مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی/جلد ۱۰/ شماره ٤/سال ۱۳۸۸/ص ٦٠-٥١

تأثیر خصوصیات کوبنده، ضدکوبنده و رطوبت محصول بر کیفیت کوبش زیره سبز

محمد حسین سعیدی‌راد*، ارژنگ جوادی و عباس مهدی‌نیا**

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

زیرهٔ 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 مرحلهٔ دوم و پس از خشک شدن ساقه‌ها آن را چوبدست یا با حرکت دادن چهارپایان و تراکتورهای کوچک روی خرمن، می‌کوبند. این روش برداشت زمان‌بر 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 خرمنکوب زیره، در این تحقیق اثر تیمارهای رطوبت محصول، نوع تیغهٔ کوبنده، سرعت دورانی استوانهٔ کوبنده، فاصلهٔ بین کوبنده و ضدکوبنده، 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 ۷/۵٦ درصد می‌شود. با افزایش سرعت دورانی استوانهٔ 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 درحالی‌که 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، زیرهٔ سبز، سرعت دورانی استوانهٔ کوبنده، کوبش

مقدمه

زیرهٔ سبز گیاهی یکساله، با نام علمی (*Cuminum Cyminum*)، و مناسب برای کشت در مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران است. دانه زیرهٔ 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[1] می‌گویند (شکل ۱) (Kafi *et al.*, 2002). زیره سبز به دلیل پایین بود نیاز آبی و کوتاه بودن دورهٔ رشد آن در سال‌های اخیر مورد توجه کشاورزان قرار گرفته است. حدود ۹۰ درصد زیرهٔ سبز کشور در استان خراسان و بقیه در سایر نقاط ایران ازجمله کرمان، گرگان، یزد، کاشان، شاهرود، و سمنان تولید می‌شود. سطح زیر کشت این محصول در استان خراسان در سال زراعی ۸۵-۸۴ حدود ۱۱۶۸۲ هکتار با تولید ۵۴۵۵ تن و متوسط عملکرد ۴۶۷ کیلوگرم در هکتار گزارش شده است (Anon, 2006).

1- Mericarp

© 2011,The Author(s). Published by Agricultural Engineering Research Institute. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

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

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 می‌گرایند؛ 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 می گیرد. 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.

آجاو و آدجومو (Ajav & Adejumo, 2005) اثر پارامترهای فاصلهٔ بین کوبنده و ضدکوبنده، رطوبت محصول، سرعت استوانهٔ کوبنده، و سرعت تغذیه کوبنده استوانه‌ای دندانه 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 استوانهٔ کوبنده تنها بر کارایی کوبنده معنی‌دار است. این محققان همچنین نتیجه گرفتند که تأثیر فاصلهٔ کوبنده و ضدکوبنده بر قدرت جوانه‌زنی بذر و تعداد بذرهای شکسته معنی‌دار است.

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

خزائی (Khazaee, 2003) اثر سرعت کوبندهٔ ماشین و رطوبت و اندازهٔ 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

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

اوکاتو (Ukatu, 2006) با آزمایش کوبندهٔ استوانه‌ای دندانه 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 به‌ترتیب به میزان ۰/۳ و ۲۳ درصد افزایش می‌یابد.

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

مواد و روش‌ها

برای اجرای این تحقیق، ابتدا یک دستگاه کوبندهٔ آزمایشگاهی (شکل ۲) طراحی و ساخته شد. قطر خارجی و طول استوانهٔ کوبنده این دستگاه دارای به‌ترتیب ۳۵۰ و ۴۵۰ میلی‌متر بود. دو نوع کوبندهٔ سوهانی و ساینده، کوبش و جداکردن دانه را با دو عمل ضربه و مالش انجام می‌دهند، این دو کوبنده از متداول‌ترین کوبنده‌ها برای کوبش محصولات ریزدانه هستند (Mansoorirad, 1991)، در این تحقیق به منظور بررسی عوامل مؤثر بر کوبش زیره، استوانهٔ کوبنده به گونه‌ای طراحی شد که قابلیت نصب دو نوع تیغه (سوهانی و ساینده) را داشته باشد (شکل ۳).

