مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی/جلد ۱۳/ شماره ۱/سال ۱۳۹۱/ص ۱۰۰-۸۹

بررسی اثر سرعت دورانی کوبنده، فاصله کوبنده از ضدکوبنده و طول ساقه برش‌یافته بر برخی از خصوصیات کیفی گندم

حسین صحرائیان جهرمی و سید ناصر علوی نائینی[*,]**

[*] نگارنده مسئول، نشانی: کرمان، دانشگاه شهید باهنر کرمان، دانشکده کشاورزی، بخش مکانیک ماشینهای کشاورزی، صندوق پستی ۷۶۱۶۹۱۳۳، تلفن: ۰۹۱۳۳۴۱۴۴۳۸، پیام‌نگار: nalavi@mail.uk.ac.ir

[**] به‌ترتیب: دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک ماشینهای کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان و عضو هیات علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان

تاریخ دریافت: ۸۹/۴/۲۶؛ تاریخ پذیرش: ۹۰/۷/۳۰

چکیده

گندم مهم‌ترین ماده غذایی در الگوی مصرف مردم است. بیش از ۵۰ درصد انرژی مورد نیاز هر فرد در ایران از نان تأمین می‌شود و تلاش در جهت کاهش ضایعات این محصول بسیار مهم است. در این تحقیق، تأثیر سطوح مختلف سرعت دورانی کوبنده (۷۰۰، ۸۰۰، ۹۰۰، و ۱۰۰۰ دور بر دقیقه)، فاصلهٔ کوبنده از ضدکوبنده (۸، ۱۰، ۱۲، و ۱۴ میلی‌متر)، و طول ساقهٔ برش‌یافته (۶۰-۵۰، ۷۰-۶۱، و ۸۰-۷۱ سانتی‌متر) بر درصد شکسته‌های گندم برداشت شده شامل: لب‌پر، نیم‌دانه، خرده، و ریز بررسی شده است. به این منظور از یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها و از آزمون دانکن نیز برای مقایسهٔ بین میانگین‌ها استفاده شد. کمباین مورد آزمایش یک دستگاه کمباین کلاس مدل لکسیون ۵۱۰ مجهز به سامانه موقعیت‌یاب جهانی و حسگر نمایشگر عملکرد بود. آزمایش در یکی از مزارع شهرستان پاسارگاد استان فارس که گندم رقم مرودشت با کمبینات مارک آمازون کشت شده بود انجام شد. نتایج این بررسی نشان می‌دهد، سرعت دورانی ۷۰۰ دور بر دقیقه، فاصلهٔ کوبنده و ضدکوبنده ۱۰ میلی‌متر، و طول برش‌یافته ۸۰-۷۱ سانتی‌متر بیشترین تأثیر را بر کاهش میزان شکستگی دانه گندم (چهار گروه شکسته) دارد.

واژه‌های کلیدی

خصوصیات کیفی، سرعت دورانی ضدکوبنده، طول ساقه برش‌یافته، کوبنده، گندم

مقدمه

استان فارس از نظر تولید گندم مقام اول کشور را دارد. عواملی مانند مناسب بودن آب و هوا، کشاورزان پیشرو، تلاش دست‌اندرکاران تولید، یافته‌های تحقیقاتی، و استفاده از آخرین دستاوردهای علمی نقش انکار ناپذیری در تولید دارند. در چند سال گذشته به دلیل تأکید بر اهمیت گندم به عنوان یک محصول استراتژیک و لزوم خودکفایی در تولید آن، توجه به مسئلهٔ کاهش تلفات، کمی‌و کیفی، به طور جدی‌تری مطرح شد. تلفات کمی مربوط به قسمت‌های برش، کوبش، و بخش‌هایی از کمباین می‌شود که با جدا و تمیز کردن محصول ارتباط دارد. تلفات کیفی شامل کیفیت دانهٔ برداشت شده در قسمت مخزن است. از جمله برنامه‌هایی که می‌توان برای افزایش عملکرد و استفادهٔ مؤثر از تولیدات کشاورزی اجرا کرد جلوگیری از ضایعات در حین مراحل مختلف کاشت، داشت، برداشت، انتقال و مصرف است. با روش‌های

Archive of SID
www.SID.ir

مناسب، می‌توان تلفات را کاهش و در حقیقت عملکرد را افزایش داد. میزان تلفات گندم در زمان برداشت از مهم‌ترین مسایل مربوط به تولید این محصول است؛سیاست دولت نیز در چند سال اخیر در مسیر واردات کمباین‌های پیشرفته به کشور در جهت کاهش تلفات بوده است. این پژوهش می‌تواند اطلاعاتی مفید در شناسایی کمباین‌های جدید و میزان تلفاتی که هریک از آنها به هنگام برداشت گندم به بار می‌آورد در اختیار مدیران، کشاورزان و دست اندرکاران تولید گندم قرار دهد. کمباین کلاس لکسیون ۵۱۰ یکی از کمباین‌های پیشرفته است که با ارزبری بسیار زیادی نسبت به سایر ماشین‌های کشاورزی موجود، از سال ۱۳۸۶ واردات آن به کشور آغاز شده است. حسگرهای متنوعی که در این کمباین تعبیه شده‌اند امکان نمایش عملکرد و اجرای تنظیمات را به راحتی و در زمانی کوتاه فراهم می‌آورند.

