بررسی اثر برخی پارامترهای موثر بر عملکرد موزع استوانه‌ای تحت فشار هوا برای بذر کلزا

سید حسین نصیری طالشی[1]، عباس رضایی اصل[2]، محمد هاشم رحمتی[3]

[1]دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان؛ nasr.shnt@gmail.com

[2]استادیار گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان؛ arezaeiasl@yahoo.com

[3]دانشیار گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان؛ hmrahmati20@gmail.com

۱- چکیده

. در این تحقیق سعی شده تا برخی پارامترهای موثر بر عملکرد یک موزع استوانه‌ای تحت فشار هوا مورد بررسی قرار گیرد. این پژوهش با مطالعه‌ی میزان بذرهای خروجی از موزع(درصد پرشدگی)، بذرهای دمیده نشده، سلول‌های حاوی چند بذر و سلول‌های بدون بذر را تحت تاثیر سه سطح سرعت پیشروی ۰,۵ ، ۱ و ۱,۵ متر بر ثانیه و سه سطح فشار هوای داخل استوانه ۲۳۰ ، ۳۲۰ و ۴۹۰ پاسکال مورد بررسی قرار داده است. نتایج نشان داد که درصد پرشدگی و سلول‌های حاوی چند بذر تحت تاثیر فشار هوا و سرعت پیشروی بوده و تاثیر فشار هوا بر روی سلول‌های حاوی چند بذر بیشتر بوده است. اما سلول‌های بدون بذر کاملا تحت تاثیر فشار هوا بوده‌اند. در نهایت سرعت پیشروی ۰,۵ متر بر ثانیه و فشار هوای ۴۹۰ پاسکال برای کشت کلزا توصیه می‌گردد.

کلمات کلیدی: موزع استوانه‌ای، موزع پنوماتیک،کارنده‌ی تحت فشار هوا

Investigation effect of some effective parameters on the performance of air pressure cylindrical seed meter for rapeseed

Seyed hossein nassiri taleshi[1], abas rezaei-asl[2], mohammad hashem rahmati[3]

[1]Master student of Biosystems Engineering Department, Gorgan Agricultural Sciences and Natural Resources University, nasr.shnt@gmail.com

[2]Assistant Professor of Biosystems Engineering Department, Gorgan Agricultural Sciences and Natural Resources University, arezaeiasl@yahoo.com

[3]Associate Professor of Biosystems Engineering Department, Gorgan Agricultural Sciences and Natural Resources University, hmrahmati20@gmail.com

Abstract

In this research, some of the parameters affecting the performance of an pneumatic cylindrical seed meter have been investigated. This research was carried out by studying the amount of seed output from the feed percentage, unblown seeds, multi-seeded cells and seedless cells under the influence of three levels of velocity of 0.5, 1 and 1.5 m / s and three levels of pressure inside the cylinder is 230, 320 and 490 Pa. The results showed that feeding percent and multi-seeded cells were affected by air pressure and advance velocity but the effect of air pressure on cells containing several seeds was higher. But seedless cells have been completely influenced by air pressure. Ultimately, the speed of 0.5 m / s and 490 Pa air pressure are recommended for rapeseed cultivation.

Keywords: cylindrical seed meter, pneumatic seed meter, air pressure planter

[1] - سید حسین نصیری طالشی ــ آدرس: شهرستان بهشهر خ مهدیه ک معلمی ۶ بن بست شریفی آپارتمان صبا طبقه اول شمالی - ۰۱۱۳۴۵۳۷۸۱۹

