تکمیل کارنده‌های خلایی موجود به منظور کاهش ضایعات در کاشت ریزدانه‌ها

حسن ذکی دیزجی، محمد رضا یوسف‌زادهٔ طاهری و سعید مینایی

گروه مهندسی مکانیک ماشینهای کشاورزی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس

Archive of SID

چکیده

یکی از عوامل مهم در مکانیزه کردن مراحل تولید تا فرآوری محصولات کشاورزی کاشت مکانیزه است. از سوی دیگر دانه‌های ریز مثل بذور سبزیها و دانه‌های روغنی، اکثراً اصلاح شده و یا پوشش‌دار می‌باشند و نسبت به سایر دانه‌ها مانند غلات بسیار گران هستند. در نتیجه در کاشت مکانیزه، در اثر شکستگی دانه، کاشت بذر اضافی، نکاشت و یا کاشت غیر یکنواخت نه تنها هزینهٔ اضافی به بار می‌آورند، بلکه عملکرد کلی محصول را نیز تحت تاثیر قرار می‌دهند. بررسی گزارشات پژوهشی مربوط به مطالعاتی در مورد طراحی، ساخت و یا معرفی ماشین مناسب کاشت دانه‌های ریز نشان می‌دهد که هیچ کدام از ماشینهای کاشت موجود در کشور مناسب کاشت دانه‌های ریز نمی‌باشند و در برخی موارد درصد شکستگی زیادی گزارش شده است. بررسی‌های انجام یافته روی کارنده‌های نیوماتیک صفحه‌ای خلایی موجود در کشور نشان می‌دهد که اشکال اصلی آنها در ناتوانی کاشت دانه‌های ریز موزع آنها می‌باشد. در این راستا در تحقیق حاضر بذرانداز نیوماتیکی ساخته و به دقیق کارهای نیوماتیک موجود در کشور اضافه شده و سپس مورد آزمایش قرار گرفت ... برای انجام آزمایش نیاز به وسایل خاصی بود که تهیه گردید. نتایج کلی آزمایش بذرانداز نشان می‌دهد که بذرانداز دمشی نه تنها میزان صدمات وارده بر بذور را کاهش می‌دهد، بلکه به علت باز شدن سوراخهای گرفته شده توسط بذور شکسته، درصد پرشدگی را بهبود داده و در حالت کلی عملکرد موزع را بهبود می‌بخشد.

کلید واژه: طراحی، ریزدانه‌ها، دقیق‌کار نیوماتیک صفحه‌ای و بذرانداز دمشی.

www.SID.ir

مقدمه

در کشور ما، کارنده‌هایی که برای کاشت دانه‌های ریز مورد استفاده قرار می‌گیرند عبارتند از: ۱- خطی‌کارهای مکانیکی که همان غلات‌کارها بوده و با اعمال تغییراتی برای کاشت دانه‌های ریز نیز استفاده می‌شوند. ۲- دقیق‌کارهای نیوماتیک. به منظور ارزیابی ریزدانه‌کارهای متداول و معرفی مناسبترین آنها در کشت مکانیزهٔ کلزا، طرح ملی تحقیقاتی در مراکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استانهای آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، فارس، خوزستان و گلستان انجام شد. ریزدانه کارها عبارت بودند از (یوسف زادهٔ طاهری، ۱۳۸۲): ۱- بذرکار مکانیکی نادری ۲- بذرکار برزگر همدان ۳- بذرکار نیوماتیک. جمع بندی آزمایشات پنج استان نشان می‌دهد که بذرکار ماشین برزگر همدان در میان این سه نوع کارنده برای کاشت کلزا مناسب‌تر است. بذرکار نیوماتیک نسبت به دو تای دیگر عملکرد چندان خوبی نداشته است. درصد شکستگی دانه‌ها در برخی آزمایش‌ها نسبتاً بالا گزارش شده است، به گونه‌ای که درصد شکستگی بذرکار نیوماتیک نوده ٪ ۱۳/۶۶ و بذرکار همدانی و نادری به ترتیب ٪۶ و ٪۹/۶ گزارش شده است (امیر شقاقی، ۱۳۸۲). این در حالی است که طبق تحقیقات قبلی، بذرکارهای نیوماتیک نسبت به بذرکارهای مکانیکی آسیب کمتری بر دانه‌ها وارد می‌سازند. عملکرد بد بذرکار نیوماتیک نسبت به بذرکارهای مکانیکی، برخلاف نتایج تحقیقات انجام یافته در کشورهای خارجی می‌باشد. عملکرد بد بذرکار نیوماتیک می‌تواند به چند دلیل باشد که یکی از آنها نبود بذرانداز مناسب است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که مطالعات اساسی در مورد بذراندازهای دمشی انجام نگرفته است. سیل و همکاران (Sial *et al.*, 1984) روشی برای پرتاب دانه در بذرکارهای خلایی باغبانی پیشنهاد کردندکه در آن، باد تحت زاویه‌ای خاص با توجه به شکل شیپوره (nozzle) بر دانه اعمال می‌شد. در بذرکار هیدرونیوماتیک ساخت زولین و همکاران (Zulin *et al*., 1991) از هوا برای پرتاب بذور آماده استفاده شد، ولی عملکرد مناسبی نداشت. مطالعه در مورد پرتاب دانه در بذرکارها بسیارکم می‌باشد. لیکن در ریزدانه‌کارهای صفحه‌ای جدید ساخت کمپانی‌های بزرگ بذرانداز دمشی وجود دارد. در این تحقیق یک نمونه بذرانداز دمشی طراحی، ساخته شده و سپس برای تعیین اثر آن بر عملکرد کارنده بر روی موزع نصب شد و مورد آزمایش قرار گرفت.

