

نشریه فنی ۸

اصول فنی کاربرد ماشین‌های بوجاری برای فرآوری بذر گندم

حمیدرضا گازر



بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

نشریه فنی:

اصول فنی کاربرد ماشین‌های بوجاری برای
فرآوری بذر گندم

تهیه و تدوین:

حمیدرضا گازر

عضو هیئت علمی مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

سال انتشار:

۱۴۰۲



وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی



نوع نوشتار: نشریه فنی
عنوان نوشتار: اصول فنی کاربرد ماشین‌های بوجاری برای فرآوری بذر گندم
نگارنده: حمیدرضا گازر
ویراستار: محمدرضا داهی
صفحه‌آرا: شبنم جباری
طراح جلد: سمیه وطن‌دوست
ناشر: مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی
شمارگان: محدود
نوبت چاپ: اول
سال انتشار: ۱۴۰۲



مسئولیت صحت مطالب با نگارنده است.

شماره ثبت ۶۴۲۵۵ در مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع‌رسانی کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی به تاریخ ۱۴۰۲/۰۷/۰۹

مخاطبان نشریه:

کلیه تولید کنندگان و کارخانه‌داران فرآوری بذر گندم در کشور

هدف‌های آموزشی:

شما خوانندگان گرامی در این نشریه با:

- ماشین‌های پیش بوجاری و بوجاری
- ضرورت کاربرد ماشین‌های پیش بوجاری و بوجاری در فرآوری بذر گندم
- اصول کارکرد و تنظیمات ماشین‌های پیش بوجاری و بوجاری برای فرآوری بذر گندم
- اشکالات احتمالی و راه‌حل‌های رفع مشکل در ماشین‌های پیش بوجاری و بوجاری برای فرآوری بذر گندم

آشنا خواهید شد.

فهرست مطالب

شماره صفحه	عنوان
۱	مقدمه
۱	معرفی و اهمیت کاربرد ماشین پیش بوجاری
۴	اصول کار ماشین پیش بوجاری
۵	قسمت‌های ماشین پیش بوجاری
۱۲	تنظیمات ماشین پیش بوجاری
۱۳	الزام‌های اپراتوری ماشین پیش بوجاری
۱۴	ضایعات در ماشین پیش بوجاری
۱۶	راندمان تمیز کردن ماشین پیش بوجاری
۱۶	انرژی ویژه مصرفی ماشین پیش بوجاری
۱۷	نکات فنی حایز اهمیت در به کارگیری ماشین پیش بوجاری
۱۸	عیب‌یابی و رفع اشکال در ماشین پیش بوجاری
۲۰	معرفی و اهمیت کاربرد ماشین بوجاری
۲۳	اصول کار ماشین بوجاری
۲۴	قسمت‌های ماشین بوجاری
۳۱	تنظیمات ماشین بوجاری
۳۳	الزام‌های اپراتوری ماشین بوجاری
۳۴	ضایعات در ماشین بوجاری
۳۶	راندمان تمیز کردن ماشین بوجاری

شماره صفحه	عنوان
۳۶	انرژی ویژه مصرفی ماشین بوجاری
۳۷	نکات فنی حایز اهمیت در به کارگیری ماشین بوجاری
۳۸	عیب‌یابی و رفع اشکال در ماشین بوجاری
۴۰	فهرست منابع

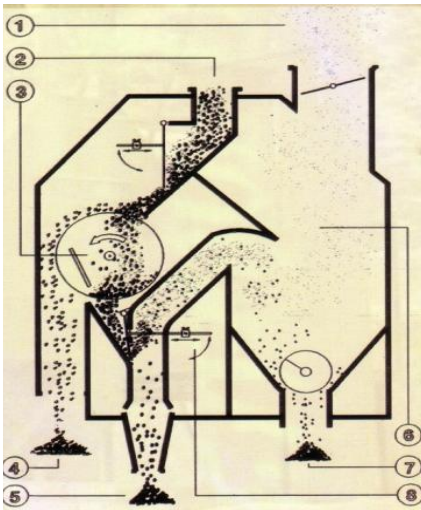
مقدمه

فرآوری بذر گندم از پنج مرحله اصلی تمیزکردن، درجه بندی، ضد عفونی کردن، کیسه‌گیری و انبارکردن تشکیل شده است. در هر یک از مراحل بالا، برحسب خواص فیزیکی بذر، ناخالصی‌های مفید (گندم‌های غیربذری و خرده دانه‌های گندم) و غیرمفید (ناخالصی‌های غیر از گندم) از دانه‌های بذر جدا می‌شوند. بر حسب ظرفیت تولید و فناوری‌های مورد استفاده در کارخانه‌های فرآوری بذر، برخی از مراحل اصلی بالا به چند زیرمجموعه و مرحله کاری تقسیم‌بندی می‌شوند تا عملیات مورد نظر با دقت بیشتری پیش رود و بذر با قوه نامیه حداقل ۸۵ درصد و خلوص فیزیکی بالاتر از ۹۸ درصد به دست کشاورز برسد (اسروش، ۱۳۸۹). یکی از مراحل اصلی برای تمیز کردن بذر گندم، جداسازی بذرها بر اساس اختلاف جنس، نوع، اندازه و ابعاد دانه‌ها است (Beckham, 1978). برای این منظور از ماشین‌های پیش بوجاری و بوجاری به‌عنوان ماشین‌های بوجاری دانه‌ها استفاده می‌شود و موارد غیر بذری شامل سنگریزه، کلوخ، کاه، حشرات، بذر علف‌های هرز و نظایر اینها در کنار موارد بذر غیر قابل قبول مانند بذرهای چروکیده، شکسته و کوچک از بذرهای قوی طی دو مرحله توسط این ماشین‌ها جدا می‌شود. ماشین‌های پیش‌بوجار و بوجار بر اساس اختلاف ابعادی بین ناخالصی‌های گندم و بذر اصلی تمیز کردن را به‌انجام می‌رسانند. در این نشریه اصول کار، تنظیمات کاربردی و موارد رفع اشکال کاربرد ماشین‌های پیش‌بوجاری و بوجاری بذر گندم به تفکیک توضیح داده شده است.

