



## Determination of the best conditions for compression in the production of complete animal feed blocks based on strawberry plant and chickpea straw

Rahman Ebne Abbasi<sup>1</sup> | Fardin Hozhabri<sup>2</sup>  | Hassan Fazaeli<sup>3</sup> 

1. Department of Animal Sciences, Faculty of Agricultural Sciences and Engineering, Razi University, Kermanshah, Iran. E-mail: [info.ph.d95@gmail.com](mailto:info.ph.d95@gmail.com)
2. Corresponding Author, Department. of Animal Sciences, Faculty of Agricultural Sciences and Engineering, Razi University, Kermanshah, Iran. E-mail: [hozhabri@razi.ac.ir](mailto:hozhabri@razi.ac.ir)
3. Animal Science Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran. E-mail: [hfazaeli@gmail.com](mailto:hfazaeli@gmail.com)

### Article Info

**Article type:**  
Research Article

### Article history:

Received: 21 January 2022  
Received in revised form:  
08 August 2022  
Accepted: 10 August 2022  
Published online:  
24 December 2022

### Keywords:

Agricultural waste,  
Dwell time,  
Evaporation of moisture,  
Fungal colony,  
Post compression expansion.

### ABSTRACT

The effects of two levels of hydraulic pressure (220 and 240 bar) and two dwell times (five and 10 seconds) in the machine for making complete feed blocks containing three combinations of forages (wheat straw and alfalfa hay (WB); strawberry plant, wheat straw and alfalfa hay (SB); chickpea straw and alfalfa hay (CB)) were studied on the physical properties of the blocks in a 2×2×3 factorial experiment based on a completely randomized design. The blocks containing pea straw and alfalfa hay had the maximum moisture evaporation at a pressure of 240 bar and 5 and 10 seconds stop time (P<0.05). The highest density was related to the blocks SB (552.6 kg/m<sup>3</sup>) and the lowest was related to the blocks CB (456.6 kg/m<sup>3</sup>; P<0.05). With increasing pressure and dwell time, the density of SB and CB increased compared to the WB (P<0.05). The highest post compression expansion was observed in the first 24 hours after production (P<0.05). The SB had a maximum number of fungal colonies at 240 bar and a dwell time of 5 and 10 seconds. Regardless of the type of forage and dwell time, SB and WB had a higher colony at 240 than at 220 bar, but in CB at 240 was less than 220 bar. Based on the results, 240 bar pressure and 10 seconds dwell time to produce complete feed blocks containing strawberry plant, alfalfa hay and chickpea straw, causes the desired compression and increases the storage time of the block.

**Cite this article:** Ebne Abbasi, R., Hozhabri, F., & Fazaeli, H. (2022). Determination of the best conditions for compression in the production of complete animal feed blocks based on strawberry plant and chickpea straw. *Journal of animal Production*, 24 (4), 427-439. DOI: <http://doi.org/10.22059/jap.2022.337758.623672>





## تعیین بهترین شرایط فشرده‌سازی در تولید بلوک‌های خوراک کامل دام بر پایه بوته توت‌فرنگی و کاه نخود

رحمن ابن عباسی<sup>۱</sup> | فردین هژبری<sup>۲</sup> | حسن فضایی<sup>۳</sup>

۱. گروه علوم دامی، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران. رایانامه: [info.ph.d95@gmail.com](mailto:info.ph.d95@gmail.com)

۲. نویسنده مسئول، گروه علوم دامی، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران. رایانامه: [hozhabri@razi.ac.ir](mailto:hozhabri@razi.ac.ir)

۳. مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران. رایانامه: [hfazaali@gmail.com](mailto:hfazaali@gmail.com)

### اطلاعات مقاله

### چکیده

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۰۱

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۵/۱۷

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۵/۱۹

تاریخ انتشار: ۱۴۰۱/۱۰/۰۳

### کلیدواژه‌ها:

انبساط پس از فشرده‌سازی،

پسماندهای کشاورزی،

تبخیر رطوبت،

زمان توقف فشار،

کلنی قارچ.

اثرات دو سطح فشار هیدرولیک (۲۲۰ و ۲۴۰ بار) و دو زمان توقف فشار (پنج و ۱۰ ثانیه) در ماشین ساخت بلوک‌های خوراک کامل حاوی سه ترکیب علوفه‌ای (کاه‌گندم و یونجه، بوته توت‌فرنگی، کاه‌گندم و یونجه، کاه‌نخود و یونجه) بر ویژگی‌های فیزیکی بلوک‌ها در یک آزمایش فاکتوریل ۳×۲×۲ بر پایه طرح کاملاً تصادفی مطالعه شد. بلوک‌های حاوی کاه‌نخود در فشار ۲۴۰ بار و زمان توقف پنج و ۱۰ ثانیه حداکثر تبخیر رطوبت را داشتند ( $P < 0.05$ ). بیش‌ترین چگالی مربوط به بلوک‌های حاوی بوته توت‌فرنگی (۵۵۲/۶ کیلوگرم بر مترمکعب) و کم‌ترین آن مربوط به بلوک‌های حاوی کاه‌نخود (۴۵۶/۶ کیلوگرم بر مترمکعب) بود ( $P < 0.05$ ). با افزایش مقدار و زمان توقف فشار، چگالی بلوک‌های حاوی بوته توت‌فرنگی و بلوک‌های حاوی کاه‌نخود در مقایسه با بلوک‌های حاوی کاه‌گندم و یونجه افزایش یافت ( $P < 0.05$ ). بیش‌ترین درصد انبساط پس از فشرده‌سازی در ۲۴ ساعت اول تولید، مشاهده شد ( $P < 0.05$ ). بلوک‌های حاوی بوته توت‌فرنگی در فشار ۲۴۰ بار و زمان توقف فشار پنج و ۱۰ ثانیه دارای حداکثر تعداد کلنی قارچ بودند. صرف‌نظر از نوع علوفه و زمان توقف فشار، بلوک‌های حاوی کاه‌گندم و یونجه و بلوک‌های حاوی بوته توت‌فرنگی در فشار ۲۴۰ بار دارای کلنی بیش‌تری نسبت به ۲۲۰ بار بودند ( $P < 0.05$ ). اما در بلوک‌های حاوی کاه‌نخود در فشار ۲۴۰ بار کم‌تر از ۲۲۰ بار بود ( $P < 0.05$ ). براساس نتایج حاصل، فشار ۲۴۰ بار و زمان توقف ۱۰ ثانیه برای تولید بلوک‌های خوراک کامل حاوی بوته توت‌فرنگی، یونجه و کاه‌گندم و بلوک‌های حاوی کاه‌نخود و یونجه سبب فشرده‌سازی مطلوب و افزایش زمان نگهداری بلوک می‌شود.

