Archive of SID

مهندسی بیوسیستم ایران، دوره ۴۸، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۶ (ص۲۷۸-۲۷۱)

ساخت و ارزیابی عملکرد موزع استوانه‌ای بادی تحت‌فشار (مجهز به جداکننده مکانیکی) با گریس بلت

امیر امیریان[۱]، عباس رضایی اصل[۲*]، ابراهیم اسماعیل‌زاده[۳]

۱ . دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، مکانیکبیوسیستم، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۲. استادیار، گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۳ . استادیار، گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

(تاریخ دریافت : ۱۳۹۵/۱۰/۲۱ – تاریخ بازنگری : ۱۳۹۶/۲/۲۸- تاریخ تصویب :۳/۲/ ۱۳۹۶)

چکیده

در این تحقیق یک موزع استوانه‌ای تحت فشار هوا ساخته شد و به‌وسیله دستگاه گریس بلت ارزیابی گردید. آزمایش با سه سطح فشار درون استوانه ۶۰۰، ۸۵۰ و ۱۰۵۰ (Pa) و سه سطح سرعت کارنده؛ ۰/۵، ۱و ۱/۵ (m/s)، با روش جداکننده مکانیکی و در سه تکرار انجام شد. نتایج در قالب آزمایش فاکتوریل با طرح کاملاً تصادفی مورد بررسی قرار گرفت و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون LSD در نرم‌افزار SAS انجام شد. اثر فشار درون استوانه و سرعت پیشروی کارنده بر روی درصد پُرشدگی، چند کاشت، نکاشت، میزان انحراف از خط کشت و یکنواختی توزیع بذر مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد، اثر متقابل سرعت و فشار هوا بر روی درصد پرشدگی، نکاشت و چند دانه‌کاری در سطح یک درصد معنی‌دار می‌باشد. فشار هوا و سرعت روی میزان انحراف از خط کشت تأثیری ندارد و توزیع یکنواختی بذر در فشار کمتر بهتر انجام می‌گیرد.

واژه‌های کلیدی: کارنده، کشت دقیق، درصد پُرشدگی، خط کشت، توزیع بذر

مقدمه

کارنده‌ها مهم‌ترین وسیله کشت بذر می‌باشند. موزع اغلب کارنده‌ها از نوع مکانیکی است که باعث ضربه و آسیب به بذر می‌شود. درنتیجه درصد جوانه‌زنی بذر کاهش می‌یابد. کارنده-های مورد استفاده کشاورزان به ویژه کشاورزان خُرده‌پا، معمولاً خطی کار می‌باشد. این کارنده‌ها بذرها را به‌صورت خطی و نواری روی زمین می‌ریزند، بدون آنکه فواصل بذرها از همدیگر تنظیم‌شده باشد. درنتیجه مقدار بذر مصرفی در هکتار در اثر استفاده از خطی‌کارها، بسیار بیشتر از کارنده‌های دقیق است. البته استفاده از خطی‌کارها جدای بذر اضافه، با توجه به لزوم انجام عملیات تنک‌سازی برای حذف بوته‌های اضافی، افزایش هزینه تولید را در پی خواهد داشت. تراکم بیش ازحد و نکاشت در ردیف کشت، از ویژگی‌های کارکرد خطی کارهایی است که به‌عنوان ردیف‌کار مورد استفاده قرار می‌گیرد. در کارنده‌های بادی چون 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 (Nourgholipour *et al*., 2013). به منظور کاهش صدمات مکانیکی، توزیع یکنواخت و جلوگیری از هدر رفت بذر یک موزع دقیق نیوماتیک برای بذر گندم طراحی، و آزمایش شد. آزمون تحت شرایط آزمایشگاهی و با استفاده از شاسی تست مجهز به سیستم دوربین انجام گرفت. نتایج نشان داد که سرعت دورانی موزع و فشار منفی و اثرات متقابل آن‌ها تأثیر مهمی روی عملکرد موزع دارند (Yasir *et al*., 2012). بهینه‌سازی طراحی و پارامترهای عملیاتی یک موزع نیوماتیک بذر برای کشت دانه-های پنبه نیز مورد بررسی قرار گرفت. تأثیر سرعت خطی صفحه موزع در چهار سطح (۰/۲۹، ۰/۴۲، ۰/۵۸و ۰/۶۹ متر بر ثانیه)، فشار خلأ در چهار سطح (۱ ، ۱/۵، ۲ و ۲/۵ کیلو پاسکال) و سه شکل ورودی روزنه نگهدارنده بذر (۹۰، ۱۲۰ ۱۲۰ ۹۰و ۱۵۰ درجه ۱۵۰) بر میانگین فواصل بذر، دقت در فواصل بذر، شاخص ضریب پرشدگی موزع، شاخص بذرهای چندتایی و بالاترین کیفیت تغذیه موزع برآورد شد (Singh *et al*., 2005). در آزمون اندازه‌گیری فاصله بذرهای جدا شده از موزع و سرعت بذر هنگام برخورد با سطح گریس بلت، به کمک دوربین سرعت بالا، در سرعت دوران غلتک موزع ۱۰، 30،20 و ۴۰ دور در دقیقه و سرعت خطی گریس بلت یک‌متر بر ثانیه برای بذرهای گندم و سویا، در تمام مدت آزمون با دانه گندم و سویا، سیستم دوربین با سرعت بالا هیچ دانه‌ای را از دست نداد (Karayel *et al*., 2006). به‌وسیله‌ی آنالیز عددی و تست آزمایشگاهی، عملکرد یک کارنده دقیق استوانه‌ای خلائی برای فواصل بذرهای

* نویسنده مسئول : arezaeiasl@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

