

مقاله پژوهشی

پارامترهای مؤثر بر جداسازی یولاف وحشی (*Avena fatua*) از توده گندم با استفاده از دستگاه جداکننده ثقلی

سعید آقاعیزی^۱، منصور راسخ^{۲*}، یوسف عباسپور گیلانده^۳ و محمدحسین کیانمهر^۴

۱، ۲، ۳ و ۴- به ترتیب: دانشجوی دکتری رشته مهندسی مکانیک بیوسیستم؛ دانشیار؛ و اساتید گروه مهندسی بیوسیستم، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۲/۱۳، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۵/۲۷

چکیده

یولاف وحشی (*Avena fatua*) علف هرز متداول مزارع گندم است. وجود حتی مقدار کم دانه یولاف وحشی در توده گندم کیفیت آرد تولیدی را پایین می‌آورد؛ از این رو، جداسازی آن از گندم درجه خلوص بذر تولیدی و ارزش اقتصادی محصول را افزایش خواهد داد. در مطالعه پیش رو، برخی از ویژگی‌های فیزیکی گندم و یولاف وحشی شامل ویژگی‌های هندسی، ثقلی، اصطکاکی و نیز مقدار رطوبت اولیه تعیین و از یک جداکننده ثقلی برای جدا کردن یولاف وحشی از توده گندم استفاده شد. این دستگاه دارای پنج پارامتر قابل تنظیم است: سرعت هوا، دامنه نوسان میز، فرکانس نوسان میز، شیب طولی میز و شیب عرضی میز. در این تحقیق، تأثیر این پارامترها برای دستیابی به حداکثر جداسازی یولاف وحشی از توده گندم بررسی شده است. علاوه بر این، با استفاده از روش آنالیز ابعادی، پارامتر بدون بعد $\frac{V}{a\omega}$ (سرعت هوای دمیده شده به میز، a دامنه نوسان میز و ω فرکانس نوسان میز) به دست آمد که در بررسی اثر و کاهش تعداد پارامترها مؤثر است. نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد مقدار رطوبت، چگالی توده، چگالی حقیقی، سرعت حد گندم و یولاف وحشی و اثر متقابل نوع دانه و نوع سطح اصطکاکی در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌دار دارند. نتایج تحقیق همچنین نشان می‌دهد وقتی سرعت هوا ۶ متر بر ثانیه، دامنه نوسان ۵ میلی‌متر، شیب طولی ۲/۵ درجه، شیب عرضی ۱/۵ درجه و فرکانس نوسان ۳۹۵ سیکل در دقیقه باشد، حداکثر جداسازی یولاف وحشی از گندم به میزان ۷۰/۴۷ درصد حاصل می‌شود.

واژه‌های کلیدی

آنالیز ابعادی، درجه خلوص، علف هرز، فرکانس نوسان، ویژگی‌های فیزیکی

مقدمه

افزایش بوده است (Anon, 2018). یولاف وحشی (*Avena fatua*) از مهم‌ترین علف‌های هرز مزارع گندم است که با قدرت رقابتی چشمگیر خود سبب کاهش قابل توجه در عملکرد محصول می‌شود (Hamman, 1979; Carlson & Hill, 1985; Martin et al., 1987). ارتفاع بیشتر گیاه یولاف وحشی نسبت به گندم و توزیع مؤثرتر برگ‌های

تأمین غذا از اصلی‌ترین مشکلات جوامع جهان سوم است و در این میان، غلات به ویژه گندم، حائز اهمیت است. گندم در الگوی مصرف و به تبع آن در الگوی تولیدات کشاورزی جهان نقش حیاتی دارد. در ایران، گندم در بین گیاهان زراعی از نظر سطح زیر کشت جایگاه اول را دارد و اغلب تولید آن رو به

محصول و جدا کردن دانه‌های آسیب‌دیده از دانه‌های سالم، استفاده از جداکننده ضروری است (Ebrahimi & Askari Asli Arde, 2015). بنابراین، شناخت ویژگی‌های فیزیکی محصولات کشاورزی و مواد غذایی همواره مورد توجه و علاقه متخصصان بوده است. این موضوع به ویژه در ارتباط با ماشین‌های کشاورزی، از لحاظ تأثیری که در بخش‌های مختلف ماشین در مراحل کاشت، برداشت، حمل و نقل، ذخیره‌سازی و فرآوری بر محصول می‌گذارد مهم و از این رو تحقیقات در این زمینه نیز فراوان است.

فالکونر (Falconer, 2003) روش‌های سنتی و مدرن جداسازی ثقلی را برای تعیین درصد خلوص بذر با جداکننده ثقلی مطالعه و مزایا، معایب، اصول و متغیرهای هر دو روش را مقایسه کرد و نشان داد که تجزیه و تحلیل و بهینه‌سازی پارامترهای جداسازی در تولید مداوم ضروری است؛ اما انتخاب مناسب‌ترین جداساز برای استفاده خاص باید بر اساس روش‌های تجربی باشد. راسخ و همکاران (Rasekh *et al.*, 2005) جداسازی گندم سن زده از گندم سالم را با جداکننده ثقلی بررسی کردند و نتیجه گرفتند دستگاه جداسازی ثقلی در شرایط شیب عرضی ۲ درجه، شیب طولی ۳ درجه، فرکانس نوسان ۴۵۰ سیکل بر دقیقه و سرعت هوای ۸ متر بر ثانیه بهترین عملکرد را در جداسازی گندم سن زده از گندم سالم دارد. باقری و همکاران (Bagheri *et al.*, 2017a) از آنالیز ابعادی برای تعیین پارامترهای مؤثر دستگاه جداکننده ثقلی برای کمینه کردن ناخالصی موجود در توده عدس استفاده کردند و نشان دادند افزایش شیب عرضی میز از ۰/۵ به ۱ درجه و افزایش شیب طولی میز از ۱ تا ۲ درجه سبب افزایش جداسازی ناخالصی موجود در توده عدس می‌شود. این محققان همچنین اثر عدد بدون

یولاف و تجمع آن در سطح بالای تاج پوششی (Hanson & Jordan, 1982)، افقی تر بودن برگ‌های یولاف در قسمت بالای تاج پوششی نسبت به گندم (Araus & Tapia, 1987)، بیشتر بودن دوام سطح برگ یولاف نسبت به گندم (Beyschlag *et al.*, 1990)، بیشتر بودن سرعت رشد نسبی یولاف نسبت به گندم (Dunan & Zimedahl, 1991) از مهم‌ترین عوامل برتری رقابتی یولاف وحشی در برابر گندم گزارش شده است. خسارت جهانی ناشی از رقابت یولاف وحشی برای یک سال زراعی تنها در مورد گندم و جو در حدود ۱۲ میلیون تن تخمین زده شده است که این رقم می‌تواند کالری مصرفی ۵۰ میلیون انسان را در یک سال تأمین کند. از سوی دیگر، گزارش‌های متعددی در ارتباط با مقاومت یولاف وحشی به علف‌کش‌ها در دسترس است و این باعث می‌شود پس از برداشت دانه‌های یولاف باز هم در توده گندم دیده شود (Zand & Baghestani, 2002). وجود تعدادی محدود دانه یولاف در توده گندم برداشت شده و استفاده از آن برای بذر در کشت سال آینده باعث تکثیر بیشتر این علف هرز می‌شود. بوجاری (تمیز کردن و جداسازی) دانه‌ها سبب کاهش مشکلات ایجاد شده در فرایند کاشت، تسهیل در عملیات داشت، کاهش فضای موردنیاز برای انبارکردن محصول، افزایش عملکرد محصول و افزایش بازارپسندی می‌شود. فرایند تمیز کردن و جداسازی اساسی‌ترین کار در هر سیستم درجه‌بندی دانه و از فرایندهای کلیدی برای بازاریابی و بازارپسندی دانه‌هاست. یکی از عوامل بسیار مهم که بر جنبه‌های مختلف محصول گندم تأثیر دارد مرغوب‌بودن بذر گندم است. درجه مرغوب بودن محصول در افزایش یا کاهش بازارپسندی اثر می‌گذارد. برای بالا بردن درجه مرغوب بودن

