علوم و تحقیقات بذر ایران
سال ششم/ شماره چهارم/ ۱۳۹۸ (۴۳۹ - ۴۲۷)

DOI: 10.22124/jms.2020.3922

ارزیابی صدمات فیزیکی، جوانه‌زنی و بنیه بذر لاین‌های والدین ذرت هیبرید در ماشین دانه‌کن بلال

حمیدرضا گازر[1*]، آیدین حمیدی[2]

تاریخ دریافت: ۹۶/۱۲/۱۳ تاریخ پذیرش: ۹۷/۳/۹

چکیده

ماشین دانه‌کن (شیلر) بلال از تجهیزات مهم در فرایند تولید بذر ذرت بوده و عملکرد صحیح آن در کاهش میزان تلفات بذر و یکنواختی بذور تولید شده موثر می‌باشد. در این تحقیق صدمات فیزیکی، جوانه‌زنی و بنیه بذر لاین‌های اینبرد والدین ذرت هیبرید دانه‌شده با ماشین دانه‌کن بلال ارزیابی شد. پارامترهای بررسی‌شده شامل راندمان جدا سازی بذر از بلال، راندمان تمیزش و ظرفیت عملکردی ماشین، درصد بذرهای صدمه‌دیده، تغییرات درصد جوانه‌زنی و درصد خروج ریشه‌چه بذرهای ذرت قبل و بعد از ماشین دانه‌کن بلال بودند که تغییرات میانگین‌های آن‌ها با استفاده از آزمون تی استیودنت نیز مقایسه شد. نتایج بدست‌آمده نشان داد که در شرایط خوراک‌دهی مناسب دستگاه و ظرفیت عملکردی در حدود ۲/۷ تن در ساعت، بذرهای بیش از ۹۹ درصد از بلال‌های ورودی دانه شد. همچنین برای بذرهای دارای رطوبت کم‌تر از ۱۳ درصد، صدمات فیزیکی (شکستگی) بذر تغییرات معنی‌داری نداشت و کم‌تر از ۰/۴ درصد بود. میزان تمیزش بذرهای خارج‌شده از خروجی اصلی حدود ۹۵ درصد و میزان بذرهای باقی‌مانده روی چوب بلال کم‌تر از ۱ درصد به‌دست آمد. علاوه بر موارد ذکر شده عملکرد ماشین تأثیر منفی معنی‌داری بر درصد جوانه‌زنی بذر و خروج ریشه‌چه نداشته و تغییرات کاهشی آن‌ها به‌ترتیب کم‌تر از ۰/۵ و ۲ درصد بود.

واژه‌های کلیدی: دانه‌کنی، ذرت، شیلر، فرآوری

۱- عضو هیأت علمی (دانشیار پژوهش) مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
۲- عضو هیأت علمی (دانشیار پژوهش) مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
*نویسنده مسئول: hgazor@yahoo.com

مقدمه

بررسی‌های انجام‌شده در استان‌های پیشرو در تولید بذر ذرت مثل اردبیل نشان می‌دهد که در سال‌های اخیر تغییر الگوی برداشت ذرت بذری از برداشت با کمباین غلات به سمت برداشت بلال به وسیله بلال‌کن – پوست‌کن (پیکر هاسکر) در حال تغییر سریع می‌باشد. پس از برداشت بلال و عملیات خشک‌کردن به‌وسیله ماشین‌های دانه‌کن بلال موسوم به شیلر عملیات دانه‌کنی انجام‌شده و در نهایت با انجام عملیات بوجاری، درجه‌بندی و بسته‌بندی بذرها عملیات فراوری بذر کامل می‌شود. در صورت استفاده از مکانیزم برداشت بلال می‌توان با سرعت بیش‌تر ذرت را در رطوبت‌های بیش‌تر از ۲۰ درصد بر پایه تر برداشت و از صدمات پدیده‌های ناخواسته در مزرعه نظیر بارش‌های ناگهانی و حمله آفات جلوگیری نمود. لذا برداشت زودتر در رطوبت بالاتر به‌وسیله ماشین برداشت بلال (پیکر- هاسکر) و استفاده از ماشین دانه‌کن (شیلر) کمک شایانی به حفظ سلامت بذور و کاهش ضایعات آن خواهد نمود. منطقه کشاورزی مغان در در استان اردبیل یکی از مناطق شاخص تولید بذر ذرت در کشور می‌باشد. در حال حاضر علاوه بر کشت و صنعت‌های پارس و مغان، پیمانکاران زیادی به‌صورت بخش خصوصی در منطقه مغان مبادرت به تولید بذر هیبرید می‌نمایند. همه ساله بیش از ۹۰ درصد از بذر مورد نیاز کشور در منطقه مغان تولید و به مناطق مختلف کشور توزیع می‌شود که میزان تولید آن در این منطقه رو به افزایش می‌باشد. استانداردها و دستور العمل‌های مربوط به کنترل و گواهی بذر ذرت اذعان می‌دارند که حداقل مقدار قوه نامیه قابل پذیرش برای بذر ذرت ۸۸ درصد می‌باشد همچنین میزان مواد خارجی و ناخالصی‌ها در محموله بذرها تا حداکثر ۲ درصد قابل قبول می‌باشد (Anonymous, 2003; Rezvani *et al.,* 2009). در منطقه مغان از استان اردبیل بررسی‌ها و نظرات کارشناسی انجام شده نشان داد که در مرحله برداشت ذرت بذری کاربرد کمباین غلات باعث بروز تلفات ۱۵ تا ۲۰ درصدی بذر به‌صورت شکستگی و ترک خوردگی بذرها می‌شود. همچنین به‌دلیل برداشت با کمباین نیاز است که بذرها تا رسیدن به رطوبت کم‌تر از ۲۰ درصد در مزرعه باقی بمانند که همین مسئله در کنار بارش‌های غیر مترقبه موجب حمله آفات و بیماری‌ها و مشکلات دیگر در مزرعه خواهد شد (Gazor and Hamidi, 2009).