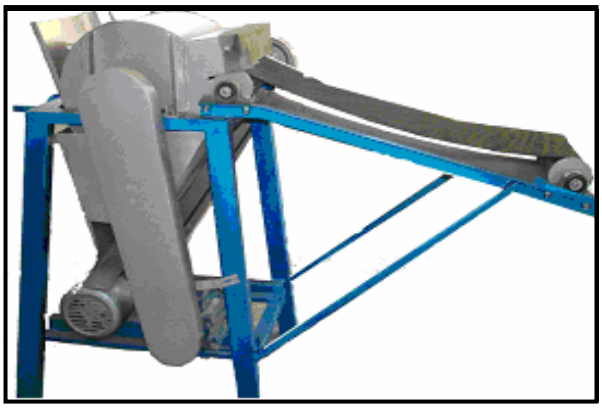
به منظور کنترل حجم مواد ورودی به داخل کوبنده و امکان تغییر آهنگ تغذیه، سیستم نقاله‌ای طراحی شد که روی شاسی دستگاه قرار می‌گرفت؛ با کاهش یا افزایش سرعت خطی تسمه نقاله، آهنگ تغذیه نیز تغییر می‌کرد. تغییر سرعت خطی تسمه نقاله با استفاده از یک جعبه دندهٔ کاهنده انجام می‌شد. نیروی مورد نیاز برای دوران استوانهٔ کوبنده از یک موتور الکتریکی سه فاز تأمین می‌شد. برای تغییر سرعت دورانی استوانه کوبنده، دور موتور الکتریکی به کمک دستگاه تغییر فرکانس دیجیتالی[1] تغییر داده می‌شد.

برای تهیهٔ نمونه‌های آزمایشی، بوته‌های زیره از مزرعه‌ای واقع در منطقهٔ 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:

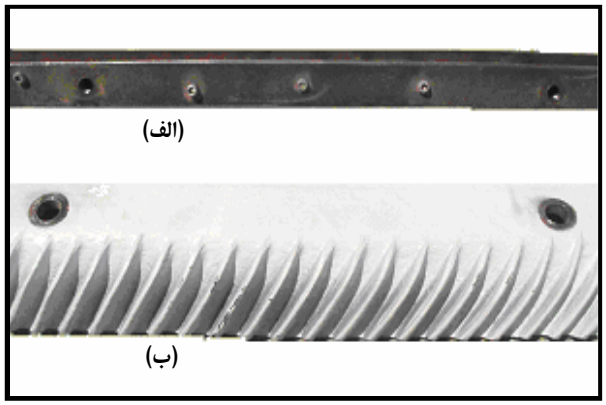
$$M_c = \frac{m_t - m_0}{m_t} \times 100 \qquad (۱)$$

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

1- Digital Inverter



شکل ۲- کوبندهٔ آزمایشگاهی



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

در این تحقیق در قالب آزمایش فاکتوریل، طرح کامل تصادفی، و در نظر گرفتن سه تکرار برای هر آزمایش، تأثیر تیمارهای ۵ گانهٔ زیر بر کیفیت کوبش زیره بررسی شد: ۱- نوع تیغهٔ کوبنده در دو سطح سوهانی و ساینده؛ ۲- سرعت دورانی استوانهٔ کوبنده در محدودهٔ سرعت‌های توصیه شده برای کوبش ریزدانه‌ها و در سه سطح ۷۰۰، ۹۰۰، و ۱۲۰۰ دور در دقیقه (که با توجه به قطر ۳۵۰ میلی‌متری استوانهٔ کوبنده به‌ترتیب معادل سرعت‌های محیطی ۱۲/۸، ۱۶/۵ و ۲۲ متر بر ثانیه خواهد بود)؛ ۳- فاصلهٔ 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.

