بررسی ساخت موزع استوانه ای خلائی الکترونیوماتیک

[۱]انه کعبه ممی زاده [۲]عباس رضایی اصل [۳]محمد هاشم رحمتی [۴]ابراهیم اسماعیل زاده [۵]احمد تقی زاده

[۱] دانشجوی مقطع کارشناسی ارشد مکانیک ماشینهای کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،

Kabe.mamizadeh@Gmail.com

[۲و۳و۴و۵] استادیار و عضو هیات علمی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

چکیده

کارنده‌ها مهمترین وسیله کشت بذر می‌باشند. در کارنده‌های گرانقیمت نیوماتیک به دلیل اینکه تنها عامل انتخاب بذر، اختلاف فشار هوا است، کمترین آسیب به بذر وارد می‌شود و همچنین امکان تنظیم دقیق فاصله بذرها روی ردیف کاشت در این نوع کارنده‌ها وجود دارد. توان موردنیاز موزع الکترونیوماتیک حدود ۱۰۰ وات می‌باشد و در این کارنده جهت ایجاد خلاء نسبی، بجای محور تواندهی تراکتور (PTO)، از یک موتور الکتریکی ولتاژ مستقیم دوازده ولت استفاده خواهد شد. اندازه‌گیری بذر عبوری از لوله سقوط و تعداد دور موزع با استفاده از سیستم حسگر نوری الکترونیکی انجام می‌گردد. تعیین بهینه سرعت کارنده با ماکزیمم درصد پرشدگی موزع از جمله اهداف اصلی ارزیابی دستگاه کارنده خواهد بود. تمامی اندازه‌گیری‌های موردنیاز بوسیله سیگنال‌های ارسالی از حسگرها و به کمک کامپیوتر و نرم‌افزار Lab view انجام خواهد شد. از این دستگاه به منظور کشت دقیق محصولات مختلف از جمله سویا در مراکز تحقیقات کشاورزی و مزارع کوچک می‌توان استفاده کرد.

کلمات کلیدی: الکترونیوماتیک، کاشت دقیق، موزع استوانه‌ای خلائی

مقدمه

کارنده‌ها مهمترین وسیله کشت بذر می‌باشند. عملکرد ماشین‌های کاشت، بسیاری از عواملی را که در جوانه زدن و سبز شدن دانه-های کشت شده مؤثرند تحت تاثیر قرار می‌دهد. موزع اغلب کارنده‌ها از نوع مکانیکی بوده که ممکن است باعث ضربه و آسیب به بذر شود و در پی آن درصد جوانه‌زنی بذر کاهش یابد. در کارنده‌های گرانقیمت پنوماتیک به دلیل اینکه تنها عامل انتخاب بذر، اختلاف فشار هوا است، کمترین آسیب به بذر وارد می‌شود و همچنین امکان تنظیم دقیق فاصله بذرها روی ردیف کاشت در این نوع کارنده‌ها وجود دارد.

عملکرد یک کارنده دقیق استوانه‌ای خلائی را برای فواصل بذرهای دانه‌های روغنی به وسیله‌ی آنالیز عددی و تست آزمایشگاهی بر روی بذرهای افتاده روی تسمه نقاله گریس اندود شده در اثر فشار تفاضلی مثبت موجود در شفت تو خالی درون سیلندر توسط (Zhao zhan *et al* 2010) مورد بررسی قرار گرفت. با استفاده از خواص فیزیکی دانه‌ها از قبیل کرویت، وزن هزار دانه و آنالیز خط سیر افتادن دانه‌ها، پی بردند که فشار تفاضلی مثبت، زاویه رهایی و سرعت دورانی استوانه تاثیر معنی‌داری روی یکنواختی پخش بذر روی ردیف دارند.