سه سطح از میزان تغذیه و سه سطح از سرعت بادبزن (فن) ارزیابی کردند. نتایج بررسی‌های این محققان، بهترین عملکرد را در جداسازی به میزان ۹۵، ۹۸ و ۹۱ درصد و دانه‌های از دست رفته به میزان ۰/۶۳، ۰/۸۱ و ۰/۷۵ درصد به ترتیب برای سورگوم، سویا و گندم نشان داد. روزگار و همکاران (Rouzegar *et al.*, 2013) یک جداکننده نیوماتیکی آزمایشگاهی را ارزیابی کردند. ارزیابی آنها در چهار تکرار شامل این پارامترها بود: مقدار رطوبت (۱۲ و ۱۸ درصد بر پایه تر)، میزان تغذیه (۱۳، ۲۵ و ۳۲ کیلوگرم بر دقیقه) و سرعت مکنده (۸۵۰، ۹۵۰ و ۱۱۵۰ دور در دقیقه). نتایج بررسی‌ها نشان داد که بیشترین میزان پاک‌کنندگی به مقدار ۹۹/۵۵ درصد در سرعت بادبزن (فن) ۸۵۰ دور در دقیقه است. همچنین با افزایش مقدار رطوبت دانه و با افزایش میزان تغذیه، میزان پاک‌کنندگی به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد. سیمونیان و یلجیپ (Simoniyan & Yiljep, 2008) تلفات پاک‌کنندگی دانه‌های سورگوم را در یک کوبنده آزمایشگاهی سورگوم بررسی کردند و نشان دادند که با افزایش نوسان الک، میزان پاک‌کنندگی کاهش و تلفات افزایش می‌یابد و با افزایش میزان تغذیه و افزایش جریان هوا، تلفات پاک‌کنندگی افزایش می‌یابد. ابراهیمی و عسکری اصلی ارده (Ebrahimi & Askari Asli Arde, 2015) یک جداکننده آزمایشگاهی را برای جداسازی و درجه‌بندی دانه‌های گندم ارزیابی کردند. آزمایش‌ها در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار با پارامترهای سه سرعت دورانی بادبزن (فن) و سه میزان تغذیه با محصول گندم رقم آذر ۲ اجرا شد. نتایج تحقیق نشان داد افزایش میزان تغذیه همراه با کاهش دور بادبزن (فن) باعث افزایش پاک‌کنندگی می‌گردد. این محققان بیشترین میزان

بعد V/aw (سرعت جریان هوای دمیده شده به میزان بر حاصل ضرب دامنه در سرعت نوسان میز) را در نسبت جداسازی بررسی کردند و نشان دادند وقتی V/aw برابر با ۱۷۱، شیب عرضی میز ۱ درجه و شیب طولی میز ۲ درجه باشد، درصد جداسازی ناخالصی موجود در توده عدس به بیشترین مقدار می‌رسد. اقبالی و برقعی (Egbali & Borghei., 2003) جداسازی سه رقم گندم را در سه نوع دستگاه بوجاری ایرانی بررسی و تأثیر پارامترهای میزان تغذیه، میزان باد و اندازه الک را بر میزان پاک‌شدگی ناخالصی‌ها از بذر ارقام گندم ارزیابی کردند. نتایج بررسی‌ها نشان داد جداسازی گندم در سه دستگاه گفته شده معنی‌دار است و مقدار جداسازی نیز به رقم گندم بستگی دارد. چناری و همکاران (Chenari *et al.*, 2012) در آزمایشی به منظور ارزیابی و تعیین بازده ماشین‌های بوجاری گندم، فرآیند بوجاری کردن را در قالب آزمایش فاکتوریل با طرح کاملاً تصادفی با چهار فاکتور: نوع ماشین (سه سطح)، میزان تغذیه (دو سطح)، سرعت باد (سه سطح) و رقم بذر گندم (سه سطح) در سه تکرار بررسی کردند و اثر این عوامل را بر چگونگی جداسازی در هر ماشین به دست آوردند. نتایج این تحقیق نشان داد که هر چهار فاکتور اثر معنی‌داری بر جداسازی دارند و مشخص شد که ماشین بوجاری کیمبریا بیشترین جداسازی (۸۶/۷۲ درصد) را دارد. این محققان همچنین گزارش دادند جداسازی در رقم به‌رنگ، با ۸۴/۳۱ درصد، بهتر از ارقام دیگر صورت می‌گیرد. ضمناً مشخص شد که کاهش میزان تغذیه و افزایش سرعت باد باعث افزایش جداسازی می‌شود. محمد و همکاران (Muhammad *et al.*, 2013) پس از طراحی و ساخت یک دستگاه بوجاری غلات، آن را با محصولات سورگوم، سویا و ارزن در

پاک‌کنندگی را ۹۸/۸۷ درصد گزارش کردند.

با توجه به اینکه وجود حتی مقدار کم یولاف در توده گندم باعث افت شدید کیفیت آرد تولیدی می‌شود و با توجه به اینکه یولاف یکی از مهم‌ترین علف‌های هرز کشت‌زارهای گندم در ایران است و اینکه استفاده از دستگاه‌های بوجاری مانند دستگاه جداکننده ثقلی یکی از روش‌های متداول جداسازی انواع ناخالصی‌ها از توده گندم است و نظر به استراتژیک بودن گندم در کشور، لزوم جداسازی ضایعات، مخصوصاً یولاف، از گندم ضروری به نظر می‌رسد. از این رو در این تحقیق با استفاده از یک جداکننده ثقلی، پارامترهای مؤثر در جداسازی یولاف وحشی موجود در توده گندم بررسی شد و با تعیین و تنظیم صحیح پارامترهای دستگاه، حداکثر جداسازی ناخالصی موجود در توده گندم به دست آمد. چنانچه بتوان محصولی فاقد بذر علف‌های هرز و ناخالصی تولید کرد، محصول تولیدی ارزش اقتصادی بالایی خواهد داشت و اگر از این محصول برای بذر استفاده شود، محصول تولیدی درجه خلوص بیشتری دارد و مانع از افزایش ناخالصی یولاف وحشی در محصول آتی می‌شود ضمن آنکه عملکرد گندم نیز افزایش خواهد یافت.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق، از گندم رقم آذر ۲ استفاده شد که به طور گسترده در استان اردبیل کشت می‌شود. توده گندم تهیه شده دارای خلوص ۵۷/۳ درصد و همچنین دارای ۱۸/۵ درصد یولاف وحشی بود. توده گندم پس از تهیه به آزمایشگاه خواص فیزیکی و مکانیکی دانشگاه محقق اردبیلی انتقال داده شد و برخی از ویژگی‌های فیزیکی دانه گندم و دانه‌های یولاف وحشی موجود در آن و همچنین میزان

خلوص گندم در توده اندازه‌گیری شد. ناخالصی‌های موجود در توده تهیه شده شامل: جو، یولاف وحشی، کاه و کلش، بذر علف‌های هرز و دانه‌های شکسته بود. رطوبت اولیه دانه‌های گندم و یولاف مطابق روش استاندارد و با استفاده از آن تعیین شد (Aon, 1999).

