

تأثیر خصوصیات کوبنده، ضد کوبنده و رطوبت

محصول بر کیفیت کوبش زیره سبز

محمد حسین سعیدی راد*، ارژنگ جوادی و عباس مهدی نیا**

* نگارنده مسئول، نشانی: مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، ص. پ. ۴۸۸، تلفن: ۳۸۲۲۳۷۳ (۰۵۱۱).

پيام‌نگار: saiedirad@yahoo.com

** به‌ترتیب استادیار پژوهش بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی؛ دانشیار پژوهش مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی؛ و عضو هیئت علمی بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع

طبیعی خراسان رضوی

تاریخ دریافت: ۸۸/۱/۱۷؛ تاریخ پذیرش: ۸۸/۹/۲۸

چکیده

زیره سبز گیاهی یکساله و یکی از گیاهان زراعی مناسب برای کشت در مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران است. برای جلوگیری از ریزش محصول در زمان برداشت، زیره سبز را در مرحله اول با دست یا داس برداشت می‌کنند و در مرحله دوم و پس از خشک شدن ساقه‌ها آن را چوبدست یا با حرکت دادن چهارپایان و تراکتورهای کوچک روی خرمن، می‌کوبند. این روش برداشت زمان بر است، نیروی کار زیاد لازم دارد، به دلیل کوبش ناقص موجب از دست رفتن بخشی از محصول می‌شود، کیفیت محصول کاهش می‌یابد، و آلودگی محصول را به دنبال دارد. بنابراین به منظور دستیابی به پارامترهای طراحی خرمکوب زیره، در این تحقیق اثر تیمارهای رطوبت محصول، نوع تیغه کوبنده، سرعت دورانی استوانه کوبنده، فاصله بین کوبنده و ضد کوبنده، و آهنگ تغذیه بر درصد وزنی دانه‌های جدا شده، درصد خردشدگی ساقه‌ها، و درصد پودرشدگی محصول بررسی شد. نتایج نشان داد که با افزایش رطوبت از ۷ به ۱۳ درصد، میزان دانه‌های جدا شده از ۹۲/۸۵ به ۹۰/۳۹ درصد کاهش می‌یابد و افزایش رطوبت نیز باعث کاهش معنی‌دار درصد پودرشدگی محصول از ۱۰/۱۵ به ۷/۵۶ درصد می‌شود. با افزایش سرعت دورانی استوانه کوبنده از ۷۰۰ به ۹۰۰ دور در دقیقه، درصد وزن دانه‌های جدا شده، خردشدگی ساقه‌ها، و پودرشدگی محصول افزایش می‌یابد. تیمار نوع تیغه تأثیر معنی‌داری بر درصد وزن دانه‌های جدا شده ندارد در حالی که درصد خردشدگی ساقه‌ها و درصد پودرشدگی محصول در تیغه‌های نوع ساینده کمتر از نوع سوهانی است. با توجه به نتایج این تحقیق، استفاده از تیغه‌های ساینده با سرعت دورانی ۹۰۰ دور در دقیقه و وجود رطوبت ۷ درصد برای محصول زیره مناسبترین حالت برای کوبش است.

واژه‌های کلیدی

رطوبت محصول، زیره سبز، سرعت دورانی استوانه کوبنده، کوبش

مقدمه

رشد آن در سال‌های اخیر مورد توجه کشاورزان قرار گرفته است. حدود ۹۰ درصد زیره سبز کشور در استان خراسان و بقیه در سایر نقاط ایران از جمله کرمان، گرگان، یزد، کاشان، شاهرود، و سمنان تولید می‌شود. سطح زیر کشت این محصول در استان خراسان در سال زراعی ۸۴-۸۵ حدود ۱۱۶۸۲ هکتار با تولید ۵۴۵۵ تن و متوسط عملکرد ۴۶۷ کیلوگرم در هکتار گزارش شده است (Anon, 2006).

زیره سبز گیاهی یکساله، با نام علمی (*Cuminum Cyminum*)، و مناسب برای کشت در مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران است. دانه زیره سبز کشیده و دوکی شکل به طول ۵ تا ۶ و قطر ۱/۵ تا ۲ میلی‌متر است. دانه دو بخش به هم چسبیده دارد که هر بخش را مری کارپ^۱ می‌گویند (شکل ۱) (Kafi et al., 2002). زیره سبز به دلیل پایین بود نیاز آبی و کوتاه بودن دوره



شکل ۱- میوه کامل گیاه زیره سبز (در وسط) به همراه دو مری کارپ در طرفین آن

آجاو و آدجومو (Ajav & Adejumo, 2005) اثر پارامترهای فاصله بین کوبنده و ضدکوبنده، رطوبت محصول، سرعت استوانه کوبنده، و سرعت تغذیه کوبنده استوانه‌ای دندان میخی را برای کوبش و بذرگیری گیاه اکرا (بامیه) مطالعه کردند. نتایج تحقیقات آنها نشان داد که اثر رطوبت روی قدرت جوانه‌زنی بذر و کارایی کوبنده و سرعت استوانه کوبنده تنها بر کارایی کوبنده معنی‌دار است. این محققان همچنین نتیجه گرفتند که تأثیر فاصله کوبنده و ضدکوبنده بر قدرت جوانه‌زنی بذر و تعداد بذرها شکسته معنی‌دار است.