محققان بهینه سازی طراحی و پارامترهای عملیاتی یک موزع پنوماتیکی بذر برای کشت دانه‌های پنبه را بررسی کردند. تاثیر سرعت خطی صفحه موزع در چهار سطح (۰.۲۹ متر بر ثانیه، ۰.۴۲ متر بر ثانیه، ۰.۵۸ متر بر ثانیه و ۰.۶۹ متر بر ثانیه)، فشار خلاء در چهار سطح (۱ کیلو پاسکال، ۱.۵ کیلو پاسکال، ۲ کیلو پاسکال و ۲.۵ کیلو پاسکال) و سه شکل ورودی سوراخ نگهدارنده بذر (90° ، 120° و 150°) بر میانگین فواصل بذر، دقت در فواصل بذر، شاخص ضریب پرشدگی موزع، شاخص بذرهای چندتایی و بالاترین کیفیت تغذیه موزع برآورد شد. موزع با سرعت ۰.۴۲ متر بر ثانیه در فشار خلاء ۲ کیلو پاسکال نتایج بالایی با شاخص تغذیه ۹۴.۷٪ و دقت ۸.۶٪ تولید می‌کند و فاصله متوسط دانه ۲۵۱ میلی‌متری ثبت می‌کند (Singh *et al* 2005) .

گروهی برآوردی از میزان دقت در فواصل بین بذرهای ذرت و پنبه با استفاده از موزع دقیق نوع خلاء بر پایه‌ی ملاحظات تئوری و آزمایشات بر روی بذرهای افتاده روی تسمه نقاله گریس اندود شده انجام دادند. کیفیت شاخص تغذیه، میزان پرشدگی موزع، کاشت چند بذر با هم و دقت به عنوان معیارهایی برای فواصل دقیق بذر در نظر گرفته‌شد (Onal *et al* 2010).

مدلی ریاضی پیش‌بینی فشار خلاء برای یک کارنده دقیق پنوماتیکی برای بذرهای پیاز را (Afify *et al* 2009) ارائه دادند. همچنین تاثیر خواص بذر پیاز مانند ابعاد خطی، وزن هزار دانه، قطر متوسط هندسی، کرویت، چگالی دانه و زاویه ایستایی، ویژگی-های خلاء و هندسه ی سوراخ‌های بشقاب دانه را در آزمایشگاه بررسی کردند. آنها آزمایشاتی را با استفاده از soil bin در آزمایشگاه برای کارنده دقیق خلائی بشقابی با سه بشقاب خلاء مختلف با سه قطر سوراخ و چهار سطح سرعت خلاء انجام داده و نتایج را با پیش‌بینی های حاصل از مدل ریاضی مقایسه کردند و پی‌بردند مدل ریاضی می‌تواند به طور رضایت‌بخشی فشار خلاء در سوراخ کارنده دقیق خلائی را با راندمان ۰.۹۹ پیش‌بینی کند.

محققان عملکرد تئوری و آزمایشگاهی نازل یک کارنده پنوماتیکی خلائی برای بذر سبزیجات را مورد بررسی قراردادند (Guarella *et al* 1995). بیشترین فاصله که دانه‌ها ممکن است از نازل برداشته شوند به ابعاد نازل، گودی بکار رفته در نازل و به شکل و ابعاد خود دانه‌ها بستگی دارد. برای تست‌های آزمایشگاهی از یک دستگاه بردارنده خلائی استفاده کردند و آزمایشات را برای چهار نوع مختلف دانه‌ها با شکل‌ها و خصوصیات مختلف، هفت نوع نازل مختلف با قطرهای متفاوت و اختلاف فشار اعمالی

در محدوده ۰ تا ۸۰ کیلو پاسکال انجام دادند. برای تمام آزمایشات مشخص شد که در اختلاف فشار بیشتر از ۲۰ کیلو پاسکال، فاصله برداشتن دانه به طور قابل‌توجهی افزایش نمی یابد.

