Archive of SID

مهندسی زراعی (مجله علمی کشاورزی) جلد ۴۲ شماره ۱ بهار ۱۳۹۸

بررسی و ارزیابی سه نوع سیستم بوجاری گندم در شهرستان همدان

محمدرضا بختیاری [۱*] و قاسم اسدیان [۲]

۱- استادیار بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران

۲- استادیار بخش تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران

تاریخچه مقاله

دریافت:۱۳۹۷/۰۲/۰۶

پذیرش نهایی: ۱۳۹۷/۰۹/۲۷

کلمات کلیدی:

بذر گندم،

تلفات،

ماشین بوجاری،

درصد خلوص

* عهده دار مکاتبات

Email: ym_bakhtiyari@yahoo.com

چکیده

عملیات بوجاری از جمله فرآیندهای مهم برای افزایش درجه خلوص دانه‌هاست. تمیز کردن، اساسی‌ترین کار در یک ماشین بوجاری می‌باشد، که در آن ناخالصی‌ها از دانه‌های سالم جدا می‌شوند. در این پژوهش سه نوع سیستم بوجاری مختلف مورد بررسی قرار گرفت تا عملکرد آن‌ها بر روی بازده تمیزسازی بذر گندم آبی مورد مطالعه قرار گیرد. سیستم‌های بوجاری مورد نظر عبارت بودند از: ۱- ماشین بوجاری به همراه ماشین پیش بوجاری آر ماشین (R-Machine) مدل ARS5000 ساخت ایران، ۲- ماشین بوجاری به همراه ماشین پیش بوجاری رام صنعت (Ram-Sanat) مدل RAM200 ساخت ایران ۳- ماشین بوجاری به همراه ماشین پیش بوجاری گلدسات (Gold-Saat) مدل GS100S ساخت آلمان. در این پژوهش اثر سیستم‌های مختلف بوجاری بر فاکتورهای مهمی از قبیل: توانایی هر سیستم در میزان تمیزسازی بذر گندم و درصد تلفات دانه سالم در تمامی خروجی‌های مختلف هر سیستم (شامل ماشین‌های پیش بوجاری و بوجاری)، بررسی شد. به منظور تحلیل نتایج از طرح پایه کاملاً تصادفی استفاده شده و میانگین‌ها با آزمون دانکن مقایسه شدند. نتایج تحلیل آماری داده‌ها نشان داد که بین میانگین‌های درصد خلوص نهایی (بازده) هر یک از سیستم‌های بوجاری اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید و درصد خلوص نهایی همه آن‌ها بیش‌تر از ۹۸ درصد بود. نتایج نشان داد که میزان تلفات از خروجی استوانه مشبّک ماشین پیش بوجاری صفر بود ولی میزان تلفات گندم سالم برای سایر خروجی‌های هر سیستم (ماشین پیش بوجاری و ماشین بوجاری) در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. به علاوه کمترین میزان تلفات گندم به سیستم بوجاری رام صنعت تعلق داشت.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

گندم گیاهی است که اهمیت اقتصادی آن هم از لحاظ میزان تولید و هم از لحاظ تغذیه در دنیا بیش از سایر محصولات کشاورزی است (۱۱) و در حدود ۲۰٪ انرژی غذایی بشر را تامین می‌کند (۱ و ۱۹) گندم به عنوان یکی از محصولات اساسی کشاورزی دارای اهمیت ویژه‌ای بوده و تامین این محصول برای جوامعی مانند ایران که گندم جایگاه خاصی در الگوی تغذیه دارد به معنی ایجاد امنیت غذایی بوده و رفاه اجتماعی طبقات متوسط و ضعیف، شدیداً تحت تاثیر این محصول می‌باشد ولی تولید آن با تلفات بسیاری همراه است (۱۳ و ۲۱) دانه گندم در تمام نقاط دنیا جهت مصارف انسانی کاشته می‌شود و در زمان تمیز کردن و جدا کردن در حدود ۱۲-۸ درصد آن به تلفات یا ناخالصی‌های بوجاری گندم تبدیل می‌شود (۱۶).

ناخالصی‌های گندم شامل تلفات مفید و غیر مفید است که تلفات مفید شامل دانه‌های سالم، چروکیده و شکسته است که از الک‌های ۲ میلی‌متری عبور کرده‌اند و شامل ۸ درصد کل تلفات بوجاری گندم می‌باشد که در بازار به تلفات درجه یک بوجاری گندم نیز معروف است (۶ و ۱۶). تلفات بوجاری درجه یک گندم به علت متعادل بودن انرژی و مواد مغذی و دسترسی آسان و اقتصادی بودن آن می‌تواند در تغذیه طیور گوشتی، به کار رود و هزینه‌های تولید را کاهش دهد (۲). تلفات غیر مفید نیز شامل دانه‌های سالم، چروکیده، شکسته، باد زده، آرد شده گندم و سایر غلات و ناخالصی‌های دیگر شامل کاه و کلش و سنگ ریزه است که ۲ درصد تلفات بوجاری را تشکیل می‌دهد و در بازار به تلفات درجه دو بوجاری گندم نیز معروف است که بیشتر به عنوان خوراک دام در تغذیه گوسفندان به کار می‌رود (۶ و ۱۶).

مواد ناخواسته در طی فرآیند برداشت و حمل و نقل و فرآوری، وارد غلات شده که برای بالا بردن ارزش تجاری، باید این مواد حذف گردند، چرا که این ناخالصی‌ها در کیفیت آرد، نان و تولید ماکارونی تاثیرگذارند (۷). هم‌چنین تحقیقات نشان داده است که افزایش وزن هزار دانه بعضی محصولات، باعث افزایش درصد جوانه‌زنی آن‌ها نیز می‌شود (۹ ، ۱۰ و ۱۲). برای گندم نیز وزن هزار دانه بر طول گیاهچه و وزن گیاهچه تاثیر دارد (۱۴). لذا این مسئله ارزش بوجاری را بهتر نشان می‌دهد زیرا در بوجاری با کیفیت بالا، دانه های سالم از ناسالم جدا شده و میزان جوانه‌زنی‌ها هم افزایش می‌یابد. هم‌چنین قبل از خشک کردن و انبار کردن بذرها، باید آن‌ها را تمیز نمود، به این مرحله در اصطلاح آماده‌سازی بذر نیز گفته می‌شود (۱۴).

