

تأثیر خصوصیات فیزیکی دانه گندم بر ایجاد تلفات در دستگاه‌های بوجاری

حمیده فریدی^{۱*}، مرجان رواجی^۱، داریوش صفرزاده^۱، مریم ساریان^۱ و بابک قریشی^۲

تاریخ دریافت: ۹۲/۱۱/۲۶

تاریخ پذیرش: ۹۳/۴/۱

۱- گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا همدان

۲- گروه مهندسی باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی کرج

*مسئول مکاتبه E-mail: H.faridi90@basu.ac.ir

چکیده

در طراحی دستگاه‌های بوجاری دو خصوصیت فیزیکی اندازه هندسی دانه‌ها و ضریب اصطکاک استاتیکی به ترتیب تعیین کننده قطر سوراخ‌های غربال و شیب غربال می‌باشند. با توجه به متفاوت بودن اندازه هندسی دانه‌ها در ارقام مختلف گندم، لازم است برای هر رقم گندم غربال‌هایی با قطر سوراخ خاص طراحی شده یا به گونه‌ای ساخته شوند که قابلیت تغییر برای هر نوع دانه را داشته باشند که در غیر این صورت تلفات گندم در دستگاه‌های بوجاری افزایش می‌یابد. همچنین ضرایب اصطکاک استاتیکی غلتشی و لغزشی ارقام مختلف گندم روی سطوح مختلف با یکدیگر یکسان نیستند. بنابراین شیب غربال‌ها نیز برای هر رقم گندم باید تنظیم شود تا تلفات گندم کاهش یابد. در این تحقیق دو خصوصیت فیزیکی اندازه هندسی و ضریب اصطکاک استاتیکی دانه‌های گندم روی سطوح مختلف که بر روی جداسازی آنها در دستگاه‌های بوجاری تأثیر می‌گذارند برای چهار رقم گندم ایرانی آذر، سرداری، سبلان و الوند مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان می‌دهند که این دو خصوصیت فیزیکی برای ارقام مختلف گندم متفاوت می‌باشند. بزرگترین طول متعلق به گندم رقم آذر برابر ۷/۸ میلی‌متر، بزرگترین عرض و ضخامت به ترتیب برابر با ۴/۰۵ میلی‌متر و ۳/۴۵ میلی‌متر متعلق به گندم رقم الوند است. کمترین مقدار طول متعلق به رقم آذر برابر ۵ میلی‌متر و کمترین مقدار عرض و ضخامت به ترتیب برابر ۱/۸۵ میلی‌متر و ۱/۷۵ میلی‌متر متعلق به گندم رقم الوند به دست آمد. کمترین ضریب اصطکاک غلتشی و لغزشی به ترتیب برابر با ۰/۳۷۹ و ۰/۶۸۵ مربوط به سطح فلزی و رقم الوند می‌باشند. همچنین بیشترین ضریب اصطکاک غلتشی و لغزشی به ترتیب برابر با ۰/۶۶۴ و ۱/۱۸۱ مربوط به سطح برزنتی و رقم سبلان می‌باشد. با توجه به اینکه در دستگاه‌های موجود بوجاری گندم، شیب و قطر سوراخ‌های غربال‌ها برای ارقام مختلف گندم یکسان بوده و تغییر نمی‌کند می‌توان این دو عامل را به عنوان عوامل اصلی تلفات بالای گندم در دستگاه‌های بوجاری محسوب نمود.

واژه‌های کلیدی: تلفات گندم، خصوصیات فیزیکی، دستگاه‌های بوجاری، شیب غربال، ضریب اصطکاک

۱- مقدمه

هر فرد ایرانی حدود ۴۰۰ گرم در روز نان مصرف می‌کند و با توجه به اینکه هر ۱۰۰ گرم نان ۴۷۰ کالری انرژی تولید می‌کند، می‌توان گفت هر ایرانی حدود ۱۱۰۰ کالری انرژی و ۶۰ تا ۶۵ درصد پروتئین مورد نیاز روزانه خود را از طریق مصرف نان دریافت می‌کند. افزایش تولید در غلات و توسعه دینامیکی محصولات کشاورزی نیاز برای ساخت ماشین‌های مدرن و کارآمد تمیزکننده- جداکننده را بیشتر می‌کند. طراحی چنین ماشین‌هایی برای عملیات بخصوص بر اساس تعدادی از فاکتورها از جمله خصوصیات فیزیکی مواد دانه‌ای، میزان دقت تمیز کردن و راندمان خط تکنولوژیکی صورت می‌گیرد. این ماشین‌ها باید به گونه‌ای طراحی شوند که دارای دقت بالای تمیز کردن و جداسازی، راندمان مناسب، امکان تنظیم در یک

گندم محصول اصلی زراعی در ایران است که تولید سالانه آن ۱۳.۵ میلیون تن می‌باشد و ۷۲/۴ درصد از کل سطح زیرکشت محصولات زراعی و باغی را به خود اختصاص می‌دهد که معادل ۶ میلیون هکتار گزارش شده است (سازمان خوار و بار و کشاورزی سازمان ملل (فائو)، ۱۳۹۱). سطح زیر کشت گندم در حال حاضر ۶۳۷۵ هزار هکتار معادل ۱۲/۳ میلیون تن گزارش شده است و عملکرد گندم مابومی کشور ۳۴۵۵ کیلوگرم و عملکرد گندم دیم ۹۷۶/۳ کیلوگرم در هکتار می‌باشد. هر سال حدود ۲۰ درصد از گندم تولید شده در ایران به صورت ضایعات در مراحل مختلف از کاشت گندم تا مصرف نان به هدر می‌رود (پایگاه اطلاع رسانی مجری طرح گندم، ۱۳۸۹).

جرم هزاردانه، کرویت، ضریب اصطکاک استاتیکی توسط کاسکن و همکاران (۲۰۰۵) مورد مطالعه قرار گرفت.

راسخ و کاشی (۲۰۱۰) تاثیر نوع دانه (گندم و یولاف) بر ابعاد هندسی دانه، قطر متوسط هندسی، چگالی توده، ضریب کرویت، چگالی دانه، تخلخل و ضریب اصطکاک استاتیکی را با استفاده از یک طرح فاکتوریل مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که نوع دانه بر خواص فیزیکی دانه های یولاف و گندم تاثیر معنی داری دارد. همچنین سطح آلومینیومی بیشترین و سطح فولادی کمترین ضریب اصطکاک استاتیکی را داشتند.

