Archive of SID
DOI: 10.22059/ijbse.2018.249495.665024 مهندسی بیوسیستم ایران، دوره ۴۹، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۷ (ص ۶۲۹-۶۲۱)

Determining the Optimal Parameters of a Precise Vacuum-Cylinder Metering Device for Sowing of Iranian Lentil Seed

HOSSEIN BAGHERPOUR[1*], HOSSEIN HAJIAGHA ALIZADEH[2]

1. Assistant Professor, Department of Biosystems Engineering, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
2. Assistant Professor, Department of Biosystems Engineering, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
(Received: Jan. 4, 2018- Revised: July. 1, 2018- Accepted: July. 7, 2018)

ABSTRACT

The main objective of this study is to investigate the performance of cylinder-type vacuum precision seeder and to find its optimum performance point. Mean seed spacing, Miss and Multiple indices of lentil seed were used to evaluate the optimum performance of metering device. In this study, the effect of vacuum pressure (30, 50 and 80 mbar), seed hole diameter (2, 3 and 4 mm) and conveyor speed (2, 4 and 6 km/h) were investigated on the metering device performance by using grease belt made and all assessments were conducted in a completely randomized design. Results showed that the optimum performance point of seed whole diameter, vacuum pressure and speed were determined as 3 mm, 50 mbar and 2 km/h. In this optimum point, the Miss Index, Multiple index and mean seed spacing were obtained as 6.55%, 8.82% and 6.18 cm, respectively. Maximum deviation of actual and nominal mean seed spacing was obtained at the seed hole diameter of 2 mm and grease belt speed of 6 km/h. The acceptable performance of metering device was obtained in the low speed of grease belt, medium seed hole diameter and medium vacuum pressure.

Keywords: Vacuum-cylinder metering device, Lentil, Miss index, Multiple index

*Corresponding author: Email: h.bagherpour@basu.ac.ir,

www.SID.ir

Archive of SID

تعیین پارامترهای بهینه موزع سیلندر خلائی دقیق‌کار برای کشت عدس ایرانی

حسین باقرپور[۱]، حسین حاجی آقا علیزاده[۲]

۱. استادیار گروه مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان

۲. استادیار گروه مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان

(تاریخ دریافت: ۱۴/ ۱۰/ ۱۳۹۶- تاریخ بازنگری: ۱۰/ ۴/ ۱۳۹۷- تاریخ تصویب: ۱۶/ ۴/ ۱۳۹۷)

چکیده

هدف اصلی این پژوهش بررسی عملکرد موزع سیلندر خلائی و تعیین نقاط بهینه عملکرد آن است. عملکرد بهینه دستگاه با استفاده از سه شاخص نکاشت، چندکاشت و میانگین فاصله بذرها برای محصول عدس بررسی گردید. در این پژوهش، با استفاده از گریس بلت ساخته شده، اثر سه پارمتر فشار خلا (۳۰، ۵۰ و ۸۰ میلی‌بار)، قطر سوراخ ها (۲، ۳ و ۴ میلی-متر) و سرعت نوار نقاله (۲، ۴ و ۶ کیلومتر بر ساعت) بر عملکرد موزع مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج حاصل از تست‌ها که به روش فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد، نشان داد که نقطه بهینه عملکرد موزع در قطر سوراخ ۳ میلی‌متر، فشار خلاء ۵۰ میلی‌بار و سرعت ۲ کیلومتر بر ساعت حاصل می‌شود. در این نقطه کاری، مقدار شاخص نکاشت، شاخص چندکاشت و هم‌چنین میانگین فاصله دانه‌ها به ترتیب برابر با ۶/۵۵٪، ۸/۸۲٪ و ۶/۱۸ سانتی‌متر به‌دست آمد. در قطر سوراخ ۲ میلی‌متر و سرعت ۶ کیلومتر بر ساعت بیش‌ترین انحراف میانگین بذرها از فاصله اسمی بدست آمد. در سرعت‌های پایین، فشار و قطر سوراخ متوسط، شاخص‌های عملکردی دستگاه در محدوده مناسبی قرار دارند.

واژه‌های کلیدی: موزع سیلندر خلائی، عدس، شاخص نکاشت، شاخص چندکاشت

مقدمه

عدس به دلیل داشتن ارزش غذایی بالا از اهمیت زیادی برخوردار بوده و تقریباً در بسیاری از مناطق دیم ایران کاشته می‌شود. چون اکثر زمین‌های کشاورزی در ایران کوچک می‌باشند بنابراین بسیاری از کشاورزان این محصول را به صورت سنتی و یا دست‌پاشی می‌کارند. از آنجائیکه کاشت محصول به صورت مکانیزه باعث افزایش عملکرد محصول می‌شود بنابراین توسعه کارنده‌ای ساده و ارزان که قابلیت استفاده در زمین‌های کوچک را داشته باشد از اهمیت زیادی برخوردار است. هر چند تحقیقات گسترده‌ای در مورد کارنده‌های نیوماتیکی با موزع صفحه ای انجام شده است (Singh *et al*., 2005; Zhan *et al*., 2010) ولی در مورد کارنده با موزع سیلندری نوع خلائی که بسیار ساده‌تر از نوع صفحه‌ای است و هزینه ساخت آن نیز به مراتب پایین‌تر می‌باشد، هیچ گزارشی تا به حال در کاشت عدس پیدا نگردید. بنابراین توسعه این چنین کارنده‌ای می تواند جایگزین مناسبی برای روش‌های سنتی کاشت عدس باشد.