چگالی حقیقی یولاف و گندم به روش جابه‌جایی مایع و با استفاده از مایع تولوئن و استوانه مدرج به دست آمد. برای این کار، وزن معینی از یولاف و گندم در استوانه‌ای مدرج ریخته شد که تا ارتفاع معین تولوئن داشت؛ با تکان دادن استوانه مدرج، حباب‌های هوای موجود در اطراف بذر خارج و تغییر ارتفاع سطح مایع تولوئن داخل استوانه و در نتیجه حجم دانه‌های ریخته شده داخل استوانه تعیین شد. از تقسیم کردن وزن دانه‌ها به حجم آنها، چگالی حقیقی تعیین شد. برای به دست آوردن چگالی توده یولاف و گندم، دانه‌ها از ارتفاع ۱۵ سانتی‌متری به شکلی یکنواخت در ظرفی استوانه‌ای و با حجم مشخص ریخته شدند. با کشیدن یک جسم صاف از لبه ظرف، سطح دانه‌های داخل ظرف یکنواخت شد و دانه‌های اضافی از لبه ظرف خارج شدند. دانه‌های داخل ظرف وزن شد. از تقسیم کردن وزن دانه‌ها به حجم ظرف، چگالی توده یولاف و گندم تعیین شد.

پارامترهای چگالی توده و چگالی حقیقی در طرح کاملاً تصادفی با ۱۰ تکرار تجزیه واریانس شدند. برای اندازه‌گیری ضریب اصطکاک استاتیکی، از دستگاه تعیین ضریب اصطکاک استاتیکی موجود در آزمایشگاه خواص فیزیکی و مکانیکی دانشگاه محقق اردبیلی استفاده گردید. این دستگاه شامل یک سطح شیب‌دار است که انواع سطوح را می‌توان روی آن نصب کرد. در این تحقیق از آلومینیم، آهن،

استفاده شد. برای این کار دانه‌ها در مسیر جریان هوای قائم در داخل تونل قرار گرفتند و سرعت هوا به تدریج افزایش داده شد تا اینکه دانه بدون حرکت و یا حرکت قائم جزئی، معلق می‌ماند. در این حالت نیروهایی که به دانه وارد می‌شوند در حال تعادل‌اند و سرعت هوای دمیده شده، سرعت حد برای ذره است. برای ایجاد جریان هوا، از یک دستگاه دمنده با مارک Unique مدل ۷۹۲۱u و برای اندازه‌گیری سرعت هوا، از یک سرعت‌سنج سی‌م مارک Testo مدل ۱۳۴۰ با دقت ۰/۱ متر بر ثانیه در مرکز تونل باد و در بالاترین نقطه آن استفاده شد.

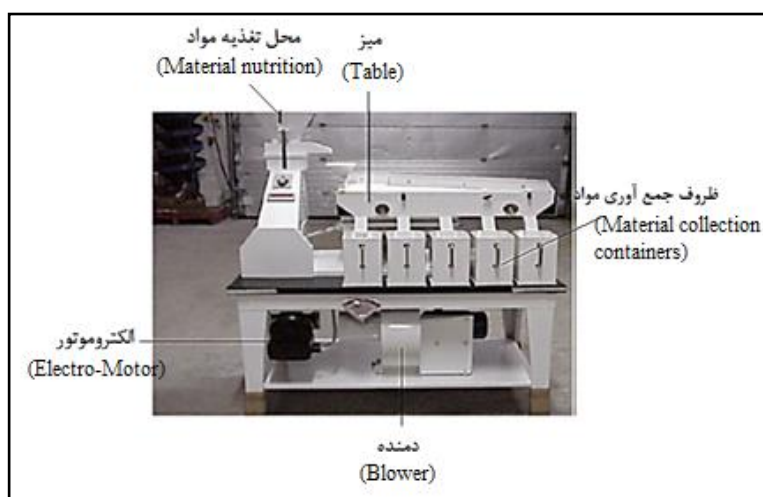
برای جداسازی یولاف وحشی از توده گندم، از دستگاه جداکننده ثقلی مدل LA-K ساخت شرکت WESTRUP دانمارک استفاده شد. این دستگاه پنج پارامتر قابل تغییر دارد: شیب طولی میز، شیب عرضی میز، فرکانس نوسان میز، دامنه نوسان میز و سرعت هوای دمیده شده که دانه‌ها را بر اساس چگالی آنها از هم جدا می‌کند. شکل ۱ تصویر دستگاه جداکننده ثقلی مورد استفاده در این تحقیق را نشان می‌دهد.

استیل و تخته سه‌لا برای اندازه‌گیری ضریب اصطکاک استاتیکی استفاده شد. برای اجرای آزمایش، یک ظرف استوانه‌ای به کار گرفته شد که دو انتهای آن باز بود. استوانه روی سطح با جنس مشخص و شیب قابل تنظیم قرار داده شد. شیب سطح شیب‌دار به تدریج افزایش داده شد تا حدی که استوانه شروع به سُر خوردن کند. در این لحظه، زاویه سطح شیب‌دار (α)، با یک شیب‌سنج دیجیتالی ثبت گردید. ضریب اصطکاک استاتیکی (μ_s) برابر با تانژانت زاویه سطح شیب‌دار در لحظه شروع حرکت ظرف است (رابطه ۱).

$$\mu_s = \tan \alpha \quad (1)$$

به منظور تعیین تأثیر نوع دانه و جنس سطوح بر مقدار ضریب اصطکاک استاتیکی از آزمایش فاکتوریل در طرح پایه کاملاً تصادفی در ۵ تکرار استفاده شد.

برای تعیین سرعت حد، از تونل باد عمودی



شکل ۱- دستگاه جداکننده ثقلی

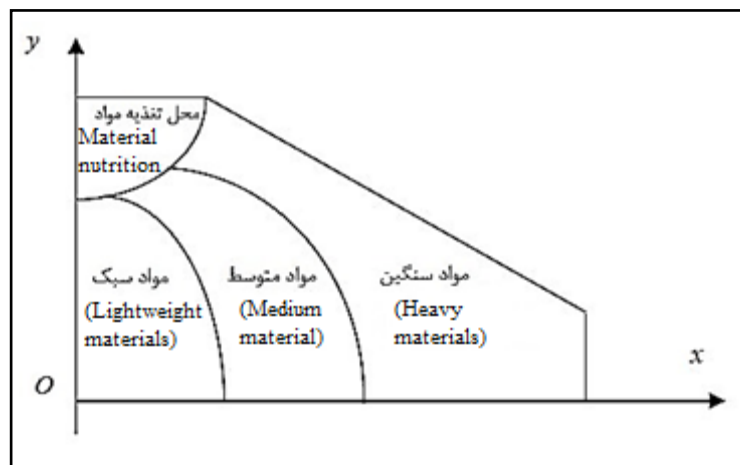
Fig. 1- Gravity separator

Ox از میز خارج می‌شوند. میز در جهت محور x حرکت رفت و برگشتی دارد و جریان هوا از زیر میز به مواد روی آن برخورد می‌کند. در اثر ارتعاش میز و نیروی هوا، مواد سبک‌تر روی مواد سنگین‌تر شناور شده و در اثر شیب‌های طولی و عرضی میز در گوشه پایین‌تر سمت چپ میز جدا می‌شوند و قسمت‌های سنگین‌تر که در تماس با میز باقی می‌مانند، در اثر حرکت رفت و برگشتی میز به بالای شیب طولی (گوشه پایینی سمت راست میز) منتقل و در آنجا از میز خارج می‌شوند.