معرفی و اهمیت کاربرد ماشین پیش‌بوجاری

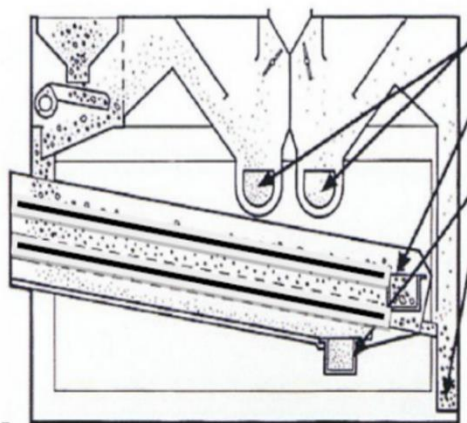
اولین ماشین مورد استفاده در خطوط فرآوری بذر گندم ماشین‌های پیش‌بوجاری هستند. معمولاً ماشین‌های پیش‌بوجار به دو شکل ماشین پیش‌بوجار گندم با سرند دوار

(شکل ۱) و ماشین پیش‌بوجار با سرند تخت (شکل ۲) در خطوط فرآوری بذر گندم استفاده می‌شوند. این ماشین در اولین مرحله ناخالصی‌های درشت غیر گندم شامل سنگ، کلوخ، حشرات مرده، خاک و کاه و کزل را از محموله‌های وارد شده به خط فرآوری بذر جدا می‌کند. در این مرحله، ناخالصی‌های سبک مانند کاه و گرد و خاک نیز با فن مکنده ماشین از توده بذر اصلی جدا می‌شوند. بدین ترتیب بذرهای حدود ۲۵ درصد تمیز خواهند شد و با ناخالصی‌های کمتری به مرحله دوم یعنی به‌ماشین بوجاری هدایت می‌شوند (گازر و همکاران، ۱۳۹۹).



شرح اجزا: ۱- گردو غبار، ۲- ورودی بذر ۳- غربال گردنده ۴- ناخالصی‌های سنگین ۵- بذر پاک‌شده ۶- محفظه مکش گرد و غبار ۷- پوشال و ناخالصی‌های سبک ۸- وزنه تنظیم دمپر

شکل ۱- ماشین پیش‌بوجار با سرند دوار شرکت آر ماشین



ناخالصی‌های سبک فن

ناخالصی‌های درشت غربال بالا

ناخالصی‌های کوچک غربال پایین

دانه‌های تمیز شده

شکل ۲- ماشین پیش‌بوجار با سرندهای تخت شرکت رام صنعت بهاره

اصول کار ماشین پیش‌بوجاری

ماشین‌های پیش‌بوجاری بر اساس اختلاف وزنی و ابعادی بین ناخالصی‌های گندم و بذر اصلی تمیز کردن را به‌انجام می‌رسانند، بدین صورت که در ماشین پیش‌بوجار با استفاده از توری‌ها و سرندهای دوار (شکل ۳) یا سرندهای تخت (شکل ۴) جدا سازی اولیه دنبال می‌شود. افزون بر آن، جریان باد ایجاد شده توسط فن در ماشین موجب می‌شود تا برخی ضایعات سبک نیز از محمولهٔ بذری جدا و به‌صورت خروجی ضایعات فن از ماشین خارج شوند. با جدا ساز سیکلونی نیز گرد و خاک بذر گرفته می‌شود.



شکل ۳- سرنده دوار ماشین پیش‌بوجار شرکت آروین صنعت



شکل ۴- سرندهای تخت ماشین پیش بوجار گندم دارای حفره های گرد و کشیده

قسمت‌های ماشین پیش بوجاری

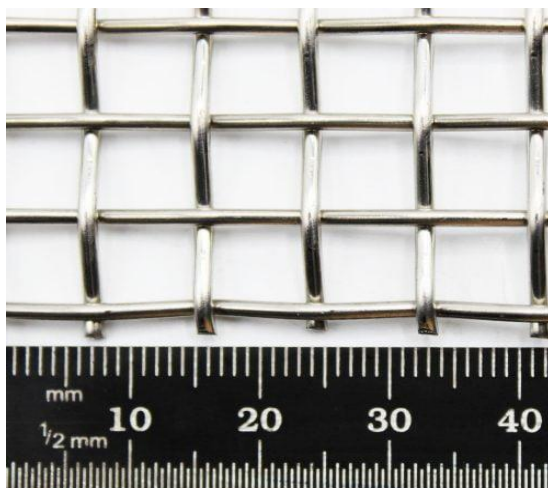
قسمت‌های مختلف ماشین پیش بوجاری عبارت‌اند از : بدنه یا شاسی، سرند یا غربال جدا سازی، محفظه باد، فن مکنده، جدا ساز سیکلونی (غبارگیر یا خاک‌گیر) که در زیر شرح داده می‌شوند.

بدنه یا شاسی^۱ : بدنه یا شاسی در ماشین پیش بوجاری به‌عنوان شالوده اصلی ماشین و نگهدارنده قسمت‌های مختلف عمل می‌کند و تمام اجزای محرک و متحرک روی

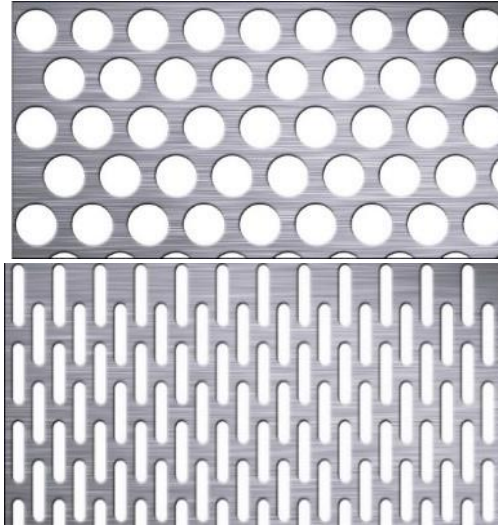
1. Frame

آن سوار می‌شوند. شاسی معمولاً به شکل مکعب مستطیل است و به علت ارتعاش‌های زیاد ماشین، باید استحکام قابل توجهی داشته باشد و روی فونداسیون مستحکمی نصب شود.

سرنند یا غربال جداسازی^۱ : همان‌گونه که گفته شد، غربال‌های جدا سازی در ماشین‌های پیش بوجاری به دو شکل غربال دوار و غربال تخت هستند. غربال دوار ماشین‌های بوجار دارای مش‌بندی حدود ۱/۵ تا ۲ سانتی‌متر (شکل ۵) و غربال تخت دارای مش‌بندی گرد با سوراخ‌های ۶ تا ۸ میلی‌متری و حفره‌های کشیده با عرض حفره ۵ تا ۷ میلی‌متر هستند (شکل ۶). غربال‌های تخت معمولاً به صورت دو عددی استفاده می‌شوند و غربال بالایی از نوع گرد و غربال پایینی از نوع کشیده است. کاربرد هر یک از غربال‌های دوار یا تخت تابعی از تمیزی بذر اولیه و ظرفیت کاری خط فرآوری بذر است (Henderson, 1963). غربال‌های دوار قدیمی‌تر و نسل اول ماشین‌های پیش‌بوجار در ایران هستند. برای خطوط فرآوری بذر با ظرفیت عملکرد ۳ تن در ساعت، کاربرد پیش‌بوجارهای دوار عملکرد مناسبی دارند. برای خطوط فرآوری بذر بالاتر از ۳ تن در ساعت نیز هر دو نوع ماشین جداسازی قابل قبولی نشان می‌دهند اما از نظر عملکردی غربال‌های تخت سطحی وسیع‌تر دارند و میزان جداسازی ناخالصی‌های اولیه در آنها بیشتر است. در به‌کارگیری خطوط فرآوری بذر با ظرفیت‌های کاری بیشتر از ۵ تن در ساعت، کاربرد غربال‌های تخت پیشنهاد می‌شود (گازر و همکاران، ۱۳۹۹).