واکر (Wacker, 2003) تأثیر چند وارپته گندم را بر قابلیت کوبش آنها بررسی کرد. نتایج بررسی‌های وی نشان داد که تأثیر وارپته‌ها بر درصد دانه‌های شکسته معنی‌دار است. رطوبت محصول، سرعت دورانی استوانه کوبنده، و فاصله بین کوبنده و ضدکوبنده از عوامل تأثیرگذار بر کوبش گندم گزارش شده است. با کاهش فاصله بین کوبنده و ضدکوبنده و افزایش سرعت دورانی استوانه کوبنده، درصد دانه‌های شکسته افزایش می‌یابد.

خزائی (Khazaei, 2003) اثر سرعت کوبنده ماشین و رطوبت و اندازه غلاف نخود را بر نیروی وارد به غلاف، درصد دانه‌های شکسته، و درصد کوبش غلاف‌ها مطالعه کرد و گزارش داد که رقم نخود بر درصد دانه‌های شکسته

محصول زیره سبز در مناطق مختلف زیره‌کاری در مزارع دیم و آبی عمدتاً از اواخر اردیبهشت تا اواخر خردادماه، بسته به شرایط آب و هوایی، برداشت می‌شود. برای جلوگیری از ریزش دانه، برداشت محصول با دست یا داس و زمانی است که بوته‌ها تازه به زردی می‌گیرند؛ بوته‌های برداشت شده به مدت چند روز خرمن می‌شوند و پس از خشک شدن کامل، با چوبدست یا حرکت با چهارپایان و تراکتورهای کوچک از روی خرمن، محصول را می‌کوبند. تمیزکردن محصول با استفاده از غربال‌های دستی و باد دادن انجام می‌گیرد. این روش برداشت زمان‌بر است و نیاز به نیروی کار زیاد دارد؛ از دست رفتن محصول به دلیل کوبش ناقص، کاهش کیفیت به لحاظ آلوده شدن با خاک، وجود کاه و کلش در محصول، و طولانی شدن زمان برداشت از دیگر نتایج این شیوه برداشت زیره است (Kafi et al., 2002).

وجاسیت و سالوخه (Vejasit & Salokhe, 2004) اثر پارامترهای محصولی و ماشینی را بر کوبش لوبیا در کوبنده جریان محوری استوانه‌ای مطالعه کردند. نتایج مطالعات آنها نشان داد که سرعت استوانه کوبنده از ۶۰۰ تا ۷۰۰ دور در دقیقه و آهنگ تغذیه ۷۲۰ کیلوگرم در ساعت موجب بالاترین کارایی کوبنده و کمترین میزان صدمه به محصول می‌شود.

تأثیر خصوصیات کوبنده، ضد کوبنده و رطوبت محصول بر...

در این تحقیق به منظور بررسی عوامل مؤثر بر کوبش زیره، استوانه کوبنده به گونه‌ای طراحی شد که قابلیت نصب دو نوع تیغه (سوهانی و ساینده) را داشته باشد (شکل ۳).

به منظور کنترل حجم مواد ورودی به داخل کوبنده و امکان تغییر آهنگ تغذیه، سیستم نقاله‌ای طراحی شد که روی شاسی دستگاه قرار می‌گرفت؛ با کاهش یا افزایش سرعت خطی تسمه نقاله، آهنگ تغذیه نیز تغییر می‌کرد. تغییر سرعت خطی تسمه نقاله با استفاده از یک جعبه دنده کاهنده انجام می‌شد. نیروی مورد نیاز برای دوران استوانه کوبنده از یک موتور الکتریکی سه فاز تأمین می‌شد. برای تغییر سرعت دورانی استوانه کوبنده، دور موتور الکتریکی به کمک دستگاه تغییر فرکانس دیجیتالی^۱ تغییر داده می‌شد.

برای تهیه نمونه‌های آزمایشی، بوته‌های زیره از مزرعه‌ای واقع در منطقه عشق‌آباد شهرستان نیشابور جمع‌آوری و به مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی منتقل شد. بوته‌های زیره به علت بالا بودن رطوبتشان در زمان برداشت، در آفتاب گذاشته شدند تا خشک شوند. جهت دستیابی به رطوبت‌های مورد نظر برای آزمایش، رطوبت بوته‌ها در فرایند خشک‌شدن آنها روزانه اندازه‌گیری می‌شد. رطوبت نمونه‌ها (بر پایه وزن تر) با استفاده از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$M_c = \frac{m_t - m_0}{m_t} \times 100 \quad (1)$$

که در آن، m_0 و m_t به ترتیب جرم خشک و جرم تر نمونه (گرم) است؛ و M_c = رطوبت نمونه (درصد) (Anon, 1999).