دانه‌های روغنی بر روی بذرهای افتاده روی تسمه‌نقاله گریس اندود شده مورد بررسی قرار گرفت. با استفاده از خواص فیزیکی دانه‌ها از قبیل کرویت، وزن هزار دانه و آنالیز خط سیر افتادن دانه‌ها، پی‌بردند که فشار تفاضلی مثبت، زاویه‌رهایی و سرعت دورانی استوانه تأثیر معنی‌داری روی یکنواختی پخش بذر روی ردیف دارند(Zhan *et al*., 2010). مدل ریاضی و بهینه‌سازی ساختار و پارامترهای مهم موزع دقیق نیوماتیک برای کشت کلزا بررسی شد و یک مدل مطلوب با به حداقل رساندن نیروی تماس در هر نقطه از حلقه درحالی‌که دانه در نازل مکیده شده بود ارایه گردید. در مدل جدای آنکه ارتباط بهینه از قطر دانه، زاویه مخروطی و قطر نازل دانه به دست آمد. یک تقریب مناسب برای اختلاف فشار نازل دانه نیز معرفی شد (Deng *et al*., 2010). مدل ریاضی فشار خلا در کارنده دقیق مورد مطالعه قرار گرفت. هدف از پژوهش تعیین فشار خلا با لحاظ برخی خواص فیزیکی دانه مانند جرم هزار دانه، ضریب کرویت و چگالی بذر در کارنده بود. در تست آزمایشگاهی بذرهای ذرت، پنبه، سویا، هندوانه، خربزه، خیار، چغندر قند و دانه پیاز مورد آزمون قرار گرفت. نتایج نشان داد، مدل ریاضی با راندمان ۰/۹۹ فشار خلا لازم برای کارنده دقیق را پیش‌بینی میکند (Karayel *et al*., 2004). همچنین در یک مدلی ریاضی دیگر پیش‌بینی فشار خلأ برای یک کارنده دقیق نیوماتیک برای بذرهای پیاز مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد مدل ریاضی می‌تواند به‌طور رضایت-بخشی فشار خلأ در روزنه کارنده دقیق خلائی را باراندمان ۰/۹۹ پیش‌بینی کند (Afify *et al*., 2009). بهینه سازی عملکرد موزع تحت خلا بر روی بذر پنبه با استفاده از سطح پاسخ مورد بررسی قرار گرفت. در این تحقیق شاخص پُرشدگی، چند دانه‌کاری و نکاشت مورد بررسی قرارگرفتند. نتایج نشان داد، کمترین سرعت محیطی بالاترین عملکرد را داراست (Yazgi & Degirmencioglu, 2007). برآوردی از میزان دقت در فواصل بین بذرهای ذرت و پنبه با استفاده از موزع دقیق نوع خلأ بر پایه‌ی ملاحظات تئوری و آزمایش‌ها بر روی بذرهای افتاده روی تسمه‌نقاله گریس اندود شده انجام شد. کیفیت شاخص تغذیه، میزان پرشدگی موزع، کاشت چند بذر باهم و دقت به‌عنوان معیارهایی برای فواصل دقیق بذر در نظر گرفته شد. (Önal *et al*., 2012). عملکرد تئوری و آزمایشگاهی نازل یک کارنده پنوماتیک خلائی برای بذر سبزی‌ها مورد بررسی قرارگرفت. آزمایش‌ها 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 شد. نتایج نشان داد که در اختلاف فشار بیشتر از ۲۰ کیلو پاسکال، فاصله برداشتن دانه به‌طور قابل‌توجهی افزایش نمی‌یابد (Guarella *et al*., 1996). بهینه‌سازی دستگاه ردیف‌کار بادی، ویژه بذر گوجه‌فرنگی که در آن چرخ‌های زمینگرد دستگاه باعث حرکت دستگاه و سیستم موزع انجام شد. در دستگاه مذکور دمنده‌ای با استفاده از محور توان دهی تراکتور فشار هوای لازم برای نگه‌داشتن بذرها در روزنه‌های موزع استوانه‌ای تأمین می-کرد (Rahmati & Hajiahmad, 2008). موزع استوانه‌ای تحت‌فشار الکترونیوماتیک ردیف‌کار برای بذر سویا را طراحی و ساخته شد. ارزیابی دستگاه و موزع با سه سرعت جریان هوای ۲۳، ۲۷ و ۳۲ متر بر ثانیه انجام شد و به ازای سرعت‌های مختلف جریان هوا، سرعت پیشروی کارنده با حداقل ۹۵ درصد پرشدگی سلول موزع اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد در سرعت جریان هوای ثابت، با افزایش سرعت پیشروی کارنده، درصد پُرشدگی کاهش می‌یابد (Nourgholipour *et al*., 2013). همچنین موزع استوانه‌ای تحت خلأ الکترونیوماتیک ردیف‌کار برای بذر سویا طراحی و ساخته شد. دستگاه موزع را بوسیله گریس بلت ارزیابی آزمایشگاهی کردند. آزمایشها را با سه اندازه خلاء ۱، ۲ و ۴ کیلو پاسکال انجام دادند و به ازای اندازه‌های مختلف خلاء، سرعت‌های مختلف دوران موزع را مورد ارزیابی قرار دادند. بیشترین سرعت دوران موزع (با احتساب ۸۰ درصد پُرشدگی) در فشار منفی ۴ کیلو پاسکال و برابر 1/8 متر بر ثانیه اندازه‌گیری کردند (Mamizadeh *et al*., 2014).