دریسزر و جیروبا[1] (۱۹۹۹)، مطالعه‌ای بر روی خسارات وارد شده توسط خرمن‌کوب و جدا کننده چند استوانه‌ای انجام دادند. هدف از انجام این پژوهش، تعیین میزان جدا سازی کاه و پوشال از دانه‌ها به وسیله یک جداکننده دورانی هشت استوانه‌ای بود. نتایج نشان داد که درجه جدا سازی کاه و پوشال با افزایش سرعت دورانی و کاهش اندازه دریچه‌های تغذیه افزایش می‌یابد. هم‌چنین نوع دانه، شکل و رطوبت آن‌ها نیز در درجه جدا سازی کاه و پوشال از دانه موثر می‌باشد. بر اساس این نتایج، حداقل خسارت در سرعت استوانه پایین‌تر از ۱۵ متر بر ثانیه رخ می‌دهد و هر چه تعداد استوانه‌های دوار بیش‌تر باشد، خسارت وارده نیز بیش‌تر خواهد بود. هم‌چنین مقاومت جو نسبت به گندم در مقابل صدمات مکانیکی در هنگام کوبش بیش‌تر می‌باشد (۵).

در تحقیقی که توسط چناری و همکاران[2] (۲۰۱۳) انجام پذیرفت، بازده سه نوع ماشین بوجاری آر ماشین[3] مدل ARS5000 ساخت ایران، کیمبریا[4] ساخت دانمارک و گلدسات[5] مدل GS100 ساخت آلمان بررسی و تعیین

1- Dreszer and Gieroba, 1999
2- Chenari *et. al.*
3- R-Machine
4- Cimbria
5- Gold-Saat

www.SID.ir

Archive of SID

گردید. نتایج نشان داد که ماشین بوجاری 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 (۴)

به طورکلی نوع بذر، مقدار بذور علف‌های هرز و ناخالصی‌های دیگر بر میزان تمیز سازی (خلوص) و میزان تلفات گندم در انتخاب یک سیستم بوجاری مناسب، موثر می‌باشد (۴). بنابراین هدف از اجرای این تحقیق، بررسی میزان تمیزسازی، میزان تلفات گندم و بازده کل از طریق ارزیابی سه نوع سیستم بوجاری گندم (شامل ماشین پیش بوجاری و ماشین بوجاری)، مربوط به سه شرکت آر ماشین، رام صنعت و گلدسات در شهرستان همدان می‌باشد. برای ارزیابی این سیستم‌ها، نمونه‌هایی از گندم بوجاری شده توسط شرکت‌های تولید بذر گواهی شده که گندم خریداری شده از کشاورزان در سطح استان همدان را بوجاری و تمیز می‌کردند، تهیه گردید. بنابراین با بررسی این نمونه‌ها، کارایی سیستم‌های بوجاری شرکت‌های سازنده ماشین‌های پیش بوجاری و بوجاری تعیین و با هم مقایسه شده‌اند.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی[1] بر روی سه نوع سیستم بوجاری مختلف و موجود در شرکت‌های تولید بذر گواهی شده در منطقه انجام گردید. در این آزمایش از ورودی‌ها و خروجی‌های هر سیستم بوجاری پنج نمونه (در پنج تکرار) تهیه و مورد مقایسه و ارزیابی قرار گرفت. در نهایت، مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن[2] انجام پذیرفت.

سیستم‌های بوجاری موجود در این تحقیق عبارت بودند از:

۱- ماشین بوجاری آر ماشین[3] مدل ARS5000 به همراه ماشین پیش بوجاری آر ماشین، ساخت ایران.

۲- ماشین بوجاری گلدسات[4] مدل GS100S به همراه ماشین پیش بوجاری گلدسات ساخت آلمان.

۳- ماشین بوجاری رام صنعت[5] مدل RAM200 به همراه ماشین پیش بوجاری رام صنعت ساخت ایران.

بنابراین تیمارهای آزمایش عبارتند از سه نوع سیستم بوجاری مختلف، به عنوان متغیرهای مستقل و متغیرهای وابسته عبارتند از میزان تلفات در خروجی‌های ماشین بوجاری (۷ مورد)، تلفات کل (۱ مورد) و میزان تمیزسازی ماشین پیش بوجاری و نهایی سیستم (۲ مورد)، که جمعاً ۱۰ مورد می‌باشند. بنابراین مطابق با جدول ۲ متغیرهای وابسته عبارتند از: الف- ماشین پیش بوجاری: ۱- درصد تلفات دانه سالم در قسمت مکش دوم ماشین پیش بوجاری ۲- درصد خلوص گندم خروجی در ماشین پیش بوجاری یا درصد تمیز سازی، ب- ماشین بوجاری: ۱- درصد تلفات گندم سالم در قسمت مکش اولیه ۲- درصد تلفات گندم سالم در قسمت رو سرندی الک بالایی ۳- درصد تلفات گندم سالم در قسمت زیر سرندی الک پایینی ۴- درصد تلفات گندم سالم در قسمت مکش نهایی ۵- درصد تلفات گندم سالم در قسمت جوگیر ۶- درصد تلفات گندم سالم در قسمت نیم‌دانه‌گیر، ج- سیستم بوجاری: ۱- درصد خلوص گندم خروجی (خلوص نهایی) ۲- درصد تلفات کل هر سیستم. بنابراین تعداد متغیرهای وابسته ۱۰ عدد می‌باشد.

1- Completely Randomized Design (CRD)
2- Duncan's Multiple Range Test (DMRT)
3- R-Machine
4- Gold-Saat
5- Ram-Sanat

www.SID.ir

Archive of SID

سایر مشخصات سیستم‌های بوجاری (شامل ماشین‌های بوجاری و پیش بوجاری) مورد استفاده در این پروژه در جدول(۱) و جدول (۲) خلاصه گردیده است. لازم به توضیح است که در این تحقیق جهت انجام آزمایش‌ها، سعی گردید که از کلیه شرکت‌های تولید بذر گواهی شده موجود در منطقه که از سیستم‌های بوجاری با سال ساخت جدیدتر، جهت بوجاری و تمیزسازی بذر گندم استفاده می‌کردند، نمونه گیری انجام شود.