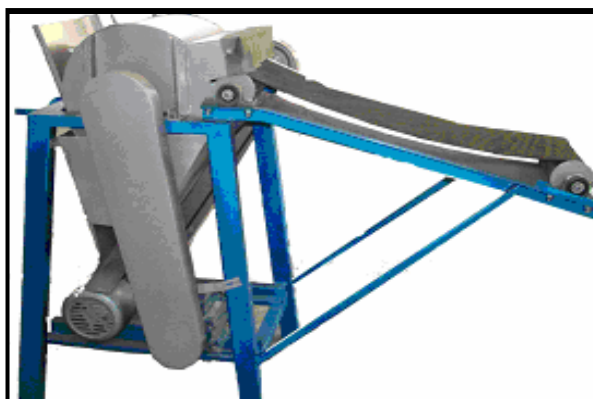
و درصد غلاف‌های کوبیده شده تأثیر معنی‌دار ندارد ولی افزایش سرعت کوبنده و اندازه غلاف، درصد دانه‌های شکسته و غلاف‌های کوبیده شده را به طور معنی‌دار افزایش می‌دهد.

اوکاتو (Ukatu, 2006) با آزمایش کوبنده استوانه‌ای دندان میخی برای کوبش سویا گزارش داد که با افزایش سرعت دورانی استوانه کوبنده از ۳۰۰ تا ۵۵۰ دور در دقیقه، غلاف‌های کوبیده شده و شکستگی دانه‌ها به ترتیب به میزان ۰/۳ و ۲۳ درصد افزایش می‌یابد.

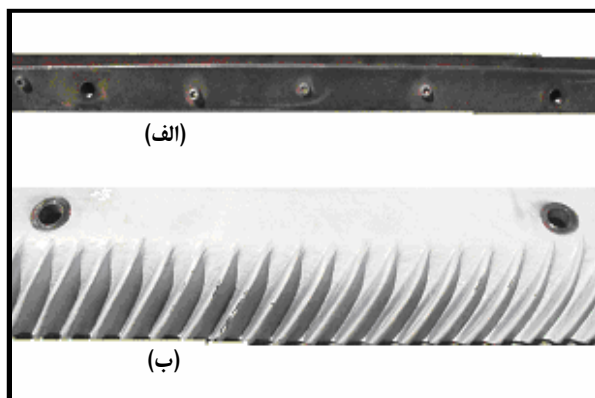
با توجه به دشواری‌های برداشت دستی زیره سبز، لزوم توجه بیشتر به مکانیزه شدن برداشت آن احساس می‌شود. مهم‌ترین و اصلی‌ترین مراحل برداشت، کوبش است که تحت تأثیر عوامل مختلف قرار می‌گیرد از جمله رطوبت محصول و نوع وسیله کوبش. کیفیت کوبش محصول، مراحل جدا کردن و تمیز کردن را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد. در این تحقیق با آزمایش دو نوع کوبنده متداول در کوبش، تأثیر عواملی مانند نوع تیغه، سرعت دورانی، فاصله کوبنده و ضد کوبنده، آهنگ تغذیه و رطوبت محصول بر کیفیت کوبش زیره مطالعه شد.

مواد و روش‌ها

برای اجرای این تحقیق، ابتدا یک دستگاه کوبنده آزمایشگاهی (شکل ۲) طراحی و ساخته شد. قطر خارجی و طول استوانه کوبنده این دستگاه دارای به ترتیب ۳۵۰ و ۴۵۰ میلی‌متر بود. دو نوع کوبنده سوهانی و ساینده، کوبش و جدا کردن دانه را با دو عمل ضربه و مالش انجام می‌دهند، این دو کوبنده از متداول‌ترین کوبنده‌ها برای کوبش محصولات ریزدانه هستند (Mansoorirad, 1991).



