوری شده با کاندیشنر عمودی اختلاف معنی‌داری نداشت ( $P > 0/0001$ ). کم‌ترین بار میکروبی در جیره فرآوری شده با کاندیشنر افقی مشاهده شد. در زمان ۱۲۰ ثانیه و دمای ۸۰ درجه سلسیوس، بار میکروبی در بین جیره‌هایی که با استفاده از کاندیشنر عمودی + اکسپندر، اکسپندر و کاندیشنر افقی فرآوری شده بودند هیچ اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ( $P > 0/0001$ ). کم‌ترین بار میکروبی در جیره فرآوری شده با کاندیشنر افقی + اکسپندر مشاهده شد. در جیره‌های با میانگین قطر هندسی ۵۰۰ میکرومتر در زمان ۴۰ ثانیه و دمای ۸۵ درجه سلسیوس فرآوری جیره با کاندیشنر افقی + اکسپندر در مقایسه با دیگر جیره‌های فرآوری شده آزمایشی افزایش معنی‌داری در بار میکروبی با سایر تیمارها داشت ( $P < 0/0001$ ). سایر تیمارهای آزمایشی باهم اختلاف معنی‌داری نداشتند. درحالی‌که در زمان ۱۲۰ ثانیه و دمای ۸۵ درجه سلسیوس، پایین‌ترین میزان بار میکروبی در جیره‌های فرآوری شده با کاندیشنر عمودی + اکسپندر و کاندیشنر

در شکل ۴ نتایج مربوط به مقایسه میانگین اثرات متقابل چهارگانه اندازه ذرات، زمان کاندیشنینگ، دمای کاندیشنینگ و نوع فرآوری بر بار میکروبی نشان داده شده است. با توجه به نتایج در جیره‌های با میانگین قطر هندسی ۵۰۰ میکرومتر در زمان ۴۰ ثانیه و ۸۰ درجه سلسیوس استفاده از فرآوری کاندیشنر افقی کم‌ترین بار میکروبی را از خود برجای بگذارد که این اختلاف با فرآوری‌های کاندیشنر عمودی + اکسپندر، اکسپندر و کاندیشنر افقی + اکسپندر اختلاف معنی‌داری داشت ( $P < 0/0001$ ). هم‌چنین در زمان ۱۲۰ ثانیه و دمای ۸۰ درجه سلسیوس، کم‌ترین بار میکروبی مربوط به جیره فرآوری شده با کاندیشنر عمودی + اکسپندر بود که با فرآوری‌های اکسپندر و کاندیشنر افقی + اکسپندر اختلاف معنی‌داری داشت ( $P < 0/0001$ ). در جیره‌های با میانگین قطر هندسی ۱۰۰۰ میکرومتر در زمان ۴۰ ثانیه و دمای ۸۰ درجه سلسیوس، جیره‌های فرآوری شده با کاندیشنر عمودی + اکسپندر دارای بیش‌ترین بار میکروبی بود



فرآوری شده معنی‌دار بود ( $P < 0.001$ ). در حالی که در زمان ۱۲۰ ثانیه و دمای ۸۵ درجه سلسیوس کم‌ترین بار میکروبی در جیره‌های فرآوری شده با کاندیشنر افقی بود که با جیره‌های فرآوری شده با کاندیشنر عمودی + اکسپندر و کاندیشنر افقی + اکسپندر اختلاف معنی‌دار داشت ( $P < 0.001$ ).