برای دانه‌کنی ذرت دو سیستم فنری (Spring type) و استوانه ای (Cylinder type) موجود می‌باشد. سیستم‌های فنری در بازار به نام‌های شیلرهای کوچک مزرعه‌ایی یا شیلرهای تک حفره‌ای معروف می‌باشند. مکانیزم عملکرد در این نوع دانه‌کن عبور بلال از بین یک صفحه چرخان مضرس تحت فشار فنر و یک صفحه زیرین می‌باشد که چرخش آن-ها موجب دانه شدن بلال می‌شود. در سیستم‌های استوانه‌دار چرخش قسمت‌های استوانه دارای زائده (Lugs) موجب دانه شدن بلال‌ها و خروج بذرها از صفحه زیر کوبنده می‌شود (Srivastava, 1990). برای عملکرد بهتر این سیستم بهترین رطوبت ذرت ورودی در حدود ۱۲ تا ۱۵ درصد و مناسب‌ترین سرعت دورانی استوانه گردان بین ۶۰۰ تا ۸۰۰ دور در دقیقه می‌باشد (Srivastava, 1990). معمولاً عملکرد شیلر ذرت بر اساس شاخص‌هایی از قبیل تلفات بادبردگی، تلفات جداسازی، دانه نشدن، پراکنده شدن ارزیابی می‌شود که حداکثر مقدار قابل قبول ۱درصد می-باشد. همچنین خردشدگی دانه‌ها تا ۵ درصد هم قابل قبول می‌باشد (Anonymous, 2000). معمولاً سه نوع سیستم شیلر متداول شامل: سیلندرهای نبشی‌دار عمود جریان، سیلندرهای نبشی‌دار محوری و سیلندرهای دندانه میخی برای دانه‌کردن ذرت در اکثر کشورهای اروپایی مورد استفاده قرار می‌گیرند. در کشور تایلند شیلرهای دندانه میخی نسبت به انواع دیگر متداول‌تر می‌باشد (Changrue *et al.,* 2003). در تغذیه نواری و پیوسته شیلر دستی ذرت مشخص شد، در حالت سرعت دورانی ۶۰ دور در دقیقه، راندمان دانه‌کنی ۶۷ درصد و میزان شکستگی دانه‌ها کم‌تر از ۰/۱ درصد بود (Nkakini, *et al.,* 2007). نتایج تحقیقات حلمی و همکارانش (Helmy *et al.,* 2000) در کوبش و بوجاری دانه‌های دارای رطوبت ۱۵/۴ تا ۲۰/۹ درصد نشان داد که سیلندرهای دندانه میخی نسبت به سیلندرهای دیگر نتایج بهتری دارند. میزان خوراک‌دهی به ماشین‌های دانه‌کن باید به‌صورت یکنواخت و نزدیک به حدود ظرفیت‌های تعریف شده برای ماشین اعمال شود. کمی خوراک‌دهی و غیر یکنواختی آن موجب بروز خسارت و افزایش شکستگی

های مکانیکی دانه‌ها و کاهش راندمان عملکردی ماشین می‌شود. همچنین عواملی چون خشکی زیاد بلال‌های ورودی، عدم تنظیمات داخلی و سرعت‌های نامناسب واحد کوبنده نیز در بروز تلفات مکانیکی بذرها موثر می‌باشند (Gergg and Billups, 2010). در تحقیقی در نیجریه میزان راندمان کاری یک ماشین دانه‌کن برقی ساخته و با ماشین دانه‌کن دستی مقایسه شد. نتایج نشان داد که راندمان کاری دو ماشین فوق به‌ترتیب ۸۶ و ۴۵ درصد بود (Nwakairea *et al.*, 2011). در تحقیق الخطیب و همکاران، جداسازی دانه از گل‌آفتابگردان در سیستم‌های مختلف از جمله ماشین شیلر استوانه‌ای ذرت مورد ارزیابی قرار گرفته و نتیجه‌گیری شد که شیلر استوانه‌ای ذرت دارای ۹۹ درصد راندمان جداسازی برای دانه‌های دارای رطوبت ۱۱درصد بود و اگر رطوبت دانه‌ها به حدود ۲۲ درصد برسد این راندمان ۹۸/۵ درصد تقلیل می‌یابد (El-Khateeb *et al*., 2008).

در یک تحقیق دانشجویی، کوبنده دانه‌کن (شیلر) بر اساس خواص مکانیکی و فیزیکی دانه و بلال ذرت (سینگل کراس ۷۰۴) در محیط نرم افزار Solid work نسخه ۲۰۱۱ طراحی و سپس ساخته شد. جداسازی دانه‌ها از چوب بلال در این ماشین ناشی از نیروی عکس‌العمل و همچنین گشتاور ایجاد شده کوبنده می‌باشد و به‌لحاظ این‌که در آن چوب‌بلال ذرت شکسته وخرد نمی‌شود، نیاز به فن و وسایل اضافی برای قسمت بوجاری نیست. همچنین احتمال شکستگی‌های بیشتر دانه ذرت به‌دلیل این‌که فقط تیغه با دانه و بلال ذرت تماس دارد به حداقل می‌رسد (Sadeghi *et al.*, 2012). رضوی و همکاران (Rizvi *et al*., 1993) نیز عملکرد انواع استوانه‌های خردکننده دندانه میخی، سیلندرهای نبشی‌دار و سیلندرهای نوار لاستیکی در جداسازی دانه از گل آفتابگردان بررسی و نتیجه‌گیری کردند که سیلندرهای دندانه‌دار در محدوده سرعت دورانی ۴۰۰ تا ۵۰۰ دور در دقیقه با فاصله ضد کوبنده ۲۵ تا ۳۰ سانتی‌متر برای جداسازی دانه از گل آفتابگردان بهترین راندمان را دارد. در نمونه تحقیقاتی ماشین دانه‌کن آفتاب گردان ساخته شده توسط آنیل و همکاران (Anil *et al*., 1998) برای دانه‌های دارای رطوبت ۹ تا ۱۳ درصد، سرعت دورانی سیلندر ۵۰۰ دور در دقیقه و ظرفیت خوراک‌دهی ۱۸۰ کیلوگرم در ساعت عملکرد مناسبی داشت. در تحقیق دیگری بر روی تلفات برداشت و دانه‌کنی سویا و آفتابگردان نتیجه‌گیری شد که برای کاهش تلفات و مصرف ویژه سوخت مناسب‌ترین رطوبت برای برداشت و دانه‌کنی سویا و آفتابگردان به‌ترتیب ۱۳/۵ و ۱۹ درصد و محدوده سرعت دورانی استوانه چرخان (درام) ۴۵۰ تا ۵۵۰ دور در دقیقه می‌باشد (Abdel-Motaleb *et al*., 1999). ممدوح (Mamdouh, 1999) در تحقیق خود نتیجه گرفت با افزایش سرعت استوانه چرخان (درام) در سیستم‌های دانه‌کنی میزان تلفات افزایش می‌یابد. او مناسب‌ترین سرعت دورانی درام را درحدود ۳۵۰ دور در دقیقه پیشنهاد کرد. این نتایج با تحقیقات محققین دیگر نیز سازگار بود (Sudajan *et al.*, 2002). در تحقیقی بر روی پارامترهای عملکردی دانه‌کن غلتکی ساینده برای ذرت نتیجه‌گیری شد که علاوه بر مقدار رطوبت دانه‌های ذرت، سرعت دورانی، مقاومت فشاری سیلندر تاثیر بسیار معنی‌داری بر صدمات فیزیکی ایجاد شده در دانه‌ها دارد. با افزایش سرعت دورانی و مقاومت فشاری در سیلندر راندمان دانه‌کنی افزایش می‌یابد. همچنین راندمان دانه‌کنی با افزایش رطوبت دانه به‌طور معنی‌داری کم می‌شود (Chowdhury and Buchele, 1975). در تحقیقی عملکرد دو ماشین دانه‌کن ذرت (سیلندر دندانه میخی و سیلندر عاجدار) ساخته شده در تایلند برای ذرت با رطوبت ۱۴/۵ درصد بر پایه تر مورد بررسی قرار گرفت. ظرفیت کاری شیلر دندانه میخی با دور سیلندر ۶۸۰ و شیلر سیلندر عاجدار با دور سیلندر ۵۴۰ به‌ترتیب ۸/۸ و ۱/۴ تن در ساعت بود. راندمان دانه‌کنی و تمیزش در هر دو ماشین حدود ۹۹ درصد و مجموع تلفات حاصل از عدم پوست‌کنی، بادبرگی دانه و صدمات فیزیکی در حدود ۱/۵ درصد اندازه گیری شد. حداکثر توان مصرف‌شده برای شیلر دندانه میخی و شیلر سیلندر عاجدار به‌ترتیب ۴/۵ و ۳/۵ کیلووات در ساعت بود. همچنین برای هر دو ماشین شیلر دندانه میخی و شیلر سیلندر عاجدار برای دانه‌کردن یک تن بلال در هر ساعت کاری به‌ترتیب ۰/۴ و ۰/۴۸ لیتر سوخت مصرف شد (Kunjara *et al*., 1988). در تحقیق اوریاکو و همکاران (Oriaku *et al*., 2014) کیفیت عملکرد یک ماشین دانه‌کن ذرت دو محوره مورد ارزیابی قرار گرفت.

