دومین همایش ملی
مکانیزاسیون و فناوری‌های نوین در کشاورزی

همایش ملی مکانیزاسیون و فناوری های نوین در کشاورزی
اردیبهشت ۱۳۹۵

گواهی شرکت در همایش

بدینوسیله گواهی می نماید، مقاله با عنوان:

پایش لحظه- ای پارامترهای عملکردی کارنده نیوماتیکی و مدلسازی یکنواختی کاشت با کمک پردازش تصویر

ارائه شده توسط: **زهرا عبداله زارع-محمد امین آسودار-نواب کاظمی-مجید رهنما-سامان آبدانان مهدی زاده**

مورد پذیرش هیات داوران و کمیته علمی **دومین همایش ملی مکانیزاسیون و فناوری‌های نوین در کشاورزی** قرار گرفته و در تاریخ ۲۲ و ۲۳ اردیبهشت ماه ۱۳۹۵ به صورت **سخنرانی** ارائه گردید. موفقیت روز افزون محققین گرامی را در عرصه‌های دانش و پژوهش از درگاه احدیت مسئلت می‌نماییم.

مهندس عباس کشاورز
رئیس همایش و معاون وزیر جهاد کشاورزی در امور زراعت

دکتر محمد امین آسودار
دبیر علمی همایش و استاد دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

مهندس محمود شیرانی
رئیس سازمان همایش‌های مؤسسه عالی سیمای دانش

همایش ملی مکانیزاسیون و فناوری های نوین در کشاورزی
۱۳۹۵ اردیبهشت

دبیرخانه دائمی: تهران - میدان ولیعصر- کوچه نصر- پلاک ۱۵ واحد سه.
نمابر: ۸۹۷۸۹۳۰۲-۰۲۱
Email: info@simadanesh.com

دبیرخانه همایش: اهواز- ملاثانی -دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان.
نمابر: ۳۶۵۲۴۴۲۷-۰۶۱
www.ramin.ac.ir

پایش لحظه‌ای پارامترهای عملکردی کارنده نیوماتیکی و مدلسازی یکنواختی کاشت با کمک پردازش تصویر

زهرا عبدلله زارع[1*]، محمدامین آسودار[2]، نواب کاظمی[3]، مجید رهنما[4] و سامان آبدانان مهدی‌زاده[4]

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد دانشکده مهندسی زراعی و عمران روستایی، گروه ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

۲. استادیار گروه مکانیک بیوسیستم، دانشکده مهندسی زراعی و عمران روستایی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

۳. استادیار گروه ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون، دانشکده مهندسی زراعی و عمران روستایی، ، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

zarezahra2013@gmail.com

چکیده

با توجه به اهمیت یکنواختی کاشت در عملکرد محصول، در این مطالعه روش آزمون آزمایشگاهی ارائه گردید که قابل اجرا در مزرعه نیز باشد. بنابراین عملکرد کارنده نیوماتیکی تحت شرایط آزمایشگاهی برای بذور ذرت، کرچک، باقلا، سورگوم، چغندرقند، هندوانه و خیار مورد بررسی قرار گرفت. اثر سرعت عملیاتی و مکش بر یکنواختی فاصله کاشت از طریق شاخص کیفیت تغذیه، دقت فاصله کاشت (ضریب تغییرات)، شاخص نکاشت و شاخص چندگانه توصیف شد. مناسب‌ترین میزان مکش برای بذور ذرت، کرچک، سورگوم و چغندرقند تحت سرعت سطح اول و مکش ۴ کیلوپاسکال، برای بذر هندوانه در سطح دوم سرعت و مکش ۴/۵ کیلوپاسکال و بذر خیار در سرعت سطح اول و مکش ۴/۵ کیلوپاسکال بدست آمد. به منظور ارتباط بین دو پارامتر عملیاتی سرعت پیشروی و مکش بر خصوصیات فیزیکی بذور دو مدل ارائه شد. مدل اول ارتباط بین میزان مکش با خصوصیات فیزیکی هفت بذر ذرت، کرچک، خیار، هندوانه، سورگوم، چغندرقند و باقلا را در سرعت محدوده ۳ تا ۴/۵ کیلومتر بر ساعت بیان کرده بطوریکه برای این مدل ضریب تعیین ۰/۹۴ و کای اسکوئر و خطای مربعات میانگین ریشه به ترتیب برابر با $۶/۷\times ۱۰^{-۲}$ و $۸/۲\times ۱۰^{-۲}$ بدست آمد و مدل دوم نیز همین رابطه را در سرعت محدوده ۶ تا ۸/۵ کیلومتر بر ساعت بیان کرده است بطوریکه برای این مدل ضریب تعیین ۰/۹۶ و کای اسکوئر و خطای مربعات میانگین ریشه به ترتیب برابر با $۵/۶\times ۱۰^{-۲}$ و $۵/۷\times ۱۰^{-۲}$ بدست آمد.

کلمات کلیدی: سرعت پیشروی، مکش، مدل ریاضی، خصوصیات فیزیکی بذور، پایش لحظه‌ای

مقدمه

در کشاورزی حاضر ماشین‌های کاشت از بین ماشین‌های که باعث افزایش عملکرد می‌شوند، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. از این رو ارزیابی این ماشین حائز اهمیت می‌باشد به خصوص از دو جنبه یکنواختی فاصله کاشت و عمق کاشت. فاصله کاشت بذر توسط کارنده اغلب به نوع ماشین‌های کاشت، شرایط آب و هوایی کارنده ردیفی یا خطی‌کار وابسته می‌باشد (برناکی[1] و همکاران، ۱۹۷۲). به طور کلی عدم یکنواختی فاصله بذر مربوط به روش و نحوه رهایی بذر به شیار و سرعت حرکت کارنده می‌باشد (فورنستروم و میلر[2]، ۱۹۸۹).

با توجه به نوع موزع کارنده، روش رهایی بذر متفاوت می‌باشد، بطوریکه در دقیق‌کارها نوع موزع‌های نیوماتیکی

1 - Bernacki
2 - Fornstrom and Miller

(صفحه عمودی)، علاوه بر احتمال آسیب دیدگی بذور توسط موزع این کارنده‌ها، مشکلات دیگری مانند نکاشت بذر و کاشت چند بذر با هم کاهش یافته است.

این کارنده‌ها را می‌توان برای بذور مختلف با ابعاد و شکل‌های متفاوت به کار برد که در اینصورت بایستی میزان وزن تنظیم شود. پس علاوه بر دو پارامتر عملکردی سرعت و مکانیسم موزع، بررسی خصوصیات فیزیکی بذر از جمله چگالی حجمی، چگالی بذر، قطر میانگین هندسی، وزن هزاردانه، کرویت و ابعاد بذر که از عوامل مهم در تعیین فشار مکش بهینه نیز بر یکنواختی فاصله کاشت لازم و ضروری می‌باشد (عفیفی[1] و همکاران، ۲۰۰۹؛ بوزدوگان[2]، ۲۰۰۸؛ اگزوان[3] و همکاران، ۲۰۱۰).

