مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی/جلد ۱۴/ شماره ۲/سال ۱۳۹۲/ص ۸۰-۶۹

ارزیابی و تعیین بازده ماشین‌های بوجاری بذر گندم

محمد چناری*، مرتضی شهیدزاده و ارژنگ جوادی**

* نگارنده مسئول، نشانی: دزفول، کوی آزادگان، بلوار دانشگاه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول، تلفن: ۰۹۱۶۹۴۱۷۴۸۶، پیام‌نگار: m.chenari86@gmail.com

** به‌ترتیب کارشناس ارشد مکانیزاسیون کشاورزی؛ استادیار گروه مکانیزاسیون کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول؛ و دانشیار موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی کرج

تاریخ دریافت: ۹۰/۳/۱۲ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۱/۲/۱۶

چکیده

پس از برداشت گندم، بوجاری این محصول از ناخالصی‌ها برای تهیهٔ بذر، انبارکردن محصول، فرآوری و مصرف آن از ضروریات است. برای انتخاب نوع ماشین بوجاری که بیشترین ناخالصی‌ها را از نمونه‌های ارقام گندم پاک کند و دارای بازدهی بیشتر باشد، سه نوع ماشین بوجاری مختلف مورد آزمایش قرار گرفت تا عملکرد آن‌ها روی ارقام گندم شمال خوزستان بررسی شود. این سه ماشین عبارت‌اند از: ۱- ماشین بوجاری آرماشین (AR machine) مدل ۵۰۰۰ A.R.S، ساخت ایران؛ ۲- ماشین بوجاری کیمبریا (Cimbria)، ساخت دانمارک؛ و ۳- ماشین بوجاری گلدسات (Goldsaat)، مدل ۱۰۰ G.S ساخت آلمان. فرآیند بوجاری کردن در قالب آزمایش فاکتوریل یا طرح پایهٔ کاملاً تصادفی با چهار فاکتور: نوع ماشین (سه نوع)، میزان تغذیه (در دو سطح ۷۰ و ۹۵ درصد ظرفیت اسمی ماشین)، میزان باد (در سه سطح شرایط کاری تنظیم شده، کمتر و بیشتر از آن) و سه رقم بذر گندم (چمران، ویرینک و بهرنگ) با سه تکرار اجرا و پس از تجزیه و تحلیل داده‌ها، میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه شدند. اثر این عوامل بر بازده کل بوجاری بررسی شد. برای انتخاب الک مناسب، الک مبنا تعریف و بر همین اساس اندازه متاسب برای الک بالایی و پایینی با توجه به رقم گندم انتخاب و روی هر ماشین نصب شد. تحلیل نتایج آماری داده‌ها نشان داد هر چهار فاکتور اثر معنی‌داری بر بازده کل بوجاری دارند و مشخص شد که ماشین کیمبریا با بازده کل بوجاری ۸۶/۷۲ درصد دارای بیشترین بازده و ماشین‌های بوجاری گلدسات و آرماشین به ترتیب با ۸۱/۵۹ و ۸۰/۶۴ درصد بعد از آن قرار دارند. همچنین، جدا کردن ناخالصی‌ها از رقم بهرنگ با بازده بوجاری ۸۴/۳۱ درصد بهتر از ارقام چمران و ویرینک انجام گرفت. ضمناً مشخص شد که کاهش میزان تغذیه و همچنین افزایش میزان باد، باعث افزایش بازده کل بوجاری می‌شود.

واژه‌های کلیدی

آرماشین، الک، بازده کل، بذر گندم، بوجاری، کیمبریا، گلدسات

مقدمه

بذری برای کاشت متاسب است که دانهٔ علف هرز، سنگ‌ریزه، خاک، دانهٔ شکسته یا صدمه‌دیده نداشته باشد. بیشتر محصولات کشاورزی که از کشاورزان خریداری می‌شوند، ناخالص‌اند و قبل از به مصرف رساندن آن‌ها، به عنوان بذر یا در فرآیند تبدیل به مواد غذایی، باید تمیز شوند. با جداکردن بذر علف‌های هرز، از انتشار آن‌ها در مزرعه جلوگیری می‌شود. پاک‌سازی دانه مشکلاتی را که در زمان انبار کردن، انتقال، ذخیره‌سازی، خرید و فروش رخ می‌دهد کاهش خواهد داد (Wang *et al.*, 1994). گندم مهم‌ترین غله در جهان و یکی از منابع غذای اصلی انسان‌ها است که افزایش تولید آن با توجه به فصلی بودن و نیز ناهماهنگ بودن میزان مصرف با تولید، مستلزم ذخیره‌سازی است. میزان غلهٔ ذخیره شده یکی از

© 2015,The Author(s). Published by Agricultural Engineering Research Institute. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

شاخص‌های مهم امنیت غذایی محسوب می‌شود. به منظور رعایت شرایط مناسب و مطلوب ذخیره‌سازی، لازم است دانه گندم تمیز شود. محموله‌ای که حاوی ناخالصی کمتری است، شرایط مناسبی برای ذخیره‌سازی طولانی‌مدت دارد.

مشخصاتی که برای جداسازی مورد استفاده قرار می‌گیرد عبارتند از: اندازه، شکل، وزن مخصوص، بافت سطحی، سرعت حد، هدایت الکتریکی، رنگ و.... انواع زیادی از ماشین‌های بوجاری در دسترس است که از مشخصات فیزیکی فوق هم به طور جداگانه و هم به صورت ترکیبی برای تمیز کردن و بوجاری بذر گندم استفاده می‌کنند (Raymond, 1980). این تجهیزات شامل پاک‌کننده‌های غربال خشک، جداکننده‌های بر اساس وزن مخصوص، جداکننده‌های پنوماتیکی، سیلندرهای دندانه‌دار، جداکننده‌های نوسانی و... است. انتخاب ماشین بوجار مناسب، به دانه‌ای که تمیز می‌شود، مقدار ناخالصی‌ها در تودهٔ گندم و درجهٔ خلوص مورد نیاز بستگی دارد.

وانگ و همکاران (Wang *et al*., 1994) به منظور تعیین عملکرد تمیز کردن و امکان استفاده از ماشین‌های بوجاری برای گندم قرمز سخت زمستانه، گندم دوروم، جو، ذرت دندان اسبی و سویا، سه نوع متفاوت ماشین بوجاری آزمایشگاهی غلات را بررسی و پس از ارزیابی، مناسب‌ترین آن‌ها را انتخاب کردند.