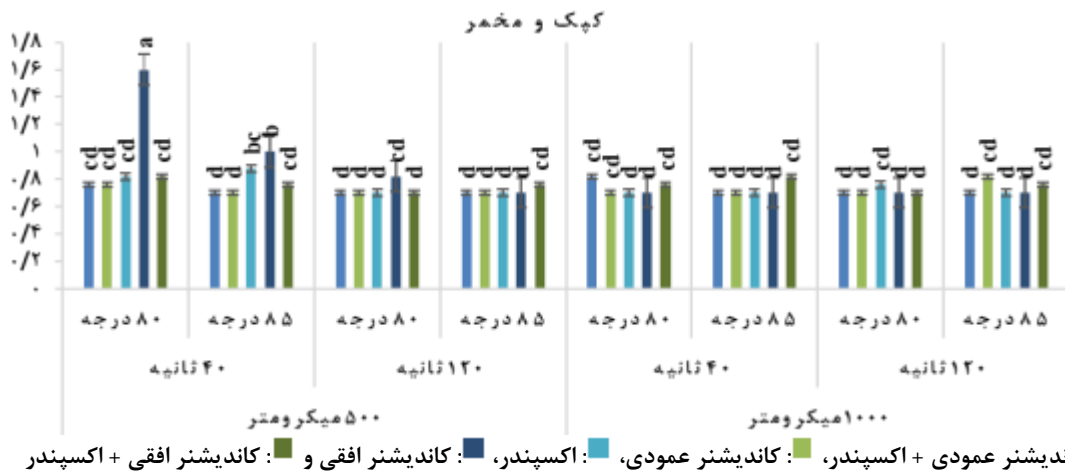
عمودی + اکسپندر و کاندیشنر افقی + اکسپندر مشاهده شد که با سایر جیره‌های فرآوری شده اختلاف معنی‌داری داشتند ( $P < 0.001$ ). در جیره‌های با میانگین قطر هندسی ۱۰۰۰ میکرومتر در زمان ۴۰ ثانیه و دمای ۸۵ درجه سلسیوس کم‌ترین میزان بار میکروبی در جیره‌های فرآوری شده با کاندیشنر عمودی مشاهده شد که با سایر جیره‌های



شکل ۴: نمودار اثرات مقابل چهارگانه اندازه ذرات خوراک، زمان و دمای کاندیشنینگ و نوع فرآوری بر شمارش کلی میکروبی دان در تیمارهای آزمایشی سطح احتمال: ۰/۰۰۱، SEM: ۰/۰۷۸.

فرآوری شده با کاندیشنر افقی بود که با سایر جیره‌های فرآوری شده به جز اکسپندر اختلاف معنی‌داری داشت ( $P < 0.013$ ). فرآوری جیره در زمان ۱۲۰ ثانیه و دمای ۸۰ و ۸۵ درجه سلسیوس اثر معنی‌داری بر روی جمعیت کپک و مخمر موجود در جیره نداشت ( $P > 0.013$ ). هم‌چنین جیره‌های با میانگین قطر هندسی ۱۰۰۰ میکرومتر که در زمان‌های ۴۰ و ۱۲۰ ثانیه و دمای ۸۰ و ۸۵ درجه سلسیوس که به روش‌های گوناگون فرآوری شده بود تاثیر معنی‌داری بر روی جمعیت کپک و مخمر موجود در جیره نداشتند ( $P > 0.013$ ).

نتایج مربوط به مقایسه میانگین اثرات متقابل چهارگانه اندازه ذرات، زمان کاندیشنینگ، دمای کاندیشنینگ و نوع فرآوری بر جمعیت کپک و مخمر تیمارهای آزمایشی در شکل ۵ نشان داده شده است. در جیره‌های با میانگین قطر هندسی ۵۰۰ میکرومتر در زمان ۴۰ ثانیه و دمای ۸۰ درجه سلسیوس جمعیت کپک و مخمر در جیره‌های فرآوری شده با کاندیشنر افقی با سایر جیره‌های آزمایشی فرآوری شده افزایش معنی‌داری داشت ( $P < 0.013$ ). در زمان ۴۰ ثانیه و دمای ۸۵ درجه سلسیوس بیش‌ترین جمعیت کپک و مخمر مربوط به جیره‌های



شکل ۵: نمودار اثرات مقابل چهارگانه اندازه ذرات خوراک، زمان و دمای کاندیشنینگ و نوع فرآوری بر جمعیت کپک و مخمر دان در تیمارهای آزمایشی سطح احتمال: ۰/۰۱۳، SEM: ۰/۰۴۶.

