طراحی، ساخت و ارزیابی یک دستگاه سیلوکن پلاستیکی ذرت علوفه‌ای

امین اله معصومی[۱]، صابر یحیی ذمه[۲] و سید مجتبی شفاعی[۲*]

۱و ۲- به‌ترتیب استادیار و دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه ماشین‌های کشاورزی دانشکده کشاورزی
دانشگاه صنعتی اصفهان. کد پستی: ۸۳۱۱۱- ۸۴۱۵۶
*پست الکترونیک نویسنده مسئول مکاتبات: smshafaei@shirazu.ac.ir

چکیده

سیلو کردن ذرت در کیسه‌های پلاستیکی بخصوص برای دامداری‌های کوچک مفید می باشد و از تلفات آن می‌کاهد. در این تحقیق طراحی، ساخت و ارزیابی یک دستگاهی که ذرت سیلویی را در کیسه‌های پلاستیکی سیلو کند، انجام گردید. بدین منظور ذرت علوفه‌ای تازه برداشت شده مورد آزمایش قرار گرفت و مقدار جرم حجمی نهایی پس از فشرده‌سازی با توجه به نتایج بدست آمده از پژوهش‌های قبلی برای سیلوهای ذرت، بین ۶۰۰ و ۸۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب در نظر گرفته شد. طراحی دستگاه و قسمت‌های مختلف آن بر اساس نیازمندی‌های دستگاه و رعایت اصول مهندسی به منظور کارکرد مناسب آن بر اساس معیارهای مهندسی انجام شد. دستگاه مذکور متشکل از چهار قسمت ۱) مخزن، ۲) مارپیچ جهت انتقال محصول به داخل کیسه، ۳) محفظه کیسه با صفحه فشار دهنده و ۴) ترمز تسمه‌ای بود. دستگاه ساخته شده مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که قسمت‌های مختلف دستگاه به درستی عمل می‌نمود. انرژی مصرفی برای سیلو کردن ذرت در کیسه‌های پلاستیکی با جرم حجمی حدود ۷۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب ۲۳۲۵/۶ کیلو وات در ساعت اندازه‌گیری شد و عملکرد دستگاه ۱/۶۲ تن درساعت بدست آمد. بر مبنای توان واقعی دستگاه، ثابت‌های مدل رکوگلر که برای پیش‌بینی توان مصرفی نظری استفاده می‌گردد، تعیین گردیدند.

کلمات کلیدی: زاویه‌ی پایداری ، ضریب اصطکاک، کیسه‌های پلاستیکی، مدل رکوگلر.

مقدمه

ذرت علوفه‌ای به دلیل ارزانی و مقوی بودن از اصلی‌ترین جیره‌ی غذایی دام در دامداری‌ها می‌باشد (رحیمی فرد، ۱۳۸۹). حدی که مقدار هوای باقیمانده به حداقل برسد و سپس سطح آن را با پلاستیک می‌پوشانند تا از ورود هوا به آن جلوگیری شود.

یکی از مهمترین مشکلات استفاده از سیلوهای موجود که بصورت زمینی می‌باشند این است که در زمان مصرف کردن آن، علوفه سیلو شده با هوا تماس پیدا کرده و باعث فاسد شدن باقیمانده‌ی علوفه‌ی سیلو شده می‌گردد (FAO, 2010). این موضوع در دامداری‌های کوچک که به علت کم بودن تعداد دام‌ها مصرف سیلوی باز شده طولانی می‌شود اهمیت بیشتری دارد. روش جدید برای نگهداری ذرت علوفه‌ای، ذخیره و نگهداری آن در کیسه‌های پلاستیکی می‌باشد. به این منظور ذرت قطعه سازی شده در داخل کیسه قرار گرفته و هوای موجود در کیسه به طریقی خارج می‌گردد. ابعاد این کیسه ها با توجه به تعداد دام و راحتی حمل و

نقل انتخاب می شود. به این ترتیب می‌توان محصول سیلو شده به این نحو را با کمترین تلفات به مصرف دام رساند (رحیمی فرد، ۱۳۸۹: ASABE, 2003). از مزایای دیگر نگهداری محصول در کیسه‌های پلاستیکی عبارتند از:

- حمل و نقل و نگهداری کیسه های پلاستیکی بسیار راحت تر است.
- نیاز به سرمایه‌گذاری اولیه وتکنولوژی ساخت سیلو مانندزمینی وهوایی نیست.
- تلفات و ضایعات آن به مراتب کمتر است .
- به علت تراکم زیاد مواد بسته شده مقدار بیشتری از مواد را می‌توان در حجم ثابت جابجا نمود.
- با توجه به هزینه بالای حمل ذرت سیلویی از مزارع به دامداری‌ها که ناشی از تقاضای زیاد کامیون در زمان برداشت می باشد، کیسه کردن در مزارع و حمل آنها پس از اتمام فصل برداشت باعث کاهش هزینه تمام شده برای مصرف کنندگان می‌گردد.

در این راستا طی سال های گذشته درکشور با تغییراتی در بسته بندکن‌های زباله که شبیه دستگاه‌های بسته‌بندکن‌های استوانه‌ای می‌باشد، سیلوهای پلاستیکی تهیه می شود که به علت وارداتی بودن و پیچیدگی مکانیزم بکارگرفته شده دارای قیمت بالایی هستند. بنابراین ساخت دستگاهی که بتواند با مکانیزم ساده تر و در ابعاد کوچکتر (۲۰ الی ۱۰۰ کیلویی) چنین کاری را انجام دهد می‌تواند بسیار مفید می باشد. به این منظور محققین اقدام به طراحی و ساخت دستگاه با توجه به اهداف مورد نظر پرداختند، از جمله رحیمی فرد در سال (۱۳۸۹) مکانیزمی را به این منظور ساخت و ضمیمه دستگاه بسته‌بند علوفه (بیلر) کرد، اما از آنجا که مکانیزم فشرده‌سازی محصول توسط پلانجر دستگاه بسته‌بند و به صورت ضربه‌ای انجام می‌گرفت باعث خارج شدن شیرآبه محصول می‌گردید (رحیمی فرد، ۱۳۸۹).

بنابراین اهداف تحقیق حاضر عبارتند از:

- تعیین برخی خواص فیزیکی و مکانیکی ذرت علوفه ای و مقدار نیروی بیشینه جهت متراکم‌سازی به‌طوریکه شیرابه محصول در حین فشرده‌سازی خارج نگردد.
- طراحی مجدد، ساخت و ارزیابی دستگاهی که بتواند بصورت مستقل عملیات تغذیه و فشرده‌سازی ذرت سیلویی را بدون خارج شدن شیرابه آن انجام دهد.

مواد و روش‌ها

۲-۱- تهیه نمونه‌ها

ذرت علوفه‌ای تازه برداشت شده از مزرعه تحقیقاتی دانشگاه صنعتی اصفهان تهیه گردید. قبل از انجام آزمایش بر روی آن محتوای رطوبتی و جرم حجمی آن اندازه‌گیری شد. رطوبت ذرت تازه برداشت شده برابر ۷۸/۰۴ درصد (بر پایه‌ی تر) و جرم حجمی اولیه‌ی آن برابر با ۳۸۰ کیلوگرم بر متر مکعب بدست آمد(ASAE Standards, D251.2, 2003; ASAE Standards, S352.2, 2003).

به منظور طراحی لازم گردید برخی خواص فیزیکی و مکانیکی مواد مورد آزمایش تعیین گردد.

۲-۲- اندازه گیری زاویه پایداری

زاویه پایداری از دیدگاه تخلیه‌شدگی در سطح رطوبتی ۰/۷۴ تعیین شد. تخلیه نمونه از محفظه‌ای مکعبی شکل به ابعاد ۲۱×۴۴×۴۴ سانتی‌متر با دریچه باز شو از جلو صورت گرفت. آزمایش با سه تکرار انجام پذیرفت. پس از انجام آزمایش، زاویه‌ی پایداری تخلیه شدگی $\theta_e = 78.6$ بدست آمد (Ghazavi *et al*., 2008).