کارایل[4] و همکاران (۲۰۰۴) مدل تخمین میزان مکش بهینه یک کارنده نیوماتیکی را با استفاده از خصوصیات فیزیکی بذور شامل وزن هزاردانه، مساحت بذر و چگالی بذر توسعه دادند. جهت صحت مدل ارائه شده، میزان مکش مورد نیاز کارنده با کای اسکوئر $۲/۵۱\times۱۰^{-۳}$، خطای مربعات میانگین ریشه $۲/۷۴\times۱۰^{-۲}$ و کارایی مدل ۰/۹۹ توصیف شد. مناسب‌ترین مقادیر عملکردی کارنده دقیق برای بذور ذرت، پنبه، سویا، هندوانه، خربزه، خیار، چغندرقند و پیاز به وسیله مدل پیش بینی شدند. جهت ارزیابی فاصله بذور کشت شده، کارایل و همکاران (۲۰۰۶) یک سیستم دوربین سرعت بالا را با مبنای تسمه روغنی برای ارزیای و همچنین تعیین سرعت سقوط بذر استفاده نمودند. برای بدست آوردن دقت قابل قبول در تشخیص بذور، دوربین سرعت بالا مورد استفاده را در سرعت فیلم برداری ۷۵۰ فریم بر ثانیه تنظیم نمودند. آن‌ها بیان کردند که دوربین سرعت بالا به خوبی آزمون تسمه روغنی در تعیین یکنواختی کاشت کار می‌کند و علاوه بر آن سرعت سقوط بذر نیز به وسیله آن قابل تعیین است.

همچنین این سیستم هیچ بذری را از دست نمی‌دهد و به راحتی سقوط چندتایی را نشان می‌دهد.

هدف کلی مطالعه حاضر ارائه متدولوژی است که قابل کاربرد برای شرایط آزمایشگاهی بوده و بدون هیچ تغییری بتوان در شرایط مزرعه‌ای مورد استفاده قرار داد. همچنین مدلی برای بهینه‌سازی مهم‌ترین پارامترهای عملیاتی مؤثر بر عملکرد موزع نیوماتیکی در شرایط آزمایشگاهی توسعه داده شد.

مواد و روش‌ها

برای اجرای کلیه آزمایشات مزرعه‌ای و کارگاهی از ردیف‌کار بادی مدل یونیسم[5] استفاده گردید. جهت راه‌اندازی ردیفکار از یک تراکتور مسی فرگوسن ۳۹۹ مجهز به انواع حسگرهای اندازه‌گیری لحظه‌ای پارامترهای عملکردی تراکتور–ادوات هم‌چون دور موتور، درصد بکسواد کلیه چرخ‌ها، سرعت پیشروی واقعی، نیروی کششی و مصرف سوخت استفاده شد. همچنین داده‌های مربوط به کلیه این پارامترها از طریق یک سامانه جمع آوری داده[6] دریافت و به صورت بی‌سیم[7] بر روی لپ‌تاپ کاربر قابل نمایش و ذخیره‌سازی بود. در همین راستا یک دستگاه شفت انکودر مدل S48-8-0360ZT(TK1) روی محور چرخ محرک صفحات موزع نصب و به سامانه جمع‌آوری داده‌ها متصل گردید. برای اندازه‌گیری دقیق فشار منفی دستگاه که یکی از فاکتورهای مهم در این تحقیق است، فشارسنج آنالوگ موجود را برداشته و به جای آن یک دستگاه ترنسمیتر[8] مکش مدل BT 10-210 با دقت منفی هزار میلی‌بار را قرار داده و هم‌چون شفت انکودر به سامانه جمع‌آوری داده‌ها تراکتور متصل گردید، هم‌چنین برای نظارت و ثبت کامل رفتار بذور از تکنیک فیلم‌برداری به‌جای حسگر استفاده شد. برای این کار از یک دوربین فیلم‌برداری با سرعت ۳۲۰ فرم در هر ثانیه و قدرت تشخیص ۲۴۰×۳۲۰

1 -Afify
2 - Bozdogan
3 - Xiaoyan
4 - Karayel

7 - Unissem
1 - Data Acquisition System
2- Wireless
3 - Vacuum Transmitter

پیکسل[1] استفاده گردید. ابتدا یک قاب فلزی را آماده و توسط دو بازوی تسمه‌ای شکل به موازات شاسی ردیفکار جهت قرار گرفتن دوربین به انتهای شیار بازکن متصل گردید و با نصب چند لامپ ال ای دی شرایط روشنایی برای کیفیت بهتر فیلم‌برداری به‌ویژه در مزرعه نیز تأمین گردید. سپس ابعاد بذر، سطح اشغال شده توسط بذر و رفتار سقوط بذر با استفاده از پردازش تصویر تعیین شد.

پردازش تصویر

فیلم‌های با فرمت AVI به رشته‌ای از فایل‌های JPEG در فریم‌ها از هم تفکیک شدند. تصاویر رنگی به طور خودکار به شئ موردنظر (بذر) و و پس‌زمینه (بخش‌های دیگر موجود در تصویر) با استفاده از الگوریتم‌های زیر تقسیم شدند:

$$I_{new}=\begin{cases}1 & if \quad 50<r_{x,y}<60 \;\&\; 30<g_{x,y}<50 \;\&\; 35<b_{x,y}<45\\ 0 & elsewhere\end{cases}$$

که r، g و b کانال‌های قرمز، سبز و آبی تصویر ۸ بیتی هستند و x و y به عنوان عملگرهای مختصات دکارتی تصویر قدیمی و تصویر جدید با بذور تفکیک شده می‌باشند. این تصویر تفکیکی شده یک تصویر باینری (دودویی) است که صفر (سیاه) و ۱ (سفید) به ترتیب به معنای پس‌زمینه و بذر می‌باشد.

پارامترهای عملکردی مورد بررسی برای کارنده

جهت بهینه‌سازی مهم‌ترین پارامترهای عملیاتی (سرعت پیشروی و مکش) با استفاده از خصوصیات فیزیکی بذور (قطر میانگین هندسی، چگالی بذر، کرویت، سطح اشغال شده بوسیله بذر و وزن هزار دانه) و پارامترهای عملکردی کارنده نیوماتیکی (مکش و سرعت پیشروی) دو مدل ریاضی توسعه داده شد. بنابراین آزمایش‌ها با دو دامنه سرعت ۳ تا ۴/۵ کیلومتر بر ساعت و ۶ تا ۸/۵ کیلومتر بر ساعت و ۴ سطح مکش ۲، ۳، ۴ و ۵ کیلوپاسکال برای بذور چغندرقند و سورگوم؛ ۲/۵، ۳/۵، ۴/۵ و ۵/۵ کیپاسکال برای بذور خیار و هندوانه؛ ۳، ۴، ۵ و ۶ کیلوپاسکال برای بذور ذرت و کرچک و ۱۰، ۱۱، ۱۲ و ۱۳ کیلوپاسکال برای بذر باقلا بر اساس طرح آزمایشی فاکتوریل سه عامله انجام شد. طول بذر، عرض، ضخامت و مساحت ناحیه اشغال شده توسط بذر همه با استفاده از دوربین دیجیتال (فوجی اف ۶۶۰)[2] و پردازش تصویر تعیین شدند (دورسوم[3]، ۲۰۰۱؛ ساهو و اسریواستاوا[4]، ۲۰۰۲). کرویت و قطر میانگین هندسی با استفاده از روابط (۱) و (۲) برآورد شدند:

$$\bar{\phi}=\frac{(LWT)^{1/3}}{L} \qquad (۱)$$

$$D_g=(LWT)^{1/3} \qquad (۲)$$

که L طول، W عرض و T ضخامت بذر بر حسب میلی‌متر می‌باشد.