کارنده های مکانیکی به علت صدمات وارد بر بذر و کشت غیر کنترل شده، به مرور جای خود را به کارنده‌های بادی می-دهند. با توجه به اهمیت کشت دقیق محصولات کشاورزی و جلوگیری از هدر رفت بذر و صرف هزینه اضافی جهت تنک-کاری، در این تحقیق از بین کارنده‌های بادی، کارنده‌ی نوع استوانه تحت فشار هوا، به علت استفاده از یک موزع مرکزی برای کلیه ردیف‌های کشت و نظارت بهتر بر عملکرد آن در هنگام کار، مورد توجه قرار گرفت. یک دستگاه موزع استوانه‌ای تحت فشار هوا چهار ردیفه، ویژه کشت ماش، ساخته شد و به وسیله گریس بلت مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش

در این تحقیق، یک دستگاه موزع استوانه بادی چهار ردیفه ویژه کاشت بذر ماش در محل کارگاه ساخت و تولید گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان ساخته شد. شکل۱ شمای کلی موزع را نشان می‌دهد.

www.SID.ir

Archive of SID

شکل ۱. موزع استوانه‌ای تحت فشار مجهز به جداکننده مکانیکی بذر (چرخ لاستیکی جداکننده)

روش کار دستگاه به این شرح است: با روشن کردن دستگاه گریس بلت و حرکت تسمه چرخ محرک دستگاه کارنده که در تماس با تسمه است شروع به دوران می‌کند، دوران چرخ از طریق زنجیر و چرخ‌دنده به دستگاه موزع منتقل می‌شود و استوانه شروع به دوران می‌کند. با تنظیم نسبت چرخ دنده‌های چرخ محرک و چرخ دنده های محور موزع استوانه‌ای و مشخص بودن شعاع استوانه، نسبت سرعت خطی تسمه نقاله و سرعت خطی موزع تعیین گردید. مطابق تنظیمات انجام شده به ازای سرعت خطی یک متر بر ثانیه تسمه نقاله، سرعت خطی استوانه نیم متر می‌باشد (بدون لحاظ کردن لغزش). چون در هر ردیف استوانه چهل روزنه وجود دارد بنابراین فاصله دو بذر کنار هم ریخته شده روی گریس‌بلت پنج سانتی متر می‌باشد. با روشن کردن پمپ ایجاد جریان هوا، جریان هوا از طریق لوله ورودی به استوانه موزع وارد می‌شود و از طریق لوله خروجی وارد لوله سقوط می‌شود. درعین‌حال جریان هوا از روزنه‌های ایجادشده پیرامون استوانه می‌گذرد. در اثر نیروی حاصل از اختلاف فشار ایجاد شده در دو طرف جداره استوانه، با چرخش استوانه، بذرهای چسبیده به روزنه‌ها همراه استوانه می‌چرخد، هنگامی‌که بذر به محل قیف که به لوله خروجی متصل است می‌رسد، چرخ لاستیکی جداکننده بذر، با مسدود کردن روزنه، اختلاف فشار دو طرف روزنه را از بین می‌برد. بذر در اثر نیروی وزن خود از روزنه جداشده و به همراه جریان هوای عبوری از لوله خروجی و لوله سقوط (که تا فاصله چند سانتی‌متری گریس بلت ادامه دارد) می‌گذرد. بذر جابجا شده به کمک جریان هوا، با برخورد به لایه گریس روی سطح آن متوقف می‌گردد .

شکل ۲. توزیع بذر روی گریس بلت

تعیین درصد پُرشدگی موزع

جهت تعیین درصد پُرشدگی موزع، بذرهای خارج شده از لوله سقوط در درون یک ظرف جمع‌آوری شد. با استفاده از رابطه ۱ به ازای دوران مشخص موزع تعداد بذر خارج شده از لوله سقوط شمارش شد و با محاسبه تعداد بذری که باید خارج می‌شد، درصد پُرشدگی موزع تعیین گردید. این آزمایش در سه تکرار و برای همه حالت‌های مختلف هنگام ارزیابی دستگاه انجام شد.

$$D = n/n' \quad \text{(رابطه ۱)}$$

n: تعداد بذر خارج شده از لوله سقوط

n': تعداد روزنه عبور کرده از زیر چرخ جدا کننده (تعداد بذری که باید ریخته می‌شد)

هنگام تعیین درصد پُرشدگی موزع، بذرهای خارج شده از لوله سقوط به لحاظ صدمه مکانیکی وارد شده (شکستگی، له شدگی و ...) مورد بررسی دقیق قرار گرفتند.

تعیین چند دانه‌کاری

جهت تعیین چند دانه کاری و نکاشت، بذرهای ریخته شده روی گریس بلت به طول چهار متر مورد بررسی دقیق قرار گرفت. به منظور پی بردن به علت چند دانه کاری، جدای نظارت دقیق به بذرهای چسبیده به پشت روزنه موزع در هنگام کار، در زمانهای متوالی دوران موزع متوقف گردید و تعداد بذرهای چسبیده به پُشت روزنه‌های موزع مورد وارسی دقیق قرار گرفت.

تعیین میزان انحراف از خط کشت

به منظور تعیین میزان انحراف از خط کشت، فاصله ۲۰ عدد بذر از خط کشت به وسیله خط کش اندازه‌گیری شد. این آزمایش در سه قطر مختلف لوله سقوط ۱۰، ۱۲و ۱۵ میلیمتر انجام شد. مقدار انحراف از خط کشت با استفاده از روابط ۲ و ۳ محاسبه گردید (Rahmati & Hajiahmad, 2008).

www.SID.ir

Archive of SID

(رابطه۲)
$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

(رابطه ۳)
$$SD = \sqrt{\sum \frac{\left(x_i - \bar{x}\right)^2}{n-1}}$$

x_i: فاصله دو بذر کنار هم

$\bar{x}$: میانگین فاصله

n: تعداد بذر

SD: انحراف معیار

تعیین ضریب یکنواختی توزیع بذر

جهت تعیین ضریب یکنواختی توزیع بذر دستگاه موزع حول فاصله میانگین و همچنین حول فاصله تنظیمی (۵ سانتیمتر) در سرعت‌های مختلف پیشروی دستگاه در هر نوبت آزمایش فاصله بین ۲۰ عدد بذر اندازه گیری شد و از رابطه ۴ استفاده شد (Rahmati & Hajiahmad, 2008).