برای اندازه‌گیری سرعت هوا در دستگاه جداکننده ثقلی، از بادسنج دیجیتال با دقت ۰/۱ متر بر ثانیه استفاده شد.

دستگاه جداکننده ثقلی دارای یک میز است که در دو جهت طولی و عرضی شیب دارد و سطح آن مشبک و سوراخ‌دار و شبکه‌بندی آن از نوع خاصی است. میز حرکت نوسانی رفت و برگشتی دارد. جریان رو به بالای هوا، از زیر میز به دانه‌ها برخورد می‌کند. دامنه نوسان دستگاه، زاویه‌های طولی و عرضی میز و سرعت نوسان میز با اهرم‌های دستگاه قابل تنظیم است.

نمای قائم سطح میز در شکل ۲ نشان داده شده است. دستگاه یک مخزن لرزان دارد که وظیفه آن تغذیه میز است. ارتفاع میز در جهت مثبت x (شیب طولی) و جهت مثبت y (شیب عرضی) افزایش می‌یابد. از این رو گوشه پایین‌تر سمت چپ میز نقطه O کمترین ارتفاع را دارد. مواد در امتداد ضلع



شکل ۲- طرح‌واره میز دستگاه جداکننده ثقلی

Fig. 2- Schematic of gravity separator

ثابت ۶ متر بر ثانیه و دامنه نوسان ثابت ۵ میلی‌متر، از سه شیب عرضی میز (۰/۷۵، ۱/۵ و ۲/۲۵ درجه)، سه شیب طولی میز (۲/۵، ۳/۵ و ۴/۵ درجه) و چهار فرکانس نوسان میز (۳۹۵، ۴۱۵، ۴۳۵ و ۴۵۵ سیکل بر دقیقه) در پنج تکرار استفاده شد تا سطح بهینه هر پارامتر برای رسیدن به بیشترین درصد جداسازی

به منظور تعیین تأثیر پارامترهای شیب طولی میز، شیب عرضی میز، فرکانس نوسان میز، دامنه نوسان میز و سرعت هوای دمیده شده بر درصد جداسازی دانه‌های یولاف وحشی از توده گندم، دو آزمایش فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی به کار گرفته شد. در آزمایش اول، در سرعت هوای

تعیین مناسب‌ترین دامنه نوسان میز و سرعت هوا با استفاده از اطلاعات شیب طولی میز، شیب عرضی میز و مقادیر بدون بعد ($\frac{V}{a\omega}$)، نمودارهای تعیین درصد جداسازی دانه‌های یولاف وحشی از توده گندم با نرم‌افزار Datafit به دست آمد. با در نظر گرفتن سرعت هوای ۶ متر بر ثانیه و دامنه نوسان میز ۵ میلی‌متر در چهار فرکانس نوسان میز (۳۹۵، ۴۱۵، ۴۳۵ و ۴۵۵ سیکل بر دقیقه)، مقادیر بدون بعد ($\frac{V}{a\omega}$) به ترتیب برابر ۱۸۲/۲۷، ۱۷۳/۴۹، ۱۶۵/۵۱ و ۱۵۸/۲۴ محاسبه شد.

نتایج و بحث

نتایج ویژگی‌های فیزیکی گندم و یولاف وحشی

میانگین مقدار رطوبت نمونه‌های گندم و یولاف وحشی، پس از خشک شدن در آون در شرایط استاندارد، به ترتیب ۱۱/۰۹ و ۹/۷۳ درصد به دست آمد. جدول ۱، نتایج تجزیه واریانس ویژگی‌های ثقلی و سرعت حد گندم و یولاف وحشی را نشان می‌دهد.

تعیین شود. در آزمایش دوم، با داشتن مقادیر مطلوب سه پارامتر حاصل از آزمایش اول، تأثیر پارامترهای مربوط به چهار سرعت هوا (۵/۲۵، ۶، ۷/۲۵ و ۷/۵ متر بر ثانیه) و دو دامنه نوسان میز (۵ و ۷ میلی‌متر) در پنج تکرار بر درصد جداسازی دانه‌های یولاف وحشی از توده گندم بررسی شد. در هر آزمایش، مقداری از دانه‌های گندم به همراه ناخالصی‌ها از محل خروج مواد سبک (گوشه پایینی سمت چپ میز در شکل ۲) برداشته و با دستگاه بذر شمار الکترونیکی سه نمونه ۲۰۰ تایی از آنها انتخاب شد. سپس، با مشاهده تک‌تک دانه‌ها و جداسازی دانه‌های یولاف وحشی از توده‌های ۲۰۰ تایی و شمارش آنها، درصد جداسازی یولاف وحشی از توده دانه گندم به دست آمد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها، نرم‌افزار آماری MSTAT-C به کار گرفته شد. برای کاهش تعداد پارامترها و به دست آوردن رابطه‌های رگرسیونی مناسب و همچنین برای توصیف بهتر نتایج، از پارامتر بدون بعد $\frac{V}{a\omega}$ استفاده گردید. پس از

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس ویژگی‌های ثقلی و سرعت حد گندم و یولاف وحشی

Table 1- The results of variance analysis of gravitational properties and speed limit of wheat and wild oats

ضریب تغییرات (CV)	میانگین مربعات (Mean Square)	درجه آزادی (Degrees of Freedom)	منابع تغییرات (Source)
2.44%	745188.48**	1	چگالی توده (Bulk Density)
	158.714	18	خطا (Error)
3.66%	0.403**	1	چگالی حقیقی (True Density)
	0.002	18	خطا (Error)
4.39%	6.806**	1	سرعت حد (Speed Limit)
	0.086	8	خطا (Error)

** اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد

** significant differences at probability level of 1%

مشاهده می‌شود گندم و یولاف وحشی از نظر چگالی توده، چگالی حقیقی و سرعت حد در سطح یک درصد با هم اختلاف معنی‌دار دارند. این تفاوت معنی‌دار در پارامترهای ثقلی، با توجه به اساس جداسازی دستگاه جداساز ثقلی، می‌تواند عاملی تعیین‌کننده در دستیابی به بالاترین درصد جداسازی یولاف وحشی از توده گندم باشد.

جدول ۲، میانگین و انحراف معیار ویژگی‌های ثقلی گندم و یولاف وحشی را نشان می‌دهد که از آن می‌توان دریافت چگالی حقیقی گندم بزرگ‌تر از چگالی حقیقی یولاف وحشی است.

جدول ۲- میانگین و انحراف معیار چگالی حقیقی و چگالی توده نمونه‌های گندم و یولاف وحشی

Table 2 - Mean and standard deviation of true density and bulk density of wheat and wild oats

چگالی توده (کیلوگرم بر مترمکعب) Bulk Density (kg/m ³)	چگالی حقیقی (کیلوگرم بر مترمکعب) True Density (kg/m ³)	نوع دانه (Grain Type)
710.32 ± 16.58	1501 ± 53.199	گندم (Wheat)
321.28 ± 6.89	1176 ± 23.077	یولاف وحشی (Oats)

معنی‌دار این دو عدد، انتخاب درست سرعت هوای دم‌نده موجود در دستگاه جداساز ثقلی می‌تواند عاملی مؤثر در افزایش راندمان جداسازی این ناخالصی از توده گندم باشد.