در سال های اخیر، مسئله ضایعات و دورریز شدن نان مشکلات زیادی را ایجاد نموده است. البته این ضایعات در مراحل پخت، تهیه و نیز روش مصرف نان به وجود می آیند. از آنجا که سرانه مصرف نان در ایران بالا می باشد، لزوم افزایش کیفیت نان و کاهش ضایعات آن امری مهم و ضروری است. ضایعات بذر گندم معمولاً حدود ۲۰ درصد کل بذر (حدود ۲ درصد کل ضایعات گندم) است که به طور عمده به دلیل استفاده از شیوه های قدیمی و غیر بهره ور کاشت ایجاد می شود. علاوه بر این، در مرحله پیش از برداشت هم ضایعاتی وجود دارند که شامل ضایعات تأخیر برداشت بوده و به صورت ریزش یا سبزشدن روی خوشه در نواحی باران خیز رخ می دهد. میزان این تلفات در ایران معادل ۵۴/۹ کیلوگرم در هکتار است (تلفات ناشی از تأخیر در برداشت تا یک هفته ۵ درصد است). ضایعات در مرحله برداشت با کمباین شامل تلفات سکوی برش (۵/۰ تا ۲ درصد)، واحدهای کوبنده (۵/۰ تا یک درصد) و جداکننده و تمیزکننده (۲/۰ تا ۴/۰ درصد) است. ضایعات پس از برداشت هم در چهار دسته کلی ضایعات حمل و نقل (۵/۵ درصد)، بوجاری (۲ درصد)، انبارداری (۴ درصد) و تبدیل (۵ درصد) صورت می گیرد. ضایعات نان در مرحله مصرف در برخی مطالعات حتی تا ۳۰ درصد هم برآورد شده است.

بر اساس آمار بدست آمده از وزارت جهاد کشاورزی و پایگاه اطلاع رسانی مجری طرح گندم (وزارت کشاورزی و پایگاه اطلاع رسانی مجری طرح گندم، ۱۳۸۹)، ضایعات نان ناشی از شیوه های نادرست کاشت و مصرف در ایران ۲۰ درصد، ضایعات گندم در مرحله کاشت ۲ درصد، در مرحله داشت ۴ تا ۹ درصد، در مرحله برداشت ۲/۷ درصد، ضایعات خرمن کوبی ۵/۵ درصد، ضایعات مرحله بوجاری ۲ درصد، ضایعات انبارداری ۴ درصد و ضایعات تبدیل ۵ درصد از کل تولید گندم بوده و به طور متوسط کل ضایعات گندم در ایران به میزان ۴۷/۷ در صد گزارش شده است (علی بیگی، ۱۳۸۰).

محدوده وسیع از پارامترهای کاری و سطح صدای کمی باشند (ماریان و همکاران، ۲۰۱۲).

تعیین خواص فیزیکی دانه های غلات همانند گندم، جو در طراحی ماشین های کشاورزی با هدف کاشت، داشت و برداشت و همچنین حمل و نقل، فرآوری محصول و محاسبه ظرفیت سیلوهای ذخیره سازی و غیره از اهمیت فراوانی برخوردار است (باریه، ۲۰۰۲؛ بومنز، ۱۹۸۵؛ نکوسکی و همکاران، ۱۹۹۵؛ مک لین، ۱۹۸۹ و مور و سینا، ۱۹۸۸).

خواص فیزیکی مانند ابعاد هندسی دانه، دانسیته ظاهری و واقعی، زاویه قرارگیری (ریبوز) و ضرایب اصطکاک استاتیکی و دینامیکی طراحی فضای ذخیره سازی، جداسازی، پاکسازی، بوجاری دانه ها، برداشت محصول و تجهیزات انتقال مواد و همچنین طراحی مناسب کمباین هارا تحت تاثیر قرار می دهند (کلکان و کارا، ۲۰۱۱؛ و ناوارو و همکاران، ۲۰۰۲).

خواص اصطکاک دانه های غلات در طراحی تجهیزات حمل و نقل و دستگاه های بوجاری اهمیت دارند و همچنین برای طراحی تمامی اجزاء ماشین که اصطکاک غلات نقش بسزایی را ایفا می کنند. در این زمینه طباطبائی فر (۲۰۰۳) و کریمی و همکاران (۲۰۰۹) خواص فیزیکی ارقام مختلف گندم و پارامتر اصطکاک را مورد بررسی قرار دادند.

در تحقیقی دیگر، کلکان و کارا (۲۰۱۱) مقادیر طول، عرض، ضخامت، قطر متوسط هندسی، کرویت، وزن هزار دانه و ضریب اصطکاک دینامیکی پنج رقم گندم را به عنوان تابعی از رطوبت جهت بهینه سازی فرآیندهای مختلف کاشت، برداشت، بوجاری و غیره و همچنین جهت کاهش تلفات کمی و کیفی دانه های گندم مورد بررسی قرار دادند. همچنین طباطبائی فر (۲۰۰۳) خواص فیزیکی پنج رقم گندم ایرانی را از لحاظ زاویه قرارگیری، دانسیته ظاهری و واقعی و ضریب اصطکاک استاتیکی مورد بررسی قرار داده و این فاکتورها را به عنوان تابعی از رطوبت گندم به دست آورد.

ضریب اصطکاک استاتیکی گندم روی سطوح آهنی مختلف نیز توسط مولندا و همکاران (۲۰۰۲) بررسی شد. همچنین المحاسنه (۲۰۰۶) خواص فیزیکی گندم شامل جرم هزاردانه، حجم، ابعاد محوری، دانسیته ظاهری و واقعی، تخلخل و ضریب اصطکاک استاتیکی را مورد بررسی قرار داد.

مانی و همکاران (۲۰۰۴) کارآیی آسیاب شدن و خواص فیزیکی گندم و جو و همچنین ساقه ذرت را بررسی نمودند. ابعاد هندسی،

مختلف. قطر سوراخ غربال‌ها و شیب غربال‌ها بر اساس این دو خصوصیت تعیین می‌شوند.