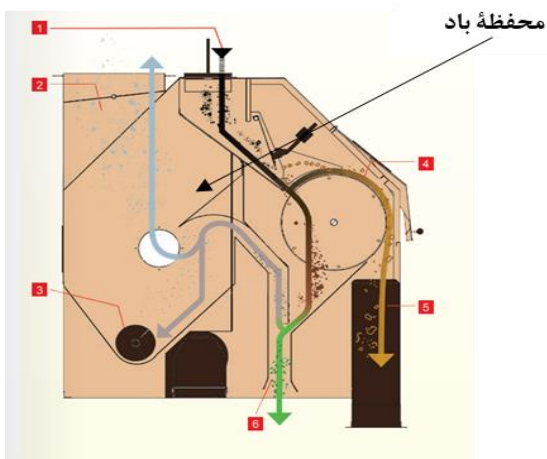
شکل ۵- غربال سیمی در غربال دوار پیش بوجار با مش بندی ۱/۵ سانتی‌متری



شکل ۶- مش‌بندی گرد با سوراخ‌های ۶ تا ۸ میلی‌متری و حفره‌های کشیده با عرض حفره ۵ تا ۷ میلی‌متر

محفظه باد^۱: در این محفظه ناخالصی‌های سبک گندم از محموله اصلی جدا و به‌صورت ضایعات فن از ماشین پیش‌بوجاری خارج می‌شوند. جریان هوای ایجاد شده در این محفظه توسط مکش یک فن گریز از مرکز (سانتریفیوژ) در بالای ماشین و دریچه تنظیم جریان هوا معمولاً قابل تغییر است. نمونه‌ای از محفظه باد ماشین پیش‌بوجاری در شکل ۷ ارائه شده است.

1. Air chamber



شکل ۷- محفظه باد در ماشین پیش‌بوجار شرکت آر ماشین

فن مکنده^۱: یکی از قسمت‌های مهم در ماشین‌های پیش‌بوجاری، فن مکنده سانتریفیوژ است که معمولاً در قسمت بالای ماشین قرار دارد (شکل ۸). در اثر کارکرد این فن، ناخالصی‌های نسبتاً سبک و قابل تفکیک مانند کلس و کزل از دانه‌های گندم جدا و به صورت ضایعات فن از ماشین پیش‌بوجار خارج می‌شوند. برای کنترل جریان مکش هوا یک دریچه در ماشین تعبیه شده است.



شکل ۸- یک نمونه از فن مکنده سانتریفیوژ مورد استفاده در ماشین پیش‌بوجار شرکت آر ماشین

جداساز سیکلونی (غبارگیر یا خاک‌گیر)^۲: گندم‌های برداشت شده از مزرعه معمولاً دارای ریشک، کاه، گرد و غبار و ذرات خاک هستند که برای جدا کردن آنها در ماشین‌های بوجاری خط فرآوری از جداساز سیکلونی موسوم به غبارگیر یا خاک‌گیر استفاده می‌شود. این جداساز سیکلونی به فن مکنده سانتریفیوژ ماشین وصل است. در جداسازهای سیکلونی،

-
1. Centrifugal fans
 2. Cyclone dust separator

ذرات گرد و غبار بر اثر مکش وارد مخزن سیکلون می‌شوند و در اثر گردش هوا در مخزن و کاهش سرعت هوا، ناخالصی‌های سبک مانند ذرات غبار، گرد و خاک و ریشک به تدریج به قسمت پایین مخزن می‌روند در کیسه جمع می‌شوند. نمونه‌هایی از جداساز سیکلونی در شکل ۹ دیده می‌شود.



شکل ۹- برخی از جدا سازهای سیکلونی در ماشین‌های پیش بوجار شرکت آذران بوجار ایرانیان

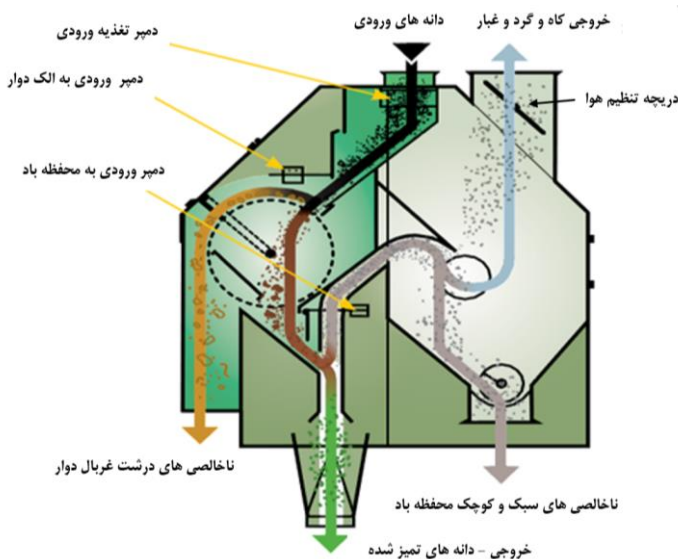
تنظیمات ماشین پیش بوجاری

ماشین پیش بوجاری دارای دو تنظیم مهم است. این تنظیمات تابعی از نوع گندم ورودی، میزان بار وارد شده به ماشین و میزان ناخالصی موجود در بار ورودی هستند. این تنظیمات عبارت‌اند از تنظیم ورود گندم به سرند، و تنظیم میزان مکش فن که در مورد هر یک از آنها در ادامه توضیحات لازم ارائه خواهد شد.

تنظیم ورود گندم به سرند: میزان ورود گندم به سرند جداسازی پیش‌بوجار باید به گونه‌ای باشد که گندم ورودی بتواند به‌خوبی از محیط سرند دوار عبور کند یا به‌طور گسترده و یکنواخت روی سطح سرند تخت پخش شود تا ناخالصی‌های موجود در توده اصلی فرصت جدا شدن از بذر را داشته باشند. طی تحقیقی روی خطوط فرآوری بذر گندم مشخص شد که ظرفیت اسمی خطوط فرآوری رایج در کشور بین ۴ تا ۸ تن در ساعت است، اما به‌دلیل وجود ناخالصی‌های زیاد محموله‌های ورودی، محدودیت‌های عملکردی ماشین‌های مورد استفاده در خط، ظرفیت کاری واقعی خطوط فرآوری بذر گندم در کشور معمولاً بین ۲ و ۴ تن در ساعت مشاهده می‌شود (جوادی و همکاران، ۱۳۹۵). از این رو اگر مقدار بذر اولیه بیشتر از ظرفیت کاری واقعی به سرندها وارد شود، جداسازی ناقص خواهد بود و بذرها به‌خوبی تمیز نمی‌شوند.

