تولیدات دامی
دوره ۱۹ ■ شماره ۳ ■ پاییز ۱۳۹۶
صفحه‌های ۵۸۴-۵۶۹

آثار اندازهٔ قطعات علوفه، فشار پرس هیدرولیک و زمان توقف فشار بر قابلیت ماندگاری و ریزش ذرات بلوک‌های خوراک کامل

سیروس فراستی[۱]، محمد مهدی معینی[۲]*، فردین هژبری[۳]، حسن فضائلی[۴]

۱. دانشجوی دکتری، گروه علوم دامی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.
۲. دانشیار، گروه علوم دامی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.
۳. دانشیار، گروه علوم دامی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.
۴. استاد، بخش تغذیه و فیزیولوژی، مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور، کرج، ایران

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۵/۱۰/۱۲ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۰۱/۱۲

چکیده

به‌منظور تعیین آثار فشار پرس هیدرولیک در ماشین ساخت بلوک خوراک کامل (بلوک)، زمان توقف فشار و اندازهٔ قطعات علوفه بر قابلیت ماندگاری، ریزش ذرات و ذخیره‌سازی بلوک‌ها در انبار، آزمایشی انجام شد که در آن از طرح آماری کاملاً تصادفی (۱۲ تیمار و ۱۰ تکرار) با آرایش فاکتوریل (۲×۳×۲)استفاده شد. فاکتورها به‌ترتیب شامل: دو سطح ۲۰۰ و ۲۲۰ بار فشار پرس هیدرولیک در ماشین ساخت بلوک خوراک کامل، سه سطح پنج، ۱۷ و ۳۰ ثانیه زمان توقف فشار با دو اندازهٔ قطعات علوفه (یونجه و کاه گندم) کوتاه (میانگین ۱۰ میلی‌متر) و بلند (میانگین ۳۰ میلی‌متر) با استفاده از مخلوط علوفه به کنسانتره با نسبت ۴۵ به ۵۵ بودند. بلوک‌های دارای علوفهٔ بلند یا علوفهٔ کوتاه که با فشار پرس ۲۲۰ بار و زمان توقف ۳۰ ثانیه فشرده شده بودند دارای بیشترین درصد ماندگاری بودند و بلوک‌های با اندازهٔ قطعات بلند یا کوتاه که با فشار پرس ۲۲۰ بار و زمان توقف ۱۷ ثانیه فشرده شده بودند، به‌ترتیب حداقل و حداکثر ریزش ذرات را داشتند ($p<0/05$). بین درصد ماندگاری و مقدار چگالی بلوک‌ها رابطهٔ خطی مستقیمی وجود داشت ($p=0/001$، $r=0/74$). درصد تبخیر رطوبت بلوک‌های دارای علوفه بلند با افزایش فشار پرس هیدرولیک، افزایش یافت ($p<0/05$) که موجب کاهش تکثیر کلنی‌های کپک در آنها پس از ۳۵ روز ذخیره‌سازی شد اما درصد تبخیر در بلوک‌های با علوفهٔ کوتاه با افزایش فشار پرس هیدرولیک، کاهش یافت و از این‌رو تعداد کلنی‌های کپک در آنها افزایش یافت ($p<0/05$). نتایج این آزمایش نشان داد از نظر درصد ماندگاری و قابلیت ذخیره‌سازی بلوک‌های خوراک کامل در انبار، تولید بلوک‌ها با میانگین اندازهٔ علوفه ۱۰ و ۳۰ میلی‌متر تحت شرایط فشار و زمان توقف فشار ذکر شده، مناسب نبود ولی فشار ۲۲۰ بار و زمان توقف فشار پنج ثانیه مطلوب بود.

کلیدواژه‌ها: اندازهٔ ذرات، بلوک خوراکی، ذخیره‌سازی، ریزش ذرات، کپک‌زدگی.

* نویسنده مسئول Email: mmoeini@razi.ac.ir

مقدمه

بلوک خوراک کامل، محصولی است که درآن علوفه و مواد خشبی به همراه مواد متراکم و افزودنی‌های غذایی، از جمله مواد معدنی و ویتامین‌ها به‌طور کامل مخلوط شده و به‌صورت بلوک‌های فشرده شده مکعبی شکل به ابعاد مختلف آماده می‌شود و غذای کامل روزانه یک یا چند رأس دام را برحسب میزان نیاز، تأمین می‌کند. کاهش حجم درنتیجهٔ فشرده‌شدن مواد خوراکی حجیم یکی از مزایای مهم بلوک محسوب می‌شود [۲۸]. چنین مزیتی نقش اساسی در حمل‌ونقل، انبارداری و مصرف خوراک بلوک شده دارد [۲۲]. برای تولید بلوک‌های خوراک دام می‌توان ترکیبی از انواع پس‌مانده‌های کشاورزی و صنایع‌غذایی به همراه مکمل‌های غذایی و ریزمغذی‌ها استفاده کرد و خوراک‌هایی متوازن و مقرون به‌صرفه، به‌ویژه در فصول خشک، برای نشخوارکنندگان فراهم کرد [۱۴و ۶]. در این صورت گوارش‌پذیری و میزان مصرف مواد خشبی با کیفیت نامطلوب (انواع کاه، کلش و غیره) نیز بهبود می‌یابد که منتج به افزایش عملکرد دام‌ها می‌شود [۷ و ۸]. نتایج مطالعات مختلف نشان داده است که استفاده از جیرهٔ غذایی به‌صورت مخلوط کامل فشرده شده، سبب بهبود افزایش وزن، مصرف مادهٔ خشک و ضریب تبدیل خوراک در گوساله‌های پرواری می‌شود [۳، ۱۵و۲۴].

خصوصیات فیزیکی و مکانیکی بلوک‌های خوراک کامل از جمله رنگ، چگالی و ماندگاری (Durability) اهمیت ویژه‌ای در بازار فروش آن دارند و از جمله عوامل مهم در بیان کیفیت بلوک‌های خوراک کامل هستند [۵]. یکی از مهم‌ترین مسائل مربوط به تولید این ترکیبات فشرده، ماندگاری آنها است که در واقع بیانگر مقاومت به شکستگی در مقابل نیروهای اعمال شده در حین حمل‌ونقل و انبارداری است، به‌نحوی که هنگام جابه‌جایی از محل تولید تا مصرف دچار شکستگی و از هم پاشیدگی نشوند [۲]. عوامل مختلفی روی ماندگاری بلوک‌های فشرده مؤثر هستند که مهمترین آنها شامل کیفیت مواد اولیه، نسبت ترکیب علوفه-کنسانتره، اندازه ذرات، رطوبت ذرات و شرایط انبارداری هستند[۲۵]. همچنین قابلیت تراکم‌پذیری محصولات علوفه‌ای به نوع گیاه، رطوبت، اندازهٔ ذرات و امتداد الیاف بستگی دارد [۱]. مطالعات متعدد [۱۷، ۱۹، ۲۰، ۲۶و ۲۷] نشان داد که متغیرهایی مانند دما، فشار اعمال شده، زمان توقف فشار، ضخامت و هندسه قالب مکعب فلزی (نسبت طول به قطر) دستگاه پرس هیدورلیک بر چگالی ظاهری و درصد ماندگاری بلوک خوراکی مؤثرند. نوع عمل‌آوری باقیمانده‌های زراعی (نظیر کاه گندم) با قلیاها و اسیدها نیز روی درصد ماندگاری بلوک‌های خوراک کامل می‌تواند مؤثر باشد [۹].