در پژوهشی، ماشین بوجاری تخم گشنیز با ظرفیت ورودی ۲۹۱/۶ کیلوگرم در ساعت مواد پاک نشده و خروجی ۱۸۱/۹ کیلوگرم در ساعت دانه‌های پاک شده طراحی شد و پس از ساخت و آزمایش آن گزارش دادند که بازده تمیز کردن آن ۹۸ درصد است (Safarzadeh, 1994).

جیلانچی و همکاران (Jelanchi *et al*., 1998) ماشین بوجاری و ضدعفونی کنندهٔ غلات مجهز به سیستم جوگیر، ساخت شرکت رام قاسمی را مورد آزمایش قرار داده و این نتایج را به دست آوردند: متوسط خلوص بذر گندم به دست آمده در شرایط آزمایشی ۸۴ درصد؛ عملکرد دستگاه به طور متوسط ۱۴۵۱ کیلوگرم در ساعت؛ استحکام ماشین رضایت‌بخش؛ بدون بروز مشکل عمده در حین آزمایش؛ راه‌اندازی و تنظیمات ساده؛ و نکات ایمنی در دستگاه رعایت گردیده است.

در پژوهشی دیگر، بازده کل بوجاری ماشین‌های بوجاری رام ۲۰۰، رضایی رفسنجان (B.R.S ۱۵۰۰) و A.R.S ۵۰۰۰ به ترتیب ۷۳/۴۶، ۸۰/۰۶ و ۸۳/۹۱ درصد گزارش شده است؛ همچنین، اثر افزایش میزان تغذیه و میزان باد در هر یک از این ماشین‌ها بررسی شد و این نتیجه به دست آمد که در ماشین‌های A.R.S ۵۰۰۰ و رام ۲۰۰، افزایش میزان تغذیه منجر به افزایش معنی‌دار بازده کل بوجاری نمی‌شود ولی در ماشین رضایی رفسنجان افزایش میزان تغذیه در بازده کل بوجاری معنی‌دار است و تغییر در میزان باد تأثیر معنی‌داری بر بازده کل بوجاری ندارد (Eghbali, 2003).

در بررسی خواص آیرودینامیکی گندم (رقم کانادایی) این نتیجه به دست آمد که با افزایش میزان رطوبت از ۷ الی ۲۰ درصد، سرعت حد دانه از ۶/۸۱ الی ۸/۶۳ متر بر ثانیه به طور خطی تغییر می‌کند (Khoshtaghaza & Mehdizadeh, 2006).

در پژوهشی، از یک دستگاه جداکنندهٔ وزنی برای جداسازی یولاف وحشی از گندم استفاده شد. دستگاه مذکور دارای پنج پارامتر قابل تنظیم است: سرعت هوا، دامنه نوسان، فرکانس نوسان، شیب طولی و شیب عرضی میز که تأثیر این پارامترها برای حصول به حداکثر جداسازی یولاف از گندم مورد بررسی قرار گرفت. در آزمایش اول اثر سه پارامتر شیب طولی، شیب عرضی و فرکانس نوسان و در آزمایش دوم اثر دو پارامتر دیگر بررسی شد. نتایج این تحقیق نشان داد که در شیب طولی

۴ درجه، عرضی ۲ درجه، فرکانس نوسان ۴۵۰ سیکل بر دقیقه، سرعت هوای ۵/۷ متر بر ثانیه و دامنه نوسان ۷ میلی‌متر، بیشترین درصد جداسازی به دست می‌آید (Kashi *et al*., 2010).

مواد و روش‌ها

هدف اصلی پژوهش این است که بازده کل بوجاری بذر گندم در سه نوع ماشین بوجاری: ۱- آرماشین ایران مدل ۵۰۰۰ A.R.S با ظرفیت اسمی ۵۰۰۰ کیلوگرم در ساعت (m_1)، ۲- گلدسات[1] آلمان مدل G.S۱۰۰ با ظرفیت اسمی ۱۰۰۰۰ کیلوگرم در ساعت (m_3)، ۳- کیمبریا[2] دانمارک با ظرفیت اسمی ۱۵۰۰۰ کیلوگرم در ساعت (m_2) تعیین و مقایسه شده و مشخص گردد کدام ماشین بوجاری بیشترین ناخالصی‌ها را از نمونه‌های بذر ارقام گندم جدا می‌کند. در هر سه ماشین بوجاری آزمایش شده سیستم فن، پیش بوجاری، غربال‌های بوجاری و همچنین سیلندر دندانه‌دار به کار گرفته شده است، سیستمی که در آن از نیروی سانتریفوژ و اختلاف طول دانه یا ناخالصی‌ها، برای جداسازی استفاده می‌شود. تفاوت عمده بین ماشین‌ها تعداد جداسازهاست که در ماشین کیمبریا (بر خلاف دو ماشین دیگر) سه جداساز گرانشی[3] وجود دارد که برای جداسازی دقیق بذر و دانه بر اساس وزن مخصوص آن‌ها عمل می‌کند.

برای ارزیابی عملکرد هر ماشین با توجه به شناخت ساختمان، طرز کار ماشین و اصول جداسازی، تأثیر پارامترهای هر ماشین (شامل میزان باد، اندازه الک و میزان تغذیه در پاک‌کنندگی ناخالصی‌ها)، از بذر ارقام گندم آبی چمران (w_1)، ویریناک (w_2) و بهرنگ (w_3)، که بیشترین میزان مصرف را بین ارقام گندم در شمال خوزستان به خود اختصاص داده‌اند، استفاده شد.

به منظور بررسی اثر میزان تغذیه بر عملکرد هر نوع ماشین، دو سطح تغذیه معادل ۷۰ درصد ظرفیت اسمی (f_1) و ۹۵ درصد ظرفیت اسمی (f_2) با استفاده از کتابچهٔ راهنمای هر ماشین سطوح تغذیه انتخابی به صورت تئوری محاسبه شد. سپس با آزمایش عملی (تنظیم دریچهٔ ورودی میزان تغذیه و توزین مقدار گندم خروجی)، سطوح تغذیهٔ مورد نظر انتخاب و دریچهٔ ورودی در آن وضعیت‌ها علامت‌گذاری شد و پس از تثبیت، نمونه‌گیری لازم به عمل آمده است.