بهینه‌سازی یکنواختی فواصل بین بذرهای پنبه در یک کارنده پنوماتیک دارای موزع بشقابی خلائی را با استفاده از روش عکس-العمل سطح توسط (Yazgi and Degirmencioglu 2007) بررسی شدند و تاثیر متغیرهای خلاء روی بشقاب بذر، قطر سوراخ بذر و سرعت محیطی بشقاب بذر را بر روی شاخص‌های عملکرد مورد ارزیابی قرار دادند.

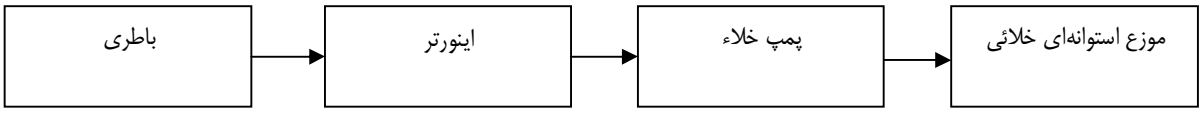
اخیرا پژوهشگران مدل ریاضی و بهینه‌سازی ساختار و پارامترهای عامل موزع دقیق پنوماتیک برای کلزا را بررسی کردند (Xiaoyan *et al* 2010). در مرحله اول، یک مدل مطلوب با به حداقل رساندن نیروی تماس در هر نقطه از تماس با حلقه در حالی که دانه در نازل دانه مکیده شده بود به دست آوردند. از این مدل یک ارتباط بهینه از قطر دانه، زاویه مخروطی و قطر نازل دانه به دست آمد. ثانیا، یک مدل تقریبی برای اختلاف فشار نازل دانه معرفی شد.

بهینه سازی دستگاه ردیف کار بادی ویژه بذر گوجه فرنگی را (رحمتی و حاجی‌احمد ۱۳۸۶) انجام دادند. چرخ‌های زمین‌گرد دستگاه باعث حرکت دستگاه و سیستم موزع می‌شود و سیستم موزع با استفاده از محور تواندهی تراکتور، دمنده ای را می چرخاند که فشار هوای لازم برای نگهداشتن بذرها در روزنه‌های یک استوانه تحت فشار هوا را تامین می‌کند. با دوران استوانه بذرها تا قرارگرفتن در راستای بذراندازهای بادی بالا می‌آیند که سبب سقوط بذرهای چسبیده به سوراخ‌ها به داخل قیف لوله می‌شوند.

به دلیل هزینه زیاد کارنده‌های نیوماتیک،کشاورزان خرده‌پا توان خرید این نوع کارنده‌ها را ندارند، از طرف دیگر هرسال مقدار قابل توجهی بذر اضافه بوسیله کارنده‌های مکانیکی کشت می‌گردد، لازم است کارنده‌ای دقیق با هزینه مناسب طراحی شود تا خرید و استفاده از آن برای کشاورزان مزارع کوچک نیز ممکن گردد. هدف از این تحقیق، بررسی امکان طراحی و ساخت موزع الکترونیوماتیک است تا به کمک یک منبع توان قابل حمل (باطری ۱۲ ولت تراکتور) کشت دقیق محصولات ردیفی مانند سویا و پنبه انجام گیرد.