۲-۳- آزمون فشرده سازی

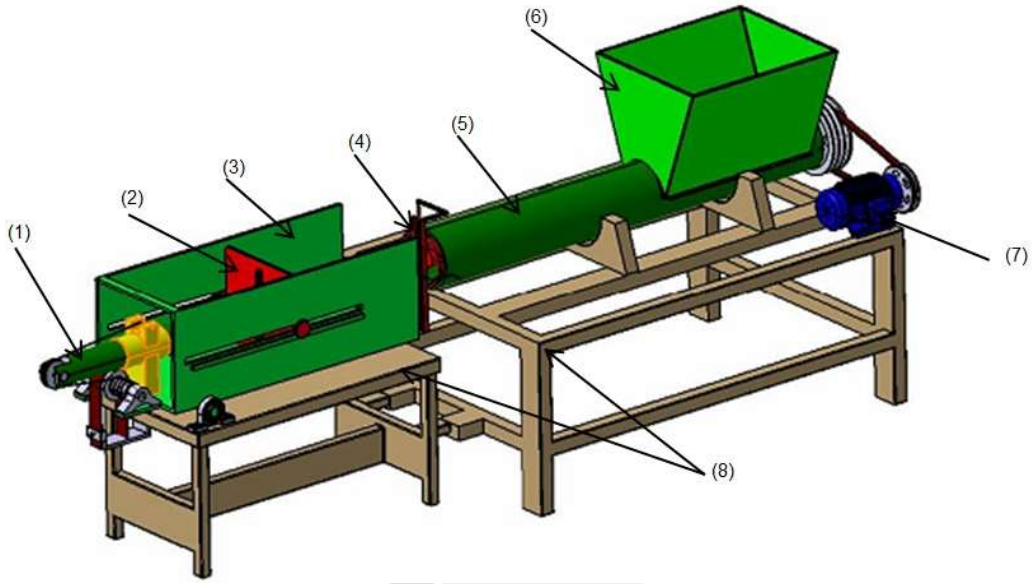
به منظور دستیابی به حداکثر نیروی لازم برای فشرده کردن محصول تا حد تراکم مجاز بدون اینکه شیرآبه آن ریخته شود آزمون فشرده سازی انجام گرفت.انجام آزمون فشرده سازی بر روی نمونه‌های تهیه شده از دستگاه جامع کشش-فشار با ظرفیت یک و نیم تن نیرو استفاده شد. جهت شبیه سازی محفظه فشرده سازی، ازیک استوانه‌ی فولادی به قطر ۱۶ سانتی‌متر و ارتفاع ۴۰ سانتی‌متر استفاده شد. همچنین برای فشرده کردن محصول یک پلانجر فولادی تهیه گردید. استوانه به همراه محصول داخل آن در زیر دستگاه جامع کشش-فشار قرار گرفت و آزمون فشرده سازی آغاز شد وبلافاصله بعد از ریخته شدن شیرابه محصول، آزمایش متوقف گردید. از حداکثر سرعت ۵۰ میلی‌متر بر دقیقه برای انجام این آزمایش استفاده شد و آزمون در پنج تکرار انجام پذیرفت.

از نتایج بدست آمده از این آزمایش برای محاسبه برخی پارامترهای رئولوژیکی مانند نیروی مورد نیاز جهت فشرده سازی استفاده گردید و آستانه نیروی وارده بر محصول حین سیلو کردن در کیسه‌های پلاستیکی بر مبنای آن در نظر گرفته شد

۲-۴- طراحی دستگاه

طراحی دستگاه و قسمت‌های مختلف آن در درجه‌ی اول بر اساس نیازمندی‌های دستگاه به منظور کارکرد مناسب آن انجام پذیرفت. دستگاه مورد نظر طوری طراحی شد که بتواند هم علوفه‌ی تازه برداشت شده و هم علوفه‌ی سیلو شده را متراکم کرده تا هوای درون آن‌ها خالی شود و سپس محصول را به داخل کیسه فرستاده و درب کیسه را طوری ببندد که دوباره هوا درون کیسه‌ها وارد نگردد. علاوه بر معیارهای مربوط به نیازمندی‌های دستگاه، یک سری معیارهای دیگر نیز در طراحی دستگاه مد نظر قرار گرفتند که مهم‌ترین آنها عبارت بودند از: هزینه‌های طرح و اقتصادی بودن آن، سادگی طرح و امکان کارکرد آسان با آن توسط کاربر و تامین کننده نیاز تعریف شده است.