نتایج تجزیه واریانس ضریب اصطکاک استاتیکی نشان می‌دهد که اثر متقابل دوتایی نوع دانه و نوع سطح و اثر اصلی نوع سطح در سطح یک درصد معنی‌دار است. جدول ۳، نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل دوتایی نوع دانه و نوع سطح اصطکاکی را برای ضریب اصطکاک استاتیکی نشان می‌دهد.

نتایج این تحقیق با نتایج تحقیقات راسخ و کاشی (Rasekh & Kashi, 2012) همخوانی دارد که در بررسی تأثیر میزان رطوبت بر ویژگی‌های فیزیکی گندم رقم الوند و یولاف وحشی گفته‌اند چگالی توده و چگالی حقیقی گندم رقم الوند نسبت به چگالی توده و چگالی حقیقی یولاف وحشی بیشتر است (اختلاف جزئی به دلیل تفاوت ارقام است).

نتایج آزمایش‌ها نشان می‌دهد که سرعت حد دانه‌های یولاف وحشی و گندم به ترتیب برابر ۵/۹۵ و ۷/۳۲ متر بر ثانیه است. با توجه به اختلاف

جدول ۳- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل دوتایی نوع دانه و نوع سطح اصطکاکی

Table 3- The results of the mean double effect of grain type and friction surface type

نوع سطح اصطکاکی (Type of friction surface)			نوع دانه (Grain Type)
تخته سه‌لا (Three-ply board)	استیل (Steel)	آهن (Iron)	آلومینیم (Aluminum)
0.452 b	0.28 e	0.414 bc	0.446 bc
0.53 a	0.342 d	0.32 de	0.406 c

حروف لاتین غیر مشابه بیانگر اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد است.

Different Latin letters show significant differences at probability level of 1%

به ترتیب در تخته چندلا و ورق استیل ضد زنگ دیده شده است.

نتایج جداسازی یولاف وحشی از گندم

نتایج تجزیه واریانس تأثیر پارامترهای شیب طولی میز، شیب عرضی میز و فرکانس نوسان میز بر میزان جداسازی یولاف وحشی موجود در توده دانه گندم در جدول ۴ نشان داده شده است. مشاهده می شود که همه اثرهای اصلی عوامل، اثرهای متقابل دوتایی و اثر متقابل سه تایی عوامل در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار است. در جدول ۵، نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل سه تایی شیب طولی میز، شیب عرضی میز و فرکانس نوسان میز نشان داده شده است.

جدول ۳ نشان می دهد که گندم دارای کمترین مقدار ضریب اصطکاک استاتیکی روی استیل (با مقدار ۰/۲۸) و یولاف دارای بیشترین مقدار ضریب اصطکاک استاتیکی روی تخته سه لا (برابر ۰/۵۳) است. با توجه به بیشینه اختلاف بین ضریب های اصطکاک استاتیکی گندم و یولاف وحشی که روی سطح آهن برابر ۰/۰۹۴ است، می توان نتیجه گرفت برای دستیابی به بیشترین جداسازی یولاف وحشی از گندم در دستگاه های بوجاری استفاده از جنس آهن برای صفحه جداساز مؤثر خواهد بود. در بررسی های طباطبایی فر (Tabatabaeefer, 2003) روی ویژگی های فیزیکی پنج رقم گندم ایرانی معلوم شد بیشترین و کمترین ضریب اصطکاک استاتیکی

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس اثر عوامل شیب طولی، شیب عرضی و فرکانس نوسان میز بر درصد جداسازی یولاف وحشی از توده گندم

Table 4. Results of variance analysis of the effect of longitudinal slope, latitudinal slope and table oscillation frequency factors on the percentage of separation of wild oats from wheat bulk

میانگین مربعات (Mean Square)	درجه آزادی (Degree of freedom)	منابع تغییرات (Source)
258.528**	3	فرکانس نوسان میز (Table oscillation frequency)
835.17**	2	شیب طولی میز (Table longitudinal slope)
92.782**	6	فرکانس نوسان میز × شیب طولی میز (Table oscillation frequency × Table longitudinal slope)
64.245**	2	شیب عرضی میز (Table latitudinal slope)
49.593**	6	فرکانس نوسان میز × شیب عرضی میز (Table oscillation frequency × Table latitudinal slope)
97.891**	4	شیب طولی میز × شیب عرضی میز (Table longitudinal slope × Table latitudinal slope)
29.27**	12	فرکانس نوسان میز × شیب طولی میز × شیب عرضی میز (Table oscillation frequency × Table longitudinal slope × Table latitudinal slope)
13.387	144	خطا (Error)
-	179	کل (Total)

** اختلاف معنی دار در سطح ۱ درصد

**significant differences at probability level of 1%

جدول ۵- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل سه‌گانه شیب طولی میز، شیب عرضی میز و فرکانس نوسان میز بر درصد جداسازی یولاف وحشی از توده گندم

Table 5- Results of the comparison of the mean of the Triple interaction of the longitudinal slope, the latitudinal slope and the table oscillation frequency on the percentage of separation of wild oats from wheat bulk

فرکانس نوسان میز (دور بر دقیقه) (Table oscillation frequency) (Rpm)				شیب عرضی (درجه) (Latitudinal slope) (Degree)	شیب طولی (درجه) (Longitudinal slope) (Degree)
455	435	415	395		
11.867 efghi	10.7 efghi	14.033 cdefg	28.433 b	0.75	
18.5 bc	14.4 cdef	11.233 efghi	36.967 a	1.5	2.5
18.066 bc	10.367 efghij	9.3 fghijk	17.333 bcd	2.25	
12.467 defgh	15.233 cde	10.2 efghij	12.7 defgh	0.75	
10.167 efghij	9.233 fghijk	4.133 kl	9.4 fghijk	1.5	3.5
10.4 efghij	3.233 l	4.867 jkl	10.267 efghij	2.25	
10.133 efghij	7.733 hijkl	7.433 hijkl	7.667 hijkl	0.75	
9.233 fghijk	10.6 efghi	7.833 hijkl	6.6 ijkl	1.5	4.5
11.367 efghi	3.933 kl	8.667 ghijk	10.833 efghi	2.25	

حروف لاتین غیر مشابه بیانگر اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد است.

Different Latin letters show significant differences at probability level of 1%

همان‌طور که در جدول ۵ مشاهده می‌شود، با افزایش فرکانس نوسان میز، درصد جداسازی یولاف وحشی از توده گندم ابتدا به میزان زیادی کاهش و پس از آن افزایش می‌یابد. در آزمایش‌های تجربی دیده شده است در فرکانس ۴۱۵ سیکل بر دقیقه

آشفته‌گی حرکت مواد بر سطح میز بیشتر می‌شود و الگوی صحیح حرکت مواد روی سطح میز به دست نمی‌آید و به نظر می‌رسد این امر باعث کاهش جداسازی یولاف وحشی از توده گندم شده است.