وزن هزاردانه همه بذور با استفاده از ترازوی هیدرواستاتیکی با دقت یک‌صدم گرم اندازه‌گیری شد.

جهت اندازه‌گیری چگالی بذر از روش جابجایی مایع استفاده شد. بدین ترتیب که در استوانه ۱۰۰ میلی‌لیتری ۵۰ سی‌سی تولوئن ریخته شد و سپس ۲۰ گرم بذر به آرامی در استوانه حاوی تولوئن اضافه گردید که باعث افزایش ارتفاع مایع درون استوانه شد. سپس ارتفاع جابجایی مایع قرائت و به کمک رابطه (۳) چگالی بذر محاسبه گردید (محسنین[5]، ۱۹۷۰؛ اگوت[6]، ۱۹۹۸):

$$S=\frac{20\ gr\ of\ kernel}{Toluene\ displacement\ by\ kernel} \qquad (۳)$$

فاصله بذور در طول ۱۸۰۰۰ میلی‌متر مورد بررسی و اندازه‌گیری قرار گرفت. بدین منظور کارنده برای بذور چغندرقند، سورگوم، ذرت، کرچک و باقلا در فاصله کاشت ۲۰۰ میلی‌متر و بذور خیار و هندوانه در فاصله کاشت ۴۵۰

4 - Pixel

2 - fujif660
3 - Dursun
4 - Sahoo and Srivastava
5- Mohsenin
6- Ogot

میلی‌متر تنظیم شد. برای تعیین اثر مکش و سرعت پیشروی بر چهار شاخص عملکردی کیفیت تغذیه، نکاشت، کاشت چندگانه بذر و دقت فاصله که به عنوان الگوی پخش بذر کاشته شده به وسیله کارنده تعریف شده‌اند، استفاده شد (کچمن و اسمیت[1]، ۱۹۹۵) که به صورت روابط (۴) تا (۷) ارائه شده‌اند:

$$I_{miss} = \frac{N_1}{N} \times 100 \quad (۴)$$

$$I_{mul} = \frac{N_2}{N} \times 100 \quad (۵)$$

$$I_{qf} = 100 - (I_{mul} + I_{miss}) \quad (۶)$$

$$P = \frac{s_d}{x_{ref}} \quad (۷)$$

N1 عبارت است از تعداد فواصل بین بذور بیشتر از ۱/۵ برابر فاصله‌ی تئوری، N2 تعداد فواصل کمتر یا مساوی ۰/۵ برابر فاصله تئوری، N تعداد کل فواصل، Sd انحراف استاندارد فواصل قرار گرفته بین ۰/۵ و ۱/۵ برابر فاصله‌ی تئوری، X_{ref} فاصله‌ی تئوری، I_{miss} شاخص نکاشت، I_{mul} شاخص چندگانه، I_{qf} شاخص کیفیت تغذیه که برابر درصد فواصل بین ۰/۵ و ۱/۵ برابر فاصله تئوری است و P شاخص دقت است که برای این نوع بررسی تعریفی از ضریب تغییرات بوده بنابراین هرچه کم‌تر باشد مطلوب‌تر می‌باشد.

چندین روش بررسی آماری برای ارزیابی مناسب بودن مدل‌ها وجود دارد. از بین آن‌ها خطای مربعات میانگین ریشه و کای اسکوئر به طور گسترده‌ای در بسیاری از مطالعات استفاده می‌شوند (گوپتا[2] و همکاران، ۲۰۰۲؛ کابگانیان[3] و همکاران، ۲۰۰۲؛ کروکیدا[4] و همکاران، ۲۰۰۲؛ میدیلی[5] و همکاران، ۲۰۰۲؛ طغرل و پهلیوان[6]، ۲۰۰۲؛ طغرل و پهلیوان، ۲۰۰۳؛ یالدیز و ارتکین[7]، ۲۰۰۱). روابط (۸) و (۹) به ترتیب مربوط به خطای مربعات میانگین ریشه و کای اسکوئر هستند:

$$E_{RMS} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N}(M_{pre,i} - M_{exp,i})^2}{N}} \quad (۸)$$

$$\chi^2 = \frac{\sum_{i=1}^{N}(M_{exp,i} - M_{pre,i})^2}{N - n} \quad (۹)$$

که Mexp میزان مکش آزمایشگاهی بر حسب کیلوپاسکال، Mpre میزان مکش پیش‌بینی شده بر حسب کیلوپاسکال، N تعدادمشاهدات و n تعداد ثابت‌های مدل است.

کارنده نیوماتیکی مورد استفاده در این مطالعه برای محصولات ردیفی مانند کرچک و ذرت طراحی شده است. بنابراین قطر سلول صفحه‌های مکش برای اندازه بذور مختلف بر اساس میانگین عرض بذور تعیین شدند بطوریکه سلول‌های صفحه مکش برای بذور کرچک و ذرت ۵ میلی‌متر، برای بذور هندوانه و خیار ۲/۵ میلی‌متر، برای بذور سورگوم و چغندرقند ۲ میلی‌متر و بذر باقلا صفحه‌ای به قطر ۸ میلی‌متر به کار برده شد.

نتایج و بحث

ارزیابی سرعت پیشروی و مکش بر عملکرد کارنده نیوماتیکی با استفاده از شاخص‌های پخش بذر برای بذر باقلا

بهترین یکنواختی فاصله کاشت با میانگین ۸۴٪ برای بذر باقلا در سرعت پیشروی محدوده ۳ تا ۴/۵ کیلومتر بر ساعت (سطح اول) و مکش ۱۲ کیلوپاسکال بدست آمد (جدول ۱). اگرچه شاخص دقت در اندازه‌گیری فاصله که به عنوان ضریب تغییرات توزیع فواصل بذر تعریف می‌شود در مکش ۱۰ کیلوپاسکال و سرعت پیشروی سطح اول با میانگین ۱۵٪ دارای کم‌ترین می‌باشد و در بهترین فاصله بذر ۱۷/۹ ٪ می‌باشد. شاخص کیفیت بذر فقط در مقدار بدست آمده در سرعت ۶ تا ۸/۵ کیلومتر بر ساعت (سطح دوم) و

1- Katchman and Smith
2 - Gupta
3 - Kabganian
4 - Krokida
5 - Midilli
6 - Togrul and Pehlivan
7 - Yaldiz and Ertekin

مکش ۱۱ کیلوپاسکال (۳۲٪) با مقادیر دیگر از نظر آماری در سطح اطمینان ۹۵٪ معنی‌دار می‌باشد. البته شاخص کیفیت تغذیه و چندگانه (صفر) در این تیمار کم‌ترین مقدار خود اختصاص می‌دهند. اما شاخص نکاشت در مکش ۱۰ کیلوپاسکال و سرعت سطح دوم با میانگین دارای بیشترین ۶۸/۰۵٪ مقدار می‌باشد که از نظر آماری در سطح اطمینان ۹۵٪ با مقادیر بدست آمده در دیگر تیمارها یکسان نمی‌باشد که دلیل این رفتار بذور را می‌توان به نبودن فرصت کافی (سرعت بالا) برای حمل بذور و کمی قدرت مکش مورد نیاز نسبت داد. پس مسلماً این مکش نمی‌تواند مکش مناسب برای کاشت یکنواخت بذر مورد نظر باشد. سینگ[1] و همکاران (۲۰۰۵) برای تعیین مناسب‌ترین پارامترهای عملیاتی از جمله سرعت پیشروی (۰/۲۹، ۰/۴۲، ۰/۵۶ و ۰/۶۹ متر بر ثانیه) و مکش (۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ میلی‌بار) بهترین یکنواختی کاشت بذر پنبه را در سرعت پیشروی ۰/۴۲ متر بر ساعت و مکش ۲۰ میلی‌بار بدست آوردند.