در سال‌های اخیر تحقیقات زیادی روی تعیین میزان افت غلات در مرحلهٔ برداشت شده است. بهروزی لار و همکاران (Behruzi lar *et al.*, 1995)، افت برداشت گندم را در مرکز پنج استان گندم‌خیز کشور با آزمایش‌های مزرعه‌ای تعیین و میانگین افت گندم را در استان خراسان ۷/۸، اصفهان ۲/۳، مازندران ۶ تا ۷، همدان ۷ و فارس ۴/۵ درصد گزارش کردند. طبق گزارش این محققان کمباین‌های مورد بررسی نو بودند و به طور صحیح توسط کارشناسان تنظیم شده بودند.

لشگری و همکاران (Lashgari *et al.*, 2007) در تحقیقی روی کمباین جاندیر ۹۵۵، سه عامل سرعت پیشروی، دور کوبنده، و فاصلهٔ کوبنده از ضد کوبنده را بر میزان تلفات کیفی گندم بررسی کردند. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که برای این نوع کمباین در منطقهٔ کرج، سرعت دورانی کوبنده از ۸۰۰ تا ۹۰۰ دور بر دقیقه، و فاصلهٔ کوبنده از ضد کوبنده با اندازهٔ ۲۵ میلی‌متر، و سرعت پیشروی ۱/۸ کیلومتر بر ساعت بهترین وضعیت تنظیم برای برداشت گندم آبی رقم پیشتاز است.

منصوری و مینایی (Mansuri & Minaee, 2003) در تحقیقی تأثیر پارامترهای سرعت دورانی کوبنده و فاصلهٔ کوبنده و ضدکوبنده را بر میزان تلفات واحد کوبنده اندازه‌گیری کردند . نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که شکستگی دانه‌ها در اثر افزایش دور کوبنده از ۷۵۰ به ۹۵۰ دور بر دقیقه، بیش از دو برابر می‌شود و افزایش فاصله کوبنده و ضدکوبنده تأثیر کاهشی بر میزان شکستگی دانه‌ها دارد.

آروبندر و همکاران (Arvinder *et al.*, 2001) طی تحقیقی تأثیر رطوبت دانه، سرعت دورانی کوبنده و میزان تغذیهٔ محصول را بر صدمات مکانیکی دانه و درصد جوانه‌زنی در برداشت با کمباین تعیین کردند. این محققان صدمات مکانیکی ظاهری را ۰/۶ تا ۴/۱ درصد صدمات مکانیکی درونی را ۱۷/۶ تا ۲۸ درصد و جوانه‌زنی دانه را ۶۹/۸ تا ۸۲/۳ درصد گزارش کردند. نتایج این تحقیق همچنین نشان می‌دهد که با کاهش رطوبت دانه، افزایش سرعت دورانی کوبنده، و کاهش میزان تغذیه محصول، میزان صدمات مکانیکی ظاهری و درونی افزایش و درصد جوانه زنی کاهش می‌یابد.

درزر و گیروبا (Dreszer & Gieroba, 1999) آزمایش‌هایی را جهت تعیین صدمات مکانیکی وارد بر چند نوع غله، با کمباین‌های چند استوانه‌ای[1] به انجام رساندند. نتایج تحقیقات آنها نشان می‌دهد که میزان صدمات، بیشتر تحت تأثیر مراحل متعددی است که برای جدا کردن دانه طی می‌شود. همچنین میزان صدمات به نوع غله نیز بستگی دارد. ارقام جو و یولاف مقاومت بیشتری در برابر صدمات دارند و چاودار و گندم مقاومت کمتری از خود نشان می‌دهند. کمترین صدمات زمانی حاصل می‌شود که سرعت دورانی کوبنده کمتر از ۷۸ رادیان بر

1- Multi drum thresher

www.SID.ir

ثانیه باشد. افزایش فاصلهٔ کوبنده و ضدکوبنده نیز باعث کاهش صدمات مکانیکی محصول می‌شود.

کوالزوک (Kowalczuk, 1999) نتایج یک بررسی پنج سالهٔ برداشت سویا را با کمباین در مناطق مختلف لهستان ارائه کرد. نتایج این بررسی حاکی از ۰/۸۴ درصد تلفات کمی در واحد کوبنده و حدود ۹/۹ درصد تلفات کیفی در قالب صدمات مکانیکی است که از این میزان ۴/۶ درصد صدمات مربوط به شکستگی دانه‌ها و ۵/۳ درصد دیگر مربوط به ترک‌های ریز ایجاد شده در دانه‌هاست.

سانتوخ و همکاران (Santokh *et al*., 2002) با بررسی عملکرد مزرعه‌ای کمباین‌ها در برداشت برنج میزان آسیب‌های ظاهری دانه‌ها را با توجه به میزان سرعت پیشروی کمباین، سرعت دورانی کوبنده، و رطوبت دانه بین ۲/۵ تا ۳/۵ درصد اعلام کردند.

براساس تحقیقات طاهر و همکاران (Tahir *et al*., 2003)بر روی یک دستگاه کمباین کلاس مدل دومیناتور در کشور پاکستان، با ارزیابی پارامترهای کاری کمباین متوسط تلفات گندم ۱/۲۵ درصد و شکستگی دانه‌های گندم ۵/۷ درصد اعلام شده است.

سینگ و همکاران (Singh *et al*., 1981) نیز تأثیر پارامترهای محصول و ماشین را بر میزان کوبش و کیفیت محصول سویا بررسی کردند. این محققان برای مشخص کردن صدمات وارد شده به محصول، شکستگی‌های ظاهری دانه را با توزین دانه‌های شکسته‌شده در نمونه‌های مشخص و شکستگی‌های درونی را با انجام آزمایش درصد جوانه زنی دانه اندازه‌گیری کردند. در این بررسی مشخص شد که صدمات ظاهری دانه در هر میزان رطوبت با افزایش دور کوبنده، افزایش می‌یابد ولی تغییرات دور کوبنده بر درصد جوانه زنی تأثیر اندکی دارد.

