طراحی ساخت وآزمایش بذرانداز دمشی

حسن ذ کی د یزجی[1]- سعید مینایی[2]- محمد رضا یوسف زاده طاهری[3]

چکیده

در شرایط کنونی، شاید مناسبترین و اقتصادی‌ترین راه حل برای معرفی ماشین مناسب کاشت دانه‌های ریز، ایجاد تغییرات و یا اضافه کردن قسمت‌های مکمل به کارنده‌های موجود در کشور باشد. در طی چند سال گذشته مطالعاتی در مورد طراحی و ساخت و یا معرفی ماشین‌های مناسب کاشت دانه‌های ریز در مراکز تحقیقات کشاورزی و دانشگاه‌ها انجام گرفته است. بررسی گزارشات پژوهشی مربوط به این مطالعات نشان می‌دهد که هیچ کدام از ماشینهای کاشت موجود در کشور مناسب کاشت دانه‌های ریز نمی‌باشند. دراین راستا، تکمیل و بهینه‌سازی کارنده‌های موجود، در تحقیق حاضر به عنوان هدف اصلی مد نظر قرار گرفته است. بررسی‌های انجام یافته روی کارنده‌های نیوماتیک صفحه‌ای خلایی موجود در کشور نشان می‌دهد که عامل اصلی ناکارآمدی آنها در کاشت دانه‌های ریز، نقایص موجود درموزع آنها می‌باشد. از اینرو بذرانداز دمشی خاصی برای کاربرد در دقیق‌کارهای نیوماتیک موجود در کشور و تکمیل آنها بطوریکه مناسب کاشت دانه‌های ریزی مانند کلزا شوند، طراحی ، ساخته و مورد آزمایش قرار گرفت. با توجه به ویژگیهای موزع دقیق‌کار نیوماتیک ساخت شرکتً به‌کشتً (آگریفارم)، بذرانداز دمشی ساخته شده و برای آزمایش بر روی این موزع نصب گردید. متغیرهای مستقل آزمایش عبارت بودند از: سرعت دورانی صفحهٔ موزع در سه سطح(۴۰، ۶۸و ۹۹ دور در دقیقه) و سرعت باد بذرانداز در سه سطح(صفر، ۷/۵و ۱۵/۵ متر بر ثانیه). متغیرهای وابستهٔ آزمایش شامل انواع آسیب وارد بر دانه(سه نوع)، قوهٔ نامیه و میزان پرشدگی بودند. نتایج تجزیهٔ واریانس نشان داد که سرعت دورانی صفحه موزع تأثیر بسیار معنی‌داری درسطح ۰/۰۱ بر میزان پرشدگی دارد و با افزایش سرعت دورانی ، میزان پرشدگی کاهش می‌یابد. سرعت باد بذرانداز نیز تأثیر بسیار معنی‌داری بر درصد آسیبهای مکانیکی نوع اول(شکستگی و خرد شدن دانه)، نوع دوم(خراشیدگی و کنده شدن پوست) و مجموع آنها دارد. با افزایش سرعت باد بذرانداز، درصد شکستگی کاهش یافت. سرعت باد بذرانداز و سرعت دورانی صفحه موزع هیچکدام تأثیر معنی‌داری بر درصد قوهٔ نامیهٔ دانه‌ها نداشتند. نتایج کلی آزمایش بذرانداز نشان می‌دهد که بذرانداز دمشی نه تنها میزان صدمات وارده بر بذور را کاهش می‌دهد، بلکه به علت باز کردن سوراخهای گرفته شده توسط بذور شکسته، میزان پرشدگی را بهبود داده و در حالت کلی عملکرد موزع را بهبود می‌بخشد.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیک ماشینهای کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس
۲- عضو هیئت علمی گروه مکانیک ماشینهای کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس
۳- عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی آذربایجان شرقی

کلیدواژه: طراحی، ریزدانه‌ها، دقیق‌کار نیوماتیک صفحه‌ای، بذرانداز دمشی

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. البته خطی‌کارهای هوایی شامل خطی‌کارهای هوا- فشار و بذرکار هوایی و نیز دقیق‌کارهای مکانیکی برای کاشت دانه‌های ریز مورد استفاده قرار می گیرد، ولی این کارنده‌ها در ایران توسعهٔ چندانی نیافته‌اند. علت این امر آن است که خطی‌کارهای هوایی جدید بوده و نیز مناسب مزارع بزرگ می‌باشند. دقیق‌کارهای مکانیکی نیز در سالهای دور برای کاشت دانه‌های ریز مورد استفاده قرار می گرفتند. در چند سال اخیر تحقیقات گسترده‌ای در پنج استان کشور برای تعیین عملکرد کارنده‌های موجود در کاشت دانه‌های‌ریز صورت گرفته است. 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. ریزدانه‌کارها 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(امیرشقاقی، 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، بر خلاف نتایج تحقیقات انجام یافته در کشورهای خارجی می‌باشد. 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 نازل *(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 برعملکرد کارنده بر روی موزع نصب شد و مورد آزمایش قرار گرفت.