ارزیابی سرعت پیشروی و مکش بر عملکرد کارنده نیوماتیکی با استفاده از شاخص‌های پخش بذر برای بذور کرچک و ذرت

بالاترین مقدار شاخص کیفیت تغذیه برای بذر کرچک در مکش ۴ کیلوپاسکال و سرعت سطح اول برابر با ۹۸/۳۱٪ بدست آمد، به تبع کم‌ترین مقدار این شاخص در مکش ۳ کیلوپاسکال و سرعت سطح دوم حاصل شد که قابل پیش‌بینی و مورد انتظار می‌باشد که می‌توان این عدم یکنواختی را به میزان نکاشت ۳۱/۱۴٪ این تیمار نسبت داد. همچنین برای بذر ذرت مقدار شاخص کیفیت تغذیه در مکش ۳ کیلوپاسکال و سرعت سطح دوم با میانگین ۲۶/۶۳٪ کم‌ترین مقدار را نشان داد و بیشترین مقدار برابر با ۹۱/۶۲٪ در سطح اول سرعت و مکش ۴ کیلوپاسکال بدست آمد بطوریکه مقدار شاخص دقت (ضریب تغییرات) فاصله کاشت برای این تیمار با میانگین ۱۴/۴٪ کم‌ترین مقدار بوده، اما بیشترین مقدار شاخص دقت در مکش ۶ کیلوپاسکال و سرعت سطح دوم با میانگین ۳۱/۸٪ (جدول۲) بدست آمد. مقدار شاخص نکاشت برای بذر ذرت در سرعت سطح اول و ۴ سطح مکش ۳، ۴، ۵ و ۶ کیلوپاسکال به ترتیب با میانگین ۸٪/۳۵، ۵٪/۲۶، ۸٪/۴۷ و۶/۷۴٪ از نظر آماری یکسان هستند اما اثر مکش بر شاخص چندگانه کاملا آشکار است بطوریکه در چهار سطح مکش ۳، ۴، ۵ و ۶ کیلوپاسکال تفاوت معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵٪ وجود دارد (جدول۲). برای بذر کرچک شاخص نکاشت و دقت فاصله کاشت در مکش ۵ کیلوپاسکال و سرعت سطح اول به ترتیب با میانگین ۱/۶۸٪ و ۸/۸٪ کم‌ترین مقادیر را به خود اختصاص می‌دهند بطوریکه شاخص کیفیت تغذیه در تیمار مذکور دارای بالاترین مقدار خود با میانگین ۹۸/۳۱٪ می‌باشد. سینگ و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند تحت سرعت خطی صفحه بذر ۰/۶۹ متر بر ثانیه با افزایش مکش از ۱۰ تا ۲۵ میلی‌بار میزان نکاشت از ۱۲/۵ تا ۵٪ کاهش یافت.

1 - Singh

جدول ۲. مقایسه میانگین پارامترهای عملکردی بر شاخص‌های عملکردی مختلف برای بذر کرچک و بذر ذرت

	شاخص دقت ٪		شاخص کیفیت تغذیه ٪		شاخص نکاشت ٪		شاخص چندگانه ٪	
	سرعت (کیلومتر بر ساعت)							
مکش(کیلو پاسکال)	(۶ تا ۸/۵)	(۳ تا ۴/۵)	(۶ تا ۸/۵)	(۳ تا ۴/۵)	(۶ تا ۸/۵)	(۳ تا ۴/۵)	(۶ تا ۸/۵)	(۳ تا ۴/۵)
ذرت								
۳	۲۷/۴	۱۸	۲۶/۶۳ f	۸۱/۳۳ bc	۳۹/۷۱ a	۸/۳۵ c	۳۳/۶۴a	۸/۵۳ c
۴	۲۷/۳	۱۷/۵	۶۶/۰۵ de	۸۸/۱۶ ab	۲۳/۱۱b	۵/۲۶ c	۱۰/۳۸ bc	۶/۵۷c
۵	۳۱/۸	۲۴	۵۹/۲۷ e	۷۴/۶۳ cd	۲۴/۵۴ b	۸/۴۷ c	۱۶/۱۹ b	۱۷/۴۸ b
۶	۱۵/۹	۱۴/۴	۹۰/۳۴ a	۹۱/۶۲a	۹/۶۶ c	۶/۷۴ c	۰/۰۰e	۱/۶۳ d
کرچک								
۳	۲۷/۸	۲۳/۹	۵۳/۶۰e	۸۹/۱۷bc	۳۰/۶a	۸/۴۳ b	۱۶/۶ab	۱/۷۵c
۴	۳۱/۷	۲۳/۸	۷۸/۸۹d	۷۹/۳۰cd	۱۲/۹۸b	۷/۰۵ b	۸/۱۱b	۱۳/۰۵ab
۵	۳۲/۳	۸/۸	۷۸/۲۷d	۹۸/۳۱a	۱۳/۶۴ b	۰/۰۰ c	۸/۰۷b	۱/۶۸c
۶	۱۴/۹	۲۶/۶	۹۰/۹۷b	۷۴/۵۷d	۹/۰۷ b	۷/۴۲ b	۰c	۱۷/۳۹a

ارزیابی سرعت پیشروی و مکش بر عملکرد کارنده نیوماتیکی با استفاده از شاخص‌های پخش بذر برای بذور سورگوم و چغندرقند

جدول (۳) نشان می‌دهد که شاخص کیفیت تغذیه برای بذر سورگوم در مکش ۴ کیلوپاسکال و سرعت سطح اول دارای بیشترین مقدار خود که برابر با ۸۴/۱۲٪ می‌باشد بطوریکه مقدار بدست آمده در سرعت سطح اول و مکش ۲ و ۳ کیلوپاسکال با میانگین ۷۲/۶۷٪ و ۷۲/۳۱٪ دارای اختلاف معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵٪ می‌باشند اما مقادیر بدست آمده در مکش ۲ و ۳ کیلوپاسکال با یکدیگر از نظر آماری یکسان می‌باشند. شاخص دقت فاصله کاشت برای بذر چغندرقند در مکش ۴ کیلوپاسکال و سرعت سطح اول دارای کم‌ترین مقدار ۱۵/۶٪ می‌باشد. در حالیکه مقدار آن برای بذر سورگوم در مکش ۲ کیلوپاسکال و سرعت سطح اول از کم‌ترین مقدار ۷/۸٪ برخوردار است (جدول۳). شاخص کیفیت تغذیه برای این تیمار با میانگین ۸۹/۹۶٪ دارای بالاترین مقدار نیست اما بالاترین مقدار بدست آمده در سرعت سطح اول و مکش ۴ کیلوپاسکال با ۹۶/۴۳٪ از نظر آماری یکسان می‌باشد. از آنجاییکه دو شاخص کیفیت تغذیه و دقت فاصله کاشت تحت تأثیر شاخص‌های نکاشت و چندگانه می‌باشند، مقدار نکاشت در سرعت سطح اول و مکش ۴ کیلوپاسکال کم‌ترین مقدار را که برابر با صفر می‌باشد نشان می‌دهد. شعبان[1] و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند با افزایش سرعت مکنده از۴۰۰۰ تا ۵۵۰۰ دور بر دقیقه، میزان نکاشت از ۹ تا ۷٪ کاهش یافت. برای بذر چغندرقند اثر سرعت پیشروی بر شاخص نکاشت کاملا واضح و قابل تشخیص است بطوریکه مقادیر بدست آمده تحت سرعت سطح اول و مکش‌های ۲، ۳ و ۴ کیلوپاسکال به ترتیب با میانگین‌های ۶/۱۲٪، ۲/۶۱٪ و ۶/۳۱٪ از نظر آماری یکسان بوده و کم‌ترین مقادیر را به خود اختصاص می‌دهند. از طرفی مقادیر بدست آمده تحت سرعت پیشروی سطح دوم بالاترین مقادیر را برای این شاخص نشان می‌دهند