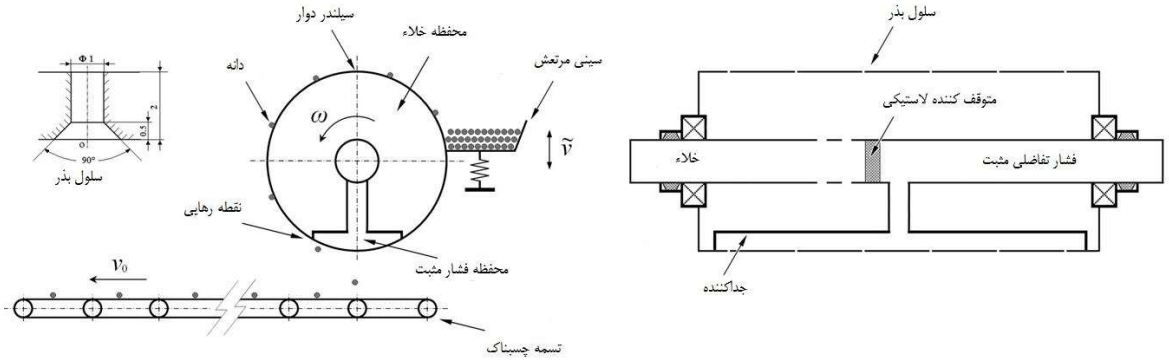
مواد و روش‌ها

در طرح پیشنهادی استوانه تحت خلاء، توان مورد نیاز جهت ایجاد اختلاف فشار از باطری ۱۲ ولت تامین می‌شود. اجزا اصلی بخش نیوماتیک طرح به صورت شکل ۱ است:



شکل ۱: ارتباط اجزاء اصلی طرح موزع استوانه خلائی

دیاگرام شماتیک از موزع استوانه خلائی استفاده شده در آزمایشات ژائو ژان در شکل 2 نشان داده شده است.



شکل ۲: شکل شماتیک از موزع استوانه‌ای خلائی

با استفاده از یک لرزاننده الکترومغناطیس، یک سینی دانه در فرکانس بالا و دامنه کم لرزانده می‌شود تا دانه‌ها در سینی از هم جدا شده و به آسانی برداشته شوند. با استفاده از یک جداکننده حفره داخلی سیلندر به دو قسمت تقسیم شده و به صورت منحصربه‌فرد به شفت توخالی متصل شده که با استفاده از متوقف کننده لاستیکی دو قسمت شده که هر قسمت به یک فن، یکی به عنوان پمپ خلاء و دیگری به عنوان دمنده متصل شده است که در این روش، در یک انتهای شفت توخالی خلاء و در طرف دیگر فشار مثبت وجود دارد. تحت مکش خلاء، دانه از سینی مرتعش برداشته و در سوراخ روی سیلندر دوار نگهداشته می‌شود. با چرخش سیلندر، همانطور که سوراخ به نقطه دور جداکننده می‌رسد خلاء به فشار مثبت تبدیل می شود و دانه‌ها تحت نیروی جاذبه و فشار مثبت روی تسمه چسبناک می‌افتد. روی سطح تسمه روغن کافی برای گرفتن دانه با کمترین غلتش و پرتاب شدن نیاز است.

مدل ریاضی از پروسه افتادن دانه:

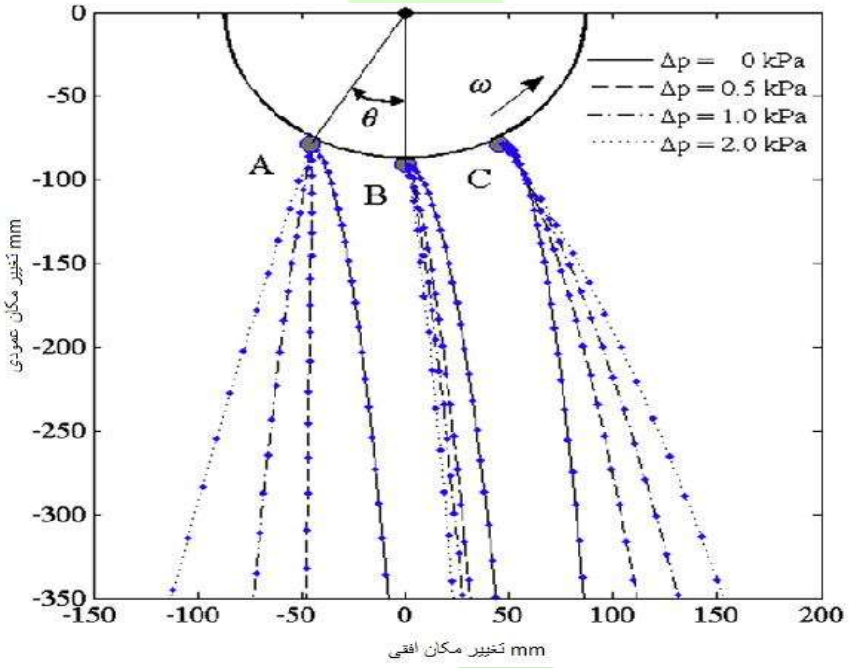
(1)

