

بررسی خواص فیزیکی کود گاو پلت شده

جواد رضایی فر*، سیدرضا حسن بیگی بیدگلی**، محمدحسین کیانمهر*** و بهزاد آزادگان****

تاریخ وصول مقاله: ۸۶/۷/۲۲، تاریخ پذیرش مقاله: ۸۷/۷/۲۴

چکیده

کود گاو از فضولات مایع، جامد و کاه و کلش مورد استفاده برای تهیه بستر گاو تشکیل شده است. در حالت طبیعی به علت کم بودن جرم مخصوص کود، حمل و نقل آن مشکل و پرهزینه است. یک روش برای رفع این مشکل پلت کردن آن می باشد. در این تحقیق، خواص فیزیکی پلت های حاصل از کود گاو بررسی شد. نتایج نشان داد که با افزایش رطوبت از شش به ۲۰ درصد جرم مخصوص توده از ۶۶۰ به ۶۳۰ کیلوگرم بر متر مکعب کاهش و جرم مخصوص ذره از ۱۰۹۵ به ۱۵۸۳ کیلوگرم بر مترمکعب افزایش می یابد. مقدار نیروی لازم برای شکستن (گسیختگی) پلت ها از ۶۱/۳ کیلوگرم در رطوبت ۶ درصد تا ۱۹ کیلوگرم در رطوبت ۲۰ درصد کاهش یافت. دوام پلت ها در محدوده رطوبتی مورد مطالعه از ۳۴ تا ۵۳ درصد متغیر و در رطوبت ۱۰ درصد بیشترین مقدار بود. در ضمن پلت ها در طی ۲۴ ساعت از هوای دارای رطوبت نسبی ۸۰ درصد حداکثر هشت درصد رطوبت جذب می کنند.

کلمات کلیدی: پلت، خواص فیزیکی، کود گاو، رطوبت نسبی

* - کارشناس ارشد، گروه فنی کشاورزی، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، تهران - ایران

** - استادیار، گروه فنی کشاورزی، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، تهران - ایران (نویسنده مسئول مکاتبات) (E-mail: rhbeigi@ut.ac.ir)

*** - دانشیار، گروه فنی کشاورزی، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، تهران - ایران

**** - استادیار، گروه آبیاری و زهکشی، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، تهران - ایران

مقدمه

ذخیره کردن نسبت به حالت فله می‌باشد (۴). بررسی تأثیر تغییرات رطوبت و گرد و خاک موجود در کود دام بر استحکام پلت نشان داد که با افزایش مقدار رطوبت و خاک استحکام پلت‌ها کاهش می‌یابد. همچنین برای انبارداری پلت‌های تولید شده بیشترین میزان رطوبت ۲۰ درصد می‌باشد (۹).

خواص انبارداری و جابه‌جایی پلت‌های تشکیل شده از کود مرغ متأثر از میزان رطوبت کود (شش تا ۲۲ درصد) و رطوبت نسبی هوا می‌باشد. با افزایش درصد رطوبت پلت‌ها جرم مخصوص ذره و تخلخل کود افزایش و جرم مخصوص توده پلت‌ها کاهش می‌یابد. پلت‌های کود مرغ با رطوبت ۱۰ درصد دارای بیشترین دوام و پلت‌های با رطوبت شش درصد دارای بیشترین سختی می‌باشد (۱۱). در یک تحقیق با تنظیم پارامترهای درصد رطوبت، سرعت گردش دستگاه، هوادهی و دما پلت‌هایی به شکل کروی تولید شد. مقاومت پلت‌های کروی علی‌رغم سهولت انبار شدن، در آزمون دوام کمتر بود (۱۳).

نیروهای فشاری، اندازه ذرات و درصد رطوبت بر چگالی پلت‌های حاصل از کاه، علوفه و بقایای گیاهان تأثیر دارند (۱۰). خواص انبارداری و جابه‌جایی پلت‌ها از پوست بادام زمینی تحت تأثیر درصد رطوبت آن می‌باشد و با افزایش درصد رطوبت جرم

کود گاو از فضولات مایع، جامد و کاه و کلش مورد استفاده برای تهیه بستر گاو تشکیل شده است. این کود دارای مواد معدنی با ارزش برای تغذیه خاک‌های کشاورزی است. حدود ۷۵ درصد از وزن کود به صورت جامد و مابقی مایع است. قسمت جامد کود شامل غذای مصرفی جذب نشده است. بخش عمده ازت و پتاسیم موجود در قسمت مایع کود به سرعت برای گیاه قابل جذب است (۱۴).

سالانه حدود شش میلیون تن کود گاو در ایران تولید می‌شود که معمولاً در محل دامداری‌ها در فضای باز بر روی هم انباشته می‌شود (۲). رطوبت و حجم زیاد به همراه یکسان نبودن مواد موجود در کود از عوامل محدودکننده استفاده از کودهای دامی است. در حالت طبیعی به علت کم بودن جرم مخصوص کود، حمل و نقل آن مشکل و پرهزینه است. یک روش برای سهولت حمل و نقل و کاهش هزینه حمل، کاهش حجم از طریق متراکم کردن است (۵ و ۱۱).

در بسیاری از فرآیندهای صنعتی و کشاورزی مواد باید فشرده شوند تا حجم آنها کاهش یابد و یا شکل خاصی برای تسهیل جابه‌جایی داشته باشند. پلت کردن یکی از روشهای متداول و رایج برای فشرده کردن مواد می‌باشد. این روش برای کاهش حجم مواد برای سهولت حمل و نقل و

اولیه کود بر مبنای تر (گرم) و m_w جرم آب مقطر اضافه شده (گرم) می باشد.