برای هر آزمایش ۳ کیلوگرم بوتهٔ زیره روی تسمهٔ نقالهٔ بدون حرکت قرار داده شد؛ پس از آن سرعت تسمه نقاله با توجه به آهنگ تغذیهٔ مورد نیاز تنظیم شد و دستگاه شروع به‌کار کرد. پس از کوبش هر نمونه، دانه‌های جدا نشده با دست جدا و وزن آنها مشخص شد. با محاسبهٔ 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 پودرشده در نظر گرفته شد. با توزین ساقه‌های دارای طول ۵۰-۵ میلی‌متر، درصد خردشدگی ساقه‌های بوته زیره نسبت به وزن کل نمونه محاسبه شد. با توجه به شکل کشیدهٔ دانه

زیره و پایین بودن وزن آن، جداسازی دانه‌ها از ساقه‌های خرد شده در مرحلهٔ 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 فاصلهٔ 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 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 استوانهٔ کوبنده بر درصد پودرشدگی محصول، و اثر متقابل آهنگ تغذیه در فاصلهٔ 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 فاصلهٔ 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، دربارهٔ تأثیر هر یک از متغیرها بر صفات مورد مطالعه به تفکیک بحث شده است.

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

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

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

تأثیر سرعت دورانی استوانهٔ کوبنده

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

نتایج مقایسهٔ 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 جداشده 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 سالوخه (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 درحالی‌که 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 زیادتر 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 سادهٔ مقایسهٔ 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	۹۱/۳۳ a	۵/۹۴ a	۸/۴۶ a
	۹۰۰	۹۲/۸۶ a	۶/۳۲ a	۹/۱۷ a b
	۱۲۰۰	۹۰/۰۸ b	۸/۴۶ b	۹/۴۷ b
رطوبت (درصد)	۷	۹۲/۸۵ a	۷/۴۳ a	۱۰/۱۵ a
	۱۳	۹۰/۳۹ b	۶/۳۸ a	۷/۵۶ b
نوع تیغه	سوهانی	۹۲/۶۱ a	۸/۱۷ a	۹/۴۷ a
	ساینده	۹۳/۰۸ a	۶/۰۵ b	۸/۳۱ b
فاصلهٔ کوبنده و ضدکوبنده (میلی‌متر)	۵	۹۴/۰۱ a	۷/۵۵ a	۱۰/۰۲ a
	۱۰	۹۱/۶۸ b	۶/۲۷ a	۸/۲۷ b
آهنگ تغذیه (کیلوگرم بر ساعت)	۲۰۰	۹۳/۲۳ a	۶/۷۹ a	۹/۱۴ a
	۳۰۰	۹۱/۹۱ b	۷/۰۲ a	۹/۱۵ a

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

تأثیر رطوبت محصول

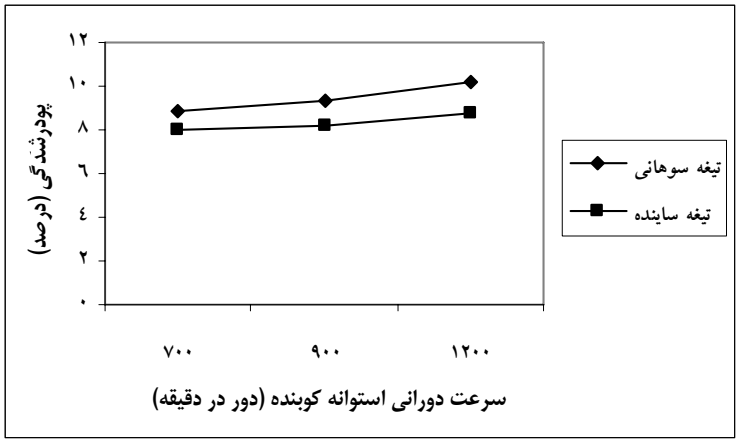
در جدول‌های ۱ و ۲ مشاهده می‌شود که تأثیر سطوح مختلف رطوبت بر درصد وزنی دانه‌های جداشده و درصد پودرشدگی محصول معنی‌دار است. واکر (Wacker, 2003) و سالوخه و وجاسیت (Vejasit & Salokhe, 2004) کاهش رطوبت را موجب کوبش بهتر دانه می‌دانند. در این تحقیق نیز مشاهده شده است که درصد وزنی دانه‌های جدا شده در رطوبت 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 تأثیر دو نوع تیغه بر درصد وزنی دانه‌های جدا شده نشان نداد ولی نتایج به‌دست آمده از مقایسهٔ 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 نتیجهٔ آن صدمهٔ 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 استوانهٔ کوبنده درصد پودرشدگی کاهش یابد (Mansoorirad, 1991).