## بحث

همان‌طور که در مطالعه حاضر دیده شد در جیره‌های با میانگین قطر هندسی ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میکرومتر، در زمان ۴۰ و ۱۲۰ ثانیه و دمای ۸۰ و ۸۵ درجه، بیش‌ترین مصرف انرژی مربوط به جیره فرآوری شده با اکسپندر بود و هم‌چنین کم‌ترین مصرف انرژی در جیره‌های فرآوری شده به ترتیب با کاندیشنر افقی + اکسپندر و کاندیشنر عمودی + اکسپندر مشاهده شد که با نتایج آزمایشات Massuquetto و همکاران (۲۰۲۰) مطابقت دارد. Massuquetto و همکاران (۲۰۲۰) دریافتند که افزایش دمای کاندیشنینگ منجر به کاهش در اصطکاک و سایش ماشین‌آلات در طی پلت کردن و کاهش دمای مواد عبوری از ماتریس پلت می‌شود، در نتیجه مصرف انرژی الکتریکی کاهش می‌یابد و کیفیت پلت نیز بهبود می‌یابد. آن‌ها هم‌چنین گزارش کردند که تغییرات در گام پدال‌های کاندیشنر تقریباً انرژی مصرفی پرس را کاهش می‌دهد. Kim و همکاران (۲۰۱۶) در نتایج خود بیان کردند که دما و رطوبت پی در پی الفاء شده در کاندیشنر و اکسپندر باعث نفوذ حرارت و رطوبت به هسته مرکزی مواد در حال عبور شده و سبب ژلاتینه شدن و ویسکوز شدن مواد جیره نیز می‌شود که در نهایت اصطکاک بین مواد و دیواره دای را کاهش و عبور آسان‌تر مواد از سوراخ‌های دای را فراهم می‌کند که در نتیجه منجر به کاهش مصرف انرژی تولیدی به‌ازای هر تن خوارک می‌شود. از آن‌جایی که اکسپندر از خاصیت فشار دمای بالا و زمانی کوتاه برای ژلاتینه شدن نشاسته و دنا توره شدن پروتئین استفاده می‌کند، بنابراین نیاز به انرژی مصرفی بالایی دارد که این نیز می‌تواند دلیل بالاتر بودن انرژی مصرفی در جیره‌های فراوری شده با اکسپندر باشد (Guerrieri و همکاران، ۱۹۹۷؛ Shim و همکاران، ۲۰۱۸). در مطالعه حاضر جیره‌های با میانگین قطر هندسی ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میکرومتر که در زمان‌های مختلف (۴۰ و ۱۲۰ ثانیه) و دماهای مختلف (۸۰ و ۸۵ درجه سلسیوس) با استفاده از کاندیشنر عمودی و اکسپندر فرآوری شده بودند، بالاترین کیفیت پلت را داشتند. مطابق با آزمایش Golchin-Gelehdooni و همکاران (۲۰۱۴) وقتی اثر فراوری کاندیشنر و اکسپندر در دو نوع جیره بر پایه گندم و ذرت را بر روی مقاومت پلت بررسی می‌کردند به این نتیجه دست یافتند که انتقال حرارت یکنواخت در کاندیشنینگ و اکسپندر، از طریق نرم کردن کامل ذرات خوارک، از بین بردن هر گونه هسته خشک در جیره، ژلاتینه شدن بیش‌تر نشاسته، افزایش حلالیت فیبر و دنا توره شدن پروتئین در جیره می‌تواند مقاومت پلت را بهبود ببخشد. نتایج به‌دست آمده از تحقیق حاضر نشان داد که فراوری جیره با کاندیشنر به تنهایی و هم‌چنین به همراه اکسپندر می‌تواند بار میکروبی جیره را کاهش دهد که با نتایج سایر محققین مطابقت دارد (Htoon و همکاران، ۲۰۰۹). در نتایج Htoon و همکاران