Archive of SID

www.SID.ir

مواد و روشها

برای انجام آزمایش و تأمین هوای مکشی موزع و سرعت‌های دورانی مختلف صفحهٔ موزع نیاز به وسایل خاصی بود که فراهم گردید. برای تأمین هوای مکشی موزع، سیستم دمندهٔ خود کارنده (ساخت شرکت به‌کشت) مناسب تشخیص داده شد. این سیستم توسط محور تواندهی تراکتور John Deere مدل ۳۱۴۰ بکار انداخته شد. برای تأمین هوای دمشی مورد نیاز بذرانداز از سمپاش پشتی اتومایزر Solo مدل ۴۳۲ با قدرت اسمی ۵ hp (ساخت کشور آلمان) استفاده شد. برای تأمین نیروی دورانی محور موزع، از موتور الکتریکی، مدل C90S-4 استفاده شد. برای تأمین سرعت‌های دورانی مختلف مورد نیاز، با توجه به قابلیت‌های دستگاه مبدل (Inverter) مدل LS900-4005 (ساخت کشور تایوان) مناسب تشخیص داده شد. دستگاه مبدل علاوه بر تأمین سرعت‌های دورانی مختلف، دارای امکاناتی برای برنامه‌ریزی تغییر شتاب، شروع و خاتمهٔ دوران، معکوس کردن جهت دوران و ... می‌باشد. برای استفاده از این وسیله نیاز به وسایل کنترلی برقی شامل فیوز کنترل، تایمر و کلیدهای روشن خاموش اینورتر و تایمر بود که فراهم شدند. پارامترهای مستقل و وابستهٔ آزمایش در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱- پارامترهای مستقل و وابسته طرح آزمایش