(رابطه ۴)
$$Se = (1 - Y/D) \times 100$$

Se: ضریب یکنواختی توزیع بذر برحسب درصد

D: میانگین فاصله به‌دست‌آمده یا تنظیمی بین بذرها برحسب سانتیمتر

Y: میانگین قدر مطلق تفاضل داده از میانگین آن‌ها و فاصله تنظیمی

آزمون دستگاه موزع در سه سطح فشار درون استوانه ۶۰۰، ۸۵۰، ۱۰۵۰ پاسکال (سرعت جریان هوای ۴۷، ۵۳ و ۵۷ متر بر ثانیه) و در سه سرعت پیشروی ۰/۵، ۱، ۱/۵ متر بر ثانیه و به شیوه جدا کننده مکانیکی انجام شد. اثرات فشار درون استوانه و سرعت پیشروی کارنده بر روی درصد پرشدگی سلول موزع، درصد چند کاشت، نکاشت، میزان انحراف از خط کشت، یکنواختی توزیع بذر بررسی شد. آنالیز و تحلیل داده‌ها در غالب آزمایش فاکتوریل با طرح پایه کاملاً تصادفی و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون LSD در نرم‌افزارSAS انجام شد.

به خاطر نتایج بدست آمده از آزمون لوله سقوط با قطرهای مختلف، تمامی آزمایشات و داده‌های مربوط به ضریب یکنواختی توزیع بذر، درصد پُرشدگی، درصد چند کاشت و درصد نکاشت با لوله سقوط به قطر ۱۰ میلیمتر انجام شد.

نتایج و بحث

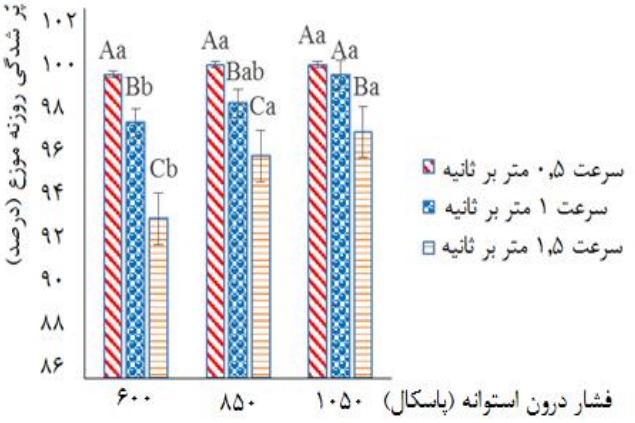
پُرشدگی روزنه موزع

نتایج آنالیز واریانس اثرات فشار درون استوانهو سرعت پیشروی بر روی درصد پرشدگی روزنه موزع در جدول ۱ نشان داده‌شده است. همان‌طور که در جدول مشاهده می‌شود تغییرات فشار درون استوانه و سرعت و اثر متقابل آن‌ها بر روی درصد پرشدگی در سطح ۱ درصد معنی‌دار شده است.

جدول ۱. نتایج آنالیز واریانس اثرات و سرعت پیشروی بر روی درصد پرشدگی سلول موزع

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	مجموع مربعات	F
توان	۲	۱۹/۹۶۹	۹/۹۸۴۸	۲۱/۵۱**
سرعت	۲	۸۹/۸۴۷	۴۴/۹۲۳۷	۹۶/۷۹**
توان×سرعت	۴	۹/۴۳۲۴	۲/۳۵۸۱	۵/۰۸**

**معنی‌دار بودن آزمون F در سطح ۱٪ است. (cv=0/69)



شکل۳. نتایج آزمون مقایسه میانگین اثر متقابل فشار درون استوانه و سرعت پیشروی کارنده بر درصدپرشدگی

طبق شکل ۳، حروف بزرگ اثر فشار درون استوانه بر روی سرعت را نشان می‌دهد که در سرعت‌های ۱ و ۱/۵ متر بر ثانیه فشار درون استوانه۱۰۵۰ اختلاف معنی‌داری نسبت به توان‌های ۸۵۰ و ۶۰۰ پاسکال وجود دارد. به دلیل آنکه فشار درون استوانه۱۰۵۰ پاسکال نیروی فشاری بیشتری نسبت به فشارهای ۸۵۰ و ۶۰۰ پاسکال ایجاد می‌کند که با وجود آشفتگی بوجود آمده در توده بذر بهتر از دو فشار درون استوانه دیگر بذر را به پُشت روزنه می‌چسباند. در سرعت ۰/۵ متر بر ثانیه اختلاف معنی‌داری بین سه سطح فشار درون استوانهوجود ندارد. چون سرعت دوران موزع در این حالت کم است، آشفتگی کمتر بین بذرهای موجود در استوانه بوجود می‌آید در نتیجه اختلاف معنی‌داری بین فشارهای مختلف وجود ندارد. در فشارهای ۶۰۰