۲- مقدمه

در ایران هنوز استفاده از کارنده های بادی رواج نیافته است زیرا به علت هزینه زیاد،اغلب کشاورزان توان خرید کارنده های بادی ندارند. بذرکارهای مورد استفاده این کشاورزان معمولا خطی کار می‌باشد. این‌کارندها بذررابه صورت خطی ونواری روی زمین می ریزند بدون اینکه فواصل بذر از همدیگرتنظیم شده باشددرنتیجه مقدار بذر مصرفی در هکتار در اثر استفاده از خطی کارها، بسیاربیشترازکارنده های پنوماتیک است.کارنده ها مهمترین وسیله کشت بذر می باشند.اغلب انها از نوع مکانیکی وگران قیمت بوده ، سیستم انتخاب بذر(موزع) در انها باعث ضربه وآسیب بذر می شودکه درپی آن، درصد جوانه زنی بذر کاهش می یابد. درسیستم موزع پنوماتیک به دلیل اینکه تنها عامل انتخاب بذر، اختلاف فشار هوا می باشد آسیب وارده به بذر کمترین می باشد.همچنین تنظیم دقیق فاصله بذر ها از همدیگر، ازویژگی های مهم این کارندهای دقیق محسوب می شود. با توجه به سطح رو به افزایش کشت و رغبت کشاورزان به کشت محصولات کشاورزی لازم است کارنده‌ای دقیق با هزینه مناسب طراحی شود تا خرید و استفاده از آن برای کشاورزان مزارع کوچک نیز ممکن گردد.

دنگ و همکاران با حداقل در نظر گرفتن اندازه نیروی تماس دانه در هر نقطه از حلقه‌ی تماس دانه با سلول نگه‌دارنده‌ی آن، یک رابطه‌ی ریاضی ارائه کرد. همچنین یک مدل تقریبی براساس اختلاف فشار در سلول دانه ارائه کردند و با ارزیابی این مدل، قطر نازل، تعداد نازل دیسک شمارنده، شعاع روزنه و سرعت چرخش دیسک شمارنده را بررسی کرند. (Deng, Li, Shu, Huang, & Liao, 2010)

سینگ و همکاران تاثیر سرعت عملیاتی صفحه‌ی موزع، فشار خلاء و شکل ورودی سوراخ بذر را با امتحان میانگین فواصل دانه، دقت در فواصل، نکاشت، چندکاشت و بیشترین کیفیت تغذیه(پرشدگی) موزع بشقابی را مورد ارزیابی قرار دادند. (Singh, Singh, & Saraswat, 2005)

یاسیر و همکاران یک دستگاه موزع کشت دقیق پنوماتیکی برای گندم تولید کردند و عملکرد آن را در زمینه‌ی کیفیت تغذیه، چندکاشت، نکاشت و نرخ تعداد بذر در واحد طول، در شرایط آزمایشگاهی مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که سرعت دورانی و فشار منفی تاثیر معنی‌داری روی متغیرهای فوق دارند. (Yasir, Liao, Yu, & He, 2012)

مالکی و همکاران اظهار کردند که آزاد شدن ناگهانی دسته‌های بذرها موجب غیر یکنواختی در توزیع بذر می‌گردد. لذا از مته چند پر به عنوان موزع بذر استفاده نمودند و یکنواختی توزیع بذر را در آزمایشگاه مورد مطالعه قرار دادند. مته‌های مختلفی با عمق شیار و عرض و تعداد پره و قطر خارجی و سرعت چرخش متفاوتی طراحی و ساختند و مورد ارزیابی قرار دادند. نتاج نشان داد که اختلاف ویژگی های مته تاثیرات معنی‌داری روی تخلیه‌ی یکنواخت بذر از واحد تغذیه دارند.(Maleki, Jafari, Raufat, Mouazen, & Baerdemaeker, 2006)

اوزمرزی و همکاران تاثیر عمق‌های مختلف کاشت را براساس کشت دقیق مورد مطالعه قرار داد. از کارنده خلاءی دقیق در کشت مزرعه‌ای استفاده نمودند. (Ozmerzi, Karayel, & Topakci, 2002)

اونال و همکاران با در نظر گرفتن کیفیت شاخص تغذیه، نکاشت، چندکاشت و دقت را به عنوان معیارهای کشت دقیق، کارنده‌ی بشقابی را مورد مطالعه قرار داد. میزان حد بالای فرکانس آزادسازی دانه و بالاترین حد سرعت محیطی بشقاب مکش را بدست آورد. همچنین اثر تعداد حفره‌های روی بشقاب‌های مکشی را بررسی کردند. (Onal, Degirmencioglu, & Yazgi, 2012)