به منظور بررسی میزان باد بر عملکرد ماشین، سه سطح باد انتخاب گردید که سطح a_2 شرایط کاری تنظیم شدهٔ هر ماشین است و سطوح a_1 و a_3 میزان باد را به ترتیب در وضعیت کمتر و وضعیت بیشتر در شرایط کاری تنظیم شده نشان می‌دهد. در هر سه سطح باد در حالت کاری ماشین نمونه‌های لازم اخذ شد.

برای انتخاب الک مناسب برای هر رقم گندم، پس از بررسی‌های لازم روش الک مبنا (به کارگیری الک دستی- آزمایشی با روزنه‌های هم اندازه با الک استاندارد هر ماشین) تعریف و بر این اساس پس از آزمایش‌های عملی و بررسی وضعیت ناخالصی‌ها و گندم در زیر و روی الک، اندازهٔ مناسب برای الک بالایی برای ارقام چمران و ویریناک ۲۵×۳/۷۵ و برای رقم بهرنگ ۲۵×۴/۰۰ و اندازهٔ مناسب برای الک پایینی برای ارقام چمران و ویریناک ۲۵×۱/۸۵ و برای رقم بهرنگ ۲۵×۲/۰۰ (همه بر حسب میلی‌متر) تعیین شد؛ الک‌های هم اندازه نیز بر روی ماشین‌ها نصب و تنظیمات لازم انجام شد.

پس از سپری شدن زمان کافی جهت تثبیت وضعیت تنظیم شده، از بذر گندم ناخالص در حال بوجاری، نمونه‌های قبل از بوجاری و نمونه‌های بعد از بوجاری تهیه گردید. نمونه‌گیری طبق مقررات ایستا انجام شد. وزن هر نمونهٔ اولیه[4] بذر گندم حدود ۱۲۰۰ گرم و وزن نمونهٔ کاری ۱۲۰ گرم است (Sarmadnia, 1997) که برای تعیین

1- Goldsaat
2- Cimbria
3- Gravity Separator
4- Primary Sample

میـزان ناخالصـی‌هـا میـانگین ناخالصـی‌هـا در سـه نمونـه ۱۲۰ گرمی از نمونه اولیه معیار سنجش ناخالصی‌ها در نظر گرفته شد. با توجه به لـزوم دقـت در نمونـه‌گیـری و نیـز تطبیق هر نمونه قبل از ورود به ماشین با همان نمونه بعـد از خروج از ماشین، مدت زمان ورود تا خروج بذر گنـدم در هر نوع ماشین پـنج مرتبـه انـدازه‌گیـری شـد و میـانگین مدت زمان اندازه‌گیری شده مبنای مدت زمان نمونه‌گیـری قرار گرفت.

برای تعیین ترکیب ناخالصی‌ها در هر نمونه قبل و بعد از بوجاری، ناخالصی‌ها به پنج بخش تفکیـک شـدند: مـواد سبک وزن، مواد زائد، بذر سایر محصولات، بذر علـف‌هـای هرز و دانه‌های شکسـته و چروکیـده. بـرای تفکیـک ایـن پنج بخش، از الک با اندازه‌های مختلف روزنه استفاده شـد. سپس، ناخالصی‌های باقیمانـده در هـر بخـش و دانـه‌هـای سالم با دست جدا شدند تا بذرهای سالم و پاک جمع‌آوری و مشخص شوند. نکته قابل توجه ایـن‌کـه بـرای محاسـبه میزان ناخالصی بـذرهای جـو و علـف‌هـای هـرز در نمونـهٔ گندم، به دلیل پایین بودن وزن این بـذور و اهمیـت پـاک نمودن آن‌ها برای جلوگیری از انتشار آن‌ها در مزرعـه، بـه غیر از افت وزنی، لازم است تعداد آن‌هـا نیـز بـرای میـزان ناخالصی منظور گردد. بدین‌صورت کـه بـه ازای هـر پـنج عدد بذر علف هرز یا جـو در ۱۲۰ گـرم نمونـه، بایـد یـک درصد به مجموع ناخالصی‌های گندم افـزوده گـردد کـه در ایـن پـژوهش از ایـن دسـتورالعمل اسـتفاده شـده اسـت (Sarmadnia, 1997).

این پروژه به میزان تمام ناخالصی‌هایی کـه در مقابـل دانه‌های سالم قرار دارند می‌پردازد. بنابراین، تعاریف ارائـه شده از طریق ایستا که بذرهای شکسته، پوک و چروکیـده در زمره ناخالصی بذر گندم محسوب نمی‌شوند بـرای ایـن بخش از پروژه مناسب نیستند. در تحقیق حاضر بـا توجـه به این‌که ماشین‌های بوجاری مورد مطالعه بذرهای شکسته را از بذرهای سالم جدا می‌کنند از روش قوی استفاده شد. در روش قوی تنها بذرهایی خالص شـمرده مـی‌شـوند کـه بتوانند جوانه بزنند (Sarmadnia, 1997).

برای تعیین بازده کل بوجاری هر نوع ماشین، پـس از مشخص شدن تمـام ناخالصـی‌هـا در هـر نمونـهٔ ورودی و خروجی از رابطه ۱ استفاده شد (Wang *et al*., 1994):

$$\eta IMP = \frac{(IMP)_{\text{out}}}{(IMP)_{\text{in}}} \times 100 \ldots \qquad (۱)$$

که در آن،

η_{IMP} = بـازده کـل بوجـاری بـر حسـب درصـد؛ $(IMP)_{in}$ = مجموع تمام ناخالصـی‌هـای موجـود در نمونـهٔ قبل از بوجاری؛ $(IMP)_{out}$ = مجمـوع تمـام ناخالصـی‌هـای پاک شده بعد از بوجاری.