از میان دقیق کارها، بذر کار نیوماتیکی با موزع صفحه‌ای سوراخ دار به دلیل قابلیت خوب در کاشت، به طور وسیع در بخش کشاورزی استفاده می‌گردد (Sauder *et al*., 2003). در تحقیق انجام گرفته بر روی دقیق کار نیوماتیکی با موزع صفحه ای، اثر سه متغیر سرعت دورانی موزع، زاویه ورود بذر به قسمت موزع و فشار خلاء بر متغیرهایی مانند شاخص نکاشت[۱] و چندکاشت[۲] مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت (Singh *et al*., 2005). نتایج این پژوهش نشان داد که بهترین عملکرد دستگاه در سرعت دورانی ۰/۴۲ متر بر ثانیه، قطر سوراخ ۲/۵ میلی‌متر و فشار خلاء ۲ کیلوپاسکال بدست می آید. برای کاشت بذر ذرت و کتان با استفاده از دقیق کار نیوماتیکی با موزع نوع صفحه دار، اثر دو متغیر مهم یعنی سرعت پیش‌روی با مقادیر ۴/۸، ۷/۲ و ۹/۷ کیلومتر بر ساعت و مقادیر نظیر برای سرعت دورانی موزع یعنی ۰/۱۶، ۰/۲۳ و ۰/۳۱ متر بر ثانیه بر عملکرد دقیق کار مورد بررسی قرار گرفت. در این بررسی آن‌ها نشان دادند که مقدار واریانس فاصله بذرها با بیش‌تر شدن مقادیر سرعت افزایش می‌یابد و کم‌ترین واریانس در کم‌ترین سرعت حاصل می‌شود (Moody *et al*, 2003). در ارزیابی اثر سه سرعت پیش-روی ۳/۶، ۵/۴ و ۷/۲ کیلومتر بر ساعت بر عملکرد کارنده نیوماتیکی کاشت دانه خربزه، هندوانه و خیار نتایج نشان داد که

1. Miss index
2. Multiple index

* نویسنده مسئول: h.bagherpour@basu.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

بیش‌ترین تغییرات در فاصله بذرها در سرعت ۷/۲ کیلومتر بر ساعت حاصل می‌شود و در سه سرعت پیش‌روی ذکر شده بالا اختلاف معنی‌داری در میانگین فاصله بذرها بدست آمد (Karayel and Ozmerzi, 2001).

در کاشت بذرهای شلغم با استفاده از کارنده خلائی نوع سیلندری از فشار مثبت برای انداختن بذرهای به داخل لوله سقوط استفاده شد. در این مطالعه، عملکرد ردیف‌کار و مقایسه دو روش تست آزمایشگاهی و تحلیل عددی با بررسی یک-نواختی فاصله بذرها انجام گرفت. مقدار نیروی وارد از حفره استوانه بر بذرها با استفاده از نرم افزار دینامیکی سیالات محاسباتی[1] (CFD) محاسبه گردید. در این پژوهش مقایسه زمان و فاصله افقی سقوط بذرها با استفاده از روش محاسباتی و هم‌چنین دوربین‌های فوق سریع انجام گرفت. نتایج نشان داد که بهینه ترین مقدار برای اختلاف فشار منفی مکش و مثبت سقوط و هم‌چنین زاویه سقوط بذرها به ترتیب در محدوده ۰ تا ۲ کیلوپاسکال و ۰ تا منفی ۱۰ درجه قرار دارد (Zhan *et al.*, 2010). مدل ریاضی ارتباط بین خصوصیات فیزیکی بذرها با مقدار فشار بهینه برای کاشت بذرهایی مانند ذرت، کتان، سویا، هندوانه، خربزه، خیار، چغندر قند و پیاز بدست آمد. مقدار حداکثر و حداقل فشار مورد نیاز برای کاشت چغندر قند و پیاز به ترتیب برابر با ۴ و ۱ kPa گزارش گردید. برای سایر بذرها نیز مقدار بهینه در محدوده ۴-۱ kPa گزارش گردید (Karayel *et al.*, 2004). با توسعه حسگرهای نوری توسط Lan *et al.*, 1999 و اندازه‌گیری فاصله زمانی سقوط بذرها امکان سنجش یکنواختی فاصله بذرها بررسی گردید. برای تشخیص سقوط بذرها از ۲۴ عدد ترانزیستور نوری استفاده گردید که به عنوان گیرنده نور عمل می‌کردند. از دیودهای ساطع کننده نور نیز به عنوان فرستنده استفاده شد. در مطالعه و پژوهشی مشابه که بر روی بذر چغندر قند انجام گرفته بود از متغیر توزیع یکنواختی فاصله بذرها به عنوان ضریب دقت دستگاه استفاده شده بود (Panning *et al.*, 2000). بیش‌تر شاخص هایی که برای بررسی عملکرد دقیق کار بکار برده می‌شود شامل انحراف از میانگین فاصله ردیف ها (Hollewell, 1992)، شاخص نکاشت و چندکاشت (Brooks and Church, 1987) می‌باشند. بررسی یکنواختی فاصله بذرها با استفاده از روش سطح پاسخ مورد ارزیابی قرار گرفت (Yazgi and Degirmencioglu, 2007). سرعت دورانی صفحه موزع، مقدار فشار خلاء و اندازه سوراخ حفره ها به عنوان متغیرهای اصلی در نظر گرفته شدند. مقدار بهینه فشار خلاء و قطر سوراخ ها برای دانه کتان به ترتیب ۵/۵ کیلوپاسکال و ۳ میلی‌متر بدست آمد.

مواد و روش‌ها

عدس مورد استفاده در این تحقیق از نوع رقم متداول و پاکوتاه سازگار با شرایط آب و هوایی دیم استان اردبیل و از روستای هل‌آباد با عرض جغرافیایی "۲۰ '۲۵ °۴۸ و طول "۱۶/۵ '۵۶ °۳۷ تهیه شد. با توجه به توصیه انجام گرفته شده برای کاشت ۲۰۰ بوته در هر متر مربع (Shabiri, 2015) و با در نظر گرفتن فاصله ۱۰ سانتی‌متری بین ردیف‌ها، فاصله بین بوته‌ها پنج سانتی‌متر در نظر گرفته شد. برای کاشت عدس قطر آن فاکتور مهمی برای تعیین قطر سوراخ سیلندر مکشی در نظر گرفته شد. از آنجائیکه قطر و متوسط دانه عدس در حدود شش میلی‌متر می‌باشد بنابراین برای جلوگیری از ورود دانه‌ها به داخل سیلندر، حداکثر قطر سوراخ‌ها ۷۰ درصد قطر متوسط دانه ها در نظر گرفته شد. بنابراین برای بررسی اثر قطر سوراخ بر عملکرد ردیف کار، سه اندازه تقریبی ۳۰، ۵۰ و ۷۰ درصد متوسط قطر دانه‌ها، برای سوراخ سیلندر مکشی در نظر گرفته شد. البته در مورد تعیین اندازه دقیق قطر سوراخ ها، مقیاس خاصی وجود نداشته و حالتی که امکان گیر کردن دانه در داخل حفره یا رد شدن از آن وجود نداشته باشد کافی است و در بسیاری از پژوهش‌ها آن را در محدوده نصف بعد متوسط دانه‌ها در نظر می‌گیرند (Singh *et al.*, 2005). خصوصیات ظاهری عدس که برای ۲۰۰ دانه بدست آمد در جدول (۱) نشان داده شده است و تعیین قطر سوراخ ها برا اساس این داده ها انجام گرفت. سایر مشخصات مهم فیزیکی مانند رطوبت (بر پایه تر)، چگالی و تخلخل نمونه عدس استفاده شده در این پژوهش به ترتیب برابر با ۸ درصد، ۷۹۶ کیلوگرم بر متر مکعب و ۴۱ درصد بدست آمد.