جدول(۱) مشخصات سه نوع سیستم بوجاری مختلف، شامل ماشین‌های بوجاری و پیش بوجاری

Table (1) The characteristics of three different cleaning systems, containing pre-cleaning and cleaning machines

شرکت سازنده Product Company	ظرفیت کاری** با خلوص فیزیکی ۹۸٪ Practical Capacity with purity of 98% (تن در ساعت)	ظرفیت اسمی* با خلوص فیزیکی ۹۸٪ Theoritical Capacity with purity of 98% (تن در ساعت)		سال ساخت
	سیستم بوجاری (پیش بوجاری + بوجاری) Cleaning System	ماشین بوجاری Cleaning Machines	ماشین پیش بوجاری Pre-Cleaning Machines	
آر ماشین R-Machine	2.2	5	20	1382
رام صنعت Ram-Sanat	2.3	5	20	1380
گلدسات Gold-Saat	2.2	5	20	1982 (1361)

* ظرفیت اسمی، همان ظرفیت اعلام شده توسط شرکت یا کارخانه سازنده ماشین می‌باشد. این ظرفیت برای ماشین پیش بوجاری ۲۰ تن در ساعت و برای ماشین بوجاری ۵ تن در ساعت می‌باشد، چون این دو ماشین در یک سیستم و به دنبال هم کار می‌کنند، لذا عامل محدود کننده، ظرفیت ماشین بوجاری است که توانایی بوجاری ۵ تن در ساعت را دارد. اما شرکت‌های تولید بذر گواهی شده، به منظور دسترسی به بذر گواهی شده با درجه خلوص بالای ۹۸٪، ناچارند با سرعت کمتر و دقّت بالاتر بذور گندم را تمیزسازی نمایند. در نتیجه اجباراً از ظرفیت کمتر از ۵ تن در ساعت یعنی حدوداً ۲/۲ تن در ساعت ماشین‌های پیش بوجاری و ماشین بوجاری استفاده می‌کنند.

** ظرفیت کاری یا عملی: این ظرفیت توسط کاربر[1] برای رسیدن به درجه خلوص قابل قبول، برای ماشین بوجاری به صورت تجربی به دست آمده است و ماشین خود را به منظور دقّت بالای عملیات بوجاری، در این ظرفیت کاری تنظیم نموده است.

* Theoritical capacity is the same as reported by the manufacturing factory or company. This capacity is 20 tons per hour for pre-cleaning machine and 5 tons per hour for cleaning machine. Because these two machines work in one system, then the limiting factor is the capacity of cleaning machine that can handel up to 5 tons per hour. But certified seed companies, in order to have access to certified seed of higher purity of 98%, consequently, they are forced to use a capacity of less than 5 tons per hour, about 2.2 tons per hour, for the pre-cleaning machine and the cleaning machine. Working or practical.

** Capacity: this capacity has been empirically obtained by the user to achieve acceptable purity for a cleaner machine and has accurately adjusted its machine for this practical capacity in order to high capacity of the operation.

1- Operator

www.SID.ir

Archive of SID

جدول (۲) مشخصات ماشین‌های مختلف بوجاری

Table (2) Characteristics of various cleaning machines

آر ماشین (R-Machine)	رام صنعت (Ram-Sanat)	گلدسات (Gold-Saat)	واحد (Dimension)	مشخصات (Characteristics)
الف) ماشین پیش بوجاری (A. Pre-Cleaning Machines)				
1420	1440	1410	دور در دقیقه (rpm)	سرعت چرخش فن (Fan Revolution)
1410	1410	1410	دور در دقیقه (rpm)	سرعت چرخش استوانه مشبک (Meshed-Cylinder Revolution)
2 × 2	2 × 2	2 × 2	میلی‌متر (mm)	اندازه شبکه‌های استوانه مشبک (Meshed-Cylinder Meshes Sizes)
ب) ماشین بوجاری (B. Cleaning Machines)				
1450	1440	1450	دور در دقیقه (rpm)	سرعت چرخش فن (Fan Revolution)
200 × 130	200 × 130	200 × 130	دور در دقیقه (rpm)	ابعاد الک بالایی (Upper-Sieve Dimensions)
3.5	3.5	3.25, 3.5, 3.75, 4	میلی‌متر (mm)	اندازه شبکه‌های الک بالایی (Upper-Sieve Meshes Sizes)
130 × 200	130 × 200	130 × 200	سانتی‌متر (cm)	ابعاد الک پایینی (Lower-Sieve Dimensions)
2.0	2.25	2.0, 2.25, 2.5	میلی‌متر (mm)	اندازه شبکه‌های الک پایینی (Lower-Sieve Meshes Sizes)
ج) استوانه جوگیر (C. Barely Cleaning Cylinder)				
680	700	721	دور در دقیقه (rpm)	سرعت چرخشی (Revolution)
70	65	42	سانتی‌متر (cm)	قطر (Diameter)
315	300	190	سانتی‌متر (cm)	طول (Length)
5.0	5.0	5.0, 5.5	میلی‌متر (mm)	اندازه شبکه‌ها (Meshes Sizes)
د) استوانه نیم‌دانه‌گیر (D. Semi-Wheat Cleaning Cylinder)				
680	700	721	دور در دقیقه (rpm)	سرعت چرخشی (Revolution)
70	50	42	سانتی‌متر (cm)	قطر (Diameter)
315	200	190	سانتی‌متر (cm)	طول (Length)
5	5	4.0, 4.5	میلی‌متر (mm)	اندازه شبکه‌ها (Meshes Sizes)

معمولاً یک سیستم بوجاری کامل از پنج قسمت تشکیل شده است که عبارتند از: ۱- ماشین پیش بوجاری، ۲- ماشین بوجاری، ۳- استوانه‌های محفر یا حفره‌دار یا جداکننده[1] یا ترویرها[2] (استوانه‌های نیم‌دانه‌گیر و جوگیر) (۳)، ۴- واحد ضد عفونی کننده و