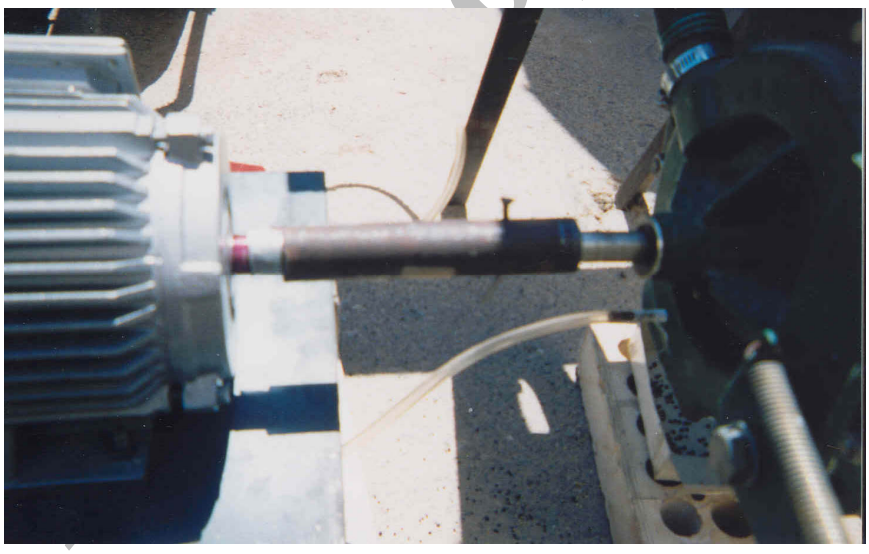
۱- متغیرهای مستقل:	
الف) سرعت دورانی صفحه موزع:	۱- ۴۰ rpm
	۲- ۶۸ rpm
	۳- ۹۹ rpm
ب) سرعت باد بذرانداز دمشی:	۱- صفر
	۲- ۷-۸ m/s
	۳- ۱۵-۱۶ m/s
ج) نوع بذر:	کلزا (رقم Okapi)
۲- متغیرهای وابسته:	۱- درصد پرشدگی
	۲- درصد آسیبهای مکانیکی نوع اول (دانه‌های شکسته و خرد شده)
	۳- درصد آسیبهای مکانیکی نوع دوم (دانه‌های خراشیده و لخت شده)
	۴- درصد صدمات کل (مجموع آسیبهای نوع اول و دوم)
	۵- درصد قوهٔ نامیه

Archive of SID

www.SID.ir

چگونگی ساخت بذرانداز دمشی

با توجه به مشخصات موزع، به ویژه فضای پرتاب آن، مراحل اصلی ساخت بذرانداز دمشی شامل عملیات زیر می‌باشد: ۱- انتخاب ابعاد افشانک و تهیهٔ آن ۲- سوراخکاری درپوش موزع و اتصال قسمت‌های مختلف بذرانداز. قطعات اصلی بذرانداز دمشی عبارتند از: ۱- افشانک ۲- لولهٔای انتقال هوا. ۳- شیر کنترل دبی هوا. افشانک شامل یک لولهٔ مسی با قطر داخلی ۵/۵ میلی‌متر و قطر خارجی ۶/۵ میلی‌متر و به طول ۸ سانتی‌متر می‌باشد. طول افشانک با توجه به ضخامت قسمت خلاء موزع، و قطر آن با توجه به لوله‌های موجود انتخاب شده است. با توجه به ابعاد افشانک، سوراخی به قطر۷ میلی‌متر روی درپوش قسمت خلائی موزع (از جنس چدن) ایجاد شده و افشانک در آن قرار داده شد. از آنجا که این سوراخ از قسمت خلائی موزع عبور می‌کرد، برای جلوگیری از درز کردن هوا به قسمت خلاء موزع و ایجاد مشکل، درزبندی مناسبی به کمک نوارهای پلاستیکی صورت گرفت. فاصلهٔ بین پشت صفحه موزع و لبهٔ در پوش در حدود ۴ میلی‌متر می‌باشد. بدین ترتیب حدود ۴ سانتی‌متر از طول افشانک درون موزع و ۴ سانتی‌متر در خارج از موزع قرار دارد (شکل ۱).



شکل ۱ – افشانک بذرانداز و کوپلینگ ساخته شده برای اتصال محورمحرک موتور به محور موزع

افشانک در حدود ۲ میلی‌متری صفحه موزع ثابت می‌شود. با توجه به محدودیت فضا در قسمت پرتاب بذر، افشانک در جایی قرار داده شد که دانه‌ها از قسمت خلاء خارج می‌شدند. برای انتقال هوا از منبع هوا به افشانک، شیلنگی با سطح داخلی صاف به طول ۱/۵ متر و قطر داخلی حدود ۶ میلی‌متر و

www.SID.ir

قطر خارجی ۸ میلی‌متر برای انتقال هوا از منبع هوا به افشانک بکار برده شد. شیر کنترل دبی(همچنین اهرم گاز) روی خود منبع هوا وجود داشت. برای اتصال لولهٔ انتقال هوا به منبع، با توجه به اینکه قطر دو لوله یکی نبود، از تبدیل و مخروطهای پلاستیکی خاصی استفاده شد.