هدف از انجام این پژوهش، بررسی میزان ماندگاری، ریزش ذرات و کپک‌زدگی بلوک‌های خوراک کامل شامل علوفه یونجه و کاه گندم با اندازهٔ قطعات مختلف همراه کنسانتره تحت شرایط متفاوت فشار پرس هیدرولیک و زمان توقف فشار بود و سعی شد بلوک‌های خوراک کامل را به نحوی تهیه کرد تا علاوه بر یک جیره کاملاً مخلوط و تأمین نیاز روزانه دام، شرایط لازم برای ایجاد بلوک خوراکی قابل قبول را فراهم کرد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه با روش فاکتوریل بر پایهٔ طرح کاملاً تصادفی طی سال ۱۳۹۴ در کارخانهٔ خوراک دام کوه‌پایهٔ آفتاب شرق نیشابور و ایستگاه ملی تحقیقات گاو دو منظوره گاودشت ساری انجام شد. فاکتورهای آزمایشی شامل دو سطح ۲۰۰ و ۲۲۰ بار فشار پرس هیدرولیک در ماشین ساخت بلوک خوراک کامل، سه سطح پنج، ۱۷ و ۳۰ ثانیه زمان توقف فشار (Dwell time) با استفاده از مخلوط علوفه-کنسانتره با دو اندازهٔ ذرات علوفهٔ موجود در این

ترکیب، شامل علوفه کوتاه (میانگین اندازه قطعات یونجه و کاه خرد شده ۱۰ میلی‌متر) و بلند (میانگین اندازهٔ قطعات یونجه و کاه خرد شده ۳۰ میلی‌متر) بود. لذا ۱۲ نوع بلوک خوراک کامل (تیمار آزمایشی) با میانگین وزن ۰/۲۰± ۲۷/۸۹ کیلوگرم با ابعاد ۴۵ × ۵۵ × ۲۶ سانتی‌متر با ۱۰ تکرار برای هر نوع بلوک تهیه شد. اجزای جیره مورد استفاده در ترکیب علوفه-کنسانتره طبق جدول ۱ تهیه شد. مخلوط علوفه به کنسانتره با نسبت ۴۵ به ۵۵ درصد بود که بخش علوفه شامل ۲۹ درصد یونجه و ۱۶ درصد کاه گندم بود. ۱۰ درصد ملاس نیز به‌عنوان اتصال‌دهنده به مخلوط اضافه شد.

جدول ۱. نسبت مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی بلوک خوراک کامل

	درصد ماده خشک	مقدار در بلوک خوراک کامل (٪)[1]
مواد خوراکی بلوک خوراک کامل		
یونجه خشک	۹۳/۶۰	۲۹/۰۰
کاه گندم	۹۴/۶۰	۱۶/۰۰
ملاس چغندر	۷۸/۰۰	۱۰/۰۰
بلغور جو	۹۲/۰۰	۱۳/۵۰
بلغور ذرت	۸۹/۸۵	۶/۷۵
سبوس گندم	۹۰/۷۰	۱۳/۹۵
کنجاله سویا	۹۱/۲۰	۵/۴۰
کنجاله پنبه دانه	۹۴/۱۰	۲/۲۵
کنجاله کلزا	۹۵/۳۰	۱/۳۵
اوره	۹۷/۰۰	۰/۰۹
مکمل معدنی ویتامینی	۹۹/۵۰	۰/۴۵
اکسید منیزیم	۹۸/۳۰	۰/۲۳
بی‌کربنات سدیم	۹۹/۷۰	۰/۴۵
نمک	۹۹/۵۰	۰/۱۳
کربنات کلسیم	۹۹/۵۰	۰/۴۵
ترکیب شیمیایی بلوک خوراک کامل (درصد)		
مادهٔ خشک		۹۰/۰۳
مادهٔ آلی		۹۲/۶۵
پروتئین خام		۱۴/۴۰
انرژی قابل متابولیسم (مگاکالری در کیلوگرم)		۲/۳۰
الیاف نامحلول در شویندهٔ خنثی		۳۴/۷۵
الیاف نامحلول در شویندهٔ اسیدی		۱۵/۰۰

ماندگاری نسبی بلوک‌های خوراک کامل با استفاده از دو روش شاخص مقاومت در برابر ضربه و آزمون مقاومت در برابر ضربه ارزیابی شد. میزان صحت داده‌های ارزیابی‌شده توسط این دو روش با هم مقایسه و روش صحیح‌تر تخمین میزان ماندگاری در این مطالعه استفاده شد.

$$IRI = 100\left(\frac{N}{n}\right) \quad (۱)$$

در این رابطه N، تعداد پرتاب‌ها و n، تعداد کل تکه‌های حاصل از N پرتاب است [۲۱]. از آنجا که برخی محققین [۱۸] تعداد استاندارد دو پرتاب را به کار برده‌اند، لذا حداکثر مقدار شاخص مقاومت در برابر ضربه محاسبه شده توسط آنها ۲۰۰ بود. برای اندازه‌گیری این فراسنجه، در روزهای هفت و ۱۰۰ از ساخت بلوک‌ها به‌طور تصادفی ۵۰ درصد از بلوک‌های تولیدشده در هر روش ساخت را انتخاب و دو بار از ارتفاع ۱/۸۵ متر پرتاب شدند تا ضمن برخورد با سطح زمین صاف بتنی، شکسته شوند. به‌منظور برآورد صحیح‌تر تأثیر تغییرات فرآیند ساخت بلوک‌ها بر میزان ماندگاری آنها، سعی شد تا شرایط پرتاب برای همه بلوک‌های تحت مطالعه یکسان باشد. پس از پرتاب هر بلوک، تعداد زیادی تکه‌های خیلی ریز تولید شد که این قطعات به دلیل فراوانی بالا در محاسبهٔ تعداد کل قطعات حاصل از پرتاب هر بلوک خطا ایجاد می‌کردند، لذا قطعات خرد شده با وزن کمتر از ۰/۲ درصد وزن هر بلوک، در محاسبهٔ تعداد کل تکه‌های حاصل از هر پرتاب لحاظ نشدند. رابطهٔ ۲ روش محاسبه آزمون مقاومت در برابر ضربه را نشان می‌دهد [۱۰]:

$$IRT = 100\left(\frac{W2}{W1}\right) \quad (۲)$$

در این رابطه W1، وزن بلوک‌ها قبل از پرتاب و W2، وزن سنگین‌ترین قطعهٔ باقی‌مانده پس از هر پرتاب است. در این روش مانند روش قبل، بلوک‌های خوراکی از ارتفاع ۱/۸۵ متری بر روی سطح صاف بتنی پرتاب شدند اما ماندگاری بلوک‌ها به صورت درصدی از وزن اولیه بعد از پرتاب باقی‌ماند، تعریف شد.

شاخص تعیین‌کنندهٔ قابلیت ذخیره‌سازی و طول دورهٔ انبارداری بلوک‌ها، میزان تغییر رطوبت و آلودگی به قارچ (کپک) در هر گروه پس از تولید و ذخیره‌سازی در انبار است. به این منظور در روزهای هفت، ۳۵ و ۱۰۰ آزمایش، اقدام به نمونه‌برداری از بلوک‌های موجود شد و نمونه‌های مزبور برای اندازه‌گیری درصد رطوبت و میزان کپک، بلافاصله به آزمایشگاه ارسال شدند. شمارش تعداد کلنی‌های کپک با استفاده از استاندارد ملی شماره ۲-۱۰۸۹۹ مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران انجام شد [۴]. در طول دورهٔ آزمایش تغییرات روزانه رطوبت نسبی و مطلق و نیز دمای محل ذخیره‌سازی درانبار بلوک‌های خوراک دام مورد مطالعه، اندازه‌گیری و ثبت شد (جدول ۲).

نتایج حاصل از این آزمایش با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخهٔ ۲۳ برای مدل آماری ۳ تجزیه و میانگین‌ها به کمک آزمون دانکن در سطح آماری پنج درصد مقایسه شدند. به‌منظور مقایسه‌های مربوط به فراسنجه‌هایی نظیر تبخیر نمونه‌ها و تغییرات وزن بلوک‌ها و همچنین برای بیان رابطهٔ بین شاخص‌ها از آزمون آماری ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد.