m: جرم یک دانه

a: شتاب دانه

g: شتاب جاذبه

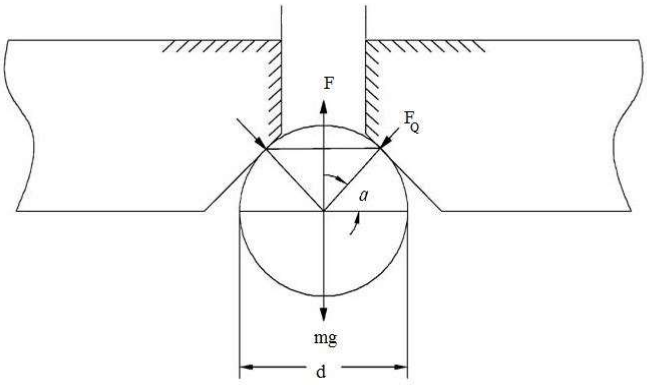
F: نیروی فشاری اعمال شده روی دانه



شکل ۳: محاسبات عددی مدار سقوط بذر

مقدار F به اختلاف فشار مثبت، قطر سوراخ، قطر دانه و موقعیت نسبی بین دانه و سوراخ بستگی دارد.

خیویان و همکارانش مدل ریاضی برای نیروی تماسی دانه در سوراخ ارائه کرده‌اند:



شکل ۴: نیروی F اعمالی به یک دانه نگهداشته شده در سوراخ مخروطی

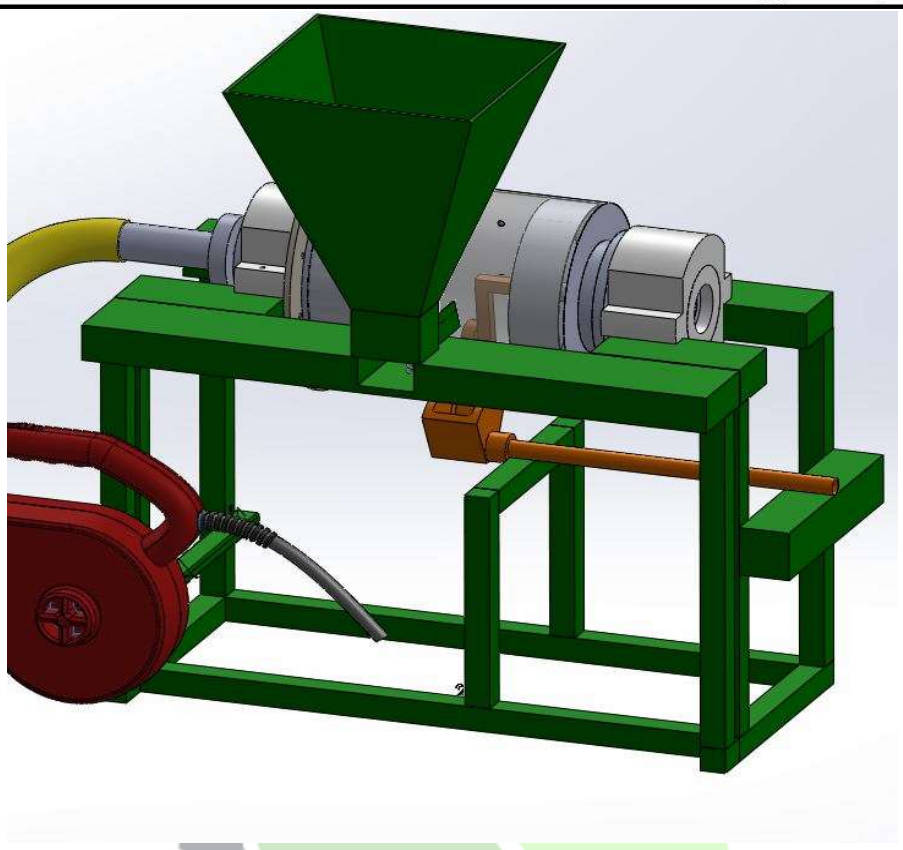
(2)