استناد: ابن عباسی، ر.، هژبری، ف. و فضایی، ح (۱۴۰۱). تعیین بهترین شرایط فشرده‌سازی در تولید بلوک‌های خوراک کامل دام بر پایه بوته توت‌فرنگی و کاه نخود. نشریه تولیدات دامی، ۲۴ (۴)، ۴۲۷-۴۳۹. DOI: <http://doi.org/10.22059/jap.2022.337758.623672>



## ۱. مقدمه

استفاده از منابع خوراکی بومی موجود در تغذیه دام، یکی از راه‌کارهای کاهش هزینه تغذیه می‌باشد. مواد مغذی مورد نیاز دام را می‌توان در قالب یک بلوک خوراک کامل تأمین کرد. این روش علاوه بر این که از نظر اقتصادی مقرون به صرفه است دارای مزایای متعددی مانند حمل و نقل آسان، ذخیره‌سازی ارزان‌تر و کاهش هزینه‌های مربوط به تغذیه می‌باشد [۱۶]. استفاده از محصولات فرعی کشاورزی و مواد خوراکی موجود در منطقه می‌تواند هزینه پرورش دام را به میزان قابل توجهی کاهش دهد. شیوه‌های مناسب تغذیه و فرآوری خوراک، این امکان را به دامدار می‌دهد تا از این منابع به‌طور مؤثرتری جهت افزایش عملکرد دام‌ها استفاده کند [۱۳]. بلوک‌های خوراک کامل، بلوک‌هایی با چگالی بالا شامل علوفه، کنسانتره و سایر مواد مغذی مکمل به نسبت دلخواه می‌باشند که می‌توانند نیازهای غذایی حیوانات را برآورده کنند. همچنین، این فناوری ظرفیت فراهم کردن خوراک کامل برای دام در شرایط اضطراری ایجاد شده در اثر بلایای طبیعی را دارد. تولید این نوع خوراک‌ها برای افزایش بهره‌وری دام و استفاده از مواد خوراکی ارزان‌قیمت موجود بسیار مهم است [۱۰]. براساس آمارنامه سال ۱۳۹۹ سازمان جهاد کشاورزی استان کردستان، محصول توت‌فرنگی با بیش از ۳۰۰۰ هکتار سطح زیر کشت بالغ بر ۴/۵ تن تولید علوفه خشک در هکتار و نخود نیز با ۱۰۵۲۲۳ هکتار ظرفیت تولید ۰/۷ تن در هکتار کاه‌نخود را دارا می‌باشد [۱۹].

سیستم تغذیه بلوک خوراک کامل یکی از روش‌هایی است که از ظرفیت منابع خوراک دام به بهترین شکل بهره برده و امکان استفاده گسترده از محصولات جانبی کشت و صنعت، بقایای محصولات و خوراک‌های غیرمتعارف در جیره نشخوارکننده را برای به حداکثر رساندن تولید و به حداقل رساندن هزینه تغذیه فراهم می‌کند. ترکیبی از انواع پس‌مانده‌های کشاورزی و صنایع غذایی به همراه مکمل‌ها و ریزمغذی‌ها می‌تواند در تولید بلوک خوراک کامل استفاده شود و خوراک‌هایی متوازن و اقتصادی، به‌ویژه در فصول خشک، برای نشخوارکنندگان فراهم نماید. با این روش میزان مصرف و گوارش‌پذیری مواد خشبی با کیفیت پایین (انواع کاه، کلش و غیره) نیز بهبود یافته و باعث افزایش عملکرد دام‌ها می‌شود [۱]. جیره‌های غذایی به شکل بلوک خوراک کامل سبب بهبود میزان ماده خشک مصرفی و ضریب تبدیل غذایی و در نتیجه افزایش وزن روزانه گوساله‌های پرواری می‌شود [۴، ۷ و ۱۷]. در خصوص ارزیابی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی بلوک‌های خوراک کامل گزارش شده است که چگالی بلوک‌های تولیدی بسته به مقدار کنسانتره مصرفی، می‌تواند از ۵/۶۹ تا ۷/۸۹ برابر نوسان داشته باشد؛ بلوک‌های بدون کنسانتره حداکثر انبساط را ۱۰۰ روز پس از ذخیره‌سازی نشان می‌دهند، در حالی که بلوک‌های حاوی ۵۰ درصد کنسانتره، کم‌ترین انبساط را دارند [۱۵].

همچنین، در خصوص متراکم‌سازی خوراک‌های کامل بر پایه کاه‌گندم و باگاس نیشکر نشان داده شده است که چگالی توده حاصل ۴/۵ برابر نسبت به علوفه‌های خشبی متناظر کاهش می‌یابد. درصد انبساط پس از ۳۰ روز، در بلوک‌های خوراک کامل بر پایه کاه‌گندم بیش‌تر از بلوک‌های حاوی مخلوط کاه‌گندم و باگاس نیشکر و همچنین بلوک‌های حاوی کنجاله‌منداب تیمار شده با فرمالدئید گزارش شده است [۶]. در آزمایشی اثر سطوح مختلف فشار هیدرولیک و زمان توقف فشار و اندازه قطعات علوفه بر ویژگی‌های تراکم‌پذیری تولید بلوک‌های خوراک کامل، نشان داده شد که استفاده از علوفه با اندازه قطعات بین ۱۰ و ۳۰ میلی‌متر، فشار هیدرولیک ۲۲۰ بار و زمان توقف فشار پنج ثانیه شرایط بهینه برای تولید بلوک خوراک کامل می‌باشد [۵]. براساس مطالعات انجام‌شده عواملی نظیر دما، فشار اعمال‌شده، زمان توقف فشار، ضخامت قالب مکعب فلزی دستگاه هیدرولیک بر چگالی و فراسنجه‌های فیزیکی بلوک اثر دارند [۶ و ۲۰]. هدف از انجام این آزمایش، تعیین میزان مطلوب فشار هیدرولیک و زمان توقف فشار برای تولید بلوک خوراک کامل از جیره گوساله‌های پرواری بر پایه استفاده از بوته توت‌فرنگی و کاه‌نخود بود.

## ۲. مواد و روش‌ها

در این آزمایش اثر فشار هیدرولیک (۲۲۰ و ۲۴۰ بار) و زمان توقف فشار (پنج و ۱۰ ثانیه) و سه ترکیب علوفه‌ای جیره (۱۸ درصد یونجه و ۱۲ درصد کاه گندم، ۲۵ درصد بوته توت فرنگی، سه درصد یونجه و دو درصد کاه گندم و ۲۵ درصد کاه نخود و پنج درصد یونجه) در یک آزمایش فاکتوریل ۳×۲×۲ بر پایه طرح کاملاً تصادفی با ۱۲ تیمار و شش تکرار بررسی شد. جیره‌های آزمایشی به کمک دستگاه تهیه بلوک خوراکی (جیکدانه، ایران) به شکل فشرده (بلوک) در آمدند. در هر بلوک نسبت علوفه به کنسانتره و ملاس به ترتیب ۳۰، ۶۰ و ۱۰ درصد بود. زمان برداشت بوته توت فرنگی اواخر اردیبهشت‌ماه تا اواخر خردادماه و مرحله برگ‌زنی از اواخر خردادماه تا ۱۵ تیرماه بود. بوته‌ها در هوای آزاد خشک و با دستگاه خرمن‌کوب (مدل TH6510، ایران) خرد شدند (اندازه قطعات یک تا دو سانتی‌متر). کاه‌نخود تهیه‌شده دارای اندازه قطعات یک‌ونیم تا دو سانتی‌متر بود. صفاتی نظیر تبخیر رطوبت و کاهش وزن بلوک‌های خوراک کامل، درصد انبساط بعد از فشرده‌سازی، میزان چگالی، درصد کاهش وزن بلوک و تعداد کلنی‌های قارچ در بلوک‌های تولیدشده بررسی شدند. نوع مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی در جدول (۱) نشان داده شده است.