(۲۰۰۹) گزارش شده است که پلت کردن خوارک طیور در دمای بیش از ۸۰ درجه سلسیوس و فشار ۴ کیلوگرم بر سانتی‌متر مکعب برای ده ثانیه کلیفرم‌ها را حذف می‌کند و در نتیجه بار میکروبی خوارک را کاهش می‌دهد. آن‌ها هم‌چنین بیان کردند که دمای پلت کردن زیر ۸۰ درجه سلسیوس شمار کلی باکتری‌ها را با فاکتور رقت ۱۰<sup>۳</sup> کاهش می‌دهد و دمای پلت کردن بالای ۸۰ درجه سلسیوس شمارش کلی باکتری‌ها را با فاکتور رقت ۱۰<sup>۵</sup> کاهش می‌دهد. مکانیسم کار کاندیشنر در کاهش بار میکروبی به این صورت است که دمای خوارک از طریق بخار به دمای مورد نظر می‌رسد و متعاقباً به یک انتقال‌دهنده مارپیچ بزرگ منتقل می‌گردد که سرعت خوارک از طریق تنظیم‌کننده (کنترلر) تعیین می‌شود. مارپیچ ناقل به‌طور الکتریکی یا از طریق بخار، گرم شده و عایق‌دار می‌باشد. در ضمن عبور خوارک با دمای مشخص و مدت زمان بالا، در طول کاندیشنر بار میکروبی به شدت افت خواهد کرد (Abdollahi و همکاران، ۲۰۱۰؛ Zimonja و Svihus، ۲۰۰۹). هم‌چنین در نتایج آزمایش حاضر دیده شد که میزان کپک در میانگین قطر هندسی ۵۰۰ میکرومتر در ۴۰ ثانیه و دماهای مختلف ۸۰ و ۸۵ درجه سلسیوس با استفاده از کاندیشنر افقی افزایش یافت. محققین در نتایج آزمایشات خود گزارش کردند که زمان کوتاه کاندیشنر به تنهایی برای ضدعفونی کردن و کاهش بار میکروبی کافی نیست و تعداد زیادی از میکروارگانیسم‌ها در خوارک‌نهایی باقی خواهند ماند که این می‌تواند توجیهی برای افزایش رشد کپک در جیره‌های فراوری شده با کاندیشنر افقی باشد (Cutlip و همکاران، ۲۰۰۸؛ Massuquetto و همکاران، ۲۰۱۸). مطابق با نتایج ما در جیره‌های با میانگین قطر هندسی ۱۰۰۰ میکرومتر در زمان ۱۲۰ ثانیه و دمای ۸۵ درجه و با اکسپندر فرآوری شده‌اند، بار میکروبی کم‌تری داشتند. در این زمینه Stone و Barrows (۲۰۰۷) نشان دادند که مقدار رطوبت ۱۴ درصد در اکسپندینگ با دمای ۱۰۵ درجه سلسیوس برای کاهش مشخص شمارش کل میکروبی احتیاج است. Rojas و همکاران (۲۰۱۶) گزارش کردند که دمای اوج اکسپندر قبل از پلت باید به‌طور اضافی تا ۱۰۰ درجه سلسیوس بالا رود تا نتیجه کلی حذف سالمونلا باشد. در اکسپندر، دما و رطوبت و افت فشار ناگهانی مانند یک عنصر کلیدی در کشتن سلول‌های باکتریایی، دمای اکسپندر باید به ۱۱۰ درجه برسد تا کل سالمونلا را حذف کند (Pirmohammadi و همکاران، ۲۰۱۹). در تحقیق حاضر ممکن است که زمان ماندگاری طولانی (۱۲۰ ثانیه)، پایین بودن دما ۸۵ درجه در مقایسه با مطالعات قبلی را جبران کند، اما در تضاد با این نتایج در تحقیق حاضر جیره‌های با میانگین قطر هندسی ۵۰۰ میکرومتر در زمان ۴۰ و ۱۲۰ ثانیه و دمای ۸۰ و ۸۵ درجه سلسیوس و جیره‌های با میانگین قطر هندسی ۱۰۰۰ میکرومتر در زمان ۴۰ ثانیه و دمای ۸۵ درجه سلسیوس و