جدول۱. خصوصیات ظاهری دانه عدس

مشخصات ابعادی دانه	میانگین	بیشینه	کمینه	فاصله اطمینان ۹۵٪
قطر(mm)	۵/۸۷	۶/۲۴	۵/۱۷	۵/۸۷±۰/۳۱
ضخامت (mm)	۲/۴۲	۲/۸۶	۲/۰۸	۲/۴۲±۰/۲۱

کارنده مورد استفاده در این تحقیق از نوع نیوماتیکی با موزع سیلندری خلائی می‌باشد که بر خلاف نوع سیلندری فشاری، دانه‌ها توسط خلاء ایجاد شده در داخل محفظه سیلندر بر سطح بیرونی سیلندر چسبیده و با کمک صفحه نازک مماس بر محیط بیرونی سیلندر به داخل لوله سقوط، می‌افتند. در این

1. Computational fluid dynamics

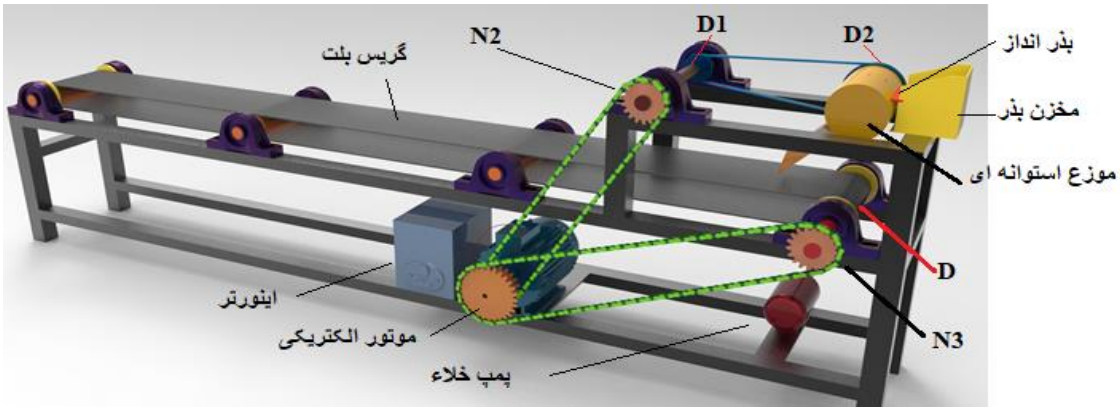
www.SID.ir

Archive of SID

پژوهش از لبه تیز شده پروفیل قوطی به ابعاد ۲×۲ cm به عنوان لوله سقوط استفاده گردید. همان‌طوری که در شکل (۱)نشان داده شده است سیلندر مکشی بر پولی نهایی متصل شده و پولی نیز توسط یک بلبرینگ بر روی لوله مکش ثابت سوار شده است. با توجه به ابعاد پولی میانی، سیلندر محرک نوار نقاله و چرخدنده ها، قطر پولی نهایی توسط رابطه ۱ تعیین گردید (Zhan et al, 2010).

$$S = \frac{N_2 D_2}{N_3 D_1} \frac{\pi D}{10\times\lambda} \quad \text{(رابطه ۱)}$$

که در این رابطه S فاصله اسمی بذرها (cm)، N_2 تعداد دندانه چرخدنده میانی، N_3 تعداد دندانه چرخدنده متصل به سیلندر محرک تسمه، D_1 قطر پولی میانی (mm)، D_2 قطر پولی نهایی (mm)، D قطر سیلندر محرک تسمه (mm) و λ نیز تعداد سوراخ های سیلندر مکشی و می باشند. در این پژوهش از آنجائیکه تسمه نقاله و سیلندر دورانی از یک منبع توان نیرو می‌گیرند بنابراین با افزایش سرعت تسمه نقاله، سرعت دورانی موزع نیز بیش‌تر می‌شود بنابراین فاصله اسمی بین بذرها در هر سرعت پیش‌روی یا سرعت تسمه نقاله ثابت می‌باشد.



شکل۱. موزع استوانه ای خلائی، مکانیزم محرک و قسمت‌های مختلف آن

اندازه‌گیری فشار داخل سیلندر با استفاده از خلاسنج عقربه‌ای[1] با دقت ۲ میلی بار و محدوده فشار ۰ تا۱۰۰ میلی بار اندازه‌گیری شد. برای ایجاد سرعتهای مختلف در تسمه نقاله از اینورتر (LG Industrial System Co., Korea, Starvert-iG5) متصل به موتور الکتریکی با قدرت ۴/۵ kW استفاده گردید. برای جلوگیری از پرش دانه‌ها از روی سطح تسمه، سطح آن با لایه ای ضخیم از گریس پوشانده شد.

در این آزمایش سه پارامتر فشار خلاء (۳۰، ۵۰ و ۸۰ میلی بار)، سرعت پیش‌روی تسمه (۲، ۴ و ۶ کیلومتر بر ساعت) و قطر سوراخ ها (۲، ۳و ۴ میلی متر) بر عملکرد کارنده مورد ارزیابی قرار گرفت و تمامی آزمایش‌ها به روش فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. برای بررسی شاخص‌ها و عملکرد کارنده فاصله ۳۰ بذر اندازه گیری و ثبت گردید. تحلیل آماری داده ها با استفاده از نرم افزار SPSS (SPSS Inc., Chicago, IL, Version16) و MATLAB (The Mathworks, Inc., Natick, MA, USA, Version 15) انجام گرفت.