پس از اضافه نمودن آب مقطر، نمونه‌ها به مدت ۷۲ ساعت در دمای پنج درجه سانتی‌گراد در کیسه‌های پلاستیکی^۲ در بسته در یخچال نگهداری شدند تا رطوبت به‌طور یکنواخت در نمونه‌ها توزیع شود. در این تحقیق، نمونه‌ها در چهار سطح رطوبت، شش (رطوبت اولیه)، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد تهیه شدند. در این محدوده رطوبت (شش تا ۲۰ درصد) امکان پلت کردن گود در قالب بسته وجود داشت. برای تعیین مقدار واقعی رطوبت نمونه‌ها، سه نمونه ۱۰ گرمی از هر سطح رطوبتی در آون قرار داده شد.

روش پلت کردن

برای پلت کردن نمونه‌ها از دستگاه پرس هیدرولیکی و یک قالب استفاده شد (شکل‌های ۱ و ۲). دستگاه پرس هیدرولیک شامل شاسی و یک سیلندر هیدرولیک بود. سیلندر هیدرولیک توسط یک پکیج هیدرولیک تغذیه می‌شد. با استفاده از یک شیر تنظیم فشار، فشار وارد به سیلندر هیدرولیک کنترل می‌شد. به‌منظور قرائت میزان فشار سیلندر از یک فشارسنج عقربه‌ای با دقت یک بار استفاده شد. با استفاده از یک تابلوی برق، عملکرد پکیج هیدرولیک کنترل می‌شد. در ابتدا کود داخل سیلندر به قطر ۱۰ و طول ۶۰ میلی‌متر ریخته شد و خروجی

مخصوص ذره و توده پلت‌ها کاهش می‌یابد. پلت‌های با رطوبت ۹/۱ درصد دارای بیشترین دوام می‌باشند (۵).

مواد و روشها

تهیه و فرآوری کود برای پلت کردن

کود گاوی مورد نیاز از دامداری پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران واقع در روستای قزلاق از توابع شهرستان پاکدشت تهیه گردید. کود گاو به مدت شش ماه در فضای باز نگهداری شد تا خوب پوسیده شود و رطوبت آن به حدی برسد که قابل خرد شدن و الک کردن باشد. کود به‌وسیله مش ۱۵۰ غربال شد (۱).

ایجاد رطوبت در کود برای تولید پلت

برای اندازه‌گیری رطوبت اولیه، سه نمونه ۱۰ گرمی گود در داخل آون با دمای $103 (\pm 3)$ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت قرار داده شد (۱۱). برای تهیه نمونه‌ها با رطوبت مطلوب براساس رابطه (۱) به کود آب مقطر اضافه شد:

$$m_w = \frac{m_i (M_{wf} - M_{wi})}{1 - M_{wf}} \quad (1)$$

در این رابطه، M_{wi} رطوبت اولیه کود بر مبنای وزن تر (درصد)، M_{wf} رطوبت نهایی کود بر مبنای تر (درصد)، m_i جرم

در این فرمول‌ها، V_p حجم پلت (متر مکعب)، d قطر سیلندر (متر)، l طول سیلندر (متر)، m_p جرم پلت (کیلوگرم) و ρ_p جرم مخصوص ذره پلت (کیلوگرم بر متر مکعب) می‌باشد.

جرم مخصوص توده^۲ و تخلخل^۳

برای تعیین جرم مخصوص توده مطابق استاندارد ASAE S269.4 نمونه‌ها از ارتفاع ۶۱۰ میلی‌متری به داخل یک ظرف استوانه‌ای با قطر ۳۰۰ و ارتفاع ۳۱۰ میلی‌متر رها شدند تا ظرف پر شود (۳). پلت‌های اضافی با حرکت آرام یک صفحه فلزی بر روی لبه فوقانی ظرف به آرامی به بیرون رانده شدند. این آزمایش پنج نوبت برای هر درصد رطوبت تکرار گردید. جرم مخصوص توده پلت‌ها از تقسیم جرم نمونه‌های داخل ظرف به حجم ظرف محاسبه شد (۳). تخلخل پلت‌ها با مشخص بودن جرم مخصوص ذره و جرم مخصوص توده با استفاده از فرمول ۴ محاسبه شد:

$$\varepsilon = 1 - \frac{\rho_b}{\rho_p} \quad (4)$$

در این فرمول، ε تخلخل پلت‌ها (درصد) و ρ_b جرم مخصوص توده پلت‌ها (کیلوگرم بر متر مکعب) می‌باشد.

سیلندر مسدود شد، سپس پیستون داخل سیلندر قرار داده شد و با حرکت دست کود کمی متراکم شد تا سیلندر هواگیری شود. بعد از این مرحله، کود به وسیله پرس هیدرولیکی کود با نیروی ۱۲/۵ کیلونیوتن متراکم شد. مدت زمان اعمال نیروی ۱۲/۵ کیلونیوتن به پیستون ۱۰ تا ۲۰ ثانیه بود. بعد از این زمان سیستم کنترل دستگاه، نیروی اعمال شده را قطع می‌کرد. سپس خروجی قالب باز شده و کود فشرده شده (پلت) از داخل سیلندر به بیرون رانده می‌شد.

جرم مخصوص ذره^۱

چون پلت‌های تولید شده استوانه‌ای شکل هستند، طول و قطر ۱۰ عدد پلت از هر تیمار به وسیله یک کولیس دیجیتال با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شد. همچنین جرم متناظر هر پلت به وسیله یک ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. حجم و جرم مخصوص ذره پلت از فرمول‌های ۲ و ۳ محاسبه شد:

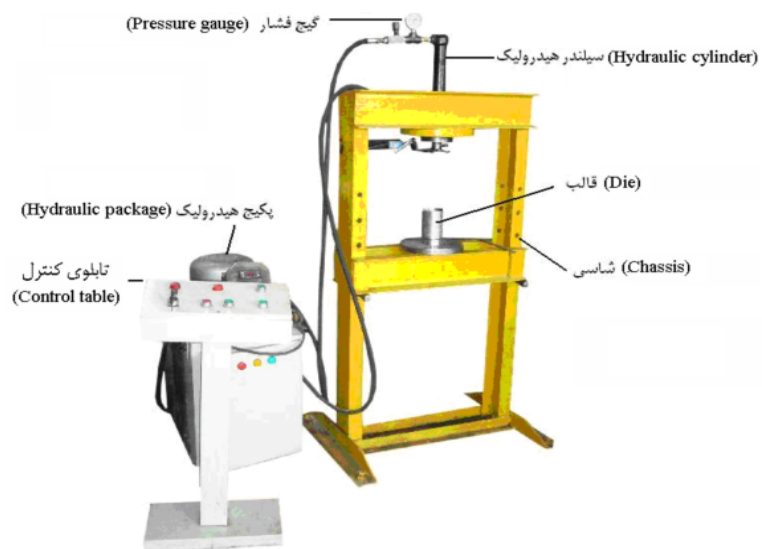
$$V_p = \frac{\pi}{4} d^2 l \quad (2)$$

$$\rho_p = \frac{m_p}{V_p} \quad (3)$$

2 - Bulk Density

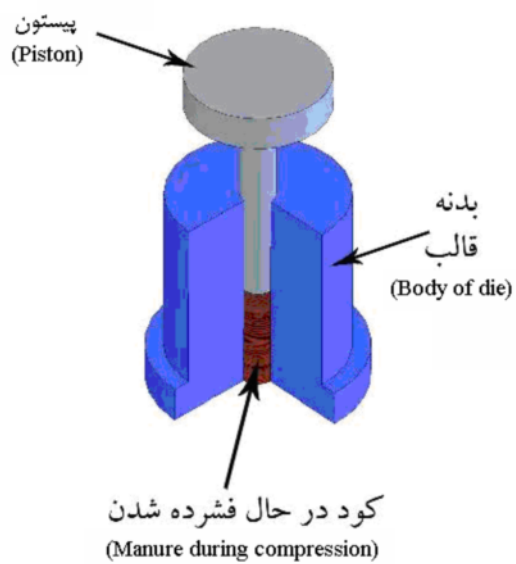
3 - Porosity

1 - Particle Density



شکل ۱ - دستگاه پرس هیدرولیکی

Fig. 1. Hydraulic press equipment



شکل ۲ - طرحواره قالب

Fig. 2. Schematic of die

دوام^۱

ساخته شده در گروه مهندسی فنی کشاورزی پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران استفاده شد (شکل ۴). این دستگاه مطابق با ویژگی‌های دستگاه‌های مورد استفاده سایر محققان طراحی و ساخته شد (۷ و ۸).

این دستگاه شامل سه بخش شاسی، سیستم رانش و داده‌گیری است. شاسی دستگاه شامل یک فک متحرک و یک پایه ثابت است. سیستم رانش دستگاه شامل یک الکتروگیربکس به همراه یک دستگاه تغییردهنده فرکانس برای تنظیم سرعت دورانی الکتروموتور، یک پیچ ساچمه‌ای دقیق و میکروسوئیچ‌های قطع و وصل حرکت عمودی است. سیستم داده‌گیری دستگاه شامل نیروسنج با نمایشگر (Lutron FG 5100, Taiwan) است. روش آزمایش بدین صورت بود که یک عدد پلت توسط گیره روی پایه ثابت دستگاه نگهداشته می‌شد. سپس فک متحرک که نیروسنجی با دقت ۰/۲ نیوتن به آن متصل بود با سرعت ثابت ۱۰ میلی‌متر بر دقیقه به سمت پایین حرکت کرده و پلت را فشرده می‌کرد. حداکثر نیرویی که توسط نیروسنج برای شکستن پلت لازم بود اندازه‌گیری و در حافظه نیروسنج ثبت می‌شد. در این آزمایش حداکثر نیروی لازم برای شکستن (گسستن) پلت‌ها به عنوان سختی (استحکام) پلت‌ها در نظر گرفته شد. این آزمایش برای هر درصد رطوبت ۱۰ نوبت تکرار شد.

برای سنجش دوام پلت‌های ایجاد شده از دستگاه ساخته شده طبق استاندارد ASAE S269.4 استفاده شد (۳). این دستگاه شامل یک محفظه مکعب مستطیل به ابعاد ۳۰۰ × ۱۲۵ میلی‌متر مکعب از جنس استیل است که توسط یک محور به یک الکترو-گیربکس متصل شده و با سرعت دورانی ۵۰ دور بر دقیقه می‌چرخد (شکل ۳). برای سنجش دوام پلت‌ها، ۵۰۰ گرم پلت تولید شده از هر تیمار درون محفظه دستگاه قرار داده و به مدت ۱۰ دقیقه چرخانده شد و دوام نمونه‌ها از فرمول (۵) محاسبه شد (۳):

$$D_u = \frac{m_r}{m_i} \times 100 \quad (5)$$

در این فرمول، D_u دوام (درصد) و m_r جرم پلت‌های باقیمانده بعد از آزمون (گرم) و m_i جرم کل پلت‌ها قبل از آزمون (گرم) می‌باشد.