P_0: اختلاف فشار عبوری از سوراخ

d: قطر دانه

α: زاویه مخروطی سوراخ مخروطی

در طرح پیشنهادی برای تست و ارزیابی کارکرد کارنده بجای تسمه و گریس از شمارنده استفاده می‌شود. یک شمارنده تعداد سوراخهای موزع که از جلوی لوله سقوط عبور می‌کند و شمارنده دیگر تعداد بذرهای عبوری از داخل لوله سقوط را می‌شمارد. از مقایسه دو مقدار اندازه گیری شده درصد پُرشدگی موزع بدست می‌آید. با توجه اندازه مطلوب فاصله بذر روی ردیف کاشت سرعت رو به جلوی کارنده محاسبه می‌گردد. به کمک درصد پُرشدگی مطلوب می‌توان بهینه سرعت پیشروی کارنده را تخمین زد. شمارش بذرها، ثبت داده‌ها و مقایسه داده‌ها به کمک نرم افزارLab View انجام می‌شود.



شکل 5: موزع استوانه‌ای خلائی پیشنهادی در این مقاله

نتایج و بحث:

بعد از تست موزع استوانه‌ای خلائی، نتایج حاصل به کمک نرم‌افزار Lab view مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد. با توجه به اینکه اصلی‌ترین ملاک ارزیابی کارکرد کارنده درصد پُرشدگی موزع می‌باشد، با در نظر گرفتن اندازه توان مصرفی بخش نیوماتیک کارنده می‌توان بهینه سرعت پیشروی کارنده را محاسبه کرد.

نتایج ارزیابی دستگاه موزع الکترونیوماتیک استوانه تحت فشار که توسط نورقلی‌پور و همکاران (۱۳۹۲) ساخته شد نشان داد بهینه سرعت پیشروی کارنده ۰/۲۵ متر بر ثانیه در جریان هوای ۲۳ متر بر ثانیه است که درصدپرشدگی ۱۰۰٪ و کمترین مقدار توان مصرفی دمنده حدود ۱۰۰ وات می‌باشد. با این اندازه توان می‌شد مستقیماً بوسیله موتور جریان مستقیم بهمراه باطری ۱۲ ولت، کارنده را راه‌انداخت و هم به کمک مبدل ولتاژ جریان مستقیم به متناوب این کار را انجام داد. اشکالات مربوط به دستگاه ساخته شده فوق (نحوه پُر کردن استوانه تحت فشار هوا) در طرح جدید رفع خواهد گردید. در طرح جدید چون استوانه تحت خلاء می‌باشد هیچ مشکلی برای تغذیه روزنه‌ها وجود نخواهد داشت و بذرها بدون هیچ مشکل خاصی به سوراخ موزع خواهند چسبید.

نتیجه گیری کلی:

با ساخت این کارنده که در واقع تصحیح کارنده ساخته شده نورقلی پور و همکاران خواهد بود، پیش‌بینی می‌شود دستگاه فوق با توان مصرفی کمتر از ۱۰۰ وات قادر باشد با سرعت مطلوب کاشت دقیق انواع بذرها را انجام دهد. از این کارنده می‌توان در زمینهای کوچک و مزارع تحقیقاتی استفاده‌های فراوان برد.