13. **Loar, R.E.; Wamsley, K.G.S.; Evans, A.; Moritz, J.S. and Corzo A., 2014.** Effects of varying conditioning temperature and mixer-added fat on feed manufacturing efficiency, 28- to 42-day broiler performance, early skeletal effect, and true amino acid digestibility. *Journal of Applied Poultry Research*. Vol. 23, pp: 444-455.
14. **Massuquetto, A.; Durau, J.F.; Schramm, V.G.; Teixeira Netto, M.V.; Krabbe, E.L. and Maiorka A., 2018.** Influence of feed form and conditioning time on pellet quality, performance and ileal nutrient digestibility in broilers. *J of Applied Poultry Research*. Vol. 27, pp: 51-58.
15. **Massuquetto, A.; Fagner Durau, J.; Lucas, N.E.B.; Ronan, O.F.S.; Everton, L.K. and Maiorka, A., 2020.** Thermal processing of corn and physical form of broiler diets. *Poultry Science*. Vol. 99, No. 6, pp: 3188-3195.
16. **Nagalakshmi, D. and Dhanalakshmi, K., 2013.** Effect of processing of sorghum stover based diets on performance, values of haematological and biochemical parameters and immune response in growing Nellore lamb. *Iranian Journal of Applied Animal Science*. Vol. 3, No. 4, pp: 679-685.
17. **Pirmohammadi, A.; Khalaji, S. and Yari, M., 2019.** Effects of linseed expansion on its dietary Molecular structures, and on broiler chicks digestive enzymes activity, serum metabolites, and ileal morphology. *Journal of Applied Poultry Research*. Vol. 28, No. 4, pp: 997-1012.
18. **Poorghasemi, M.; Chamani, M.; Mirhosseini, S.Z.; Sadeghi, A.A. and Seidavi, A., 2017.** Effect of probiotic and different sources of fat on performance, carcass characteristics, intestinal morphology and ghrelin gene expression on broiler chickens. *Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi*. Vol. 24, No. 2, pp: 169-178.
19. **Poorghasemi, M.; Seidavi, A.R. and Qotbi, A.A.A., 2013.** Investigation on fat source effects on broiler chickens performance. *Research Journal of Biotechnology*. Vol. 8, No. 1, pp: 78-82.
20. **Poorghasemi, M.; Seidavi, A.R.; Qotbi, A.A.A.; Chambers, J.R.; Laudadio, V. and Tufarelli, V., 2015.** Effect of dietary fat source on humoral immunity response of broiler chickens. *European Poultry Science (EPS) (Archiv Fur Geflugelkunde)*. Vol. 79, pp: 1-8.
21. **Poorghasemi, M.; Seidavi, A. R. and Qotbi, A.A.A., 2012.** Effects of fat source on broiler cecum total bacteria, *lactobacillus* bacteria, and lactic acid bacteria. *Annals of Biological Research (ABR)*. Vol. 3, No. 9, pp: 4462-4465.
22. **Rehman, Z.U. and Shah, W.H., 2005.** Thermal heat processing on legumes: thermal heat processing effects on antinutrients, protein and starch digestibility of food legumes. *Food Chemistry*. Vol. 91, pp: 327-331.
23. **Rojas, O.J.; Vinyeta, E. and Stein, H.H., 2016.** Effects of pelleting, extrusion, or extrusion and pelleting on energy and nutrient digestibility in diets containing different levels of fiber and fed to growing pigs. *Journal of Animal Science*. Vol. 94, pp: 1951-1960.
24. **SAS Institute. 2003.** SAS®/STAT Software, Release 9.1. SAS Institute, Inc., Cary, NC. USA.
25. **Shabani, S.; Seidavi, A.R.; Asadpour, L. and Corazzin, M., 2015.** Effects of physical form of diet and intensity and duration of feed restriction on the growth performance, blood variables, microbial flora, immunity, and carcass and organ characteristics of broiler chickens. *Livestock Science*. Vol. 180, pp: 150-157.
26. **Shim, Y.H.; Kim, J.S.; Hosseindoust, A.; Choi, Y.H.; Kim, M.J.; Oh, S.M.; Ham, H.B.; Kumar, A.; Kim, K.Y.; Jang, A. and Chae, B.J., 2018.** Investigating meat quality of broiler chickens fed on heat processed diets containing corn distillers dried grains with solubles. *Food Science of Animal Resources*. Vol. 38, No. 3, pp: 629-635.
27. **Skoch, E.R.; Behnke, K.C.; Deyoe, C.W. and Binder, S.F., 1985.** The effect of steam-conditioning rate on the pelleting process. *Animal Feed Science and Technology*. Vol. 6, pp: 83-90.
28. **Zimonja, O. and Svihus, B., 2009.** Effects of processing of wheat or oats starch on physical pellet quality and nutritional value for broilers. *Animal Feed Science and Technology*. Vol. 149, pp: 287-297.
- زمان ۱۲۰ و دمای ۸۰ درجه سلسیوس با استفاده از اکسنپدر فرآوری شده‌اند بار میکروبی خوراک را افزایش دادند که ممکن است به دلیل آلوده شدن آن به میکروارگانیسم در مسیر انتقال تا آزمایشگاه باشد. نتایج حاصل از تحقیق حاضر نشان داد که فراوری با کاندیشنر و اکسنپدر کیفیت و ماندگاری دان پلت را افزایش داده و می‌تواند بار میکروبی جیره را کاهش دهد. با توجه به این‌که مشخص شد فراوری در کاهش بار میکروبی و گندزدایی قارچی و هم‌چنین کاهش ذرات خاکه، نقش موثری داشته است، می‌توان به اهمیت فرم فیزیکی خوراک و تاثیر فراوری بر بهبود شکل خوراک بیش از پیش پی برد.