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

که در این مدل Y_{ijkt}، مشاهده مربوط به صفت؛ μ، میانگین جامعه؛ α_i، β_j و γ_k، به‌ترتیب آثار اصلی اندازهٔ قطعات علوفه، فشار پرس هیدرولیک و زمان توقف فشار پرس؛ $(\alpha\beta)_{ij}$، $(\alpha\gamma)_{ik}$ و $(\beta\gamma)_{jk}$ آثار متقابل دوگانه؛ $(\alpha\beta\gamma)_{ijk}$ آثار متقابل سه‌گانه بین سطوح مختلف تیمارها و e_{ijkt}، خطای آزمایش است.

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

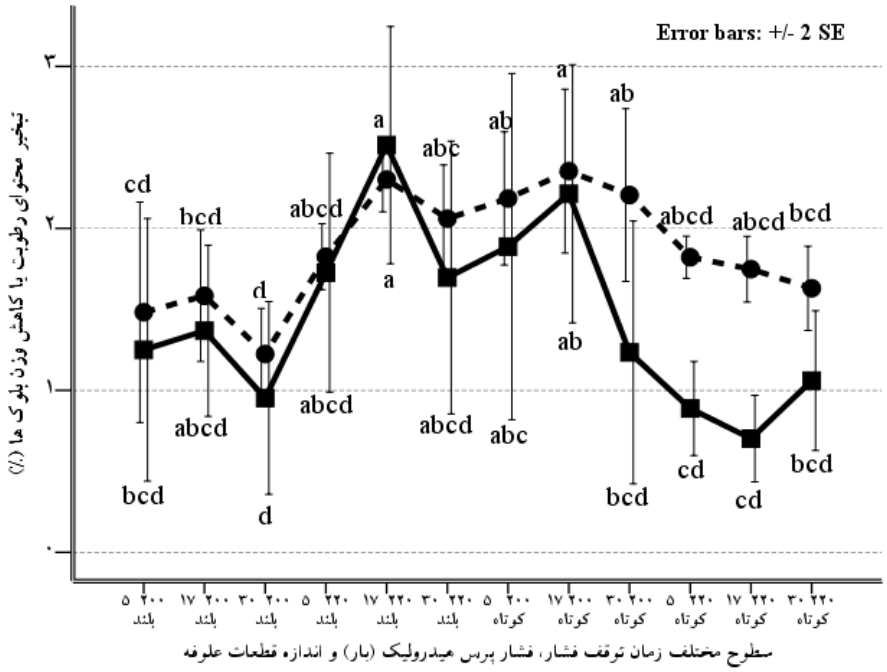
فراسنجه	دوره‌های زمانی		
	اول [۱]	دوم [۲]	سوم [۳]
دما (°c)			
حداقل	۷/۷۰	۳/۹۷±۳/۸۶	−۱/۷۳±۴/۱۱
حداکثر	۲۴/۹۰	۱۷/۳۲±۶/۱۸	۱۰/۷۷±۵/۴۴
میانگین	۱۶/۳۰	۱۰/۶۵±۴/۴۱	۴/۶۰±۴/۰۸
رطوبت نسبی (درصد)			
ساعت ۶/۵	۷۸/۵۰	۸۳/۳۴±۱۴/۱۵	۸۲/۵۵±۱۳/۳۶
ساعت ۱۲/۵	۳۴/۵۰	۴۴/۷۶±۱۹/۹۶	۴۷/۹۴±۱۹/۷۳
ساعت ۱۸/۵	۴۳/۰۰	۶۳/۱۷±۱۸/۴۵	۶۴/۵۷±۱۸/۹۶
رطوبت مطلق(درصد)			
حداقل	۲۷/۰۰	۴۰/۷۶±۱۸/۶۰	۴۱/۹۹±۱۷/۹۷
حداکثر	۸۴/۰۰	۸۶/۷۶±۱۲/۳۶	۸۵/۴۰±۱۲/۰۱
میانگین	۵۵/۵۰	۶۳/۷۶±۱۳/۸۹	۶۳/۶۹±۱۳/۸۴

۱. ۲۴ ساعت از نوزدهم تا بیستم مهرماه، ۲. ۳۵ روز از بیستم مهر تا بیست‌وپنجم آبان ماه، ۳ ۶۵ روز از بیست‌وپنجم آبان تا سی‌ام دی ماه

نتایج و بحث

نمودار۱ مقایسهٔ میانگین تغییرات میزان رطوبت (درصد تبخیر) و درصد کاهش وزن بلوک‌ها پس از ۱۰۰ روز ذخیره‌سازی در انبار را نشان می‌دهد. بلوک‌ها با علوفهٔ بلند، فشار پرس۲۰۰ بار و زمان توقف۳۰ ثانیه، حداقل درصد کاهش وزن و تبخیر رطوبت را نشان دادند (p<۰/۰۵) و بلوک‌ها با علوفهٔ بلند، فشار پرس۲۲۰ بار و زمان توقف۱۷ ثانیه (نمودار۱)، حداکثر درصد کاهش وزن و تبخیر رطوبت را نشان دادند (p<۰/۰۵) و بلوک‌ها با علوفهٔ کوتاه، فشار پرس ۲۰۰ بار و زمان توقف ۱۷ ثانیه نیز حداکثر درصد کاهش وزن را نشان داد (p<۰/۰۵). صرف‌نظر از اندازهٔ قطعات علوفه و میزان فشار پرس هیدورلیک، با افزایش زمان توقف فشار، رابطهٔ معناداری بین میزان کاهش وزن و تبخیر رطوبت بلوک‌ها وجود نداشت. از طرفی در بلوک‌های دارای علوفهٔ بلند، افزایش فشار پرس هیدرولیک موجب افزایش تبخیر رطوبت شد و در بلوک‌های حاوی علوفهٔ کوتاه، افزایش فشار پرس هیدرولیک موجب کاهش تبخیر رطوبت بلوک‌ها شد.

برای اتصال بیشتر مواد موجود در بلوک‌ها و افزایش استحکام آنها، قبل از فشرده‌سازی، حدود ۱۰ درصد وزنی ملاس رقیق‌شده با آب گرم اضافه شد (جدول۱)، که موجب افزایش میزان رطوبت بلوک‌ها شد. از طرف دیگر، شرایط رطوبت و دما در محل ذخیره‌سای بلوک‌ها (جدول۲) طوری بود که در طول دورهٔ نگهداری برای رسیدن به رطوبت تعادلی، مقداری از رطوبت خود را از دست دادند.

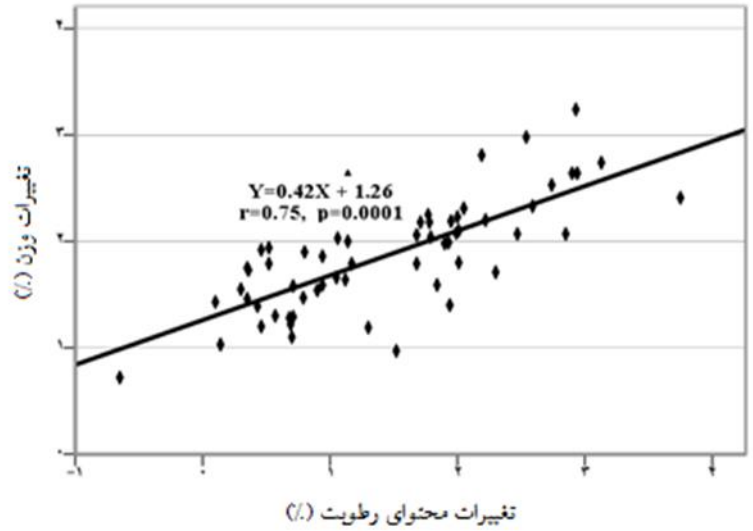


نمودار ۱. مقایسهٔ میانگین تبخیر رطوبت (درصد) و کاهش وزن (درصد) در بلوک‌های با اندازهٔ قطعات علوفه بلند (میانگین ۳۰ میلی‌متر) و کوتاه (میانگین ۱۰ میلی‌متر)، فشرده‌شده با سطوح فشار پرس هیدرولیک ۲۰۰ و ۲۲۰ بار و زمان توقف فشار ۵، ۱۷ و ۳۰ ثانیه، پس از ۱۰۰ روز ذخیره‌سازی:
الف)-■-درصد تبخیر رطوبت، ب)-●-درصد کاهش وزن.