منابع:

۱. رحمتی، م. ه. و حاجی احمد، ع. ۱۳۸۶. بهینه سازی ردیف‌کار نیوماتیک بذر گوجه فرنگی و مقایسه عملکرد آن با کارنده مکانیکی. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، جلد چهاردهم، شماره ششم، ۱۳۸۵-۱۳۸۶

۲. نورقلی‌پور، ا.م.، رضایی‌اصل، ع.، اسماعیل‌زاده، ا.، و رحمتی، م.ه. ۱۳۹۲. طراحی و ساخت موزع الکترونیوماتیک ردیف‌کار. اولین کنفرانس بین‌المللی دانش، صنعت و تجارت پنبه. موسسه تحقیقات پنبه کشور، گرگان.

3. Afify, M. T., Z.A. El-Haddad, G.E. Hassan, and Y.A. Shaaban. 2009. "MATHEMATICAL MODEL FOR PREDICTING VACUUM PRESSURE OF ONION SEEDS PRECISION SEEDER." Misr J. Ag. Eng 26(4):1776-1799.
4. Guarella, P., A. Pellerano, and S. Pascuzzi. 1995. "Experimental and Theoretical Performance of a Vacuum Seeder Nozzle for Vegetable Seeds." J. agric. Engng Res٦٤: 29 – 36.
5. Onal, I. A. D., and A. Yazghi. 2010. "An evaluation of seed spacing accuracy of a vacuum type precision metering unit based on theoretical considerations and experiments." Turk J Agric For T-BİTAK 36(2012).
6. Singh, R. C., G. Singh, and D.C. Saraswat. 2005. "Optimisation of Design and Operational Parameters of a Pneumatic Seed Metering Device for Planting Cottonseeds." Biosystems Engineering 92 (4): 429–438.
7. Xiaoyan D., L. X., Sh. Caixia, H. Haidong, and L. Qingxi. 2010. "Mathematical model and optimization of structure and operating parameters of pneumatic precision metering device for rapeseed." Journal of Food, Agriculture & Environment 8 (3&4) 318 - 322.
8. Yazgi, A., and A. Degirmencioglu. 2007. "Optimisation of the seed spacing uniformity performance of a vacuum-type precision seeder using response surface methodology. ." BIOSYSTEMS ENGINEERING 97: 347 – 356.
9. Zhao Zhan, C. J., Li Yaoming, Xu Lizhang. 2010. "Numerical analysis and laboratory testing of seed spacing uniformity performance for vacuum-cylinder precision seeder." BIOSYSTEMS ENGINEERING 106: 344-351.

Study of fabrication of the electro-pneumatic vacuum cylinder metering device

Ene kabe Mamizadeh[1] , Abbas Rezaei Asl [2,*], Mohammad Hashem Rahmati[3] ,Ebrahim Esmail Zadeh[4], Ahmad Tghizadeh[5]

[1]M.S. Student, Machinery Engineering Department, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

[2,3,4,5]Assistant Professor, Machinery Engineering Department, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan , Iran

Abstract

Planters are the main seed planting devices. Expensive pneumatic planters cause the least damage to seeds because the only factor of seed selection is difference in air pressure and it is possible for this planters to adjust spacing between seeds in a planting row. Power requirement for this electro-pneumatic seed metering device is about 100 watts and for generating a relative vacuum in this planter, a 12 volts direct current electric motor will be used instead of applying a P.T.O. shaft . Measuring seeds passing through drop tube and rounds of drum can be done by means of an electro-optic sensing system. Determining optimum planter forward speed in accordance with maximum seed hole filling will be the main goal of evaluation of this planter. All of required measurements will be done based on output signals of sensors and by means of computer and Lab view software. This device can be used for precision planting of different products like soybean in agricultural research centers and small size fields.

Key words: Electro-Pneumatic, Precision Planting, vacuum-cylinder metering device