جدول ۱. مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی

جیره			مواد خوراکی
۳	۲	۱	
۵	۳	۱۸	یونجه خشک
۰	۲	۱۲	کاه گندم
۲۵	۰	۰	کاه نخود
۰	۲۵	۰	بوته توت فرنگی
۱۰	۱۰	۱۰	ملاس چغندر
۳۱	۳۱/۵	۳۱	جو (خردشده)
۱۴	۱۵	۱۷	سبوس گندم
۱۲	۱۰/۵	۷	کنجاله سویا
۱	۱	۱	اوره
۱	۱	۱	مکمل معدنی + ویتامینی
۱	۱	۱	نمک
۰	۰	۱	کربنات کلسیم
۰	۰	۱	بیکربنات سدیم
			ترکیبات شیمیایی جیره‌ها (محاسبه شده براساس درصد ماده خشک)
۹۳/۴۳	۹۳/۸۹	۹۴/۱۷	ماده خشک (درصد)
۹۲/۷۲	۹۰/۲	۹۱/۰۵	ماده آلی (درصد)
۲/۵	۲/۵	۲/۵	انرژی قابل متابولیسم (مگا کالری بر کیلوگرم)
۱۴	۱۴	۱۴	پروتئین خام (درصد)
۷/۳	۹/۸	۸/۹۵	خاکستر خام (درصد)
۳۶/۲	۳۶	۳۶/۱	الیاف نامحلول در شوینده خنثی (درصد)
۱۸/۳	۱۸	۱۸/۱۵	الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (درصد)

جیره‌ها: ۱ = کاه گندم و یونجه؛ ۲ = بوته توت فرنگی، کاه گندم و یونجه؛ ۳ = کاه نخود، یونجه.

با توجه به شرایط و ظرفیت دستگاه ساخت بلوک، برای تولید هر جیره (بلوک)، مواد خوراکی مذکور به مدت ۱۰ دقیقه به وسیله میکسر کاملاً مخلوط شدند و این مخلوط توسط نوار نقاله وارد یک مخزن شد. مخزن مزبور قابلیت توزین داشت و طوری تنظیم شده بود که به محض رسیدن مقدار وزن مخلوط تخلیه شده در آن به ۳۴/۷ کیلوگرم، به طور اتوماتیک دریچه آن باز و مخلوط به داخل قالب دستگاه پرس تخلیه شد. دستگاه هیدرولیک، که از قبل میزان فشار و زمان توقف فشار آن تنظیم شده بود، فعال شده و ترکیب علوفه-کنسانتره مورد نظر را فشرده و به صورت اتوماتیک از دستگاه خارج کرد. بلوک‌های آزمایشی از هر جیره بلافاصله پس از تولید با ترازوی دیجیتال (دقت ۱۰ گرم) توزین و سپس ابعاد آن‌ها توسط خط‌کش اندازه‌گیری شد. میانگین و انحراف معیار طول، عرض، ارتفاع (ضخامت) و وزن بلوک‌ها در زمان تولید به ترتیب برابر ۸۰/۰۰±۰۰/۰، ۶۰/۰۰±۰۰/۰، ۱۶/۶۴±۰/۲۲ سانتی‌متر و ۳۴/۷±۰/۲۰ کیلوگرم بود. بیست و چهار ساعت پس از تولید و نیز پس از ۳۵ و ۱۰۰ روز ذخیره‌سازی، دوباره وزن و ابعاد بلوک‌های خوراک کامل ثبت شد در طول دوره نگهداری بلوک‌ها، تغییرات روزانه رطوبت و نیز دمای محل نگهداری بلوک‌ها اندازه‌گیری شد (جدول ۲).

درصد انبساط پس از فشرده‌سازی، با در نظر گرفتن میانگین شش تکرار و با استفاده از رابطه (۱) محاسبه شد [۱۸].

$$\text{PCE (\%)} = \frac{T_2 - T_1}{T_1} \times 100 \quad \text{رابطه (۱)}$$

در این رابطه، PCE (Post compression expansion) درصد انبساط پس از فشرده‌سازی؛  $T_1$ ، ضخامت (ارتفاع) بلوک‌ها در فشرده‌ترین حالت و  $T_2$ ، ضخامت بلوک‌ها در فواصل زمانی مختلف است.

چگالی یا وزن مخصوص هر بلوک بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب از نسبت وزن به حجم آن محاسبه شد. چگالی بلوک‌ها بلافاصله پس از تولید، ۲۴ ساعت پس از آن، پس از ۳۵ و ۱۰۰ روز ذخیره‌سازی، اندازه‌گیری شد؛ درصد کاهش چگالی در فواصل زمانی مختلف، با در نظر گرفتن شش تکرار برای هر ترکیب علوفه-کنسانتره با استفاده از رابطه (۲) محاسبه شد [۱۵].

$$D(\%) = \frac{D_1 - D_2}{D_1} \times 100 \quad \text{رابطه (۲)}$$

در این رابطه،  $D$ ، درصد کاهش چگالی بلوک‌ها؛  $D_1$ ، چگالی بلوک‌ها در زمان تولید و  $D_2$ ، چگالی بلوک‌ها در فواصل زمانی مختلف است.

فراوانی قارچ‌ها در بلوک‌های خوراک کامل بر اساس استاندارد ملی ایران (شماره ۳-۸۹۲۳) اندازه‌گیری شد [۹]. جهت تهیه نمونه و سوسپانسیون اولیه و رقت‌ها، نمونه‌ای به مقدار ۶۰ گرم به ۵۰۰ میلی‌لیتر محلول رقیق‌کننده افزوده شد و بعد از مخلوط کردن رقت آن به ۱۰ به توان منفی یک (سوسپانسیون اولیه) رسانده شد. برای تهیه رقت‌های بعدی یک میلی‌لیتر از سوسپانسیون اولیه به نه میلی‌لیتر از محلول رقیق‌کننده اضافه شد. سپس با استفاده از یک پی‌پت سترون یک میلی‌لیتر از سوسپانسیون اولیه به هر یک از دو پلیت سترون (دوتایی) افزوده شد. به هر یک از پلیت‌ها حدود ۱۵ تا ۲۰ میلی‌لیتر از محیط کشت (Oxytetracycline glucose yeast agar) با دمای ۴۴ تا ۴۷ درجه سانتی‌گراد افزوده و کاملاً مخلوط شد. پلیت‌های آماده شده پس از بستن محیط کشت به صورت وارونه در دمای ۲۵±۱ درجه سانتی‌گراد به مدت زمان پنج روز گرم‌خانه‌گذاری و سپس اقدام به شمارش پلیت‌های حاوی کلنی‌ها شد [۹].

داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹٫۱) رویه GLM برای رابطه (۳) تجزیه شدند [۱۴].

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + (\alpha\beta\gamma)_{ijk} + \varepsilon_{ijkl} \quad \text{رابطه (۳)}$$

در این رابطه،  $Y_{ijkl}$  عبارت است از هر یک از مشاهدات؛  $\mu$ ، میانگین کل؛  $\alpha_i$ ،  $\beta_j$  و  $\gamma_k$  به ترتیب اثرات جیره، فشار هیدرولیک و زمان توقف فشار؛  $(\alpha\beta)_{ij}$ ،  $(\alpha\gamma)_{ik}$  و  $(\beta\gamma)_{jk}$  اثرات متقابل دو گانه و سه گانه بین سطوح مختلف عامل‌ها و  $\varepsilon_{ijkl}$  اثر خطای آزمایشی می‌باشد. به دلیل عدم وجود اثر متقابل بین سطوح مختلف، در مرحله نهایی از مدل آماری حذف شدند.