با توجه به معیارهای ذکر شده و استفاده از داده‌های تجربی بدست آمده در آزمایشات فشرده سازی، تعیین زاویه‌ی پایداری محصول طراحی دستگاه در نرم‌افزار Catia V5R21 انجام پذیرفت که طرح‌واره‌ی دستگاه در شکل (۱) نشان داده شده است.



شکل ۱. طرح واره‌ی دستگاه سیلوکن ذرت علوفه‌ای، (۱) ترمز تسمه‌ای، (۲) صفحه‌ی فشاردهنده ته کیسه، (۳) محفظه کیسه، (۴) مکانیزم جمع کن درب کیسه، (۵) محفظه‌ی استوانه‌ای انتقال محصول، (۶) مخزن، (۷) موتور و (۸) شاسی دستگاه

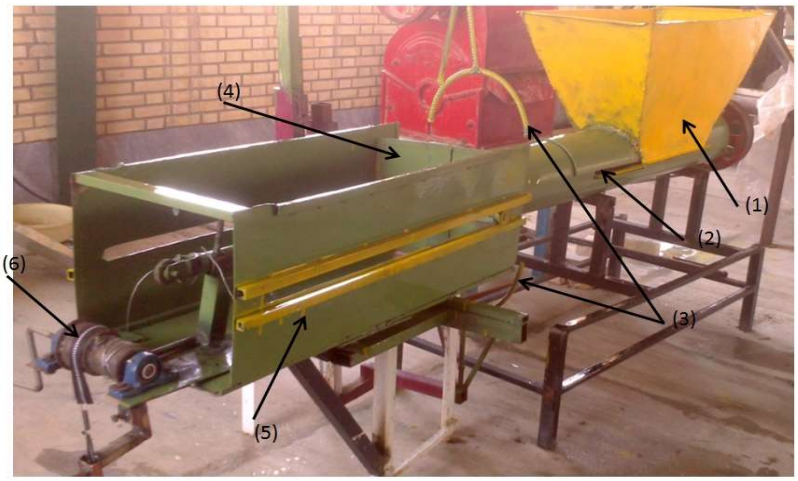
طرز کار دستگاه به این صورت است که ابتدا محصول داخل مخزن بالایی ریخته می‌شود (شکل۲ قسمت ۶). ذرت علوفه‌ای در اثر نیروی وزن خود وارد محفظه استوانه‌ای می‌شود (شکل۲ قسمت۵). مارپیچی که داخل محفظه قرار دارد، با چرخش خود در اثر گشتاور موتور الکتریکی، محصول را به طرف جلو می‌راند. علوفه با وارد شدن تدریجی به داخل کیسه آن را به طرف عقب می‌راند وهمزمان صفحه‌ای که پشت کیسه قرار گرفته است مانع حرکت راحت آن می‌شود (شکل۲ قسمت۲) و درنتیجه باعث فشرده شدن ذرت علوفه‌ای در داخل کیسه می‌شود. مقدار فشاری که صفحه به ته کیسه وارد می‌کند توسط ترمز تسمه ای تنظیم می‌شود. پس از پر شدن کیسه، جریان محصول به داخل محفظه فشرده سازی، قطع گردیده و مکانیزم جمع کننده درب کیسه به وسیله کاربر عمل می‌کند و درب کیسه بسته می‌شود. درب کیسه توسط کاربر گره زده و آماده انتقال به دامداری می‌باشد.