شکل ۲- کوبنده آزمایشگاهی



شکل ۳- دو نوع تیغه: (الف) تیغه ساینده، (ب) تیغه سوهانی

برای هر آزمایش ۳ کیلوگرم بونه زیره روی تسمه نقاله بدون حرکت قرار داده شد؛ پس از آن سرعت تسمه نقاله با توجه به آهنگ تغذیه مورد نیاز تنظیم شد و دستگاه شروع به کار کرد. پس از کوبش هر نمونه، دانه‌های جدا نشده با دست جدا و وزن آنها مشخص شد. با محاسبه وزن کل دانه‌ها، درصد وزنی دانه‌های جدا شده به دست آمد. زیره‌های شکسته شده به علت کوچک بودن از ساقه‌های خرد شده قابل تمایز نبودند، از این رو به جای درصد دانه‌های صدمه دیده، درصد پودرشدگی مخلوط ساقه‌ها و دانه اندازه‌گیری شد. به این منظور خروجی مواد کوبیده شده از الک با مش ۱۲ به عنوان محصول پودر شده در نظر گرفته شد. با توزین ساقه‌های دارای طول ۵-۵۰ میلی‌متر، درصد خردشدگی ساقه‌های بوته زیره نسبت به وزن کل نمونه محاسبه شد. با توجه به شکل کشیده دانه

در این تحقیق در قالب آزمایش فاکتوریل، طرح کامل تصادفی، و در نظر گرفتن سه تکرار برای هر آزمایش، تأثیر تیمارهای ۵ گانه زیر بر کیفیت کوبش زیره بررسی شد:

- ۱- نوع تیغه کوبنده در دو سطح سوهانی و ساینده؛
- ۲- سرعت دورانی استوانه کوبنده در محدوده سرعت‌های توصیه شده برای کوبش ریزدانه‌ها و در سه سطح ۷۰۰، ۹۰۰ و ۱۲۰۰ دور در دقیقه (که با توجه به قطر ۳۵۰ میلی‌متری استوانه کوبنده به ترتیب معادل سرعت‌های محیطی ۱۲/۸، ۱۶/۵ و ۲۲ متر بر ثانیه خواهد بود)؛
- ۳- فاصله بین کوبنده و ضدکوبنده در دو سطح ۵ و ۱۰ میلی‌متر؛
- ۴- رطوبت محصول در دو سطح ۷ و ۱۳ درصد (که در این محدوده، دانه‌های زیره کمترین نیروی اتصال به بوته را دارند)؛ و
- ۵- آهنگ تغذیه در دو سطح ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در ساعت.

تأثیر خصوصیات کوبنده، ضدکوبنده و رطوبت محصول بر...

پودرشدگی محصول در سطح احتمال ۵ درصد تأثیرگذار است. جدول ۱ همچنین نشان می‌دهد که آهنگ تغذیه تنها بر درصد دانه‌های جدا شده در سطح احتمال ۵ درصد تأثیر معنی‌داری به‌جا گذاشته است.

بررسی‌ها نشان می‌دهد که اثر متقابل نوع تیغه در سرعت دورانی استوانه کوبنده بر درصد پودرشدگی محصول، و اثر متقابل آهنگ تغذیه در فاصله بین کوبنده و ضدکوبنده بر درصد وزنی دانه‌های جدا شده و درصد پودرشدگی محصول در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار است. اثر متقابل رطوبت در سرعت دورانی استوانه کوبنده در فاصله بین کوبنده و ضدکوبنده بر درصد وزنی دانه‌های جدا شده و همچنین بر درصد پودرشدگی محصول در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار است. مشخص شد که سایر تاثیرات متقابل تیمارهای آزمایشی در سطوح احتمال ۱ و ۵ درصد بر صفات مورد مطالعه نداشتند. در زیر، درباره تأثیر هر یک از متغیرها بر صفات مورد مطالعه به تفکیک بحث شده است.

زیره و پایین بودن وزن آن، جداسازی دانه‌ها از ساقه‌های خرد شده در مرحله تمیز کردن دشوار است و از این رو درصد خردشدگی ساقه‌ها صفتی منفی در نظر گرفته شد. با استفاده از نرم افزارهای SPSS و Excel، داده‌ها تجزیه و تحلیل و نمودارها رسم شد. میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه شدند.

نتایج و بحث

نتایج آنالیز واریانس داده‌ها (جدول ۱) نشان می‌دهد که سرعت دورانی استوانه کوبنده بر تمامی صفات مورد مطالعه تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد دارد. دو تیمار رطوبت و فاصله بین کوبنده و ضدکوبنده در سطح احتمال ۵ درصد تأثیری معنی‌دار بر درصد دانه‌های جدا شده و درصد پودرشدگی محصول دارند و تأثیر آن بر خردشدگی ساقه‌ها معنی‌دار نیست. نوع تیغه‌های استوانه کوبنده بر درصد دانه‌های جدا شده تأثیر معنی‌داری نداشته و بر درصد خردشدگی ساقه‌ها و