1- Separators
2- Trieurs or Separators

www.SID.ir

Archive of SID

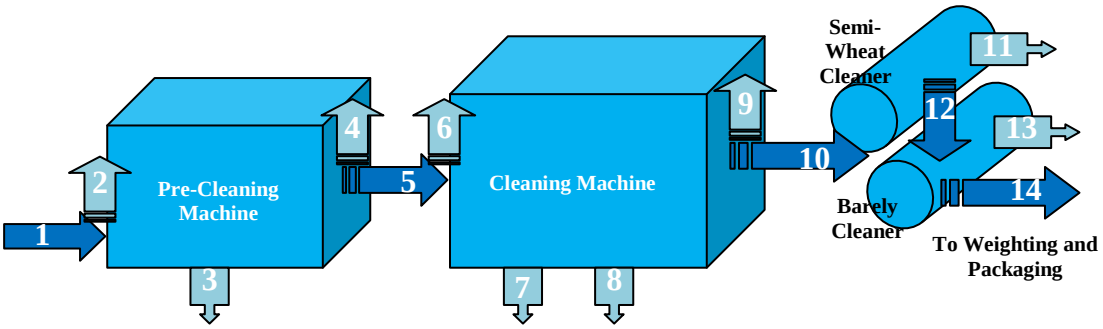
۵- واحد توزین و بسته‌بندی. معمولاً واحدهای ۴ و ۵ که در اکثر ماشین‌های بوجاری وجود دارد، تاثیری در تمیزسازی گندم ندارند. بنابراین نمونه گیری‌ها فقط در خروجی واحدهای ۱ تا ۳ انجام گردیده است. زیرا این قسمت‌ها در تمیز سازی و بوجاری گندم تاثیر داشته و ارزیابی ورودی و خروجی این قسمت‌ها ملاک عمل بوده است شکل(۱).

ماشین‌های پیش بوجاری شکل(۱) دارای یک ورودی (ورودی شماره ۱) و چهار خروجی (خروجی‌های شماره ۲، ۳، ۴ و ۵) بوده و ماشین‌های بوجاری شکل(۱) دارای یک ورودی (ورودی شماره ۵) و پنج خروجی (خروجی‌های شماره ۶، ۷، ۸، ۹ و ۱۰) می‌باشند. تعداد ورودی و خروجی ترویرها نیز هر کدام برابر با یک ورودی و دو خروجی (نیم‌دانه‌گیر: ورودی شماره ۱۰ و خروجی‌های شماره ۱۱ و ۱۲ و جوگیر: ورودی شماره ۱۲ و خروجی های شماره ۱۳ و ۱۴) می‌باشند. بنابراین ماشین‌هایی که ترکیبی از یک ماشین پیش بوجاری و یک ماشین بوجاری هستند شکل(۱)، شامل یک ورودی (ورودی شماره ۱) و دوازده خروجی (خروجی های شماره ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۳ و ۱۴) می‌باشند (باید توجه کرد که دانه‌های خارج شده از خروجی ۱۲ استوانه نیم‌دانه‌گیر مستقیماً وارد استوانه جوگیر می‌شود).

صفاتی که در این پژوهش اندازه‌گیری شدند، عبارتند از:

۱- **ظرفیت موادی اسمی یا تئوری بر حسب تن بر ساعت:** جهت تعیین ظرفیت تئوری از مشخصات موجود در کتابچه راهنمای ماشین استفاده شد و با ظرفیت کاری (عملی) مقایسه گردید. طبق کتابچه راهنما، این ظرفیت برای ماشین پیش بوجاری ۲۰ تن در ساعت و برای ماشین بوجاری ۵ تن در ساعت می‌باشد.

۲- **ظرفیت (کاری) موادی موثر ماشین بر حسب تن بر ساعت:** به منظور تعیین ظرفیت موثر ماشین از کرونومتر استفاده شد. در این روش، میزان بذور خروجی از هر سیستم در مدت زمان یک دقیقه، بر حسب کیلوگرم اندازه‌گیری شده و سپس بر حسب تن در ساعت بیان گردید (۱۸). این ظرفیت ۲/۲ تن در ساعت برای هر سیستم محاسبه گردید.



شکل(۱) شماتیکی از ورودی و خروجی‌های یک سیستم بوجاری
(شامل ماشین پیش بوجاری، ماشین بوجاری و استوانه‌های محفر (ترویرها))
Figure (1) A schematic of inputs and outputs of a wheat cleaning system
(containing of pre-cleaning and cleaning machines (Trieurs))

الف- ماشین پیش بوجاری (۱- ورودی و ۲ تا ۵- به ترتیب خروجی‌های مکش اول، استوانه مشبّک، مکش دوم و خروجی ماشین پیش بوجاری)، ب- ماشین بوجاری (۵- ورودی و ۶ تا ۱۰- به ترتیب خروجی‌های مکش اولیه، رو سرندی الک بالایی، زیر سرندی الک پایینی، مکش نهایی و خروجی ماشین بوجاری)، ج- ترویرها: ۱- نیم‌دانه‌گیر (۱۰- ورودی و ۱۱ و ۱۲- خروجی)، ۲- جوگیر (۱۲- ورودی و ۱۳ و ۱۴- خروجی)

www.SID.ir

Archive of SID

۳- **درصد وزنی دانه‌های سالم گندم قبل از انجام عملیات بوجاری (به عنوان شاهد):** ابتدا پنج نمونه ۵۰۰ گرمی به صورت تصادفی قبل از انجام عملیات بوجاری به عنوان شاهد انتخاب شد (۱۸). سپس دانه‌های سالم از ناخالص به روش دستی و همچنین با استفاده از ماشین بوجاری آزمایشگاهی، جدا شده و با استفاده از رابطه ۱ درصد وزنی دانه‌های خالص محاسبه گردید (۲۰). مسلماً با این عمل، درصد ناخالصی گندم ورودی به سیستم‌های بوجاری از طریق تفریق درصد خلوص از عدد ۱۰۰ نیز تعیین می‌گردید:

$$\%Net = \frac{W_n}{W_t} \times 100 \qquad (۱)$$

که در آن: $\%Net$ درصد وزنی دانه‌های سالم گندم، W_n وزن دانه‌های سالم گندم و W_t وزن کل نمونه می‌باشد.

۴- **درصد وزنی دانه‌های سالم گندم بعد از انجام عملیات بوجاری در تمام خروجی‌ها:** با نمونه گیری از خروجی‌های سیستم‌های بوجاری (ماشین پیش بوجاری و ماشین بوجاری) مختلف، هر کدام در پنج تکرار (اندازه هر نمونه ۵۰۰ گرم می‌باشد)، دو متغیر الف- درصد وزنی دانه‌های سالم از رابطه ۱ و ب- میزان تلفات گندم سالم با استفاده از رابطه ۲ در ظرفیت‌های کاری مختلف، برای تمام خروجی‌های ماشین پیش بوجاری و ماشین بوجاری به تفکیک، محاسبه گردید (۲۰).