نتایج آزمایش‌ها

در جدول ۲ میانگین، کمینه و بیشینهٔ متغیرهای وابسته نشان داده شده است. مشاهده می‌شود که آسیب‌های مکانیکی نوع اول ۰/۰۷۴ درصد بیشتر از نوع دوم می‌باشد. به عبارت دیگر، آسیب‌های وارد به بذر بیشتر بصورت شکستگی و خردشدگی دانه‌ها بیشتر اتفاق می‌افتد. اما با این حال بیشینهٔ آسیب‌های مکانیکی نوع اول (خراش و کنده شدن پوست) ۰/۳۱۱درصد از نوع دوم کمتر است. آسیبهای مکانیکی نوع اول در اثر برخورد دانه با صفحهٔ جداکنندهٔ دانه‌ها از سوراخ صفحه موزع ایجاد می‌شود، ولی آسیبهای مکانیکی نوع دوم علاوه بر برخورد با این صفحه، احتمالاً در اثر برخورد دانه‌ها با دیوارهٔ دریچهٔ خروجی موزع به دلیل پرتاب دانه توسط بذر انداز به وجود می‌آید.

جدول ۲- مقادیر میانگین، کمینه و بیشینهٔ متغیرهای وابسته

پارامترها	میانگین	کمینه	بیشینه
درصد پرشدگی موزع	۷۰/۸	۵۸/۷	۹۱/۹
درصد آسیبهای نوع اول	۰/۳۳۹	۰	۱/۱۹۸
درصد آسیبهای نوع دوم	۰/۲۷۵	۰	۱/۵۰۹
درصد کل آسیبهای	۰/۶۱۴	۰	۲/۶۴۱
درصد قوهٔ نامیه	۹۳/۴۰۷	۸۵	۹۸

نتایج تجزیهٔ واریانس داده‌ها در جدول ۳ نشان داده شده است. مشخص می‌شود که سرعت دورانی صفحه موزع تأثیر بسیار معنی‌داری بر درصد پرشدگی دارد. سرعت باد بذرانداز تأثیر بسیار معنی‌داری بر درصد آسیب‌های مکانیکی نوع اول، نوع دوم و کل آسیب دارد. سرعت باد بذرانداز و سرعت دورانی صفحه موزع هیچکدام تأثیر معنی‌داری بر درصد قوهٔ نامیهٔ دانه‌ها ندارند. نتایج مقایسهٔ میانگین‌های متغیرهای وابسته در سطوح مختلف متغیرهای مستقل که با روش دانکن انجام گرفته، در جدول ۴ نشان داده شده است. مشاهده می‌شود که تغییر میانگین متغیرهای وابسته متأثر از متغیرهای مستقل تقریباً به یک صورت است، ولی برای قوهٔ نامیهٔ این مطلب متفاوت است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۳- نتایج جدول تجزیهٔ واریانس متغیرهای وابسته

متغیرها	سرعت دورانی	سرعت باد	سرعت دورانی× سرعت باد
درصد پرشدگی موزع	۰/۰۱ ۰/۰۰۰	ns ۰/۵۰۲	Ns ۰/۸۷۰
درصد آسیبهای نوع اول	ns ۰/۹۱۲	۰/۰۱ ۰/۰۰۰	ns ۰/۹۷۰
درصد آسیبهای نوع دوم	ns ۰/۵۷۹	۰/۰۱ ۰/۰۰۳	ns ۰/۲۸۷
درصد کل آسیبها	ns ۰/۶۸۳	۰/۰۱ ۰/۰۰۰	ns ۰/۵۹۳
درصد قوهٔ نامیه	ns ۰/۰۸۷	ns ۰/۳۲۴	ns ۰/۵۰۲

ns: تأثیر معنی‌دار نیست. مقادیر ردیف نخست سطح معنی‌دار بودن را نشان می‌دهند و مقادیر ردیف دوم مقدار .P (سطح احتمال) را نشان می‌دهند.