بررسی‌های کرکاری و همکاران (Kirkkari *et al*., 2001) در مورد کاهش صدمات مکانیکی وارد بر یولاف در کشور فنلاند نشان داد که با کاهش سرعت دورانی کوبنده، میزان جوانه‌زنی دانه‌های برداشت شده بیشتر می‌شود، اما کاهش فاصلهٔ کوبنده و ضدکوبنده تأثیری بر میزان جوانه‌زنی ندارد.

کومار و گاس (Kumar & Goss, 1979) با استفاده از تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از ۲۲۴ آزمون مزرعه‌ای، مدل‌هایی را برای پیش بینی عملکرد کمباین، میزان افت‌های کمی‌و نیز دانه‌های صدمه دیده در برداشت یونجه ارائه دادند. در مدلی که برای دانه‌های شکسته ارائه کردند تأثیر دور کوبنده معنی‌دار بود. با افزایش سرعت خطی کوبنده از ۲۰ به ۲۵ متر بر ثانیه، میزان دانه‌های شکسته‌شده از ۶ درصد به ۹ درصد افزایش می‌یابد.

اندروز و همکاران (Andrews *et al*., 1993) در مطالعه‌ای تحت عنوان بررسی اثر پارامترهای کاری کمباین بر تلفات برداشت و کیفیت برنج در کشور فیلیپین، تلفات برداشت برنج را در شرایط مختلف کاری ارزیابی کردند. نتایج بررسی‌های آنها نشان می‌دهد که میزان تغذیه مهم‌ترین عامل مؤثر در تلفات برداشت است. دور کوبنده اثر متفاوتی در میزان تلفات رقم‌های گوناگون دارد، در رقم نیوبانت، با افزایش سرعت دورانی کوبنده از ۷۰۰ تا ۱۰۰۰ دور در دقیقه، تلفات با الگوی خطی کاهش می‌یابد. در حالی که در رقم لمونت، تلفات تابعی درجه دوم از سرعت دورانی کوبنده و کمترین مقدار آن مربوط به سرعت ۸۵۰ دور در دقیقه است.

هدف از اجرای این پژوهش، تعیین محدودهٔ مناسب سرعت دورانی خرمنکوب، فاصلهٔ کوبنده و ضدکوبنده، طول ساقهٔ برش یافته و تاثیر این عوامل بر درجهٔ شکستگی گندم در کمباین کلاس مدل لکسیون ۵۱۰ به منظور کاهش شکستگی محصول گندم است.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق از یک دستگاه کمباین کلاس مدل لکسیون ۵۱۰ استفاده شد. مشخصات فنی این کمباین در

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱ ارائه شده است. این کمباین مجهز به دستگاه نمایشگر عملکرد است و کلیهٔ تنظیمات مربوط به سامانه‌های برش، کوبش، و بوجاری به راحتی از کابین راننده، قابل اجراست. اما در خصوص انتخاب دور سیلندر کوبنده، فواصل کوبنده و ضدکوبنده، و ارتفاع برش، نیاز است راننده هر چند ساعت یک بار از کمباین خارج شود و وضعیت محصول داخل مخزن را بررسی و با توجه به مشخصات ظاهری محصول جمع آوری شده، تنظیمات جدیدی اعمال کند. سرعت دورانی کوبنده بین ۶۰۰ تا ۱۱۰۰ دور بر دقیقه برای گندم است (Mohr, 2007). این سرعت از داخل کابین و با کلیدهای کنترل قابل تغییر است. تنظیم فاصله بین کوبنده و ضدکوبنده از داخل کابین و توسط کاربر اجرا می‌شود. کاربر با کامپیوتر موجود در کابین میزان مورد نظر را انتخاب می‌کند؛ مقدار انتخاب شده را یک جک هیدرولیک عملی خواهد کرد. مقدار واقعی اعمال شده را یک حسگر اندازه‌گیری می‌کند و مقدار واقعی در کنار مقدار مورد نظر نشان داده می‌شود. کاربر با توجه به این عدد می‌تواند تنظیمات ثانویه را اعمال یا به سامانه اجازه دهد که با ادامه کار به میزان مورد نظر برسد.

این میزان از ۵ تا ۲۵ میلی‌متر متغیر و میزان توصیه شده برای گندم ۷ تا ۱۵ میلی‌متر برای سر جلوی کوبنده است. یاد آوری می‌شود که مقدار سر عقب همواره نصف سر جلو است که به طور همزمان با سر جلو با توجه به اهرم بندی مربوطه تغییر می‌کند (Mohr, 2007) (شکل ۱).

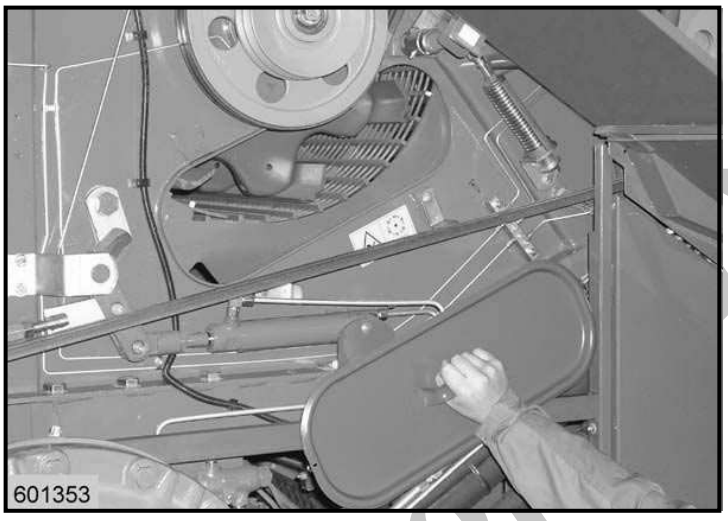
جدول ۱- مشخصات کمباین کلاس مدل لکسیون ۵۱۰