این تحقیق در قالب آزمایش فاکتوریل بـا طـرح پایـهٔ کاملاً تصادفی اجرا شد. با توجه به چهار فاکتور آزمایشـی شامل سـه نـوع ماشـین در دو سـطح میـزان تغذیـه، سـه سطح میـزان بـاد و سـه رقـم گنـدم و سـه تکـرار، جمعـاً ۵۴ تیمار و ۱۶۲ داده در آزمایش وجود دارد. از آن‌جا کـه کلیه داده‌ها برحسب درصد هستند جهت تبدیل آن‌هـا بـه توزیـع نرمـال از تـابع: $y=\text{Arc sin}\sqrt{x}$ اسـتفاده شـد (Yazdisamadi *et al*., 1998). بـا اسـتفاده از نـرم‌افـزار SPSS تجزیهٔ واریانس داده‌ها اجـرا شـد و میـانگین‌هـا بـا استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سـطح ۵ درصـد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

نتایج تجزیهٔ واریانس بازده کل بوجاری ارائـه شـده در جدول ۱ نشان می‌دهد کـه اثـر اصـلی نـوع ماشـین و اثـر متقابل نوع ماشین و میزان تغذیه و اثر اصلی میـزان بـاد و اثـر اصـلی رقـم گنـدم و اثـر متقابـل میـزان بـاد و رقـم گندم بر بازده کـل بوجـاری در سـطح ۱ درصـد معنـی‌دار اسـت. اثـر اصـلی میـزان تغذیـه و اثـر متقابـل نـوع

ماشین و میزان باد و همچنین اثر متقابل میزان تغذیه و میزان باد بر بازده بوجاری در سطح ۵ درصد معنی‌دار است و اثر متقابل سایر فاکتورها معنی‌دار نیست.

جدول ۱- تجزیه واریانس بازده کل بوجاری

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	مقدار F
نوع ماشین	۲	۳۴۵/۵۸	۷۰/۲۰**
میزان تغذیه	۱	۲۴/۶۳	۵/۰۰ *
نوع ماشین × میزان تغذیه	۲	۲۸/۰۱	۵/۶۹ **
میزان باد	۲	۳۵۰/۸۳	۷۱/۲۷ **
نوع ماشین × میزان باد	۴	۱۴/۲۷	۲/۹۰ *
میزان تغذیه × میزان باد	۲	۱۶/۰۳	۳/۲۶ *
نوع ماشین × میزان تغذیه × میزان باد	۴	۰/۴۱	۰/۰۸$^{n.s}$
رقم گندم	۲	۵۶/۲۶	۱۱/۴۳ **
نوع ماشین × رقم گندم	۴	۷/۴۲	۱/۵۱$^{n.s}$
میزان تغذیه × رقم گندم	۲	۵/۱۸	۱/۰۵$^{n.s}$
نوع ماشین × میزان تغذیه × رقم گندم	۴	۰/۷۴	۰/۱۵$^{n.s}$
میزان باد × رقم گندم	۴	۴۲/۲۴	۸/۵۸**
نوع ماشین × میزان باد × رقم گندم	۸	۶/۸۷	۱/۳۹$^{n.s}$
میزان تغذیه × میزان باد × رقم گندم	۴	۵/۲۲	۱/۰۶$^{n.s}$
نوع ماشین × میزان تغذیه × میزان باد × رقم گندم	۸	۲/۳۴	۰/۴۸$^{n.s}$
خطا	۱۰۸	۴/۹۲	-

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

ضریب تغییرات=۳/۵۱

تأثیر نوع ماشین بر بازده کل بوجاری

اثر اصلی فاکتور نوع ماشین با توجه به جدول ۱ در سطح ۱ درصد معنی‌دار است، یعنی نوع ماشین باعث افزایش معنی‌دار بازده کل بوجاری می‌شود (شکل ۱)، به طوری‌که ماشین کیمبریا (m_2) با میانگین ۸۶/۷۲ درصد بیشترین و آرماشین (m_1) با میانگین ۸۰/۶۴ درصد کمترین بازده بوجاری را دارند و ماشین گلدسات (m_3) دارای میانگین کل ۸۱/۵۹ درصد است.

هر سه ماشین مجهز به پیش بوجاری هستند که در ابتدای فرآیند بوجاری، ناخالصی‌ها شامل گرد و خاک، اجزای سبک، ناخالصی‌های درشت، سنگ و کلوخ را جدا می‌کند. بذر پس از تمیز شدن مقدماتی وارد ماشین بوجاری می‌شود. در سیستم پیش بوجاری ماشین کیمبریا، از تلفیق سیستم مکش هوا (شامل مکش اولیه و اصلی) و غربال‌های بوجاری (شامل طبقهٔ فوقانی و تحتانی)، استفاده می‌شود. در حالی‌که پیش بوجار در ماشین‌های گلدسات و آرماشین، شامل یک الک با دو توری و یک فن است.

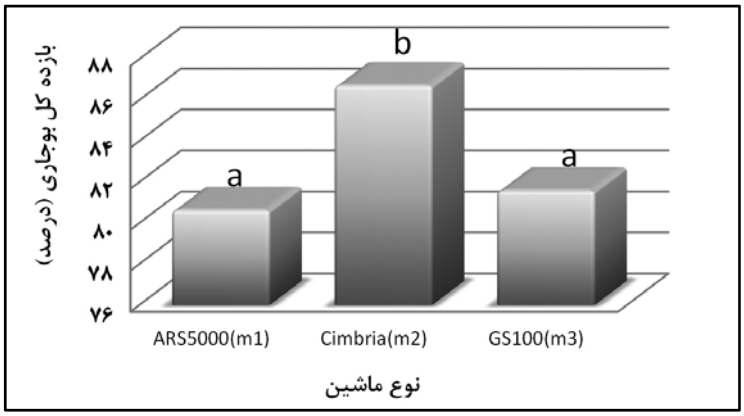
اندازهٔ حفرهٔ جداکنندهٔ طولی (سیلندر دندانه‌دار) که ناخالصی‌های با طول بیشتر (جو و یولاف) را تفکیک می‌کند در ماشین‌های گلدسات و آرماشین ۸ میلی‌متر، اما در ماشین کیمبریا ۸/۵ میلی‌متر است ولی اندازهٔ حفره در سیلندرهای خرده‌گیر و سیاه دانه‌گیر برای هر سه نوع ماشین ۴/۵ میلی‌متر است. سرعت دورانی در سیلندرهای دندانه‌دار ماشین‌های گلدسات و آرماشین ثابت و برابر ۱۲۵ دور در دقیقه ولی در ماشین کیمبریا بین ۶/۲ تا ۵۶ دور در دقیقه (بسته به میزان تغذیه) قابل تغییر است، بدین صورت که با افزایش میزان تغذیه، سرعت

دورانی باید کاهش یابد.

از دیگر تفاوت‌ها، همان‌طورکه گفته شد، این است که ماشین کیمبریا بر خلاف دو ماشین دیگر دارای سه جداساز گرانشی (میز گراویتی) است که این دستگاه قابلیت جداسازی بذرهای همسان را به روش وزنی دارد و می‌تواند بذرهای مخلوط ناخواسته را که از لحاظ ابعاد یکسان‌اند و در سیستم‌های غربالی جدا نشده‌اند تفکیک کند؛ همچنین، این دستگاه می‌تواند بذر سالم را از گونه‌های پوک و چروکیده جدا کند.