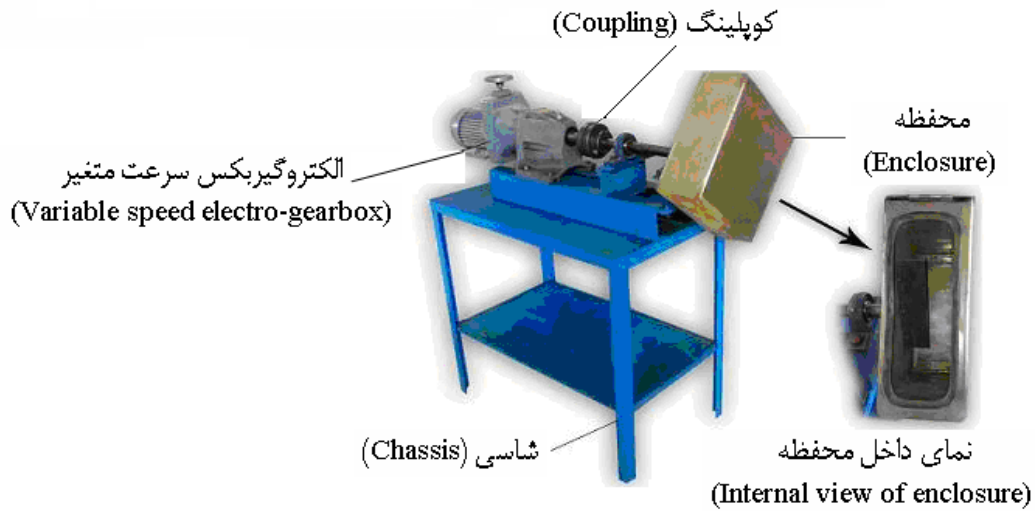
سختی^۲

برای اندازه‌گیری سختی پلت‌های تولید شده از دستگاه آزمایش مواد بیولوژیکی^۳

1 - Durability

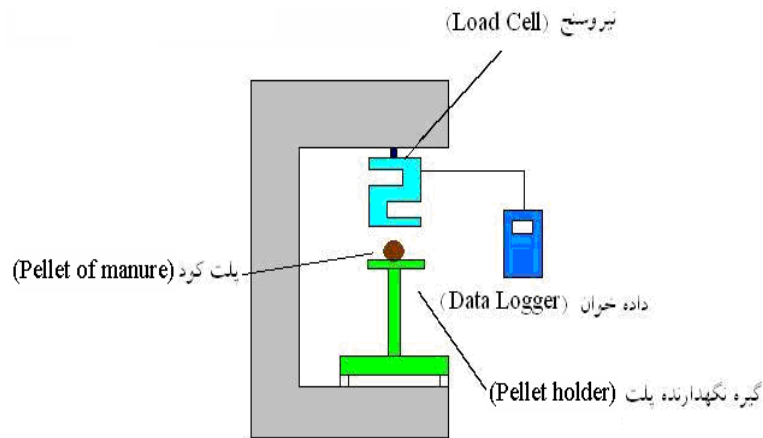
2 - Hardness

3 - Biological Material Test



شکل ۳ - دستگاه آزمون دوام پلت ساخته شده براساس استاندارد ASAE S269.4

Fig. 3 . Developed equipment for durability test of pellet according to ASAE S269.4 standard



شکل ۴ - طرحواره دستگاه آزمون مواد بیولوژیک

Fig. 4 . Schematic of biological material test

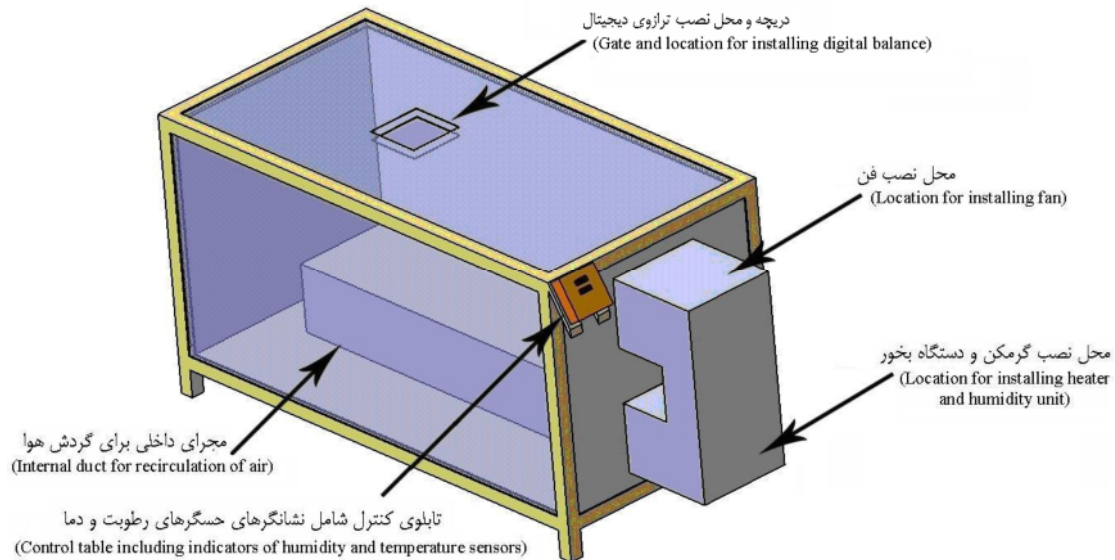
جذب رطوبت

یک مکعب مستطیل به طول ۱/۸ متر و سطح مقطع ۰/۹ در ۰/۹ متر می‌باشد (۵ و ۱۱). هوای داخل آن تا رطوبت نسبی ۸۰ درصد و دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد قابل تنظیم و

برای آزمایش جذب رطوبت از محیط توسط پلت کود گاو نیاز به یک محفظه درزبندی شده با امکان تغییر دما و رطوبت نسبی است (شکل ۵). این دستگاه به شکل

شد و پس از چند دقیقه و رسیدن شرایط داخل محفظه به شرایط موردنظر، نمونه‌ها (۱۰۰ گرم پلت کود گاو) در ظرف‌های توری قرار گرفته و از دریچه بالایی آویزان شد. پس از مدت حداکثر ۲۴ ساعت که پلت‌ها به رطوبت تعادلی با محیط رسیدند، هر ۳۰ دقیقه یک نوبت جرم نمونه‌ها با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری و ثبت شد. نمایشگرهای موردنظر از طریق کنتاکتورها بعد از رسیدن به دما و رطوبت مورد نظر دستور خاموش و روشن شدن فن، گرمکن و دستگاه بخور را صادر می‌نمایند. لذا در کلیه اوقات دما و رطوبت داخل محفظه دستگاه ثابت نگه داشته می‌شود.