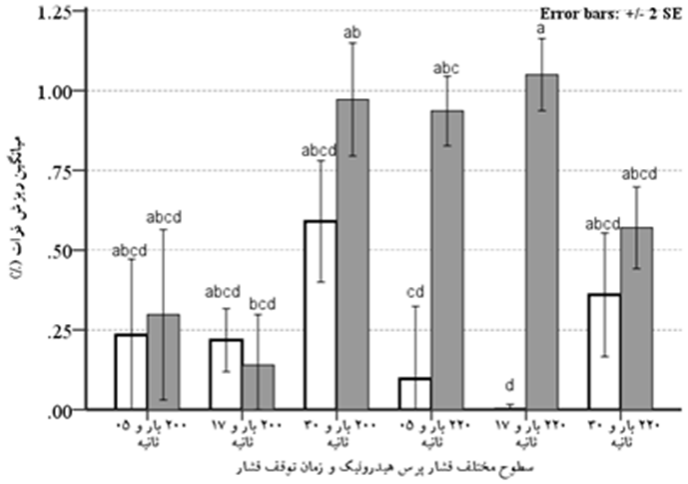
میزان رطوبت بلوک، عـاملی اساسـی در تعیـین میـزان چگالی و مقاومت آنها است[۱۳]. مطالعات مختلـف نشـان داد کـه درصـد مانـدگاری و مقاومـت در برابـر فشـار در بلوک‌ها با افزایش میزان رطوبت تا رسیدن به حد مطلـوب، افزایش می‌یابد و به‌منظور تولید بلـوک مانـدگار و پایـدار، مقدار رطوبت موجود در ترکیب فشرده باید در محدوده‌ای مطلـوب ۸ تـا ۱۲ درصـد باشـد [۱۳]. در مطالعـهٔ حاضـر محدودهٔ رطوبت در بلوک‌های خوراک کامل با علوفهٔ بلنـد ۸/۹۱ تا ۱۲/۶۳ درصد و در بلوک‌های با علوفهٔ کوتاه ۸/۴۵ تا ۱۲/۱۶ درصد بود.

در آزمایشی با بررسی تأثیر میـزان رطوبـت موجـود در بلوک‌های دارای سویچ گراس بر خصوصیات فیزیکی آنها، نشان داده شد که میزان کاهش چگالی و ماندگاری بلوک‌ها تحت تأثیر رطوبت آنها قرار می‌گیرد و با افـزایش رطوبـت بلوک‌ها، میزان چگالی آنها کاهش می‌یابد [۱۱]. با توجه به اینکه در زمـان فشـرده‌سـازی گـروه‌هـای مختلـف، میـزان رطوبت آنها تفاوت درخور توجهی با هم نداشـتند، میـزان چگالی و ماندگاری این بلوک‌ها بـه‌طـور معنـاداری تحـت تأثیر رطوبت آنها قرار نگرفت.

همانگونـه کـه در نمـودار۱ ملاحظـه مـی‌شـود، رونـد تغییرات درصد کاهش وزن و میزان رطوبـت بلـوک‌هـا تـا حدود زیادی با هم مشابه است، به‌طوری‌که آزمـون آمـاری ضریب همبستگی پیرسون (نمـودار ۲) نشـان داد کـه بـین مقـادیر درصـد تبخیـر رطوبـت و کـاهش درصـد وزن بلوک‌های مورد مطالعه رابطهٔ خطی مستقیم وجـود داشـت ($r=۰/۷۵$ ،$p=۰/۰۰۱$).



نمودار ۲. رابطهٔ خطی بین مقادیر تغییرات محتوای رطوبت و کاهش وزن بلوک



نمودار۳. مقایسهٔ میانگین درصد ریزش ذرات در بلوک‌های با اندازهٔ قطعات علوفه، فشار پرس هیدرولیک و زمان توقف فشار مختلف، پس از ۱۰۰ روز ذخیره‌سازی

اندازه قطعات: بلند ■ کوتاه □

این همبستگی احتمالاً به این دلیل است که عامل اصلی کاهش وزن بلوک‌ها، کاهش رطوبت به صورت تبخیر، در شرایط دما و رطوبت محل نگهداری آنها باشد. محققان گزارش کردند که با افزایش رطوبت محل نگهداری، محتوای رطوبت تعادلی (Equilibrium moisture content) بلوک‌ها افزایش و با بالارفتن دما این فراسنجه کاهش می‌یابد [۱۲]. تغییر در محتوای رطوبت تعادلی بلوک‌ها و به عبارت دیگر تغییر در میزان رطوبت بلوک‌ها روی وزن آنها اثر خواهد گذاشت. با این‌وجود، بین میانگین درصد کاهش وزن با میانگین درصد تبخیر رطوبت در برخی از گروه‌های بلوک خوراک کامل، اختلاف قابل توجهی وجود داشت (نمودار ۳).

عدم انطباق دو نمودار تبخیر رطوبت و کاهش وزن و قرارگرفتن بیشتر نقاط درصد کاهش وزن در نقاطی بالاتر از نمودار درصد تبخیر رطوبت (نمودار۱)، احتمالاً بیانگر این است که به غیر از تبخیر رطوبت عوامل دیگری مانند ریزش مقداری از ترکیبات بلوک‌ها حین جابه‌جایی جهت توزین، خطای توزین بلوک‌ها، خطا در آزمایش تعیین درصد رطوبت و خطای نمونه‌برداری از بلوک‌ها برای اندازه‌گیری درصد رطوبت نیز موجب کاهش وزن بلوک‌ها شده است. در بلوک‌های با علوفهٔ کوتاه فاصلهٔ دو نمودار (نمودار۱) بیشتر است بنابراین انتظار می‌رود که در این گروه از بلوک‌ها مقدار ریزش ذرات بیشتر باشد.

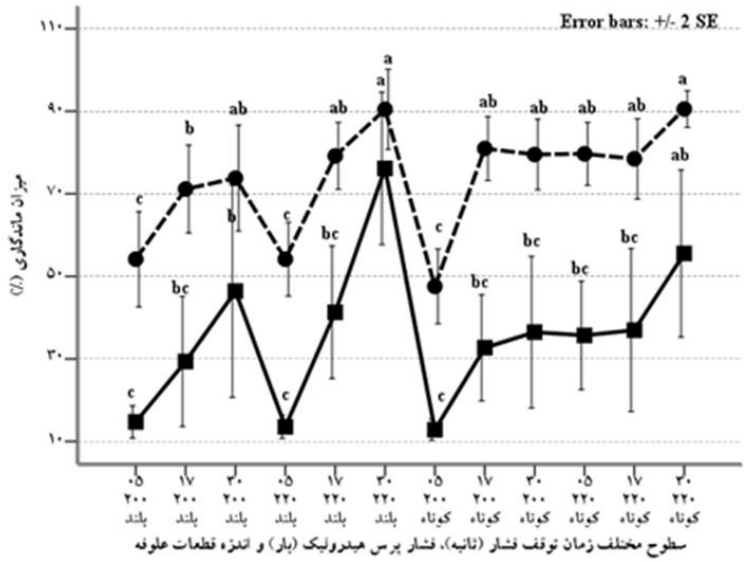
به هرحال عدم تفاوت در میانگین تبخیر رطوبت بلوک‌های حاوی علوفه بلند با بلوک‌های حاوی علوفه کوتاه و کمتر بودن میزان کاهش وزن بلوک‌های حاوی علوفهٔ بلند نسبت به بلوک‌های حاوی علوفهٔ کوتاه بیانگر بیشتر بودن میزان ریزش ذرات موجود در بلوک‌های حاوی علوفهٔ کوتاه به شکل گردوغبار یا خاکه نسبت به بلوک‌های حاوی علوفهٔ بلند است.