وزن :	با هد ۱۴۲۶۰ کیلوگرم
موتور:	کاترپیلار، دارای توربو شارژر با توان ۲۳۵ اسب بخار و حجم ۶۶۰۰ سانتی‌متر مکعب
سامانه هیدرولیک :	پمپ هیدرولیک دنده‌ای با سیستم حرکت هیدرواستاتیک
جعبه دنده :	نوع دستی با حداکثر سرعت ۲۵ کیلومتر بر ساعت
سامانه هیدرو استاتیک:	هیدروپمپ پیستونی با حداکثر فشار ۴۲۰ بار
	روغن موتور ۲۸ لیتر
ظرفیت‌ها :	تانک هیدرولیک و هیدرواستاتیک ۲۵ لیتر
	مخزن سوخت ۶۰۰ لیتر
مخزن غله :	به گنجایش ۷۳۰۰ لیتر، سرعت تخلیه ۷۰ لیتر بر ثانیه
سیلندر کوبنده :	قطر/ عرض ۱۴۰۰/۶۰۰ میلی متر، سرعت ۱۱۵۰- ۵۰۰ و ۴۸۳- ۲۳۸ دور بر دقیقه
ضد کوبنده :	تعداد نبشی‌ها ۱۲، نحوهٔ تنظیم فاصله با کوبنده به صورت الکترونیکی در کابین
سرعت دورانی ضربه زن (کلش کش) :	۸۰۰ دور بر دقیقه
کاه پران‌ها :	تعداد کاه پران‌ها/ تعداد پله ۵/۵
	سطح جداکردن ۶/۶۰ مترمربع با سرعت ۵ ± ۲۲۵ دور بر دقیقه
سامانه بوجاری :	۴/۲۵ مترمربع، با سیستم ضدشیب

ابزارهای مورد استفاده جهت اجرای این تحقیق عبارت بودند از : ترازو با دقت ۰/۱ گرم، متر ۵۰ متری، گونی، داس، کادر چوبی به ابعاد ۵۰ در ۵۰ سانتی‌متر، دورسنج دیجیتال با مارک تسو، خط‌کش میلی‌متری، و الک تیلور. در این تحقیق از طرح آماری فاکتوریل در قالب طرح پایهٔ بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار

www.SID.ir

استفاده و تأثیر سه تیمار سرعت دورانی کوبنـده در چهـار سـطح ۷۰۰، ۸۰۰، ۹۰۰، و ۱۰۰۰ دور در دقیقـه، فاصـلهٔ بین کوبنده و ضدکوبنده در چهار سـطح ۸ ،۱۰، ۱۲، و ۱۴ میلی‌متر و طول ساقه بـرش‌یافتـه (تفاضـل ارتفـاع بوتـه و ارتفـاع بـرش) در سـه سـطح ۶۰-۵۰، ۷۰-۶۱، و ۸۰-۷۱ سـانتی‌متـر بـر میـزان بـذرهای شکـسته بررسـی شـد.



شکل ۱- فاصله بین کوبنده و ضد کوبنده

از آزمون دانکن نیز جهـت مقایـسه بـین میـانگین‌هـا استفاده شد. آزمایش در یکی از مزارع روسـتای کردشـول شهرستان پاسارگاد استان فارس اجرا شد. در مزرعهٔ مـورد نظر، گندم رقم مرودشت با کمبینات مارک آمـازون کـشت شده بود. بـرای نمونـه‌بـرداری ابتـدا محـصول ورودی بـه مخزن در ۳۰ متر اول بلوک همراه با محـصول جمـع‌آوری شده از قبل، داخـل کـامیون تخلیـه مـی‌شـد (شـکل ۲)، سپس اقدام به برداشت بلوک می‌گردید. از آنجا کـه مـواد با مارپیچ و از کف به مخزن منتقل می‌شد و به طـور دائـم توسط مارپیچ به هـم مـی‌خـورد لـذا از یکنـواختی نمونـه اطمینان حاصل شد (شکل ۳). با پایـان گـرفتن برداشـت هر بلوک، کمباین متوقف و یک نمونه (حدوداً ۱ کیلوگرم) از وسط مخـزن و از عمـق میـانی مـواد، خـارج شـده و در کیسهٔ پلاسـتیکی جمـع‌آوری و مشخـصات بلـوک روی آن قید می‌شود. نمونه‌ها در کارتن‌های محکم بسته‌بندی و به آزمایشگاه فرستاده می‌شدند.

نمونه‌ها توزین و ثبت می‌شدند، هر نمونـه بـه منظـور یافتن محصول نیم‌کوب احتمالی مورد بازبینی قرار گرفـت. در هیچیک از نمونه‌هـا محـصول نیمکـوب مـشاهده نـشد. کاه‌های ریز از محصول جدا و از هر تکرار یک نمونه حدوداً ۱۰۰ گرمی‌تهیه، تـوزین، و ثبـت مـی‌شـد. پـس از آن بـه کمک غربال‌های تیلور دانه‌های سالم از شکسته جدا و وزن دانه‌های سالم و نیز دانه‌های شکسته جداگانه ثبت می‌شـد. در این مرحله، دانه‌های شکسته در چهار گـروه "لـب پـر"، "نیم‌دانه"، "خرده" و "ریز" با استفاده از سوراخ‌هـای ۲/۸، ۲/۵، ۲/۲، و ۲ تفکیـک و هـر یـک جداگانـه وزن و ثبـت می‌گردید.