۲-۴-۱- طراحی مخزن

خصوصیاتی که در طراحی مخزن در نظر گرفته شد عبارتند از: ۱- جنس مخزن طوری انتخاب گشت که استحکام کافی در برابر وزن محصولی که داخل آن قرار می‌گیرد را داشته باشد، ۲- حجم مخزن گنجایش کافی برای ذخیره محصول را داشته باشد، ۳- ابعاد دریچه مخزن حداقل به اندازه‌ای باشد که پدیده پاپیینگ و پل زدگی اتفاق نیفتد و ۴- شیب دیواره‌ی مخزن به‌گونه‌ای باشد که محصول براحتی به سمت دریچه خروجی جریان داشته باشد. برای ساخت مخزن از ورق فولادی به ضخامت ۲ میلی‌متر استفاده شد. برای تعیین اندازه‌ی ابعاد دریچه‌ی مخزن از مدل جنیک استفاده شد.

۲-۵- ساخت دستگاه

پس از انجام محاسبات طراحی و مدلسازی دستگاه در نرم‌افزار با رعایت اصول مهندسی، اقدام به ساخت قسمت‌های مختلف دستگاه و سپس مونتاژ کردن آنها روی شاسی شد (شکل ۲).



شکل ۲. نمایی از دستگاه ساخته شده جهت بسته بندی ذرت علوفه‌ای به همراه قسمت‌های مختلف آن: (۱) مخزن، (۲) محفظه انتقال محصول که مارپیچ در داخل آن قرار دارد، (۳) مکانیزم کیسه‌گیر، (۴) صفحه‌ی فشار دهنده‌ی ته کیسه، (۵) محفظه‌ی کیسه و (۶) ترمز تسمه‌ای

۲-۶- توان مصرفی دستگاه

نیروهایی که به محصول اعمال می‌شوند یکی نیروی مارپیچ است که محصول را داخل استوانه به جلو می‌راند. این قسمت از نیرو صرف غلبه بر نیروی اصطکاک محصول با دیواره محفظه استوانه‌ای و همچنین پره‌های مارپیچ که از حرکت رو به جلو محصول ممانعت می‌کند، می‌شود. قسمت دوم صرف فشرده کردن محصول داخل کیسه می‌شود که صفحه‌ی پشت کیسه باعث این فشار می‌شود. برای اینکه عملیات فشرده سازی بصورت یکنواخت در داخل پلاستیک انجام گیرد می‌بایستی گشتاوری که از طرف موتور به مارپیچ وارد می‌شود نیز یکنواخت باشد. لذا یک موتور الکتریکی سه فاز مورد استفاده قرار گرفت. توان مصرفی شامل دوقسمت می‌باشد:

برای محاسبه‌ی توان قسمت اول که صرف جلوراندن محصول توسط مارپیچ در داخل استوانه می‌شود، مدل رکوگلر استفاده می‌گردد (Alemi *et al*., 2010). اما ثابت‌های مدل یاد شده برای انتقال مواد دانه‌ای مانند گندم، جو وذرت بود. بنابراین در پروژه حاضر استفاده از آن مقدور نبود. لذا با انتخاب مارپیچ که قبلا توضیح داده شد اقدام به ساخت دستگاه گردید. پس از ساخت از یک موتور ۵ اسب بخار جهت نیروی محرکه دستگاه استفاده گردید. با اندازه‌گیری توان واقعی مصرفی دستگاه و برازش داده‌ها، ثابت-های مدل رکوگلر برای استفاده ذرت سیلویی بدست آمد. پس از ساخت دستگاه، سرعت و ظرفیت واقعی مارپیچ و توان مورد نیاز به

شرحی که در ادامه آمده است اندازه‌گیری گردید.

۲-۷- اندازه گیری توان مصرفی حقیقی دستگاه

در طول آزمایش با نمونه برداری از ولتاژ وجریان عبوری توسط مولتی متر توان مورد نیاز محاسبه گردید. برای یافتن رابطه بین توان موتور و چگالی محصول فشرده شده داخل کیسه، جریان عبوری از دستگاه برای حصول به چگالی‌های متفاوت در چهار تکرار اندازه‌گیری شد و توان آن در هر تکرار اندازه‌گیری و نتایج آن ثبت شد. حداکثر توان اندازه‌گیری شده با دستگاه از توان محاسبه شده بیشتر مشاهده شد. این تفاوت، در اثر اصطکاک بین قطعات دستگاه، لغزش تسمه و همچنین لرزش‌های مارپیچ می‌باشد.