جدول ۱- نتایج آنالیز واریانس صفات مورد مطالعه حاصل از متغیرهای کوبش

میانگین مربعات صفات مورد مطالعه			درجه آزادی	منابع تغییر
پودرشدگی (درصد)	خردشدگی ساقه‌ها (درصد)	دانه‌های جدا شده (درصد)		
۴۲۰۳/۷۶**	۲۲۹۱/۴۹**	۴۱۳۷۸۴/۱۷**	۴۷	تیمار
۳۱/۶۴*	۲۹/۵۴*	۵۰/۱۴*	۲	سرعت دورانی استوانه کوبنده
۱۵۵/۰۲**	۱۳/۰۷ ns	۴۸/۰۴*	۱	رطوبت
۲۵/۵۰*	۲۷/۷۷*	۲/۷۵ ns	۱	نوع تیغه‌های استوانه کوبنده
۲۶/۳۴*	۱۹/۵۵ ns	۶۵/۴۳*	۱	فاصله بین کوبنده و ضدکوبنده
۴/۶۴ ns	۰/۶۲۸ ns	۲۶/۷۳*	۱	آهنگ تغذیه
۲۸/۵۵*	۴/۹۴ ns	۳/۲۸ ns	۲	نوع تیغه × سرعت دورانی استوانه کوبنده
۳۱/۶۴*	۳/۷۷ ns	۴۴/۶۲*	۱	آهنگ تغذیه × فاصله کوبنده و ضدکوبنده
۴۴/۱۱*	۱۴/۵۶ ns	۵۸/۴۶*	۲	رطوبت × سرعت دورانی استوانه کوبنده × فاصله کوبنده و ضدکوبنده
۳/۵۳	۱۳/۵۶	۱۰/۰۹	۹۶	خطا

** اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد، * اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، ns نبود اختلاف معنی‌دار

تأثیر سرعت دورانی استوانه کوبنده

سرعت دورانی استوانه کوبنده تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد روی درصد دانه‌های جدا شده، درصد خردشدگی ساقه‌ها، و درصد پودرشدگی محصول دارد (جدول ۱).

نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۲) نشان می‌دهد که دو سرعت ۷۰۰ و ۹۰۰ دور در دقیقه با سرعت ۱۲۰۰ دور در دقیقه دارای اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد روی میانگین درصد وزنی دانه‌های جدا شده دارند. همچنین در مورد دو صفت درصد خردشدگی ساقه‌ها و درصد پودرشدگی محصول، اختلاف بین دو سرعت ۷۰۰ و ۱۲۰۰ دور در دقیقه معنی‌دار است. این نتایج نشان می‌دهد که با افزایش سرعت دورانی استوانه کوبنده از ۷۰۰ به ۹۰۰ دور در دقیقه، درصد وزنی دانه‌های جدا شده افزایش می‌یابد.

که این نتیجه در تحقیقات وجاسیت و سالوخته (Vejasit & Salokhe, 2004) در مورد کوبش لوبیا نیز گزارش شده است. ولی با افزایش سرعت دورانی استوانه کوبنده به ۱۲۰۰ دور در دقیقه، درصد وزنی دانه‌های جدا نشده افزایش نشان می‌دهد که دلیل آن خروج سریع بوته‌ها از انتهای کوبنده در اثر سرعت زیاد استوانه کوبنده است. همچنین مشاهده می‌شود که با افزایش سرعت دورانی استوانه کوبنده، خردشدگی ساقه‌ها و پودرشدگی محصول افزایش می‌یابد. تفاوت بین دو سرعت ۷۰۰ و ۹۰۰ دور در دقیقه ناچیز است در حالی که با افزایش سرعت به ۱۲۰۰ دور در دقیقه، این تفاوت معنی‌دار شده است. افزایش سرعت دورانی استوانه کوبنده موجب بالا رفتن شدت کوبش و توان زیاده‌تر برای کوبش می‌شود که می‌توان افزایش درصد خردشدگی ساقه‌ها و پودرشدگی در سرعت‌های بالاتر را از دلایل آن بر شمرد.

جدول ۲- نتایج آزمون اثرهای ساده مقایسه میانگین‌ها در سطوح مختلف متغیرها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن

متغیرها	دانه‌های جدا شده (درصد)	خردشدگی ساقه‌ها (درصد)	پودرشدگی (درصد)
سرعت دورانی استوانه کوبنده (دور در دقیقه)	۷۰۰	۵۱/۹۴ a	۸/۴۶ a
	۹۰۰	۶۲/۸۶ a	۹/۱۷ a b
	۱۲۰۰	۹۰/۰۸ b	۹/۴۷ b
رطوبت (درصد)	۷	۷/۴۳ a	۱۰/۱۵ a
	۱۳	۶/۳۸ a	۷/۵۶ b
نوع تیغه	سوهانی	۸/۱۷ a	۹/۴۷ a
	ساینده	۶/۰۵ b	۸/۳۱ b
فاصله کوبنده و ضدکوبنده (میلی‌متر)	۵	۷/۵۵ a	۱۰/۰۲ a
	۱۰	۶/۲۷ a	۸/۲۷ b
آهنگ تغذیه (کیلوگرم بر ساعت)	۲۰۰	۶/۷۹ a	۹/۱۴ a
	۳۰۰	۷/۰۲ a	۹/۱۵ a

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

تأثیر خصوصیات کوبنده، ضد کوبنده و رطوبت محصول بر...