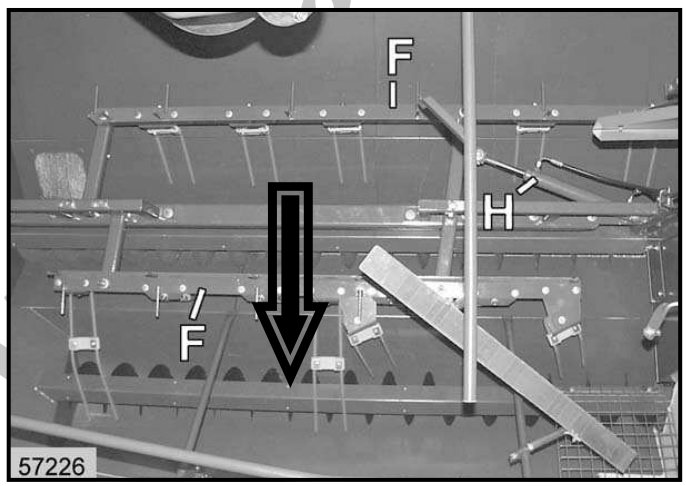
وزن هـزار دانـه گنـدم سـالم ۳۸/۸ گـرم و درصـد

www.SID.ir

شکستگی گندم در چهار گروه فوق الذکر از رابطهٔ ۱ به دست آمد:

(۱) ۱۰۰ × (وزن کل نمونه / وزن دانه‌های عبور یافته از الک) = شکستگی گندم (درصد)

شکل ۲- تخلیه داخل کامیون.



شکل ۳- مارپیچ کف به مخزن.

نتایج و بحث

نتایج تجزیهٔ واریانس اثر سرعت دورانی کوبنده، فاصلهٔ کوبنده از ضدکوبنده، و طول ساقهٔ برش‌یافته بر درصد شکسته‌های لب‌پر، نیم‌دانه، خرده و ریز در جدول ۲ ارائه شده است. طبق نتایج این جدول اثر سرعت دورانی کوبنده در سطح احتمال ۱ درصد و اثر طول برش‌یافته در سطح احتمال ۵ درصد بر مقدار شکسته‌های لب‌پر معنی‌دار است. همچنین اثر فاصلهٔ کوبنده از ضدکوبنده و اثر متقابل سه گانه تیمارها در سطح احتمال ۵ درصد بر مقادیر شکسته‌های نیم‌دانه معنی‌دار است. در خصوص شکسته‌های خرده مشخص شد که اثر سرعت دورانی کوبنده در سطح احتمال ۱ درصد و اثر طول برش‌یافته در

www.SID.ir

سطح احتمال ۵ درصد بر مقدار شکسته‌های خرده معنی‌دار است. نتایج تجزیهٔ واریانس در زمینهٔ شکسته‌های ریز حاکی از آن است که اثر همهٔ تیمارهای مورد ارزیابی و اثر متقابل آنها (غیر از تیمار طول برش یافته) در سطح احتمال ۱ درصد بر مقدار شکسته‌های ریز معنی‌دار است.

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر سرعت دورانی کوبنده، فاصله کوبنده از ضدکوبنده و طول ساقه برش‌یافته بر درصد شکسته گندم

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		شکسته‌های لب‌پر	شکسته‌های نیم‌دانه	شکسته‌های خرده	شکسته‌های ریز
تکرار	۲	۶/۲۷۹	۲۳/۹۶۶	۰/۳۴۳	۶/۸۱۱
سرعت دورانی کوبنده (R)	۳	۳۳۴/۶۹۳ **	۱۸/۴۶۴ ns	۷/۳۷۷ **	۲۵۶/۱۸۰ **
فاصله کوبنده از ضدکوبنده (S)	۳	۴۳/۵۴۲ ns	۳۷/۵۸۱ *	۱/۰۲۵ ns	۱۶۵/۷۵۷ **
طول برش‌یافته (L)	۲	۱۴۲/۵۱۷ *	۵/۶۲۵ ns	۸/۲۶۹ *	۹/۵۲۷ ns
R*S	۹	۳۲/۱۱۳ ns	۱۴/۷۸۱ ns	۱/۵۴۲ ns	۵۲/۳۹۶ **
R*L	۶	۵۷/۲۴۰ ns	۱۷/۹۸۸ ns	۱/۰۷۹ ns	۱۱۲/۴۰۷ **
S*L	۶	۴۵/۴۴۶ ns	۱۳/۷۳۶ ns	۰/۹۰۴ ns	۱۲۳/۴۲۱ **
R*S*L	۱۸	۲۶/۹۵۴ ns	۱۷/۴۷۱ *	۱/۳۷۸ ns	۱۰۶/۸۲۳ **
خطای آزمایش	۹۴	۳۸/۴۰۷	۱۰/۰۶۹	۱/۷۳۴	۱۳/۶۳۵