به‌صورت مشخص‌تر نمودار۳ مقایسهٔ میانگین درصد ریزش ذرات (تفاوت کاهش وزن با تبخیر رطوبت بلوک‌ها) را در بلوک‌های با اندازه قطعات علوفه، سطوح فشار پرس هیدرولیک و زمان توقف فشار مختلف، پس از ۱۰۰ روز ذخیره‌ساری نشان می‌دهد. بلوک‌های با علوفهٔ بلند که با فشار پرس ۲۲۰ بار و زمان توقف ۱۷ ثانیه فشرده شده بودند، حداقل درصد ریزش ذرات را نشان دادند ($p<۰/۰۵$) و بلوک‌های با علوفهٔ کوتاه که با فشار پرس ۲۲۰ بار و زمان توقف ۱۷ ثانیه فشرده شده بودند (نمودار۳)، حداکثر درصد ریزش ذرات را نشان دادند ($p<۰/۰۵$).

ریزش زیاد ذرات از بلوک‌های خوراک کامل مطلوب نیست و بهتراست اندازهٔ خرد کردن علوفهٔ مورد استفاده در ساخت بلوک‌های خوراک کامل به اندازه‌ای باشد که ریزش ذرات آن حداقل باشد. نکتهٔ حائز اهمیت این است که خردکردن بیش از حد علوفه علاوه بر مسائل گوارشی برای دام به‌دلیل عدم رعایت اندازهٔ مطلوب ذرات، ممکن است به دلیل ایجاد پرت زیاد در زمان ذخیره‌سازی یا حمل‌ونقل بلوک‌ها، موجب به هم خوردن تعادل مواد مغذی و نیز خسارت مالی شود.

از آنجایی که میزان ماندگاری بلوک‌های خوراکی به دو شیوه اندازه‌گیری شد، نتایج نشان داد که اگر داده‌های مورد محاسبه براساس تخمینی از شاخص مقاومت در برابر ضربه ارزیابی شوند، تأثیر میزان فشار پرس هیدرولیک و زمان توقف فشار بر میزان ماندگاری بلوک‌ها معنادار می‌شود (به ترتیب، $p<۰/۰۰۲$ و $p<۰/۰۰۰۱$). در حالی که اثر اندازهٔ قطعات علوفه و نیز آثار متقابل بین سطوح مختلف تیمارها معنادار نبودند. بین اندازه قطعات علوفه و زمان توقف فشار، تمایل به معناداری مشاهده شد ($p=۰/۰۹$). اما اگر داده‌های مورد محاسبه براساس تخمینی از آزمون مقاومت در برابر ضربه ارزیابی شوند، تأثیر اندازهٔ قطعات علوفه ($p<۰/۰۴$)، میزان فشار پرس هیدرولیک و زمان توقف فشار ($p<۰/۰۰۱$) و نیز اثر متقابل سه گانه (اندازهٔ قطعات علوفه × میزان فشار پرس هیدرولیک × زمان توقف فشار) بین این فراسنجه‌ها بر درصد ماندگاری بلوک، معنادار می‌شود ($p<۰/۰۰۳$). سایر آثار متقابل بین سطوح مختلف تیمارها معنادار نبودند.

مقایسهٔ میانگین درصد ماندگاری در گروه‌های مختلف بلوک‌های خوراک کامل (نمودار۴) نشان داد که بلوک‌های دارای علوفهٔ بلند یا کوتاه فشرده شده در فشار پرس۲۲۰ بار و زمان توقف فشار۳۰ ثانیه حداکثر درصد ماندگاری را داشتند ($p<۰/۰۵$). اما بلوک‌های دارای علوفهٔ بلند، متراکم‌شده در فشارهای پرس۲۰۰ و۲۲۰ بار و زمان توقف فشارپنج ثانیه و همچنین بلوک‌های دارای قطعات کوتاه، متراکم‌شده در فشار پرس۲۰۰ بار و زمان توقف فشار پنج ثانیه، حداقل درصد ماندگاری پس از فشرده‌سازی را داشتند ($p<۰/۰۵$).

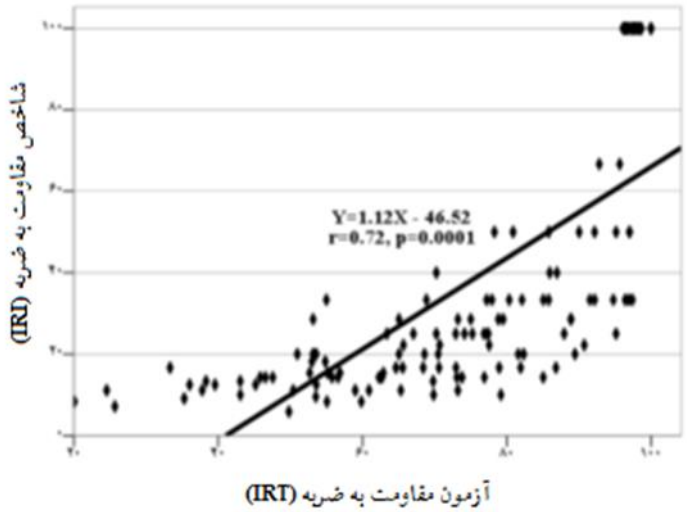


نمودار ۴. مقایسهٔ میانگین درصد ماندگاری در گروه‌های مختلف بلوک خوراک کامل که با استفاده از دو روش شاخص مقاومت در برابر ضربه (-●-) و آزمون مقاومت در برابر ضربه (-■-) برآورد شده‌اند.

روند تغییرات دو منحنی رسم شده برای مقایسهٔ میانگین درصد ماندگاری محاسبه شده توسط دو روش شاخص مقاومت در برابر ضربه و آزمون مقاومت در برابر ضربه، تشابه زیادی با هم داشتند به‌طوری که بین این مقادیر یک رابطه خطی وجود داشت (نمودار۵؛ p=۰/۰۰۰۱، r=۰/۷۲). به عبارت دیگر، بر خلاف وجود تفاوت در فرمول و مقیاس مورد استفاده، تخمین میزان ماندگاری در گروه‌های مختلف بلوک‌های خوراکی که تحت شرایط مختلف فشرده شده بودند، در هر دو روش ارزیابی، تشابه زیادی با هم داشتند.

اما مقایسهٔ ضریب تغییرات و انحراف معیار میانگین شاخص مقاومت در برابر ضربه با میانگین آزمون مقاومت در برابر ضربه در بلوک‌ها نشان داد که میزان صحت آزمون مقاومت در برابر ضربه بیشتر از شاخص مقاومت در برابر ضربه بود (p<۰/۰۵). بنابراین توصیه می‌شود برای اندازه‌گیری میزان ماندگاری در این ترکیبات از روش آزمون مقاومت در برابر ضربه استفاده شود. آزمون آماری ضریب همبستگی پیرسون نشان داد بین میانگین درصد ماندگاری و مقدار چگالی بلوک‌های خوراک کامل (نمودار۶) رابطهٔ خطی وجود داشت (p=۰/۰۰۰۱، r=۰/۷۴). بنابراین افزایش فشار، تراکم را افزایش می‌دهد اما مقاومت مکانیکی بلوک به راحتی قابل پیش‌بینی نیست و فشار پرس باید به مقدار بهینه‌ای انتخاب شود؛ زیرا افزایش فشار پرس بر روی تودهٔ لگنینوسلولزی، به دلیل تغییر شکل پلاستیک، مقاومت در برابر فشار را افزایش می‌دهد. اما فشار پرس خیلی زیاد، ممکن است به دلیل اتساع ناگهانی موجب ایجاد شکستگی در توده فشرده شود [۲۹].