گورلا و همکاران یک مدل ریاضی براساس ذرات اصلی دینامیک سیال و معتبر برای بذرهای با شکل گرد جهت شناسایی پارامترهای عمده‌ی تعیین کننده‌ی پدیده‌ی بدست آمدن دانه از نازل، طراحی کردند. بر روی ۴ نوع مختلف دانه و ۷ نازل مختلف آزمایش کردند. (Guarella, Pellerano, & Pascuzzi, 1996)

ژائوژان و همکاران کارای کارنده استوانه‌ای مکشی برای کاشت دقیق دانه‌های کلزا و انگور مورد بررسی قرار دادند. با استفاده از دوربین سرعت بالا دانه‌ها را ردیابی کرد. جابجایی افقی و زمان سقوط دانه‌ها را بوسیله آنالیز عددی پیش‌بینی کردند و با دوربین سرعت بالا نیز اندازه‌گیری نمودند و مطابقت دادند. براساس آنالیز مسیر سقوط دانه را بدست آوردند و اذعان کردند که تغییرات اختلاف فشار مثبت و زاویه‌ی رهاسازی تاثیرات

معنی‌داری روی یکنواختی کاشت دارند.همچنین ضریب تغییراتی برای اختلا ف فشار و زاویه‌ی کاشت ارائه کردند. (Zhan, Yaoming, Jin, & Lizhang, 2010)

یازگی و دگیرمنسیگلو روی بهینه‌سازی یکنواختی یک ردیف‌کار بشقابی دقیق تحقیق کردند و سطح بهینه‌ای برای فشار مکش و قطر سوراخ برای کشت دقیق کتان ارائه کردند. (Yazgi & Degirmencioglu, 2007)

دهقان و همکاران یک صفحه‌ی بذر آزمایشگاهی به منظور خشکه‌کاری بذر شلتوک طراحی و ساختند. شاخص‌های نکاشت، چندکاشت، دقت تغذیه و تعداد بذر در سلول را مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج بررسی‌شان نشان داد که با افزایش نیروی مکش و قطر سلول بذر، شاخص نکاشت کاهش و شاخص چندکاشت و تعداد بذر در هر سلول افزایش می‌یابد. (Dehghan, Sheikhdavoodi, Zaki-Dizaji, & Gilani, 2016)

رحمتی و حاجی احمد ضمن رفع معایب یک دستگاه ردیف‌کار نیوماتیک، عملکرد آن را با یک کارنده‌ی مکانیکی مقایسه کردند و شاخص‌های دقت در کاشت، درصد سبز شدن بذرها، دقت در تامین فاصله‌ی مناسب بین بذرها در ردیف کشت، درصد شکستگی بذرها، میزان پراکندگی جانبی بذرها از خط کشت، میزان انحراف از عمق کاشت مورد نظر و میزان مصرف بذر در واحد سطح را مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاصل از عملکرد دو کارنده نشان داد که استفاده از ردیف‌کار نیوماتیک به جای کارنده‌ی مکانیکی رایج موجب افزایش دقت در کشت و صرفه جویی معنی‌داری در مصرف بذر می‌شود. (Rahmati & Haji Ahmad, 2008)

ممی‌زاده یک نمونه موزع نیوماتیک استوانه‌ای تحت خلاء برای کاشت دقیق بذر سویا ساخت و مورد ارزیابی قرار داد. این موزع را با نرم‌افزار Labview و همچنین روی گریس بلت ارزیابی کرد. نتایج نشان داد که با ازای اختلاف فشار بالا و خلاء بیشتر، می‌توان سرعت و درصد پرشدگی را افزایش و نکاشت و چند دانه‌کاری را کاهش داد. (Mamy Zadeh, 2014)

امیریان و همکاران یک موزع استوانه‌ای تحت فشار هوا ساختند و به وسیله گریس بلت ارزیابی نمودند. آزمایش در سه سطح فشار ۶۰۰، ۸۵۰ و ۱۰۵۰ پاسکال و سه سطح سرعت پیشروی ۰٫۵ و ۱ و ۱٫۵ متر بر ثانیه انجام شد. شاخص‌های درصد پرشدگی، چندکاشت، نکاشت، میزان انحراف از خط کشت و یکنواختی توزیع بذر را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که اثر متقابل سرعت و فشار هوا روی درصد پرشدگی، نکاشت و چندکاشت به طور معنی‌داری موثر است. فشار هوا و سرعت روی انحراف از خط کشت تاثیری نداشته و توزیع یکنواختی بذر در فشار کمتر بهتر انجام می‌گردد. (Rezaei-Asl, Esmailzadeh, & Amirian, 2017)

یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم (ماشین‌های کشاورزی) و مکانیزاسیون ایران

۳- مواد و روش‌ها

۳-۱- روش انجام آزمایش

در این تحقیق از یک دستگاه موزع استوانه‌ای تحت فشار هوا که در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان ساخته شئه بود استفاده گردید. شکل (۱) نمایی از این موزع را نشان می‌دهد. موزع موظف است که هر بذر کلزا را با فاصله زمانی معینی، با کمترین آسیب ممکن، برداشته و آن را درون لوله سقوط رها کند. شیوه‌ی انجام این کار بدین صورت است که یک دمنده درون استوانه‌ی موزع فشار هوا ایجاد می‌کند؛ در نتیجه دانه‌ها درون سلول‌های روی استوانه‌ی در حال گردش قرار می‌گیرند. سپس تا بالای استوانه توسط سلول حمل شده و روی ورودی لوله‌ی سقوط می‌رسند و در آنجا توسط دمنده‌ی بذر انداز به داخل لوله‌ی سقوط رها می‌شوند. دمنده بذر انداز با دمیدن پشت سلول در محل قرارگیری لوله‌ی سقوط موجب می‌گردد فشار هوایی که بیرون استوانه قرار دارد از داخل استوانه بیشتر گردد، در نتیجه بذر از درون سلول سقوط می‌کند. به منظور ایجاد فشار درون استوانه‌ی موزع از یک دمنده‌ی هوای MAHAK مدل BVC-2.8 با توان ۶۰۰ وات استفاده شده است. همچنین برای ایجاد جریان هوای بذرانداز درون لوله‌ی سقوط از یک دمنده Ronix مدل 1201 با توان ۶۰۰ وات استفاده شده است. برای تامین نیروی چرخش استوانه از یک موتور الکتریکی و برای انتقال توان از تسمه و زنجیر استفاده شده است.

شکل۱ نمایی از موزع استوانه ای تحت فشار هوا

برای تنظیم موزع مطابق با بذر کلزا قطر سلول مناسب با توجه به کوچکترین قطر بذر تعیین شده و مطابق آن روی سطح استوانه سوراخ‌کاری انجام گردید تا هیچ بذری از آن خارج نشود.

برای بررسی اثر پارامترهای فشار هوا و سرعت پیشروی بر عملکرد موزع استوانه‌ای تحت فشار هوا، آزمایشی طراحی گردید که طی آن تعداد درصد پرشدگی، تعداد بذرهای دمیده نشده، تعداد سلول‌های بدون بذر و همچنین تعداد بذرهای چندتایی مورد بررسی قرار گرفت. این آزمایش در سه سرعت پیشروی ۰,۵ ، ۱ و ۱,۵ متر بر ثانیه و فشار هوای ۲۳۰ ، ۳۲۰ و ۴۹۰ پاسکال انجام گرفت.

۳-۲- تعیین درصد پرشدگی موزع

براساس این آزمایش، تعداد درصد پرشدگی از موزع در سه سطح سرعت پیشروی و سه سطح فشار هوای درون استوانه، اندازه‌گیری شدند. به این ترتیب که در آزمایش درصد پرشدگی درون ظرفی جمع‌آوری و مورد شمارش قرار گرفتند. سپس با استفاده از رابطه (۱) درصد پرشدگی برای هر سطح فشار هوا و سرعت پیشروی محاسبه شد.

$$D = \frac{n}{n'} \qquad (۱)$$

n: تعداد بذر خارج شده از لوله‌ی سقوط

n': تعداد سلول عبور کرده از لوله‌ی سقوط

یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم (ماشین‌های کشاورزی) و مکانیزاسیون ایران

۳-۳- تعیین چنددانه کاری و نکاشت

همچنین در هر آزمایش استوانه‌ی موزع را متوقف کرده و بذرهای دمیده نشده و سلول‌های بدون بذری را که باید بذر را به لوله‌ی سقوط می‌رساندند، می‌شماریم. با متوقف کردن استوانه حدود ۶۰ سلول قابل مشاهده است که ۳۰ عدد قبل از لوله سقوط و ۳۰ عدد بعد از لوله‌ی سقوط واقع می‌شوند.