درصد پرشدگی صفحه موزع (ری‌زش دانه ها)

جدول ۲ نشان می دهد که در صد پرشدگی نسبتاً کم است که علت اصلی آن زیاد بودن سرعت دورانی و گرفتگی سوراخهای بذرگیر صفحه موزع می‌باشد. مقادیر سرعت دورانی به این دلیل زیاد در نظر گرفته شده است که تأثیر عمل بذرانداز بیشتر مشخص شود. طبق جدول ۳، تغییرات مقادیر میانگین درصد پرشدگی متأثر از سرعت دورانی صفحه موزع در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار می‌باشد، ولی درصد پرشدگی متأثر از سرعت باد بذرانداز معنی‌دار نشد. با افزایش سرعت دورانی صفحه موزع، مقدار درصد پرشدگی کاهش می‌یابد که البته منطقی و قابل پیش‌بینی است. افزایش سرعت باد، تأثیر

Archive of SID

www.SID.ir

محسوسی بر افزایش درصد پرشدگی دارد. این حالت در سرعت دورانی ۴۰ دور در دقیقه محسوس‌تر است. علت آن احتمالاً باز شدن سوراخهای گرفته شده به وسیلهٔ دانه‌های شکسته است.

جدول۴- نتایج آزمون دانکن برای مقایسهٔ میانگین‌های متغیرهای وابسته (α=۰/۰۵)

متغیرها	سرعت دورانی صفحه موزع (rpm)			سرعت باد بذرانداز($m.s^{-1}$)		
	۴۰	۶۸	۹۹	۰	۷/۵	۱۵/۵
درصد پرشدگی موزع	A[1] ۷۸/۱	B ۵۸/۶	B ۵۶/۴	A ۶۳/۳	A ۶۳/۱	A ۶۶/۷
درصد آسیبهای نوع اول	A ۰/۳۷۲	A ۰/۳۲۵	A ۰/۳۱۹	A ۰/۷۹۱	B ۰/۱۸۰	B ۰/۰۴۶
درصد آسیبهای نوع دوم	A ۰/۳۱۹	A ۰/۳۱۴	A ۰/۱۹۱	A ۰/۵۸۸	B ۰/۰۶۵	B ۰/۱۷۱
درصد کل آسیبها	A ۰/۶۸۶	A ۰/۶۴۵	A ۰/۵۱۰	A ۱/۳۷۹	B ۰/۲۴۵	B ۰/۲۱۷
درصد قوهٔ نامیه	AB ۹۱/۵۶	A ۹۰/۴۴	B ۹۵/۳۳	A ۹۰/۶۷	A ۹۲/۶۷	A ۹۴

شکل ۱- میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر گروه تفاوت معنی‌داری ندارند.

طبق جدول ۴ مشاهده می‌شود که بیشینه وکمینهٔ میانگین‌های مقادیر درصد پرشدگی متأثر از سرعت دورانی به ترتیب در سرعت‌های ۴۰ و ۹۹ دور در دقیقه می‌باشد که به ترتیب در کلاس A و B قرار می‌گیرند. بین میانگین‌های درصد پرشدگی متأثر از سرعت‌های دورانی ۶۸ و ۹۹ دور در دقیقه، از نظر آماری اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. بطوری که هر دو میانگین در یک کلاس قرار دارند، ولی بین این دو سرعت دورانی و سرعت ۶۸ دور در دقیقه، از نظر آماری اختلاف معنی‌داری وجود دارد. پس در حالت کلی بذرانداز تاحدی درصد پرشدگی موزع را افزایش می دهد ولی افزایش آن زیاد نیست.

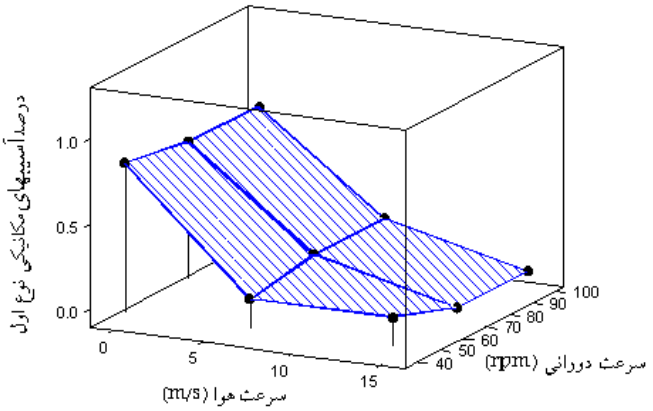
درصد آسیبهای مکانیکی

با توجه به جدول ۳ مشخص می‌شود که تأثیر سرعت باد بذرانداز بر مقادیر میانگین آسیبهای مکانیکی نوع اول، نوع دوم و کل آسیبها بسیار معنی‌دار می‌باشد، ولی تاثیر سرعت دورانی صفحه موزع