مواد و روشها

تحلیل دینامیکی نیروهای مؤثر در پرتاب بذر

در شکل ۱ نیروهای وارد بر دانه در هنگام پرتاب آن نشان داده شده است. این نیروها شامل: نیروی گریز از مرکز F_C، نیروی وزن F_W، نیروی مقاوم F_R و نیروی دمشی F_P. نیروی مقاوم مجموع نیروهای جاگیری دانه، نیروی اصطکاکی در خلاف جهت حرکت دانه و سایر نیروهای غیر مهم مثل چسبندگی می‌باشد. بوجود آمدن نیروی جاگیری دانه، ناشی از نیروی مکشی است که در هنگام مکش، دانه را در سوراخ جا می‌اندازد و یا به اصطلاح گیر می‌اندازد.

رابطهٔ بین نیروهای وارد بر دانه در حین پرتاب بصورت زیر است.

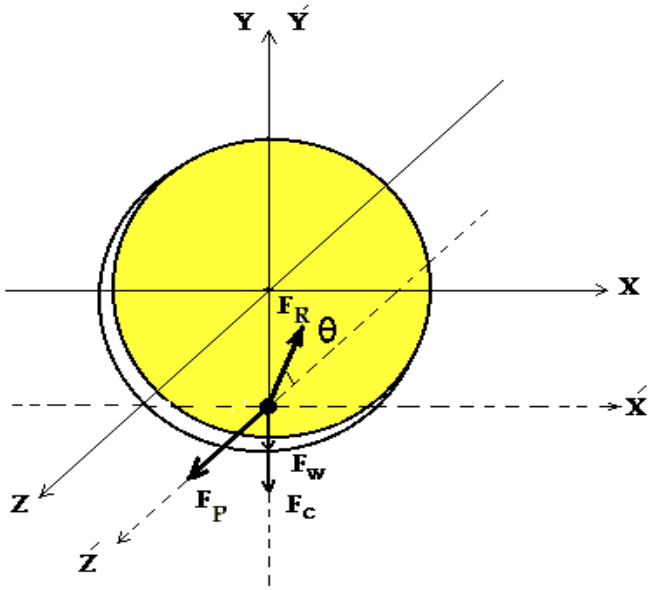
θ= زاویهٔ بین راستای F_R و F_P

$$F_P = (F_W + F_C)\cot an\theta \qquad (۱)$$

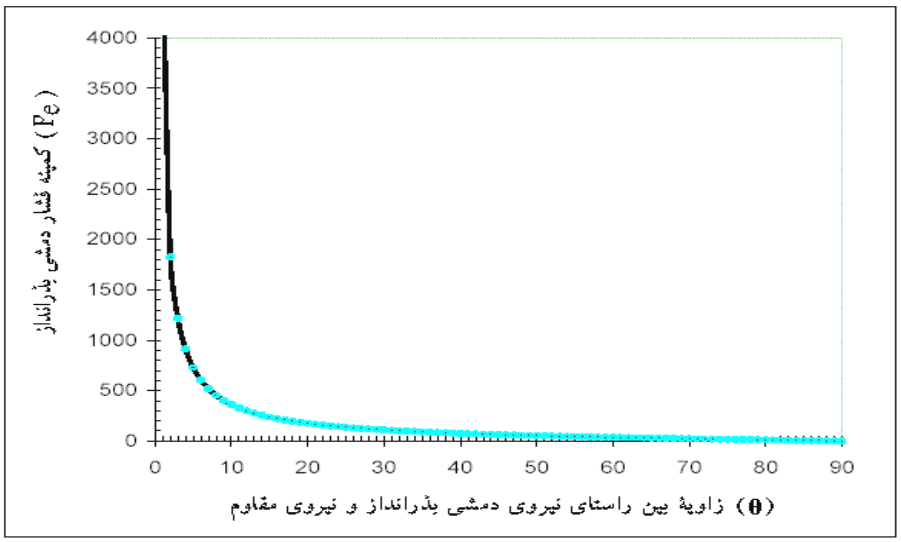
با توجه با رابطهٔ(۱)مشاهده می‌شود که مقدار نیروی لازم برای پرتاب بذر، با θ تغییر می‌کند. تغییرات θ از ۰ الی ۹۰ درجه می‌باشد. و مقدار آن بستگی به پارامترهایی مثل سرعت دورانی صفحه موزع و نوع بذر و عوامل ناشناخته‌ای مانند نیروی جاگیری و غیره دارد و نمی‌توان مقدار مشخصی برای آن در نظر گرفت. با اینحال می‌توان مقدار F_P در نظر گرفتن برخی فرضیات به روش تئوری و سپس در آزمایشگاه مشخص کرداگر مساحت مؤثر بذر در رابطهٔ (۱) تأثیر داده شود، می‌توان کمینه فشار دمشی بذرانداز را برآورد کرد. با تقسیم طرفین این رابطه بر مساحت مؤثر بذر، کمینه فشار دمشی بذرانداز بدست می آید.