۱-۲- تعیین قطر مناسب سوراخ غربال‌ها

قطر سوراخ غربال‌ها بر اساس اندازه هندسی دانه‌ها محاسبه و تعیین می‌گردد (کومار و پوپوف، ۱۹۸۶). اندازه هندسی دانه‌ها با سه بعد طول، عرض و ضخامت مشخص می‌گردد. بزرگترین بعد، طول و کوچکترین بعد ضخامت است. بعد متوسط عرض دانه می‌باشد. جداسازی بر اساس عرض در غربال‌هایی با سوراخ‌های گرد (کروی) انجام می‌گیرد. برای این منظور غربال باید دارای ارتعاش عمودی باشد تا محور طولی دانه‌ها عمود بر سطح غربال قرار گیرد و دانه‌ها بتوانند از طریق بعد عرضی از سوراخ‌ها عبور نمایند. جداسازی بر اساس ضخامت در غربال‌هایی با سوراخ‌های مستطیلی انجام می‌شود و برای این منظور غربال باید دارای ارتعاش افقی باشد. جداسازی بر اساس طول معمولاً در جداکننده‌های استوانه‌ای حفره‌دار صورت می‌گیرد. معمولاً از این روش برای جداسازی دانه‌های شکسته گندم از دانه‌های سالم استفاده می‌شود. در دستگاه‌های بوجاری موجود، از غربال‌هایی با سوراخ‌های گرد و مستطیلی استفاده می‌شود که برای تمام ارقام گندم دارای قطر و ابعاد یکسانی می‌باشند و اگر اندازه هندسی دانه‌های ارقام مختلف گندم با یکدیگر متفاوت باشد،

تلفات زیادی در دستگاه‌های بوجاری ایجاد می‌شود. برای بررسی این تلفات از یک روش آماری استفاده شده است (کومار و پوپوف، ۱۹۸۶ و زویرب، ۱۹۶۷). در این روش ضمن بررسی تنوع و فراوانی ابعاد محصول، اندازه هندسی دانه‌های ۴ رقم گندم تعیین شده و بر اساس آن، قطر مناسب سوراخ‌های غربال برای این ارقام نیز تعیین و مورد مقایسه قرار گرفته است.

بدین منظور نمونه‌های گندم از غربال‌هایی با سوراخ‌های مختلف عبور داده شده و به گروه‌های مختلفی دسته‌بندی شدند و فراوانی ابعاد هر گروه تعیین گردید. سپس بر اساس این اطلاعات جدول سری‌های متغیر که برای تعیین قطر سوراخ‌های غربال مورد نیاز است، تکمیل شد. در این آزمایش چهار نمونه ۱۲۰۰ گرمی از ۴ رقم گندم سرداری، سبلان، الوند و آذر و در ۴ تکرار تهیه گردید (۱۶ نمونه).

سپس از هر نمونه ۵۰۰ عدد گندم جدا شده و ابعاد طول و عرض و ارتفاع آنها با کولیس به دقت اندازه‌گیری شدند. نتیجه اندازه‌گیری‌ها در جدول شماره ۱ نشان داده شده‌اند.

جدول (۱): ابعاد هندسی دانه‌های ۴ رقم گندم

رقم	آذر		سرداری		سبلان		الوند	
	min	Max	min	Max	min	max	min	max
ابعاد (میلیمتر)								
طول	۷/۸	۵	۸/۸	۸/۸	۵/۸	۸/۸	۵/۲۵	۸
عرض	۳/۴	۲/۲	۳/۹	۲/۲	۳/۵۵	۲/۱۵	۴/۰۵	۱/۸۵
ضخامت	۳/۳	۲	۳/۲	۲	۳/۱	۱/۸۵	۳/۴۵	۱/۷۵

یکی از مراحل ایجاد ضایعات گندم مرحله بوجاری می‌باشد که در ایران به مقدار ۲ درصد از کل تولید گندم را شامل می‌شود. با توجه به اینکه تولید گندم در کشور ما در سال زراعی ۹۰-۸۹ به میزان ۱۲/۳ میلیون تن بوده است، و بیش از ۹۰ درصد از گندم تولیدی در کشور صرف تولید نان می‌شود (پایگاه اطلاع رسانی مجری طرح گندم، ۱۳۸۹)، بنابراین با فرض اینکه حداقل ۹۰ درصد از این گندم از دستگاه‌های بوجاری عبور نموده است، می‌توان گفت که رقمی در حدود ۲۲۱/۴ هزار تن ضایعات گندم در دستگاه‌های بوجاری ایجاد شده است. اگر قیمت جهانی گندم به مقدار ۳۳۰ دلار در هر تن در نظر گرفته شود (پایگاه اطلاع رسانی مجری طرح گندم، ۱۳۸۹)، مبلغی در حدود ۷۳ میلیون دلار زیان از این طریق بر اقتصاد کشور وارد شده است. بنابراین واضح است که شناخت عوامل ایجاد کننده ضایعات و تلفات در دستگاه‌های بوجاری تا چه اندازه از اهمیت برخوردار می‌باشد. معمولاً یک توده گندم برداشت شده بسته به نحوه برداشت ممکن است شامل دانه‌های سالم، دانه‌های شکسته، بذره‌های خارجی، بذر علف‌های هرز و مواد خارجی نظیر سنگ و خاک و کاه و چوب باشد (بهروزی‌لار، ۱۳۷۸). اگر گندم به عنوان گندم بذری و به منظور کاشت مورد استفاده قرار گیرد تمام مواد و دانه‌های شکسته و اگر هدف تولید آرد باشد، تمام مواد به غیر از دانه‌های شکسته، از دانه‌های سالم جدا می‌شوند. تلفات دستگاه‌های بوجاری به دلیل تنظیم نبودن دستگاه‌ها و مشکلات طراحی حاصل می‌گردد. معمولاً در طراحی دستگاه‌های بوجاری عواملی چون شیب، فرکانس ارتعاشات، ابعاد و قطر سوراخ‌های غربال‌ها بر اساس خصوصیات فیزیکی و مکانیکی محصولات محاسبه و تعیین می‌گردند (بهروزی‌لار، ۱۳۷۸). یک دستگاه بوجاری را که برای یک محصول بخصوص طراحی و ساخته شده است، نمی‌توان برای محصولات دیگر استفاده نمود مگر اینکه تنظیمات و تغییرات خاصی در روی عوامل ذکر شده برای آن محصول بخصوص صورت گیرد. در غیراینصورت راندمان جداسازی کاهش یافته و تلفات افزایش می‌یابد.

بررسی منابع نشان می‌دهد تاکنون پژوهش‌های زیادی پیرامون اثر واریته بر خواص فیزیکی گندم و تأثیر این خصوصیات روی طراحی ماشین‌های مختلف صورت نگرفته است.

هدف از این تحقیق، بررسی و مقایسه خصوصیات فیزیکی ۴ رقم گندم به منظور تعیین علل اصلی وجود تلفات گندم در دستگاه‌های بوجاری می‌باشد.

۲- مواد و روش‌ها

در این تحقیق دو خصوصیت فیزیکی مهم دانه‌ها که بیشترین تأثیر را در جداسازی آنها در دستگاه‌های بوجاری دارند در ۴ رقم گندم مورد بررسی قرار گرفته است. این دو خصوصیت عبارتند از اندازه هندسی دانه‌ها و ضریب اصطکاک استاتیکی آنها بر روی سطوح

لذا مقادیر σ, M_{av} برای ۴ رقم گندم تعیین شدند. بر اساس تئوری احتمالات برای توزیع نرمال اندازه دانه‌ها، ۹۹/۷ درصد از محصول نهایی در محدوده $M_{av} \pm 3\sigma$ ، تغییر می‌کند (کومار و پوپوف، ۱۹۸۶).