راندمان جداسازی بذر از ماشین و تمیزی نمونه‌های خارج شده از خروجی بذر برای ۲۰ کیلوگرم نمونه آزمایشی به‌ترتیب ۷۸/۹۳ و ۵۶/۰۶ درصد بود. همچنین ظرفیت کارکرد ماشین برای ۹ ساعت جداسازی حدود ۱ تن بلال ذرت بود. در تحقیق چان یودوم (Chuan-udom, 2013) فاکتورهای عملکردی و تلفات یک نوع خردکننده تایلندی برای عملیات دانه‌کنی ذرت مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج به‌دست آمده نشان داد که تغییرات زاویه لبه‌های سیلندر و مقدار رطوبت دانه‌ها تاثیر معنی‌داری برضایعات فیزیکی روی دانه‌ها دارند. لذا درحالتی‌که رطوبت پوست بلال کم‌تر از ۵ درصد و رطوبت دانه‌ها نیز در حدود ۲۰ درصد باشد، زاویه لبه‌های سیلندر نباید از ۸۵ درجه کم‌تر باشد. همچنین تاثیر میزان خوارک‌دهی و سرعت حرکت دورانی سیلندر نیز در بروز صدمات فیزیکی دانه تأثیر داشت.

انجمن بین‌المللی آزمون بذر (ISTA) در سال ۲۰۱۱ آزمون بنیه جدیدی بنام سرعت خروج رادیکل (ریشه‌چه) را برای ارزیابی بنیه بذر ذرت پیشنهاد داد. در این آزمون سرعت کند ظهور رادیکل (ریشه‌چه) که سریع‌ترین نشانه فیزیولوژیک پیری بذر و عامل اصلی کاهش بنیه بذر عنوان شده است، مورد ارزیابی قرار می‌گیرد (Anonymous, 2014). آزمون سرعت خروج رادیکل (ریشه‌چه) ذرت به‌عنوان جایگزین مناسبی برای آزمون سرما پیشنهاد گردیده است (Matthews and Khajeh Hosseini, 2007).

در این آزمون خروج رادیکل (ریشه‌چه) در دمای ۱۳ و ۲۰ درجهٔ سلسیوس اندازه‌گیری می‌گردد و برای تعیین میزان جوانه‌زنی دو نوع اندازه‌گیری انجام می‌شود که یکی برای تعیین متوسط زمان جوانه‌زنی[1] براساس تکرار شمارش به‌صورت روزانه و دومی شمارش تکی در ابتدای خروج رادیکل (ریشه‌چه)[2] می‌باشد (Matthews *et al.*, 2011). در این تحقیق کیفیت عملکرد یک نمونه ماشین دانه‌کن بلال ذرت ساخت داخل کشور بر صدمات فیزیکی و جوانه زنی و بنیه بذر لاین‌های اینبرد والدین ذرت هیبرید با ارزیابی میزان جداسازی دانه از بلال، راندمان تمیزش بذرهای خروجی و ظرفیت عملکردی ماشین، شاخص‌های میزان بذرهای صدمه‌دیده، تغییرات جوانه‌زنی و خروج ریشه‌چه بذرها قبل و بعد از دانه‌کردن با ماشین دانه‌کن بلال ذرت بررسی شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش برای ارزیابی صدمات فیزیکی، جوانه‌زنی و بنیه بذر دو لاین اینبرد والدین ذرت هیبرید دانه‌شده با ماشین دانه‌کن بلال انجام شد. برای این منظور، نمونه بذرهای سه محموله مختلف از ذرت‌های بذری لاین‌های اینبرد والدین ذرت هیبرید، شامل: ۲ محموله بذر لاین اینبرد MO17 (لاین اینبرد والد پدری هیبرید سینگل کراس ۷۰۴) از مزارع تکثیر بذر این لاین در مزرعه تحقیقاتی ۵۰۰ هکتاری مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر در کرج و مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس (زرقان) و یک محموله بذر لاین اینبرد K47 (لاین اینبرد والد مادری هیبرید جدید سینگل کراس ۷۰۳) تکثیرشده در مزرعه تحقیقاتی ایستگاه تحقیقات کشاورزی اسلام آباد غرب مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه، یک نمونه ماشین دانه‌کن (شیلر) بلال ذرت بذری ساخت یک شرکت ایرانی (شکل ۱) مورد استفاده قرار گرفتند. برخی خواص فیزیکی بذرهای ذرت (Khodarahmpour *et al.,* 2011) به شرح جدول ۱ می‌باشند.

مشخصات فنی ماشین بلال دانه‌کن ذرت بذری مورد ارزیابی عبارت بودن از: ظرفیت اسمی عملکرد (جدایش بذر از بلال) ۳ تن در ساعت، نوع و توان موتور اصلی الکترو موتور برقی سه فاز گیربکس‌دار با توان ۴/۵ کیلو وات، نوع سیستم جدایش بذر از نوع استوانه‌های عاج‌دار لاستیکی، شدت جریان مصرفی ۹ آمپر، ابعاد کلی (طول × عرض × ارتفاع) ۴/۲× ۱/۷× ۲/۸ متر، جابجایی و حمل و نقل، به‌صورت دنباله‌بند قابلیت جابجایی دارد و وزن ماشین ۲۵۰ کیلوگرم. برای انجام آزمایش‌ها، محموله‌های بلال‌های برداشت‌شده با کمباین با هد برداشت بلال هر یک با وزن حدود ۳۵ تن، از مزرعه‌های تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج (محموله اول)، مرکز تحقیقات زرقان فارس (محموله دوم) و ایستگاه اسلام‌آباد (محموله سوم) به دستگاه