جدول ۲. میانگین و انحراف معیار مقادیر دما و رطوبت ثبت شده در محل نگهداری بلوکها

فراسنجه	دوره‌های زمانی		
	اول <sup>۱</sup>	دوم <sup>۲</sup>	سوم <sup>۳</sup>
دما (درجه سانتی‌گراد)	۱۵±۲/۹۴	۱۲/۲۷±۲/۴۴	۳/۹۸±۱/۰۱
حداقل	۳۴±۲/۸۵	۲۷/۲۷±۲/۳۳	۱۴/۰۹±۲/۷۵
حداکثر	۳۴/۵±۱/۲۴	۱۹/۷۷±۲/۳۸	۹/۰۳±۰/۸۱
میانگین	۳۰/۶۵±۲/۱۳	۲۵/۷۱±۱/۱۸	۲۴/۶۳±۰/۶۳
رطوبت نسبی (درصد)	۵۰/۶۵±۱/۰۵	۴۵/۴۰±۱/۱۷	۴۴/۵۹±۰/۷۱
ساعت ۱۲ و ۳۰ دقیقه			
رطوبت مطلق (درصد)			
حداقل			

۱. ۲۴ ساعت از ۸ لغایت ۹ مردادماه؛ ۲. ۳۵ روز از ۸ مردادماه لغایت ۱۳ شهریورماه؛ ۳. ۶۵ روز از ۱۳ شهریورماه لغایت ۱۹ آبان‌ماه.

### ۳. نتایج و بحث

میانگین درصد تبخیر رطوبت و کاهش بلوک‌های خوراک کامل جیره‌های آزمایشی، پس از ۱۰۰ روز ذخیره‌سازی در جدول (۳) نشان داده شده است. کم‌ترین درصد تبخیر رطوبت در فشار ۲۲۰ بار و زمان توقف ۱۰ ثانیه در مورد بلوک‌های حاوی بوته توت‌فرنگی و کاه‌نخود و بیش‌ترین آن در فشار ۲۴۰ بار و زمان توقف پنج و ۱۰ ثانیه و در مورد بلوک‌های حاوی کاه‌نخود مشاهده شد ( $P < 0.05$ ). در فشار ۲۲۰ بار و زمان‌های توقف پنج یا ۱۰ ثانیه بین بلوک‌های آزمایشی از لحاظ میزان تبخیر رطوبت تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. در فشار ۲۴۰ بار و زمان توقف پنج ثانیه بین بلوک‌های حاوی علوفه‌های خشبی متفاوت اختلاف معنی‌داری از لحاظ درصد تبخیر رطوبت مشاهده شد، به‌نحوی که بیش‌ترین آن در بلوک‌های حاوی کاه نخود ثبت شد ( $P < 0.05$ ).

جدول ۳. مقایسه میانگین درصد تبخیر رطوبت و درصد کاهش وزن بلوک‌های مختلف پس از ۱۰۰ روز ذخیره‌سازی

جیره	فشار هیدرولیکی (بار)	زمان توقف فشار (ثانیه)	تبخیر رطوبت (درصد)	کاهش وزن (درصد)
۱	۲۲۰	۵	۹/۶ <sup>cd</sup>	۲/۰ <sup>ab</sup>
		۱۰	۹/۱ <sup>bc</sup>	۱/۹ <sup>a</sup>
		۵	۱۰/۵ <sup>c</sup>	۲/۴ <sup>a</sup>
	۲۴۰	۱۰	۱۰/۰ <sup>cd</sup>	۲/۱ <sup>ab</sup>
		۵	۹/۸ <sup>cd</sup>	۲/۰ <sup>ab</sup>
		۱۰	۸/۷ <sup>c</sup>	۲/۳ <sup>ab</sup>
۲	۲۲۰	۵	۱۱/۴ <sup>e</sup>	۲/۴ <sup>ab</sup>
		۱۰	۱۰/۱ <sup>c</sup>	۲/۲ <sup>a</sup>
		۵	۹/۸ <sup>cd</sup>	۱/۸ <sup>a</sup>
	۲۴۰	۱۰	۸/۶ <sup>c</sup>	۱/۷ <sup>a</sup>
		۵	۱۲/۸ <sup>e</sup>	۲/۷ <sup>a</sup>
		۱۰	۱۲/۳ <sup>e</sup>	۲/۶ <sup>a</sup>
SEM			۰/۰۰۷	۰/۰۰۷
معنی‌داری			۰/۰۰۷	۰/۰۰۲

a-d: تفاوت میانگین‌ها با حروف نا مشابه در هر ستون معنی‌دار است ( $P < 0.05$ ).

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

جیره‌ها: ۱ = کاه‌گندم و یونجه؛ ۲ = بوته توت‌فرنگی، کاه‌گندم و یونجه؛ ۳ = کاه‌نخود و یونجه.

در بلوک‌های آزمایشی، افزایش فشار هیدرولیک موجب افزایش تبخیر رطوبت شد و در بلوک‌های حاوی بوته توت‌فرنگی و کاه نخود این تفاوت معنی‌دار بود ( $P < 0.05$ ). جهت اتصال بیش‌تر مواد موجود در بلوک‌ها و افزایش استحکام آن‌ها، قبل از فشرده‌سازی، حدود ۱۰ درصد وزنی ملاس رقیق‌شده با آب گرم اضافه شد که موجب افزایش میزان رطوبت بلوک‌ها شد. از طرف دیگر، شرایط رطوبت و دما در محل ذخیره‌سازی بلوک‌ها طوری بود که در طول دوره نگهداری برای رسیدن به رطوبت تعادلی، مقداری از رطوبت خود را از دست دادند. بیش‌ترین درصد تبخیر رطوبت بلوک‌ها در هفته اول نگهداری آن‌ها اتفاق افتاد. میزان رطوبت بلوک‌های خوراک کامل یک عامل اساسی در تعیین میزان چگالی (جرم‌حجمی) و مقاومت آن‌ها می‌باشد [۲ و ۷].

در یک آزمایش تأثیر میزان رطوبت موجود در توده‌های فشرده گراس بر ویژگی‌های فیزیکی آن‌ها مورد مطالعه قرار گرفت و نتایج حاصل نشان داد که میزان کاهش چگالی توده‌ها به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر رطوبت آن‌ها بود و با افزایش رطوبت بلوک‌ها، میزان چگالی آن‌ها کاهش یافت [۲]. افزایش میزان رطوبت تا رسیدن به حد مطلوب (حداکثر ۱۲ درصد) مقاومت در برابر فشار هیدرولیکی و درصد ماندگاری بلوک‌ها را افزایش می‌دهد [۵]. به‌طور کلی، در هر سطح از فشار هیدرولیک (۲۲۰ یا ۲۴۰ بار) با افزایش زمان توقف فشار هیدرولیک (پنج و ۱۰ ثانیه) تفاوت میانگین مقدار کاهش وزن بلوک‌ها (جیره‌های آزمایشی) با میانگین مقدار کاهش رطوبت موجود در بلوک‌ها معنی‌دار نبود. با توجه به این‌که در زمان فشرده‌سازی بلوک‌های مختلف، میزان رطوبت آن‌ها تفاوت قابل‌توجهی با هم نداشتند، میزان چگالی و ماندگاری این بلوک‌ها به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر رطوبت قرار نگرفت و روند تغییرات درصد کاهش وزن و میزان رطوبت بلوک‌ها تا حدود زیادی مشابه بود.