کنترل است. در قسمت جلویی دستگاه یک کانال قرار دارد که فن، گرمکن و دستگاه تولید بخار در آن تعبیه شده است. این کانال در قسمت پایینی داخل محفظه به یک مجرا متصل شده که باعث تکمیل فرآیند گردش هوا در محفظه می‌شود. در قسمت بالای دستگاه یک دریچه تعبیه شده که محل آویزان کردن نمونه‌ها و قرار دادن ترازوی دیجیتال می‌باشد. حسگرهای رطوبت و دما در داخل محفظه تعبیه شده و به نمایشگرهای مربوط به خود در خارج از محفظه متصل هستند. برای انجام آزمایش ابتدا نمایشگرهای رطوبت و دما در مقادیر موردنظر (دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت‌های نسبی ۷۰ و ۸۰ درصد) تنظیم



شکل ۵ - دستگاه آزمایش جذب رطوبت

Fig. 5 . Moisture absorption test equipment

نتایج و بحث

جرم مخصوص ذره، جرم مخصوص توده و تخلخل

با افزایش میزان رطوبت از شش به ۲۰ درصد جرم مخصوص ذره به طور خطی از ۱۰۹۵ به ۱۵۸۳ کیلوگرم بر مترمکعب افزایش یافت (شکل ۶). به عبارت دیگر میزان افزایش جرم پلت‌ها بیشتر از افزایش حجم آنها می‌باشد. در سایر تحقیقات نیز با افزایش رطوبت از شش به ۲۲ درصد (مبنای تر) جرم مخصوص ذره پلت‌های کود مرغی از ۱۳۹۰ به ۱۵۷۰ کیلوگرم بر مترمکعب افزایش یافت (۱۱). رابطه بین جرم مخصوص ذره پلت‌های کود گاو با رطوبت به صورت معادله ۶ می‌باشد:

$$\rho_p = 835.68 + 38.456M \quad (6)$$

$$R^2 = 0.936$$

در این فرمول، M درصد رطوبت پلت‌ها (مبنای تر) می‌باشد.

با افزایش میزان رطوبت از شش به ۲۰ درصد جرم مخصوص توده به طور خطی از ۶۶۰ به ۶۳۰ کیلوگرم بر مترمکعب کاهش یافت (شکل ۷). درحقیقت با افزایش مقدار رطوبت کود چگالی توده به مقدار کم کاهش می‌یابد. یعنی با افزایش مقدار رطوبت پلت‌ها، به فضای بیشتری برای انبار کردن پلت‌ها نیاز است. در یک تحقیق، با افزایش رطوبت از چهار به ۲۱ درصد (مبنای تر)

جرم مخصوص توده پلت‌های پوست بادام زمینی از ۶۴۰ به ۶۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب کاهش یافت (۵). همچنین با افزایش رطوبت از شش به ۲۲ درصد (مبنای تر) جرم مخصوص توده پلت‌های کود مرغی از ۷۹۰ به ۷۷۰ کیلوگرم بر مترمکعب کاهش یافت (۱۱). رابطه جرم مخصوص توده پلت‌های کود گاو با رطوبت به صورت فرمول ۷ می‌باشد.

$$\rho_b = 670.948 - 2.133M$$

$$R^2 = 0.975$$

(۷)

در این فرمول، M درصد رطوبت پلت‌ها (مبنای تر) می‌باشد.

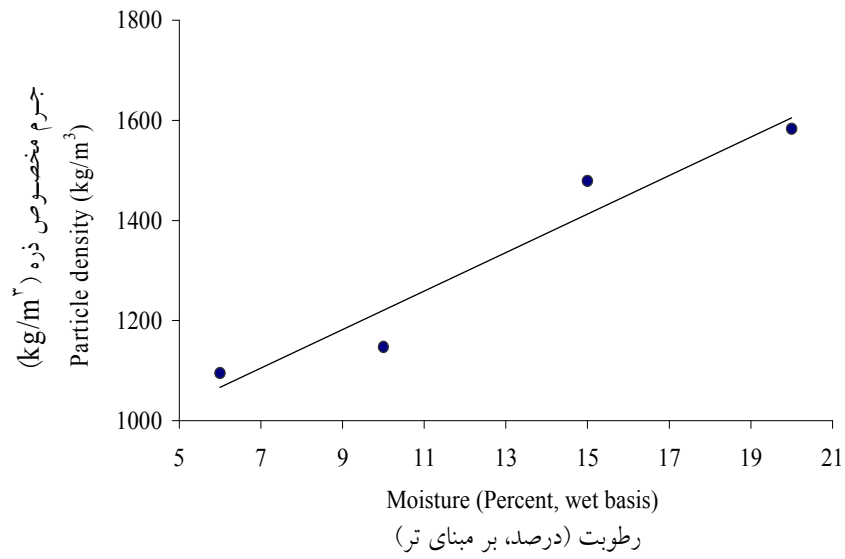
تخلخل پلت‌ها نیز با افزایش درصد رطوبت از شش به ۲۰ درصد (مبنای تر) به طور خطی از ۴۰ به ۶۰ درصد افزایش یافت (شکل ۸). در یک تحقیق افزایش تخلخل پلت‌های کود مرغی از ۴۵ به ۵۰ درصد در نتیجه افزایش رطوبت از شش به ۲۲ درصد (مبنای تر) مشاهده شد (۱۱). رابطه تخلخل پلت‌های کود گاو با رطوبت به صورت معادله ۸ می‌باشد.

$$\varepsilon = 0.2974 + 0.016M$$

$$R^2 = 0.941$$

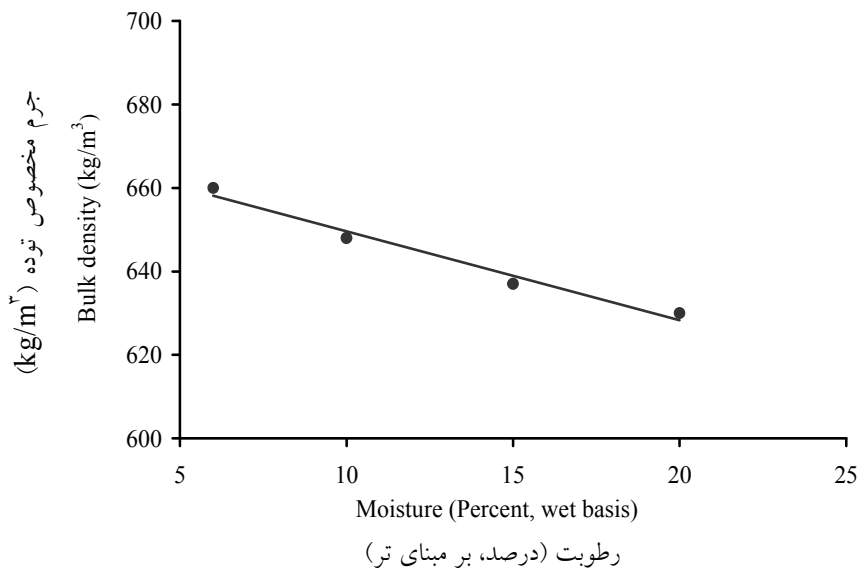
(۸)

در این فرمول، M درصد رطوبت پلت‌ها (مبنای تر) می‌باشد.