برای تعیین قطر سوراخ های غربال از فرمول (۱) استفاده می‌شود (کومار و پوپوف، ۱۹۸۶):

$$D_S \geq M_{av} + 3\sigma \quad (1)$$

با استفاده از فرمول ۳ و مقادیر σ, M_{av} برای ۴ رقم گندم، قطر مناسب سوراخ های غربال برای ۴ رقم گندم محاسبه گردید.

۲-۲- تعیین شیب غربال‌ها

دومین خصوصیت فیزیکی که روی جداسازی گندم در دستگاه-های بوجاری تاثیر می‌گذارد و در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفته است ضریب اصطکاک استاتیکی دانه‌ها می‌باشد که شیب غربال‌ها بر اساس آن طراحی می‌شود. ضریب اصطکاک دانه‌ها بر روی صفحات غربال به دو صورت غلتشی و لغزشی (سرشی) اندازه‌گیری شده است. معمولاً شیب غربال باید به صورتی باشد که در حالت ثابت بودن آن، دانه‌ها بر روی آن غلت یا سرخورند چون در این-صورت فرصت عبور از سوراخ‌های غربال را از دست داده و از انتهای غربال همراه با ناخالصی‌ها خارج می‌شوند که این امر باعث ایجاد تلفات می‌شود. یکی دیگر از دلایل وجود تلفات در دستگاه‌های بوجاری، عدم انتخاب صحیح شیب غربال‌ها می‌باشد.

معمولاً شیب غربال‌ها باید کمتر از شیبی باشد که در آن دانه‌ها دچار غلتش یا لغزش می‌شوند. بنابراین با تعیین ضریب اصطکاک غلتشی و لغزشی می‌توان شیب مناسب غربال‌ها را تعیین نمود. اگر این ضرایب اصطکاک برای تمام ارقام گندم یکسان باشد، انتخاب یک شیب برای تمام ارقام کافی است اما اگر ضرایب اصطکاک ارقام مختلف گندم با یکدیگر متفاوت باشند، باید برای هر رقم خاص یک شیب مناسب در نظر گرفته شود. در غیراین صورت تلفات گندم افزایش می‌یابد.

معمولاً شیب غربال یا زاویه آن با سطح افق از شرط فرمول (۲) تعیین می‌شود (کومار و پوپوف، ۱۹۸۶):

$$\alpha \leq \phi \quad (2)$$

که در آن:

$$\phi = \text{زاویه اصطکاک بین دانه و سطح غربال}$$

$$\alpha = \text{زاویه غربال با سطح افق}$$

اگر این شرط رعایت شده باشد، دانه‌ها در هنگام ثابت بودن غربال در روی سطح آن سر یا غلت نمی‌خورند. اما وقتی غربال‌ها شروع به ارتعاش می‌کنند دانه‌ها با حرکت آهسته و کنترل شده به طرف انتهای غربال رفته و در حین حرکت خود از سوراخ های غربال عبور می‌کنند. ضریب اصطکاک دانه‌ها بر روی سطح غربال نیز از فرمول (۳) تعیین می‌شود:

برای تعیین ابعاد مینیوم و ماکزیمم نیازی به تعیین میانگین ابعاد نمونه‌ها نمی‌باشد.

چون در این آزمایش از غربال‌هایی با سوراخ های گرد استفاده شد، دانه‌ها فقط بر اساس بعد عرض در چند گروه دسته‌بندی گردیدند. تعداد گروه‌ها ۵ عدد انتخاب شد. برای تعیین محدوده گروه‌ها و قطر سوراخ‌های غربال‌های آزمایشی نیاز به اعداد مرزی می‌باشد (جدول ۲). برای تعیین این اعداد، اختلاف بین کوچکترین و بزرگترین بعد عرضی بر تعداد گروه‌ها تقسیم می‌شود تا فاصله گروه‌ها بدست آید. سپس با اضافه کردن این فاصله به کوچکترین بعد به ترتیب اعداد مرزی تعیین می‌گردند. به طور مثال در مورد رقم سیلان با توجه به جدول ۱ اعداد مرزی به صورت زیر مشخص می‌گردند:

$$2/115, 2/43, 2/71, 2/99, 3/27, 3/55$$

برای تعیین مقدار دانه‌های موجود در هر گروه از غربال‌هایی که قطر سوراخ آنها برابر با اعداد مرزی است استفاده می‌شود. این غربال‌ها با استفاده از مته‌هایی با همین قطر باید ساخته شوند ولی به علت موجود نبودن مته‌هایی با قطرهای بدست آمده، از مته‌هایی که قطر آنها نزدیک به اعداد فوق است، استفاده شد (جدول ۲).
۱۶ نمونه ۱۲۰۰ گرمی گندم (۴ رقم × تکرار) با استفاده از غربال‌های ساخته شده، به مدت ۱۰ دقیقه الک شده و مواد عبور کرده از غربال‌ها توسط ترازوی دیجیتالی به دقت ۰/۰۱ گرم وزن شدند. چون جداسازی بر اساس بعد عرضی انجام گرفت لذا به غربال‌ها حرکت و ارتعاش عمودی و چرخشی داده شد تا محور طولی دانه‌ها عمود بر سطح غربال قرار گرفته و از سوراخ‌ها خارج شوند. با استفاده از نتایج این آزمایش‌ها جدول سری‌های متغیر برای ۴ رقم گندم تکمیل گردید (جدول ۳ تا ۶). از جدول سری‌های متغیر برای تعیین میانگین ریاضی سری‌های متغیر (M_{av}) و انحراف معیار متوسط (σ) استفاده می‌شود.