سپس با نرم‌افزار آماری SAS داده‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

۴- نتایج و بحث

پس از بررسی بذرها با نرم‌افزار ImageJ اطلاعات موقعیت بذرها در تصویر، مساحت، کمترین قطر و بیشترین قطر آن‌ها بدست آمد. پس از حذف داده‌های پرت، داده‌های ۲۱۵ بذر باقیماندند. که میانگین کمترین و بیشترین قطر آن‌ها به ترتیب ۲,۰۲ و ۲,۳۱ میلیمتر بدست آمد. کمترین قطر بذر، از بذرهای موجود ۱,۵۷ میلیمتر پیدا شد. با توجه به اینکه کمترین قطر دانه بدست آمده بیشتر از ۱,۵ میلیمتر بوده، قطر ۱,۵ میلیمتر به عنوان اندازه‌ی سلول موزع در نظر گرفته شد.

وزن نمونه‌ی ۱۰ گرمی بذر کلزا پس از ۴ ساعت ماندن در دمای ۱۴۰ درجه سلسیوس با ۳ تکرار اندازه‌گیری شد. با توجه به نتایج میزان رطوبت نمونه‌ها میانگین رطوبت برحسب تر ۶,۶۷ درصد و میانگین رطوبت برحسب خشک ۶,۴۶ درصد بدست آمد.

براساس آنالیز واریانس مقدار درصد پرشدگی طبق جدول (۱)، بدست آمد که فشار هوا و سرعت پیشروی و اثر متقابل آن دو روی مقدار درصد پرشدگی در سطح ۱درصد تاثیر معنی‌داری دارند.

جدول ۱ جدول آنالیز واریانس درصد پرشدگی

Figure 2 Analysis of the variance of feeding percentage

F	Mean square	Df	Independent veribles
1130.45**	90436.11	2	Air pressure
1115.62**	89249.33	2	Progressive speed
27.84**	2227.27	4	Air pressure & Progressive speed
CV= 3.97	R^2 = 0.99		

** نشان‌دهنده‌ی معنی‌داری در سطح ۱٪ می‌باشد.

جدول (۲) آنالیز واریانس سلول‌های حاوی بیش از یک بذر را نشان می‌دهد. که نشان می‌دهد اثر فشار هوا و سرعت پیشروی به طور مستقل از هم روی چندکاشت معنی‌دار بوده است.

یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم و مکانیزاسیون ایران

جدول ۲ آنالیز واریانس سلول های حاوی بیش از یک بذر

Figure 2 Analysis of the variance of cells containing more than one seed

F	Mean square	Df	Independent veribles
**7.50	11.11	2	Air pressure
*3.90	5.78	2	Progressive speed
1.28^{ns}	1.89	4	Air pressure & Progressive speed
CV= 91.28	R^2 = 0.61		

* نشان‌دهنده‌ی معنی‌داری در سطح ۵٪ می‌باشد.

** نشان‌دهنده‌ی معنی‌داری در سطح ۱٪ می‌باشد.

ns نشان‌دهنده‌ی عدم معنی‌داری است.

جدول (۳) آنالیز واریانس سلول‌های خالی از بذر را نشان می‌دهد. با توجه به آن اثر فشار هوا و سرعت پیشروی و اثر متقابل آن دو معنی‌دار شده است.

جدول ۳ آنالیز واریانس سلول های بدون بذر

Analysis of variance of cells without seeds

F	Mean square	Df	Independent veribles
**71.1	450.70	2	Air pressure
**17.73	112.26	2	Progressive speed
**6.36	40.26	4	Air pressure & Progressive speed
CV= 42.20	R^2 = 0.92		

** نشان‌دهنده‌ی معنی‌داری در سطح ۱٪ می‌باشد.

جدول (۴)، آنالیز واریانس سلول‌های حاوی بذر دمیده نشده را نشان می‌دهد. با توجه به این جدول فقط اثر فشار هوا روی سلول‌های حاوی بذر دمیده نشده معنی‌دار بوده است.