۵- **بازده ماشین بوجاری:** بازده کل (درصد خلوص نهایی) ماشین‌های بوجاری از روش قوی (۱۸) و با استفاده از رابطه ۳ تعیین گردید (۲۰ و ۲۲).

$$\%Loss = \frac{W_{nl}}{W_t} \times 100 \qquad (۱)$$

که در آن: $\%Loss$ درصد وزنی تلفات گندم سالم در هر خروجی، W_{nl} وزن دانه‌های سالم تلف شده گندم و W_t وزن کل نمونه می‌باشد.

$$\%\eta = \frac{G_{out}}{G_{in}} \times 100 \qquad (۳)$$

که در آن: $\%\eta$ بازده کل بوجاری بر حسب درصد، G_{out} مجموع تمام ناخالصی‌های موجود در نمونه قبل از بوجاری و G_{in} مجموع تمام ناخالصی‌های پاک شده بعد از بوجاری می‌باشد.

نتایج و بحث

مقایسه میانگین‌های درصد صفات ورودی و خروجی‌های سیستم‌های بوجاری مختلف، شامل ماشین پیش بوجاری و ماشین بوجاری، به روش دانکن در سطح احتمال ۵٪ در جدول ۳ درج گردیده است.جدول(٤) درصد تلفات هر قسمت از ماشین‌های مختلف بوجاری (پیش بوجاری و بوجاری) را نسبت به تلفات کل نشان می‌دهد. بر این اساس ملاحظه می‌گردد که کل تلفات ماشین بوجاری آر ماشین، گلدسات و رام صنعت به ترتیب ۴/۳۷، ۶/۰۴ و ۲/۹۷ درصد می‌باشد که بیش‌ترین مقدار تلفات کل به ماشین گلدسات و کمترین آن به رام صنعت تعلق دارد.

الف- ماشین پیش بوجاری:

ورودی (تغذیه)

نتایج مقایسه میانگین‌ها، برای ورودی اولیه سیستم‌های بوجاری مختلف در جدول (۳) بیان شده است. همان‌طور که از این جدول مشهود است، اختلاف معنی‌داری بین میزان ناخالصی گندم ورودی به هر سه سیستم بوجاری وجود ندارد. بنابراین ورودی هر سه سیستم تقریباً با هم یکسان هستند (درصد خلوص گندم ورودی حدوداً ۷۷/۵ درصد می‌باشد) و اگر اختلافی بین فاکتورهای اندازه‌گیری حاصل گردد، نشان دهنده بازده هر سیستم می‌باشد. لازم به توضیح است که این گندم با این درجه خلوص، توسط تولید کننده (کشاورزان) به شرکت‌های تولید بذر گواهی شده به منظور بوجاری گندم، تحویل داده شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول (۳) مقایسه میانگین‌های درصد صفات هر قسمت از سیستم‌های بوجاری به روش دانکن (شامل ماشین پیش بوجاری و ماشین بوجاری)

Table (3) . The analysis of means of different parts of cleaning systems by Duncan's method (Containing cleaning and pre-cleaning machines)

صفات اندازه‌گیری شده در سیستم‌های مختلف بوجاری Parameters of different cleaning systems		ماشین‌های بوجاری Cleaning Machines		
		آر ماشین R-Machine	رام صنعت Ram-Sanat	گلدسات Gold-Saat
الف- ماشین پیش بوجاری (A. Pre-Cleaning Machine)	درصد ناخالصی گندم ورودی Input Wheat Impurity Percentage	23.790 a	22.597 a	22.257 a
	درصد خلوص گندم ورودی Input Wheat Purity Percentage	76.210 a	77.403 a	77.743 a
	درصد تلفات دانه سالم در قسمت مکش دوم ماشین پیش بوجاری Losses Percentage in Second Suction of Pre-Cleaning Machine	4.077 b	17.487 a	0.943 c
	درصد خلوص گندم خروجی Output Wheat Purity Percentage	89.783 a	82.073 c	89.140 b
	درصد تمیز سازی Cleaning Percentage	13.573 a	4.667 b	11.397 a
ب- ماشین بوجاری (B. Cleaning Machine)	درصد تلفات گندم سالم در قسمت مکش اولیه Losses Percentage in Primary Suction	60.280 a	3.747 c	43.050 b
	درصد تلفات گندم سالم در قسمت رو سرندی الک بالایی Losses Percentage in Top of Upper Sieve	61.917 a	16.373 b	5.823 c
	درصد تلفات گندم سالم در قسمت زیر سرندی الک پایینی Losses Percentage in Below of Downer Sieve	40.160 b	2.733 c	56.960 a
	درصد تلفات گندم سالم در قسمت مکش نهایی Losses Percentage in Finally Suction	84.673 a	27.683 c	57.133 b
	درصد تلفات گندم سالم در قسمت جوگیر Losses Percentage in Barely Cleaning Part	90.303 b	98.960 a	98.787 a
	درصد تلفات گندم سالم در قسمت نیم‌دانه‌گیر Losses Percentage in Semi-Wheat Cleaning Part	26.073 b	21.337 c	32.917 a
ج- سیستم بوجاری (ترکیب ماشین‌های پیش بوجاری و بوجاری) C. Cleaning System (Pre-Cleaning and Cleaning Machine Combination)	بازده کل (درصد خلوص نهایی گندم خروجی) Total Efficiency (Final Purity Percentage of Output Whet)	98.933 a	99.243 a	99.013 a
	درصد تلفات کل Total Losses Percentage	4.373 b	2.967 c	6.037 a

میانگین‌هایی که در هر ردیف دارای حروف لاتین متفاوت می‌باشند، از نظر آماری بر پایه آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

Means in the same rows followed by different letters are significantly different at 5% level by DMRT.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول(٤) مقایسه میانگین‌های درصد تلفات هر قسمت از ماشین‌های بوجاری نسبت به تلفات کل (شامل ماشین پیش بوجاری و ماشین بوجاری)

Table (4) Comparing means of different parts of cleaning systems to the total losses by Duncan's method (Containing cleaning and pre-cleaning machines)