جدول (۲): فاصله بین گروه‌ها، اعداد مرزی و مته‌های مورد استفاده

رقم	فاصله گروه‌ها (میلی متر)	اعداد مرزی (میلی متر)	مته‌های مورد استفاده (قطر سوراخ غربالها) میلی‌متر
سیلان	۰/۲۸	۲/۱۱۵، ۲/۴۳، ۲/۷۱، ۲/۹۹، ۳/۲۷، ۳/۵۵	۲/۷، ۳، ۳/۳، ۳/۵۵ ۲/۱۵، ۲/۴
الوند	۰/۴۴	۲/۲۹، ۲/۷۳، ۳/۱۷، ۳/۶۱، ۴/۰۵	۲/۷۵، ۳/۲، ۳/۶، ۴ ۲، ۲/۳
آذر	۰/۲۴	۲/۲، ۲/۴۴، ۲/۶۸، ۲/۹۲، ۳/۱۶، ۳/۴	۲/۷، ۲/۹، ۳/۲، ۳/۴ ۲/۲، ۲/۴۵
سرداری	۰/۴۶	۲/۲، ۲/۶۶، ۳/۱۲، ۳/۵۸، ۴/۰۴، ۴/۵	۳/۱، ۳/۶، ۴، ۴/۵ ۲/۲، ۲/۶۵

(۳)

$$\mu = tg\phi$$

 μ = ضریب اصطکاک

برای انجام این آزمایش، یک صفحه شیبدار ساده ساخته شد. این ابزار شامل یک صفحه ثابت و یک صفحه متحرک می‌باشد و این دو صفحه نسبت به هم حالت لولایی دارند. در محل اتصال این دو صفحه، یک نقاله تعبیه شده است. جهت قرائت آسان تر زاویه، در قسمت وسط یک خطکش مدرج که بر اساس زاویه کالیبره شده، به طور عمودی به صفحه ثابت وصل شده است. با حرکت دادن صفحه متحرک نسبت به صفحه ثابت، شیب آن تغییر می‌کند و زاویه آن نسبت به صفحه ثابت توسط نقاله و خطکش مدرج مشخص می‌گردد.

این آزمایش بر روی سه سطح چوبی، برزنتی و فلزی که به صفحه متحرک وصل می‌شدند، انجام شد. نحوه عمل به این صورت بود که در حالت افقی بودن صفحه متحرک، دانه بر روی آن قرار می‌گرفت و با حرکت دادن آهسته صفحه متحرک بطرف بالا، زاویه آن نسبت به افق تغییر می‌کرد. در لحظه‌ای که دانه شروع به حرکت بطرف پایین می‌کرد زاویه صفحه متحرک با صفحه افقی یادداشت می‌شد. این زاویه همان زاویه اصطکاک دانه با سطح مربوط می‌باشد. زاویه اصطکاک به دو صورت غلتشی و لغزشی اندازه‌گیری شده است. زاویه اصطکاک غلتشی در حالتی است که دانه شروع به غلتیدن در روی صفحه می‌کند. چون دانه‌های گندم دارای شکل دراز و مقطع بیضی شکل هستند، حرکت غلتشی آنها حول محور طولی انجام می‌گیرد و برای اینکه دانه حول محور طولی خود در روی صفحه حرکت کند باید محور طولی آن عمود بر جهت حرکت آن به طرف پایین قرار گیرد. برای تعیین ضریب اصطکاک لغزشی یا سرشی، دانه را باید طوری در روی سطح قرار داد که غلتش در آن ایجاد نشود، بنابراین باید محور طولی دانه در راستای حرکت آن به طرف پایین قرار گیرد. در این حالت دانه در زاویه معینی شروع به سرخوردن در روی سطح می‌کند که این زاویه همان زاویه اصطکاک لغزشی آن می‌باشد. این دو زاویه، در روی سه سطح چوبی، فلزی و برزنتی و برای ۴ رقم گندم سرداری، سبلان، آذر و الوند تعیین شده است. برای انجام این آزمایش، با استفاده از نمونه‌های گندم تهیه شده، ۶۰۰۰ اندازه‌گیری برای ۵۰۰ دانه از هر رقم گندم انجام شده است (۵۰۰ دانه * سه سطح * ۴ رقم گندم). سپس با گرفتن میانگین، مقادیر زاویه اصطکاک غلتشی و لغزشی و نیز ضریب اصطکاک غلتشی و لغزشی تعیین شده است. نتایج این آزمایش در جدول شماره ۸ نشان داده شده است.

۳- نتایج و بحث

$$\mu = tg\phi \quad \mu = tg\phi$$

نتایج آزمایش‌ها نشان می‌دهند که دو خصوصیت فیزیکی مهم که روی جداسازی دانه‌های گندم در دستگاه‌های بوجاری تأثیر می‌گذارند، در ارقام مختلف گندم متفاوت می‌باشند. جداول ۳ تا ۶ نشان می‌دهند که درصد فراوانی دانه‌های ارقام مختلف گندم در گروه‌های مشابه از نظر اندازه، با یکدیگر متفاوت هستند. بر اساس جدول شماره ۵، ۸۸ درصد از دانه‌های گندم رقم سبلان دارای بعد عرضی بالای ۳/۵۵ میلی‌متر می‌باشند. طبق جدول شماره ۶، حدود ۹۰/۸۹ درصد از دانه‌های گندم رقم سرداری دارای ابعاد عرضی بین ۳/۵۶ تا ۳/۹ میلی‌متر هستند. جدول شماره ۳ نشان می‌دهد که ۶۹/۱۹ درصد از دانه‌های گندم رقم الوند، دارای بعد عرضی بیشتر از ۴/۰۵ میلی‌متر می‌باشند. همچنین بر اساس جدول ۴، ۹۷ درصد از دانه‌های گندم رقم آذر دارای بعد عرضی بالای ۳/۴ میلی‌متر هستند. بزرگترین طول متعلق به گندم رقم آذر برابر ۷/۸ میلی‌متر، بزرگترین عرض و ضخامت به ترتیب برابر با ۴/۰۵ و ۳/۴۵ میلی‌متر متعلق به گندم رقم الوند و کمترین مقدار طول متعلق به رقم آذر برابر ۵ میلی‌متر و کمترین مقدار عرض و ضخامت به ترتیب برابر ۱/۸۵ و ۱/۷۵ میلی‌متر متعلق به گندم رقم الوند به دست آمد.

رضوی و همکاران (۲۰۰۶) نتایج متفاوتی برای ابعاد هندسی چهار رقم گندم اصلاح شده ایرانی دیگر به دست آوردند. در مطالعه آنها بزرگترین طول، عرض و ضخامت مربوط به گندم رقم الوند و کمترین ابعاد مربوط به رقم چمران بوده است.

طباطبائی فر (۲۰۰۳) در بررسی مشابه جهت تعیین خواص فیزیکی ارقام مختلف گندم، بزرگترین طول را مربوط به گندم رقم سرداری و البرز گزارش کرده است. جدول ۷ مقادیر M_{av} ، σ برای ۴ رقم گندم را نشان می‌دهد که بر اساس این مقادیر محاسبه قطر مناسب سوراخ غربال صورت می‌گیرد.