تأثیر دو نوع تیغه بر درصد وزنی دانه‌های جدا شده نشان داد ولی نتایج به دست آمده از مقایسه میانگین‌ها (جدول ۲) نشان از برتری جزئی تیغه‌های ساینده نسبت به تیغه‌های سوهانی دارد. از طرف دیگر، تفاوت معنی‌دار تأثیر دو نوع تیغه بر درصد خردشدگی ساقه‌ها و درصد پودرشدگی محصول و پایین‌تر بودن این صفات در تیغه‌های ساینده، موید برتری تیغه‌های ساینده است.

در تیغه‌های سوهانی، مالش شدیدتر است که در نتیجه آن صدمه به محصول و درصد خردشدگی ساقه‌ها افزایش می‌یابد. مجهز بودن تیغه‌های ساینده به لبه‌های لاستیکی و بهره‌گرفتن بیشتر از ضربه در جداکردن دانه، باعث می‌شود که با افزایش سرعت دورانی استوانه کوبنده درصد پودرشدگی کاهش یابد (Mansoorirad, 1991).

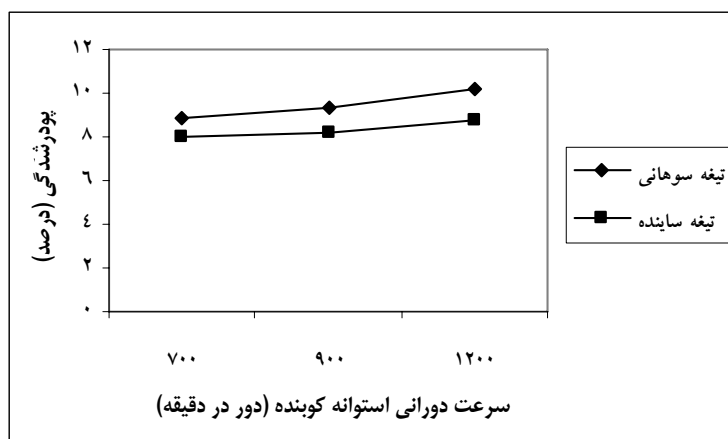
شکل ۴ نشان می‌دهد که در هر دو نوع تیغه با افزایش سرعت دورانی استوانه کوبنده، پودرشدگی محصول افزایش می‌یابد. بین دو تیغه، بیشترین تفاوت درصد پودرشدگی محصول در سرعت ۱۲۰۰ دور در دقیقه دیده می‌شود.

تأثیر رطوبت محصول

در جدول‌های ۱ و ۲ مشاهده می‌شود که تأثیر سطوح مختلف رطوبت بر درصد وزنی دانه‌های جدا شده و درصد پودرشدگی محصول معنی‌دار است. واکر (Wacker, 2003) و سالوخه و وجاسیت (Vejasit & Salokhe, 2004) کاهش رطوبت را موجب کوبش بهتر دانه می‌دانند. در این تحقیق نیز مشاهده شده است که درصد وزنی دانه‌های جدا شده در رطوبت ۷ درصد بیشتر است تا در رطوبت ۱۳ درصد؛ کمتر شدن نیروی اتصال دانه به ساقه را که با خشک‌تر شدن محصول همراه است می‌توان از دلایل آن برشمرد. همچنین مشاهده شد که افزایش رطوبت باعث کاهش معنی‌دار پودر شدگی محصول از ۱۰/۱۵ به ۷/۵۶ درصد می‌شود ولی تفاوت سطوح مختلف رطوبت روی درصد خردشدگی ساقه‌ها معنی‌دار نیست.

تأثیر نوع تیغه

نتایج آنالیز واریانس داده‌ها تفاوت معنی‌داری بین



شکل ۴- تأثیر سرعت دورانی استوانه کوبنده بر درصد پودرشدگی در دو نوع تیغه کوبنده

مربوط به دو صفت مورد نظر، نشان از برتری فاصله ۵ میلی‌متر نسبت به فاصله ۱۰ میلی‌متری دارد (جدول ۲). همچنین مشخص می‌شود که با افزایش فاصله بین کوبنده و

تأثیر آهنگ تغذیه و فاصله بین کوبنده و ضد کوبنده تأثیر معنی‌دار فاصله بین کوبنده و ضد کوبنده بر درصد وزنی دانه‌های جدا شده و به دنبال آن مقایسه میانگین‌های

میلی‌متر است درصد پودر شدگی محصول با اختلاف معنی‌دار ۵ درصد متاثر از آهنگ تغذیه است و با افزایش آهنگ تغذیه درصد پودرشدگی افزایش می‌یابد. همچنین مشخص است که با افزایش فاصله بین کوبنده و ضدکوبنده به ۱۰ میلی‌متر، آهنگ تغذیه نیز باید افزایش یابد تا افزایش حجم مواد در استوانه کوبنده موجب افزایش اصطکاک بین محصول و تیغه‌ها شود و درصد وزنی دانه‌های جدا شده را افزایش یابد.