جدول ۶- نتایج تجزیه واریانس اثر عوامل دامنه نوسان میز و سرعت هوا بر درصد جداسازی یولاف وحشی از توده گندم

Table 6- Results of analysis of variance effect of amplitude of oscillation and air velocity factors on the percentage of separation of wild oats from wheat bulk

میانگین مربعات (Mean Square)	درجه آزادی (Degree of freedom)	منابع تغییرات (Source)
509.011**	1	دامنه نوسان میز (Amplitude of oscillation)
56.346 ^{ns}	3	سرعت هوا (Air velocity)
205.658**	3	دامنه نوسان × سرعت هوا (Amplitude of oscillation × Air velocity)
46.288	32	خطا (Error)
-	39	کل (Total)

** اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد

**significant differences at probability level of 1%

دامنه نوسان میز و سرعت هوای دمیده شده به میز نشان داده شده است. جدول ۶ نشان می‌دهد که اثر اصلی عامل دامنه نوسان میز و اثر متقابل دوگانه دامنه نوسان میز و سرعت هوا در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل دوگانه سرعت هوا و دامنه نوسان میز در جدول ۷ نشان داده شده است.

از جدول ۵ همچنین مشخص می‌شود که حداکثر جداسازی یولاف وحشی با توجه به اثر متقابل عوامل در شیب طولی میز ۲/۵ درجه، شیب عرضی میز ۱/۵ درجه و فرکانس نوسان میز ۳۹۵ سیکل بر دقیقه برابر ۳۶/۹۶۷ درصد است. در جدول ۶، نتایج تجزیه واریانس اثر عوامل

جدول ۷- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل دوگانه دامنه نوسان و سرعت هوا بر درصد جداسازی یولاف وحشی از توده گندم

Table 7- Results of the comparison of the mean effect of the double interaction amplitude of oscillation and air velocity on the percentage of separation of wild oats from wheat bulk

سرعت هوا (متر بر ثانیه) (Air velocity) (m/s)				دامنه نوسان میز (میلی‌متر) (Amplitude of oscillation) (mm)
7.5	6.75	6	5.25	
65.47ab	67.53a	70.47a	64.07ab	5
54.27c	57.8bc	62.47abc	69.47a	7

حروف لاتین غیر مشابه بیانگر اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد است.

Different Latin letters show significant differences at probability level of 1%

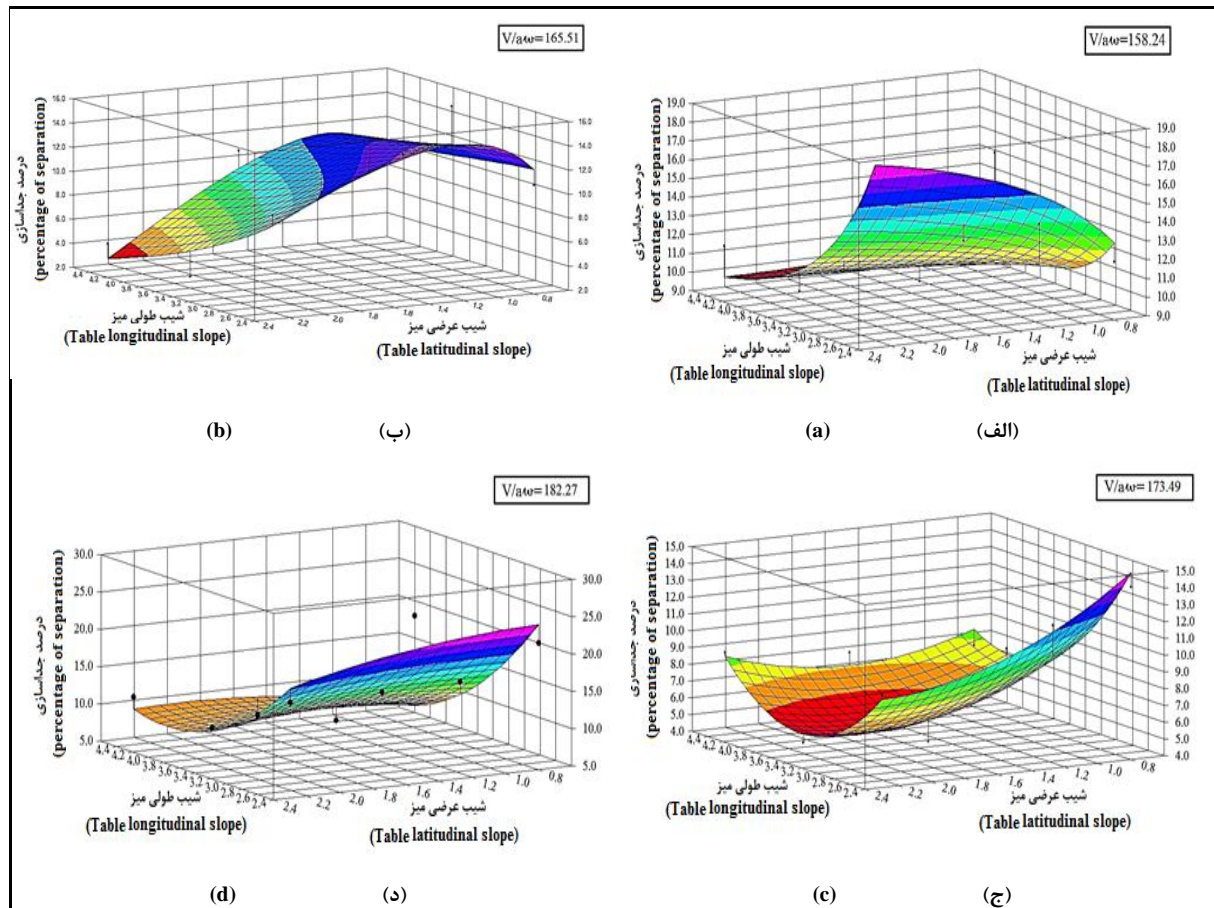
چپ میز در شکل ۲) و از این رو جریان هوای دمیده شده به سطح میز بدون برخورد با دانه‌ها از قسمت‌هایی از میز به بالا منتقل می‌شود که با مواد تغذیه شده پوشیده نشده است. نتایج یافته‌های این تحقیق با نتایج گزارش شده در مطالعات باقری و همکاران (Bagheri *et al.*, 2017a) درباره تعیین پارامترهای مؤثر دستگاه جداکننده ثقلی برای کمینه کردن ناخالصی موجود در توده دانه عدس همخوانی دارد. این محققان نشان دادند در مقدار پارامتر بدون بعد $\frac{V}{a\omega} = 171$ ، شیب عرضی میز ۱ درجه و شیب طولی میز ۲ درجه، جداسازی ناخالصی موجود در توده عدس به ۹۰/۲ درصد می‌رسد.