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

مقایسهٔ میانگین‌های اثر سرعت دورانی کوبنده بر درصد چهار گروه شکسته گندم در جدول ۳ ارائه شده است. طبق نتایج به دست آمده، بین سرعت دورانی کوبنده و درصد شکسته‌های لب پر رابطهٔ مستقیم وجود دارد و با افزایش سرعت دورانی، مقادیر شکسته‌های لب پر نیز افزایش می‌یابد. بیشترین مقدار شکسته‌های لب پر در سرعت ۱۰۰۰ دور در دقیقه (با ۵۵/۲۷ درصد) و کمترین مقدار آن در سرعت ۷۰۰ دور در دقیقه (با ۴۸/۱۲ درصد) مشاهده می‌شود که از لحاظ آماری نیز در دو گروه جداگانه قرار می‌گیرند. همچنین بررسی نتایج نشان می‌دهد که بین سرعت دورانی کوبنده و درصد شکسته‌های خرده رابطهٔ معکوس وجود دارد به طوری‌که با افزایش سرعت دورانی، مقدار شکسته‌های خرده کاهش می‌یابد. بیشترین و کمترین مقدار شکسته‌های خرده به ترتیب در سرعت‌های ۷۰۰ و ۱۰۰۰ دور در دقیقه، با ۸/۱ درصد و ۷/۱ درصد وجود دارد که از نظر آماری نیز با هم اختلاف معنی‌داری دارند. در خصوص شکسته‌های ریز، نتایجی مشابه با نتایج شکسته‌های خرده به دست آمده است و رابطهٔ معکوس مشاهده می‌شود. در این فاکتور بیشترین مقدار در سرعت ۷۰۰ دور در دقیقه (با ۲۱/۹۷ درصد) و کمترین مقدار در سرعت ۹۰۰ دور در دقیقه (با ۱۶/۷۱ درصد) وجود دارد که از نظر آماری نیز در دو گروه جداگانه قرار می‌گیرند.

مقایسهٔ میانگین‌های اثر فاصله کوبنده و ضدکوبنده بر درصد چهار گروه شکسته گندم در جدول ۴ ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد که بین فاصلهٔ کوبنده از ضدکوبنده و درصد شکسته‌های نیم‌دانه رابطه مستقیم وجود دارد و با افزایش فاصلهٔ کوبنده مقدار شکسته‌های نیم‌دانه نیز افزایش می‌یابد. بیشترین مقدار شکسته‌های نیم‌دانه در فاصلهٔ کوبنده ۱۴ میلی‌متر (با ۲۳/۲۱ درصد) و کمترین مقدار آن در فاصله کوبنده ۱۰ میلی‌متر (با ۲۱/۰۷ درصد) مشاهده می‌شود که از لحاظ آماری نیز در

www.SID.ir

دو گروه جداگانه قرار می‌گیرند. همچنین نتایج نشان می‌دهد که بین فاصلهٔ کوبنده از ضدکوبنده و درصد شکسته‌های ریز رابطهٔ معکوس وجود دارد به نحوی که با افزایش فاصلهٔ کوبنده، مقدار شکسته‌های ریز کاهش می‌یابد. بیشترین و کمترین مقدار شکسته‌های ریز به ترتیب، در فاصله‌های ۸ و ۱۴ میلی‌متر، با ۲۰/۷۸ درصد و ۱۶/۱۳ درصد وجود دارد که از نظر آماری نیز با هم اختلاف معنی‌داری دارند.

مقایسه میانگین‌های اثر طول برش‌یافته بر درصد چهار گروه شکسته گندم در جدول ۵ ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد که بین طول برش‌یافته و درصد شکسته‌های لب‌پر رابطه معکوس وجود دارد و با افزایش طول برش‌یافته، مقدار شکسته‌های لب‌پر کاهش می‌یابد.

جدول ۳- مقایسهٔ میانگین‌های مقادیر درصد چهار گروه شکسته گندم در اثر سرعت دورانی کوبنده

سرعت دورانی کوبنده	درصد شکسته			
(دور بر دقیقه)	لب‌پر	نیم‌دانه	خرده	ریز
۷۰۰	۴۸/۱۲ b	۲۲/۳۱ a	۸/۱۰ a	۲۱/۹۷ a
۸۰۰	۵۲/۲۳ a	۲۱/۰۲ a	۷/۴۲ b	۲۰/۴۹ a
۹۰۰	۵۳/۵۴ a	۲۲/۶۱ a	۷/۱۸ b	۱۶/۷۱ b
۱۰۰۰	۵۵/۲۷ a	۲۱/۵۶ a	۷/۱۰ b	۱۶/۷۶ b

در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

جدول ٤- مقایسهٔ میانگین‌های مقادیر درصد چهار گروه شکسته گندم در اثر فاصله کوبنده از ضدکوبنده

فاصله کوبنده از	درصد شکسته			
ضدکوبنده (میلی‌متر)	لب‌پر	نیم‌دانه	خرده	ریز
۸	۵۱/۳۸ a	۲۱/۰۸ b	۷/۳۹ a	۲۰/۷۸ a
۱۰	۵۱/۵۴ a	۲۱/۰۷ b	۷/۶۳ a	۲۰/۴۹ a
۱۲	۵۲/۴۸ a	۲۲/۱۴ ab	۷/۲۵ a	۱۸/۵۴ b
۱۴	۵۳/۷۸ a	۲۳/۲۱ a	۷/۵۴ a	۱۶/۱۳ c

در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

جدول ۵- مقایسهٔ میانگین‌های مقادیر درصد چهار گروه شکسته گندم در اثر طول برش‌یافته

طول برش‌یافته	درصد شکسته			
(سانتی‌متر)	لب‌پر	نیم‌دانه	خرده	ریز
۵۰ -۶۰	۵۳/۷۱ a	۲۲/۲۶ a	۷/۱۷ b	۱۸/۵۶ a
۶۱ -۷۰	۵۲/۷۸ ab	۲۱/۶۰ a	۷/۲۶ b	۱۸/۹۵ a
۷۱ -۸۰	۵۰/۳۸ b	۲۱/۷۸ a	۷/۹۳ a	۱۹/۴۵ a

در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ٦ - مقایسهٔ میانگین‌های مقادیر درصد شکسته‌های ریز گندم در اثر متقابل سرعت دورانی کوبنده و فاصله کوبنده از ضد کوبنده