$$P_e = \frac{F_w + F_C}{A_{sc}}\cot an\theta \qquad (۲)$$

در این رابطه مقادیر F_C، F_w و A_{SC} معلوم است، ولی مقدار زاویهٔ θ مجهول می‌باشد. با توجه به اینکه محدودهٔ زاویهٔ θ تحت هر شرایطی بین ۰ الی ۹۰ درجه می‌باشد. نمودار تغییرات فشار دمشی بذرانداز نسبت به زاویهٔ θ در شکل ۲ آورده شده است.



شکل ۱: نیروهای وارد بر دانه در هنگام پرتاب آن



شکل۲: تغییرات P_e نسبت به θ برای شیپورهٔ ۳۰ درجه و دانهٔ کلزا

به عنوان مثال برای نازل ۳۰ درجه و بذر کلزا داریم(ذکی دیزجی، ۱۳۸۲).

$P_e = ۶۳/۸۵\ cotan\theta$

بایستی توجه داشت که فشار هوای بذرانداز کمتر از کمینه فشار هوای لازم برای نگهداری و حمل بذر می‌باشد. زیرا در حالت بذراندازی نیروهای وزن و گریز از مرکز به عمل انداختن دانه کمک می‌کنند. پس: $P_e \langle P_{hm}$

از سوی دیگر چنانچه P_e نباشد، در سرعتهای پایین صفحه‌موزع، بذر تحت نیروی گرانش خواهد افتاد که در این موقع θ تقریباً ۹۰ درجه است (در سرعتهای بالاتر نیروی گریز از مرکز به عمل پرتاب بذر کمک می

کند). پس با توجه به این دو مطلب و اینکه P_{hm} برای شیپورهٔ ۳۰ درجه و دانهٔ کلزا برابر با ۱۲۲/۹۸ می‌باشد(ذکی دیزجی، ۱۳۸۲)، خواهیم داشت: $\theta \rangle$ ۲۷/۴۴

پس مقدار فشار دمشی بذرانداز حدود۱۲۲ پاسکال می‌باشد.

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 و ۳- شیر کنترل دبی هوا

افشانک شامل یک لولهٔ مسی با قطر داخلی ۵/۵ میلی‌متر، قطر خارجی ۶/۵ میلی‌متر و 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 آن خارج از موزع قرار دارد. افشانک در حدود ۲ میلی‌متری صفحه موزع ثابت شد و با توجه به محدودیت فضا در قسمت پرتاب بذر، 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 قطر خارجی ۸ میلی‌متر بکار برده شد. شیر کنترل دبی(همچنین اهرم گاز) روی 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..

مواد آزمایش

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 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 *hp* ۵ (ساخت کشور آلمان) استفاده شد. نیروی دورانی محور موزع، از موتور الکتریکی، مدل *C90S-4* تأمین شد. برای تأمین سرعت‌های دورانی مختلف مورد نیاز، از دستگاه مبدل (*Inverter*) مدل *LS900-4005* (ساخت کشور تایوان) استفاده شد. برای استفاده از این دستگاه نیاز به وسایل کنترلی برقی شامل فیوز کنترل، تایمر و کلیدهای روشن خاموش اینورتر و تایمر بود که فراهم شدند.