صفات	واحد	ماشین‌های بوجاری		
		آر ماشین	گلدسات	رام صنعت
الف- ماشین پیش بوجاری (A. Pre-Cleaning Machine)				
درصد تلفات دانه سالم در قسمت مکش دوم ماشین پیش بوجاری Losses Percentage in Second Suction of Pre-Cleaning Machine	درصد	0.050 b	0.010 c	0.223 a
ب- ماشین بوجاری (B. Cleaning Machine)				
درصد تلفات گندم سالم در قسمت مکش اولیه Losses Percentage in Primary Suction	درصد	0.720 a	0.513 b	0.053 c
درصد تلفات گندم سالم در قسمت رو سرندی الک بالایی Losses Percentage in Top of Upper Sieve	درصد	0.740 a	0.080 b	0.210 c
درصد تلفات گندم سالم در قسمت زیر سرندی الک پایینی Losses Percentage in Below of Downer Sieve	درصد	0.478 b	0.683 a	0.037 c
درصد تلفات گندم سالم در قسمت مکش نهایی Losses Percentage in Finally Suction	درصد	1.027 a	0.843 a	0.273 b
درصد تلفات گندم سالم در قسمت جوگیر Losses Percentage in Barely Cleaning Part	درصد	1.053 b	3.153 a	1.917 b
درصد تلفات گندم سالم در قسمت نیم‌دانه‌گیر Losses Percentage in Semi-Wheat Cleaning Part	درصد	0.303 b	0.753 a	0.257 b
ج- ماشین‌های پیش بوجاری و بوجاری (C. Pre-Cleaning and Cleaning Machine)				
درصد تلفات ماشین پیش بوجاری (Losses Percentage in Pre-Cleaning Machine)	درصد	0.050 b	0.010 c	0.223 a
درصد تلفات ماشین بوجاری (Losses Percentage in Cleaning Machine)	درصد	4.323 b	6.027 a	2.743 c
درصد تلفات کل (Total Losses Percentage)	درصد	4.373 b	6.037 a	2.967 c

میانگین‌هایی که در هر ردیف دارای حروف لاتین متفاوت می‌باشند، از نظر آماری بر پایه آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

Means in the same rows followed by different letters are significantly different at 5% level by DMRT.

مکش اول ماشین پیش بوجاری

در این قسمت فقط گرد و خاک و مواد خیلی سبک نظیر کاه گرفته می‌شود. لذا تلفات گندم سالم در این قسمت وجود نداشت. بنابراین در جدول تجزیه و تحلیل آماری و مقایسه میانگین‌ها ذکر نشده است.

استوانه مشبّک

نتایج بررسی‌ها حاکی از این بود که در این قسمت از ماشین پیش بوجاری، تلفات دانه سالم برای هر سه ماشین

www.SID.ir

Archive of SID

پیش بوجاری مختلف صفر بوده است. در این قسمت فقط مواد درشت نظیر سنگ، کلوخه و یا تکه‌های چوب و پارچه از بذور گرفته می‌شود. بنابراین میزان تلفات گندم سالم در قسمت استوانه مشبّک نیز در جدول تجزیه و تحلیل آماری و مقایسه میانگین‌ها ذکر نشده است.

مکش دوم ماشین پیش بوجاری

نتایج مقایسه میانگین‌ها برگرفته از آزمون دانکن برای قسمت مکش ماشین‌های پیش بوجاری مختلف در جدول (۳) بیان کننده اختلاف معنی‌دار برای ماشین‌های پیش بوجاری مختلف می‌باشد. بیش‌ترین تلفات دانه برای قسمت مکش ماشین پیش بوجاری رام صنعت مشاهده شده است. از آن جایی که تنظیمات قسمت‌های مختلف ماشین‌های بوجاری، تلفیقی از تجربه کاربر و بر اساس توصیه کارخانه سازنده می‌باشد، این اختلاف می‌تواند به دلیل ساختار ماشین بوجاری در قسمت سیستم مکش و دریچه‌های آن و تنظیمات مربوطه باشد که به منظور اطمینان از تمیز سازی بذر در نظر گرفته شده است. بر اساس این جدول، بیش‌ترین مقدار تلفات دانه سالم در بین ضایعات جدا شده در قسمت مکش ماشین پیش بوجاری به ترتیب برای ماشین رام صنعت، آر ماشین و گلدسات به دست آمده است.

خروجی ماشین پیش بوجاری

با توجه به جدول (۳) می‌توان اظهار داشت که ماشین پیش بوجاری آرماشین، گلدسات و رام صنعت به ترتیب ۱۳/۵۷٪، ۱۱/۴۰٪ و ۴/۶۷٪ از لحاظ تمیزکنندگی عمل کرده‌اند که این خود به تنظیمات مناسب‌تر ماشین‌های پیش بوجاری و یا ساختار ماشین‌ها مرتبط است. هر چند بین آر ماشین و گلدسات اختلاف معنی‌داری (در سطح احتمال ۵٪) مشاهده نشده است.

ب- ماشین بوجاری:

تلفات دانه سالم در قسمت مکش اولیه ماشین بوجاری

جدول (۳) مقایسه بین میانگین‌های میزان تلفات دانه سالم در ماشین‌های مختلف بوجاری به روش دانکن را نشان می‌دهد. این جدول نشان می‌دهد، اختلاف معنی‌داری بین میزان تلفات در سه نوع ماشین بوجاری وجود دارد. میزان تلفات گندم سالم در قسمت مکش اول ماشین‌های بوجاری آرماشین، گلدسات و رام صنعت به ترتیب به میزان ۶۰/۲۸٪، ۴۳/۰۵٪ و ۳/۷۵٪ می‌باشد که توسط این ماشین‌ها به ضایعات بوجاری تبدیل شده است و در ماشین بوجاری آر ماشین و گلدسات چشم‌گیر است که این به میزان مکش باد آن بستگی دارد. با کم کردن میزان مکش و یا تنظیم دریچه‌های آن تا حدودی می‌توان از این تلفات جلوگیری نمود اما کم کردن بیش از حد مکش نیز می‌تواند دانه‌های سبک، پوک و بذور علف‌های هرز را به خروجی نهایی منتقل کرده که مانع رسیدن به بذر گواهی شده با درصد خلوص بالاتر از ۹۸٪ می‌شود.