تنظیم میزان مکش فن: میزان مکش فن در محفظه باد با استفاده از یک دمپر توسط یک اهرم دستی تنظیم می‌شود و به وسیله این اهرم مقدار باز و بسته کردن دریچه و میزان قدرت مکش تغییر می‌کند. باید توجه شود که تغییرات مکش هوا در محفظه باد به میزان بار ورودی و مقدار ناخالصی‌های موجود در گندم وارد شده به ماشین بستگی دارد. در صورت مشاهده دانه‌های سالم در ضایعات فن باید مقدار مکش فن را با استفاده از دریچه ذکر شده کاهش داد. مقدار مکش فن همچنین تابعی از نوع گندم (آبی یا دیم) و رقم گندم ورودی هم هست. برای بذرها گندم آبی مانند رقم میهن، چمران، پیشگام و سایسون که

بذرهای درشت تری هستند معمولاً دریچه بازتر و مکش فن بیشتر می‌شود. برای ارقام دیم مانند کوهدشت، مهرگان و کریم که معمولاً ابعاد کوچک‌تر دارند دریچه تنظیم هوا کمی بسته‌تر و میزان مکش هوا کمتر می‌شود. دریچه تنظیم هوا در ماشین پیش‌بوجار در شکل ۱۰ دیده می‌شود.



شکل ۱۰- دریچه تنظیم هوا در ماشین پیش‌بوجار

الزام‌های اپراتوری ماشین پیش‌بوجاری

به منظور جداسازی مناسب ناخالصی‌های سبک و سنگین از دانه‌ها، عملکرد اپراتور ماشین بسیار بااهمیت است. کار با دستگاه پیش‌بوجاری کاری است تخصصی و فنی و از این رو اگر اپراتور ماشین فاقد درک لازم از فرایند و نحوه کار ماشین باشد، نمی‌تواند تنظیمات مورد نیاز ماشین را اعمال کند و راندمان تمیزکردن بذر را به حداکثر برساند. ناآگاهی و

تسلط نداشتن اپراتور بدون مهارت فنی موجب بروز تلفات قابل توجه بذر و بروز خرابی ماشین و خسارات جانی خواهد شد. پس لازم است اپراتور ماشین دوره‌های فنی لازم کار با ماشین را بگذراند و با اجزا ماشین، اصول کار و تنظیمات ماشین آشنایی کامل داشته باشد. برخی از مشکلات و موارد عیب‌یابی و رفع اشکال آنها در جدول ۱ ارائه شده است.

ضایعات در ماشین پیش بوجاری

به صورت کلی، ماشین پیش بوجاری قادر به جداسازی سه نوع ناخالصی (ضایعات) به شرح زیر است:

۱- اجزای زبر و خشن، سنگ، کلوخ، نخ کیسه‌ها، خوشه‌ها (ضایعات روغربالی) (شکل ۱۱)

۲- کاه و پوشال، دانه‌های پوک، بذر علف‌های هرز، ساقه‌ها، پوست بذر، ریشه و ریشک سرجو و گندم (ضایعات فن) (شکل ۱۲)

۳- گرد و خاک جدا شده از سیکلون (ضایعات سیکلون)

مشخص شده است در کارخانه‌های فرآوری بذر گندم حدود ۱/۵ درصد از ضایعات محموله- های گندم ورودی در ماشین پیش بوجاری جدا می‌شوند که بیشتر آنها ضایعات روغربالی هستند. (گازر و همکاران، ۱۳۹۹)



شکل ۱۱- ضایعات روغریالی ماشین پیش بوجاری



شکل ۱۲- ضایعات فن جدا شده در ماشین پیش بوجار

راندمان تمیز کردن^۱ ماشین پیش‌بوجاری

این شاخص بیانگر قدرت خط فرآوری در پاکسازی بذره‌های ورودی از ضایعات غیر بذری بزرگ و کوچک و بذره‌های شکسته و خرد شده است. برای به‌دست آوردن راندمان عملکردی ماشین پیش‌بوجار، ابتدا با استفاده از رابطه^(۱) باید راندمان تبدیل بذر خام به بذر پاک شده (R_C) به‌دست آید (بختیاری، ۱۳۹۳):

$$R_C = \frac{\text{بذر تمیز شده}}{\text{بذر ورودی}} \times 100 \quad (1)$$

پس از آن راندمان تمیز کردن ماشین پیش‌بوجار با استفاده از رابطه^(۲) به‌دست می‌آید (Sinha *et al.*, 2001).

$$C_{\eta} = \left[1 - \frac{(1-P_2)}{(1-P_1)} \times R_C \right] \times 100 \quad (2)$$

در این رابطه:

C_{η} = راندمان تمیز کردن (%)،

R_C = راندمان تبدیل بذر در ماشین (نسبت بذر خارج شده به بذر ورودی ماشین)،

P_1 = خلوص فیزیکی دانه‌ها پیش از ورودی ماشین (برحسب درصد)، و

P_2 = خلوص فیزیکی دانه‌ها بعد از خروجی ماشین (برحسب درصد) است.

انرژی ویژه مصرفی^۲ ماشین پیش‌بوجاری

انرژی ویژه مصرفی ماشین پیش‌بوجاری بیانگر آن است که در این ماشین برای تمیز کردن هر واحد بذر گندم چه مقدار انرژی مصرف شده است. برای محاسبه این شاخص از

-
1. Cleaning efficiency
 2. Specific energy consumption

توان اسمی ماشین در مدت زمان کارکرد استفاده می‌شود. از تقسیم‌کردن مجموعه انرژی مصرف شده (برحسب مگا ژول) بر میزان بذر تمیز شده (برحسب تن) انرژی ویژه مصرفی برای تمیزکردن بذر گندم در ماشین پیش بوجار محاسبه می‌شود (بختیاری، ۱۳۹۳).

نکات فنی حایز اهمیت در به‌کارگیری ماشین پیش‌بوجاری

به منظور استفاده بهینه از ماشین پیش‌بوجاری، نکات مهم به شرح زیرند:

۱- توجه به زیرسازی (فوندانسیون) قوی و دارای استحکام بالا برای نصب و به‌کارگیری ماشین. ارتعاش و وزن ماشین‌های پیش‌بوجار معمولاً زیاد است، وزن آنها به حدود ۵۰۰ کیلو گرم و بیشتر می‌رسد و اگر زیر سازی (فونداسیون) این ماشین ضعیف باشد، ضمن سر و صدای زیاد ماشین در حین کار، بیشتر ارتعاش‌های ایجاد شده به کل بدنه منتقل می‌شود و احتمال شکستگی و جداشدن اتصالات ماشین وجود خواهد داشت (Tomass, 1980). بهترین زیرسازی برای کاربرد ماشین پیش‌بوجاری، استفاده از بتون سیمانی (ضخامت معمولاً ۱۵ سانتی متر و بیشتر) است تا سازه ماشین را به‌خوبی مهار و ارتعاش‌های وارد به ماشین را میرا کند (بی نام، ۱۳۹۵).