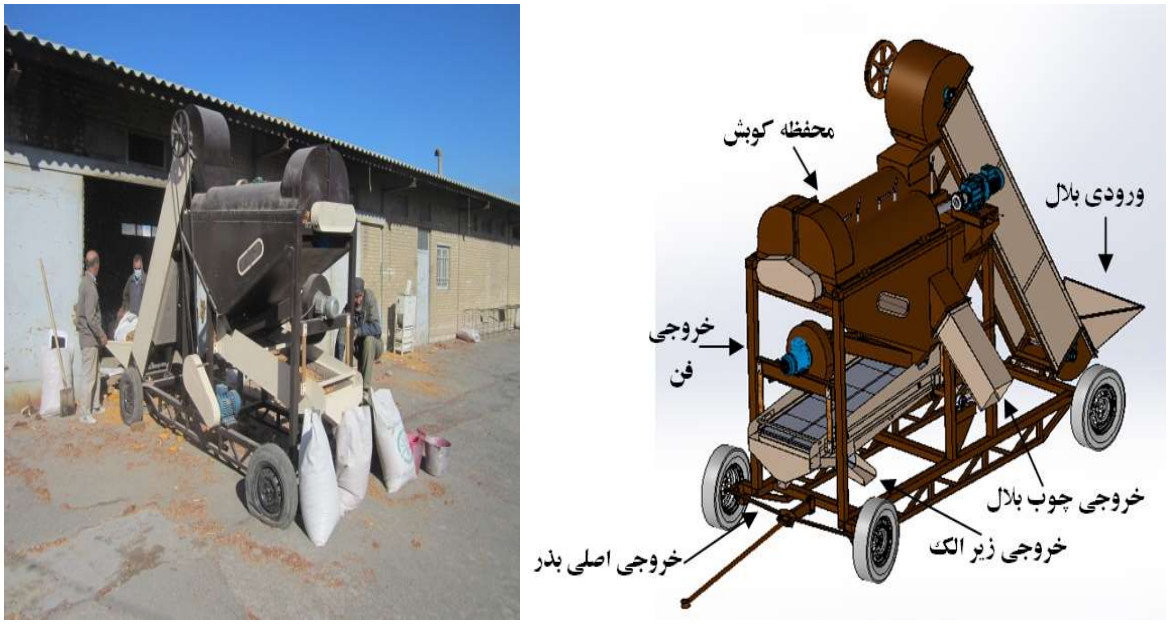
[1] Mean Germination Time (MGT)
[2] Single Emergence Count (SEC)

خشک‌کنی واحد فرآوری بذر ذرت واقع در مرزعه تحقیقاتی ۴۰۰ هکتاری مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج منتقل شدند. رطوبت بذرهای نمونه‌های برداشت شده از حدود ۱۶ تا ۱۸ درصد (بر پایه وزن تر) بوده و به‌وسیله دستگاه رطوبت‌سنج قابل حمل (پرتابل) دیکی جان (DICKEY-john) ساخت آمریکا بوده و بلال‌ها به‌وسیله یک دستگاه خشک‌کن اتاقکی طی مدت ۲۰ تا ۲۴ ساعت،در محدوده دمایی ۳۵ تا ۳۸ درجه سلسیوس تا سطح رطوبت ۱۲ تا ۱۴ درصد (بر پایه وزن تر) خشک شدند.

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی بذرهای لاین‌های اینبرد ذرت والدینی مورد بررسی

Table 1. Some physical properties of parental maize inbred lines

لاین اینبرد ذرت والدینی Parental maize inbred line	تعداد دانه بلال Number of seed on the cob	متوسط قطر بلال (سانتی‌متر) Average cob diameter (cm)	متوسط قطر بذر (سانتی‌متر) Average seed diameter(cm)	متوسط وزن هکتولیتر (گرم) Average hectoliter Weight(gr)	متوسط وزن هزار دانه (گرم) Average 1000 seed weight(gr)
K47	449	3.26	0.60	725	320
MO17	367	2.53	0.66	642	302



شکل ۱- ماشین دانه‌کن (شیلر) بلال ذرت بذری

Figure 1. Corn seed Sheller

پس از آن بلال‌های خشک‌شده به ستاد مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی در کرج ارسال گردیده و وارد ماشین بلال دانه‌کن ذرت بذری مورد بررسی شدند. از ماشین در حال کار برای هر محموله بلال بذری، در حدود ۱۰ کیلوگرم نمونه بذر از هر کدام از بذر هر یک از خروجی‌های ماشین گرفته شد و نمونه بذر هر یک از خروجی‌ها به پنج قسمت (تکرار) تقسیم گردید. مشابه با تحقیقات پیشین (Kunjara *et al*., 1988; El-Khateeb *et al*., 2008) به‌منظور بررسی تغییرات درصد صدمات فیزیکی (شکستگی) ناشی از عملکرد فنی ماشین بلال دانه‌کن مورد بررسی، در نمونه بذرهای: ۱- خروجی اصلی، ۲- خروجی زیر الک، ۳- خروجی چوب بلال و ۴- خروجی فن ماشین، از شاخص‌های راندمان دانه‌کنی، راندمان تمیزش و درصد بذرهای صدمه دیده (شکسته و خردشده) استفاده شد (Anonymous, 2000). خروجی‌های ماشین به‌صورت مشخص‌شده به‌صورت جدول ۲ می‌باشند.

جدول ۲- تقسیم‌بندی در خروجی اصلی ماشین
Table 2. Classification of Sheller outlets

تفکیک خروجی های ماشین Outlet classification	علامت مشخصه Index
بذرهای سالم Intact seeds	A
بذرهای شکسته Broken seeds	B
بذرهای جدا نشده Unshelled seeds	C
پوسته و مواد خارجی Inert mater	D
مخلوط بذر، پوسته و مواد خارجی Seed and inert mater blend	M

راندمان دانه‌کنی بلال

برای سنجش کارایی ماشین برای جداسازی مناسب بذرها از چوب بلال از شاخصی بنام راندمان دانه‌کنی در خروجی چوب بلال استفاده شد. این شاخص به‌صورت وزنی از طریق رابطه (۱) بدست آمد (Kunjara *et al.*, 1988; El-Khateeb *et al.*, 2008):

$$Sh_E(\%)=\frac{M-D}{M}\times 100 \quad \text{(رابطه ۱)}$$

در این رابطه: Sh_E، میزان جدایش بذر از بلال (درصد)، M، وزن مخلوط چوب بلال‌های دانه‌شده یا نشده در خروجی (گرم) و D، وزن بذرهای جدانشده روی بلال (گرم).

راندمان تمیزش

به‌منظور بررسی میزان تمیزی بذور خارج‌شده از ماشین از شاخص راندمان تمیزش در خروجی بذر اصلی استفاده شد. این شاخص نیز به‌صورت وزنی از طریق رابطه (۲) بدست آمد (Kunjara *et al.*, 1988):

$$Cl_E(\%)=\frac{M-C}{M}\times 100 \quad \text{(رابطه ۲)}$$

در این رابطه: Cl_E، میزان تمیزش (درصد)، M، وزن مخلوط بذر، پوسته و مواد خارجی (گرم) و C، وزن پوسته و مواد خارجی (گرم)

میزان بذرهای صدمه‌دیده

بذرهای صدمه دیده عبارت از بذرهای شکسته و خرد شده می‌باشند که با استفاده از رابطه (۳) به‌صورت وزنی در خروجی‌های اصلی بذر، فن و زیر غربالی بررسی و ارائه شد (Kunjara *et al.*, 1988; El-Khateeb *et al.*, 2008).

$$Br(\%)=\frac{B}{A+B}\times 100 \quad \text{(رابطه ۳)}$$

در این رابطه: Br، میزان شکستگی (درصد)، B، وزن بذرهای شکسته (گرم) و A، وزن بذرهای سالم (گرم)