سرعت دورانی کوبنده	فاصله کوبنده از ضد کوبنده (میلی‌متر)			
(دور بر دقیقه)	۸	۱۰	۱۲	۱۴
۷۰۰	۲۳/۴۱ ab	۲۰/۷۱ abc	۲۴/۰۹ a	۱۹/۶۹ abc
۸۰۰	۲۴/۰۷ a	۲۴/۳۲ a	۱۶/۲۳ cd	۱۷/۳۵ bcd
۹۰۰	۱۸/۲۹ abcd	۱۸/۶۶ abcd	۱۴/۸۵ cd	۱۵/۰۴ cd
۱۰۰۰	۱۷/۳۴ bcd	۱۸/۲۶ abcd	۱۸/۹۹ abcd	۱۲/۴۴ cd

در هر سطر یا ستون، میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

جدول ۷ - مقایسهٔ میانگین‌های مقادیر درصد شکسته‌های ریز گندم در اثر متقابل سرعت دورانی کوبنده و طول برش یافته

سرعت دورانی کوبنده	طول برش‌یافته (سانتی‌متر)		
(دور بر دقیقه)	۵۰ -۶۰	۶۱ -۷۰	۷۱ -۸۰
۷۰۰	۲۰/۶۴ abc	۲۰/۸۷ ab	۲۴/۴۱ a
۸۰۰	۱۷/۸۹ bcd	۱۹/۹۳ Abcd	۲۳/۶۶ a
۹۰۰	۱۵/۵۸ bcd	۱۹/۸۲ Abcd	۱۴/۷۳ d
۱۰۰۰	۲۰/۱۱ abcd	۱۵/۱۸ bcd	۱۴/۹۷ cd

در هر سطر یا ستون، میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

جدول ۸ - مقایسهٔ میانگین‌های مقادیر درصد شکسته‌های ریز گندم در اثر متقابل فاصله کوبنده از ضد کوبنده و طول برش یافته

فاصله کوبنده از ضد کوبنده	طول برش‌یافته (سانتی‌متر)		
(میلی‌متر)	۵۰ -۶۰	۶۱ -۷۰	۷۱ -۸۰
۸	۱۸/۷۱ bcd	۲۳/۸۴ ab	۱۹/۷۹ abcd
۱۰	۱۹/۴۳ abcd	۱۷/۳۷ cd	۲۴/۶۵ a
۱۲	۲۰/۲۸ abc	۱۶/۰۲ cd	۱۹/۳۳ abcd
۱۴	۱۵/۸۲ cd	۱۸/۵۷ bcd	۱۴/۰۱ d

در هر سطر یا ستون، میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

بیشترین مقدار شکسته‌های لب‌پر در طول ۶۰-۵۰ سانتی‌متر (با ۵۳/۷۱ درصد) و کمترین مقدار آن در طول ۸۰-۷۱ سانتی‌متر (با ۵۰/۳۸ درصد) مشاهده می‌شود که از لحاظ آماری در دو گروه جداگانه قرار می‌گیرند. از نظر درصد شکسته‌های خرده مشخص شد که با افزایش طول ساقهٔ برش‌یافته، مقدار شکسته‌های خرده نیز افزایش می‌یابد. بیشترین و کمترین مقدار شکسته‌های خرده به ترتیب در طول ۸۰-۷۱ و ۶۰-۵۰ سانتی‌متر، با ۷/۹۳ و ۷/۱۷ درصد وجود دارد که از لحاظ آماری نیز با هم اختلاف معنی‌داری دارند.

نتیجه گیری

افزایش میزان شکستگی محصول برداشت شده با کمباین نه تنها موجب افت کیفی و کاهش عیار محصول می‌شود بلکه نمایانگر پدیده‌ای به نام بیش‌کوبش است که در جای خود افزایش مصرف انرژی و استهلاک مکانیکی و

www.SID.ir

کاهش عمر کمباین را به همراه دارد. از سوی دیگر وجود نیم‌کوب در مواد کوبیده شده نیز علاوه بر افزایش احتمال ریزش آنها از پشت کمباین نشان از پدیدهٔ کم‌کوبش است که برای رفع آن ناچار از دوباره کوبی محصول هستیم که نهایتاً به کاهش راندمان کمباین و افزایش درصد شکسته می‌انجامد. بررسی نتایج حاصل از معیارهای ارزیابی، مشخص می‌کند که از میان تیمارهای ارزیابی شده، سرعت دورانی ۷۰۰ دور در دقیقه، فاصلهٔ کوبنده و ضدکوبنده ۱۰ میلی‌متر و طول برش‌یافته ۸۰-۷۱ سانتی‌متر بیشترین تأثیر را بر کاهش میزان شکستگی (چهار گروه شکسته) دارد و باعث افزایش عیار محصول نهایی می‌شود که نتایج گزارش تحقیقات سایرین نیز این موضوع را تأیید می‌کند. همچنین در این تیمار میزان نیم‌دانه کمترین و میزان شکسته‌های ریز هرچند در بیشترین سطح خود است اما در مجموع می‌توان این تیمار را به‌عنوان تیمار بهینه معرفی کرد. در حالی‌که درصد نیم‌دانه با افزایش سرعت دورانی و کاهش فاصله افزایش می‌یابد، درصد ریز روندی معکوس دارد. افزایش سرعت دورانی و کاهش فاصله، فرصت لازم را برای خرد شدن هر چه بیشتر شکسته‌ها ایجاد می‌کند (Behroozi lar, 2001). چنین به نظر می‌رسد که با افزایش فاصلهٔ بین کوبنده و ضدکوبنده ضمن کاهش برخورد نبشی‌های کوبنده به مواد در حال عبور، دانه‌ها امکان می‌یابند که با قرار گرفتن در لابلای تودهٔ عبوری از بین کوبنده و ضدکوبنده، از آسیب مکانیکی مصون بمانند که هر دو موجب کاهش دانه‌های شکسته می‌شود (Lashgari, 2007)، اما توجه به وجه دینامیک موضوع، موارد دیگری را روشن می‌سازد. از آنجا که چرخش کوبنده عامل عبور مواد از داخل سامانه کوبش است، با افزایش فاصلهٔ بین کوبنده و ضدکوبنده، سرعت حرکت این مواد خصوصاً در لایه‌های پایینی کاهش می‌یابد. این کاهش سرعت، موجب کاهش میزان ضربهٔ ناشی از برخورد دانه‌ها با برجستگی‌های سطح ضدکوبنده می‌شود که به نوبهٔ خود کاهش محصول شکسته را به‌دنبال دارد. این نتایج، توجیه سرعت و فاصله را تأیید می‌کند که با کاهش سرعت دورانی کوبنده و افزایش نسبی فاصلهٔ کوبنده از ضدکوبنده، میزان شکستگی کاهش می‌یابد. با کاهش فاصله به کمترین حد خود، صدمات مکانیکی ناشی از کاهش ضخامت مواد در حال عبور و صدمات مکانیکی ناشی از سرعت حرکت مواد و ضربه، میزان شکستگی را افزایش می‌دهد.