۲- عملیات جداسازی در ماشین پیش‌بوجار بر اساس اختلاف اندازه و وزن مخصوص اجزای توده بذر ورودی است. پس باید مقدار بار ورودی به‌صورت متناسب با سطح غربال و یکنواخت و همچنین با آهنگ مناسب روی غربال ماشین ریخته شود تا از راندمان حداکثری ماشین استفاده گردد.

۳- قبل از استفاده از ماشین پیش‌بوجار تنظیمات جریان ورودی بذر متناسب با سطح غربال ماشین باشد و بیشتر از یک لایه گندم روی غربال قرار نگیرد.

۴- شدت جریان هوا در محفظه باد باید با توجه به میزان کلش و کزل و ساقه موجود در ورودی ماشین تنظیم شود. شدت جریان هوا به گونه ای تنظیم شود که

- در خروجی ضایعات محفظه فن دانه‌های سالم گندم دیده نشود. اگر ناخالصی زیاد باشد، دریچه مکش فن کمی بیشتر باز شود.
- ۵- بر مبنای ظرفیت کار واقعی ماشین، تنظیمات اعمال شده و مقدار بار ورودی به ماشین پیش‌بوجار باید به صورت ثابت باقی بماند تا بهترین راندمان جداسازی دانه‌ها حاصل شود. هرگونه تغییر در بار ورودی تنظیمات قبلی را برهم می‌زند و تنظیمات جدیدی روی ماشین ضروری خواهد بود.
- ۶- قسمت‌های مختلف و متحرک ماشین حتماً بازدید شود. قسمت‌های ورودی ماشین (باد دهی)، مجاری هوا مانند کانال و دریچه‌های فن‌ها و مخصوصاً میزان گرفتگی غربال‌های ماشین بررسی و گرفتگی‌های احتمالی تمیز شوند. یاتاقان‌ها و قسمت‌های متحرک در صورت نیاز روغنکاری شوند.
- ۷- همواره به ضایعات غربال و ضایعات فن توجه شود و در صورت وجود دانه‌های سالم در آنها تنظیمات غربال ضروری خواهد بود و جریان باد فن باید کم شود.

عیب یابی و رفع اشکال^۱ در ماشین پیش‌بوجاری

به منظور رفع مشکلات احتمالی در حین به‌کارگیری ماشین پیش‌بوجاری، موارد مشاهده شده و روش رفع اشکالات پیش آمده به صورت جدول ۱ مشاهده می‌شود.

جدول ۱- جدول رفع برخی اشکالات کاری مشاهده شده در ماشین پیش‌بوجاری

ردیف	ایراد یا اشکال	نشانه	روش رفع اشکال
۱	ورود بار بیش از حد به ماشین	وجود مقدار زیاد بذر در ضایعات غربال، پاک‌سازی نامناسب بذر خارج شده از ماشین	- کاهش بار ورودی به ماشین
۲	اتلاف بذر سالم در ضایعات ماشین	در ضایعات غربال و ضایعات باد بذرهای سالم مشاهده می‌شود.	- کاهش بار ورودی روی غربال - کاهش مقدار جریان باد فن توسط دمپر (دریچه) فن
۳	غیر یکنواختی عملکرد ماشین	مقدار بذر خارج شده از ماشین نوسان دارد و کم و زیاد می‌شود.	- کنترل میزان بار ورودی - بازدید و سفت کردن تسمه‌های شل شده در ماشین
۴	گرفتگی غربال‌ها	وجود ناخالصی درشت غیر بذری و کاه و کلش (تمیزی ضعیف دانه‌ها) در خروجی ماشین	- جداسازی و تمیز کردن صفحه غربال ماشین
۵	کارکرد نامناسب فن و دریچه باد	بذرهای خروجی دارای کلش و ضایعات سبک است	بازدید فن و دریچه کنترل باد و رفع اشکال آنها
۶	سر و صدای نامناسب و از کار افتادگی ماشین	کارکردن خشک و گیرپاژ احتمالی ماشین	روغنکاری و گریس‌کاری مناسب یاتاقان‌ها در زمان سرویس ماشین

معرفی و اهمیت کاربرد ماشین بوجاری

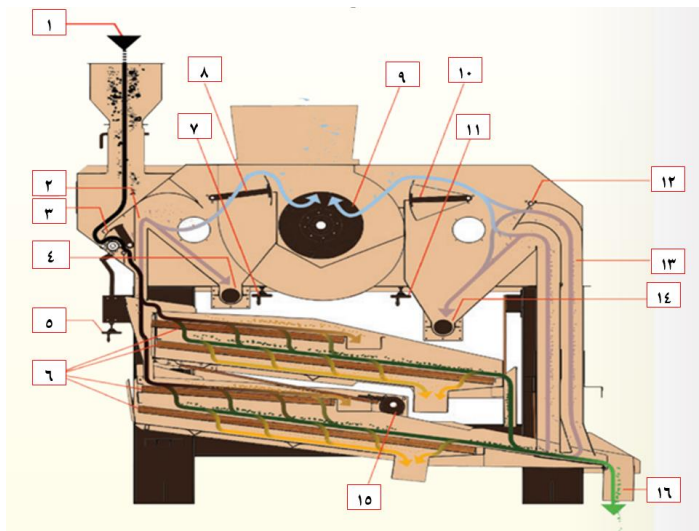
دومین ماشین مورد استفاده در خطوط فرآوری بذر گندم ماشین بوجاری است. ماشین‌های بوجار نیز بر اساس اختلاف وزنی و ابعادی بین ناخالصی‌های گندم و بذر اصلی تمیز کردن را پیش می‌برند. با استفاده از این ماشین، تمیز کردن بذر گندم تقریباً کامل می‌شود. فرآوری بذر گندم یکی از اصلی‌ترین مراحل فرایند عملیات بوجاری است که به عنوان قلب فرایند فرآوری بذر است. در این مرحله، با کمک جریان باد ماشین در دو مرحله ضایعات غیر بذری مانند گاه و کلش از مجرای ضایعات سنگین باد و ضایعات سبک باد از محموله اصلی جدا می‌شوند. بذره‌های نسبتاً تمیز به قسمت جداسازی توسط الک‌ها (غربال-ها) می‌روند. در این مرحله، ناخالصی‌های غیر بذری درشت مانند کلش و کزل‌های جامانده از مرحله پیش‌بوجاری و برخی بذر علف‌های هرز توسط الک یا سرنده بزرگ با حفره‌های دارای اندازه بزرگتر از بذر اصلی جدا شده روی الک می‌مانند. پس از آن گندم‌های شکسته و چروکیده (فاقد قابلیت بذری) و ناخالصی‌های غیر بذری کوچک مانند سنگریزه و بذر علف‌های هرز با استفاده از سرنده یا غربال‌های دارای حفره‌های کوچک‌تر از اندازه بذر گندم از بذره‌های اصلی جدا می‌شوند (گازر و همکاران، ۱۳۹۹). ماشین‌های بوجاری در دو مدل ماشین بوجاری سیار تراکتوری و ماشین بوجاری ثابت در خطوط فرآوری بذر هستند (شکل ۱۳).