اندازه‌گیری درصد جوانه‌زنی و درصد خروج ریشه‌چه

به‌منظور ارزیابی تأثیر استفاده از دانه‌کن بلال بذری بر کیفیت بذر، درصد جوانه‌زنی (بر مبنای درصد گیاهچه‌های عادی) به‌روش آزمون جوانه‌زنی استاندارد[3] انجمن بین المللی آزمون بذر (ISTA) و بنیه بذر با استفاده از روش استاندارد آزمون سرعت خروج رادیکل (ریشه‌چه)[4] انجمن مذکور، اجرا شدند. به این منظور از بذرهای ورودی به ماشین و خارج‌شده از خروجی اصلی ماشین نمونه‌گیری شد و نمونه‌ها به آزمایشگاه تجزیه کیفی بذر مؤسسه ثبت و گواهی بذر و نهال در کرج ارسال گردیدند. به‌منظور تعیین درصد جوانه‌زنی (درصد گیاهچه‌های عادی) با آزمون جوانه‌زنی استاندارد، کشت ۴۰۰ بذر (۴ تکرار ۱۰۰ بذری) از هر تیمار درون ظرف‌های پلاستیکی درپوش‌دار در بستر کشت بین دو لایه کاغذ جوانه‌زنی و افزودن میزان رطوبت کافی به بستر کشت و قراردادن ظرف‌های کشت‌شده درون ژرمیناتور به‌مدت۷ روز در دمای ۲۵ درجه سلسیوس انجام شد و تعداد گیاهچه‌های عادی براساس موازین انجمن بین المللی آزمون بذر (ISTA) تعیین شدند. همچنین برای انجام آزمون سرعت خروج رادیکل (ریشه‌چه) از هر نمونه بذر ۸ تکرار ۲۵ تایی برای جوانه‌زنی براساس دستورالعمل انجمن بین‌المللی آزمون بذر (ISTA) بین کاغذ جوانه‌زنی لوله‌شده در دو ردیف کشت شدند. سپس کاغذهای کشت‌شده درون کیسه‌های پلاستیکی قرارداده شدند و در دمای ۱±۲۰ درجه سلسیوس با کنترل مداوم دما درون ژرمیناتور به‌مدت ۱۵ دقیقه ± ۶۶ ساعت نگهداری شدند. در پایان مدت آزمون گیاهچه بذرهایی که دارای ریشه‌چه) به‌طول (۲ میلی‌متر)

[3] Standard Germination Test (SGT)

[4] Radicle Emergence rate Test

شمارش شدند و درصد آن‌ها تعیین گردید (Anonymous, 2014). برای بررسی تغییرات درصد صدمات فیزیکی (شکستگی)، درصد جوانه‌زنی و درصد خروج ریشه‌چه بذور خارج‌شده از ماشین نسبت به بذرهای ورودی با استفاده از نرم افزار Statistica Ver. 6 از آزمون T- student استفاده شد.

نتایج و بحث

در هنگام داده‌برداری، محموله‌های بلال‌های برداشت‌شده از مزرعه‌های تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس (زرقان) و مزرعه تحقیقاتی ایستگاه تحقیقات کشاورزی اسلام آباد غرب مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه، به‌ترتیب به‌اختصار مؤسسه اصلاح بذر (محموله اول)، زرقان فارس (محموله دوم) و اسلام‌آباد (محموله سوم) به ایستگاه ذرت خشک‌کنی موسسه تحقیقات اصلاح وتهیه نهال و بذر در کرج منتقل شد. نمونه‌های برداشت وسیله یک ماشین خشک‌کن اتاقکی خشک شدند و پس از آن عملیات دان‌کردن بلال‌های هر محموله توسط ماشین مورد آزمایش انجام شد. مشخصات بلال‌ها و نتایج عملکرد ماشین شیلر برای هر محموله آزمایشی دانه‌شده به‌صورت جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳- مشخصات بلال‌ها و نتایج عملکرد ماشین شیلر

Table 3. Ears characteristics and Sheller machine performance results

محموله‌های آزمایشی Experimental batches	راندمان تمیزش (درصد) Cleaning efficiency (%)	راندمان جدایش بذر از بلال (درصد) Separation efficiency (%)	ظرفیت کاری ماشین (تن در ساعت) Operational capacity (ton/h)	متوسط وزن یک بلال (گرم) Average of ear weight (g)	وزن هزار دانه (گرم) Grain weight (g /1000 seeds)	رطوبت بذرها (درصد بر پایه تر) Seeds moisture content (%d.b)
اصلاح بذر کرج (محموله اول) Karaj seeds (Batch 1)	94.8	99	2.7	265	317	11.5-13
فارس-زرقان (محموله دوم) Fars seeds (Batch 2)	81.9	90	1.7	231	300	12-13.2
اسلام آباد غرب (محموله سوم) Islam Abad seeds (Batch 3)	95.5	87.5	2	243	324	13-14.3

همان‌گونه که در جدول بالا مشخص است درصورتی‌که بلال‌های برداشت‌شده تا رطوبت مجاز ۱۲ تا ۱۳ درصد خشک شوند، راندمان عملکردی مناسبی داشته و به‌صورت کامل از چوب بلال جدا می‌گردند. اما اگر محموله با رطوبتی بیش‌تر از ۱۳ درصد وارد ماشین شیلر شود مقدار چسبندگی دانه به چوب بلال بیش‌تر می‌باشد و جداسازی آن سخت‌تر خواهد بود و فشار تعریف‌شده و فاصله دو استوانه برای آن کافی نیست لذا ماشین از حیث دانه‌کردن بلال دارای عملکرد ضعیف‌تری خواهد بود. در صورت تنظیمات مناسب سرعت و فاصله مجاز استوانه‌های محفظه دانه‌کنی ماشین و بذرهای ذرت خشک‌شده دارای ۱۲ درصد رطوبت، میزان درصد باقی‌ماندن بذر روی بلال کاهش یافته و ضایعات ملاحظه‌شده در قسمت خروج چوب بلال به کم‌تر از ۱ درصد وزنی خروجی چوب بلال می‌رسد. یکی از شاخص‌های اعمال فشار مناسب به بلال در حال دانه‌شدن پرک‌های قرمز رنگ چسبیده به چوب بلال قسمت خروجی می‌باشد که این مورد در خروجی چوب بلال‌ها ماشین مورد تحقیق ملاحظه شد. در کنار موارد ذکرشده رطوبت بیش‌تر از ۱۳ درصد بذرها، تغییرات ابعادی (افزایش قطر) بلال نیز در محموله سوم موجب افزایش بیش از ۱۰ درصدی شانس باقی‌ماندن بذر روی چوب بلال شد. در محموله فارس دلیل افزایش دانه‌های بجا مانده روی چوب بلال‌ها انجام عملیات توام پوست‌کنی و دانه‌کنی با ماشین بود که باعث شد در هنگام دانه‌کردن محموله فارس حدود ۱۰ درصد از وزن خروجی چوب بلال‌ها مربوط به بذرهای سالم باشد که مجدداً عملیات دانه‌کنی برای این چوب بلال ها تکرار شد. همچنین افزایش قطر بلال‌ها و رطوبت ۱۴/۳ درصدی برخی از بذرهای محموله بذری اسلام آباد نیز موجب باقی‌ماندن بذرها روی چوب بلال

شد. در محموله فارس دو عامل پوست‌کنی توام با دانه‌کنی و اندک رطوبت بیش‌تر از حد مجاز در بذرها موجب کاهش راندمان جدایش بذرها از بلال گردید. لازم بذکر است که به‌دلیل وجود پوسته‌های بلال در ماشین به‌هنگام کار درصد خرد و شکستگی بذرها به‌طور قابل توجهی کم شد اما به‌دلیل کندی کار عملکرد ماشین در حدود ۳۷ درصد کاهش پیدا کرد. در شکل ۲ پوسته سبز بلال‌های ذرت پس از خروج از خشک‌کن و قبل از عملیات دانه‌کنی محموله فارس ملاحظه می‌گردد. صدمات فیزیکی ماشین شیلر در دانه‌کنی محموله‌های آزمایشی در جدول ۴ ارائه شده است.