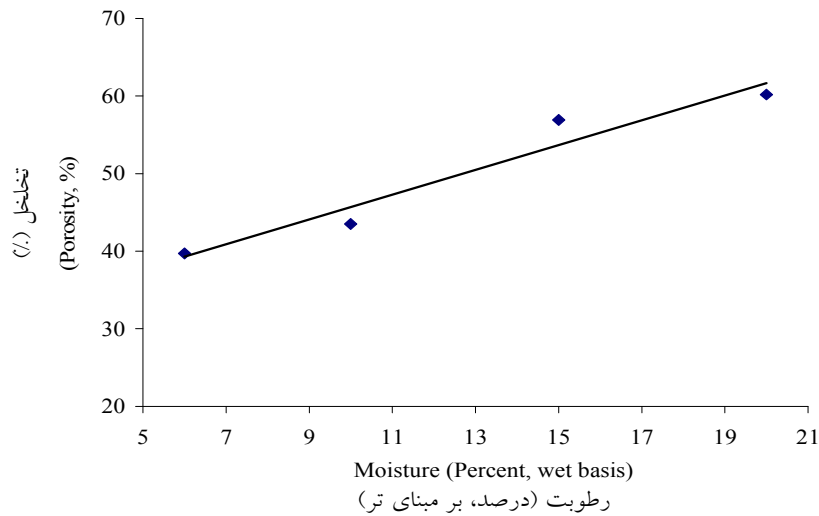
شکل ۶ - اثر درصد رطوبت بر جرم مخصوص ذره

Fig. 6 . Effect of moisture content on particle density



شکل ۷ - اثر درصد رطوبت بر جرم مخصوص توده

Fig. 7 . Effect of moisture content on bulk density



شکل ۸ - اثر درصد رطوبت بر تخلخل پلت‌ها

Fig. 8. Effect of moisture content on porosity of pellet

نیروهای چسبندگی^۱ مولکول‌های آب سبب نگهداشتن بیشتر ذرات در پلت‌ها می‌شود. ولی افزایش بیشتر رطوبت سبب کاهش نیروهای بین مولکولی شده و حتی سبب دوفازی شدن مخلوط (فاز مایع و فاز جامد) می‌شود. به عبارت دیگر افزایش رطوبت کود، سبب می‌شود خواص رئولوژیکی کود تغییر یابد و از حالت ویسکوالاستیک^۲ به مواد ویسکوپلاستیک تغییر یابد (۱۵). رابطه بین دوام پلت‌های کود گاو با رطوبت مطابق با معادله ۹ می‌باشد:

$$Du = -3.088 + 14.214 M - 1.127M^2 + 0.025M^3$$

$$R^2 = 0.966$$

(۹)

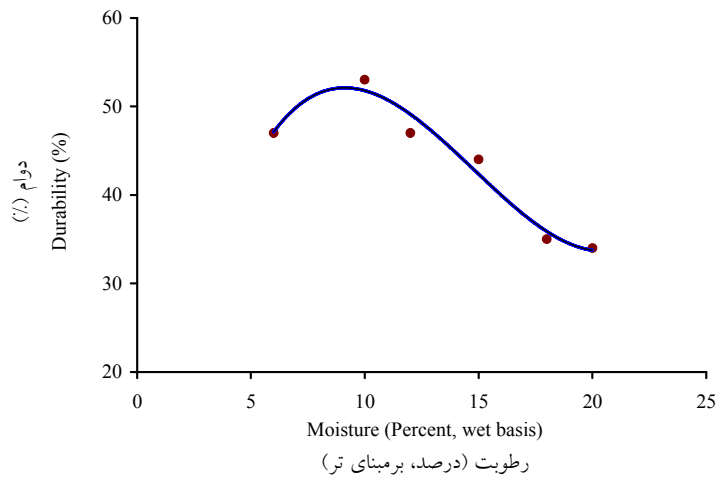
در این رابطه، M درصد رطوبت پلت‌ها (مبنای تر) می‌باشد.

دوام

دوام پلت‌ها با افزایش رطوبت تا ۱۰ درصد حداکثر (۵۳ درصد) بود (شکل ۹). پس با افزایش رطوبت دوام پلت‌ها کاهش یافته و به ۳۴ درصد رسید. روند مشابه در تغییرات دوام پلت‌های پوست بادام‌زمینی و یونجه نسبت به رطوبت گزارش شده است (۵ و ۶). با افزایش رطوبت (از شش به ۱۰ درصد) دوام پلت‌های کود مرغی از ۴۲ به ۴۵ درصد افزایش می‌یابد و سپس با افزایش رطوبت دوام پلت‌ها کاهش می‌یابد و در نهایت در رطوبت ۲۲ درصد به ۲۳ درصد می‌رسد (۱۱). علت پدیده افزایش دوام یا پایداری پلت‌ها در ابتدا و رسیدن به مقدار حداکثر (۵۳ درصد) در رطوبت ۱۰ درصد و سپس کاهش آن را می‌توان این‌طور توجیه نمود که ابتدا با افزایش میزان رطوبت مقدار