شکل ۱۳- نمونه هایی از ماشین‌های بوجاری سیار پشت تراکتوری و ثابت مورد استفاده در فرآوری بذر گندم

ماشین‌های بوجاری سیار تراکتوری در مقیاس‌های کوچک و برای تولید بذر خود مصرفی استفاده می‌شوند و انرژی مصرفی خود را از محور توان دهی تراکتور می‌گیرند اما در کارخانه‌های فرآوری بذر از انواع ثابت این ماشین در ظرفیت‌های مختلف استفاده می‌شود و انرژی مصرفی این ماشین‌ها از برق سه فاز کارخانه‌ها تامین می‌شود. مکانیزم عملکرد هردو ماشین سیار و ثابت بوجاری تلفیقی از جداسازی به‌وسیله الک‌های جداساز و جد سازی بر اساس وزن مخصوص و بر اثر مکش فن است که در ادامه بدان پرداخته خواهد شد. نمونه‌ای از ماشین بوجاری تولید شده داخلی در شکل ۱۴ ارائه شده است.





در این شکل: ۱- دانه های ورودی ۲- ضایعات سنگین فن ۳- دریچه تغذیه غربال ها ۴- هلیس تخلیه ضایعات سنگین فن ۵- پیچ تنظیم تغذیه غربال ها ۶- دو سری الک جداسازی ۷- پیچ تنظیم دریچه هوا فن برای ضایعات سنگین ۸- دمپر دریچه هوا فن برای ضایعات سنگین ۹- فن سانتریفیوژ ۱۰- دمپر دریچه هوا فن برای ضایعات سبک ۱۱- پیچ تنظیم دریچه هوا فن برای ضایعات سبک ۱۲- دریچه مکش ناخالصی‌های سبک از روی بذر تمیز شده ۱۳- گرد و خاک جدا شده از بذر تمیز شده ۱۴- هلیس تخلیه ضایعات سبک فن ۱۵- سیستم لنگ غربال ها

شکل ۱۴- ماشین بوجاری بذر گندم شرکت آروین صنعت

اصول کار ماشین بوجاری

اصول کار ماشین بوجاری نیز مانند ماشین‌های پیش بوجار بر اساس اختلاف وزنی و ابعادی بین ناخالصی‌های گندم و بذر اصلی است، منتهی در ماشین بوجار به‌عنوان ماشین اصلی تمیزش بذر، بیشتر تمرکز روی جداسازی ناخالصی‌های تقریباً هم سایز با بذر اصلی است که این ناخالصی‌ها از بذر اصلی اندکی کوچک‌تر یا بزرگ‌تر هستند. مراحل اجرای کار

در ماشین بوجار بدین صورت است که ابتدا تودهٔ بذر وارد مخزن تغذیه ماشین می‌شود و به وسیله مقسم به صورت تدریجی و یکنواخت روی الک (سرنده) بالایی با حفره‌های بزرگ هدایت می‌گردد. قبل از ورود بذرهای روی سرنده بالایی (دارای حفره‌های بزرگ)، برخی ضایعات در اثر مکش فن مرکزی ماشین در قالب ضایعات سنگین فن از ماشین خارج می‌شوند. علاوه بر آن جریان باد ایجاد شده توسط فن موجب می‌شود تا برخی ضایعات خیلی سبک (گرد و خاک) نیز توسط جداساز سیکلونی از محمولهٔ بذری جدا و از ماشین بوجاری خارج شوند. بذرهای ورودی به سرنده بالایی در سطح سرنده پخش می‌شود و در اثر حرکت ارتعاشی به سمت جلو ضایعات بزرگ‌تر از دانه‌های اصلی بذر جدا می‌شوند و روی الک باقی می‌مانند. این ضایعات که شامل سنگ‌ریزه، بذر علف‌های هرز و کزل و گندم‌های نکوبیده هستند، به خروجی ضایعات روغربالی هدایت می‌شوند. در مرحلهٔ بعدی، بذرهای روی الک پایین ریخته می‌شوند که دارای حفره‌های کوچک‌تر از اندازهٔ گندم است. در این مرحله، ضایعات کوچک‌تر از اندازهٔ بذر اصلی (بذرهای شکسته، چروکیده سنگ‌ریزه، بذرهای ریز علف‌های هرز و مانند اینها) از محمولهٔ بذری جدا و بذر با خلوص فیزیکی تقریباً ۹۰ درصد از ماشین خارج می‌شود. در هنگام خروج بذرهای سالم از ماشین، جریان مکش هوا ضایعات سبک به‌جا مانده در بذرهای خروجی را به مخزن ضایعات سبک فن هدایت و با هلیس مارپیچ از ماشین خارج می‌کند (گازر و همکاران، ۱۳۹۹).

قسمت‌های ماشین بوجاری

قسمت‌های اصلی ماشین بوجاری عبارت‌اند از: بدنه یا شاسی، مخزن تغذیه، مجموعهٔ سرنده‌ها یا غربال‌های جداسازی (غربال درشت گیر، غربال خرده‌گیر)، فن‌کننده، و جداساز سیکلونی (غبارگیر یا خاک‌گیر).

بدنه یا شاسی^۱: بدنه یا شاسی ماشین بوجاری شالوده اصلی ماشین و نگهدارنده قسمت‌های مختلف است و تمام اجزای محرک و متحرک ماشین روی آن سوار می‌شوند. شاسی به شکل مکعب مستطیل است و به دلیل ارتعاش‌های زیاد ماشین باید استحکام قابل توجهی داشته باشد.

مخزن تغذیه^۲: مخزن تغذیه اولین قسمتی است که در ماشین بوجاری وجود دارد و بذر به آن وارد می‌شود. با استفاده از این مخزن، بذر به صورت یکنواخت و با آهنگ مناسب روی سرند بالایی هدایت می‌شود. مقدار ریزش بذر با یک دریچه و یک مقسم هدایت یکنواخت دانه در عرض قیف تنظیم می‌شود. تصویری از مخزن تغذیه ماشین بوجاری در شکل ۱۵ دیده می‌شود.



شکل ۱۵- مخزن تغذیه ماشین بوجاری

1. Frame
2. Feeding bin

مجموعه سرندها یا غربال‌های جداسازی^۱: این مجموعه از یک یا دو سری الک حفره‌درشت در بالا و الک حفره‌ریز در پایین تشکیل شده است. الک یا سرندهای بالا در دو فرم با حفره‌های گرد دارای سایز ۵ میلی‌متر یا حفره‌های کشیده با عرض سه میلی‌متر به کار گرفته می‌شوند. نمونه‌هایی از الک‌های ذکر شده در شکل ۱۶ و شکل ۱۷ ارایه شده است.



شکل ۱۶- الک رویی با حفره گرد دارای قطر ۵ میلی‌متر



شکل ۱۷- الک رویی با حفرة کشیده با عرض ۳ میلی‌متر

برای ایجاد لرزش در میز ماشین از بادامک های ارتعاشی و چوب‌های هندی برای میرا کردن ارتعاش‌های الک‌ها استفاده می‌شود(شکل ۱۸).