شکل ۲- بلال‌های خشک‌شده با پوسته سبز قبل از ورود به ماشین شیلر در محموله فارس
Figure 2. Dried corn ears with husk before shelling

جدول۴- صدمات فیزیکی ماشین شیلر در دانه‌کنی محموله‌های آزمایشی
Table 4. Physical damages of Sheller machine in Experimental batches

محموله های آزمایشی Experimental batchs	بذرهای شکسته خروجی بذرهای مانده روی چوب بلال (درصد) Remained seeds on the ear (%)	بذرهای شکسته خروجی چوب بلال (درصد) Broken seeds ear outlet(%)	بذرهای شکسته خروجی بذر اصلی (درصد) Broken seeds Main outlet (%)	بذرهای شکسته خروجی زیر الک (درصد) Broken seeds under screen outlet (%)	بذرهای شکسته خروجی فن (درصد) Broken seeds in Fan exit (%)
اصلاح بذر کرج (محموله اول) Karaj seeds (Batch 1)	0.75	0.05	0.31	0.38	0.22
فارس-زرقان (محموله دوم) Fars seeds (Batch 2)	10.10	0.01	0.16	0.05	0.04
اسلام آباد غرب (محموله سوم) Islam Abad seeds (Batch 3)	12.00	0.7	0.56	3.63	0.73

همان‌گونه که در جدول ملاحظه می‌شود در رابطه با ذرت‌های موسسه اصلاح بذر، متوسط میزان بذرهای بجامانده روی چوب بلال کم‌تر از ۱ درصد می‌باشد که این مسئله نشان‌دهنده تاثیر پوست‌گیری اولیه توسط هاسکر، تنظیم ماشین و خوراک‌دهی مناسب به ماشین بود در نتیجه عملکرد قابل قبولی برای ماشین ملاحظه شد. میزان بذرهای شکسته و صدمه‌دیده در هر یک از خروجی‌های مختلف ماشین کم‌تر از نیم درصد بوده و در برخی قسمت‌ها نظیر خروجی اصلی بذر و خروجی زیر الک میزان بذرهای شکسته حداکثر ۰/۳۸ درصد اندازه‌گیری شد. میزان تمیزی بذرهای ذرت در خروجی اصلی حدود ۹۴ تا ۹۵ درصد بود که با تمیزش نهایی بذرها در هنگام فرآوری در کارخانه، بذر نهایی به‌صورت کاملاً تمیز و عاری از هر گونه مواد خارجی کیسه‌گیری شد. برای ذرت‌های فارس و اسلام آباد غرب همان‌گونه که قبلاً ذکر شد تاثیر رطوبت اضافه بذر و عدم پوست‌گیری باعث شده تا میزان بذرهای باقی‌مانده روی چوب بلال تا حدود ۱۰ تا ۱۲ درصد اضافه شود. هر چند وجود پوسته‌های سبز باعث کم‌ترشدن خسارات فیزیکی و شکستگی بذرها می‌شود، ولی این نکته حایز اهمیت خواهد بود که به‌دلیل تاثیر منفی روی عملکرد ماشین، باید عملیات پوست‌گیری بلال‌ها حتماً قبل از دانه‌کنی انجام شود. در تحقیق چان یودوم (Chuan-udom, 2013) نتیجه‌گیری شد که رطوبت

ذرت و افزایش محدود شیب سیلندر دستگاه دانه‌کن ذرت بر کاهش تلفات دانه تاثیر داشت. همچنین هرگاه مواد خارجی بیش‌تری در قسمت خروجی دانه‌ها وجود داشت، میزان دانه-های شکسته‌شده نیز کم‌تر ملاحظه می‌شد. این موضوع موید آن است که هرگاه پوسته و مواد مشابه در هنگام دانه‌کنی در سیلندر دستگاه وجود داشته باشد فشار کم‌تری به دانه‌ها وارد شده و شکستگی را در آن‌ها کم می‌کند. در تحقیق حاضر نیز نتایجی مشابه با مطالب ذکر شده به‌دست آمد.

تأثیر عملکرد ماشین بر شاخص‌های زراعی بذرهای ذرت

بررسی‌های آماری نشان داد که عملکرد ماشین در برخی موارد تاثیر معنی‌داری بر روی صدمات فیزیکی بذر در محموله‌های آزمایشی داشت ولی هیچ گونه تاثیر منفی معنی‌داری بر روی شاخص‌های قوه نامیه و خروج ریشه‌چه در نمونه‌های آزمایشی ملاحظه نشد (جدول ۵). مقایسه تغییرات میانگین شاخص‌های صدمات فیزیکی، قوه نامیه و خروج ریشه‌چه بذر ذرت در محموله‌های آزمایشی در جدول ۶ ملاحظه می‌شود.

همان‌گونه که در جداول بالا ملاحظه می‌شود عملکرد ماشین دانه‌کنی ذرت باعث افزایش صدمات فیزیکی (شکستگی) بذر شد، اما این تاثیر بسیار ناچیز و در حدود ۰/۴ درصد بود که معمولاً برای تجهیزات مکانیکی دور از انتظار نمی‌باشد. در نتیجه می‌توان اذعان نمود عملکرد این ماشین صدمات فیزیکی قابل توجهی را متوجه بذر نمی‌کند. در دانه‌کن‌ها، میزان مجاز تاثیر عملیات مکانیکی دانه‌کنی بر شاخص‌هایی از قبیل تلفات بادبردگی، تلفات جداسازی، دانه-نشدن، پراکنده‌شدن و خردشدگی دانه‌ها از ۱ تا ۵ درصد قابل انتظار می‌باشد (Anonymous, 2000). در تحقیق کنجارا و همکاران (Kunjara *et al.*, 1988) با اعمال تنظیمات مناسب ماشین مجموع تلفات حاصل از عدم پوست کنی، بادبردگی دانه و صدمات فیزیکی در حدود ۱/۵ درصد گزارش شد. در تحقیق حاضر متوسط میزان شکستگی دانه‌های خروجی بذر حداکثر ۰/۵ درصد بودکه این مقدار ۶۶ درصد کم‌تر از تحقیق ذکرشده می‌باشد. در رابطه با شاخص-های درصد جوانه‌زنی بذر و درصد خروج رادیکل (ریشه‌چه) تاثیر عملکرد ماشین معنی‌دار نبود و برای محموله اول درصد جوانه‌زنی بذر ورودی در محدوده ۹۲ درصد باقی ماند. همچنین تغییرات خروج رادیکل (ریشه‌چه) نیز از محدوده ۹۳/۸ به محدوده ۹۱/۸ درصد تغییر نمود. لازم به ذکر است مشابه تغییرات ذکرشده درصد جوانه‌زنی بذر و درصد خروج رادیکل (ریشه‌چه) برای محموله دوم و سوم آزمایش نیز اتفاق افتاد.