میانگین چگالی بلوک‌های آزمایشی بلافاصله پس از تولید و میانگین درصد کاهش چگالی بلوک‌ها در طول دوره‌های مختلف ذخیره‌سازی بلوک در جدول (۴) نشان داده شده است. اثر میزان فشار هیدرولیک و زمان توقف فشار بر میانگین چگالی بلوک‌های آزمایشی بلافاصله پس از تولید معنی‌دار بود ( $P < 0.05$ )؛ به‌نحوی که بیش‌ترین چگالی در فشار ۲۴۰ بار و توقف فشار ۱۰ ثانیه مربوط به بلوک‌های حاوی بوته توت‌فرنگی و کم‌ترین آن در فشار ۲۲۰ بار و توقف فشار ۱۰ ثانیه مربوط به بلوک‌های حاوی کاه‌نخود بود ( $P < 0.05$ ). در بلوک‌های محتوی بوته توت‌فرنگی با افزایش فشار و زمان توقف فشار چگالی بلوک نیز افزایش یافت ( $P < 0.05$ ). تقریباً روند مشابهی در بلوک‌های دیگر نیز مشاهده شد اما معنی‌دار نبود. احتمالاً نحوه قرارگرفتن بوته توت‌فرنگی به هنگام فشرده‌شدن سطح تماس بیش‌تری با هم داشته و به نحوی قطعات بوته به هم فشرده شده‌اند که ظرفیت تراکم‌پذیری بیش‌تری داشته و همین امر سبب افزایش چگالی بلوک شده است. گزارش شده است که کاهش اندازه قطعات علوفه موجب افزایش کل سطح آن‌ها و افزایش تعداد نقاط تماس برای اتصال بین ذرات طی فرایند فشرده‌سازی و احتمالاً افزایش میزان تراکم در این گروه از بلوک‌ها شده است [۸]. صرف‌نظر از فشار هیدرولیک و زمان توقف فشار، متوسط مقادیر چگالی در بلوک‌های حاوی کاه نخود کم‌تر از بلوک‌های حاوی بوته توت‌فرنگی و بلوک‌های حاوی کاه گندم و یونجه بود. میزان چگالی در بلوک‌های حاوی کاه گندم (۴۲۲/۴۸ کیلوگرم در مترمکعب) و باگاس نیشکر (۵۵۰/۲۵ کیلوگرم در مترمکعب) با نسبت علوفه به کنسانتره ۴۰ به ۶۰ گزارش شده است [۶].

روند مشابهی در بلوک‌های خوراکی کامل محتوی کاه گندم و یونجه به‌عنوان بخش علوفه‌ای و کنسانتره (۵۵:۴۵؛ علوفه به کنسانتره) گزارش شده است، به‌نحوی که بیش‌ترین چگالی در فشار هیدرولیک ۲۲۰ بار (در مقابل ۲۰۰ بار) و زمان توقف فشار ۳۰ ثانیه (در مقابل پنج ثانیه) مشاهده شد [۵]. این پژوهش‌گران نشان دادند که پاسخ میزان چگالی بلوک‌ها به اعمال تغییرات در مقدار فشار هیدرولیک (۲۰۰ و ۲۲۰ بار) و زمان توقف فشار (پنج، ۱۷ و ۳۰ ثانیه) در سطح اندازه قطعات علوفه کوتاه بیش‌تر از سطح اندازه قطعات علوفه بلند است. نتایج اخیر با مطالعات سایر پژوهش‌گران در

رابطه با اثرات میزان فشار پرس هیدرولیک بر تراکم‌پذیری مواد خشبی مطابقت دارد [۵، ۶ و ۱۸]. از طرفی مطالعات انجام‌شده حاکی از آن است که افزایش فشار هیدرولیک، میزان چگالی علوفه‌های خشبی را به‌طور معنی‌داری افزایش می‌دهد. مطالعات نشان دادند که میزان فشار هیدرولیک، اندازه ذرات و میزان رطوبت به‌طور قابل‌توجهی بر چگالی توده فشرده کاه و بقایای زراعی مؤثر است [۸]. چنین روندی با جایگزینی ۴۰ درصد کاه گندم با باگاس نیشکر در بلوک‌های خوراک کامل نیز نشان داده شده است و این در حالی است که اندازه قطعات باگاس به مراتب از کاه گندم کوچک‌تر و چگالی بالاتری دارند [۶]؛ زیرا میزان فشار هیدرولیک و اندازه ذرات و میزان رطوبت به‌طور معنی‌داری بر چگالی توده فشرده کاه و بقایای سایر گیاهان زراعی مؤثر است. گزارش شده است که میزان کاهش چگالی توده‌های فشرده گراس تحت تأثیر رطوبت آن‌ها بود و با افزایش رطوبت بلوک‌ها، میزان چگالی آن‌ها کاهش یافت [۲].

اصولاً تغییر مشاهده‌شده در تراکم بلوک‌های تولیدشده متناسب با تغییرات اعمال‌شده در نوع پسماند کشاورزی، میزان و مدت توقف فشار هیدرولیک، می‌تواند تحت تأثیر میزان کارایی ماشین بلوک زنی باشد [۶ و ۸]. در برخی مطالعات، میزان چگالی منابع مختلف علوفه‌ای به‌تنهایی یا در ترکیب با کنسانتره، ۳۸۲ تا ۵۷۵ کیلوگرم در هر متر مکعب گزارش شده است [۳ و ۱۸]. میزان چگالی در مطالعه اخیر بین ۴۳۶ تا ۵۵۲ کیلوگرم در مترمکعب بود که از محدوده میزان چگالی مناسب مصرف توسط دام (۳۲۰ تا ۵۲۰ کیلوگرم در هر متر مکعب) [۲۱] اندکی بیش‌تر است.

جدول ۴. مقایسه میانگین چگالی و درصد کاهش چگالی بلوک‌ها در طول دوره‌های مختلف ذخیره‌سازی بلوک

جیره	فشار هیدرولیکی (بار)	زمان توقف فشار (ثانیه)	چگالی (کیلوگرم بر مترمکعب)		
			بلافاصله پس‌از تولید	۲۴ ساعت پس‌از تولید	۳۵ روز پس‌از تولید
۱	۲۲۰	۵	۴۸۰/۵۲ <sup>ab</sup>	۳/۸۱ <sup>cd</sup>	۱/۶۹
		۱۰	۴۸۵/۵۵ <sup>cd</sup>	۳/۹۰ <sup>cd</sup>	۱/۷۸
	۲۴۰	۵	۴۹۰/۶۱ <sup>bc</sup>	۴/۰۷ <sup>cd</sup>	۱/۸۳
		۱۰	۴۹۰/۱۴ <sup>bc</sup>	۴/۴۰ <sup>cd</sup>	۱/۵۸
۲	۲۲۰	۵	۵۰۷/۱۱ <sup>cd</sup>	۴/۷۰ <sup>bc</sup>	۲/۳۰
		۱۰	۵۱۱/۷۲ <sup>c</sup>	۴/۹۱ <sup>bc</sup>	۲/۰۴
	۲۴۰	۵	۵۲۱/۵۸ <sup>a</sup>	۵/۲۲ <sup>ab</sup>	۲/۲۰
		۱۰	۵۵۲/۷۳ <sup>a</sup>	۵/۸۰ <sup>a</sup>	۲/۴۰
۳	۲۲۰	۵	۴۶۵/۶۶ <sup>ab</sup>	۳/۶۱ <sup>cd</sup>	۲/۴۳
		۱۰	۴۶۳/۸۲ <sup>a</sup>	۳/۴۰ <sup>cd</sup>	۲/۲۱
	۲۴۰	۵	۴۶۹/۱۰ <sup>ab</sup>	۳/۵۲ <sup>cd</sup>	۲/۰۸
		۱۰	۴۷۸/۱۳ <sup>ab</sup>	۳/۰۳ <sup>cd</sup>	۱/۸۱
			۳/۶۲	۰/۰۷	۰/۰۶
			۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۵۲

a-b: تفاوت میانگین‌ها با حروف نامشابه در هر ستون معنی‌دار است ( $P < 0.05$ ).