بازده کل بوجاری برای ماشین‌های مختلف از ۸۰/۴۶ تا ۸۶/۷۲ درصد اندازه‌گیری شده است. صفرزاده (Safarzadeh, 1998) راندمان تمیز کردن ماشین بوجاری تخم گشنیز با ظرفیت ورودی حدود ۲۹۱ کیلوگرم در ساعت را ۹۸ درصد گزارش نمود. جیلانچی و همکاران (Jelanchi *et al.*, 1998) خلوص گندم برای ماشین بوجاری (طرح پتکوس۲۰۰) را ۸۴ درصد گزارش نموده‌اند. اقبالی (Eghbali, 2003) بازده بوجاری در ماشین‌های رام ۲۰۰ و رضایی رفسنجان (B.R.S ۱۵۰۰) و A.R.S ۵۰۰۰ را به ترتیب ۷۳/۴۶، ۸۰/۰۶ و ۸۳/۹۱ درصد گزارش نمود. علت تفاوت در خلوص بذر و بازده کل بوجاری اندازه‌گیری شده در این تحقیق و نتایج گفته شده در تحقیقات مذکور را می‌توان در روش انتخاب تعیین خلوص بذر و روش محاسبهٔ خلوص بذر دانست.

در این تحقیق برای تعیین خلوص بذر از روش قوی ولی در تحقیق صفرزاده (Safarzadeh, 1998) از روش ایستا استفاده شده است. همچنین علاوه بر محاسبهٔ افت وزنی علف‌های هرز و جو، تعداد بذر علف‌های هرز و دانهٔ جو نیز منظور و به ازای هر ۵ عدد بذر علف هرز و یا دانهٔ جو در۱۲۰ گرم نمونه یک درصد به مجموع درصد ناخالصی‌ها افزوده شده است (در تحقیق اقبالی (Eghbali, 2003) فقط افت وزنی یعنی اندازه‌گیری وزن بذر علف هرز و دانهٔ جو و نسبت آن‌ها به وزن نمونه، معیار محاسبه این ناخالصی‌ها برای بذرگندم منظور گردیده است).

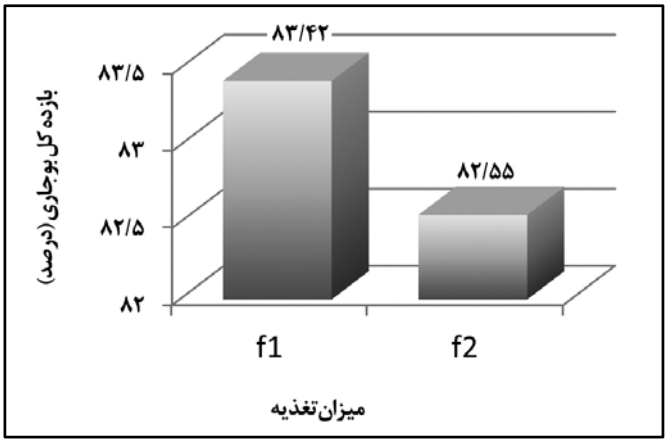


شکل ۱- اثر فاکتور نوع ماشین بر بازده کل بوجاری

تأثیر میزان تغذیه بر بازده کل بوجاری

طبق جدول ۱، اثر اصلی فاکتور میزان تغذیه بر بازده کل بوجاری در سطح ۵ درصد معنی‌دار است. همان‌طور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود، سطح اول میزان تغذیه (۷۰ درصد ظرفیت اسمی ماشین، f_1) دارای بازده کل بوجاری ۸۳/۴۲ درصد و سطح دوم میزان تغذیه (۹۵ درصد ظرفیت اسمی ماشین، f_2) دارای بازده کل بوجاری ۸۲/۵۵ درصد است. با کاهش میزان تغذیه، بازده کل بوجاری افزایش یافته است. با کاهش میزان تغذیه، احتمال عبور ریزدانه‌ها از الک بیشتر است و همچنین

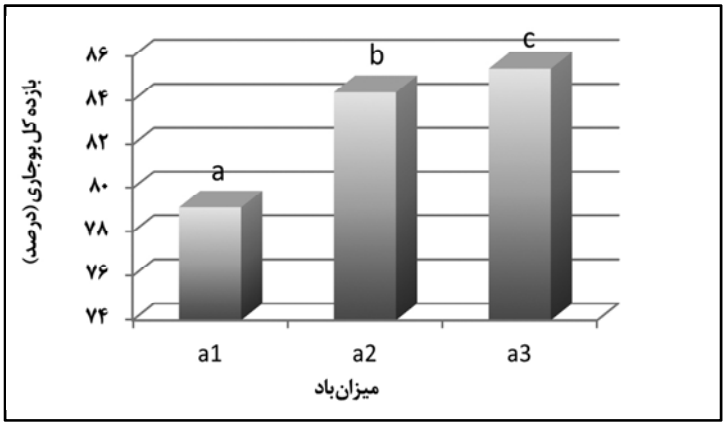
دانه‌های شکسته و دانه‌های جو و یولاف با فرصت بیشتر و راحت‌تر درون حفره‌های سیلندر دندانه‌دار قرار گرفته و از گندم جدا خواهند شد که در نهایت بازده کل بوجاری افزایش می‌یابد.