تلفات دانه سالم در قسمت رو سرندی الک بالایی ماشین بوجاری

جدول(۳) مقایسه میانگین‌ها، میزان تلفات دانه سالم در سه نوع ماشین مختلف را نشان می‌دهد. با توجه به جدول مذکور، به ترتیب تلفات دانه سالم در ماشین آر ماشین، رام صنعت و گلدسات (تقریباً ۶۲٪، ۱۶٪ و ۶٪) می‌باشد. تلفات زیاد دانه سالم در الک بالایی شاید به علت گرفتگی شبکه‌های آن باشد که آن نیز به علت عدم کارایی صحیح توپک‌های زیر الک بالایی و یا کم بودن تعداد آنها بوده که در باز کردن شبکه‌های الک بالایی و ناتوانی در تمیز کردن آن‌ها رخ داده است. این امر مانع عبور دانه‌های سالم گندم شده و باعث افزایش میزان تلفات گندم در قسمت رو سرندی الک بالایی گردیده است. در ماشین بوجاری آر ماشین تقریباً ۶۲٪ از تلفات را گندم سالم تشکیل داده است. میزان این تلفات می‌تواند با طراحی جدید توسط کارخانه سازنده اصلاح گردد.

www.SID.ir

Archive of SID

تلفات دانه سالم در قسمت زیر سرندی الک پایینی ماشین بوجاری

مقایسه میانگین میزان تلفات دانه سالم در قسمت الک زیری ماشین بوجاری در جدول (۳) نشان داده شده است. به ترتیب ماشین بوجاری گلدسات، آر ماشین و رام صنعت، تقریباً ۵۷٪، ۴۰٪ و ۳٪ از تلفاتشان را در الک زیری، دانه سالم تشکیل می‌دهد. در این قسمت هم تمیز بودن الک زیری در کاهش تلفات کارساز می‌باشد. وجود تعداد متعادل توپک‌ها در زیر این الک، برای تمیزکردن آن لازم است و به همین منظور تعداد مورد نیاز توسط کارخانه سازنده برای هر ماشین در نظر گرفته شده است.

تلفات دانه سالم در قسمت مکش نهایی ماشین بوجاری

مکش نهایی در ماشین بوجاری، ذرات سبک را از دانه‌های گندم جدا می‌کند. چرا که خاصیت فیزیکی وزن هر ذره بیشتر تحت تاثیر مکش است. نتایج مقایسه میزان تلفات دانه سالم در قسمت مکش نهایی در ماشین بوجاری در جدول (۳) آمده است. همان‌طور که دیده می‌شود. به ترتیب ماشین بوجاری آرماشین، گلدسات و رام صنعت بیش‌ترین تلفات دانه سالم به میزان تقریباً ۸۵٪، ۵۷٪ و ۲۸٪ از خروجی مکش نهایی را دارا می‌باشند. برای کاهش درصد تلفات، می‌توان با تنظیم دقیق‌تر میزان دریچه باد (میزان شدت مکش) و یا میزان سرعت چرخشی پنکه، تا حدی از این تلفات جلوگیری کرد. کم کردن بیش از حد مکش نیز مواد سبک‌تر از دانه‌های سالم، نظیر دانه‌های پوک و بذور علف‌های هرز را به خروجی نهایی منتقل خواهد کرد که مانع رسیدن به بذر گواهی شده با درصد خلوص بیش از ۹۸٪ می‌شود.

تلفات دانه سالم در قسمت جوگیر ماشین بوجاری

جدول (۳)، مقایسه میانگین‌های میزان تلفات دانه سالم در قسمت جوگیر ماشین بوجاری را نشان می‌دهد. به ترتیب ماشین بوجاری رام صنعت، گلدسات و آر ماشین به میزان ۹۸/۹۶٪، ۹۸/۷۹٪ و ۹۰/۳۰٪ از تلفات خروجی جوگیرهایشان گندم سالم می‌باشد. لازم به یادآوری است که اگر چه درصد تلفات دانه سالم در جوگیرها در یک نمونه ۵۰۰ گرمی حدوداً ۹۹٪ بود، اما درصد تلفات این واحد نسبت به تلفات کل، ۳/۱۵٪ محاسبه گردید جدول (۴). لازم به ذکر است که بیش‌ترین میزان تلفات در ماشین‌های بوجاری مربوط به قسمت جوگیرها می‌باشد و این بدلیل شباهت بیش‌تر گندم‌ها به جو بوده که میزان تلفات آن را زیاد می‌کند و این حاکی از آن است که در قسمت جوگیرها (ترویرها)، دانه‌های سالم و درشت گندم به جای جو تشخیص داده می‌شوند و وارد ضایعات می‌شوند. اگر اختلافی هم در میزان تلفات وجود دارد به ساختار ماشین‌های بوجاری بر می‌گردد. زیرا کلیه تنظیمات قسمت‌های مختلف ماشین‌های بوجاری بر اساس توصیه کارخانه سازنده صورت گرفته است. این موضوع می‌تواند تفاوت بین ماشین‌های بوجاری را نشان دهد و دلیل ارزیابی ماشین‌های بوجاری نیز وجود این تفاوت‌هاست تا مناسب‌ترین آنها از لحاظ میزان تلفات گندم سالم تعیین گردد.

تلفات دانه سالم در قسمت نیم‌دانه‌گیر ماشین بوجاری

جدول (۳)، مقایسه میزان تلفات دانه سالم در قسمت نیم‌دانه‌گیر ماشین بوجاری را نشان می‌دهد. میزان تلفات دانه سالم برای قسمت نیم‌دانه‌گیر ماشین بوجاری گلدسات تقریباً ۳۳٪ ، برای آر ماشین ۲۶٪ و برای رام صنعت ۲۱٪ مشاهده می‌شود. زیادی این تلفات می‌تواند به سبب بزرگ بودن دندانه‌های استوانه دندانه‌دار نیم‌دانه‌گیر باشد که دانه‌های سالم را نیز به همراه خود به

www.SID.ir

Archive of SID

قسمت ضایعات حمل می‌کند که این به ساختمان ماشین بوجاری بستگی دارد.

ج- خروجی نهایی سیستم بوجاری:
بازده کل (درصد خلوص دانه تمیز شده)