در مطالعهٔ حاضر ماندگاری بلوک‌های خوراک کامل در محدوده ۲۰/۰۸ تا ۱۰۰/۰۰ درصد بدست آمد. در پژوهشی بلوک‌های خوراک کامل بر مبنای کاه گندم و برنج را با هم مقایسه کردند، بلوک‌های خوراک کامل بر مبنای کاه برنج در مقایسه با دیگر بلوک‌ها به‌طور معناداری ماندگاری بیشتری داشتند (p<۰/۰۵) و از این رو با گزارش‌های قبلی که ماندگاری بلوک‌ها را در محدودهٔ ۷۰/۵۲ تا ۷۸/۸۳ درصد گزارش کردند، همخوانی داشت [۲۴].



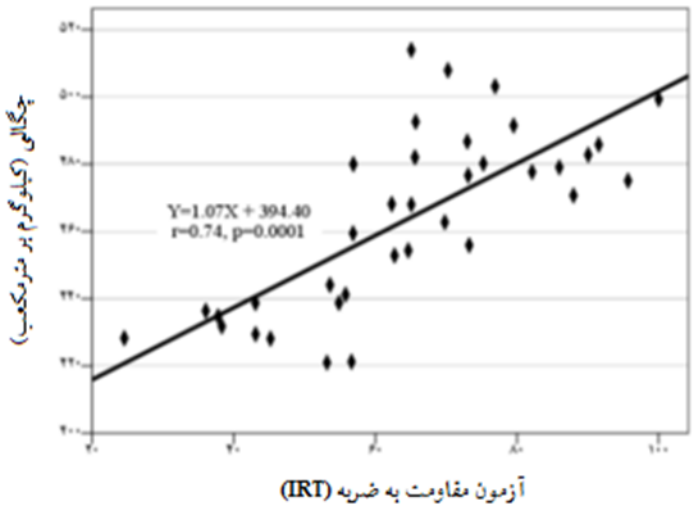
نمودار ۵. رابطهٔ خطی بین مقادیر شاخص مقاومت در برابر ضربه و آزمون درصد مقاومت در برابر ضربه در گروه‌های مختلف بلوک خوراک کامل.

همچنین گزارش شده است که بلوک‌هایی که دارای باگاس نیشکر بیشتری نسبت به کاه گندم بودند به‌دلیل ماهیت اندازهٔ قطعات باگاس، دارای چگالی بیشتر و خاصیت ماندگاری بالاتری بودند. این محققان ماندگاری بلوک‌ها را بین ۷۰/۳ تا ۷۴/۷ درصد اظهار کردند [۱۲].

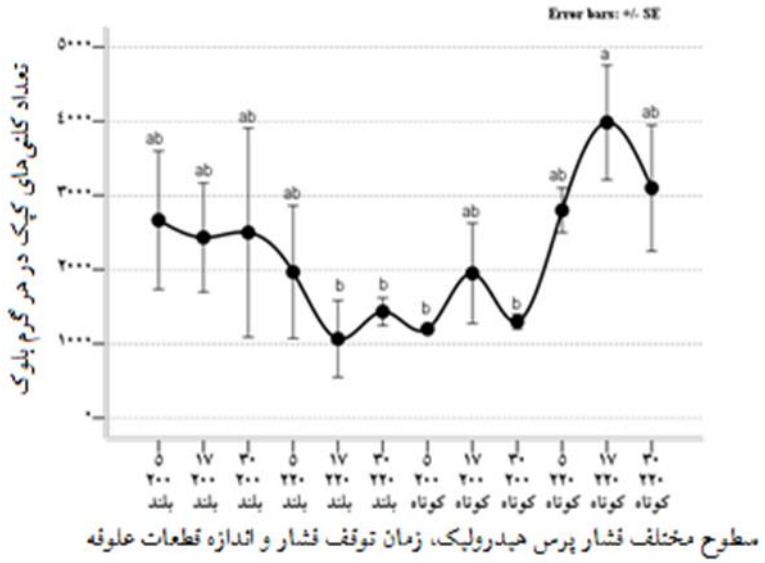
محدودهٔ درصد ماندگاری محاسبه شده در مطالعهٔ حاضر وسیع‌تر از سایر مطالعات [۲۳] بود. علت این تفاوت ممکن است ناشی از اعمال تغییرات مختلف در فشار پرس هیدرولیک و زمان توقف فشار طی فرآیند ساخت بلوک‌ها، در مطالعهٔ حاضر باشد. در مطالعهٔ سینگ و همکاران [۲۴] همهٔ ترکیبات علوفه-کنسانتره تحت فشار پرس هیدرولیک ثابت ۲۰۷ بار و زمان توقف فشار ۳۰ ثانیه فشرده شدند در حالی که در مطالعهٔ حاضر، ترکیبات علوفه-کنسانتره که اندازه قطعات علوفه بخشی از آنها کوتاه و بخش دیگر بلند بود، تحت شرایط مختلف شامل دو سطح فشار پرس هیدرولیک و سه سطح زمان توقف فشار، فشرده شدند.

میزان ماندگاری محاسبه شده بالاتر از ۸۰ درصد به‌عنوان ماندگاری بالا، ۷۰ تا ۸۰ درصد ماندگاری متوسط و کمتر از ۷۰ درصد ماندگاری پایین در نظرگرفته می‌شود [۱۱]. پایین بودن ماندگاری در بلوک‌ها خصوصیت مطلوبی نیست، زیرا می‌تواند موجب به هم خوردن تعادل مواد مغذی جیره، انتشار گرد و غبار و مشکلات ذخیره‌سازی و حمل‌ونقل شود.

نتایج مطالعهٔ حاضر نشان داد که اندازهٔ قطعات و توزیع اندازهٔ قطعات علوفه بر خصوصیات فیزیکی بلوک‌ها مؤثر است. در آزمایشی با افزایش اندازهٔ قطعات کاه گندم میزان چگالی بلوک‌ها افزایش یافت [۱۶]. اما در آزمایش دیگری با افزایش اندازهٔ قطعات علوفه سویچ‌گراس مقادیر چگالی و نیز ماندگاری بلوک‌ها کاهش یافت [۱۳]. احتمالاً به دلیل طبیعت ایجاد شکاف بیشتر، این توده‌ها به خردشدن حساس شده‌اند. لذا وجود اندازهٔ قطعات بلند در بلوک‌ها موجب کاهش ماندگاری آنها شده است [۱۳ و ۲۰]. نتایج نشان داد متغیرهای موجود در فرآیند فشرده‌سازی توده مانند دما، فشار اعمال شده، زمان توقف فشار، اندازه و شکل هندسی قالب، بر چگالی ظاهری و ماندگاری بلوک مؤثر باشند [۱۷، ۱۹ و ۲۰].