بر اساس جدول شماره ۷، قطر مناسب سوراخ غربال برای ارقام مختلف گندم متفاوت است طوری که رقم الوند دارای بزرگترین قطر و رقم آذر دارای کوچکترین قطر غربال می‌باشند. با توجه به ابعاد هندسی به دست آمده و استفاده از روش سریهای متغیر و انحراف معیار، متوسط قطر مناسب غربال برای چهار رقم گندم الوند، سرداری، آذر و سبلان به ترتیب ۴/۶۹۴، ۴/۱۶۷، ۳/۷۸۷ و ۳/۹۲۸ میلی‌متر به دست آمد.

اگر قطر غربال برای یک رقم خاص طراحی شود، در صورت استفاده از ارقام دیگر دو حالت ممکن است پیش بیاید:

۱- تلفات گندم زیاد می‌شود.

۲- راندمان جداسازی کم می‌شود و ناخالصی‌های بیشتری

همراه با دانه‌ها از سوراخ عبور می‌کنند.

جدول (۳): سری‌های متغیر برای رقم الوند

گروه	۱	۲	۳	۴	۵	جمع کل
محدوده (میلی متر)	۱/۸۵-۲/۲۹	۲/۲۹-۲/۷۳	۲/۷۳-۳/۱۷	۳/۱۷-۳/۶۱	۳/۶۱-۴/۰۵	>۴/۰۵
حد متوسط (میلی متر)	۲/۰۷	۲/۵۱	۲/۹۵	۳/۳۹	۳/۸۳	
میانگین مقدار دانه (گرم)	۱/۳	۱۲/۹۶	۳۳/۱۷	۷۷/۷۸	۲۴۴/۴	۱۲۰۰
میانگین درصد وزنی مواد	۰/۱۰۸	۱/۰۸	۲/۷۶۴	۶/۴۸	۲۰/۳۶۶	۱۰۰

جدول (۴): سری‌های متغیر برای رقم آذر

گروه	۱	۲	۳	۴	۵	جمع کل
محدوده (میلی‌متر)	۲/۲-۲/۴۴	۲/۴۴-۲/۶۸	۲/۶۸-۲/۹۲	۲/۹۲-۳/۱۶	۳/۱۶-۳/۴	>۳/۴
حد متوسط (میلی‌متر)	۲/۳۲	۲/۵۶	۲/۸	۳/۰۴	۳/۲۸	
میانگین مقدار دانه (گرم)	۱/۰۴	۱/۳۶	۱/۵۹	۱۳/۴۱	۱۸/۴۶	۱۲۰۰
میانگین درصد وزنی مواد	۰/۰۸۶	۰/۱۱۳	۰/۱۳۲۵	۱/۱۱۷	۱/۵۳۸	۱۰۰

جدول (۵): سری‌های متغیر برای رقم سیلان

گروه	۱	۲	۳	۴	۵	جمع کل
محدوده (میلی متر)	۲/۱۵-۲/۴۳	۲/۴۳-۲/۷۱	۲/۷۱-۲/۹۹	۲/۹۹-۳/۲۷	۳/۲۷-۳/۵۵	>۳/۴
حد متوسط (میلی‌متر)	۲/۲۹	۲/۵۷	۲/۸۵	۳/۱۳	۳/۴۱	
میانگین مقدار دانه (گرم)	۱/۰۱	۲/۳۲	۱۰/۳۲	۳۳/۹۸	۹۵/۳۵	۱۲۰۰
میانگین درصد وزنی مواد	۰/۰۸۴	۰/۲۴۳	۰/۸۶	۲/۸۳	۷/۹۴۵	۱۰۰

جدول (۶): سری‌های متغیر برای رقم سرداری

گروه	۱	۲	۳	۴	۵	جمع کل
محدوده (میلی‌متر)	۲/۲-۲/۵۴	۲/۵۴-۲/۸۸	۲/۸۸-۳/۲۲	۳/۲۲-۳/۵۶	۳/۵۶-۳/۹	>۳/۴
حد متوسط (میلی‌متر)	۲/۳۷	۲/۷۱	۳/۰۵	۳/۳۹	۳/۷۳	
میانگین مقدار دانه (گرم)	۱/۵۹	۵/۷۵	۳۸/۶۷	۵۷/۷۶	۱۰۹۰/۷۸	۱۲۰۰
میانگین درصد وزنی مواد	۱۳۲۵	۰/۴۷۹	۳/۲۲	۴/۸۱	۹۰/۸۹	۱۰۰

جدول (۷): مقادیر M_{av} , σ و قطر مناسب غربال برای رقم گندم

رقم	σ	M_{av}	قطر مناسب سوراخ های غربال (میلی متر)
			$(M_{av} + 3\sigma)$
الوند	۰/۳۶۳	۳/۶۰۵	۴/۶۹۴
سرداری	۰/۱۶۱	۳/۶۸۵	۴/۱۶۷
آذر	۰/۲۲۴	۳/۱۱۳	۳/۷۸۷
سیلان	۰/۲۱۶	۳/۲۷۸	۳/۹۲۸

جدول (۸): مقادیر متوسط ضرایب و زوایای اصطکاک ۴ رقم گندم در روی سه نوع سطح مختلف

رقم	سطح چوبی		سطح فلزی		سطح برزنتی	
	ضریب اصطکاک	زاویه اصطکاک	ضریب اصطکاک	زاویه اصطکاک	ضریب اصطکاک	زاویه اصطکاک
	غلثشی	لغزشی	غلثشی	لغزشی	غلثشی	لغزشی
آذر	۰/۵۷۳	۰/۸۲۴	۲۹/۹۱	۳۹/۵	۰/۴۹۱	۰/۷۴۶
سیلان	۰/۵۴	۰/۷۰۸	۲۸/۴	۳۵/۳۶	۰/۵۷۶	۰/۷۹۷
الوند	۰/۴۲۷	۰/۸۹۴	۲۳/۱۶	۴۱/۸۲	۰/۳۷۹	۰/۶۸۵
سرداری	۰/۴۸۱	۰/۷۹۵	۲۵/۷۳	۳۸/۵	۰/۴۶۵	۰/۷۴۶

خواهیم داشت. همچنین طبق جدول شماره ۸، ضرایب و زاویه‌های اصطکاک در ارقام مختلف گندم با یکدیگر یکسان نیستند و طبق جدول شماره ۹، زوایای مناسب غربال برای ۴ رقم گندم با یکدیگر متفاوت هستند. در صورتی که شیب غربال بر اساس رقم الوند انتخاب شود (۱۹/۷۷)، دانه‌های ارقام دیگر گندم دچار اختلال در حرکت شده و حرکت آنها به طرف انتهایی غربال به کندی و سختی صورت می‌گیرد و در صورتی که شیب غربال بر اساس رقم سبلان انتخاب شود، دانه‌های ارقام دیگر گندم بر روی سطح غربال غلت و سرخورده و فرصت عبور از سوراخ‌های غربال را پیدا نمی‌کنند و در نتیجه تلفات گندم افزایش خواهد یافت.