مراجع

Andrews, S.B., Siebenmorgen, T.J., Vories, E.D. and Lower, D.H. 1993. Effects of combine operating parameters on harvest loss and quality in rice. Trans. ASAE. 36(6): 1599-1607.

Arvinder, S., Garg, I.K., Sharma, V.K. and Singh, A. 2001. Effect of different crop and operational parameters of a combine on grain damage during paddy harvesting. J. Res. Punjab Agric. Uni. 38(3-4): 241-252.

Behruzi lar, M. 2001. Engineering Principles of Agricultural Machines. Islamic Azad University Scientific Pub.

Behruzi lar, M., Hasanpur, M., Sadeghnezhad, H., Asadi, A., Khosravani, A. and Saati, M. 1995. Cereal combine loss. Research Report. Agric. Eng. Res. Ins. (AERI). (in Farsi)

Dreszer, K. and Gieroba, J. 1999. Mechanical damage to grain in multidrum threshing and separating. Sets. International Agrophysics. 13(1): 73-78.

Kirkkari, A.M., Peltonen, S.P. and Rita, H. 2001. Reducing grain damage in naked oat through gentle harvesting. Agric. Food Sci. Finland. 10(3): 223-229.

www.SID.ir

Kowalczuk, J. 1999. Pattern of seed losses and damage soybean harvest with grain combine harvester. International Agrophysics. 13(1): 103-107.

Kumar, R. and Goss, J.R. 1979. Analysis and modeling of alfalfa seed harvest losses. Trans. ASAE. 22, 237-242.

Lashgari, M., Mobli, H., Omid, M., Alimardani, R. and Mohtasebi, S. 2007. An investigation of the Effects of the forward speed, cylinder rotation and clearance between a combine's cylinder and concave on wheat kernel breakage and seed germination. Iranian J. Agric. Sci. 38(4): 603-609.

Mansuri, H. and Minaee, S. 2003. Effect of machine parameters on wheat losses in JD combine. Proceedings of the 1st National Symposium on Losses of Agricultural Products. Tehran, Iran. Oct. 20, 92- 94. (in Farsi)

Mohr, J.H. 2007. Lexion 510 Operator Manual. Claas Gmbh.

Santokh, S., Sidhu, H.S., Ahuja, S.S. and Singh, S. 2002. Grain losses in combine harvesting of paddy. J. Res. Punjab Agric. Uni. 39(3): 395-398.

Singh, K.N. and Singh, B. 1981. Effect of crop and machine parameters on threshing effectiveness and seed quality of soybean. J. Agric. Eng. Res. 26, 349-355.

Tahir, A.R., Khan, F. and Khurram, E. 2003. Techno-economic feasibility of combine harvester (Class. Denominator). Inter. J. Agric. Biology. 5(1): 57-60.

Archive of SID

www.SID.ir

AERI JAER *Journal of Agricultural Engineering Research/Vol.13/No.1/2012/P: 89-100*

Effect of the Thresher Drum Rotary Speed, Distance Between Thresher Drum and Sieve, and Stem Height on Wheat Quality

H. Sahrayan Jahromi and S. N. Alavi Naeeni *

* Corresponding Author: Member of the scientific board, Kerman- bahonar martyr university-mechanics of farm machinery department, P.O.Box 76169133, Kerman-Iran. E-Mail: nalavi@mail.uk.ac.ir
Received: 17 July 2011, Accepted: 22 October 2011

In this study, the effect was evaluated of thresher drum rotary speed (700, 800, 900, 1000 rpm), distance between thresher drum sieve (8, 10, 12, 14 mm) and stem height (50–60, 61–70, 71–80 cm) on the percent breakage into chipped kernals, half kernels, bits and fine particles. A Lexion 510 class combine harvester was used equipped with GPS and yield monitoring equipment. A randomized complete block design and split factorial arrangement with three replications and a Duncan test was used for statistical analysis. Testing was done at a Pasargad farm in Fars province. Marvdasht variety wheat was planted using an Amazon combinat. The results showed that the drum rotary speed had a significant effect on threshing loss and percentage of damaged grains. The best result was produced by a thresher drum rotary speed of 700 rpm, 10 mm distance between thresher drum and sieve and a stem height of 71– 80 cm.

Keywords: Quality properties, Rotary speed of concave thresher drum, Stem height, Sieve, Wheat

Archive of SID

www.SID.ir