روش آزمایش

پارامترهای مستقل و وابستهٔ آزمایش در جدول ۱ آورده شده است. پارامترهای مستقل طرح آزمایش عبارتند از: سرعت دورانی صفحه موزع و سرعت باد بذرانداز. سه سطح سرعت دورانی صفحه موزع با توجه به سه سرعت پیشروی دستگاه تعیین شد. سطوح سرعت باد بذرانداز نیز سه سطح در نظر گرفته شد. تعداد تیمارها ۹ و با در نظر گرفتن سه تکرار برای هر تیمار، تعداد آزمایشات برابر با ۲۷ می‌باشد. بدین ترتیب طرح آزمایش، آزمون فاکتوریل دو فاکتوره در قالب بلوک کامل تصادفی است. از بذر کلزا رقم *Okapi* برای این آزمایش استفاده شد. پارامترهای وابستهٔ آزمایش عبارتند از: ۱- درصد پرشدگی ۲- میزان انواع آسیبهای مکانیکی وارده به دانه‌ها و ۳- قوهٔ نامیهٔ دانه‌ها.

جدول۱ : پارامترهای مستقل و وابسته طرح آزمایش

متغیرهای مستقل:	متغیرهای وابسته:
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*	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

نتایج

در جدول ۲ میانگین، کمینه و بیشینهٔ متغیرهای وابسته نشان داده شده است. مشاهده می‌شود که میانگین آسیب‌های مکانیکی نوع اول ۱,۲ برابر آسیبهای نوع دوم می‌باشد. به عبارت دیگر، آسیب‌های وارد به بذر بیشتر بصورت شکستگی و خردشدگی دانه‌ها اتفاق می‌افتد. اما با این حال بیشینهٔ آسیب‌های مکانیکی نوع اول (خراش و کنده شدن پوست) ۲۰ درصد 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. نتایج تجزیهٔ واریانس داده‌ها در جدول ۳ و نتایج مقایسهٔ

میانگین‌های متغیرهای وابسته در سطوح مختلف متغیرهای مستقل که با روش دانکن انجام گرفته، در جدول ۴ نشان داده شده است.

جدول ۲: مقادیر میانگین، کمینه و بیشینهٔ متغیرهای وابسته

پارامترها	میانگین	کمینه	بیشینه
درصد پرشدگی موزع	۷۰/۸	۵۸/۶	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

درصد پرشدگی صفحه موزع(ریزش دانه‌ها)

بر اساس داده های جدول ۲درصد 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، بطوریکه با افزایش سرعت دورانی صفحه موزع، مقدار درصد پرشدگی کاهش می‌یابد(شکل ۳)، که البته منطقی و قابل پیش‌بینی است. همچنین نتایج بدست آمده از جدول ۳ نشان می‌دهد که سرعت باد بذرانداز تأثیر معنی‌داری بر درصد پرشدگی ندارد، با این حال شکل ۴ نشان می‌دهد که افزایش سرعت باد، افزایش درصد پرشدگی را به همراه دارد. این موضوع در سرعت دورانی ۴۰ دور در دقیقه محسوس‌تر است و علت آن احتمالاً باز شدن سوراخهای گرفته شده به وسیلهٔ دانه‌های شکسته است. 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 $\mathcal{A}$ و $\mathcal{B}$ قرار می‌گیرند. بین میانگین‌های درصد پرشدگی متأثر از سرعت‌های دورانی ۶۸ و ۹۹ دور در دقیقه، از نظر آماری اختلاف معنی‌داری وجود ندارد، ولی بین این دو سرعت دورانی و سرعت ۴۰ دور در دقیقه، از نظر آماری اختلاف معنی‌داری وجود دارد.

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

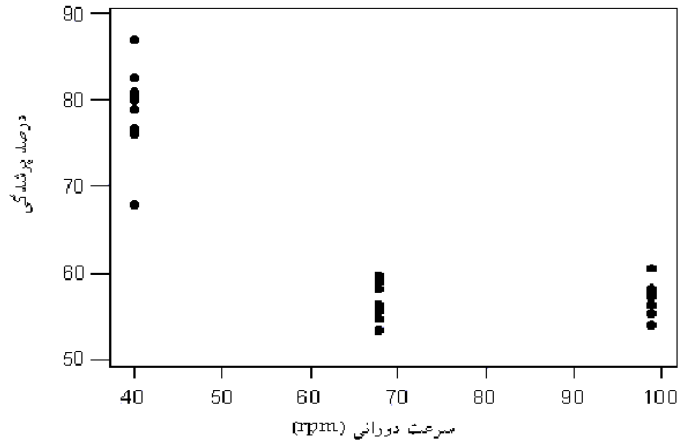
درصد آسیبهای نوع دوم	*ns* ۰/۵۷۹	۰/۰۱ ۰/۰۰۳	*ns* ۰/۲۸۷
درصد کل آسیبها	*ns* ۰/۶۸۳	۰/۰۱ ۰/۰۰۰	*ns* ۰/۵۹۳
درصد قوهٔ نامیه	*ns* ۰/۰۸۷	*ns* ۰/۳۲۴	*ns* ۰/۵۰۲