جدول ۵- آزمون تی- استیودنت شکستگی دانه و شاخص‌های زراعی بذر ذرت

Table 5. T-student test for physical damages and cultivation parameters of corn seed

شاخص های ارزیابی Evaluation parameters	درجه آزادی df	محموله سوم (اسلام آباد) IslamAbad seeds (Batch 3)			محموله دوم (فارس-زرقان) Fars seeds (Batch 2)			محموله اول (اصلاح بذر-کرج) Karj seeds (Batch1)		
		مقدار t t value	انحراف معیار داده‌ها در ورودی ماشین Standard deviation for input seeds	انحراف معیار داده‌ها در خروجی ماشین Standard deviation for output seeds	مقدار t t value	انحراف معیار داده‌ها در ورودی ماشین Standard deviation for input seeds	انحراف معیار داده‌ها در خروجی ماشین Standard deviation for output seeds	مقدار t t value	انحراف معیار داده‌ها در ورودی ماشین Standard deviation for input seeds	انحراف معیار داده‌ها در خروجی ماشین Standard deviation for output seeds
تغییرات شکستگی بذر Seed breaking changes	8	0.77 n.s.	0.13	0.14	1.16 n.s.	0.02	0.05	6.44**	0.04	0.14
تغییرات جوانه‌زنی بذر Seed germination changes	6	1.24 n.s.	1.50	0.96	1.81 n.s.	1.29	0.50	0.38 n.s.	3.49	3.08
تغییرات خروج رادیکل (ریشه چه) بذر Seeds rootlet changes	6	1.25 n.s.	0.96	1.50	1.48 n.s.	0.50	1.26	1.84 n.s.	1.79	1.64

** Significant difference (1%)

n.s. Non-Significant difference (5%)

** وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

n.s. بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار بین دو تیمار مورد آزمون

جدول ۶- تأثیر عملکرد ماشین شیلر بر شکستگی دانه و شاخص‌های زراعی بذر
Table 6. Effect of sheller operation on seed breaking and cultivation parameters

شاخص های ارزیابی Evaluation parameters	محموله سوم (اسلام آباد) IslamAbad seeds (Batch 3)			محموله دوم (فارس-زرقان) Fars seeds (Batch 2)			محموله اول (اصلاح بذر-کرج) Karj seeds (Batch1)		
	بذر های ورودی Input Seeds	بذر های خروجی Output seeds	میزان تغییر Change Value	بذر های ورودی Input Seeds	بذر های خروجی Output seeds	میزان تغییر Change Value	بذر های ورودی Input Seeds	بذر های خروجی Output seeds	میزان تغییر Change Value
شکستگی بذر (درصد) Seed breaking changes (%)	0.49	0.56	+ 0.07	0.13	0.16	+ 0.3	0.15	0.56	+ 0.41
جوانه‌زنی بذر (درصد) Seed germination changes (%)	92.25	91.25	- 1	72.50	71.25	- 1.25	92.80	92.00	- 8.0
خروج رادیکل (ریشه‌چه) بذر (درصد) Seeds rootlet changes (%)	81.25	79.25	- 2	53.75	52.75	-1	93.80	91.80	- 2.00

همان‌گونه که در جدول ۶ ملاحظه می‌شود هر چند نمونه‌های واردشده محموله‌های فارس و اسلام آباد محموله دوم و سوم) نسبت به محموله اول دارای جوانه‌زنی بذر پائین تر و درصد خروج رادیکل (ریشه‌چه) ضعیف‌تری بودند، ولی عملکرد ماشین تأثیر قابل ملاحظه‌ای روی تغییرات پارامترهای ذکر شده نداشت. بررسی‌های انجام‌شده در مورد محموله بذر ذرت نمونه شیراز نشان داد که دلیل اصلی کاهش درصد جوانه‌زنی بذر بذرهای (محموله دوم) می‌تواند تأخیر در برداشت بلال و بعد مسافت تا محل فرآوری بذر از شیراز تا کرج باشد. همچنین تأخیر در شروع زمان انجام فرایند خشک‌شدن و کار دانه‌کنی (حدود ۳ روز) نیز تاثیر قابل ملاحظه‌ای روی این افت داشت.

نتیجه‌گیری

در این تحقیق مشخص شد که عملکرد ماشین با خوراک‌دهی مناسب تاثیر منفی ناچیزی (کم‌تر از ۰/۴ درصد) بر روی صدمات فیزیکی (شکستگی) بذر ذرت داشته و تغییرات به‌دست‌آمده در محدوده قابل قبول می‌باشد. در شرایط نرمال بیش از ۹۹ درصد از بلال‌های ورودی دانه شدند و ظرفیت عملکردی مناسب ماشین در حدود ۲/۷ تن در ساعت بود. برای بذرهای ذرت خشک‌شده با رطوبت حدود ۱۲ درصد بر پایه وزن تر، میزان باقی‌ماندن بذر روی بلال و ضایعات ملاحظه‌شده در قسمت خروج چوب بلال مربوط کم‌تر از ۱ درصد وزنی خروجی چوب بلال بود. نتایج این تحقیق همچنین نشان داد در صورت تنظیم مناسب و اعمال فشار کافی به بلال درحال دانه‌شدن،پرک‌های قرمز رنگ چسبیده به چوب بلال قسمت خروجی چوب بلال بیش‌تر ملاحظه می‌شود. برای هر محموله ورودی باید فاصله استوانه‌ها و دور آن‌ها متناسب با متوسط قطر بلال‌های ورودی تنظیم شود. عملکرد ماشین با خوراک‌دهی مناسب تاثیر منفی معنی‌داری بر درصد جوانه‌زنی و درصد خروج رادیکل (ریشه‌چه) بذر لاین‌های اینبرد ذرت مورد بررسی نداشته و تغییرات به‌دست آمده در محدوده قابل قبول بود. ظرفیت عملکردی مناسب ماشین در حدود ۲/۷ تن در ساعت برای بلال خشک‌شده و بدون پوشش سبز بود. تغییرات ابعادی (افزایش قطر) و رطوبت حدود ۱۴ درصدی بلال ورودی در محموله سوم موجب افزایش ۱۰ درصدی شانس باقی‌ماندن بذر روی بلال گردید. در این تحقیق نتیجه‌گیری شد که وجود پوست سبز خشک‌شده در بلال-های ورودی هر چند صدمات فیزیکی و شکستگی بذر را کاهش می‌دهد ولی راندمان عملکردی ماشین را به‌طور مقابل ملاحظه‌ای پایین می‌آورد.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از مسئولین موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر و نهال تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

Abdel–Motaleb, I.A., Ibrahim, M.M. and Yousef, I.S. 1999. A study on harvesting of soybean and sunflower crops. Journal of Agricultural Engineering, 16(2): 337-351. **(Journal)**