www.SID.ir

Archive of SID

و ۸۵۰ پاسکال در هر سه سرعت ۰/۵، ۱ و ۱/۵ متر بر ثانیه اختلاف معنی‌داری وجود دارد، علت آن کافی نبودن نیروی لازم جهت نگه‌داشتن بذر در پُشت روزنه موزع در سرعت‌های بالاتر (۱ و ۱,۵) می‌باشد. در یک فشار درون استوانه ثابت هرچه سرعت افزایش یابد آشفتگی و بهم خوردگی بذرها بیشتر می‌شود و درصد پُرشدگی کاهش می‌یابد. چون در فشار درون استوانه ۱۰۵۰ پاسکال نیروی فشاری زیاد بوجود می‌آید اختلاف معنی‌داری بین سرعت ۰,۵ و ۱ متر بر ثانیه وجود ندارد. مگر اینکه در سرعت ۱,۵ متر بر ثانیه، درصد پُر شدگی به دلایل گفته شده از قبل، اختلاف معنی‌داری دارد. همچنین در شکل ۳، حروف کوچک اثر سرعت بر روی فشار درون استوانه را نشان می‌دهد که در سرعت‌های ۰/۵ و ۱ متر بر ثانیه اختلاف معنی‌داری بین سه سطح فشار درون استوانه وجود ندارد و همین‌طور در سرعت ۱/۵ متر بر ثانیه فشار درون استوانه ۶۰۰ پاسکال اختلاف معنی‌داری نسبت به توان‌های ۸۵۰ و ۱۰۵۰ پاسکال وجود دارد، در فشار درون استوانه ۸۵۰ و ۱۰۵۰ پاسکال تفاوت معنی‌داری بین سه سرعت ندارد. در فشار درون استوانه ۶۰۰ پاسکال سرعت ۰/۵ متر بر ثانیه اختلاف معنی‌داری نسبت به دو سرعت ۱ و ۱/۵ متر بر ثانیه وجود دارد. نیروی حاصل از اختلاف فشار هوا در اثر افزایش توان، افزایش پیدا می‌کند و به همین دلیل در یک سرعت ثابت با افزایش فشار درون استوانه درصد پُرشدگی افزایش پیدا می‌کند. بنابراین درصد پُر شدگی کاهش می‌یابد. Singh *et al.* (2005) نیز گزارش دادند، با افزایش فشار خلاء به ۲ کیلو پاسکال شاخص تغذیه (درصد پُر شدگی) بهبود می‌یابد و به ۹۴/۷٪ می‌رسد که نتایج فوق را تایید می‌کند.

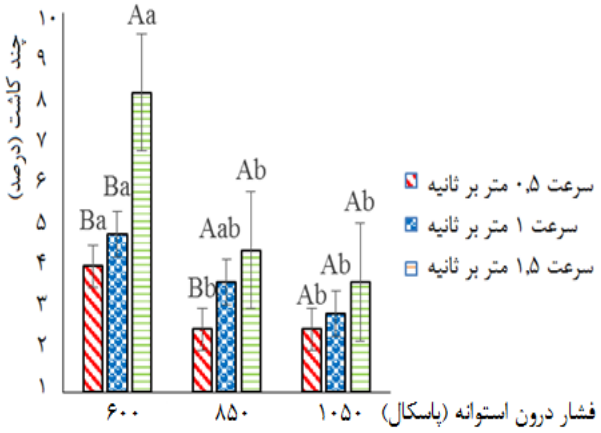
چند دانه کاری

نتایج آنالیز واریانس اثرات فشار درون استوانه و سرعت پیشروی بر روی درصد چند کاشت در جدول ۲ نشان داده‌شده است. همان‌طور که در جدول مشاهده می‌شود تغییرات فشار درون استوانه و سرعت و اثر متقابل آن‌ها بر روی درصد چند کاشت در سطح ۱ درصد معنی‌دار شده است.

جدول۲. نتایج آنالیز واریانس اثرات فشار درون استوانه و سرعت پیشروی بر روی درصد چند کاشت

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	مجموع مربعات	F
توان	۲	۴۳/۱۷۱۲	۲۱/۵۸۵۶	۴۶/۶۲**
سرعت	۲	۳۲/۷۵۴۶	۱۶/۳۷۷۳	۳۵/۳۷**
توان×سرعت	۴	۳۲/۷۵۴۶	۳/۰۰۹۲	۶/۵۰**

معنی‌دار بودن آزمون F در سطح ۱٪ است (cv=13/20)



شکل۴. آزمون مقایسه میانگین اثر متقابل فشار درون استوانه و سرعت پیشروی کارنده بر درصدچندکاشت

طبق شکل ۴، حروف بزرگ اثر فشار درون استوانه بر روی سرعت را نشان می‌دهد. در سرعت ۱/۵ متر بر ثانیه اختلاف معنی‌داری بر روی فشارهای مختلف وجود ندارد و در سرعت ۱ متر بر ثانیه در فشار درون استوانه ۶۰۰ پاسکال اختلاف معنی‌داری نسبت به فشارهای ۸۵۰ و ۱۰۵۰ پاسکال وجود دارد. در سرعت ۰/۵ متر بر ثانیه فشار درون استوانه ۱۰۵۰ پاسکال اختلاف معنی‌داری نسبت به فشارهای ۶۰۰ و ۱۱۵ پاسکال دارد. در فشار درون استوانه ۱۰۵۰ پاسکال در هر سه سرعت تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. در فشار درون استوانه ۱۱۵ پاسکال سرعت ۰/۵ متر بر ثانیه اختلاف معنی‌داری نسبت به سرعت های ۱ و ۱/۵ متر بر ثانیه وجود دارد و همچنین در فشار درون استوانه ۶۰۰ پاسکال سرعت ۱/۵ متر بر ثانیه اختلاف معنی‌داری نسبت به‌سرعت های ۰/۵ و ۱ متر بر ثانیه وجود دارد. همچنین در این شکل حروف کوچک اثر سرعت بر روی فشار درون استوانه را نشان می‌دهد که در سرعت ۰/۵ و ۱/۵ متر بر ثانیه فشار درون استوانه ۶۰۰ پاسکال تفاوت معنی‌داری نسبت به فشارهای ۱۱۵ و ۱۰۵۰ پاسکال وجود دارد و در سرعت ۱ متر بر ثانیه تفاوت معنی‌داری بین فشارهای مختلف وجود ندارد. و همچنین در فشار درون استوانه ۱۰۵۰ پاسکال تفاوت معنی‌داری بین سرعت‌های مختلف دیده نمی‌شود و در فشار درون استوانه ۶۰۰ و ۱۱۵ پاسکال تفاوت معنی‌داری بین سرعت‌های مختلف وجود ندارد. با بررسی به‌عمل آمده هنگام دوران موزع، هیچ روزنه‌ایی که حاوی دو یا چند بذر باشد مشاهده نشد. همه چند دانه‌کاری (به این معنی که فاصله دو بذر کنار هم، کمتر از نصف فاصله تنظیمی باشد) به علت مسیر نا برابر و تصادفی عبور بذر در درون لوله خروج بذر و لوله سقوط، از لحظه جدا شدن بذر از پُشت روزنه تا لحظه افتادن