از نتایج این تحقیق چنین استنباط می‌گردد که علل اصلی تلفات گندم در دستگاه‌های بوجاری، عدم اعمال تنظیمات مناسب روی آنها در هنگام استفاده از ارقام مختلف گندم می‌باشد و برای به حداقل رساندن این تلفات، لازم است که برای هر رقم خاصی از گندم تنظیمات و تعویض‌های جداگانه‌ای انجام گیرد.

۴ - نتیجه‌گیری نهایی

دو خصوصیت فیزیکی اندازه هندسی دانه‌ها و ضریب اصطکاک استاتیکی آنها روی سطوح مختلف که بر جداسازی دانه‌های گندم در دستگاه‌های بوجاری تأثیر می‌گذارند، در ارقام مختلف گندم متفاوت می‌باشند. قطر سوراخ‌های غربال باید بر اساس اندازه هندسی دانه‌ها و شیب غربال بر اساس ضریب اصطکاک استاتیکی آنها طراحی و تعیین گردند. انجام آزمایش‌های مختلف برای چهار رقم گندم ایرانی شامل آذر، سرداری، سبلان و الوند نشان می‌دهد که اندازه هندسی دانه‌ها (شامل سه بعد طول، عرض و ضخامت) در ارقام مختلف گندم متفاوت است. بنابراین باید برای هر رقم گندم، غربال‌هایی با قطر سوراخ خاص، طراحی و ساخته شود در غیر این صورت منجر به افزایش تلفات گندم در دستگاه‌های بوجاری می‌شود.

نتایج نشان می‌دهند بزرگترین طول متعلق به گندم رقم آذر برابر ۷/۸ میلی‌متر، بزرگترین عرض و ضخامت به ترتیب برابر با ۴/۰۵ و ۳/۴۵ میلی‌متر متعلق به گندم رقم الوند و کمترین مقدار طول متعلق به رقم آذر برابر ۵ میلی‌متر و کمترین مقدار عرض و ضخامت به ترتیب برابر ۱/۸۵ و ۱/۷۵ میلی‌متر متعلق به گندم رقم الوند به دست آمد. همچنین قطر مناسب غربال برای چهار رقم گندم الوند، سرداری، آذر و سبلان به ترتیب ۴/۶۹۴، ۴/۱۶۷، ۳/۷۸۷ و ۳/۹۲۸ میلیمتر به دست آمد. مقایسه ضرایب و زوایای اصطکاک ارقام مورد بررسی بر سطوح مختلف اصطکاک نیز نشان داد که بیشترین ضریب و زاویه اصطکاک غلتشی به ترتیب برابر با ۰/۶۶۴ و ۳۳/۶۱ و از آن لغزشی ۱/۱۸۱ و ۴۹/۷۵ مربوط به سطح برزنتی و برای رقم سبلان می‌باشد. همچنین کمترین ضریب و زاویه اصطکاک غلتشی به ترتیب برابر با ۰/۳۷۹ و ۲۰/۷۷ و از آن لغزشی ۰/۶۸۵ و ۳۴/۳۶ مربوط به سطح فلزی و برای رقم الوند می‌باشد. بنابراین شیب

جدول ۸ نشان می‌دهد که ضرایب اصطکاک ارقام مختلف گندم با یکدیگر متفاوتند. با توجه به اینکه غربال‌های دستگاه‌های بوجاری از نوع فلزی می‌باشند، می‌توان از ضرایب اصطکاک به دست آمده روی سطوح فلزی، برای تعیین شیب مناسب غربال در ارقام مختلف گندم استفاده نمود. چون زاویه اصطکاک غلتشی کمتر از لغزشی است پس شیب غربال بر اساس زاویه اصطکاک غلتشی تعیین می‌گردد. در صورتی که شیب غربال بر اساس مقادیر متوسط زوایای اصطکاک طراحی شود می‌توان از جدول شماره ۹ برای تعیین شیب مناسب غربال استفاده نمود.

مقایسه ضرایب و زوایای اصطکاک ارقام مورد بررسی بر سطوح مختلف اصطکاک نیز نشان داد که کمترین ضریب و زاویه اصطکاک غلتشی به ترتیب برابر با ۰/۳۷۹ و ۲۰/۷۷ و از آن لغزشی ۰/۶۸۵ و ۳۴/۳۶ مربوط به سطح فلزی و برای رقم الوند می‌باشد. همچنین بیشترین ضریب و زاویه اصطکاک غلتشی به ترتیب برابر با ۰/۶۶۴ و ۳۳/۶۱ و از آن لغزشی ۱/۱۸۱ و ۴۹/۷۵ مربوط به سطح برزنتی و برای رقم سبلان می‌باشد.

جدول (۹): شیب مناسب غربال فلزی برای ۴ رقم گندم

زاویه مناسب غربال با	رقم
سطح افق (α)	
درجه	
۲۵/۱۷	آذر
۲۸/۹۵	سبلان
۱۹/۷۷	الوند
۲۳/۹۶	سرداری

رضوی و همکاران (۲۰۰۶) در تمامی ارقام مورد بررسی بیشترین و کمترین ضریب اصطکاک را به ترتیب برای سطوح لاستیک و شیشه به دست آوردند. در ضمن آنها بیشترین ضریب اصطکاک استاتیکی برای رقم گندم الوند و کمترین آن برای گندم رقم چمران گزارش کردند.

همچنین طباطبائی‌فر (۲۰۰۳) در بررسی خواص فیزیکی پنج رقم گندم ایرانی بیشترین ضریب اصطکاک استاتیکی مربوط به تخته چندلا و کمترین میزان به ورق استیل ضدزنگ را به دست آورد و ضریب اصطکاک استاتیکی در محدوده ۰/۲۷۹ تا ۰/۴۵ برای سطوح مختلف گزارش کرد. اصطکاک گندم روی سطوح آهنی گالوانیزه موجدار و صاف توسط مولاندا (۲۰۰۲) مورد بررسی قرار گرفت.

به طور مثال در صورتی که قطر سوراخ غربال بر اساس رقم الوند یعنی ۴/۶۹۴ میلیمتر طراحی شود در صورت استفاده از ارقام دیگر ناخالصی‌های بیشتری همراه با گندم الک می‌شوند و راندمان جداسازی کم می‌شود. در صورتی که قطر سوراخ غربال بر اساس رقم آذر طراحی شود (۳/۷۸۷)، با توجه به جدول شماره ۴، بین ۷۰-۹۰ درصد تلفات در رقم الوند و بیش از ۴۰ درصد تلفات در رقم سرداری

و قابلیت تغییر و تنظیم را ندارند، این دو عامل را می‌توان به عنوان عوامل اصلی تلفات بالای گندم در دستگاه‌های بوجاری محسوب نمود.