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

جیره‌ها: ۱ = کاه‌گندم و یونجه؛ ۲ = بوته توت‌فرنگی، کاه‌گندم و یونجه؛ ۳ = کاه‌نخود و یونجه.

میانگین درصد کاهش چگالی در ۲۴ ساعت پس‌از تولید نسبت به سایر دوره‌ها به‌طور معنی‌داری بیش‌تر بود. تفاوت آماری معنی‌داری بین بلوک‌های مختلف از لحاظ میزان کاهش چگالی در ۲۴ ساعت پس‌از تولید مشاهده شد ( $P < 0.05$ )، هرچند این روند در ۳۵ و ۱۰۰ روز ذخیره‌سازی ثبت نشد. بیش‌ترین کاهش در بلوک‌های حاوی بوته توت‌فرنگی و کم‌ترین آن در بلوک‌های حاوی کاه‌نخود در فشار ۲۴۰ بار و زمان توقف فشار ۱۰ ثانیه ایجاد شد. احتمالاً



به دلیل وجود خاصیت الاستیسته در بخش علوفه‌ای (یونجه و بقایای محصولات فرعی کشاورزی) موجود در بلوک‌ها سبب این تغییرات در ۲۴ ساعت پس از تولید شده است. تغییر شکل ترکیب علوفه-کنسانتره که در اثر فشار هیدرولیک ایجاد می‌شود، باعث خارج شدن آن از وضعیت تعادل شده و نیروهای بازگرداننده‌ای ایجاد می‌شوند که به محض برداشته شدن فشار روی ترکیب علوفه-کنسانتره فشرده و خروج آن از قالب پرس هیدرولیک، این ترکیب تا حدودی به شکل اولیه خود برگشته و نوعی انبساط در بلوک ایجاد می‌شود [۱ و ۱۱]. انبساط بلوک به معنای افزایش حجم و کاهش چگالی آن می‌باشد.

جدول (۵) میانگین درصد انبساط بعد از فشرده‌سازی بلوک‌ها در دوره‌های مختلف ذخیره‌سازی را نشان می‌دهد. اثر نوع پسماندهای کشاورزی در بلوک‌های خوراک کامل بر میانگین درصد انبساط پس از فشرده‌سازی معنی‌دار بود ( $P < 0.05$ ). هرچند، میزان فشار هیدرولیکی و زمان توقف فشار اثر معنی‌داری بر این فراسنجه نداشت. بیش‌ترین درصد انبساط در ۲۴ ساعت اول پس از فشرده‌سازی مشاهده شد ( $P < 0.05$ )، به طوری که میزان انبساط در دوره‌های بعد کاهش یافت و تفاوت معنی‌داری بین بلوک‌های آزمایشی وجود نداشت. بیش‌ترین درصد انبساط در بلوک‌های حاوی بوته توت‌فرنگی و کم‌ترین آن در بلوک‌های حاوی کاه‌نخود در ۲۴ ساعت اول پس از فشرده‌سازی مشاهده شد. این روند با تغییرات درصد کاهش چگالی بلوک‌ها (جدول ۴) در ۲۴ ساعت اول پس از تولید روند مشابهی داشت. برخی پژوهش‌گران روند مشابهی در بلوک‌های خوراکی کامل محتوی کاه گندم و یونجه به‌عنوان بخش علوفه‌ای و کنسانتره (۵۵:۴۵) علوفه به کنسانتره) مشاهده نمودند [۵]. انبساط پس از فشرده‌سازی در بلوک‌های مورد مطالعه سبب افزایش حجم و در نتیجه کاهش میزان چگالی بلوک‌ها متناسب با میزان انبساط ایجاد شده می‌شود. نتایج مشابهی توسط برخی پژوهش‌گران در این زمینه گزارش شده است، به نحوی که صرف نظر از نوع علوفه، میزان رطوبت و فشار هیدرولیک، میزان انبساط در بلوک‌ها پس از گذشت ۲۴ ساعت نسبت به دوره‌های پس از آن بیش‌تر بود [۳].

جدول ۵. مقایسه میانگین درصد انبساط پس از فشرده‌سازی بلوک‌ها در دوره‌های مختلف ذخیره‌سازی بلوک

چیره	فشارهیدرولیکی (بار)	زمان توقف فشار (ثانیه)	انبساط پس از فشرده‌سازی (درصد)		
			۲۴ ساعت پس از تولید	۳۵ روز پس از تولید	۱۰۰ روز پس از تولید
۱	۲۲۰	۵	۱۷/۲ <sub>de</sub>	۵/۹	۴/۷۷
	۲۴۰	۱۰	۱۷/۹ <sub>cd</sub>	۶/۰۴	۴/۸۳
	۲۴۰	۵	۱۸/۷ <sub>cd</sub>	۵/۸	۴/۶۲
	۲۲۰	۱۰	۲۰/۰ <sub>bc</sub>	۶/۴	۴/۶۹
۲	۲۲۰	۵	۱۸/۴ <sub>cd</sub>	۵/۸	۴/۰۵
	۲۴۰	۱۰	۱۹/۰ <sub>cd</sub>	۵/۷۶	۳/۹۴
	۲۴۰	۵	۲۱/۸ <sub>ab</sub>	۵/۷	۳/۹۸
	۲۲۰	۱۰	۲۲/۱ <sub>a</sub>	۵/۶	۴/۰
۳	۲۲۰	۵	۱۴/۸ <sub>f</sub>	۶/۵	۴/۶
	۲۴۰	۱۰	۱۵/۰ <sub>f</sub>	۶/۶	۴/۷
	۲۴۰	۵	۱۵/۲ <sub>ef</sub>	۶/۴	۴/۷۵
	۲۴۰	۱۰	۱۵/۸ <sub>ef</sub>	۶/۶	۴/۸۸
SEM			۰/۲۲	۰/۰۴	۰/۰۷
معنی‌داری			۰/۰۰۳	۰/۱۲	۰/۱۳

a-f: تفاوت میانگین‌ها با حروف نا مشابه در هر ستون معنی‌دار است ( $P < 0.05$ ).

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

چیره‌ها: ۱= کاه گندم و یونجه؛ ۲= بوته توت‌فرنگی، کاه گندم و یونجه؛ ۳= کاه‌نخود و یونجه.