شاخص‌های ارزیابی عملکرد کارنده

میانگین فاصله بذرها

این شاخص برای بررسی دقت دستگاه در کاشت بذرها در فاصله نزدیک به مقدار اسمی است. هر چه قدر این فاصله به مقدار اسمی نزدیک‌تر باشد نشانگر وضعیت مناسب بذرکار در کاشت بذرها است. این شاخص تنها زمانی می‌تواند نشانه خوبی از وضعیت دستگاه باشد که دو شاخص دیگر یعنی شاخص چندکاشت و نکاشت در محدوده پایینی قرار گیرد. (Singh *et al.*, 2005)

شاخص چندکاشت

شاخص چندکاشت نشانگر تحویل بیش از یک بذر در یک مکان می‌باشد و زمانی که فاصله بذرها کمتر از نصف فاصله اسمی بذرها باشد این فاصله در محاسبه شاخص چندکاشت لحاظ خواهد شد (Singh et al., 2005; Kachman and Smith, 1995). این شاخص از طریق رابطه (۲) زیر محاسبه می‌گردد.

$$I_{multi}\% = \frac{n}{N} \times 100 \quad \text{(رابطه ۲)}$$

در این رابطه I_{multi} نشانگر شاخص چندکاشت (%)، n تعداد فاصله های اندازه گیری شده کمتر از ۲/۵ سانتیمتر و N نیز تعداد کل فاصله های اندازه گیری شده است.

1. Instrumate, Slovenia

www.SID.ir

Archive of SID

شاخص نکاشت

این شاخص نشانگر درصدی از فاصله ها است که از ۱/۵ برابر فاصله اسمی بین بذرها تجاوز کند (Bakhtiari and Loghavi, 2010). مقدار این شاخص از رابطه (۳) زیر محاسبه می گردد.

$$I_{miss}\% = \frac{m}{N} \times 100 \quad \text{(رابطه ۳)}$$

در این رابطه I_{miss} شاخص نکاشت (٪)، m تعداد فاصله‌های بیش‌تر از ۱/۵ برابر فاصله اسمی و N نیز تعداد کل فاصله‌های اندازه گیری شده است.

نتایج و بحث

اثر عوامل اصلی بر متوسط فاصله بذرها

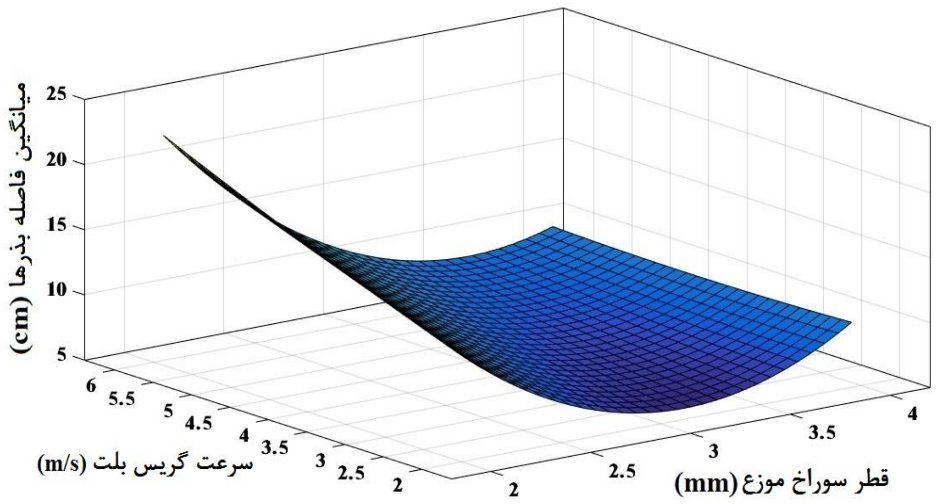
در بررسی اثر عوامل اصلی فشار خلاء، قطر سوراخ‌ها و سرعت کاشت بر میانگین فاصله بذرها، نتایج نشان داد که در سطح آماری یک‌درصد اثر این عوامل بر میانگین فاصله بذرها معنیدار می باشد (جدول ۲). در اکثر تحقیقات انجام گرفته در مورد کارنده‌هایی مانند کارنده نیوماتیکی با موزع صفحه عمودی برای کاشت بذر کتان (Singh *et al.*, 2005) و موزع سیلندری با فشار تفاضلی مثبت برای کاشت بذر شلغم (Zhan *et al.*, 2010) ، نتایج نشان می‌دهد که فاکتورهای فشار، و قطر سوراخ، اثر معنی داری بر متوسط فاصله بذرها و شاخص های نکاشت و چندکاشت دارند.

با برازش منحنی، نتایج نشان داد که مدل درجه دو دارای بهترین برازش بر داده ها بوده و می توان به وسیله آن تخمین مناسبی از عملکرد موزع در نقاط مختلف کاری بدست آورد. نتایج حاصل از شکل (۲) نشان می دهد که متوسط فاصله بذرها با کاهش سرعت خطی تسمه نقاله کمتر شده و نزدیکترین فاصله متوسط بذرها به مقدار اسمی ۵ سانتی‌متر در محدوده قطر سوراخ ۲/۵ تا ۳/۵میلی‌متر حاصل می‌شود.