شکل ۱۸- سیستم ارتعاشی و چوب هندی به کار رفته در ماشین بوجار

برای جلو گیری از گیر کردن دانه‌ها در حفره‌های غربال‌ها از گوی‌هایی موسوم به توپک به قطر ۲۰، ۲۵ و ۳۰ میلی‌متر در زیر غربال‌ها استفاده می‌شود. حرکت رفت و برگشتی الک‌ها و ارتعاش موجود در ماشین موجب می‌شود تا توپک‌ها به بذرهای گیرافتاده در حفره‌ها برخورد و آنها را آزاد کنند. نمونه‌هایی از توپک‌های مورد استفاده در غربال‌های ماشین بوجاری در شکل ۱۹ ارائه شده است.



شکل ۱۹- توپک‌های مورد استفاده در غربال‌های ماشین بوجاری بذر

در برخی از ماشین‌های بوجاری بذر گندم، برای تمیز کردن بذرهای گیرافتاده در غربال‌های ماشین بوجاری از جاروی‌های دوار در زیر غربال‌ها استفاده شده است که با مکانیزم حرکت چرخشی در حین کار ماشین غربال‌ها را تمیز می‌کنند. نمونه‌ای از جاروی دوار مورد استفاده در ماشین بوجاری بذر گندم کارخانه فرآوری بذر کشت گستر ۸۷ مرودشت استان فارس در شکل ۲۰ ارائه شده است (گازر و همکاران، ۱۳۹۹).

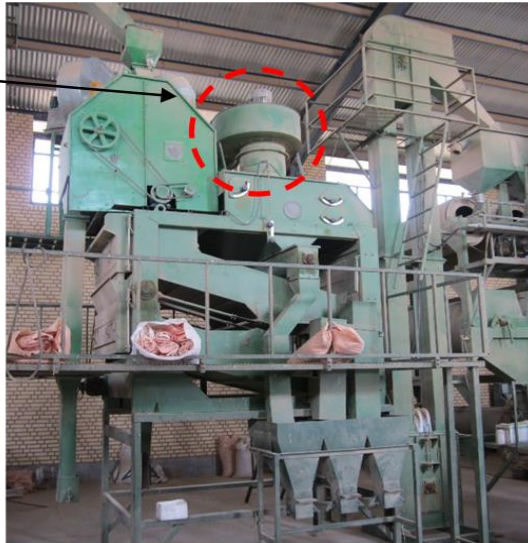


شکل ۲۰- جاروی تمیز کردن غربال بذر ماشین بوجاری در شرکت کشت گستر ۸۷ مرودشت فارس

فن مکنده^۱: یکی از قسمت‌های مهم در ماشین‌های بوجاری، فن مکنده سانتریفیوژ است. این فن باید با قدرت مکش بالا قابلیت تفکیک دو گروه از ضایعات نسبتاً سبک مانند خرده چوب، کزل، کلش، دانه‌های سبک و پروکیده و سنگ‌ریزه‌های کوچک را داشته باشد. جریان هوای فن مکنده در دو محفظه ضایعات فن را جداسازی می‌کند. در محفظه نزدیک به مقسم با جریان باد بیشتر ضایعات سنگین فن و در محفظه دورتر ضایعات سبک را از بذرهای تمیز شده جدا می‌کند. برای کنترل جریان مکش هوا در هر یک از محفظه‌ها یک دریچه مشخص تعبیه شده است. یک نمونه از فن مکنده ماشین بوجاری در شکل ۲۱ ارائه شده است.

1. Centrifugal fans

فن مکنده
دستگاه بوجاری



شکل ۲۱- یک نمونه از فن مکنده سانتریفیوژ مورد استفاده در ماشین بوجار ساخت شرکت آروین صنعت

جدا ساز سیکلونی (غبارگیر یا خاکگیر)^۱: معمولاً گندم‌های بذری که در خط فرآوری جابه‌جا می‌شوند دارای ریشچه، پرک، گرد و غبار و ذرات خاک هستند که برای جدا کردن آنها در بسیاری از ماشین‌های خط فرآوری از جمله ماشین بوجاری از جداساز سیکلونی موسوم به غبارگیر یا خاکگیر استفاده می‌شود. این جدا ساز سیکلونی به فن مکنده سانتریفیوژ ماشین وصل است که ضایعات خیلی سبک مانند ریشچه و گرد و غبار بذرها را جدا و آنها را به کیسه متصل به سیکلون هدایت و در آنجا ذخیره می‌کند. نمونه‌هایی از جداساز سیکلونی در شکل ۲۲ دیده می‌شود.

1. Cyclone dust separator



شکل ۲۲- جداساز سیکلونی در ماشین بوجار ساخت شرکت آذران بوجار ایرانیان

پس از خروج دانه‌های گندم از ماشین بوجاری، دانه‌های شکسته و دانه‌های جو و یولاف از بذره‌های سالم توسط استوانه‌های دندانه‌دار در دو مرحله جدا می‌شود. در مرحله اول دانه‌های شکسته توسط استوانه نیم‌دانه‌گیر و در مرحله دوم دانه‌های جو توسط استوانه جوگیر از بذره‌های سالم جدا می‌شوند.

تنظیمات ماشین بوجاری

ماشین بوجاری چند تنظیم مهم دارد. این تنظیمات تابعی از نوع گندم ورودی، میزان بار وارد شده به ماشین و میزان ناخالصی موجود در بار ورودی است. این تنظیمات عبارت‌اند از: تنظیم ورود گندم به مخزن تغذیه، انتخاب سرندهای بالا و پایین، و تنظیم میزان مکش فن. در مورد هر یک از آنها در ادامه توضیحات لازم ارائه خواهد شد.

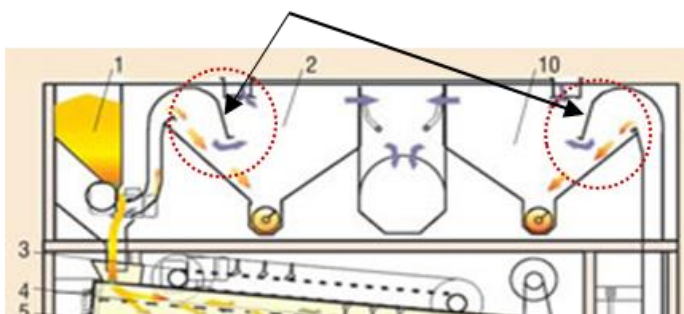
تنظیم ورود گندم به مخزن تغذیه: در ماشین بوجاری، میزان ورود گندم به سرند جدا سازی پیش‌بوجار باید به گونه ای باشد که گندم ورودی به ماشین بتواند به صورت یکنواخت و گسترده روی الک یا سرندهای بالا و پایین ماشین پخش شود و بذره‌های سالم از ناخالصی‌های غیر بذری، بذرعلف‌های هرز و بذره‌های شکسته و چروکیده به‌خوبی جدا شود. برای تنظیم ورود گندم به مخزن تغذیه از دریچه مخصوص و برای هدایت آن روی الک‌ها از استوانه دوار در مخزن تغذیه استفاده می‌شود.