Anil, J., Guruswamy, T., Desai, S.R., Basavaraj, T. and Joshi, A. 1998. Effect of cylinder speed and feed rate on the performance of thresher. Journal of Agricultural Sciences, 4, 1120–1123. **(Journal)**

Anonumous, 2014. International rules for seed testing. International Seed Testing Association (ISTA), Zurich, Switzerland. **(Handbook)**

Anonymous, 2003. Sweet maize seed, specification and test methods. National standard No: 2692. Standard and industrial research institute of Iran. (In Persian)**(Handbook)**

Anonymous, 2000. Agricultural Machinery – Power-Operated Maize Sheller – Specification. Philippine Agricultural Engineering Standard, PAES 208. **(Handbook)**

Changrue, V., Manthamkaran, V. and Vijaya Raghavan, G.S. 2003. Development of maize husker sheller in Thailand. Paper No. 03-215. The Canadian Society for Engineering in Agricultural, Food and Biological Systems. **(Handbook)**

Chowdhury, M.H. and Buchele, W.F. 1975. Effects of the operating parameters of the rubber roller sheller. Transaction of the ASAE: 482-490. **(Handbook)**

Chuan-udom, S. 2013. Operating factors of Thai threshers affecting maize shelling losses. Songklanakarin Journal of Science and Technology, 35 (1): 63-67. **(Journal)**

El-Khateeb, H., Sorour, H. and Saad, M.I. 2008. Operating factors affecting using two different threshing machines for sunflower heads. The 15th Annual conference of the Misr Society of Agricultural Engineering. **(Conference)**

Gazor, H.R. and Hamidi, A. 2009. Technical evaluation of seed maize drying Systems in Moghan for improvement mechanisms. Final report No: 88/1131 Agricultural Engineering Research Institute, Karaj. (In Persian)**(Research Report)**

Gergg, B.R. and Billups, G.L. 2010. Seed conditioning, volume 2, part A, Technology. CRC press. (**Book)**

Helmy, M.A, Yousef, I.S. and Badawy, M.A. 2000. Performance evaluation of some sunflower threshers. Egyptian Journal of Agricultural Research, 78(2): 959-974. **(Journal)**

Khodarahmpour, Z., Choukan, R. and Hosseinpour, B. 2011. Multivariate analysis some quantitative traits in maize inbred lines under heat stress condition. Electronic Journal of Crop Production, 4 (2): 31-50. **(Journal)**

Kunjara, B., Wijara, C.H. and Therdwongworakul, A. 1988. Testing and evaluation of locally-made maize sheller. Journal of the National Research Council of Thailand, 20(2): 41-57. **(Journal)**

Mamdouh, H.M.K. 1999. Evaluating different methods of sunflower harvesting. M.Sc. Thesis, Agricultural Engineering Department. Faculty of Agriculture, Zagazig University, Egypt. **(Thesis)**

Matthews, S., Beltrami, E., El-Khadem, R., Khajeh Hosseini, M., Nasehzadeh, M. and Urso, G. 2011. Evidence that time for repair during early germination leads to vigour differences in maize. Seed Science and Technology, 39: 501-509. **(Journal)**

Matthews, S. and Khajeh Hosseini, M. 2007. Length of the lag period of germination and metabolic repair explain vigour differences in seed lots of maize (*Zea mays*). Seed Science and Technology, 35:200-212. **(Journal)**

Nkakini, S.O., Ayotamuno, M.J., Maeba, G.P.D., Ogaji, S.O.T. and Probert, S.D. 2007. Manually-powered continuous-flow maize-sheller. Applied Energy, 84(12): 1175–1186. **(Journal)**

Nwakairea, J.N., Ugwuishiwub, B.O. and Ohagwuc, C.J. 2011. Design, constrauction and performance analaysis of maize for rural dweller. Nigerian Journal of Technology, 30(2): 49-54. **(Journal)**

Oriaku, E.C, Agulanna, C.N., Nwannewuihe, H.U., Onwukwe, M.C. and Adiele, I.D. 2014. Design and performance evaluation of a maize de-cobbing and separating machine. American Journal of Engineering Research (AJER), 3 (6): 127-136. **(Journal)**

Rezvani, A., Rahmani, M. Rezazadeh, J. and Soltani, R. 2009. Technical manual of hybrid maize seed farm inspection. Seed and Plant Certification and Registration Institute, Karaj. **(In Persian)(Handbook)**

Rizvi, S.H.A., Amjad, N. and Shaheen, M.A. 1993. Comparative performance of different threshing drums for sunflower. Agricultural Mechanization in Asia, Africa, and Latin America, 24(1): 23–27. **(Journal)**

Sadeghi, B., TabatabaieeKalvar, S.R., Hashemi, S.G. and Mousavi, S.R. 2012. Design and fabrication thrasher of maize sheller based on physical and mechanical properties of maize cob. Proceeding of 7th Student Conference, Mechanic Engineering. University of Tehran. **(In Persian)(Conference)**

Srivastava, A.C. 1990. Elements of farm machinery. Oxford & IBH publishing Co. **(Book)**

Sudajan, S., Salokhe, V.M. and Triratanasirichai, K. 2002. Effect of type of drum, drum speed and feed rate on sunflower threshing. Biosystems Engineering, 83(4): 413–421. **(Journal)**

Evaluation of physical damage, germination and vigor of hybrid maize parental lines seeds in Sheller machine

HamidReza Gazor [1*], Aidin Hamidi

Received: March 4, 2018 Accepted: May 30, 2018

Abstract

Maize ear Sheller has important role in maize seed processing system. In this research, technical operation of a fabricated maize ear Sheller by Iranian company was investigated. Operational capacity, shelling efficiency, cleaning efficiency and seed damage percentage were studied. In addition, germination and rootlet percentages of shelled maize seeds were analyzed using T-student test. Results showed that, fabricated Sheller has suitable operation. Operational capacity calculated 2.7 (ton/h) in normal condition. When moisture content of maize seed was less than 13% (w.b) and Sheller had suitable feeding, more than 99% of cobs were shelled and physical damages of seed decreased to less than 0.4%. Cleaning efficiency for output maize seeds was 95% and seed remained on cob was less than 1%. Shelling operation did not have negative significant effects on germination and rootlet percentages of maize seeds and reduced less than 0.5 and 2% respectively. This machine can be recommended for medium scale corn seed fields.

Key Words: Corn, Processing, Sheller, Shelling

How to cite this article

Gazor, H.R. and Hamidi, A. 2020. Evaluation of physical damage, germination and vigor of hybrid maize parental lines seeds in Sheller machine. Iranian Journal of Seed Science and Research, 6(4): 427-439. (In Persian)(Journal)

DOI: 10.22124/jms.2020.3922

COPYRIGHTS

Copyrights for this article are retained by the author(s) with publishing rights granted to the Iranian Journal of Seed Science and Research

The content of this article is distributed under Iranian Journal of Seed Science and Research open access policy and the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY4.0) License. For more information, please visit http://jms.guilan.ac.ir/

1. Research Associate Professor of Agricultural Engineering Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

2. Research Associate Professor of Seed and Plant Certification and Registration Institute (SPCRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

*Corresponding author: hgazor@yahoo.com