جدول۲. تحلیل واریانس عوامل موثر بر شاخص های عملکردی موزع نیوماتیکی نوع سیلندری

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	شاخص نکاشت	شاخص چندکاشت
قطر سوراخ (D)	۲	۱۸۹۳۸/۶۸۸**	۸۳۸۱/۲۸۴**	۱۶۳۱/۷۲۷**
فشار خلاء (P)	۲	۱۸۰۱/۵۴۵**	۲۸۲۸/۲۴۹**	۴۷۲/۴۹۵**
سرعت (S)	۲	۶۴۲۰/۰۱۰**	۱۷۶۸/۵۶۰**	۵۶/۵۱۶**
D*P	۴	۸۲۲/۳۸۹**	۵۵۷/۳۴۸**	۷۸/۳۷۰**
D*S	۴	۴۰۷۸/۳۹۴**	۴۵۷/۴۱۱**	۱۵/۱۷۸**
S*P	۴	۴۳۹/۶۸۴**	۵۳/۷۳۵**	۱۵/۹۶۲**
D*P*S	۸	۳۳۵/۷۶۸*	۳۶/۲۵۶*	۸/۱۲۶*
Cv %		۰/۷۲	۰/۷۹	۰/۶۵

** معنی دار بودن در سطح ۱٪ ، * معنی دار بودن در سطح ۵٪

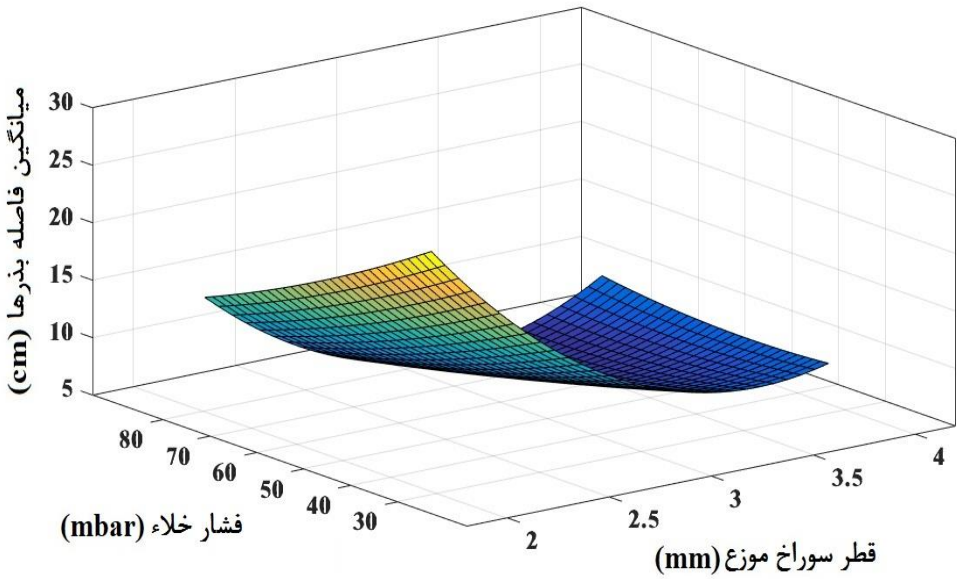


شکل۲. اثر تغییرات سرعت تسمه و قطر سوراخ بر مقدار متوسط فاصله بین بذرها

www.SID.ir

Archive of SID

در ارزیابی اثر قطر سوراخ و فشار خلاء بر مقدار متوسط فاصله بذرها، نتایج حاصل از شکل (۳) نشان می‌دهد که فاصله متوسط بذرها با افزایش فشار خلاء کمتر شده و همانند تحلیل قبلی، این مقدار در قطر ۳ میلی‌متر دارای کم‌ترین مقدار می‌باشد. دلیل افزایش فاصله متوسط بین بذرها در سرعت بالا به این دلیل است که سوراخ ها زمان کافی برای گرفتن بذرها را ندارند و هم‌چنین در بررسی اثر اندازه قطر بر این شاخص می‌توان چنین استنباط کرد که در قطرهای کوچکتر، تعداد از دست رفتن بذرها و یا شاخص نکاشت بیش‌تر شده و در سوراخ های با قطر زیاد نیز این امکان وجود دارد که فشار خلاء به دلیل قطر زیاد سوراخ ها کمتر شده و در نتیجه مکش کافی برای گرفتن بذرها و استقرار آن‌ها وجود نداشته باشد. نتایج حاصل از این تحقیق با نتایج Singh *et al.* (2005) که بر روی بذر کتان کار کرده بودند هم‌خوانی دارد.



شکل۳. اثر تغییرات فشار خلاء و قطر سوراخ بر مقدار متوسط فاصله بین بذرها

با مقایسه مدل های خطی و غیر خطی (رابطه‌های ۴، ۵، ۷ و ۸) حاصل از اثر قطر- سرعت و قطر – فشار بر مقدار میانگین فاصله بذرها، مدل‌های غیرخطی توانایی بالاتری نسبت به مدل خطی از خود نشان دادند. بنابراین در بررسی اثر متقابل این عامل‌ها انتخاب مدل‌های غیرخطی می‌تواند تخمین مناسبی از میانگین فاصله بذرها نشان دهد. اما در بررسی اثر سرعت و فشار بر مقدار متوسط فاصله بذرها، مدل خطی نسبت به مدل غیرخطی داری ضریب برازش بیشتر و خطای کمتری است. در نتیجه در بررسی اثر متقابل این دو عامل انتخاب مدل خطی مناسب‌تر می باشد. مدل‌های غیر خطی حاصل از روابط ۷و ۸ نشان می‌دهند که هر چند هر دو عامل قطر سوراخ، سرعت و فشار بر متوسط فاصله بذرها (S_{mean}) تاثیر گذار هستند ولی اثر قطر نسبت به دو پارامتر دیگر تاثیر بیش‌تری بر مقدار متوسط فاصله ها دارد. از طرفی نتیجه مدل‌های ۶ و ۹ نشان می‌دهد که هر دو متغیر فشار و سرعت تاثیر تقریباً یکسانی بر مقدار متوسط فاصله بذرها دارند

لازم به ذکر است که قبل از بدست آورن این معادلات، ابتدا متغیرهای قطر با متوسط ۳ mm و انحراف استاندارد ۰/۸۲، سرعت با متوسط ۴ km/h و انحراف استاندارد ۱/۶۲ و هم‌چنین فشار با متوسط ۵۳/۳۳ mbar و انحراف استاندارد ۲۰/۶۸ نرمال گردیدند.

$$Smean = 10.14 - 1.93d + 0.89v$$ (رابطه ۴)

(R2= 0.85, RMSE=3.18)

$$Smean = 9.86 - 1.61d - 0.61p$$ (رابطه ۵)

(R2= 0.75, RMSE=3.78)

$$Smean = 8.62 - 0.41p + 0.38v$$ (رابطه ۶)