## منابع

1. **Abdollahi, M.R.; Ravindran, V.; Wester, T.J.; Ravindran, G. and Thomas, D.V., 2010.** Influence of conditioning temperature on the performance, nutrient utilisation & digestive tract development of broilers fed on maize & wheat-based diets. *British Poultry Science*. Vol. 51, pp: 648-657.
2. **Abdollahi, M.R.; Ravindran, V.; Wester, T.J.; Ravindran, G. and Thomas, D.V., 2011.** Influence of feed form and conditioning temperature on performance, apparent metabolisable energy and ileal digestibility of starch and nitrogen in broiler starters fed wheat-based diet. *Animal Feed Science and Technology*. Vol. 168, pp: 88-99.
3. **Aviagen. 2014.** Ross 308: Broiler Nutrition Specification. Aviagen Ltd., Newbridge, UK.
4. **Barrows, F.T.; Stone, D.A.J. and Hardy, R.W., 2007.** The effects of extrusion conditions on the nutritional value of soybean meal for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*. Vol. 265, pp: 244-252.
5. **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. *Journal of Applied Poultry Research*. Vol. 17, pp: 249-261.
6. **Froetschner, J., 2006.** Conditioning controls pellet quality. *Feed Technology*. Vol. 10, pp: 5-12.
7. **Gholami, H.; Khadem, A.A.; Assadi-Alamouti, A. and Kaikhosravi, E., 2017.** Effect of diet physical form on performance and diet digestibility in finishing fat-tailed lambs. *Iranian Journal of Applied Animal Science*. Vol. 7, No. 4, pp: 603-609.
8. **Golchin-Gelehdoooni, S.; Shawrang, P.; Nikkhal, A.; Sadeghi, A.A. and Teimouri-Yansari, A., 2014.** Effect of extrusion and conventional processing methods on the levels of anti-nutrients factors and digestibility of bitter vetch (*Vicia ervilia*) seeds in broilers. *Iranian Journal of Applied Animal Science*. Vol. 4, No. 4, pp: 835-842.
9. **Guerrieri, N.; Aynard, L.; Lavelli, V. and Cerletti, P., 1997.** Interaction of protein and starch studies through Amyloglucosidase action. *Cereal Chemistry*. Vol. 74, pp: 846-850.
10. **Htoon, A.; Shrestha, A.K.; Flanagan, B.M.; Lopez-Rubio, A.; Bird, A.R.; Gilbert, E.P. and Gidley, M.J., 2009.** Effects of processing high amylose maize starches under controlled conditions on structural organization and amylose digestibility. *Carbohydrate Polymers*. Vol. 75, pp: 236-245.
11. **Iwe, M.O.; Van Zullichem, D.J.; Stolp, W. and Ngoddy, P.O., 2004.** Extrusion on soy-sweet potato: effect of extrusion cooking of soy-sweet potato mixtures on available lysine content and browning index of extrudates. *Journal of Food Engineering*. Vol. 62, pp: 143-150.
12. **Kim, J.S.; Hosseindoust, A.; Ingale, S.L.; Rathi, P.C.; Lee, S.H.; Choi, Y.H.; Kim, M.J.; Kumar, A.; Park, S.O.; Ohh, S.J. and Chae, B.J., 2016.** Effects of diet form and xylanase supplementation in a high maize distillers dried grains with solubles (DDGS) diet on performance, nutrient digestibility and non-starch polysaccharide degradation in broiler. *European Poultry Science*. Vol. 20, pp: 80-81.