ضدکوبنده، درصد وزنی دانه‌های جدا شده درصد خردشدگی ساقه‌ها، و درصد پودرشدگی محصول کاهش می‌یابد. کاهش فاصله بین کوبنده و ضدکوبنده موجب درگیر شدن بهتر محصول با تیغه‌ها می‌شود که در نتیجه جدا شدن بهتر دانه‌ها را از بوته ممکن می‌سازد. اثر متقابل آهنگ تغذیه در فاصله بین کوبنده و ضدکوبنده درصد وزنی دانه‌های جدا شده نشان می‌دهد که در هر دو سطح آهنگ تغذیه، تفاوت بین سطوح مختلف فاصله بین کوبنده و ضدکوبنده معنی‌دار است (جدول ۳). در زمانی که فاصله بین کوبنده و ضدکوبنده

جدول ۳- نتایج آزمون مقایسه میانگین‌های حاصل از اثر متقابل آهنگ تغذیه در فاصله بین کوبنده و ضدکوبنده بر صفات مورد مطالعه

فاصله بین کوبنده و ضدکوبنده (میلی‌متر)				آهنگ تغذیه (کیلوگرم در هکتار)
پودرشدگی (درصد)		دانه‌های جدا شده (درصد)		
۱۰	۵	۱۰	۵	
۸/۴۲ b	۹/۸۷ a	۸۹/۷۸ b	۹۶/۶۷ a	۲۰۰
۸/۱۳ b	۱۰/۱۸ c	۹۲/۴۵ d	۹۱/۳۸ c	۳۰۰

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

جدول ۴- نتایج آزمون مقایسه میانگین‌های حاصل از اثر متقابل رطوبت در فاصله بین کوبنده و ضدکوبنده در سرعت دورانی استوانه کوبنده بر صفات مورد مطالعه

رطوبت (درصد)				فاصله کوبنده و ضدکوبنده (میلی‌متر)	سرعت دورانی استوانه کوبنده (دور در دقیقه)
پودر شدگی (درصد)		دانه‌های جدا شده (درصد)			
۱۳	۷	۱۳	۷		
۸/۴۲ b	۹/۹۳ ab	۹۱/۲۸a	۹۳/۵۲a	۵	۷۰۰
۷/۷۴ b	۸/۱۱ b	۸۸/۵۱b	۹۲/۰۱a	۱۰	
۸/۸۲ b	۱۰/۲۵ ac	۹۲/۳۰a	۹۶/۲۱a	۵	۹۰۰
۸/۰۶ b	۸/۸۷ b	۸۹/۶۹b	۹۱/۲۴a	۱۰	
۹/۶۷ ab	۱۱/۷۴ c	۹۰/۱۲ab	۹۰/۳۶ab	۵	۱۲۰۰
۸/۱۴b	۹/۴۵ ab	۹۰/۴۷ab	۸۹/۳۷b	۱۰	

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

دانه‌های جدا شده نشان می‌دهد که در رطوبت ۱۳ درصد تفاوت بین سطوح مختلف فاصله بین کوبنده و ضدکوبنده معنی‌دار است. اختلاف معنی‌دار بین سطوح فاصله بین

نتایج به دست آمده از مقایسه میانگین‌های حاصل از اثر متقابل سه تیمار رطوبت، فاصله بین کوبنده و ضدکوبنده، و سرعت خطی استوانه کوبنده بر درصد وزنی

تأثیر خصوصیات کوبنده، ضد کوبنده و رطوبت محصول بر...

دقیقه نسبت به دو سرعت ۷۰۰ و ۱۲۰۰ دور در دقیقه برتری دارد.

• تیغه‌های ساینده به علت مجهز بودن به لبه‌های لاستیکی و بهره جستن از ضربه در جدا کردن دانه‌های زیره با رطوبت‌های پایین‌تر، در مقایسه با تیغه‌های سوهانی، بهتر عمل می‌کنند، صدمه کمتری به دانه‌ها می‌رساند، و ساقه‌ها را کمتر خرد می‌کنند.