1 - Shaaban

که قابل پیش‌بینی می‌باشد زیرا با افزایش سرعت چرخش صفحه تقسیم بذر فرصت کافی جهت جذب

جدول ۳. مقایسه میانگین پارامترهای عملکردی بر شاخص‌های عملکردی مختلف برای بذر چغندرقند و بذر سورگوم

	شاخص دقت ٪		شاخص کیفیت تغذیه ٪		شاخص نکاشت ٪		شاخص چندگانه ٪	
مکش(کیلو پاسکال)	سرعت (کیلومتر بر ساعت)							
	(۶ تا ۸/۵)	(۳ تا ۴/۵)	(۶ تا ۸/۵)	(۳ تا ۴/۵)	(۶ تا ۸/۵)	(۳ تا ۴/۵)	(۶ تا ۸/۵)	(۳ تا ۴/۵)
سورگوم								
۳	۲۴/۸	۷/۸	۵۸/۰۶ ^{d}	۸۹/۹۶ ^{ab}	۳۰/۵۵ ^{a}	۳/۱۷ ^{c}	۱۱/۳۸ ^{a}	۶/۳۴ ^{ab}
۴	۱۴/۸	۹/۲	۷۵/۱۹ ^{c}	۸۳/۲۴ ^{bc}	۱۹/۲۲ ^{ab}	۸/۸۸ ^{bc}	۷/۳۴ ^{ab}	۷/۳۸ ^{ab}
۵	۲۰	۹/۵	۸۳/۷۹ ^{bc}	۹۶/۴۳ ^{a}	۵/۴۶ ^{c}	۰/۰۰ ^{d}	۱۱/۵ ^{a}	۳/۰۶^{b}
۶	۱۸/۸	۱۷/۸	۸۷/۵۲ ^{ab}	۸۳/۹۶ ^{bc}	۶/۳۴ ^{c}	۲/۸۸ ^{cd}	۶/۱۴ ^{ab}	۱۳/۹۴ ^{a}
چغندر								
۳	۲۵/۷	۲۰/۶	۴۶/۳۹ ^{cd}	۷۲/۶۷ ^{b}	۳۷/۵۲ ^{a}	۶/۱۲ ^{d}	۱۶/۰۸ ^{bc}	۲۱/۷۱ ^{ab}
۴	۲۱/۶	۱۶/۶	۵۶/۵۳ ^{c}	۷۲/۳۱ ^{b}	۱۶/۷۹^{bc}	۲/۶۱ ^{d}	۲۷/۱۸ ^{a}	۲۵/۶۹ ^{a}
۵	۲۲/۶	۱۵/۶	۴۷/۹۶ ^{cd}	۸۴/۱۲ ^{a}	۱۸/۶۸ ^{bc}	۶/۳۱ ^{d}	۳۲/۴^{a}	۹/۵۵ ^{c}
۶	۲۳/۳	۲۹/۲	۷۴/۲۷ ^{ab}	۴۲/۲۱ ^{d}	۲۱/۰۴ ^{b}	۲۶/۸ ^{a}	۴/۶۸ ^{c}	۳۱/۴ ^{a}

بذر به سلول‌های صفحه کاهش می‌یابد. نیلسن[1] (۱۹۹۵) ذرت را در سرعت‌های ۶/۴، ۸، ۹/۷ و ۱۱/۳ کیلومتر بر ساعت کشت نمود بطوریکه پس برداشت معلوم شد که با افزایش ۱ کیلومتر بر ساعتی سرعت عملکرد حدود ۸۰ کیلوگرم کاهش یافته است. اما برای شاخص چندگانه برای دو مکش ۲، ۳ و ۶ کیلوپاسکال تحت سرعت سطح اول و مکش ۳ و ۴ کیلوپاسکال و سرعت سطح دوم به ترتیب با میانگین‌های ۲۱/۷۱٪، ۲۵/۶۹٪، ۳۱/۴٪، ۲۷/۱۸٪ و ۳۲/۴٪ از نظر آمای اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

ارزیابی سرعت پیشروی و مکش بر عملکرد کارنده نیوماتیکی با استفاده از شاخص‌های پخش بذر برای بذور خیار و هندوانه

میانگین شاخص کیفیت تغذیه با ۶۶/۲٪ و ۶۷/۸٪ تحت سرعت سطح دوم و مکش‌های ۲/۵ و ۵/۵ کیلوپاسکال کم‌ترین مقدار را برای بذر هندوانه به خود اختصاص می‌دهند (جدول۴)، بطوریکه شاخص دقت کاشت در مکش ۴/۵ کیلوپاسکال و تحت سرعت سطح دوم کم‌ترین مقدار که برابر با ۳/۹٪ است را نشان می‌دهد. بیش‌ترین مقدار شاخص کیفیت و کم‌ترین مقدار شاخص دقت فاصله کاشت بذر خیار تحت مکش ۴/۵ کیلوپاسکال و سرعت سطح اول به ترتیب با میانگین ۸۷/۰۷٪ و ۶/۳٪ مشاهده می‌شود (جدول۴). مقدار شاخص چندگانه بدست آمده در سرعت سطح اول و دو سطح مکش ۳/۵ و ۵/۵ کیلوپاسکال مورد بررسی بیش‌ترین مقادیر (به ترتیب ۲۲/۲۵٪ و ۳۱/۹۴٪) را به خود اختصاص می‌دهند بطوریکه اختلاف معنی‌داری بین این ۲ تیمار مشاهده نمی‌شود. همچنین شاخص نکاشت در سرعت سطح اول و ۴ مکش ۲/۵، ۳/۵، ۴/۵ و ۵/۵ کیلوپاسکال از نظر آماری یکسان و در سرعت سطح دوم و بین ۴ مکش مذکور اختلاف معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۹٪ وجود ندارد. برای بذر هندوانه شاخص چندگانه تحت سرعت سطح دوم و مکش ۵/۵ کیلوپاسکال از بالاترین مقدار خود برابر با ۱۵/۸۷٪برخودار است اما شاخص کیفیت تغذیه دارای کم‌ترین مقدار خود می‌باشد. مقدار شاخص چندگانه در تیمار

1- Nielsen

مذکور با مقدار بدست آمده در سرعت سطح اول و مکش ۵/۵ کیلوپاسکال با میانگین ۱۱/۹۲٪ از نظر آماری یکسان می‌باشد. شاخص نکاشت در مکش ۲/۵ کیلوپاسکال و سرعت سطح دوم بیش‌ترین مقدار را داشته (۳۲/۱۸٪) و با مقدار بدست آمده در مکش ۵/۵ کیلوپاسکال و سرعت سطح دوم ۱۷/۹۲٪ از نظر آماری یکسان می‌باشند.