Archive of SID

www.SID.ir

بر مقادیر میانگین هر سه نوع آسیبها معنی‌دار نمی‌باشد. طبق این جدول مشاهده می‌شود که مقدار P آسیبهای مکانیکی نوع اول بیشتر از مقدار P نوع دوم می‌باشد، یعنی تأثیر سرعت باد بر مقادیر میانگین آسیبهای مکانیکی نوع دوم کمتر از تأثیر آن بر مقادیر میانگین آسیبهای مکانیکی نوع اول است. به عبارت دیگر تأثیر بذرانداز در ایجاد خراش و کنده شدن پوست کم می‌باشد. اگر بذرانداز باعث آسیب دیدگی دانه‌ها می‌شد، باید با افزایش سرعت باد مقدار آسیبهای مکانیکی نوع دوم افزایش می‌یافت. با افزایش سرعت باد، آسیبهای مکانیکی نوع اول و کل آسیبها کاهش می‌یابد. این مطلب در شکلهای ۲ و ۳ بطور واضح نشان داده شده است.



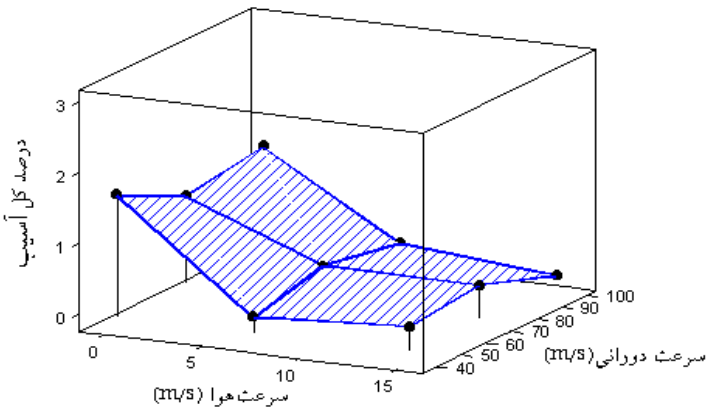
شکل۲- اثرات سرعت هوای بذرانداز و سرعت دورانی صفحه موزع بر میزان آسیب مکانیکی نوع اول

چیزی که در این شکلها بسیار روشن است این است که در سرعت باد صفر، یعنی بدون بذرانداز میزان هر سه نوع آسیب نسبت به مقادیر آنها در سرعت‌های باد ۷/۵ و ۱۵/۵ متر بر ثانیه بیشتر است. همچنین تفاوت مقادیر میانگین درصد هر سه نوع آسیب بین سرعت‌های ۷/۵ و ۱۵/۵ متر بر ثانیه کم است. با توجه به جدول ۴، مقایسهٔ میانگین‌های هر سه نوع آسیب متأثر از سرعت دورانی و سرعت باد نشان می‌دهد که تغییرات میانگین سه نوع آسیب متأثر از متغیرهای مستقل یکسان است. به طوری که بین میانگین‌های هر سه نوع آسیب متأثر از سرعت باد ۷/۵ و ۱۵/۵ متر بر ثانیه از نظر آماری اختلاف معنی‌داری وجود ندارد، ولی بین این دو سطح سرعت و سرعت صفر اختلاف معنی‌داری وجود دارد که به ترتیب در کلاس B و A قرار دارند. مشاهده می‌شود که کل آسیبهای مکانیکی با افزایش

Archive of SID

www.SID.ir

سرعت باد کاهش می‌یابد. این مطلب حاکی از آن است که بذرانداز، کل آسیبهای مکانیکی وارده بر دانه‌ها را کاهش می‌دهد.