• دو متغیر آهنگ تغذیه و فاصله بین کوبنده و ضد کوبنده می‌توانند اثرهای متقابلی بر صفات مورد مطالعه بگذارند. با افزایش فاصله بین کوبنده و ضد کوبنده، آهنگ تغذیه را می‌توان افزایش داد ولی هنگامی که از فاصله بین کوبنده و ضد کوبنده ۵ میلی‌متر و آهنگ تغذیه ۲۰۰ کیلوگرم در ساعت باشد، در مقایسه با فاصله ۱۰ میلی‌متری این دو و آهنگ تغذیه ۳۰۰ کیلوگرم در ساعت دانه‌ها بهتر جدا می‌شوند.

کوبنده و ضد کوبنده بر درصد پودرشدگی محصول در رطوبت ۷ درصد مشهود است. در همین رطوبت از سرعت‌های دورانی ۷۰۰ تا ۱۲۰۰ دور در دقیقه، تفاوت معنی‌داری بر درصد پودرشدگی دیده می‌شود (جدول ۴).

نتیجه‌گیری

موارد زیر را به صورت کلی می‌توان از این تحقیق نتیجه گرفت:

- با کاهش رطوبت از ۱۳ به ۷ درصد، درصد وزنی دانه‌های جدا شده افزایش می‌یابد که نشان دهنده مناسب بودن رطوبت ۷ درصد برای کوبش زیره است؛ افزایش خردشدگی ساقه‌ها و پودرشدگی محصول را می‌توان با کاهش سرعت دورانی استوانه کوبنده، کنترل کرد.
- با توجه به نتایج به دست آمده، به منظور دستیابی به بالاترین درصد کوبش محصول و کاستن از خسارت به دانه‌ها در حین کوبش، سرعت دورانی ۹۰۰ دور در

مراجع

- Ajav, E. A. and Adejumo, B. A. 2005. Performance evaluation of an okra thresher. *Agricultural Engineering International. CIGR J. Sci. Res. Develop. Manuscript PM 04 006.*
- Anon. 1999. Moisture measurement-unground grain and seeds. *ASAE Standard S352.2.*
- Anon. 2006. *Agricultural Statistical Bulletin. Ministry of Jihad-Agriculture. Khorasan Organization. (in Farsi)*
- Kafi, M., Rashed, M., Kochehi, A. and Molafilabi, A. 2002. *Cumin. Mashhad University Pub. (in Farsi)*
- Khazaei, J. 2003. Force requirement for pulling off chick pea pods as well as fracture resistance of chick pea pods and grains. *Ph.D. Thesis. Power and Machinery Dep. Tehran University. (in Farsi)*
- Mansoorirad, D. 1991. *Agricultural Machineries and Tractors. Hamadan University Pub. (in Farsi)*
- Saiedirad, M. H. 2007. Model Determination for Some Physical Properties of Cumin with Artificial Neural Networks. *Ph.D. Thesis. Biosystem Faculty. Tehran University. (in Farsi)*
- Ukatu, A. C. 2006. A modified threshing unit for Soya beans. *Biosys. Eng. 95(3): 371-377.*
- Vejasit, A. and Salokhe, V. M. 2004. Studies on machine-crop parameters of an axial flow thresher for threshing Soya bean. *Agricultural Engineering International. CIGR J. Sci. Res. Develop. Manuscript PM 04 004.*
- Wacker, P. 2003. Influence of crop properties on the threshability of cereal crops. *ASAE Pub. No:701P1103e.*



Effect of Drum and Concave Characteristics and Crop Moisture on Cumin Threshing Quality

M. H. Saiedirad*, A. Javadi and A. Mahdinia

* Corresponding Author: Assistant Professor, Agricultural Engineering Research Department, Agriculture and Natural Resources Research Center, P. O. Box: 488, Khorasan Razavi, Iran. Email: saiedirad@yahoo.com

Cumin is an annual plant suitable for dry and semi-dry regions. It is harvested at two stages to prevent seed shedding. First, the cumin bushes are harvested by hand or using a scythe. After drying, the cumin bushes are beaten with a stick or trampled using animals or a small tractor. This harvesting method is time consuming, requires intensive labor and is an incomplete threshing process resulting in crop loss and poor quality. Prior to developing a cumin thresher, the efficiency factors of cumin threshing were investigated. This research studied the effect of moisture content, drum type and speed, feed rate and space between the drum and concave on weight percentage of separated seeds, shattered stems and damaged seeds. The results showed that the percentage (by weight) of the separated seeds decreased from 92.85% to 90.39% when moisture content increased from 7% to 13%. The percentage of damaged seeds (by weight) decreased as moisture content increased. However, by increasing drum speed from 700 to 900 RPM, the amount of separated seeds, shattered stems and damaged seeds increased. There was no significant effect of drum type on the percentage of separated seeds (by weight), but there was a significant effect on shattered stems and damaged seeds. It can be concluded that the rub-bar drum was better than the rasp-bar drum. The rub-bar drum, 900-RPM drum speed and 7% moisture content were the most suitable conditions for threshing cumin.

Key Words: Crop Moisture, Cumin, Drum Speed, Threshing