شکل ۲ - اثر فاکتور میزان تغذیه بر بازده کل بوجاری

تأثیر میزان باد بر بازده کل بوجاری

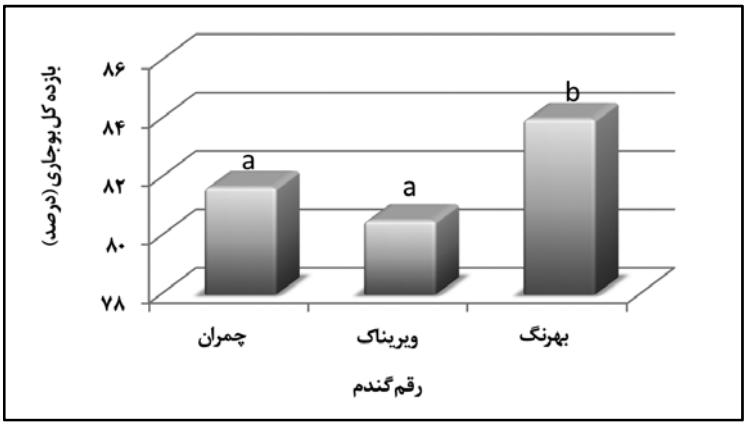
طبق جدول ۱، اثر اصلی فاکتور میزان باد بر بازده کل بوجاری در سطح ۱ درصد معنی‌دار است. همان‌طور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود، میزان باد کمتر از شرایط کاری تنظیم شده (a_1) با میانگین ۷۹/۱۲ درصد، کمترین بازده کل بوجاری را دارد. میزان باد در شرایط تنظیم شده (a_2)، دارای میانگین بازده بوجاری ۸۴/۳۸ درصد است ولی میزان باد بیشتر از شرایط تنظیم شده (a_3)، با میانگین ۸۵/۴۵ درصد دارای بالاترین بازده بوجاری است که احتمالاً علت آن را می‌توان بیشتر بودن سرعت باد در این سطح (a_3) از سرعت حد ناخالصی‌ها بیان کرد. اقبالی (Eghbali, 2003) گزارش داده است که تغییر میزان باد به طور کلی تأثیر معنی‌داری بر بازده کل بوجاری ندارد که علت آن را می‌توان نزدیکی دامنهٔ سطوح انتخابی باد دانست که دارای هم‌پوشانی هستند.



شکل ۳- اثر فاکتور میزان باد بر بازده کل بوجاری

اثر فاکتور رقم گندم بر بازده کل بوجاری

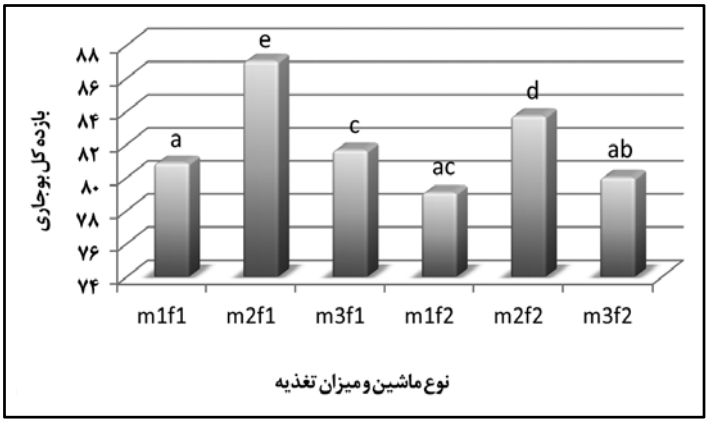
اثر اصلی فاکتور رقم گندم، با توجه به جدول ۱، در سطح ۱ درصد معنی‌دار است. بدین معنی که بازده کل بوجاری به رقم گندم بستگی دارد. خصوصیات اصلی که جداسازی بر پایهٔ آن‌ها قرار دارد، عبارت‌اند از: اندازه، شکل یا وضعیت هندسی و جرم مخصوص دانه؛ که با توجه به تفاوت وزن هزار دانه ارقام گندم، ابعاد و اندازه دانه و نیز وضعیت نسبی قرار گرفتن آن‌ها در هنگام عبور از سیستم الک‌ها و نیز محدوده تأثیر نیروی آئرودینامیکی که توسط دستگاه بادزن (فن) ایجاد می‌شود، باعث عکس‌العمل متفاوتی در عبور از روزنه‌های الک یا جداسازی به وسیله نیروی باد می‌شوند. شکل ۴ نشان می‌دهد که رقم بهرنگ (w_3) (متوسط وزن هزار دانه ۴۳/۷۵ گرم و میانگین رطوبتی ۶/۹۶ درصد) با دو رقم دیگر چمران (w_1) (متوسط وزن هزار دانه ۳۹/۲۷ گرم و میانگین رطوبتی ۷/۱۸ درصد) و ویریناک (w_2) (متوسط وزن هزار دانه ۳۴/۷۵ گرم و میانگین رطوبتی ۷/۴۰ درصد) در بازده کل بوجاری تفاوت معنی‌داری دارد. با توجه به تأثیر جرم در خواص آیرودینامیکی، احتمالاً می‌توان علت بالاتر بودن بازده بوجاری در رقم بهرنگ را وزن هزار دانه بالاتر این رقم دانست.



شکل ٤- اثر فاکتور رقم گندم بر بازده کل بوجاری

اثر متقابل فاکتورهای نوع ماشین و میزان تغذیه بر بازده کل بوجاری

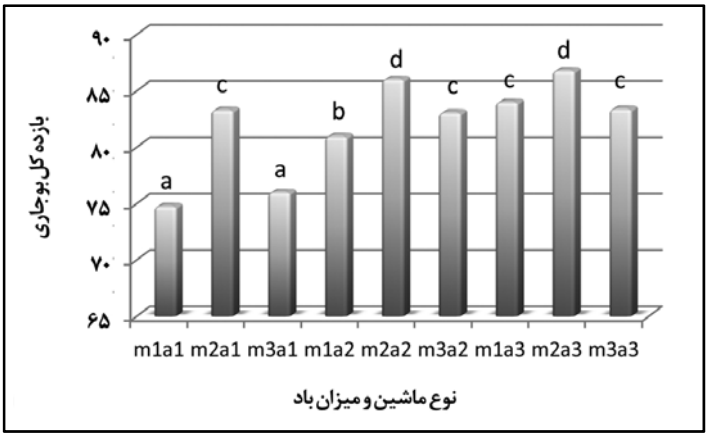
اثر متقابل دو فاکتور نوع ماشین و میزان تغذیه، با توجه به جدول ۱، بر بازده کل بوجاری در سطح ۱ درصد معنی‌دار است. همان‌طور که در شکل ۵ مشاهده می‌شود در ماشین‌های گلدسات (m_3) و کیمبریا (m_2) کاهش میزان تغذیه باعث افزایش بازده کل بوجاری شده ولی در آرماشین (m_1) تغییر در میزان تغذیه اثر معنی‌داری بر بازده بوجاری نداشته است. تفاوت بین آرماشین و گلدسات شاید به این دلیل است که آرماشین یک و گلدسات دو محفظهٔ غربال دارد و در هر دو ماشین یک سیستم پیش‌بوجار با یک حجم و اندازه تعبیه شده است. ولی دلیل کمتر بودن بازده بوجاری در ماشین کیمبریا در سطح دوم تغذیه (f_2) نسبت به سطح اول تغذیه (f_1)، احتمالاً می‌تواند کم بودن حجم و تعداد استوانه‌های شکسته‌گیر و جوگیر، با توجه به حجم بالای ظرفیت، باشد. اقبالی (Eghbali, 2003) گزارش نمود که در ماشین‌های A.R.S ۵۰۰۰ و رام ۲۰۰ افزایش میزان تغذیه منجر به افزایش معنی‌دار بازده کل بوجاری نشده ، ولی در B.R.S ۱۵۰۰ افزایش میزان تغذیه در بازده کل بوجاری ماشین معنی‌دار است.