www.SID.ir

Archive of SID

روی گریس بلت می‌باشد. نحوه وارد شدن بذر به درون لوله خروج (دهانه قیف) و محل برخورد بذر با قیف (که کاملا تصادفی می‌باشد) از عوامل چند دانه کاری می‌باشد، در یک فشار درون استوانه ثابت هرچه سرعت پیشروی افزایش پیدا کند به علت بی نظمی ورود بذر به لوله خروج در استوانه، چند دانه-کاری نیز افزایش می‌یابد. اما در یک سرعت دوران ثابت موزع (سرعت ثابت کارنده)، هرچه فشار درون استوانه افزایش یابد به علت افزایش سرعت جریان هوا، بذر راحت‌تر و سریعتر وارد لوله خروج می‌گردد. در نتیجه درصد چند دانه کاری کاهش می‌یابد.

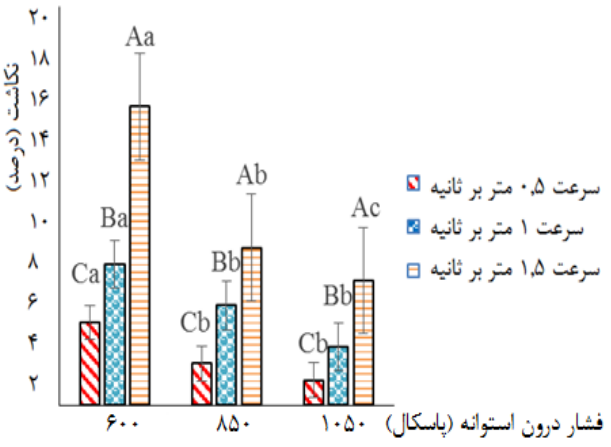
نکاشت

همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود تغییرات فشار درون استوانه و سرعت و اثر متقابل آن‌ها بر روی درصد نکاشت در سطح ۱ درصد معنی‌دار شده است.

جدول ۳. آنالیز واریانس اثرات فشار درون استوانه و سرعت پیشروی کارنده بر روی درصد نکاشت

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	مجموع مربعات	F
توان	۲	۱۳۲/۷۵۴۶	۶۶/۳۷۷۳	۱۴۳/۳۷**
سرعت	۲	۲۴۲/۱۲۹۶	۱۲۱/۰۶۴۸۱	۲۶۱/۵۰**
توان×سرعت	۴	۳۶/۳۴۲۵	۹/۰۸۵۶	۱۹/۶۲**

معنی‌دار بودن آزمون F در سطح ۱٪ است (cv=11/85)



شکل۵. نتایج آزمون مقایسه میانگین اثر متقابل فشار درون استوانه و سرعت پیشروی کارنده بر درصدنکاشت

طبق شکل ۵ ، حروف بزرگ اثر فشار درون استوانه بر روی سرعت را نشان می‌دهد. در سرعت ۰/۵ ، ۱ و ۱/۵ متر بر ثانیه در هر سه فشار درون استوانه اختلاف معنی‌داری وجود ندارد و همچنین در فشارهای ۶۰۰، ۱۱۵ و ۱۰۵۰ پاسکال در هر سه سرعت ۰/۵، ۱ و ۱/۵ متر بر ثانیه اختلاف معنی‌داری وجود دارد و همچنین در این شکل حروف کوچک اثر سرعت بر روی فشار درون استوانه را نشان می‌دهد که در سرعت ۱/۵ متر بر ثانیه اختلاف معنی‌داری بین هر سه سطح فشار درون استوانه وجود دارد؛ و همین‌طور در سرعت ۰/۵ و ۱ متر بر ثانیه در فشار درون استوانه ۶۰۰ پاسکال اختلاف معنی‌داری نسبت به فشارهای ۱۱۵ و ۱۰۵۰ پاسکال دارد؛ و همچنین فشار درون استوانه ۱۰۵۰ پاسکال سرعت ۱/۵ متر بر ثانیه تفاوت معنی‌داری نسبت به دو سرعت دیگر دارد و در فشارهای ۶۰۰ و ۱۱۵ پاسکال تفاوت معنی‌داری در بین سرعت‌ها وجود ندارد.

در بررسی نکاشت ذکر این نکته بسیار مهم است که در واقع مقدار نکاشت باید به اندازه کاهش درصد پُرشدگی باشد. یعنی اگر در یک حالت ارزیابی دستگاه، پُر شدگی موزع برابر ۹۵ درصد بود، مقدار نکاشت باید ۵ درصد باشد. منتها به علت ذکر شده در بخش چند دانه‌کاری بذرهای خارج شده از لوله سقوط به فواصل یکسان روی گریس بلت نمی‌اُفتند به همین خاطر به اندازه تعداد بذرهایی که کنار هم اُفتاده‌اند نیز به نکاشت اضافه می‌گردد. به همین دلیل مقدار نکاشت در شکل ۵ برای تمام حالات ارزیابی دستگاه، تقریبا برابر مجموع چندکاشت (شکل۴) و باقی‌مانده درصد پُر شدگی از ۱۰۰ درصد شده‌است (شکل ۳). علل نکاشت دقیقا همان عواملی هستند که در بخش پُرشدگی موزع و چنددانه‌کاری گفته شد. نتایج بدست آمده از آزمون صورت گرفته، نتایج Önal *et al.* (2012) را تایید می‌کند. هر چند آزمایشات آنها بر روی بذر پنبه صورت گرفته بود.