جدول ۴ آنالیز واریانس سلول های حاوی بذر دمیده نشده

Table of analysis of the variance of non-blown seed cells

F	Mean square	Df	Independent veribles
**6.80	12.33	2	Air pressure
0.06^{ns}	0.11	2	Progressive speed
1.99^{ns}	3.61	4	Air pressure & Progressive speed
CV= 101.03	R^2 = 0.54		

** نشان‌دهنده‌ی معنی‌داری در سطح ۱٪ می‌باشد.

ns نشان‌دهنده‌ی عدم معنی‌داری است.

شکل (۲) مقایسه‌ی میانگین درصد پرشدگی(بذر خروجی)، سلول‌های حاوی بیش از یک بذر، سلول‌های خالی و سلول‌های حاوری بذر تخلیه نشده با تفکیک براساس سطوح فشار هوا را نشان می‌دهد. اختلاف معنی‌دار میانگین‌ها در آن مشهود است. با توجه به شکل (۲) مشاهده می‌شود که

با افزایش فشار هوا، درصد پرشدگی به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد؛ چرا که با افزایش فشار، سلول‌های نگه‌داری بذر بهتر بذر را حمل کرده و ریزش کمتری دارند. افزایش فشار هوای درون استوانه موجب می‌شود که بذرها به راحتی در سلول‌ها بارگذاری شوند ولی به راحتی جدا نشوند به همین سبب بر تعداد سلول‌های حاوی بیش از یک بذر و سلول‌های حاوی بذر دمیده نشده افزوده می‌شود. طبق شکل(۲) سلول‌های حاوی بذر دمیده نشده تقریبا توسط سلول‌های حاوی چند بذر جبران شده است و تاثیر یکدیگر را تا حدودی خنثی می‌کنند.