شکل۵- اثر متقابل فاکتورهای نوع ماشین و میزان تغذیه بربازده کل بوجاری

اثر متقابل فاکتورهای نوع ماشین و میـزان بـاد بـر بازده کل بوجاری

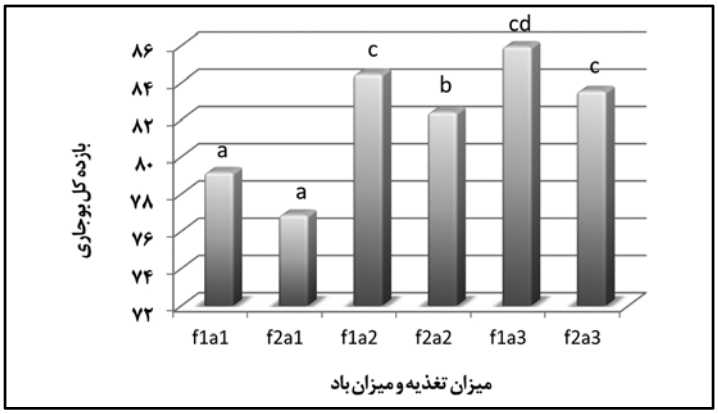
اثر متقابل فاکتورهای نوع ماشین و میزان بـاد، طبـق جدول ۱، بر بازده کل بوجاری در سطح ۱ درصد معنـی‌دار است. طبق شکل ۶، اثر سطوح مختلف باد بـر بـازده کـل بوجاری در هر سـه ماشـین معنـی‌دار اسـت. در هـر سـه ماشین در سطح باد کمتـر از شـرایط کـاری تنظـیم شـده (a_1) کمترین بازده بوجاری دیده می‌شود اما در آرماشـین (m_1) و سرعت باد بیشـتر از شـرایط کـاری تنظـیم شـده (a_3) بیشـترین بـازده بوجـاری بـه دسـت آمـده اسـت. در ماشـین‌هـای گلدسـات (m_3) و کیمبریـا (m_2) سرعت باد در شرایط کاری تنظیم شده (a_2) با سرعت باد بیشـتر از شـرایط کـاری تنظـیم شـده (a_3) تفـاوت معنـی‌داری در بـازده بوجـاری وجـود نـدارد کـه احتمـالا سرعت بـاد در سـطوح a_3 و a_2 در ایـن ماشـین بیشـتر از سـرعت حـد ناخالصـی‌هاسـت. از آن‌جـا کـه در سـطح باد بیشتر از شرایط کاری تنظیم شده (a_3)، گندم خـالص نیز ممکن است همراه ناخالصی‌ها وارد ضایعات گـردد، بـه نظر می‌رسد سطح باد در شرایط کاری تنظیم شـده (a_2) برای این دو ماشین بهتر است. با توجه به طراحی یکسـان در سیسـتم فـن‌هـا و همچنـین یکسـان بـودن قـدرت الکتروموتور نیرو دهنـده بـه فـن‌هـا (۲/۵ کیلـو وات) و بـا سرعت دورانی یکسان (۱۴۱۰ دور دقیقـه) دلیـل ایـن‌کـه آرماشین (m_1) و گلدسات (m_3) به ترتیب در سطح بـاد بیشتر از شرایط کاری تنظیم شده (a_3) و در سطح باد در شرایط کـاری تنظـیم شـده (a_2) دارای بـازدهی بـالاتری هستند عایق‌بندی بهتر هوا در محفظهٔ غربال‌ها در ماشـین گلدسات باشد.



شکل ٦- اثر متقابل نوع ماشین و میزان باد بر بازده کل بوجاری

اثر متقابل میزان تغذیه و میزان باد بر بازده کل بوجاری

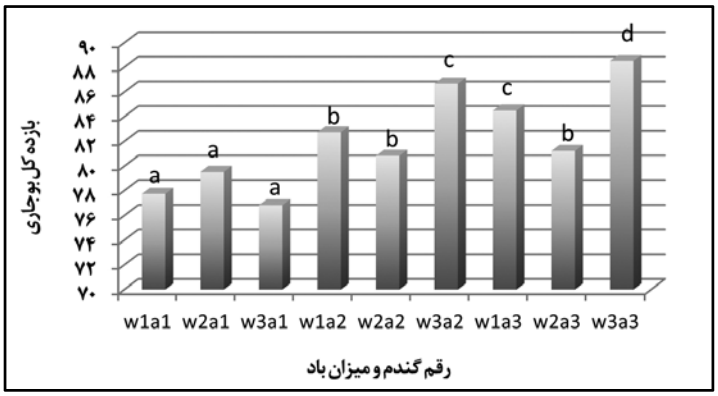
اثر متقابل دو فاکتور میزان تغذیه و میزان باد، طبق جدول ۱، بر بازده کل بوجاری در سطح ۵ درصد معنی‌دار است. همان‌طور که در شکل ۷ مشاهده می‌شود، هر دو سطح میزان تغذیه (f_1 و f_2) در سطح باد کمتر از شرایط کاری تنظیم شده (a_1)کمترین بازده کل بوجاری را دارند که دلیل آن احتمالاً کمتر بودن سرعت باد در سطح a_1 از سرعت حد ناخالصی‌هاست. در سطح اول میزان تغذیه (f_1)، هم با سرعت باد در شرایط کاری تنظیم شده (a_2) و هم با سرعت باد بیشتر از توصیه شده (a_3) تفاوت معنی‌داری در بازده کل بوجاری دیده نمی‌شود ولی در سطح دوم میزان تغذیه (f_2) با افزایش سرعت باد، از a_2 به a_3 بازده کل بوجاری افزایش می‌یابد که به نظر می‌رسد لازم است با افزایش میزان تغذیه، سرعت باد نیز افزوده شود.