1 - Binding Forces

2 - Viscoelastic



شکل ۹ - اثر درصد رطوبت بر دوام پلت‌ها

Fig. 9 . Effect of moisture content on pellet durability

پلت‌های کود گاو (HD) با رطوبت را می‌توان با معادله ۹ نشان داد.

$$HD = -3.3M + 84.15$$

$$R^2 = 0.9624 \quad (10)$$

جذب رطوبت

جذب یا واجذب رطوبت پلت‌های کود گاو تابع درجه حرارت و رطوبت نسبی هوا است. پلت‌ها می‌توانند در طی ۲۴ ساعت حداکثر هشت درصد رطوبت از هوای دارای رطوبت نسبی ثابت ۸۰ درصد جذب کنند. پلت‌های کود مرغ در طی ۴۰ ساعت حداکثر ۶۰ درصد رطوبت جذب می‌کنند (۱۱). پلت‌های پوست بادام زمینی در طی ۴۸ ساعت تا ۴/۹ درصد از هوای با رطوبت نسبی ۸۰ درصد رطوبت را جذب کنند. البته دمای هوا تأثیری در میزان جذب رطوبت پلت‌ها ندارد (۷). در این تحقیق، به منظور

سختی

با افزایش رطوبت از شش به ۲۰ درصد سختی پلت‌ها از ۶۰ به ۱۸ کیلوگرم کاهش می‌یابد (شکل ۱۰). به عبارت دیگر با افزایش درصد رطوبت پلت‌ها، مقاومت آن‌ها در برابر بارهای فشاری شبه استاتیک^۱ کمتر می‌شود. در تحقیقی با افزایش رطوبت از شش به ۲۲ درصد سختی پلت‌های کود مرغی از ۳۲ به پنج کیلوگرم کاهش یافته است (۱۱). علت کاهش سختی با افزایش درصد رطوبت را می‌توان چنین توجیه نمود که با افزایش رطوبت جذب شده توسط پلت‌ها استحکام پیوندهای نگهدارنده^۲ ذرات پلت در کنار هم کاهش یافته و موجب شکننده‌تر شدن پلت‌ها می‌شود. رابطه سختی

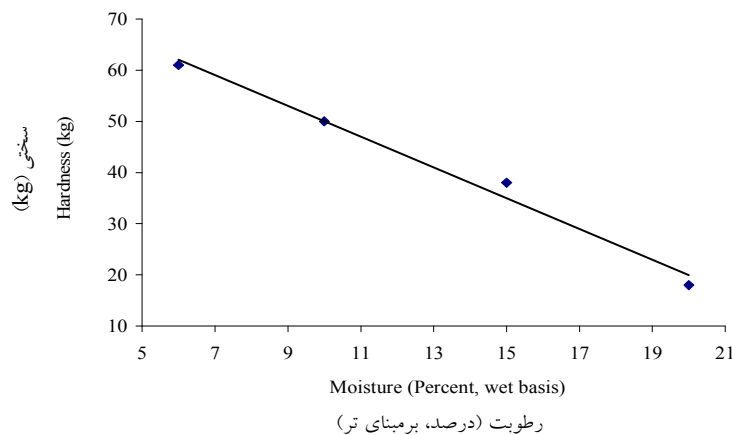
۱ - Quasi-Static

۲ - Bonds Holding

در این فرمول، t زمان (h)، M درصد رطوبت در هر لحظه ($\%w.b$)، M_i رطوبت اولیه پلتها ($5\%w.b$)، M_f رطوبت نهایی ($\%w.b$) و k ضریب جذب رطوبت (h^{-1}) می باشد.

برازش معادله‌ای بر داده‌های جذب رطوبت از نرم‌افزار MATLAB نسخه ۷/۱ استفاده گردید و فرمول ۱۱ حاصل شد.

$$\frac{M - M_f}{M_i - M_f} = e^{-kt} \quad (11)$$



شکل ۱۰ - اثر درصد رطوبت بر سختی پلتها

Fig. 10 . Effect of moisture content on hardness of pellet

نتیجه گیری

خواص انبارداری و انتقال پلت‌های حاصل از کود گاو تحت تاثیر درصد رطوبت کود (شش تا ۲۰ درصد) و رطوبت نسبی هوا می باشد. با افزایش درصد رطوبت کود جرم مخصوص ذره و تخلخل کود افزایش و جرم مخصوص توده کود کاهش می یابد. در این روش، پلت‌های حاصل از کود گاو با رطوبت ۱۰ درصد دارای بیشترین دوام (۵۳ درصد) می باشند. پلت‌های با رطوبت شش درصد دارای بیشترین سختی (۶۱/۳ کیلوگرم) می باشند.

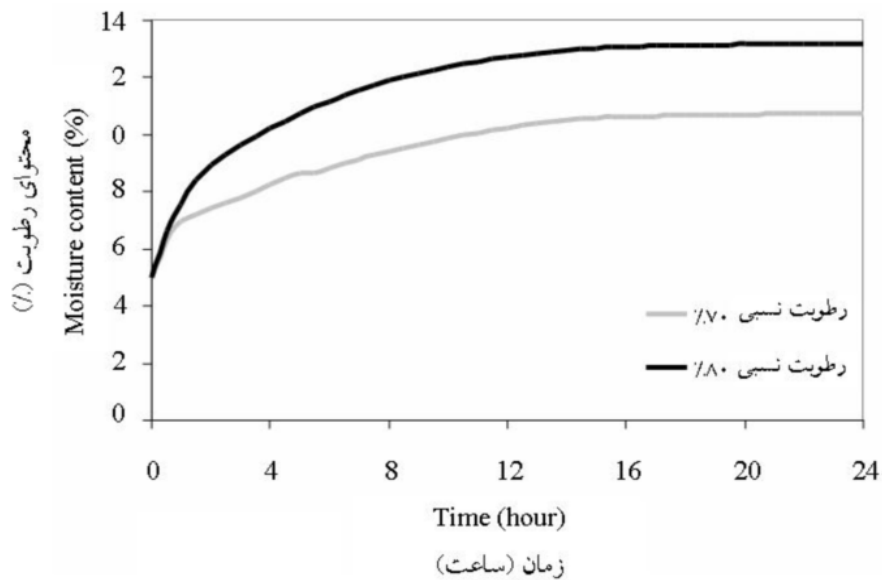
مقادیر ضریب تعیین (R^2)، ریشه میانگین مربعات خطا^۱ (RMSE) و ضریب k معادله ۱۱ برازش شده به داده‌های آزمایشگاهی جذب رطوبت در رطوبت‌های نسبی هوا ۷۰ و ۸۰ درصد و دمای هوای ۴۵ درجه سانتی‌گراد در جدول ۱ ارائه شده است. نتایج نشان می دهد که دقت برآورد داده‌های آزمایشگاهی مطلوب است. ضریب k حاصل در رطوبت‌های نسبی هوا (۷۰ و ۸۰ درصد) و در دمای ۴۵ درجه سلسیوس پس از برازش با فرمول ۱۱ در جدول ۱ نشان داده شده است.