۲-۸- برازش مدل رکوگلر

مدل رکوگلر بر مقادیر اندازه‌گیری شده توان مصرفی برای انتقال محصول در مقابل تغییرات ظرفیت انتقال حجمی واقعی طی آزمون اندازه‌گیری توان برازش گردید. به منظور ارزیابی مدل برازش شده، مقادیر پیش‌بینی شده توسط مدل در مقابل مقادیر اندازه‌گیری شده در آزمایش رسم شدند و ضریب تبیین (R^2) و میانگین مربعات خطا (MSE)معیار ارزیابی قرار گرفتند. مدل رکوگلر طبق رابطه (۱) بیان می‌شود.

$$\frac{P/L}{Q_a \rho_b g} = 3.54\left(2\pi n\sqrt{\frac{l_p}{g}}\right)^{0.14}\left(\frac{d_{sf}}{l_p}\right)^{-10.12}\left(\frac{l_i}{l_p}\right)[f_2(\theta)]\,(\mu_2)^{2.05} \qquad (۱)$$

پارامترهای رابطه (۱) در جدول (۱) گزارش گردیده‌اند.

جدول ۱. پارامترهای مدل رکوگلر

علامت	تعریف متغیر	واحدها
	ظرفیت حجمی واقعی	$(m^3.s^{-1})$
	توان مورد نیاز	(w)
	قطر داخلی لوله	
	قطر خارجی مارپیچ	
	قطر محور مارپیچ	
	طول مارپیچ	
	گام مارپیچ	
	طول تغذیه	
	سرعت زاویه‌ای	$(rev.s^{-1})$
	زاویه تمایل نقاله	درجه
	وزن مخصوص ظاهری مواد	$(kg.m^{-3})$
	ضریب اصطکاک خارجی	-
	ضریب اصطکاک داخلی	-
	شتاب ثقل	$(m.s^{-2})$

نتایج و بحث

۳-۱- عملکرد دستگاه

زمان صرف شده در هر مرحله از فرآیند سیلو کردن ذرت از جمله، زمان کشیدن کیسه خالی روی دهانه خروجی، زمان پر کردن یک کیسه با محصول فشرده شده توسط مارپیچ و صفحه‌ی فشار دهنده، زمان جمع کردن درب کیسه توسط سیستم جمع کن درب کیسه وگره زدن آن توسط کارگر، پس از انجام پنج تکرار اندازه‌گیری شد که مقادیر آن در جدول (۲) آمده است. تعداد کارگر مورد نیاز برای کلیه‌ی عملیات فشرده سازی و کیسه‌کن حداکثر دو نفر می‌باشد که یکی وظیفه‌ی ریختن محصول به داخل مخزن را به عهده دارد و کارگر دیگری کار کشیدن کیسه خالی روی دهانه خروجی و بعد از پرشدن کیسه کار بستن درب کیسه با استفاده از سیستم جمع کن درب کیسه و گره زدن آنرا برعهده دارد.

جدول ۲. زمان صرف شده در هر قسمت از عملیات سیلو کردن محصول

نوع عملیات	زمان مصرف شده (ثانیه)
کشیدن کیسه خالی روی دهانه خروجی	۶
پر کردن یک کیسه با محصول فشرده شده توسط مارپیچ و صفحه‌ی فشار دهنده	۱۰
جمع کردن درب کیسه توسط سیستم جمع کن درب کیسه	۳
گره زدن درب کیسه و جابجایی آن توسط کارگر	۸
جمع زمان بسته‌بندی یک کیسه	۲۷