در بررسی صدمات مکانیکی وارد شده به بذر، هیچ بذر صدمه دیده‌ایی مشاهده نشد. علت این امر به خاطر جابجایی بذر از درون مخزن (موزع استوانه‌ای) تا قرار گیری بذر روی سطح گریس بلت، به کمک جریان هوا بود. بنابراین به دلیل اینکه هیچ نیروی مکانیکی قابل توجه به بذر وارد نمی‌شد، بذر صدمه دیده-ایی هم مشاهده نشد.

انحراف از خط کشت

نتایج حاصل از آنالیز واریانس اثر فشار درون استوانه و سرعت بر میزان انحراف از خط کشت در جدول ۴ آمده است. نتایج این جدول نشان می‌دهد اثرات فشار درون استوانه و سرعت روی میزان انحراف تأثیری نداشته‌اند.

جدول ۴. آنالیز واریانس اثر فشار درون استوانه و سرعت بر میزان انحراف از خط کشت

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	مجموع مربعات	F
توان	۲	۰/۷۱۱۱	۰/۳۵۵۵	۰/۴۸ns
سرعت	۲	۰/۰۴۴۴	۰/۰۲۲۲	۰/۰۳ns
توان×سرعت	۴	۰/۲۲۲۲	۰/۰۵۵۵	۰/۰۷ns

ns عدم معنی‌داری را نشان می‌دهند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵، میزان انحراف معیار از خط کشت در سه قطر لوله سقوط ۱۰،۱۲ و ۱۵ میلی‌متر نشان می‌دهد؛ که میزان انحراف در قطر لوله سقوط ۱۰ میلیمتر برابر ۱/۰۰۲ میلی‌متر و در قطر لوله سقوط ۱۲ میلیمتر برابر ۱/۳۰ میلی‌متر درحالی‌که میزان انحراف در قطر لوله ۱۵ میلی‌متر برابر ۲/۳۴ میلیمتر است. هر چه قطر لوله کمتر باشد میزان انحراف معیار کاهش می‌یابد.

جدول ۵. میزان انحراف معیار از خط کشت

قطر لوله	میزان انحراف معیار
۱۰ میلی‌متر	۱/۰۰۲ میلی‌متر
۱۲ میلی‌متر	۱/۳۰ میلی‌متر
۱۵ میلی‌متر	۲/۳۴ میلی‌متر

Rahmati & Hajiahmad (2008) میزان انحراف معیار برای موزع نیوماتیک بذر گوجه‌فرنگی ۳/۱ میلی‌متر به دست آوردند. با توجه به نتایج آزمایش صورت گرفته، بهترین اندازه قطر لوله سقوط حالتی است که قطر داخلی لوله سقوط دو برابر میانگین هندسی دانه ماش باشد. اگر قطر لوله کوچکتر از این اندازه کمتر باشد در سرعت های پیشروی بالا بذرها داخل لوله سقوط گیر می کنند و اگر بزرگ‌تر باشد درصد چندکاشت و نکاشت افزایش می‌یابد.

جداول ۶ ، ۷ و ۸ مقدار ضریب یکنواختی توزیع بذر را در فشارهای مختلف هوای درون استوانه و سرعت‌های مختلف کارنده نشان می‌دهد. ضریب یکنواختی بذر به صورت درصد، حول فاصله تنظیمی (فاصله ای که بر اساس نسبت سرعت خطی گریس بلت و سرعت خطی استوانه موزع تنظیم گردید) و میانگین فاصله بذرهای ریخته شده روی گریس بلت، گزارش گردید.

جدول ۶: ضریب یکنواختی توزیع بذر برحسب درصد در فشار درون استوانه ۶۰۰ پاسکال و در سرعت‌های مختلف گریس‌بلت

سرعت گریس‌بلت (m/s)	۰/۵	۱	۱/۵
Se_1 حول فاصله تنظیمی (٪)	۹۳/۰۷۶	۸۴/۵۷	۸۰/۳۷
Se_2 حول میانگین فاصله (٪)	۹۰	۸۲/۹۷	۷۹/۳۷

جدول ۷. ضریب یکنواختی توزیع بذر برحسب درصد در فشار درون استوانه ۱۱۵ پاسکال و در سرعت‌های مختلف گریس‌بلت

سرعت گریس‌بلت(m/s)	۰/۵	۱	۱/۵
Se_1 حول فاصله تنظیمی (٪)	۸۷/۵۲	۷۹/۰۵۷	۶۸/۸۴
Se_2 حول میانگین فاصله (٪)	۸۷/۹۰	۸۱/۵۵	۶۸/۴۷

جدول ۸. ضریب یکنواختی توزیع بذر برحسب درصد در فشار درون استوانه ۱۰۵۰ پاسکال و در سرعت‌های مختلف گریس‌بلت

سرعت گریس‌بلت (m/s)	۰/۵	۱	۱/۵
Se_1 حول فاصله تنظیمی (٪)	۸۳/۸۲	۷۹/۸۹	۶۸/۵۳
Se_2 حول میانگین فاصله (٪)	۸۵/۱۸	۷۸/۴۶	۶۶/۱۳