شکل ۷- اثر متقابل فاکتورهای میزان تغذیه ومیزان باد بر بازده کل بوجاری

اثر متقابل میزان باد و رقم گندم بر بازده کل بوجاری

اثر متقابل میزان باد و رقم گندم، طبق جدول ۱، در سطح ۱ درصد معنی‌دار است. همان‌طور که در شکل ۸ مشاهده می‌شود، در ارقام چمران (w_1) و بهرنگ (w_3) با افزایش میزان باد، بازده کل بوجاری افزایش می‌یابد ولی در رقم ویریناک (w_2)، سرعت باد در شرایط کاری تنظیم شده (a_2) و سرعت باد بیشتر از شرایط کاری تنظیم شده (a_3) تفاوت معنی‌داری در بازده کل بوجاری ایجاد نمی‌کند که احتمالاً با توجه به نبود اختلاف معنی‌دار در میزان رطوبت ارقام گندم می‌توان علت آن را پایین بودن وزن هزار دانهٔ رقم ویریناک، نسبت به ارقام چمران و بهرنگ، بیان کرد.



شکل ۸- اثر متقابل فاکتورهای رقم گندم و میزان باد بر بازده کل بوجاری

نتیجه‌گیری

بازده کل بوجاری ماشین‌ها در سطح ۱ درصد تفاوت معنی‌دار دارند یعنی می‌توان گفت به احتمال ۹۹ درصد ماشین‌های بوجار دارای بازده کل متفاوتی هستند. ماشین کیمبریا با ۸۶/۷۲ درصد و آرماشین (A.R.S ۵۰۰۰) با ۸۰/۶۴ درصد به ترتیب بالاترین و پایین‌ترین بازده بوجاری را دارند، ماشین گلدسات (G.S۱۰۰) دارای بازده کل بوجاری ۸۱/۵۹ درصد است.

میزان تغذیه در سطح ۵ درصد تأثیر معنی‌داری بر بازده کل بوجاری دارد و کاهش میزان تغذیه باعث افزایش معنی‌دار بازده کل بوجاری می‌شود. میزان باد در سطح ۱ درصد تأثیر معنی‌داری بر بازده کل بوجاری دارد، افزایش میزان باد بیشتر از سرعت حد ناخالصی‌ها باعث افزایش بازده کل بوجاری می‌شود. اثر فاکتور رقم گندم بر بازده کل بوجاری در سطح ۱ یک درصد معنی‌دار است. یعنی بازده کل بوجاری به رقم گندم بستگی دارد. ناخالصی‌ها از رقم بهرنگ با بازده بوجاری ۸۴/۳۱ درصد بهتر از ارقام چمران و ویریناک، با بازده بوجاری به ترتیب ۸۲/۵۸ و ۸۲/۰۶ درصد، پاک می‌شود.

مراجع

Eghbali, A. 2003. The study of wheat impurities post harvesting in the cleaning machines. M. Sc. Thesis. Department of Agricultural Mechanization. Science and Research Branch. Islamic Azad University. Tehran. Iran. (in Farsi)

Jelanchi, K., Shivaie, A., Khalaj, M. and Kashi, S. M. 1998. Cleaning machine model petkus 200. Research Report. Agricultural Machinery Test Center. Iran. (in Farsi)

Kashi, M., Rasakh, M., Afkari, A., Kianmehr, M. and Gazor, H. 2010. Investigation gravity table of wheat seed. Proceedings of the 6th National Symposium on Mechanization and Agricultural Machinery. Sep. 15-16. Karaj. Iran. (in Farsi)

Khoshtaghaza, M. H. and Mehdizadeh, R. 2006. Aerodynamic properties of wheat kernel and straw materials. Proceedings of the 2nd National Symposium on Mechanization and Agricultural Machinery. Karaj. Iran. (in Farsi)

Raymond, G. 1980. Vegetable Seed Technology: A Technical Guide of Vegetable Seed Production, Processing, Storage and Quality Control. F. A. O.

Safarzadeh, D. 1998. Design and manufacturing method cleaning machine for club seed. M. Sc. Thesis. Department of Agricultural Machinary. University of Tehran. Tehran. Iran. (in Farsi)

Sarmadnia, D. 1997. Seed Technology. Jihad-Daneshgahi Pub. Mashhad. Iran. (in Farsi)

Wang, Y. J., Chung, D. S., Spillman, C., Eckhoff, S. R., Rhee, C. and Converse. H. 1994. Evaluation of laboratory grain cleaning and separating equipment-partI. Trans. ASABE. 37(2): 507-513.

Yazdisamadi, B., Rezai, A. and Valizadeh, M. 1998. Probability and Statistics. Tehran University Pub. Tehran. Iran. (in Farsi)

Journal of Agricultural Engineering Research/Vol.14/No.2/2013/P:69-80

Evaluation and Determination of Cleaning Machine Efficiency for Wheat Seed

M. Chenari*, M. Shahidzadeh and A. Javadi

* Corresponding Author: M. Sc. of Agricultural Mechanization Engineering, Department of Agricultural Machinary, Dezful Branch, Islamic Azad University, Dezful, Iran. E-mail: m.chenari86@gmail.com
Received: 2 June 2011, Accepted: 5 May 2012

Cleaning wheat of impurities post-harvest is necessary to prepare the wheat seed for storage, production, and consumption. This study investigated three machines to clean impurities from wheat samples with the greatest efficiency by wheat variety in northern Khuzestan province. The three cleaning machines were the A.R. S5000 (Iran), Cimbria (Denmark) and Goldsaat G.S.100 (Germany). The study was a completely randomized factorial design for machine type, amount of feed (70% and 95% of machine nominal capacity), airstream level (three levels) and wheat seed type (Chamran, Virinak, Behrang). The effect of these factors was studied on the total efficiency of the cleaning machines. The base sieve size was defined by wheat variety and installed as the upper and lower sieves every machine. The results of statistical analysis showed the Cimbia machine had the greatest cleaning efficiency (86.72%). The A.R. S5000 and Goldsaat had 80.64% and 81.59% total efficiency, respectively. The impurities in the Behrang variety were cleaned more efficiently (84.31%) than the Chamran and Virinak varieties. As the amount of feed decreased and the amount of airstream increased to terminal velocity the total efficiency of the cleaning increased.

Keywords: A.R. machine, Cimbria, Cleaning, Goldsaat, Sieve, Total efficiency, Wheat seed