فراستی و همکاران (۲۰۱۷) گزارش کردند که با افزایش میزان فشار و زمان توقف فشار در بلوک‌های حاوی علوفه با قطعات کوتاه‌تر، درصد انبساط پس از فشردگی روند افزایشی داشت [۵]. علت بالاتر بودن میانگین انبساط پس از فشردگی در ۲۴ ساعت اول پس از ذخیره‌سازی، احتمالاً به دلیل وجود خاصیت کش‌سانی در یونجه خشک و سایر پسماندهای موجود در بلوک‌های آزمایشی باشد. در مطالعه حاضر تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی در زمان پس از ۳۵ یا ۱۰۰ روز اول تولید از لحاظ درصد انبساط پس از فشردگی مشاهده نشد و مقدار انبساط ناچیز بود. نتایج حاصل از پژوهش حاضر نشان داد بلوک‌های تولیدی بر پایه بقایای محصولات کشاورزی، قابلیت نگهداری و ذخیره‌سازی در مدت‌های نسبتاً طولانی بدون کاهش قابل‌توجه در تراکم را دارند. گزارش شده است که بلوک‌های محتوی کاه‌گندم به مراتب دارای انبساط پس از فشردگی بیش‌تری نسبت به بلوک‌های دارای ترکیبی از کاه و باگاس نیشکر (۴۰:۶۰) به‌عنوان ماده خشبی، بودند [۶]. این پژوهش‌گران گزارش کردند که میزان انبساط پس از ۲۴ ساعت در بلوک‌های حاوی کاه‌گندم ۲۰/۵۹ و پس از ۳۰ روز ۴۵/۶۴ درصد بود. در بلوک‌های خوراک کامل (۵۰:۵۰؛ کنسانتره: علوفه) میزان انبساط پس از فشردگی و ۱۵ دقیقه پس از فشردگی در فشار ۳۰۰۰ پاسکال بیش‌ترین بود و به‌تدریج کاهش یافت به‌نحوی که در ۲۴ ساعت پس از فشردگی به حداقل رسید [۱۲].

این در حالی است که برخی پژوهش‌گران افزایش در میزان انبساط پس از فشردگی را تا ۳۰ روز صرف‌نظر از نوع ماده خشبی، گزارش نمودند [۶]. این پژوهش‌گران اعلام کردند که ممکن است تفاوت‌های مربوط به شرایط اقلیمی نظیر دما و رطوبت و طبیعت و سطوح اجزای کنسانتره شامل اتصال‌دهنده (ملاس) در بلوک‌ها سبب تفاوت در نتایج باشد. گزارش شده است که میزان انبساط پس از فشردگی در بلوک‌های براساس کاه‌گندم بالاتر از سایر مواد خشبی بوده است [۶ و ۱۲]. در مطالعه حاضر بیش‌ترین میزان انبساط در بلوک‌های حاوی بوته توت‌فرنگی در ۲۴ ساعت پس از فشردگی مشاهده شد (جدول ۵). صرف‌نظر از نوع علوفه به‌کار رفته در بلوک، میانگین درصد انبساط بلوک‌های فشردگی در فشار ۲۲۰ بار و زمان توقف پنج ثانیه کم‌تر از بلوک‌های فشردگی در فشار ۲۴۰ بار و زمان توقف ۱۰ ثانیه بود ( $P < 0.05$ ).

نتایج این آزمایش نشان داد که صرف‌نظر از نوع بقایای محصولات کشاورزی، ماهیت قطعات علوفه مورد استفاده در بلوک‌های آزمایشی نقش مهمی در تراکم‌پذیری و انبساط پس از فشردگی دارد. به‌نظر می‌رسد که انبساط پس از فشردگی بالاتر در بلوک‌های حاوی بوته توت‌فرنگی به ظرفیت ذرات این ماده خشبی به برگشت به شکل اولیه خود در مقایسه با کاه‌گندم و کاه‌نخود باشد [۶]. روند انبساط بلوک‌ها پس از فشردگی اشاره‌شده در بالا مربوط به اندازه‌گیری‌های اعمال‌شده در شرایط اتمسفری بود، درحالی‌که انبساط قابل‌توجهی در بلوک‌های بسته‌بندی‌شده در کیسه‌های پلی‌اتیلن حتی در ۳۵ روز پس از اعمال فشار مشاهده نشد. برخلاف نتایج حاضر، برخی پژوهش‌گران گزارش کردند بلوک‌های حاوی کاه‌گندم یا کاه‌برنج مرطوب که با مقدار فشار هیدرولیک پایین فشردگی شدند، در مقایسه با بلوک‌های از همان نوع که با مقدار فشار هیدرولیک بالا فشردگی شدند، دارای میزان انبساط پس از فشردگی بیش‌تری بودند [۳]. حداکثر میزان انبساط را پس از ۱۶ هفته ذخیره‌سازی در بلوک‌های حاوی ۱۰۰ درصد علوفه سبز مرتع و حداقل میزان انبساط را در همان مدت زمان، در بلوک‌های حاوی ۵۰ درصد علوفه سبز مرتع و ۵۰ درصد کنسانتره گزارش کردند [۱۵]. میانگین تعداد کلنی‌های قارچ در بلوک‌های آزمایشی مختلف پس از ۳۵ روز تولید در جدول (۶) نشان داده شده است. تجزیه آماری داده‌ها نشان داد که تفاوت آماری معنی‌داری بین بلوک‌های آزمایشی از لحاظ فراوانی تعداد کلنی‌های قارچ پس از ۳۵ روز تولید وجود داشت ( $P < 0.05$ ). اثرات متقابل و نیز اثر اصلی زمان توقف فشار تأثیر معنی‌داری بر تعداد کلنی قارچ نداشتند. مقایسه میانگین تعداد کلنی‌های قارچ موجود در بلوک‌های آزمایشی نشان داد که بلوک‌های حاوی بوته توت‌فرنگی در فشار هیدرولیک ۲۴۰ بار و زمان‌های توقف فشار پنج و ۱۰ ثانیه بیش‌ترین تعداد کلنی‌های قارچ را

داشتند ( $P < 0.05$ ). صرف‌نظر از نوع علوفه خشبی و زمان توقف فشار، در بلوک‌های حاصل از جیره ۱ و ۲ تعداد کلنی‌های قارچ در فشار هیدرولیکی ۲۴۰ بار نسبت به ۲۲۰ بار بیش‌تر بود، اما چنین روندی در بلوک‌های حاصل از جیره ۳ مشاهده نشد. میانگین تعداد کلنی‌های قارچ در بلوک‌های آزمایشی مختلف در محدوده حداکثر تعداد کلنی‌های قارچ قابل قبول در خوراک دام، براساس استاندارد ملی ایران قرار داشت [۹].

جدول ۶. میانگین تعداد کلنی‌های قارچ در بلوک‌های آزمایشی مختلف پس از ۳۵ روز تولید

جیره	فشار هیدرولیکی (بار)	زمان توقف فشار (ثانیه)	تعداد کلنی قارچ (تعداد در هر گرم بلوک)
۱	۲۲۰	۵	۱۱۸۷ <sup>a</sup>
		۱۰	۱۴۱۲ <sup>c</sup>
	۲۴۰	۵	۲۲۶۵ <sup>b</sup>
		۱۰	۲۳۵۸ <sup>bc</sup>
	۲۲۰	۵	۱۲۸۲ <sup>c</sup>
		۱۰	۱۳۵۷ <sup>c</sup>
۲	۲۴۰	۵	۲۷۹۷ <sup>ab</sup>
		۱۰	۲۸۵۲ <sup>c</sup>
	۲۲۰	۵	۲۴۵۸ <sup>bc</sup>
		۱۰	۲۱۰۰ <sup>cd</sup>
	۲۴۰	۵	۱۶۴۳ <sup>bc</sup>
		۱۰	۱۱۹۸ <sup>c</sup>
SEM			۱۰۱/۴۶
معنی‌داری			۰/۰۰۲

a-e: تفاوت میانگین‌ها با حروف نامشابه در هر ستون معنی‌دار است ( $P < 0.05$ ).