(R2= 0.83, RMSE=3.11)

(رابطه ۷)

$$Smean = 8.04 - 4.24d + 1.92v + 3.76d^2 - 1.60dv + 0.47v^2$$

(R2= 0.93, RMSE=1.23)

(رابطه ۸)

$$Smean = 7.60 - 4.70d - 2.18p + 4.38d^2 + 1.97dp + 0.42p^2$$

(R2= 0.81, RMSE=1.08)

(رابطه ۹)

$$Smean = 8.01 - 0.53p + 0.46v + 0.26p^2 - 0.52pv + 0.25v^2$$

(R2= 0.74, RMSE=3.23)

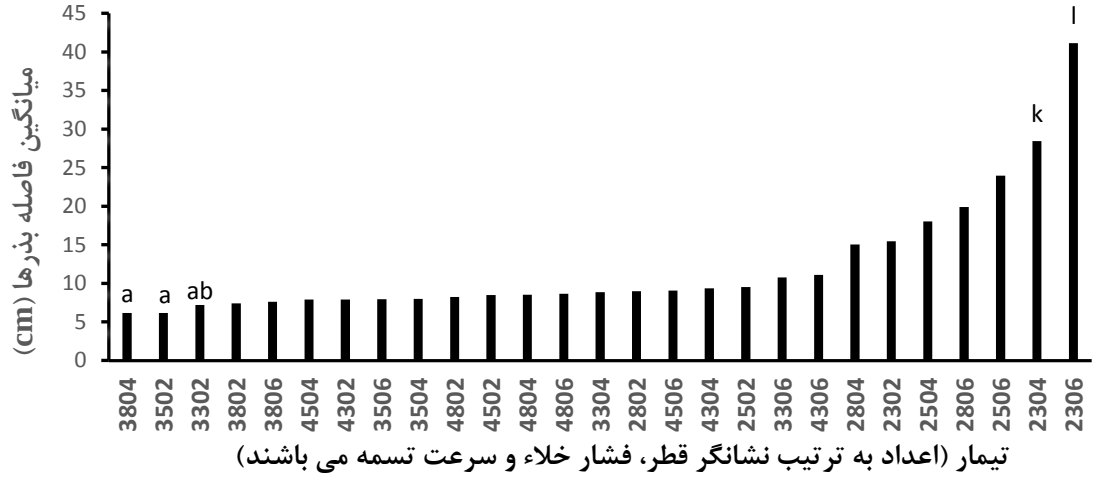
در روابط بالا، متغیر d قطر سوراخ موزع استوانه‌ای (mm)،

www.SID.ir

Archive of SID

v سرعت تسمه یا سرعت پیشروی ماشین (km/h) و p نیز فشار خلاء داخل موزع استوانه‌ای (mbar) می باشند.

در بررسی اثر متقابل سرعت، فشار و قطر بر مقدار متوسط فاصله بذرها (شکل ۴)، کم‌ترین فاصله متوسط بذرها با مقادیر ۶/۱۵ سانتی متر، در قطر ۳ میلی متر، فشار ۸۰ میلی بار و سرعت ۴ متر بر ثانیه بدست آمد. هر چند بین ۸ تیمار اول اختلاف آماری معنی داری وجود ندارد ولی با توجه به نوع متغیرها، می توان نتیجه گرفت که برای نزدیک شدن به فاصله اسمی بین بذرها، لازم است بین متغیرها یک همخوانی مناسبی وجود داشته باشد. به این ترتیب که اگر قرار باشد فشار کمتر استفاده شود لازم است سرعت کمتر شده و یا قطر سوراخ ها بیش‌تر شود. هم‌چنین در حالت سرعت بالا تنها می توان از دو فشار ۵۰ و ۸۰ میلی بار استفاده کرد. این نتایج نشان می‌دهد که بیش‌ترین فاصله متوسط بذرها در قطرسوراخ ۲ میلی متر بدست می‌آید و اختلاف معنی داری با قطرهای ۳ و ۴ میلی متری دارد. در شکل (۳)اعداد سه رقمی ذکر شده به عنوان تیمار، به ترتیب رقم اول نشان دهنده قطر سوراخ(mm)، دو رقم دوم نشان دهنده فشار خلاء (mbar)، و یک رقم آخر نیز نشانگر سرعت تسمه نقاله (km/h) می‌باشند.



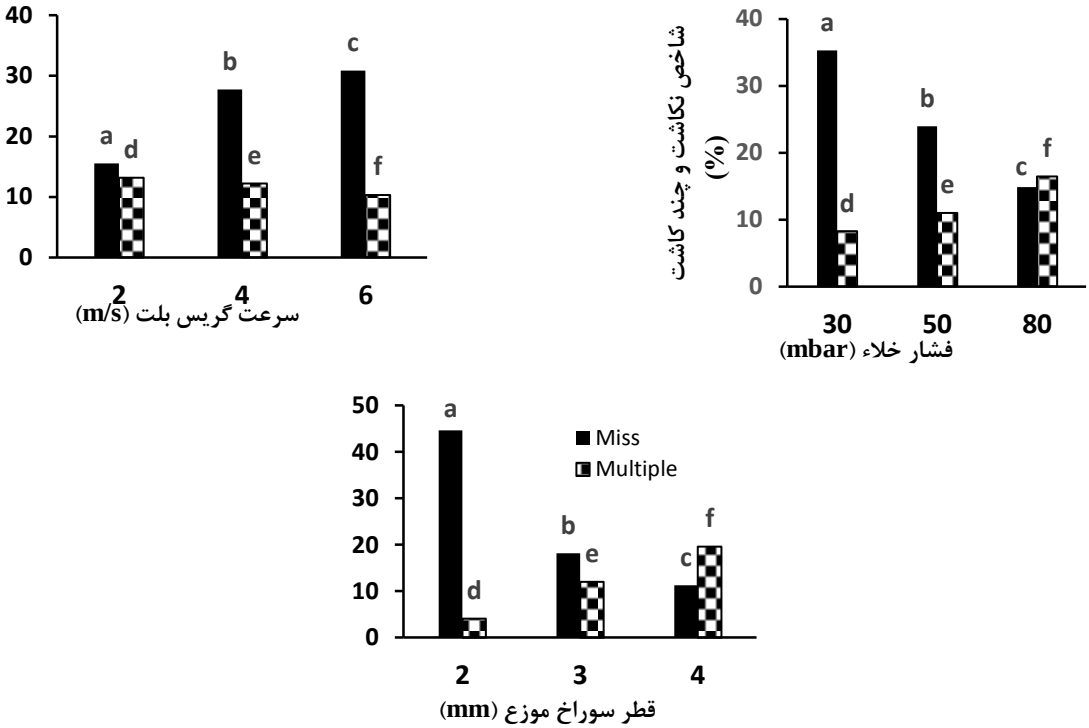
شکل۴. بررسی اثر متقابل قطرسوراخ، فشار خلاء و سرعت تسمه بر مقدار متوسط میانگین بذرها