به عنوان یک قاعده کلی، یکنواختی فاصله کاشت با افزایش سرعت پیشروی و تحت مکش نامناسب (کم‌تر یا بیش‌تر از مقدار بهینه) افزایش می‌یابد. یکنواختی فاصله بین بذور با افزایش مکش کاهش می‌یابد اما با افزایش سرعت، افزایش می‌یابد؛ در حقیقت در سرعت‌های بالاتر و مکش کم‌تر از حد بهینه،به دلیل چرخش سریع‌تر موزع (صفحه تقسیم بذر)، بذور فرصت کافی جهت چسبیدن به صفحه موزع را نداشته و در نتیجه درصد نکاشت افزایش می‌یابد. در مکش بالاتر از حد بهینه درحالیکه سرعت زمین کاهش یابد، صفحه موزع بذور را با قدرت بیش‌تری نگه می‌دارد که منتج به افزایش فاصله بذور می‌شود (پانینگ و همکاران، ۲۰۰۰؛ سینگ وهمکاران، ۲۰۰۵؛ زولین و همکاران، ۲۰۰۱).

جدول ۴. مقایسه میانگین پارامترهای عملکردی بر شاخص‌های عملکردی مختلف برای بذر خیار و بذر هندوانه

	شاخص دقت٪		شاخص کیفیت تغذیه ٪		شاخص نکاشت ٪		شاخص چندگانه	
	سرعت (کیلومتر بر ساعت)							
مکش(کیلو پاسکال)	(۶ تا ۸/۵)	(۳ تا ۴/۵)	(۶ تا ۸/۵)	(۳ تا ۴/۵)	(۶ تا ۸/۵)	(۳ تا ۴/۵)	(۶ تا ۸/۵)	(۳ تا ۴/۵)
خیار								
۳	۱۲/۸	۱۱/۳	۶۹/۵۹ ^{bc}	۸۰/۷۷ ^{ab}	۲۱/۰۰ ^{a}	۳/۲۹ ^{b}	۸/۷۹ ^{bc}	۱۵/۹۳ ^{b}
۴	۱۲/۹	۱۲/۱	۷۶/۹۰ ^{b}	۶۳/۵۰ ^{c}	۱۹/۱۵ ^{a}	۲/۶۴ ^{b}	۳/۸۹ ^{c}	۳۱/۹۴ ^{a}
۵	۱۵/۲	۶/۳	۶۲/۸۷ ^{c}	۸۷/۰۷ ^{a}	۲۰/۳۴ ^{a}	۰/۰۰ ^{b}	۱۶/۷۷ ^{ab}	۱۲/۹۸ ^{b}
۶	۱۳/۶	۱۱/۷	۷۶/۹۰ ^{b}	۷۵/۸۰ ^{b}	۱۱/۵۹ ^{a}	۱/۸۸ ^{b}	۱۱/۵۹ ^{bc}	۲۲/۲۵ ^{ab}
هندوانه								
۳	۷/۳	۱۵/۲	۶۷/۸۰ ^{b}	۹۷/۵۰ ^{a}	۳۲/۱۸ ^{a}	۰/۰۰ ^{b}	۰ ^{d}	۲/۴۸ ^{cd}
۴	۶/۸	۱۲/۹	۹۲/۴۰ ^{a}	۹۶/۳۸ ^{a}	۳/۷۹ ^{b}	۳/۶۱ ^{b}	۳/۷۹ ^{cd}	۰/۰۰ ^{d}
۵	۳/۹	۱۲/۸	۹۶/۴۴ ^{a}	۹۰/۳۰ ^{a}	۰/۰۰ ^{b}	۳/۲۳ ^{b}	۳/۵۵ ^{cd}	۶/۴۶ ^{bc}
۶	۹/۷	۱۳/۶	۶۶/۲۰ ^{b}	۸۶/۴ ^{ab}	۱۷/۹۲ ^{a}	۱/۶۵ ^{b}	۱۵/۸۷ ^{a}	۱۱/۹۲ ^{ab}

توسعه مدل ریاضی با استفاده خصوصیات فیزیکی بذور تحت دو محدوده سرعت پیشروی

بر طبق نتایج، یکنواختی فاصله کاشت تحت تأثیر ترکیبی از دو فاکتور سرعت پیشروی و مکش می‌باشد بطوریکه باروت[1] (۱۹۹۶) گزارش کردند که کارنده‌های مکشی در مکش‌های بالاتر یا کم‌تر از میزان بهینه و در سرعت‌های پیشروی بالا، کارایی الگوی پخش متفاوتی را نشان می‌دهند. بنابراین، برای هر سطح سرعت و برای هر

1 - Barut

نوع بذر بر طبق شاخص کیفیت تغذیه و دقت بایستی میزان مکش بهینه تعیین شود. خصوصیات فیزیکی بذور شامل قطر میانگین هندسی، وزن هزار دانه، مساحت بذر، کرویت و چگالی در جدول (۷) ارائه شده است. جدول (۵) ارتباط بین قطر میانگین هندسی، وزن هزاردانه، مساحت بذر، کرویت و چگالی با مکش در سطح اول سرعت پیشروی (دامنه ۳ تا ۴/۵ کیلومتر بر ساعت) و سطح دوم سرعت پیشروی (۶ تا ۸/۵ کیلومتر بر ساعت) را نشان می‌دهد. با استفاده از مدل‌های چندجمله‌ای ارتباط بین قطر میانگین هندسی، کرویت، مساحت بذر و چگالی بذر با میزان مکش در سطح اول سرعت پیشروی تعیین شد بطوریکه ضریب تعیین به ترتیب برای خصوصیات ذکر برابر ۰/۹۲، ۰/۴۲، ۰/۹۲ و ۰/۴۷ بدست آمد. ارتباط بین وزن هزار دانه با مکش با استفاده از مدل خطی با ضریب تعیین ۰/۹۳ تعیین شد. در سطح دوم سرعت رابطه بین وزن هزار دانه با مکش از طریق مدل خطی با ضریب تعیین ۰/۹۴ و قطر میانگین هندسی، کرویت، مساحت بذر و چگالی بذر با میزان مکش با استفاده از مدل‌های چندجمله‌ای به ترتیب با ضریب تعیین ۰/۹۶، ۰/۳۳، ۰/۹۶ و ۸۳/ بدست آمدند.

همه مدل‌های رگرسیونی تخمین زده شده از متغیرهای مختلف در هر سطح سرعت با هم ترکیب شدند و مدل‌های نهایی با کم‌ترین کای اسکوئر و خطای مربعات میانگین ریشه بدست آمد.