نمودار ۶. رابطهٔ خطی بین مقادیر چگالی و آزمون مقاومت در برابر ضربه (درصد ماندگاری) در گروه‌های مختلف بلوک خوراک کامل

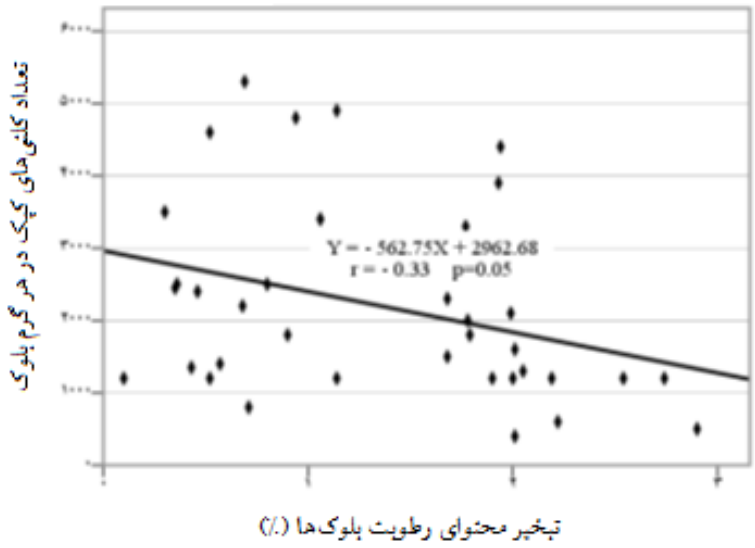


نمودار ۷. مقایسهٔ میانگین شمارش تعداد کلنی‌های کپک در گروه‌های مختلف بلوک خوراک کامل ۳۵ روز پس از ذخیره‌سازی

تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از آزمایش شمارش تعداد کلنی کپک در بلوک‌ها نشان داد که اثر متقابل سطوح مختلف اندازه قطعات علوفه با میزان فشار پرس هیدرولیک بر این فراسنجه معنادار بود ($p<0/002$). سایر آثار متقابل و نیز آثار اصلی، تأثیر معناداری بر این فراسنجه نداشتند. مقایسهٔ میانگین تعداد کلنی کپک موجود در گروه‌های مختلف بلوک خوراک کامل (نمودار ۷) نشان داد که بلوک‌های دارای علوفه کوتاه که در فشار پرس هیدرولیک

۲۲۰ بار و زمان توقف فشار ۱۷ ثانیه فشرده شده بودند، دارای حداکثر تعداد کلنی کپک (۷۷۱/۵۴±۳۹۸۳/۳۳ کلنی در هرگرم) بود (p<۰/۰۵).

بلوک‌های دارای علوفهٔ بلند که توسط ماشین ساخت بلوک در فشار پرس ۲۲۰ بار و زمان توقف فشار ۱۷ و ۳۰ ثانیه فشرده شده بودند و نیز بلوک‌های دارای علوفهٔ کوتاه که در فشار پرس هیدرولیک ۲۰۰ بار و زمان توقف فشار پنج و ۳۰ ثانیه فشرده شده بودند، حداقل تعداد کلنی کپک را داشتند (p<۰/۰۵). این نتیجه نشان داد که افزایش میزان فشار پرس هیدرولیک در بلوک‌های دارای علوفهٔ بلند، اثر معناداری بر تعداد کلنی‌های کپک نداشته است. اما افزایش میزان فشار پرس هیدرولیک در بلوک‌های دارای علوفهٔ کوتاه، موجب افزایش تعداد کلنی‌های کپک شد. با توجه به وجود اثر متقابل (p<۰/۰۰۲) بین اندازهٔ قطعات علوفه و میزان فشار پرس هیدرولیک، حصول چنین نتایجی دور از انتظار نیست. بین تعداد کلنی‌های کپک موجود در بلوک‌ها و درصد تبخیر رطوبت آنها (۳۵ روز پس از ذخیره‌سازی) رابطهٔ خطی معکوس (p<۰/۰۵ و r = −۰/۳۳) وجود داشت (نمودار ۸). این نتیجه نیز نشان داد که با افزایش فشار پرس هیدرولیک در بلوک‌های دارای علوفهٔ بلند از ۲۰۰ بار به ۲۲۰ بار و به دنبال آن افزایش چگالی آنها، درصد تبخیرآنها افزایش یافت (p<۰/۰۵؛ نمودار۱). افزایش میزان تبخیر موجب کاهش درصد رطوبت در این بلوک‌ها و عدم رشد کلنی‌های کپک (نمودار۷) در آنها پس از ۳۵ روز ذخیره‌سازی شد. اما با افزایش فشار پرس هیدرولیک در بلوک‌های دارای علوفهٔ کوتاه از ۲۰۰ بار به ۲۲۰ بار و به‌دنبال آن افزایش چگالی، درصد تبخیر آنها کاهش یافت (p<۰/۰۵، نمودار۱). کاهش درصد تبخیر در این بلوک‌ها موجب شد که درصد رطوبت در این بلوک‌ها با علوفهٔ بلند، کاهش پیدا نکرد و تعداد کلنی‌های کپک در آنها افزایش نشان داد (p<۰/۰۵).



نمودار ۸. رابطه خطی معنادار معکوس بین درصد تبخیر رطوبت و تعداد کلنی‌های کپک در هرگرم بلوک، ۳۵ روز پس از ذخیره‌سازی

تعداد کلنی‌های کپک در بلوک‌های با علوفه بلند در فشارهای پرس ۲۰۰ و ۲۲۰ بار به‌ترتیب ۵۳۳/۵۹±۲۵۳۳/۳۳ (از ۸۰۰ تا ۵۳۰۰) و ۳۳۰/۱۷±۱۴۸۸/۸۹ (از ۴۰۰ تا ۳۵۰۰) کلنی در هرگرم، در بلوک‌های با علوفه کوتاه در فشارهای پرس ۲۰۰ و ۲۲۰ بار به‌ترتیب ۲۲۹/۷۳±۱۴۸۳/۳۳ (از ۱۲۰۰ تا ۳۳۰۰) و ۳۸۵/۹۰±۳۲۹۴/۴۴ (از ۲۲۰۰ تا ۹۰۰) کلنی در هرگرم شمارش شد. میانگین تعداد کل کلنی‌های کپک در بلوک‌های خوراک کامل، ۲۲۵/۰۷±۲۲۰۰/۰۰ (از ۴۰۰ تا ۵۳۰۰) کلنی در هر گرم بدست آمد. این مقادیر در محدودهٔ حداکثر تعداد کلنی‌های کپک قابل قبول در خوراک دام، بر اساس استاندارد ملی ایران قرار دارد [۴]. اما به‌طورکلی پس از ۱۰۰ روز ذخیره‌سازی، هیچ تغییر قابل مشاهده‌ای در رنگ، بافت و رشد کپک در بلوک‌های خوراک کامل ملاحظه نشد. این نتایج با نتایج گزارش شده توسط برخی محققان همخوانی داشت [۲۳].

نتایج این آزمایش نشان داد که در تولید بلوک‌های خوراکی لازم است به اندازهٔ قطعات علوفه، فشار پرس هیدرولیک و زمان توقف فشار توجه شود. به‌نحوی که میانگین اندازهٔ قطعات علوفه ۱۰ میلی‌متر کم و ۳۰ میلی‌متر زیاد بود هرچند فشار پرس ۲۲۰ بار و زمان توقف فشار پنج ثانیه مناسب به نظر می‌رسد. پیشنهاد می‌شود اندازهٔ قطعات علوفه بین دو مقدار ذکر شده، مطالعه شود.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور، ایستگاه ملی تحقیقات گاو دومنظورهٔ گاودشت ساری و کارخانهٔ خوراک دام کوه‌پایهٔ آفتاب شرق نیشابور برای همکاری و مساعدت آنها، بسیار سپاسگزاریم.

منابع

[۱]. توکلی هشتچین ت (۱۳۸۲) مکانیک محصولات کشاورزی، انتشارات سالکان، تبریز.

[۲]. غلامی م (۱۳۸۴) طراحی، ساخت و ارزیابی دستگاه پلت‌ساز مناسب واحدهای کوچک تولید خوراک طیور، پایان‌نامهٔ کارشناسی‌ارشد مهندسی مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

[۳]. فضائلی ح، آقاشاهی ع، تیموری ع و خاکی م (۱۳۹۵) تأثیر شکل فیزیکی جیرهٔ غذایی بر عملکرد گوساله‌های نر پرواری هلشتاین، تولیدات دامی، ۱۸ (۱): ۵۱-۶۰.