نتایج آزمایش‌ها برای تعیین درصد جداسازی یولاف وحشی از توده گندم برحسب تغییرات شیب عرضی و شیب طولی میز و در مقدار بدون بعد $\frac{V}{a\omega}$

جدول ۷ نشان می‌دهد که بهترین سرعت هوا و دامنه نوسان میز برای جداسازی یولاف موجود در توده گندم به ترتیب ۶ متر بر ثانیه و ۵ میلی‌متر است؛ در این شرایط، میزان جداسازی یولاف وحشی از توده گندم برابر ۷۰/۴۷ درصد است. مشاهده شد که در دامنه نوسان میز ۵ میلی‌متر، انتقال مواد روی سطح میز یکنواخت‌تر و آشفستگی حرکت مواد کمتر است و به همین علت شناورسازی یولاف وحشی روی دانه گندم بهتر صورت گرفته در نتیجه جداسازی با دستگاه افزایش یافته است. سرعت هوای ۶/۷۵ متر بر ثانیه نیز درصد جداسازی مشابهی را بدون اختلاف معنی‌دار نسبت به سرعت هوای ۶ میلی‌متر ارائه کرده است. دلیل اینکه در دامنه نوسان میز ۷ میلی‌متر مواد سبک روی مواد سنگین شناور نمی‌شوند آن است که قسمتی از سطح میز در این دامنه با مواد پوشیده نمی‌شود (قسمت‌های سمت

بالا در جدول ۸ می‌توان با معلوم بودن شیب طولی و شیب عرضی میز، درصد جداسازی یولاف وحشی را در مقادیر مختلف پارامتر بدون بعد $\frac{V}{a\omega}$ به دست آورد.

مختلف در شکل ۳ (الف تا د) نشان داده شده است. در جدول ۸، مدل‌های ریاضی درصد جداسازی یولاف وحشی از توده گندم مربوط به شکل‌های ۳ آورده شده است. از مدل‌های ریاضی با ضریب تبیین



شکل ۳- الف تا د: میزان جداسازی یولاف وحشی از توده گندم با تغییرات شیب عرضی میز و شیب طولی میز و در شرایط مقدار بدون بعد $\frac{V}{a\omega}$

Fig. 3- a to d: the rate of separation of wild oats from the bulk of wheat with changes in the Latitudinal slope of the table and the longitudinal slope of the table and in the case of the dimensionless value $\frac{V}{a\omega}$

بررسی شیب عرضی برای مقادیر $\frac{V}{a\omega}$ برابر با ۱۷۳/۴۹ و ۱۸۲/۲۷ تغییرات درصد جداسازی متفاوت است و با افزایش شیب عرضی درصد جداسازی کاهش می‌یابد. تغییرات این پدیده می‌تواند ناشی از تأثیر متقابل فرکانس نوسان میز بر شیب‌های طولی و عرضی و تأثیر آن بر درصد جداسازی باشد که باعث

در شکل ۳- الف نشان داده شده است که درصد جداسازی یولاف وحشی از توده گندم با افزایش شیب طولی افزایش می‌یابد، این تغییرات در بررسی تأثیر تغییرات شیب طولی بر درصد جداسازی برای مقادیر $\frac{V}{a\omega}$ برابر با ۱۶۵/۵۱ و ۱۸۲/۲۷ رونند مشابهی دارد؛ اما در

آشفتگی حرکت مواد روی سطح میز می‌شود، قسمت‌هایی از سطح میز با مواد پوشانده نمی‌شود، با خارج شدن هوای دمیده از این قسمت‌های میز شناورسازی مواد به درستی پیش نمی‌رود و در نتیجه جداسازی کاهش می‌یابد. باقری و همکاران (Bagheri *et al.*, 2017b) گزارش کردند در مقدار عدد بدون بعد $\frac{V}{a\omega}$ برابر با ۱۷۱، (فرکانس نوسان میز ۴۰۰ سیکل بر دقیقه، دامنه نوسان میز ۵ میلی‌متر و سرعت هوا ۵/۷ متر بر ثانیه) شیب عرضی میز یک درجه و شیب طولی میز ۲ درجه، بیشترین درصد جداسازی علف هرز شیرسگ از توده دانه عدس برابر با ۱۴/۲ درصد به دست آمده است.

جدول ۸- رابطه‌های رگرسیونی درصد جداسازی یولاف وحشی از توده دانه گندم در مقادیر مختلف پارامتر بدون بعد $\frac{V}{a\omega}$ بر حسب مقادیر شیب طولی و شیب عرضی میز

Table 8- Regression relationships Percentage of separation of wild oats from the bulk of wheat in different values of dimensionless parameter $\frac{V}{a\omega}$ according to the values of longitudinal slope and Latitudinal slope of the table

R^2	رابطه رگرسیونی (Regression relationship)	$\frac{V}{a\omega}$
0.851	$Y = 10.71 - \frac{45.17}{x_1} + \frac{9.21}{x_2} + \frac{184.73}{x_1^2} + \frac{1.33}{x_2^2} - \frac{44.9}{x_1 \times x_2}$	158.24
0.811	$Y = 2.57 + 33.02 \ln x_1 - 9.56 \ln(x_1)^2 - \frac{1.19}{x_2} + \frac{1.77}{x_2^2} - \frac{8.95}{x_2^3}$	165.51
0.887	$Y = 71.52 - (28.2 \times x_1) - (16.12 \times x_2) + (3.34 \times x_1^2) + (2.4 \times x_2^2) + (1.98 \times x_1 \times x_2)$	173.49
0.879	$Y = 98.45 - (40.85 \times x_1) - (4.15 \times x_2) + (4.34 \times x_1^2) - (1.68 \times x_2^2) + (2.42 \times x_1 \times x_2)$	182.27

در رابطه‌های بالا، Y درصد جداسازی یولاف وحشی از توده گندم، x_1 شیب طولی میز و x_2 شیب عرضی میز است.

In the above relationships, Y is the percentage of wild oats separation from wheat bulk, x_1 is the longitudinal slope of the table, and x_2 is the transverse slope of the table.

نوسان میز، شیب طولی میز، شیب عرضی میز، دامنه نوسان میز و سرعت هوا نشان می‌دهد که با افزایش فرکانس نوسان میز، درصد جداسازی یولاف وحشی از توده گندم ابتدا به میزان زیادی کاهش و پس از آن افزایش می‌یابد. به نظر می‌رسد در فرکانس ۴۱۵ سیکل بر دقیقه، آشفتگی حرکت مواد روی سطح میز بیشتر می‌شود و الگوی صحیح حرکت مواد روی سطح میز به دست نمی‌آید و این امر باعث کاهش جداسازی یولاف وحشی از توده گندم می‌شود. در این تحقیق همچنین مشخص شد که حداکثر جداسازی یولاف وحشی، با توجه به اثر متقابل عوامل در شیب طولی میز ۲/۵ درجه، شیب عرضی میز ۱/۵ درجه و فرکانس نوسان میز ۳۹۵ سیکل بر دقیقه، برابر ۳۶/۹۶۷ درصد است. از طرفی، فرکانس نوسان ۴۳۵ سیکل بر دقیقه و

نتیجه‌گیری

نتایج بررسی ویژگی‌های فیزیکی نمونه‌های گندم و یولاف وحشی نشان می‌دهد که چگالی توده، چگالی حقیقی، سرعت حد و میزان رطوبت اولیه نمونه‌های گندم و یولاف وحشی در سطح یک درصد با هم اختلاف معنی‌دار دارند. نتایج آزمایش برای تعیین ضریب اصطکاک استاتیکی گندم و یولاف وحشی روی سطوح آلومینیم، آهن، استیل و تخته سه‌لا همچنین نشان می‌دهد اثر متقابل نوع دانه در جنس سطح نیز در سطح یک درصد معنی‌دار است و بیشترین میزان ضریب اصطکاک استاتیکی برای گندم و یولاف وحشی سطح تخته سه‌لا و کمترین آن به ترتیب استیل و آهن برای گندم و یولاف وحشی است. نتایج آزمایش‌ها برای تعیین سطوح مناسب از عوامل متغیر در میز ثقلی شامل فرکانس

شیب‌های طولی و عرضی میز به ترتیب ۳/۵ و ۲/۲۵ شیب عرضی ۱/۵ درجه، فرکانس نوسان ۳۹۵ سیکل درجه با میزان جداسازی ۳/۲۳۳ درصد، کمترین مقدار جداسازی را دارد. بیشترین درصد جداسازی یولاف وحشی در شیب طولی ۲/۵ درجه، شیب عرضی ۱/۵ درجه، فرکانس نوسان ۳۹۵ سیکل بر دقیقه، سرعت هوای ۶ متر بر ثانیه و دامنه نوسان ۵ میلی‌متر برابر با ۷۰/۴۷ درصد به دست آمده است.