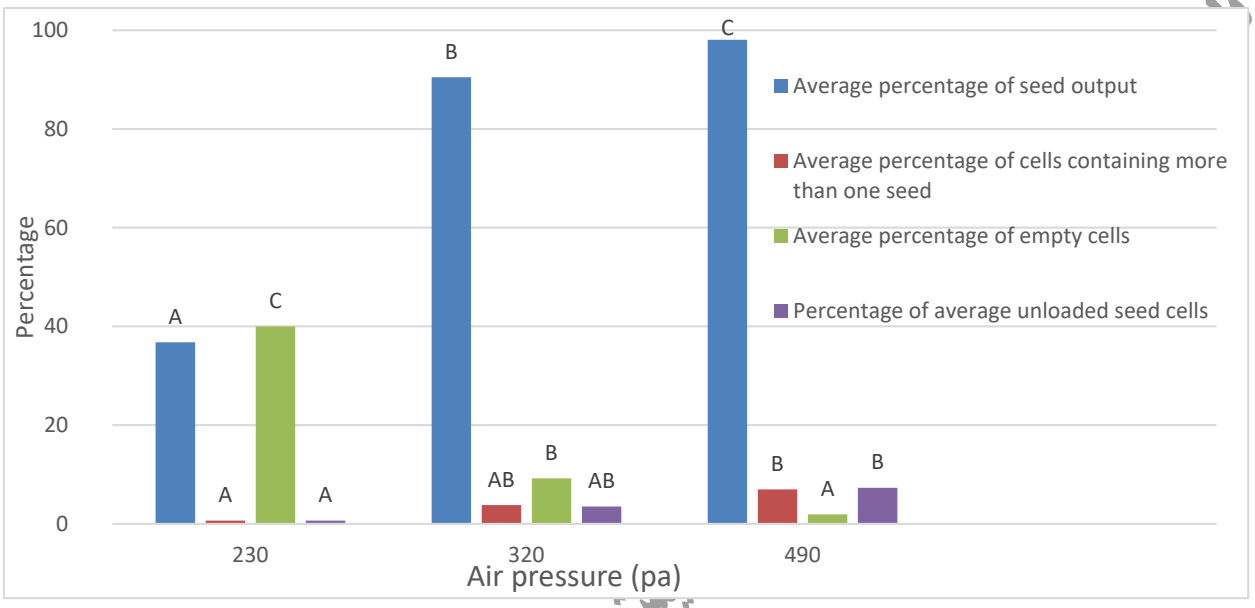

Figure 1. comparison of average values based on air pressure levels

شکل ۲- مقایسه درصد میانگین ها براساس سطوح فشار هوا

همچنین شکل (۳) مقایسه‌ی میانگین‌های درصد پرشدگی(بذر خروجی)، سلول‌های حاوی بیش از یک بذر، سلول‌های خالی و سلول‌های حاوری بذر تخلیه نشده براساس سطوح سرعت پیشروی را نشان می‌دهد. با توجه به شکل (۳) مشاهده می‌گردد که با افزایش سرعت پیشروی درصد پرشدگی به طور معنی‌داری کاهش و تعداد سلول‌های خالی افزایش یافته است. به جهت اینکه سرعت بالاتر موجب اغتشاش بیشتر درون استوانه و کاهش فرصت بارگذاری بذرها در سلول‌ها شده است. افزایش سرعت پیشروی روی سلول‌های حاوی بیش از یک بذر و سلول‌های حاوی بذر دمیده نشده تاثیر چندانی نداشته و این بدان معنی است که این دو بیشتر تحت تاثیر فشار هوا می‌باشند.