مدل نهایی در سرعت سطح اول با ثابت‌های مدل، ضرایب، کای اسکوئر و خطای میانگین مربعات ریشه از قرار زیر است:

$$P_{V1} = ad_g^{-0.6} + b\emptyset^{-0.02} + cP^{1.1} + dm_{1000} + e\rho_k^{1.1} + f \quad (10)$$

که P_{V1} میزان مکش در سطح اول سرعت بر حسب کیلوپاسکال، d_g قطر میانگین هندسی (میلی‌متر)، $\emptyset$ کرویت (٪)، P مساحت بذر (میلی‌متر)، m_{1000} وزن هزار دانه (گرم) و ρ_k چگالی بذر (کیلوگرم بر متر مکعب) است. مقادیر ضرایب برای مدل مذکور یعنی a، b، c، d، e و f به ترتیب برابر با ۲۶/۵-، ۷/۶-، $10^{-2}\times$ ۲/۲-، $10^{-2}\times$ ۱/۹، $10^{-3}\times$ ۱/۷- و ۱۵/۸۳ می‌باشند. برای مدل موردنظر خطای مربعات میانگین ریشه و کای اسکوئر به ترتیب برابر با $10^{-2}\times$ ۶/۷ و $10^{-2}\times$ ۸/۲ بدست آمد.

همچنین مدل نهایی در سرعت سطح دوم با ثابت‌های مدل، ضرایب، کای اسکوئر و خطای میانگین مربعات ریشه از قرار زیر است:

$$P_{V2} = gd_g^{0.009} + h\emptyset^{0.001} + iP^{1.4} + jm_{1000} + k\rho_k^{1.06} + l \quad (11)$$

که P_{V2} میزان مکش در سطح دوم سرعت بر حسب کیلوپاسکال، d_g قطر میانگین هندسی (میلی‌متر)، $\emptyset$ کرویت (٪)، P مساحت بذر (میلی‌متر)، m_{1000} وزن هزار دانه (گرم) و ρ_k چگالی بذر (کیلوگرم بر متر مکعب) است. مقادیر ضرایب برای مدل مذکور یعنی g، h، i، j، k و l به ترتیب برابر با ۱۸۵/۵، ۱۴/۳۲، $10^{-3}\times$ ۱/۳، $10^{-4}\times$ ۳/۶۷، $10^{-4}\times$ ۱/۶۶ و ۴۶/۵۴ می‌باشند. برای مدل موردنظر خطای مربعات میانگین ریشه و کای اسکوئر به ترتیب برابر با $10^{-2}\times$ ۵/۷، و $10^{-2}\times$ ۵/۶ بدست آمد.

ضریب تعیین برای مدل اول و دوم به ترتیب ۰/۹۴ و ۰/۹۶ بدست آمد. همچنین رابطه بین میزان مکش‌های آزمایشگاهی و مکش‌های پیش‌بینی شده که بیان کننده مناسب بودن مدل‌هایی نهایی در توصیف مکش کارنده نئوماتیکی در سرعت‌های مختلف پیشروی است (جدول ۶).

جدول ۵. ارتباط بین مکش با خصوصیات فیزیکی بذور

خصوصیات فیزیکی بذر	سرعت پیشروی (دامنه ۳ تا ۴/۵ کیلومتر بر ساعت)	سرعت پیشروی (دامنه ۳ تا ۴/۵ کیلومتر بر ساعت)
قطر میانگین هندسی	$y = 0.0943x^2 - 1.0445x + 6.9571$ $R^2 = 0.9617$	$y = 0.0699x^2 - 0.6161x + 4.7666$ $R^2 = 0.9206$
کرویت	$y = -1E-04x^3 + 0.0094x^2 - 0.0973x - 0.0779$ $R^2 = 0.3258$	$y = 0.0009x^3 - 0.1775x^2 + 10.729x - 202.26$ $R^2 = 0.413$
مساحت بذر	$y = 0.0001x^2 - 0.0104x + 4.5048$ $R^2 = 0.96$	$y = 8E-05x^2 + 0.0027x + 3.3699$ $R^2 = 0.9256$
وزن هزاد دانه	$y = 0.0051x + 3.9042$ $R^2 = 0.9401$	$y = 0.0048x + 3.2044$ $R^2 = 0.9275$
چگالی بذر	$y = 5E-05x^2 - 0.1064x + 56.013$ $R^2 = 0.8237$	$y = 6E-06x^2 - 0.0036x + 0.7189$ $R^2 = 0.4739$

جدول ۶. مقایسه مقادیر پیش بینی شده در مقابل مقادیر آزمایشگاهی به وسیله مدل‌های نهایی: (**A**) اولین مدل، (**B**) دومین مدل

B	***A***
دومین مدل	اولین مدل
$y = 0.9566x + 0.2313$ $R^2 = 0.9621$	$y = 0.9428x + 0.2701$ $R^2 = 0.9431$

شکل ۷. میانگین و خطای استاندارد خصوصیات فیزیکی بذر

خصوصیات فیزیکی	سورگوم	چغندرقند	خیار	هندوانه	ذرت	کرچک	باقلا
طول (میلی متر)	4.53±0.3	4.61±0.7	10.25±0.07	11.246±0.09	11.24±0.09	11.51±0.06	25.97±0.19
ضخامت (میلی متر)	2.47±0.02	2.58±0.05	1.68± 0.02	4.755±0.08	4.75±0.08	5.56±0.037	7.83±0.1
عرض (میلی متر)	3.73±0.03	3.57±0.05	4±0.03	7.659±0.08	7.66±0.08	7.43±0.03	17.1±0.15
وزن هزاردانه (گرم)	29.9±0.18	12.9±0.15	33.5±0.44	43.48±0.37	282.5±1.7	183±1.1	1699±7.76
مساحت (میلی متر مربع)	16.54±0.42	15.04±0.83	27.70±0.52	31.70±0.77	73.5±1.95	79.36±1.3	301.07±8.76
کرویت (٪)	76.52±0.37	75.82±0.8	39.96±0.25	57.33±0.36	66.03±0.61	67.84±0.3	58.33±0.38
چگالی (کیلوگرم بر متر مکعب)	1250±12	1052.63±9	1111±12	956±13	1176.4±11	800±7	1391.1±10
قطر میانگین هندسی (میلی متر)	3.47±0.02	3.84±0.4	4.09±0.02	4.86±0.03	7.4±0.04	7.8±0.03	15.13±0.1

نتیجه‌گیری

در روش آزمون آزمایشگاهی،کارنده نیوماتیکی به تراکتور مسی فرگوسن ۳۹۹[1] مجهز به انواع حسگرهای اندازه‌گیری لحظه‌ای پارامترهای عملکردی تراکتور–ادوات متصل گردید. آنالیز آماری نشان داد که یکنواختی فاصله کاشت با افزایش سرعت و تحت مکش‌های نامناسب، کاهش می‌یابد. فاصله بین بذور کاهش می‌یابد هنگامیکه مکش افزایش یافته اما آن با افزایش سرعت پیشروی افزایش می‌یابد. در حقیقت در سرعت‌های بالاتر و مکش‌های کم‌تر، صفحه تقسیم بذر فرصت کافی برای برداشتن بذور ندارد، در نتیجه درصد نکاشت افزایش می‌یابد. مناسب‌ترین میزان مکش برای بذور ذرت، کرچک، سورگوم و چغندرقند تحت سرعت سطح اول و مکش ۴ کیلوپاسکال، برای بذر هندوانه در سطح دوم سرعت و مکش ۴/۵ کیلوپاسکال و بذر خیار در سرعت سطح اول و مکش ۴/۵ کیلوپاسکال بدست آمد. به منظور ارتباط بین دو پارامتر عملیاتی سرعت پیشروی و مکش بر خصوصیات فیزیکی بذور دو مدل ارائه شد. مدل اول ارتباط بین میزان مکش با خصوصیات فیزیکی هفت بذر ذرت، کرچک، خیار، هندوانه، سورگوم، چغندرقند و باقلا را در سرعت محدوده ۳ تا ۴/۵ کیلومتر بر ساعت بیان کرده بطوریکه برای این مدل ضریب تعیین ۰/۹۴ و کای اسکوئر و خطای مربعات میانگین ریشه به ترتیب برابر با $۶/۷\times ۱۰^{-۲}$ و $۸/۲\times ۱۰^{-۲}$ بدست آمد و مدل دوم نیز همین رابطه را در سرعت محدوده ۶ تا ۸/۵ کیلومتر بر ساعت بیان کرده است بطوریکه برای این مدل ضریب تعیین ۰/۹۶ و کای اسکوئر و خطای مربعات میانگین ریشه به ترتیب برابر با $۵/۶\times ۱۰^{-۲}$ و $۵/۷\times ۱۰^{-۲}$ بدست آمد.