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



شکل ٤- تأثیر سرعت دورانی استوانهٔ کوبنده بر درصد پودرشدگی در دو نوع تیغهٔ کوبنده

تأثیر آهنگ تغذیه و فاصلهٔ بین کوبنده و ضدکوبنده

تأثیر معنی‌دار فاصلهٔ بین کوبنده و ضدکوبنده بر درصد وزنی دانه‌های جدا شده و به‌دنبال آن مقایسهٔ میانگین‌های مربوط به دو صفت مورد نظر، نشان از برتری فاصلهٔ ۵ میلی‌متر نسبت به فاصلهٔ ۱۰ میلی‌متری دارد (جدول ۲). همچنین مشخص می‌شود که با افزایش فاصله بین کوبنده و

ضدکوبنده، درصد وزنی دانه‌های جدا شده درصد خردشدگی ساقه‌ها، و درصد پودرشدگی محصول کاهش می‌یابد. کاهش فاصلهٔ بین کوبنده و ضدکوبنده موجب درگیر شدن بهتر محصول با تیغه‌ها می‌شود که در نتیجه جداشدن بهتر دانه‌ها را از بوته ممکن می‌سازد.

اثر متقابل آهنگ تغذیه در فاصلهٔ 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 زمانی‌که فاصله بین کوبنده و ضدکوبنده 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.

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

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

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

جدول ٤- نتایج آزمون مقایسهٔ میانگین‌های حاصل از اثر متقابل رطوبت در فاصلهٔ بین کوبنده و ضدکوبنده در سرعت دورانی استوانه کوبنده بر صفات مورد مطالعه

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

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

نتایج به دست آمده از مقایسهٔ میانگین‌های حاصل از اثر متقابل سه تیمار رطوبت، فاصلهٔ بین کوبنده و ضدکوبنده، و سرعت خطی استوانهٔ کوبنده بر درصد وزنی دانه‌های جدا شده نشان می‌دهد که در رطوبت ۱۳ درصد تفاوت بین سطوح مختلف فاصلهٔ بین کوبنده و ضدکوبنده معنی‌دار است. اختلاف معنی‌دار بین سطوح فاصله بین

کوبنده و ضدکوبنده 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 دهندهٔ مناسب بودن رطوبت ۷ درصد برای کوبش زیره است؛ افزایش خردشدگی ساقه‌ها و پودرشدگی محصول را می‌توان با کاهش سرعت دورانی استوانهٔ 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 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 جداکردن 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 فاصلهٔ بین کوبنده و ضدکوبنده می‌توانند اثرهای متقابلی بر صفات مورد مطالعه بگذارند. با افزایش فاصلهٔ بین کوبنده و ضدکوبنده، آهنگ تغذیه را می‌توان افزایش داد ولی هنگامی‌که از فاصلهٔ بین کوبنده و ضدکوبنده ۵ میلی‌متر و آهنگ تغذیه ۲۰۰ کیلوگرم در ساعت باشد، در مقایسه با فاصلهٔ ۱۰ میلی‌متری این دو و آهنگ تغذیهٔ ۳۰۰ کیلوگرم در ساعت دانه‌ها بهتر جدا می‌شوند.

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 measurment-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., Kocheki, A. and Molafilabi, A. 2002. Cumin. Mashhad University Pub. (in Farsi)

Khazaee, 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 Uinversity 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.

Journal of Agricultural Engineering Research/Vol.10/No.4/2010/P: 51-60

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