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

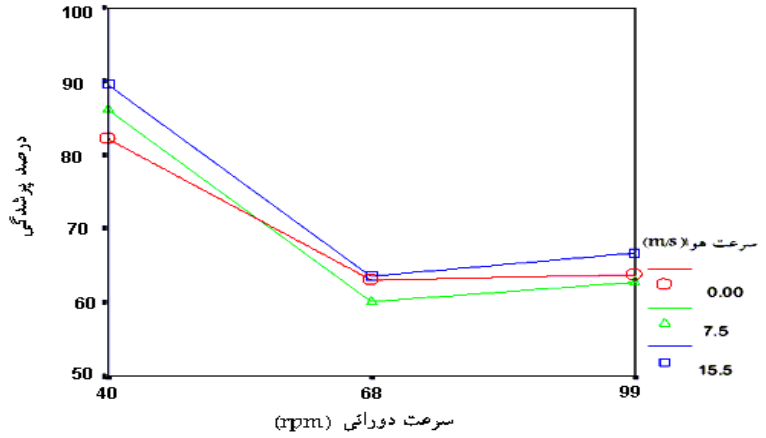
جدول۴: نتایج آزمون دانکن برای مقایسهٔ میانگین‌های متغیرهای وابسته(α=۰/۰۵)

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

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



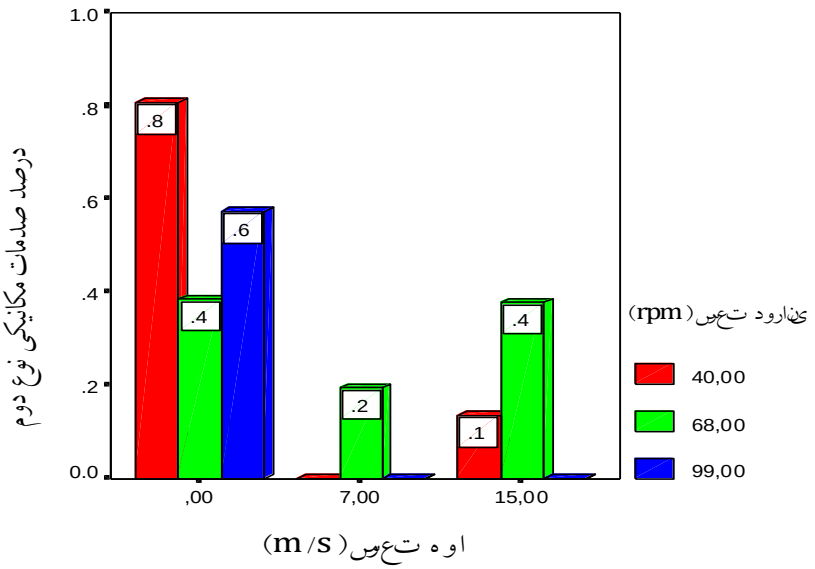
شکل۳ : نمایش درصد پرشدگی موزع در برابر سرعت دورانی صفحه موزع



شکل۴: تغییرات درصد پرشدگی موزع نسبت به افزایش سرعت هوای بذرانداز

درصد آسیبهای مکانیکی

با توجه به جدول ۳ مشخص می‌شود که مقدار $\mathcal{P}$ آسیبهای مکانیکی نوع اول بیشتر از مقدار $\mathcal{P}$ 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. اما شکل ۵ عکس این مطلب را نشان می‌دهد. البته کمی غیر یکنواختی در سرعت دورانی ۶۸ دور در دقیقه مشاهده می‌شود که احتمالاً به دلیل خطای آزمایشگاهی است.



شکل۵: نمایش درصد آسیب مکانیکی نوع دوم نسبت به سرعت هوای بذرانداز و سرعت دورانی صفحه موزع

با افزایش سرعت باد، آسیبهای مکانیکی نوع اول و کل آسیبها کاهش می‌یابد. 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 $\mathcal{B}$ و $\mathcal{A}$ قرار دارند. مشاهده می‌شود که کل آسیبهای مکانیکی با افزایش سرعت باد کاهش می‌یابد. این مطلب حاکی از آن است که بذرانداز، کل آسیبهای مکانیکی وارده بر دانه‌ها را کاهش می‌دهد.