بررسی اثر متغیرهای اصلی بر شاخص های نکاشت و شاخص چندکاشت

در بررسی اثر متغیرهای قطر سوراخ، فشار خلاء و سرعت تسمه بر مقدار شاخص های چندکاشت و نکاشت بذر، نتایج(شکل ۵) نشان داد که برای هر کدام از این شاخص‌ها، اختلاف معنی داری در سطوح مختلف متغیرها وجود دارد. در بررسی اثر فشار خلاء، به ترتیب کم‌ترین و بیش‌ترین مقدار شاخص نکاشت و چندکاشت در فشار ۸۰ میلی بار بدست آمد. در این فشار به دلیل ایجاد خلاء زیاد امکان گیرایی سوراخ ها زیاد شده و در نتیجه شاخص چندکاشت بیش‌تر و نکاشت کمتر می‌گردد. در فشار خلاء ۳۰ میلی بار به دلیل فشار کمتر امکان گیرایی کمتر شده و درنتیجه شاخص ازدست رفتگی بیش‌تر و شاخص چندکاشت کمتر می‌گردد. در بررسی اثر سرعت، به دلیل اینکه سوراخ‌ها زمان بیش‌تری در داخل مخزن بذر می مانند بنابراین کم‌ترین مقدار شاخص ازدست رفتگی در سرعت ۲ متر بر ثانیه بدست آمد. از طرفی کم‌ترین مقدار شاخص چندکاشت نیز در سرعت ۶ متر بر ثانیه حاصل شد. در ارزیابی اثر قطر سوراخ، اختلاف قابل توجهی بین قطرهای ۳ و ۴ میلی متر با قطر ۲ میلی متر دیده می‌شود. در قطر ۲ میلی متر به دلیل کاهش قابل توجه سطح گیرایی، نیروی گیرایی کمتر شده و در نتیجه امکان افتادن محصول در زمان چرخش موزع و یا عدم گرفتن آن بیش‌تر می گردد. در ارزیابی شاخص نکاشت، نتایج این پژوهش با نتایج Amiriyan *et al*. (2017) که در تحقیق خود عملکرد سیلندر فشاری را مورد مطالعه قرار داده بودند، مطابقت دارد ولی در مورد شاخص چندکاشت در سرعت های بالاتر، نتایج این دو پژوهش با هم فرق دارند. که دلیل این اختلاف می‌تواند ناشی از شکل دهنه لوله سقوط و هم‌چنین جریان بذر در زمان افتادن بذر به درون لوله سقوط باشد. در این پژوهش چون از خلاء استفاده شده است بنابراین در زمان سقوط تنها نیروی ثقل باعث افتادن بذر به دخل لوله سقوط شده و در نتیجه نابرابری زمان سقوط به دلیل برخورد بذرها با دهنه لوله سقوط و جهش آن‌ها به حداقل می‌رسد.

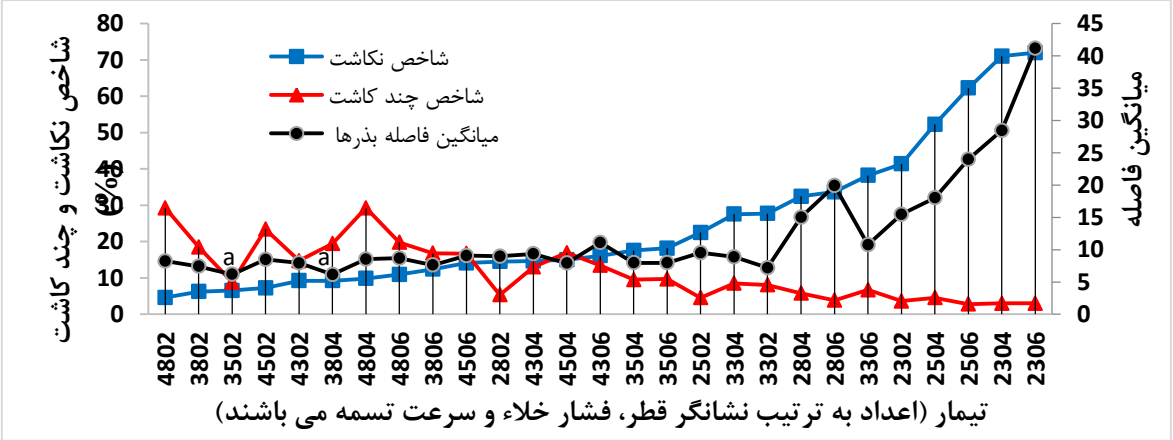
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵. بررسی اثر متغیرهای سرعت تسمه، فشار خلاء و قطر سوراخ بذر بر مقدار شاخص های نکاشت و چندکاشت