شکل ۳- اثرات سرعت هوای بذرانداز و سرعت دورانی صفحه موزع بر کل آسیب‌های وارد بر بذر

درصد قوۀ نامیه

با توجه به جدول ۴ مشخص می‌شود که با افزایش سرعت هوای بذرانداز و سرعت دورنی صفحه موزع، قوۀ نامیه افزایش نسبی پیدا می‌کند، البته نوساناتی نیز مشاهده می‌شود. مقدار قوۀ نامیه قبل از آزمایش ۹۶ درصد بوده است که با توجه به میانگین درصد قوۀ نامیه بعد از آزمایش، مشاهده می‌شود که قوۀ نامیه در حدود ۲/۶ درصد کاهش یافته است. البته کاهش قوۀ نامیۀ دانه‌ها دور از انتظار نیست. ولی با توجه به جدول ۳، معنی‌دار نبودن تأثیر سرعت باد بر درصد قوۀ نامیه، این مطلب را روشن می‌سازد که بذرانداز، آسیب منجر به کاهش قوۀ نامیه بر دانه‌ها وارد نمی‌سازد و میزان آن معنی‌دار نیست.

نتی‌جه گی‌ری و پی‌شنهادات

نتایج تجزیۀ واریانس متغیرهای وابسته نشان می‌دهد که سرعت باد بذرانداز تأثیر بسیار معنی‌داری بر درصد آسیبهای مکانیکی نوع اول (شکستگی و خرد شدن دانه)، نوع دوم (خراشیدگی و کنده شدن پوست) و نیز مجموع آنها دارد. ولی سرعت باد بذرانداز و سرعت دورانی صفحه موزع

Archive of SID

www.SID.ir

هیچکدام تأثیر معنی‌داری بر درصد قوهٔ نامیهٔ دانه‌ها ندارند. نتایج مقایسهٔ میانگین‌های پارامترهای وابسته متأثر از تغییرات متغیرهای مستقل به روش دانکن نشان می‌دهد که بیشینه وکمینهٔ میانگین‌های مقادیر درصد پرشدگی موزع متأثر از سرعت دورانی به ترتیب در سرعت‌های ۴۰ و ۹۹ دور در دقیقه می‌باشد که بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن دارای تفاوت معنی‌داری می‌باشند. همچنین در حالت، کلی بیشینه و کمینهٔ میانگین‌های مقادیر آسیبهای وارد بر دانه‌ها متأثر از سرعت باد به ترتیب در سرعت‌های صفر و ۱۵/۵ متر بر ثانیه می‌باشد. با توجه به مطالب بالا می‌توان نتیجه گرفت که بذرانداز نه تنها هیچگونه صدمه‌ای بر دانه‌های مورد کاشت وارد نمی‌سازد، بلکه عملکرد موزع را بهبود می‌بخشد. با توجه به تأثیر بذرانداز دمشی بر بهبود عملکرد بذرکار پیشنهاد می‌شود که: ۱- آزمایشهای بیشتری انجام گیرد. ۲- این واحد به بذرکارهای خلایی موجود در کشور اضافه شود و بدین وسیله از اتلاف بذرها درهنگام کاشت جلوگیری شود.

منابع

۱- یوسف‌زادهٔ طاهری، م ر (۱۳۸۲). ارزیابی ریزدانه کارهای متداول و معرفی مناسبترین آنها در کشت مکانیزهٔ کلزا. گزارش سالیانهٔ طرح تحقیقاتی ملی مؤسسهٔ تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.

۲- امی‌ر شقاقی، ف (۱۳۸۲). بررسی و ارزیابی بذرکارهای مناسب در کشت مکانیزهٔ کلزا. مجموعه مقالات اولین کنفرانس دانشجویی مهندسی ماشینهای کشاورزی ایران. ارومیه.

۳- پیوست، غ (۱۳۷۷). سبزیکاری. چاپ اول. انتشارات مؤلف. رشت. ۳۰۰ ص.

4- Sial, F. S. and Persson S. P. E. (1984). Vacuum nozzle design for Seed metering. Transactions of the ASAE. 3 (4), 688-696.

5- Zulin, Z. Upadhyaya, S.K., shafii, S. and Garrett, R.E. (1991).A hydropneumatic seeder for primed seed. Transactions of the ASAE. 34 (1). 21-26.

Archive of SID

www.SID.ir