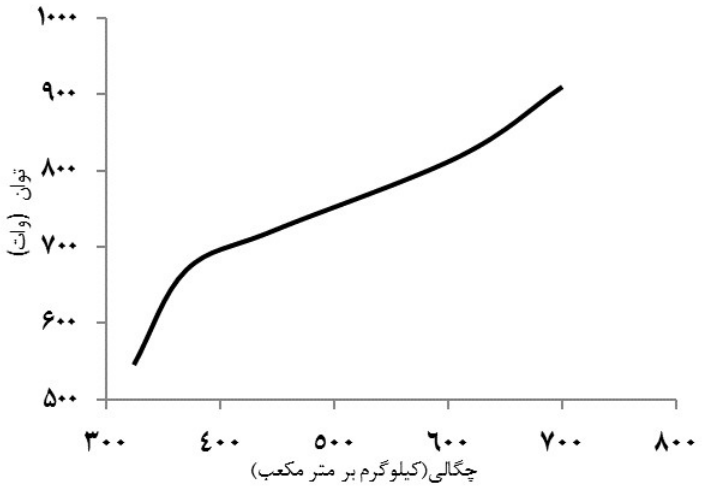
زمان پرکردن یک کیسه بستگی به نرخ تغذیه محصول به داخل آن توسط مارپیچ دارد. با افزایش دور مارپیچ این زمان کاهش می‌یابد. سرعت چرخشی مارپیچ در این دستگاه ۳۶۰ دور بر دقیقه بود. به این ترتیب مدت زمان صرف شده برای بسته‌بندی هر بسته از ذرت سیلویی با وزن تقریبی ۱۸ کیلوگرم و با درنظرگرفتن ضریب ۱/۵، حدود ۴۰ ثانیه محاسبه گردید. به این ترتیب عملکرد دستگاه ۱/۶۲ تن درساعت محاسبه شد.

۳-۲- توان مصرفی دستگاه

مقدار توان مصرف شده در هر مرحله از سیلو کردن محصول محاسبه گردید، در این دستگاه برای رسیدن به چگالی ۷۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب، ماکزیمم توان مصرفی ۹۱۰ وات، معادل انرژی مصرفی ۲۳۲۵/۶ کیلو وات در ساعت بدست آمد.

۳-۳- تعیین رابطه‌ی بین توان مصرفی دستگاه و مقدار فشردگی محصول داخل کیسه

پس از انجام آزمایشات رابطه‌ی بین توان مصرفی دستگاه و همچنین مقدار فشردگی ذرت سیلویی در داخل کیسه با محاسبه چگالی محصول پس از فشرده سازی مشخص گردیدکه شکل (۳) این رابطه را نشان می‌دهد. لذا می‌توان با استفاده از این رابطه مقدار توان مورد نیاز جهت نیل به چگالی موردنظر را محاسبه کرد. میزان جرم حجمی مطلوب با توجه به نتایج بدست آمده از پژوهش‌های قبلی برای سیلوهای ذرت، بین ۶۰۰ و ۸۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب در نظر گرفته شد (Nalladurai and Morey, 2009).



شکل ۳. نمودار توان مصرفی - چگالی محصول داخل کیسه

۳-۴- برازش مدل‌ها

پس از برازش مدل رکوگلر بر مقادیر اندازه‌گیری شده مقادیر ضریب تبیین و میانگین مربعات خطا به ترتیب برابر ۱ و $۶/۴۶ \times ۱۰^{-۲۷}$ بدست آمد. همچنین ضرایب ۰/۱۴ و ۲/۰۵ معادله که مربوط به مواد دانه‌ای بود به ترتیب به ۰/۰۴ و ۲/۲۸ تغییر پیدا کردند.

۳-۵- کیفیت محصولی

کیفیت ذرت سیلو شده در کیسه پس از گذشت دو هفته توسط کاشناس خبره بررسی شد و تغییری مشاهده نگردید.

نتیجه گیری

نتایج این تحقیق عبارتند از:

۱- با قرار دادن محصول داخل مخزن و بکار انداختن دستگاه، کارکرد صحیح مارپیچ، سیستم جمع کن درب کیسه، ترمز تسمه ای و همچنین صفحه‌ی فشار دهنده انتهای کیسه مشاهده گردید.

۲- پس از ساخت مخزن و ریختن محصول داخل آن پدیده‌های پل زنی و گرفتگی اتفاق نیفتاده و محصول براحتی از دریچه خارج و داخل محفظه‌ی انتقال ریخته می‌شد.