۱ - Root Means Square Error

جدول ۱ - مقادیر ضریب تعیین، ریشه میانگین مربعات خطا و ضریب k معادله ۱۱

Table 1 . Values of coefficient of determination, root mean square error and k for equation 11

RH (%)	RMSE	R ²	k
70	0.2403	0.9702	0.2082
80	0.2469	0.9833	0.2575



شکل ۱۱ - تأثیر رطوبت نسبی هوا بر جذب رطوبت پلت‌ها در دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد

Fig. 11 . Effect of air relative humidity on moisture absorption of pellets at 45 °C

تشکر و قدردانی

پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران قدردانی می‌گردد.

بدین‌وسیله از صندوق پژوهش‌گران ریاست جمهوری و معاونت پژوهشی

References

- 1 . Anonymous (1970) ASTM E-11-970 (Part 41) and U.S. National Bureau of Standards. Official sieve designations.
- 2 . Anonymous (2006) Animal statistics. Ministry of Jihad-e-Agriculture, Tehran, Iran.
- 3 . ASAE Standards S269.4 (2002) Cubes, Pellets and Crumbles-Definitions and Methods for Determining Density, Durability and Moisture Content. St. Joseph, MI. ASAE.
- 4 . Batacharya SC (1989) State of the art of biomass densification. Division of Energy Technology. Energy Sources, Taylor and Francis 11(3):161-186.
- 5 . Fasina OO (2008) Physical properties of peanut hull pellets. Bioresource Technology 99: 1259-1266.
- 6 . Fasina OO and Sokhansanj S (1995) Modeling the bulk cooling of alfalfa pellets. Drying Technology 13: 1881-1904.
- 7 . Ghaebi SM (2008) Determination of physical and mechanical properties of Iranian apricot fruit, pit and kernels (in Persian). M.Sc. Thesis, University of Tehran, Aboureihan College, Pakdasht, Iran.
- 8 . Haciseferogullari H, Gezer I, Ozcan MM and MuratAsma B (2007). Post harvest chemical and physical-mechanical properties of some apricot varieties cultivated in Turkey. Journal of Food Engineering 79: 364-373.
- 9 . Hara M (2001) Fertilizer pellets made from composted livestock manure. Food and Fertilizer Technology Center. <http://www/fftc.agnet.org/library/article/eb506.html>.
- 10 . 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 Bioenergy 30: 648-654.
- 11 . McMullen J, Fasina OO, Wood CW, Feng Y and Mills G (2004) Physical characteristics of pellets from poultry litter. ASAE/CSAE Meeting Presentation. Ottawa, Ontario, Canada.
- 12 . Rezaeefar J (2008) Investigation of cattle manure pellet parameters in order to extruder design (in Persian). M.Sc. Thesis, University of Tehran, College of Aburaihan, Pakdasht, Iran.
- 13 . Roeper H, Khan S, Koerner I and Stegmann R (2005) Low-Tech options for chicken manure treatment and application possibilities in agriculture. Proceedings Sardinia, Tenth International Waste Management and Landfill Symposium, 3-7

- October by CISA, Environmental Sanitary Engineering Centre, Italy.
- 14 . Saba M (1998) Design and method of fabrication of animal manure (in Persian). M.Sc. Thesis, Faculty of Bio-systems Engineering, University of Tehran, Karaj, Iran.
- 15 . Thomas M and Van der Poel AFB (1996) Physical quality of pelleted animal feed. Animal Feed Science Technology 61: 89-112.

Physical properties of pelleted cattle manure

J. Rezaiefar ^{*}, S.R. Hassan-Beygi ^{***}, M.H. Kianmehr ^{**} and B. Azadegan ^{****}

Abstract

Cattle manure is made from liquid and solid waste. It contains the straw and stubble that is used for the cattle bed. Density of the cattle manure is inherently low, which is difficult and costly to transport. Pelleting is one method to solve this problem. The physical properties of the pelleted cattle manure was investigated in this study. The results showed that by increasing moisture content of the pellets from six to 20 percent, the bulk density of the pellets decreased from 660 to 630 kg/m³ and the particle density of the pellets increased from 1095 to 1583 kg/m³. The force required to rupture the pellets decreased from 61.3 kg at six percent moisture content to 19 kg at 20.0 percent moisture content. Durability of the pellets was variable from 34 to 53 percent in the range of moisture content and was maximum at 10 percent moisture content. The pellets could absorb a maximum of 8 percent moisture during 24 hours from air with 80 percent relative humidity.

Keywords: Cattle manure, Moisture content, Pellet, Physical properties

* - Former M.Sc. student, Department of Agro-Technology, College of Aburaihan, University of Tehran, Tehran - Iran

** - Assistant Professor, Department of Agro-Technology, College of Aburaihan, University of Tehran, Tehran – Iran

(Corresponding Author) (E-Mail: rhbeigi@ut.ac.i)

*** - Associated Professor, Department of Agro-Technology, College of Aburaihan, University of Tehran, Tehran - Iran

**** - Assistant Professor, Department of Irrigation, College of Aburaihan, University of Tehran, Tehran – Iran