[۴]. مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران (۱۳۸۷). میکروبیولوژی مواد غذایی و خوراک دام- روش جامع برای شمارش کپک‌ها و مخمرها- قسمت دوم: روش شمارش کلنی در فرآورده‌های با فعالیت آبی (a_w) مساوی یا کمتر از ۰/۹۵، استاندارد ۲-۱۰۸۹۹، چاپ اول، ۱۲ صفحه، تهران.

[5]. Adapa PK, Schoenau GJ, Tabil LG, Sokhansanj S and Crerar BJ (2003) Pelleting of fractionated alfalfa products. ASABE Paper No. 036069, 2003 ASAE Annual Meeting.

[6]. Ben Salem H and Nefzaoui A (2003) Feed blocks as alternative supplements for sheep and goats. Small Ruminant Research 49: 275-288.

[7]. Ben Salem H, Nefzaoui A and Ben Salem L (2000) Supplementing range goats in central Tunisia with feed blocks or a mixture of *Opuntia ficusindica* var. Inermis and *Atriplex nummularia*: Effects on behavioral activities and growth. Proceedings of 7th International Conference on Goats, May 15–21, 2000, France, 988–989.

[8]. Ben Salem H, Al-Jawhari N, Daba MA, Chriyaa A, Hajj Hassan S, Dehimi ML and Masri MY (2005) Feed block technology in West Asia and North Africa. ICARDA 111.

[9]. Berwal RS, Lohan OP, Rathee CSand Yadav KK (1993) Effect of various chemicals on post compression expansion and durability of crop residue blocks. Indian Journal of Animal Nutrition 10 (2): 119 -122.

[10]. Butler BJ and McColly HF (1959) Factors affecting the pelleting of hay. Agricultural Engineering 49: 442–46.

[11]. Colley Z, Fasina OO, Bransby D and Lee YY (2006) Moisture effect on the physical characteristics of switchgrass pellets. Transactions of the ASABE 49(6): 1845-1851.

[12]. Hozhabri, F and KK Singhal (2006) Physical parameters of complete feed blocks based on wheat straw and sugarcane bagasse. Indian Journal of Animal Nutrition 23 (3): 150-154.

[13]. Kaliyan N, Morey RV, White MD and Doering A (2009) Roll-press briquetting and pelleting of corn stover and switchgrass. Transactions of the ASABE 52(2): 543-555.

[14]. Karangiya VK, Savsani HH and Ribadiya NK (2016) Use of densified complete feed blocks as ruminant feed for sustainable livestock production: A review. Agricultural Reviews 37 (2): 141-147.

[15]. Konka RK, Dhulipalla SK, Jampala VR, Arunachalam R, Pagadala EP and Elineni RR (2015) Evaluation of crop residue based complete rations through *in vitro* digestibility. Journal of Advance Veterinary Animal Research 2(1): 64-68.

[16]. Lam PS, Sokhansanj S, Bi X, Lim CJ, Naimi LJ, Hoque M, Mani S, Womac AR, Ye XP, and Narayan S (2008) Bulk density of wet and dry wheat straw and switchgrass particles. Applied Engendering Agriculture 24(3): 351-358.

[17]. Larsson SH, Thyrel M, Geladi P and Lestander TA (2008) High-quality biofuel pellet production from pre-compacted, low-density raw materials. Bioresource Technology 99(15): 7176- 7182.

[18]. Li Y, and Liu H (2000) High-pressure densification of wood residues to form an upgraded fuel. Biomass and Bioenergy 19: 177-186.

[19]. Mani S, Sokhansanj S, Bi X and Turhollow A (2006) Economics of producing fuel pellets from biomass. Applied Engendering Agriculture 2(3): 421-426.

[20]. Mani S, Tabil LG and Sokhansanj S (2003) An overview of compaction of biomass grinds. Powder Handling and Processing 15(3): 160-168.

[21]. Richards SR (1990) Physical testing of fuel briquettes. Fuel Process Technology 25: 89-100.

[22]. Samanta AK, Dus MM, Singh KK and Kunda SS (2003) Complete feed block; a new approach for handling and feeding bulkily feed resources. Indian Dairy Management 55:57-59.

[23]. Singh J, Lohan OP and Rathee CS (1998) Evaluation of berseem based complete feed blocks in growing buffalo calves. Indian Journal of Animal Sciences 68 (5): 480-483.

[24]. 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.

properties of pellets made from sorghum stalk, corn stover, wheat straw, and big bluestem. Indian Crop Production 33: 325-332

[28]. Yadav KK, Rathee CS and Lohan OP (1991) Compaction behavior of straw based complete feed. Indian Journal of Animal Nutrition 61(7), 980-985.

[29]. Yaman S, Şahan M, Haykiri-açma H, Şeşen K and Küçükbayrak S (2000) Production of fuel briquettes from olive refuse and paper mill waste. Fuel Processing Technology 68: 23-31.

Indian Journal of Animal Sciences 86 (7): 771–776.

[25]. Tabil LG (1996) Binding and pelleting characteristics of alfalfa. University of Saskatchewan, Ph.D. Dissertation.

[26]. Theerarattananoon K (2012) Evaluation and characterization of pelleted biomass from selected resources for ethanol production. Kansas State University, Ph.D. Dissertation.

[27]. Theerarattananoon K, Xu F, Wilson J, Ballard R, Mckinney L, Staggenborg S, Vadlani P, Pei ZJ and Wang D (2011) Physical

Journal of
Animal Production
(College of Abouraihan – University of Tehran)
Vol. 19 ■ No. 3 ■ Autumn 2017

The effects of forage particle size, hydraulic press pressure and pressure dwell time on durability and particles abscission of complete feed blocks

Syrus Ferasati[1], Mohammad Mehdi Moeini[2], Fardin Hozhabri[2], Hasan Fazaeli[34]*

1. Ph.D. Student, Animal Science Department, Agricultural Faculty, Razi University, Kermanshah, Iran
2. Associate Professor, Animal Science Department, Agricultural Faculty, Razi University, Kermanshah, Iran
3. Professor, Nutrition and Physiology Division, Animal Science Research Institute, Karaj, Iran

Received: January 1, 2017 **Accepted: April 1, 2017**

Abstract

In order to determine the effects of hydraulic press pressure in the complete feed blocks (CFBs) machinery, with the pressure dwell time and forage particle size on durability, particles abscission and storage of blocks using a completely randomized design (12 treatments and 10 replications) with factorial arrangement current experiment was conducted. The factors were two levels of 200 and 220 bar hydraulic pressures in CFB machinery, three levels of 5, 17 and 30 sec dwell time along with two particle sizes (alfalfa hay and wheat straw) of short (average 10 mm) and long (average 30 mm) using forage to concentrate ratio of 45:55. Complete feed blocks with long or short particles with press pressure of 220 bar and dwell time of 30 sec had higher durability and CFBs with long or short particles with press pressure of 220 bar and dwell time of 17 sec had minimum and maximum of particles abscission, respectively (p<0.05). There was a linear relationship between the durability and density of CFBs (p=0.001, r=0.74). With increasing the hydraulic pressure, the evaporation percent of moisture in the blocks containing long particles increased (p<0.05), resulted in non-proliferation of mold colonies after 35 days of storage; but corresponding parameter in the blocks containing short particles decreased and hence the number of visible mold colonies increased (p<0.05). It can be concluded that, in term of durability percentage and storage capability of CFBs, blocks manufacturing with an average 10 and 30 mm under mentioned conditions of pressure and dwell time was not suitable and it seems blocks under conditions of an average forage particle size of more than 10 and less than 30 mm, but hydraulic pressure of 220 bar and dwell time of 5 seconds could be optimum.

Keywords: feed block, mold production, particles abscission, particle size, storage capability.

Email: mmoeini@razi.ac.ir