۳- زمان مصرفی دستگاه، از زمان فشرده کردن علوفه تا زمان پرکردن کیسه پلاستیکی بستگی به نرخ تغذیه کیسه توسط مارپیچ داشت. با افزایش دور مارپیچ، این زمان کاهش یافت.

۴- سرعت چرخشی مارپیچ در این دستگاه ۳۶۰ دور بر دقیقه بود. با این سرعت، متوسط مدت زمان صرف شده برای بسته-بندی هر بسته از ذرت سیلویی با وزن تقریبی ۱۸ کیلوگرم و درنظرگرفتن ضریب ۱/۵، حدود ۴۰ ثانیه بدست آمد. عملکرد دستگاه ۱/۶۲ تن درساعت، تقریبا ۹۰ کیسه ۱۸ کیلوگرمی در ساعت محاسبه شد.

۵- مقدار فشردگی محصول داخل کیسه به ۷۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب رسید که برابر با استاندارد سیلوهای زمینی می‌باشد. حداکثر انرژی مصرف شده با دستگاه ۲۳۲۵/۶ کیلو وات در ساعت اندازه‌گیری شد.

۶- کیفیت محصولی که داخل کیسه بسته بندی شد پس از گذشت دو هفته تغییری پیدا نکرد و محصول به طور کامل سالم ماند و تلفاتی درآن مشاهده نشد.

منابع

۱- رحیمی‌فرد. ع. ۱۳۸۹. طراحی،ساخت و ارزیابی دستگاه سیلوکن پلاستیکی ذرت علوفه‌ای. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد گروه ماشین‌های کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

2-Alemi, H., M. H. Kianmehr, and A. M. Borghaee. 2010. Effect of Pellet Processing of Fertilizer on Slow-Release Nitrogen in Soil. Asian Journal of Plant Sciences, 9: 74-80.

3-ASABE D251 APR03. 2003. Friction Coefficients of Chopped Forages. American Society of Agricultural and Biological Engineers.

4-ASAE Standards, 2003. D251.2. Cubes, Pellets, and Crumbles-Definitions and Methods for Determining Density, Durability, and Moisture Content. St. Joseph.: ASAE.

5-ASAE Standars, 2003. S352.2. Moisture Measurement—Unground Grain and Seeds. St. Joseph.: ASAE.

6-FAO. 2010. Tillage making for small scale farmers. Food and agricultural

Organization of the United Nation.

7-Ghazavi, M., M. Hosseini, and M. Mollanouri. 2008. A Comparison between Angle of Repose and Friction Angle of Sand. The 12th International Conference of International Association for Computer Methods and Advances in Geomechanics (IACMAG) 1-6 October, Goa, India.

8-Nalladurai, K., and R. V. Morey. 2009. Constitutive model for densification of corn stover and switchgrass. Biosystems Engineering. 104:47-63.

Design, Fabrication and Evaluation of Corn Silag Bagging Machin

A. A. Masoumi[1], S. Yahya Zame [2] and S. M. Shafaei[2*]

1, 2- Assistant Professor and Former M. Sc. Student respectively, Department of Farm Machinery, Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan 84156-83111, Iran.
* Corresponding Author's E-mail: smshafaei@shirazu.ac.ir

Abstract

Using bag silo, especially for small animal husbandry is useful and reduce losses. In this study a sil maker in plastic bags machine was designed, fabricated and evaluated.For this purpose, the newly harvested corn silage, was prepared and tested. The compression test was performed using a universal testing machine with constant loading rate. Considering the results of previous research for compressing silage in silos, the final bulk densities of the bagged silage were considered between 600 and 800 kg.m^{-3}. The device and its parts were designed based on system requirements and principles of engineering in order to operate properly. The machine was consisted of four parts: 1) hopper, 2) helix for transferring product into the bag, 3) chamber bag with pressure plate and belt brake. The fabricated machine was evaluated. The results showed that machine worked properly. Power consumption for providing bag silo of corn with about 700 Kg.m^{-3} density was measured 2325.6 Kw and its performance was achieved 1.62 tons per hour. The constant of Rehkugler model, which using in predicting power consumption, were determined based on measured power.

Keywords: Angle of repose, coefficient of friction, plastic bag, Rehkugler model.