درصد قوهٔ نامیه

با توجه به جدول ۴ مشخص می‌شود که با افزایش سرعت هوای بذرانداز و سرعت دورانی صفحه‌موزع، قوهٔ نامیه افزایش نسبی پیدا می‌کند، البته نوساناتی نیز مشاهده می‌شود. مقادیر میانگین، کمینه و بیشینهٔ درصد قوهٔ نامیهٔ دانه‌ها در جدول ۲ مشاهده می‌شود. مقدار قوهٔ نامیه قبل از آزمایش ۹۶ درصد بوده است که با توجه به میانگین درصد قوهٔ نامیه بعد از آزمایش، مشاهده می‌شود که قوهٔ نامیه در حدود ۲/۶ درصد کاهش یافته است. البته کاهش قوهٔ نامیهٔ دانه‌ها دور از انتظار نیست. ولی با توجه به جدول ۳ مشاهده می‌شود که تأثیر سرعت دورانی و سرعت باد بر میانگین‌های درصد قوهٔ نامیه معنی‌دار نیست. معنی‌دار نبودن تأثیر سرعت باد بر درصد قوهٔ نامیه، این مطلب را روشن می‌سازد که بذرانداز، آسیبی که منجر به کاهش قوهٔنامیه شود بر دانه‌ها وارد نمی‌سازد.

نتیجه‌گیری

نتایج تجزیهٔ واریانس متغیرهای وابسته نشان می‌دهد که سرعت دورانی صفحه موزع تأثیر معنی‌داری درسطح ۰/۰۱ بر میزان پرشدگی موزع دارد. همچنین 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 هیچکدام تأثیر معنی‌داری بر درصد

قوۀ نامیۀ دانه‌ها ندارند. نتیجۀ کلی آزمایش این است که بذرانداز، کل آسیبهای مکـانیکی وارد بـر دانـه‌ها را کاهش می‌دهد. ضمناً بذرانداز هیچگونه آسیبی که منجر به کاهش قوۀ نامیه شود به دانـه‌ها وارد نمی‌کنـد. تأثیر تغییرات سرعت باد بر میانگین‌های درصد پرشدگی صفحه موزع معنی‌دار نشد. امـا افـزایش محسـوس درصد پرشدگی موزع با افزایش سرعت باد، حاکی از تأثیر ناچیز بذرانداز بر مقدار پرشدگی موزع است. نتایج مقایسۀ میانگین‌های پارامترهای وابسته متأثر از تغییرات متغیرهای مستقل به روش دانکن نشان می‌دهد که بیشینه وکمینۀ میانگین‌های مقادیر درصد پرشدگی موزع متأثر از سرعت دورانی، به ترتیـب در سـرعت‌های ۴۰ و ۹۹ دور در دقیقه می‌باشد که بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن دارای تفاوت معنی‌داری می‌باشـند. همچنین در حالت کلی بیشینه و کمینۀ میانگین‌های مقادیر آسیبهای وارد بر دانه‌ها متأثر از سرعت باد، بـه ترتیب در سرعت‌های صفر و ۱۵/۵ متر بر ثانیه می‌باشد. با توجه به مطالب بالا می‌تـوان نتیجـه گرفـت کـه بذرانداز ساخته شده نه تنها هیچگونه صدمه‌ای بر دانه‌های مورد کاشت وارد نمی‌سازد، بلکه عملکرد مـوزع را بهبود می‌بخشد.

منابع

۱.امیرشقاقی، ف (۱۳۸۲). بررسی و ارزیابی بذرکارهای مناسب در کشت مکانیزۀ کلزا. مجموعه *مقالات اولین کنفرانس دانشجویی مهندسی ماشینهای کشاورزی ایران*. ارومیه.

۲.ذکی دیزجی، ح (۱۳۸۲). طراحی نیوماتیکی بذرکار دو منظوره برای کاشت ریزدانه‌ها و ساخت و آزمایش بذرانداز آن، پایان نامۀ کارشناسی ارشد، گروه مهندسی مکانیک ماشینهای کشاورزی، دانشکدۀ کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.

۳. یوسف‌زادۀ طاهری، م.ر (۱۳۸۲). ارزیابی ریزدانه‌کارهای متداول و معرفی مناسبترین آنها در کشت مکانیزۀ کلزا. گزارش سالیانۀ طرح تحقیقاتی ملی مؤسسۀ تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.

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.