غربال‌ها برای هر رقم گندم باید به طور جداگانه تنظیم شود زیرا عدم انجام این تنظیم نیز سبب افزایش تلفات گندم در دستگاه‌های مذکور می‌شود.

با توجه به اینکه در دستگاه‌های موجود بوجاری گندم، قطر سوراخ غربال‌ها و شیب غربال‌ها برای ارقام مختلف گندم، یکسان بوده

منابع مورد استفاده

- راسخ، م و م. کاشی، ۱۳۹۱. بررسی خصوصیات یولاف وحشی و گندم رقم الوند، فصلنامه علوم و صنایع غذایی، شماره ۳۴ دوره ۹، صفحه ۱۰۷ تا ۱۱۶.
- رضوی، س. م. ع. ج. توکلی، ر. حاجی محمدی فریمانی، ۱۳۸۵- بررسی خواص فیزیکی چهار رقم اصلاح شده ایرانی، دومین همایش و نمایشگاه صنایع غذایی.
- سازمان خوار و بار و کشاورزی سازمان ملل (فائو)، ۱۳۹۱ (۲۰۱۲).
- سریواستاوا، ا. گ. ر. کارول و رورباک، ۱۹۹۹. اصول طراحی ماشینهای کشاورزی، بهروزی لار، منصور. چاپ اول. مرکز انتشارات علمی دانشگاه آزاد اسلامی.
- علی بیگی، ا. ح.، ۱۳۸۰. بررسی عوامل اجتماعی و فرهنگی موثر بر کاهش ضایعات گندم، آرد و نان. کرج دانشکده کشاورزی. گروه ترویج و آموزش کشاورزی.
- وزارت کشاورزی، ۱۳۸۹. پایگاه اطلاع رسانی مجری طرح گندم وزارت جهاد کشاورزی.
- Tabatabaeefar, A. 2003. *Moisture-dependent physical properties of wheat*. International Agrophysics 17(2).
- Baryeh, E. A.. 2002. *Physical Properties of Millet*. Journal of Food Engineering, 51: 39-46.
- Kalkan, F. and M. Kara. 2011. *Handling frictional and technological properties of wheat as affected by moisture content and cultivar*. Powder Technology, 213: 116-122.
- Boumans, G. 1985. *Grain Handling and Storage*. ElsevierSci, Pub.
- Zoerb, G. 1967. *Instrumentation and measurement techniques for determining physical properties of farm products*. Transaction of the ASAE, 10: 100-109.
- McLean, K. A. 1989. *Drying and Storing Combinable Crops*. Farming Press. Ipswich, UK.
- Al-Mahasneh, M. A. and Rababah, T.M. 2007. *Effect of moisture content on some physical properties of green wheat*. Journal of Food Engineering, 79 (4): 1467-1473.
- Coskun, M. B., I. Yalkin, and C. Ozarslan. 2005. *Physical properties of sweet corn seed-Zea mays saccharata* Sturt, Journal of Food Engineering, 74: 523-528.
- Molenda, M., S. A. Thompson, and I. J. Ross 2002. *Friction of Wheat on Corrugated and Smooth Galvanized Steel Surfaces*. Journal of agricultural engineering research, 77: 209-219.
- Panasiewicz, M., P. Sobczak, J. Mazura, K. Zawislak, and D. Andrejko. 2012. *The technique and analysis of the process of separation and cleaning grain materials*. Journal of Food Engineering, 109: 603-608.
- Kumar N. H., and I. F. Popof, . 1986. *Agricultural machines*. P. Illus. 632PP.
- Cenkowski, S., and Q. Zhang. 1995. *Engineering properties of grains and oilseeds*. In: Stored-grainecosystems, D. S. Jayas, N. D. G. White, and W. E. Muir (ed.), New York, Marcel Dekker Inc. 411-463.
- Mani, S., L. Tabil, and S. H. Sokhansanj. 2004. *Grinding performance and physical properties of wheat and barley straws, corn stover and switchgrass*. Biomass and Bioenergy, 27: 339-352.
- Navarro. S. and R. T. Noyes. 2002. *The Mechanics & Physics of Modern Grain Aeration Management*. CRC press
- Muir, W. E., and R. N. Sinha. 1988. *Physical properties of cereal and oilseed cultivars grown in western, Canadian society for bioengineering*. 30 (1): 51-56.

Effect of the Physical Properties of Wheat Seed on Losses in Sifting Machines

H. Faridi^{1*}, M. Ravaji¹, D. Safarzadeh¹, M. Sarian¹ and B. Ghoreishi²

Received: 15 Feb 2014

Accepted: 22 Jun 2014

¹Department of Biosystem Engineering, Faculty of Agriculture, Bu Ali Sina University, Hamedan, Iran

²Department of Horticultural Engineering, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Karaj, Iran

*Corresponding author: E-mail: H.faridi90@basu.ac.ir

Abstract

In designing a sifting machine, geometrical size of seeds and static coefficient of friction, as two physical properties, determine the hole diameters and slope of sieves, respectively. Since the geometrical size of seeds on various cultivars is different, various sieves should be designed with different hole size or be able to change for various seeds. Otherwise, losses will increase in sifting machines. Moreover, the rolling and sliding coefficients of static friction are different in various surfaces for wheat cultivars. Therefore, the slope of sieves should be adjusted for various wheat cultivars to decrease wheat losses. In this investigation, geometrical size of seeds and static coefficient of friction were studied for four cultivars of wheat seeds (Azar, Sardari, Sabalan and Alvand). Results indicated that these two physical properties are different for various cultivars of wheat. The maximum length belongs to Azar cultivar equal to 7.8 mm. The maximum width and thickness, respectively equal to 4.05 and 3.45 mm, belong to Alvand cultivar. The minimum length belongs to Azar cultivar, equal to 5 mm. The minimum width and thickness, respectively equal to 1.85 mm and 1.75 mm, were obtained for Alvand cultivar. The minimum rolling and sliding coefficients of friction reach 0.379 and 0.685 (respectively) for Alvand cultivar on a metallic surface. Furthermore, the maximum rolling and sliding coefficient of friction, equal to 0.664 and 1.181 (respectively) belong to Sabalan cultivar on a fabric surface. In existing sifting machines, the slope and diameters of sieves are not modified for various wheat cultivars. Therefore, it causes the losses in sifting machines.

Keywords: Coefficient of friction, Physical properties, Sieve slope, Sifting machines, Wheat losses