انجمن مهندسی ماشین های کشاورزی و مکانیزاسیون ایران

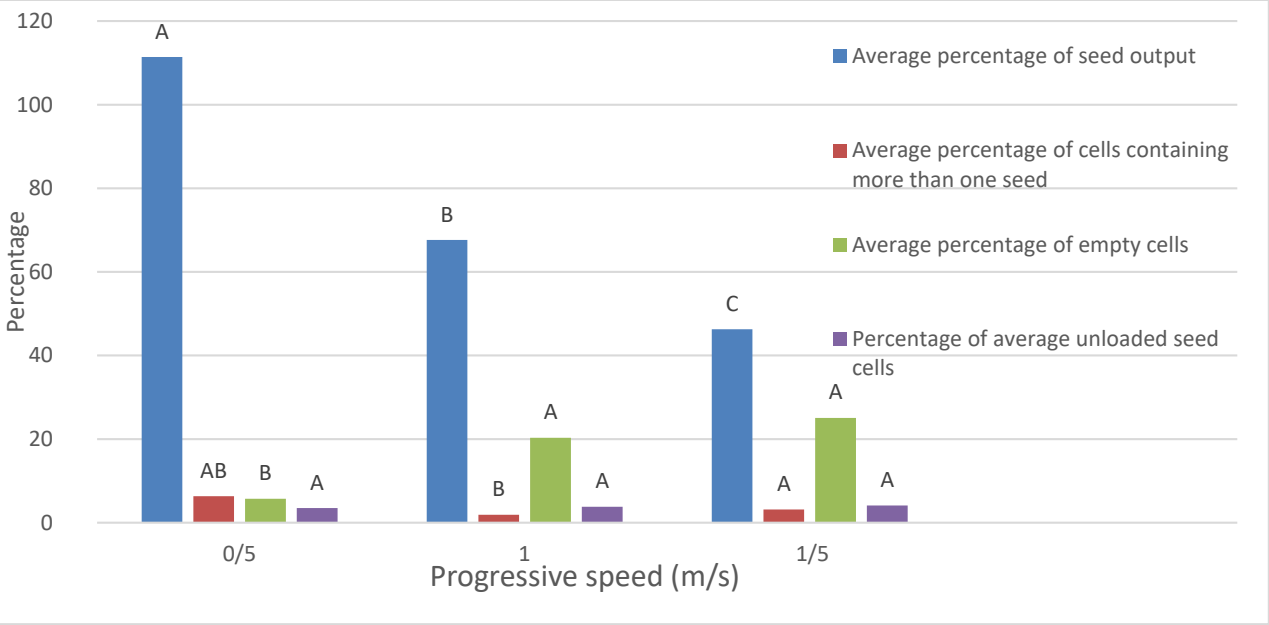

Figure. comparison of average values based on air progressive speed level

شکل ۳- مقایسه درصد میانگین ها براساس سطوح سرعت پیشروی

۵- نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که میزان درصد پرشدگی با فشار هوا رابطه‌ی مستقیم و با سرعت پیشروی نسبت عکس دارد. میزان سلول‌های حاوی چند بذر، بیشتر به فشار هوا وابسته بوده ولی با این حال سرعت پیشروی هم می‌تواند تاثیر معنی‌داری داشته باشد. میزان سلول‌های خالی با فشار هوا رابطه‌ی عکس و با سرعت پیشروی رابطه‌ی مستقیم داشته و تاثیر فشار هوا بیشتر قابل توجه بوده است. سلول‌هایی که بذر در آن‌ها گیر کرده و دمیده نشده بود کاملا تحت تاثیر فشار هوا بوده وسرعت پیشروی تاثیر معنی‌داری بر آن نداشته است. با توجه به نتایج فوق سرعت پیشروی ۰،۵ متر بر ثانیه و فشار هوای ۴۹۰ پاسکال برای کشت کلزا توصیه می‌گردد.

۶- References

Journal Article:

Dehghan, E., Sheikhdavoodi, M. J., Zaki-Dizaji, H., & Gilani, A. (2016). Fabrication and Evaluation of Grooved Seed Plate for Dry-bed Seeding of Rice Using Pneumatic Row Crop Planter. *Journal of Engineering Research in Agricultural Mechanization and Systems*, 87-100 (Persian).

Deng, X., Li, X., Shu, C., Huang, H., & Liao, Q. (2010). Mathematical model and optimization of structure and operating parameters of pneumatic precision metering device for rapeseed. *Journal of Food, Agriculture & Environment Vol.8*, 318-322.

Guarella, P., Pellerano, A., & Pascuzzi, S. (1996). Experimental and Theoretical Performance of a Vacuum Seeder Nozzle for Vegetable Seeds. *J . agric . Engng Res*, 29-36.

انجمن علمی بیوسیستم (ماشین‌های کشاورزی) و مکانیزاسیون ایران

Maleki, M. R., Jafari, J. F., Raufat, M. H., Mouazen, A. M., & Baerdemaeker, J. D. (2006). Evaluation of seed distribution uniformity of a multi-flight auger as a grain drill metering device. *Biosystems Engineering*, 535-543.

Mamy Zadeh, E. (2014). Design, construction and evaluation of electroneumatic vacuum cylinders. *Master's Thesis*, (Persian).

Martynenko, A., & Zheng, W. (2016). Electrohydrodynamic drying of apple slices. *Journal of Food Engineering*, 215-222.

Onal, I., Degirmencioglu, A., & Yazgi, A. (2012). An evaluation of seed spacing accuracy of a vacuum type precision metering unit based on theoretical considerations and experiments. *Turk J Agric For*, 133-144.

Ozmerzi, A., Karayel, D., & Topakci, M. (2002). Effect of Sowing Depth on Precision Seeder Uniformity. *Biosystems Engineering*, 227-230.

Rahmati, M. H., & Haji Ahmad, A. (2008). Modification and comparison of a tomato seed pneumatic planter with a mechanical planter. *J. Agric. Sci. Natur. Resour*, Vol. 14(6).

Rezaei-Asl, A., Esmailzadeh, E., & Amirian, A. (2017). Fabrication and Performance Evaluation of Pressurized Pneumatic Cylinder Distributor Equipped with a Mechanical Separator using Grease Belt. *Iran Biosystems Engineering*, 271-278.

Singh, R. C., Singh, G., & Saraswat, D. C. (2005). Optimisation of design and operational parameters of a pneumatic seed metering device for planting cottonseeds. *Biosystems Engineering*, 429-438.

Yasir, S. H., Liao, Q., Yu, J., & He, D. (2012). Design and test of a pneumatic precision metering device for wheat. *Agric Eng Int: CIGR Journal*, 16-26.

Yazgi, A., & Degirmencioglu, A. (2007). Optimisation of the seed spacing uniformity performance of a vacuum-type precision seeder using response surface methodology. *BIOSISTEMS ENGNEERING*, 347-356.

Zhan, Z., Yaoming, L., Jin, C., & Lizhang, X. (2010). Numerical analysis and laboratory testing of seed spacing uniformity performance for vacuum-cylinder precision seeder. *biosystems engineering*, 344-351.

یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم (ماشین‌های کشاورزی) و مکانیزاسیون ایران