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

جیره‌ها: ۱= کاه‌گندم و یونجه؛ ۲= بوته توت‌فرنگی، کاه‌گندم و یونجه؛ ۳= کاه‌نخود و یونجه.

براساس مطالعات انجام‌شده بین تعداد کلنی‌های قارچ موجود در بلوک‌ها و درصد رطوبت آن‌ها (۳۵ روز پس از تولید) رابطه‌ای وجود داشت، به‌نحوی که با افزایش فشار هیدرولیکی از ۲۰۰ به ۲۲۰ بار و به‌دنبال آن کاهش چگالی بلوک، موجب افزایش درصد رطوبت بلوک‌ها و رشد و تکثیر کلنی‌های قارچ پس از ۳۵ روز تولید شد؛ کاهش فشار هیدرولیک (۲۰۰ بار)، منجر به افزایش میزان تبخیر و کاهش درصد رطوبت و کاهش تعداد کلنی‌های قارچ شد [۵]. به‌طورکلی، در آزمایش حاضر پس از ۱۰۰ روز ذخیره‌سازی، به‌دلیل افزایش تبخیر در طول زمان و پایین‌بودن رطوبت در بلوک‌های آزمایشی هیچ تغییر قابل مشاهده‌ای در رشد قارچ در بلوک‌های خوراک کامل ملاحظه نشد. نتایج مشابهی در این خصوص توسط برخی پژوهش‌گران گزارش شده است [۱۸].

براساس نتایج حاصل از این آزمایش، امکان استفاده از پس‌مانده‌های کشاورزی نظیر بوته توت‌فرنگی و کاه‌نخود در ساخت بلوک‌های خوراک کامل دام وجود دارد و فشار ۲۴۰ بار و زمان توقف ۱۰ ثانیه برای تولید بلوک‌های خوراک کامل حاوی بوته توت‌فرنگی و کاه‌نخود، سبب فشرده‌سازی مطلوب و افزایش زمان نگهداری بلوک‌ها می‌شود.

#### ۴. تشکر و قدردانی

از مدیریت محترم کارخانه خوراک دام و طیور جیکدانه سنندج و کلیه همکاران مرکز تحقیقات آموزش، کشاورزی و منابع طبیعی استان کردستان، تشکر و قدردانی می‌گردد.

**۵. تعارض منافع**

هیچ گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

**۶. منابع مورد استفاده**

1. Beigh YA, Ganai AM and Ahmad HA (2017) Prospects of complete feed system in ruminant feeding: A Review. *Veterinary World*, 10(4): 424-437.
2. Colley Z, Fasina OO, Bransby D and Lee YY (2006) Moisture effect on the physical characteristics of switch grass pellets. *Transactions of the ASABE*, 49(6): 1845-1851.
3. Das MM, Samanta AK, Singh KK and Kundu SS (2005) Effect of pressure and moisture on the compaction behavior of commonly available roughages. *Indian Journal of Animal Nutrition*, 22 (4): 210-213.
4. Fazaeli H, Aghashahi AR, Teymouri A and Khaki M. (2016) The effect of physical form of diet on the performance of Holstein male calves. *Livestock Products*, 18 (1): 51-60. (In Persian)
5. Ferasati S, Moeini MM, Hozhabri F and Fazaeli H (2017) Evaluation of compressibility properties of forage-concentrate composition to produce complete feed blocks. *Animal Science Journal (Pajouhesh and Sazandegi)*, 116: 126-115. (In Persian)
6. Hozhabri F and Singhal KK (2006) Physical parameters of complete feed blocks based on wheat straw and sugarcane bagasse. *Indian Journal of Animal Nutrition*, 23(3): 150-154.
7. Kaliyan N, Morey RV, White MD and Doering A (2009) Roll-press briquetting and pelleting of corn Stover and switch grass. *Transactions of ASABE*, 52(2): 543-555.
8. Mani S, Tabil LG and Sokhansanj S (2006) Effects of compressive force, particle size and moisture content on mechanical properties of biomass pellets from grasses. *Biomass and Bioenergy*, 30 (7): 648-654.
9. National Standard Organization of Iran (2013) Microbiology of food and animal feed. Mold and yeast counting method, part 3: The colony method of the product with aqueous activity ( $a_w$ ) equal to or less than 0.60. (In Persian)
10. Patil AK, Jain RK, Mehta MK, Agrawal V, Choudhary NS, Jatav GP and Karmore SK (2019) Prospects of compressed complete feed blocks as ruminant feed for sustainable livestock production. A review. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 7(2): 1263-1267
11. Saadatpour MM (2011) Fundamentals of the theory of elasticity. Isfahan University of Technology Publications. 1- 870. (In Persian).
12. Samanta A K, Singh KK, Das MM, Kundu SS (2004) Complete feed block a balance ration for livestock. *Indian Grassland and Fodder Research Institute, Jhansi, UP, India.*
13. Santhiralingam S and Sinniah J (2018) A study on making complete feed blocks for cattle with different combination of fodder grasses and agricultural wastes. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 8 (9): 650-656.
14. SAS (2003) SAS User's Guide: Statistics. SAS Inst. Inc., Cary, NC, US.
15. Sharma V, Sharma VK, Bhardwaj P and Sharma A (2014) Physical and chemical properties of complete feed blocks prepared from pasture grass hay of dry temperate zone of Himachal Pradesh. *Indian Journal of Animal Nutrition*, 31 (2): 162-165.
16. Singh R (2020) Compressed complete feed block as an animal feed. Department of Animal Nutrition, College of Veterinary Science and A.H., Mhole W. [Online]. Available at: <https://www.pashudhanpraharee.com/compressed-complete-feed-block-as-a-animal-feed/> (accessed 16 July 2020). Animal health care & livestock development, India.
17. Singh PK, Chandramoni C, Kumar A and Kumar S (2016) Effect of feeding wheat and rice straw based complete feed blocks on nutrients utilization, blood biochemical and growth performance in crossbred calves. *Indian Journal of Animal Science*, 86 (7): 771-776.

18. Singh J, Lohan OP and Rathee CS (1998) Evaluation of berseem based complete feed blocks in growing buffalo calves. *Indian Journal of Animal Science*, 68 (5): 480-483.
19. Statistics of Agricultural Jihad Organization. (2020) Agricultural statistics. Crop Products: Year 2018-2019. Deputy of Planning and Economy. Technology and Communication Center. [Online]. Available at: <https://www.maj.ir/Dorsapax/userfiles/Sub65/amarnamehj1-98-99-sh.pdf> (accessed 19 Dec. 2020). (In Persian)
20. Theerarattananoon K (2012) Evaluation and characterization of pelleted biomass from selected resources for ethanol production. Kansas State University, Manhattan, Kansas. Ph.D. Dissertation.
21. Yadav KK, Rathee CS and Lohan OP (1990) Effect of compaction of roughage based complete feed on digestibility and rumen parameters. *Indian Journal of Animal Nutrition*, 7(1): 27-30.