در بررسی اثر متقابل سه گانه سرعت تسمه، قطر سوراخ و فشار خلاء، نتایج نشان داد که مقدار بهینه متغیرهای فاصله متوسط بذرها، و کمترین مقدار شاخص نکاشت و شاخص چندکاشت در قطر سوراخ ۳ میلی متر، فشار ۵۰ میلی بار و سرعت خطی ۲ کیلو متر بر ساعت بدست می‌آید. هم‌چنان که شکل (۶)نشان می دهد، کم‌ترین مقدار متوسط فاصله بذرها با مقدارهای ۶/۱۸ و ۶/۱۵ سانتی متر به ترتیب در تیمارهای ۲-۵۰-۳ و ۴-۸۰-۳ حاصل گردید و از آنجائیکه اختلاف معنی داری بین آن‌ها نیست پس از نظر آماری این میانگین با هم مساوی هستند. ولی با مقایسه مقادیر مربوط به شاخص چندکاشت و شاخص نکاشت، اختلاف آماری معنی داری بین میانگین‌های مقادیری نکاشت و چند کاشت در این دو تیمار وجود دارد. بنابراین از بین دو تیمار ذکر شده بالا، تیمار ۲-۵۰-۳ انتخاب مناسبی برای شرایط کاری دستگاه می‌باشد. مقادیر شاخص نکاشت به ترتیب برای تیمارهای ۲-۵۰-۳ و ۴-۸۰-۳ برابر با ۶/۵۵٪ و ۹/۲۳٪ و شاخص چندکاشت نیز به ترتیب برای همین تیمارها برابر با ۸/۸۲٪ و ۱۹/۴۴٪ بدست آمد. یکی از مهمترین دلایل تاثیر گذار بر عملکرد موزع در سرعت‌های بالا این است که سوراخ‌ها زمان کافی برای گیرایی بذرها را نداشته و در نتیجه مقدار شاخص نکاشت بیش‌تر می‌گردد.



شکل ۶. تغییرات سه متغیر فاصله متوسط بذرها، شاخص نکاشت و چندکاشت در تیمارهای مختلف

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه گیری

طراحی و ساخت هر نوع ردیف‌کاری نیازمند طراحی و ارزیابی آزمایشگاهی اولیه است. ردیف کار نیوماتیکی نوع سیلندری از جمله ردیف‌کارهایی است که به دلیل ساخت و بکارگیری آسان و کم هزینه، می‌تواند برای کشاورزی ایران که دارای زمین‌های کوچکتری است، مورد مناسبی باشد. نتایج تحقیق نشان داد که هر سه پارامتر فشار خلاء، قطر سوراخ موزع استوانه‌ای و سرعت دورانی موزع یا سرعت پیش‌روی و هم چنین اثر متقابل آن‌ها تاثیر معنی داری بر عملکرد موزع سیلندری دارند. تحلیل نتایج نشان داد که قطر سوراخ بذر در مقایسه با سرعت موزع و فشار خلا تاثیر بیش‌تری بر متوسط فاصله بذرها دارند. به طوریکه در قطر سوراخ ۲ میلی‌متر به دلیل سطح کم و نیروی کششی کمتر، اختلاف قابل توجهی در متوسط فاصله بذرها نسبت به قطرهای ۳ و ۴ میلیمتر حاصل شد. در سرعت‌های بالاتر به دلیل نبود فرصت کافی، گیرایی بذرها کم شده و شاخص نکاشت بیش‌تر می‌گردد هم‌چنین در فشار خلاء کم عامل فشار باعث افزایش درصد شاخص نکاشت گردید. در فشارهای بالاتر هر چند متوسط فاصله بذرها و شاخص ازدست رفتگی کمتر گردید ولی عامل افزایش شاخص چندکاشت مانع از بکارگیری فشارهای بالاتر می گردد. با بررسی اثر متقابل هر سه پارامتر بر شاخص‌های عملکردی، نتایج نشان داد که بهترین حالت کاری دستگاه در سرعت پیش‌روی کم ۲ km/h، فشار متوسط ۵۰ mbar و قطر متوسط ۳ mm برای سوراخ بذرها، بدست می‌آید.

REFERENCES

Amiriyan, A., Rezaei, A.A., & Esmailzadeh, E. (2017). Fabrication and evaluation of pressurized metering drum performance (equipped with a mechanical separator) by grease belt. *Iranian Journal of Biosystem Engineering*, 48(3), 271-278. (In Farsi)

Bakhtiari, M.R., & Loghavi, M. (2010). Development and evaluation of an innovative garlic clove precision planter. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 11(2),125-136.

Brooks, D., & Church, B. (1987). Drill performance assessment: a changed approach. *British Sugar Beet Review*, 55(4), 50–51.

Hollewell, W (1992). Drill performance assessments. *British Sugar Beet Review*, 50(3), 13–15.

Karayel, D., Barut, Z.B., & Özmerzi, A. (2004). Mathematical modelling of vacuum pressure on a precision seeder. *Biosystems Engineering*, 87(4), 437-444.

Karayel, D., & Ozmerzi, A. (2001). Effect of forward speed and seed spacing uniformity on a precision vacuum metering unit for melon and cucumber seed. *Journal of Faculty of Agriculture*, 14(2), 63–67.

Kachman, S. D., & Smith, J. A. (1995). Alternate measures of accuracy in plant spacing for planters using single seed metering. *Transactions of the ASAE*, 38(2), 379–387.

Lan, Y., Kocher, M. F., & Smith, J. A. (1999). Opto-electronic sensor system for laboratory measurement of planter seed spacing with small seeds. *Journal of agricultural engineering research*, 72(2), 119-127.

Moody, F. H., Hancock, J. H., & Wilkerson, J. B. (2003). Evaluating planter performance-cotton seed placement accuracy. ASAE Paper No. 03 1146; St Joseph; Michigan; USA.

Panning J W; Kocher M F; Smith J A; Kachman S D (2000). Laboratory and field testing of seed spacing uniformity for sugarbeet planters. *Applied Engineering in Agriculture*,16(1), 7–13.

Sauder, G. A., Dill, K. R., Dunlap, D. L., Sauder, K. P., Sauder, D. A., & Zobrist, J. E. (2003). *U.S. Patent No. 6,516,733*. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.

Shabiri, S.S. 1394. Technical guidance for planting, production and management of lentil seed. Agriculture and Natural Resources Research and Education Center of Zanjan. Retrieved September, 10, 2017, from http://www.agrilib.ir/book_382.html. (In Farsi)

Singh, R.C., Singh, G., & Saraswat, D.C, (2005). Optimisation of design and operational parameters of a pneumatic seed metering device for planting cottonseed. *Biosystems Engineering*, 92(4), 429-38.

Yazgi, A., & Degirmencioglu, A. (2007). Optimisation of the seed spacing uniformity performance of a vacuum-type precision seeder using response surface methodology. *Biosystems engineering*, 97(3), 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