با توجه به نتایج بدست آمده از جداول ۶، ۷ و ۸ معلوم گردید، در سرعت جریان هوای کمتر (فشار درون استوانه کمتر)، بذرها از یکنواختی توزیع بهتری برخوردارند. در سرعت‌های جریان هوای بالاتر (فشار درون استوانه بیشتر) توزیع یکنواختی بذر وضعیت بدی را تجربه می‌کند. در سرعت جریان هوای کمتر به علت برخورد کمتر بذرها به جداره داخلی لوله سقوط، بذرها با نظم بهتری همراه جریان هوا مسیر درون لوله خروج و لوله سقوط را طی می‌کنند. در سرعت جریان هوای بالا با اغتشاش بوجود آمده در لوله خروج بذر و لوله سقوط، بذرها دائما به جداره داخلی لوله‌ها برخورد کرده و در نتیجه هنگام جابجا شدن در درون لوله از نظم خوبی برخوردار نمی‌باشند به همین دلیل ضریب یکنواخت بذر در فشار درون استوانه بالاتر (سرعت بالاتر جریان هوا) کمتر می‌باشد. در یک فشار درون استوانه مشخص، هرچه سرعت پیشروی بیشتر باشد ضریب یکنواختی بذر کمتر میشود که علت آن نیز به خاطر بهم ریختگی در مسیر حرکت بذر از لحظه جداشدن از استوانه تا لحظه قرار گرفتن روی گریس بلت می‌باشد.

Singh *et al.* (2005) ضریب یکنواختی توزیع بذر برای موزع پنوماتیکی مخصوص کشت دانه‌های پنبه را در شرایط آزمایشگاهی ۸۸٪ به دست آوردند. (Rahmati & Hajiahmad 2008) نیز ضریب یکنواختی توزیع بذر برای موزع نیوماتیک بذر گوجه‌فرنگی را حول فاصله تنظیمی دستگاه ۹۷/۵٪ و حول فاصله میانگین را ۹۵/۲٪ گزارش کردند. در دستگاه مورد آزمون طول لوله سقوط بسیار بلندتر از دستگاه مورد ارزیابی Singh *et al.* (2005) و Rahmati & Hajiahmad (2008) بود. به همین دلیل مقادیر گزارش شده آنان وضعیت بهتری دارد.

نتیجه گیری

نتایج آزمایش دستگاه موزع نشان داد که با افزایش سرعت پیشروی میزان نکاشت و چند دانه‌کاری افزایش و درصد پرشدگی سلول موزع کاهش می‌یابد و با افزایش فشار درون استوانه (افزایش سرعت جریان هوا) درصد پرشدگی افزایش و نکاشت و چند دانه‌کاری کاهش می‌یابد.

ارزیابی دستگاه موزع نشان داد که علت چند دانه‌کاری نه

www.SID.ir

Archive of SID

به خاطر چسبیدن بیشتر از یک بذر به پشت روزنه استوانه موزع، بلکه به خاطر مسیر حرکت بذرها از لحظه جدا شدن تا لحظه قرارگیری روی گریس بلت می‌باشد.

مشخص شد در سرعت جریان هوای کمتر (فشار درون استوانه کمتر)، بذرها از یکنواختی توزیع بهتری برخوردارند و در یک فشار درون استوانه مشخص، هرچه سرعت پیشروی بیشتر باشد ضریب یکنواختی بذر کمتر میشود.

ارزیابی دستگاه نشان داد که سرعت کارنده و فشار درون استوانه بر روی میزان انحراف از خط کشت تأثیری نداشته و کمترین میزان انحراف با ۱ میلیمتر مربوط به قطر لوله سقوط ۱۰ میلی‌متر هست.

REFERENCES

Afify, m. T., el-haddad, z. A., hassan, g. E., and shaaban y. A. (2009). Mathematical model for predicting vacuum pressure of onion seeds precision seeder. *Misr j. Ag. Eng*. 26(4).

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. *International journal of food, agriculture and environment*. 8(3-4): 318-322.

Guarella, P., Pellerano, A., and Pascuzzi, S. (1996). Experimental and theoretical performance of a vacuum seeder nozzle for vegetable seeds. *Journal of Agricultural Engineering Research*. 64(1): 29-36.

Karayel, D., Barut, Z. B. & Ozmerzi, A. (2004). Mathematical Modelling of Vacuum Pressure on a Precision Seeder. *Biosystems Engineering.* 87 (4)*:* 437–444.

Karayel, D., Wiesehoff, M., Ozmerzi, A. & Muller, J. (2006). Laboratory measurement of seed drill seed spacing and velocity of fall of seeds using high-speed camera system. *Computers and Electronics in Agriculture*. 50: 89–96.

Mamizadeh, A. K., Rezaeiasl, A., Esmaeilzadeh, E., & Rahmati, M. H. (2014). Design, Fabrication and Evaluation of the Electro-Pneumatic vacuum-cylinder metering device. Eighth National Congress of Agricultural Engineering (Bio systems) and mechanization of Iran. (In Farsi)

Nourgholipour E. M., Rezaeiasl A., Esmaeilzadeh E., & Rahmati M. H. (2013). Design, Fabrication and Evaluation of a Row Crop Electro-Pneumatic Seed Metering Device. The first International Conference on Science, Industry and Trade cotton. Cotton Research Institute of Iran, Gorgan. (In Farsi).

Önal, 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. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 36(2): 133-144.

Rahmati, M. H. & Hajiahmad, A. (2008). Modification and comparison of a tomato seed pneumatic planter with a mechanical planter. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*. 14 (6), 78-88. (In Farsi).

Singh, R., Singh, G., & Saraswat, D. (2005). Optimisation of design and operational parameters of a pneumatic seed metering device for planting cottonseeds. *Biosystems engineering*. 92**(**4): 429-438.

Yasir, S. H., Liao, Q.,Yu, J., & He, D. (2012). Design and test of a pneumatic precision metering device for wheat. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*. 14(1): 16-25.

Yazgi, A. & Degirmencioglu, A. (2007). Optimization of the seed spacing uniformity performance of a vacuum-type precision seeder using response surface methodology. . *Biosystems engineering*. 97:347-356.

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*. 106(4):344-351.

www.SID.ir