مراجع

- Anon. (1999). Moisture measurement-unground grains and seeds. *ASAE Standard 352.2*. American Society of Agricultural Engineering.
- Anon. (2018). Biodiversity: Agricultural biodiversity in FAO. Food and Agriculture Organization. Available at: <http://www.fao.org/biodiversity>.
- Araus, J. L., and Tapia, L. (1987). Photosynthetic gas exchange characteristics of wheat flag leaf and sheaths during grain filling. *Plant Physiology*, 85, 667-673.
- Bagheri, H., Rasekh, M., & Kianmehr, M. H. (2017a). Using of dimensional analysis to determine the parameters of gravity separator table device to minimize impurities in bulk lentils. *Journal of Agricultural Machinery*, 7(1), 247-259. (in Persian)
- Bagheri, H., Rasekh, M., & Kianmehr, M. H. (2017b). Study of properties of lentils and weed of *Euphorbia helioscopia* and the parameters affecting the separation that from lentils by gravity table separator. *Iranian Journal of Pulses Research*, 1(8), 33-44. (in Persian)
- Beyschlag, W., Barnes, P.W., Ryle, R., Caldwell, M. M., & Flint, S. D. (1990). Plant competition for light analyzed with a multispecies canopy model.II. Influence of photosynthetic characteristics on mixtures of wheat and wild oat. *Oecologia*, 82, 374-380.
- Carlson, H. L., & Hill, J. E. (1985). Wild oat competition with spring wheat: plant density effects. *Weed Science*, 33, 178-181.
- Chenari, M., Shahidzadeh, M., & Javadi, A. (2012). Evaluate the efficiency of wheat seed cleaning machines. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 14(2), 69-80. (in Persian)
- Dunan, C., & Zimdahl, R. L. (1991). Competitive ability of wild oats and barley. *Weed Science*, 39, 558-563.
- Ebrahimi, R., & Askari Asli Arde, E. (2015). *Evaluation of a pneumatic separator wheat. Proceedings of the 3rd International Conference on Modern Ideas in Agriculture, the Environment and Tourism*, Aug. 31. University of Mohaghegh Ardebili, Ardebil, Iran. (in Persian)
- Egbali, A., & Bargae, A. (2003). *Determination of the efficiency and evaluation of wheat seed seedlings in arid and semi-tropical regions. Proceedings of the 4th student Conference on Agricultural Machinery and Mechanization Engineering*. Agu. 23. University of Tabriz. Tabriz, Iran. (in Persian)
- Falconer, A. (2003). Gravity separation: Old technique/New methods. *Physical Separation in Science & Engineering*, 12(1), 31-48.

- Hamman, W. H. (1979). Field conformation of an index for predicting yield loss of wheat and barely due to wild oat competition. *Canadian Journal of Plant Science*, 59, 243-244.
- Hanson, J. F., & Jordan, L.S. (1982). Wild oat competition with wheat for nitrate. *Weed Science*, 30, 297-300.
- Martin, M. P., Field, L. D., & Field, R. J. (1987). Competition between plants of wild oat (*Avena fatua*) and wheat (*Triticum aestivum*). *Weed Research*, 27, 119-124.
- Muhammad, U. S., Abubakar, L. G., Isiaka, M., & Davies, R. M. (2013). Design and evaluation of a cleaning machine. *Applied Science Reports*, 1(3), 62-66.
- Rasekh, M., & Kashi, M. (2012). Some physical properties of *Avena fatua* and wheat (*Alvand Variety*). *Food Science and Technology*, 39(9), 107-116. (in Persian)
- Rasekh, M., Tavakoli, T., Firooz Abadi, B. and Kianmehr. M. H. (2005). Experimental studying of performance of gravity separator apparatus in separation of sunn Pest-Damaged wheat. *Journal of Food Science and Technology*, 2(3), 33-47. (in Persian)
- Rouzegar, M. R., Askari Asli-Arde, E., Abbaspour-Gilandeh, Y., & Khalifeh, A. A. (2013). Study effects of moisture content, feed rate and fan revolution on separation efficiency in a paddy laboratory winnower. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 5(21), 2576-2578.
- Simoniyani, K. J., & Yiljep, Y. D. (2008). Investigation grain separation and cleaning efficiency distribution of a conventional stationary rasp-bar sorghum thresher. *Agricultural Engineering International: the CIGR Journal*, X, 1-13.
- Tabatabaeefar, A. (2003). Moisturedependent physical properties of wheat. *International Agrophysics*, 17, 207-211.
- Zand, A., & Baghestani, M. A. (2002). Weeds resistant to herbicides. Mashhad University of Jihad. (in Persian)

Research Paper

The Effective Parameters on the Separation of Wild Oat (*Avena Fatua*) from Wheat Mass using a Gravity Separator

S. Agaazizi, M. Rasekh*, Y. Abbaspour Gilandeh and M. H. Kianmehr

*Corresponding Author: Associate Professor, Department of Biosystems Engineering, Faculty of Agricultural Technology and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran. Email: rasekh_ma@yahoo.com
Received: 2 April 2018, Accepted: 18 August 2019

Abstract

Wild oat (*Avena fatua*) is the most common weed of wheat fields. Given that the presence of even small amounts of wild oat in the wheat grain mass may lead to a sharp drop in the quality of flour produced, separation of wild oat from wheat will increase the purity of the seed and enhance the economic value of the crop. In present study, some physical properties of wheat and wild oat, including geometric properties, gravity properties, frictional properties and initial moisture content were determined. A gravity separator - equipped with some tools to adjust five parameters: air flow rate, frequency of oscillation, amplitude of oscillation, longitudinal slope and latitudinal slope of the table - was used to separate wild oats from wheat grain mass. The effects of these parameters were studied to achieve maximum separation of wild oat from wheat mass. Statistical analyses were performed in two factorial experiments in a completely randomized design. Also, using dimensional analysis, a dimensionless dimensional parameter $V/a\omega$ was obtained (where v is air speed, a is oscillation and ω is oscillation frequency), which was effective in evaluating the effect and reducing the number of parameters. The results showed significant differences (1%) in moisture content, mass and particle density, boundary velocity and interaction between grain type and friction surface between two grain types. Also, the results indicated that the maximum separation of wild oats from wheat (70.47%) was obtained when the air flow rate was 6 m/s, the oscillation was 5 mm, the oscillation frequency was 395 cycl/min., and the longitudinal slope and latitudinal slope were 2.5° and 1.5°, respectively.

Keywords: Degree of Purity, Dimensional Analysis, Frequency of Oscillation, Physical Properties, Weed

© 2020 Agricultural Mechanization and Systems Research, Karaj, Iran.

[This is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International \(CC BY 4.0 license\)](#)