1 - MF399

منابع

1. Afify, M., El-Haddad, Z., Hassan, G. and Shaaban, Y. 2009. Mathematical model for predicting vacuum pressure of onion seeds precision seeder. Journal of Agricultural Engineering. 26(4):1776 – 1799.
2. Barut, Z. B. 1996. Farkli tohumlarin ekiminde kullanilan dusey plakali, hava emisli hassas ekici duzenin uygun calisma kosullarinin saptanmasi. [Determination of the optimum working parameters of a precision vacuum seeder.] PhD Thesis, University of Cukurova, Adana, Turkey.
3. Bernacki, H., Haman, J. and Kanafojski, C. Z. 1972. Agricultural Machines, Theory and construction. Scientific Publication Foreign Cooperation Centre of the Central Institute for Scientific, Technical and Economic Information, Vol. 1, 883pp, Warsaw, Poland.
4. Bozdogan, A. M. 2008. Seeding uniformity for vacuum precision seeders. Scientific Agricultural (Piracicaba, Braz.), 65(3): 318-322
5. Dursun, I. G. 2001. Determination of projected area of some grain products by using image processing. Journal of Agricultural Science, 7(3): 102-107.
6. Fornstrom, K. J., Miller, S. D. 1989. Comparison of sugar beet planters and planting depth with two sugar beet varieties. Journal of American Society of Sugar Beet Technologist, 26(3&4): 10–16.
7. Gupta, P., Ahmet, J., Shivhare, U. S. and Raghavon, G. S. V. 2002. Drying characteristics of red chilli. Drying Technology, 20(10): 1975–1987.
8. Kabganian, R., Carrier, D. J. and Sokhansanj, S. 2002. Physical characteristics and drying rate of echinacea root. Drying Technology, 20(3): 637–649.
9. Karayel, D., Barut, Z. and Ozmerzi, A. 2004. Mathematical modelling of vacuum pressure on a precision seeder. Journal of Biosystems Engineering, 87(4): 437–444.
10. Karayel, D., Wiesehoff, M., Ozmerzi, A. and Muller, J. 2006. Laboratory measurement of seed drill seed spacing and velocity of fall of seeds using high-speed camera system. Journal of Computers and Electronics in Agriculture. 50: 89–96.
11. Katchman, S. and Smith, J. 1995. Alternative measures of accuracy in plant spacing for planter using single seed metering. Transactions of the American Society of Agricultural and Biological Engineers. 38: 379–387.
12. Krokida, M. K., Maroulis, Z. B. and Kremalis, C. 2002. Process design of rotary dryers for olive cake. Drying Technology, 20(4 and 5): 771–788.
13. Midilli, A., Kucuk, H. and Yapar, Z. 2002. A new model for singlelayer drying. Drying Technology, 20(7): 1503–1513.
14. Mohsenin, N. N. 1970. Phsical properties of plant and animal materials. gordon and breach science publishers, New York.
15. Nielsen, R. L. 1995. Planting speed effects on stand establishment and grain yield of corn. Journal of Production Agriculture. 8(3): 391-393.
16. Ogot, H. 1998. Some physical properties of white lupin. Journal of Agricultural Engineering Research, 56: 273–277.

17. Panning, J., Kocher, M., Smith, J. and Kachman, S. 2000. Laboratory and field testing of seed spacing uniformity for sugar beet planters. Journal of Biological Systems Engineering: Papers and Publications. Paper 152. American Society of Agricultural Engineers 0883-8542/ VOL. 16(1): 7-13.
18. Sahoo, P. K. and Srivastava, A. P. 2002. Physical properties of okra seed. Biosystems Engineering, 83 (4), 441-448.
19. Shaaban, U., Afify, M., Hassan, G. and El-Haddad, Z. 2009. Development of a vacuum precision seeder prototype for onion seeds. Misr Journal of Agricultural Engineering. 26(4): 1751–1775.
20. Singh, R. C., Singh, G. and Saraswat, D. C. 2005. Optimization of design an operational parameters of a pneumatic seed metering device for planting cottonseeds. Biosystems Engineering Journal, 92(4): 429-438.
21. Togrul, I. T. and Pehlivan, D. 2002. Mathematical modelling of solar drying of apricots in thin layers. Journal of Food Engineering, 55: 209–216.
22. Togrul, I. T. and Pehlivan, D. 2003. Modelling of drying kinetics of single apricot. Journal of Food Engineering, 58: 23–32.
23. Xiaoyan, D., Xu, L., Caixia, Sh., Haidong, H. and Qingxi L. 2010. Mathematical model and optimization of structure and operating parameters of pneumatic precision metering device for rapeseed. Journal of Food, Agriculture and Environment. 8(3&4): 318 -322.
24. Yaldiz, O. and Ertekin, C. 2001. Thin layer solar drying of some vegetables. Drying Technology, 19(3): 583–596.
25. Zulin, Z., Upadhyay, S. K., Safii, S. and Garret, R. E. 1991. A hydropneumatic seeder for primed seeds. Transactions of the ASAE, 34(1): 21–26.

Real-time monitoring of the operational parameters of a pneumatic and modeling of planting uniformity by image processing

Abstract

The purpose of this research was to represent the new laboratory test procedure which could use in field condition. Therefore, the performance of a pneumatic planter was investigated under laboratory conditions for maize, castor, fababean, sorghum, sugar beet, watermelon and cucumber seeds. The effect of operational speed and vacuum pressure were evaluated by examining the quality of feed index, precision in spacing (coefficient of variation), miss index and multiple index. The most perfect of operating parameter values for maize, castor, sorghum and sugar beet seeds were obtained at the first level of operating speed and 4.0 kpa pressure; for watermelon seed: second level of speed and 4.5 kpa pressure; for cucumber seed: first level of speed and 4.5 kpa pressure. Furthermore, in order to determine the relationship between most important operating parameters affecting the performance of the Pneumatic metering device and seed physical properties, regression models were developed. According to the results, the vacuum pressure of Pneumatic planter could suitability and acceptably be described by two final models with values of root mean square error $6.7\times10^{-2}$and 5.7×10^{-2} and reduced chi-square 8.2×10^{-2} and 5.6×10^{-2} for the first and second model, respectively.

Keyword: Forward speed, vacuum pressure, mathematical modeling, seed physical properties, online monitoring