مهم‌ترین قسمت در فرآیند بوجاری گندم برای رسیدن به گندم گواهی شده با خلوص بیش از ۹۸٪، قسمت خروجی نهایی سیستم بوجاری است که توسط کارشناسان ثبت و گواهی بذر مورد سنجش و ارزیابی قرار می‌گیرد. با توجه به جدول (۳)، اختلاف بین مقادیر خلوص برای خروجی‌های سیستم‌های بوجاری مختلف، غیر معنی‌دار بوده است. چون این قسمت توسط کارشناسان ثبت و گواهی بذر نمونه برداری می‌شود، لذا برای تمام سیستم‌های بوجاری، همه مقادیر خلوص نهایی بذر باید بالای ۹۸٪ باشد تا تایید گردد، در غیر این صورت بذر آن‌ها گواهی نمی‌شود. بنابراین کاربران شرکت‌های تولید بذر گواهی شده، اجباراً با قبول درصدی تلفات در واحدهای مختلف سیستم‌های بوجاری، از طریق استفاده از ظرفیت کمتر از ظرفیت اسمی توصیه شده توسط کارخانه سازنده، سیستم‌های بوجاری را طوری تنظیم می‌کنند که به خلوص بالای ۹۸٪ برسند. این عمل با تنظیم دقیق واحدهای مختلف سیستم‌های بوجاری، کاهش سرعت و ظرفیت کاری هر سیستم انجام می‌گردد. مسلماً برای این منظور، در میزان تلفات هر سیستم اختلاف معنی‌داری بوجود می‌آید که این میزان تلفات در هر سیستم بیان کننده کارایی هر سیستم می‌باشد و قابل توصیه خواهد شد. بنابراین نتایج نهایی بازده کل (درصد خلوص) همه سیستم‌ها نزدیک به هم بوده است و از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری بین آنها مشاهده نگردید. طوری که نتایج برای هر سه نوع ماشین بوجاری یکسان بوده و تقریباً بازده (خلوص) بالای ۹۸ درصد، را دارا است اما بین میزان تلفات و کارایی هر سیستم اختلاف معنی‌داری وجود دارد.

صفرزاده[1] (۱۹۹۳) بازده تمیز کردن ماشین بوجاری تخم گشنیز با ظرفیت ورودی حدود ۲۹۱ کیلوگرم در ساعت را ۹۸ درصد گزارش نمود (۱۷). جیلانچی و همکاران[2] (۱۹۹۷) خلوص گندم برای ماشین بوجاری (طرح پتکوس ۲۰۰) را ۸۴ درصد گزارش نموده است (۸). بر اساس آزمایش مرکز تست ماشین‌های کشاورزی سال ۱۳۶۹، خلوص بذر گندم برای ماشین بوجاری مدل ARS5000 حدود ۹۸/۵ درصد گزارش گردیده است.

نتیجه‌گیری

نتایج تحلیل آماری داده‌ها نشان داد که هر کدام از ماشین‌های بوجاری دارای خلوص بالای ۹۸٪ می‌باشند. اما بر اساس محاسبات، بین درصد تلفات کل آنها اختلاف معنی‌داری وجود داشت، طوری که تلفات کل در سیستم بوجاری گلدسات، آر ماشین و رام صنعت به ترتیب ۶/۰۴، ۴/۳۷ و ۲/۹۷ درصد می‌باشد که کم‌ترین میزان تلفات به سیستم بوجاری رام صنعت تعلق داشت.

1- Safarzadeh
2- Jilanchi *et. al.*

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

1. Ahmadi, A., Yazdi Samadi, B., and Zargarnataj, J. 2004. The effects of low temperature on seed germination and seedling physiological traits in three winter wheat cultivars. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources, 11 (2): 117-126. (in Persian)

2. Alipanah, A. and Saki, A. A. 2004. Effect of wheat screening in broiler performance. in First Congress of Animal Science and Aquaculture Country. Buali Sina University. Hamedan. (in Persian)

3. Anonymous. 2001. Workmanship of seed cleaning machine ARS5000 model: R-Machine Company, Iran.

4. Chenari, M., Shahidzadeh, M., and Javadi, A. 2013. Evaluation and determination of cleaning machine efficiency for wheat seed. Journal of Agricultural Engineering Research, 14 (2): 69-80. (in Persian)

5. Dreszer, K.A. and Gieroba, J. 1999. Mechnical damage to grain in multidrum threshing and separation sets. Int. Agrophysics, 13: 73-78.

6. Golian, A. and Parsaei, C. 1996. The use of wheat grain screen in the nutrition of laying hens. Iranian Journal of Agricultural Science, 27 (3): 105-114. (in Persian)

7. Hall, C. W., and Davis, D. C. 1979. Processing equipment for agricultural products. AVI Publishing Co., Inc. Westport, Connecticut.

8. Jilanchi, K.A.A., Shivaei Khalaj, M., and Kashfi, S.M. 1997. Cleaning machine and antiseptic Petkus 200 model: Center of Agricultural Machine Test in Karaj. (in Persian)

9. Jorge, M.H.A. and Ray, D.T. 2005. Germination characterization of guayule seed by morphology, mass and, X-ray and analysis. Industrial Crops and Products, 22 (1): 59-63.

10. Khan, M.L. 2003. Effects of seed mass on seedling success in Artocarpus heterophyllus L. a tropical tree species of north- east India. Acta Oecologica, 25 (1): 103-110.

11. Khodabande, N. 1993. Cereals. Tehran University Press.

12. Malcolm, P.J., Holford, P., McGlasson, W., and Newman, S. 2003. Temperature and seed weight affect the germination of peach rootstock seeds and the growth of rootstock seedlings. Scientia Horticulturae, 98 (3): 247-256.

13. Mcclafferty, B. 2000. Ensuring food security in Egypt: Food subsidy, income generation and market reform, cairo Egypt. Food Policy, 25(2): 219-224.

14. McDonald, M., B. and Copeland, L. 1997. Seed production: Principles and practices. International Thomson Publishing, New York.

www.SID.ir

Archive of SID

15. Moshatati, A. and Gharineh, M. H. 2012. Effect of grain weight on germination and seed vigor of wheat. International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 4 (8): 458-460.

16. Rajabzadeh, N. 2000. Foundations technology of cereals. Tehran University Press. (in Persian)

17. Safarzadeh, D. 1993. Design and manufacturing method of the coriander seed sorter. Buali Sina University. Hamedan. Iran. (in Persian)

18. Sarmadnia, D. 1997. Seed technology. Jihad-Daneshgahi Pub. Ashhad. Iran. (in Persian)

19. Shewry, P. R. 2009. Wheat. Journal of Experimental Botany, 60 (60): 1537-1553.

20. Simonyan, K.J. and Yiljep, Y.D. 2008. Investigating grain separation and cleaning efficiency distribution of a conventional stationary rasp-bar sorghum thresher. Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal Manuscript, (1): 1-13.

21. Zareei, S., and Abdollahpour, S. 2016. Simulation of neuro-fuzzy model for optimization of combine header setting. Journal of Agricultural Machinery, 6 (2), 406-416. (in Persian)

22. Wang, Y. J., Chung, D. S., Spilman, C., Eckhoff, S. R., Rhee, C. and Converse. H. 1994. Evaluation of laboratory grain cleaning and separating equipment. Part 1. Trans of the ASABE, 37 (2): 507-513.

www.SID.ir