انتخاب سرندهای بالا و پایین: انتخاب سرندهای مورد استفاده در ماشین بوجاری تابع رقم گندم و مقداری ناخالصی غیر بذری و نوع و مقدار بذری علف‌های هرز در توده بذری ورودی به ماشین است. از این رو متناسب با رقم باید از مش‌بندی خاصی استفاده شود تا تلفات بذری در ضایعات الک‌ها به‌حد اقل برسد. تجربه نگارنده در تحقیقات قبلی نشان می‌دهد که در استان خوزستان استفاده از الک گرد با اندازه حفره‌های دارای قطر ۵ میلی‌متر توانایی خوبی در جداسازی بذری علف‌های هرز در آن استان دارد (گازر و همکاران، ۱۳۹۹). این نوع الک قبلاً در نمونه‌هایی از الک‌های دارای حفره‌های گرد ارائه شده است.

تنظیم میزان مکش فن: میزان مکش فن در محفظه باد ماشین بوجاری با استفاده از دو دمپر مربوط به ضایعات سنگین و ضایعات سبک فن تنظیم می‌شود و با باز و بسته کردن این دریچه‌ها میزان قدرت مکش تغییر می‌کند. با تغییر وضعیت این دریچه‌ها می‌توان مقدار ضایعات فن وارد شده به خروجی‌های ضایعات سبک یا سنگین فن را کنترل و از تلف شدن بذره‌های سالم در اثر مکش نامناسب فن جلوگیری کرد. محفظه قسمت مربوط به ضایعات سنگین فن در فاصله نزدیک‌تر به قیف تغذیه قرار دارد و ضایعات سنگین‌تر را زودتر جدا می‌کند. محفظه ضایعات سبک فن در فاصله دورتر است تا ضایعات سبک‌تر را از بذره‌های تمیز شده جدا کند. لازم است گفته شود که تغییرات مکش هوا در هر یک از محفظه‌های باد

ذکر شده به میزان بار ورودی و مقدار ناخالصی‌های موجود در گندم وارد شده به ماشین بستگی دارد. در صورت مشاهده دانه‌های سالم در هر یک از ضایعات فن باید مقدار مکش فن را با استفاده از دریچه‌های ذکر شده کاهش داد. دریچه‌های تنظیم هوا در ماشین بوجاری در شکل ۲۳ دیده می‌شود.

دریچه‌های تنظیم هوا



شکل ۲۳- دریچه‌های تنظیم هوا در ماشین بوجاری

الزام‌های اپراتوری ماشین بوجاری

به منظور جداسازی مناسب ناخالصی‌های غیر بذری و بذرهای شکسته، ضعیف و چروکیده از دانه‌های سالم، عملکرد مناسب اپراتور ماشین اهمیت زیادی دارد. اگر اپراتور از فرایند و نحوه کار ماشین بوجاری درک خوبی نداشته باشد، نمی‌تواند تنظیمات مورد نیاز ماشین را اعمال و عملیات تمیزکردن بذر را در ماشین بوجاری را با حداکثر راندمان دنبال کند. اپراتور فاقد مهارت فنی، ناآگاهی و تسلط نداشتن او موجب بروز تلفات قابل توجه بذر در ماشین بوجاری خواهد شد. از این رو لازم است اپراتور ماشین دوره‌های فنی لازم کار با ماشین را بگذراند و با اجزای ماشین، اصول کار و تنظیمات ماشین آشنایی کامل داشته باشد.

در زمینه آموزش دوره‌های فنی کار با ماشین، بهتر است از مدرسین شرکت سازنده ماشین استفاده شود.

ضایعات در ماشین بوجاری

ضایعات خارج شده از ماشین بوجاری بذر گندم در پنج گروه زیر قابل تقسیم‌بندی است:

- ۱- ناخالصی‌های خیلی سبک که با استفاده از جداساز سیکلونی جدا می‌شوند. (کاه و گردو خاک)
 - ۲- ضایعات سنگین فن که با استفاده از فن ماشین جدا می‌شوند (کزل و خوشه‌های نکوبیده)
 - ۳- ضایعات سبک فن که با استفاده از فن ماشین جدا می‌شوند (کاه، خوشه‌های پوک و دانه‌های چروکیده و سبک)
 - ۴- ضایعات روغربالی که با استفاده از الک یا سرند بالا جدا می‌شوند (سنگریزه، بذرعلف‌های هرز، کزل و ضایعات درشت)
 - ۵- ضایعات زیرغربالی که با استفاده از الک یا سرند پایین جدا می‌شوند (گندم‌های شکسته و چروکیده، بذر علف‌های هرز با اندازه کوچک)
- در تحقیقات قبلی مشخص شد که در کارخانه‌های فرآوری بذر گندم حدود ۴ درصد از ضایعات محموله‌های گندم ورودی در ماشین بوجاری جدا می‌شوند که بیش از ۶۰ درصد ضایعات ماشین بوجار مربوط به ضایعات روغربالی و زیرغربالی هستند. (گازر و همکاران، ۱۳۹۹)

برخی از انواع ناخالصی مختلف که در ماشین بوجار جدا می‌شوند در شکل‌های ۲۴ و ۲۵ مشاهده می‌شوند.



شکل ۲۴- ضایعات روی الک در ماشین بوجاری



شکل ۲۵- ضایعات بذرهای علف هرز و دانه های خرد شده و چروکیده گندم

راندمان تمیز کردن ماشین بوجاری

این شاخص بیانگر قدرت خط فرآوری در پاکسازی بذرهای ورودی از ضایعات غیر بذری بزرگ و کوچک و بذرهای شکسته و خرد شده است. برای به دست آوردن راندمان عملکردی ماشین بوجاری، ابتدا با استفاده از رابطه (۳) باید راندمان تبدیل بذر خام به بذر پاک شده (R_C) به دست آید (بختیاری، ۱۳۹۳):

$$R_C = \frac{\text{بذر تمیز شده}}{\text{بذر ورودی}} \times 100 \quad (۳)$$

پس از آن راندمان تمیز کردن ماشین بوجاری با استفاده از رابطه (۴) بدست می آید (Sinha *et al.*, 2001)

$$C_\eta = \left[1 - \frac{(1-P_2)}{(1-P_1)} \times R_C \right] \times 100 \quad (۴)$$

در این رابطه :

C_η = راندمان تمیز کردن (%)،

R_C = راندمان تبدیل بذر در ماشین (نسبت بذر خارج شده به ورودی ماشین)،

P_1 = خلوص فیزیکی دانه ها پیش از ورودی ماشین (برحسب درصد)، و

P_2 = خلوص فیزیکی دانه ها بعد از خروجی ماشین (برحسب درصد) است.

انرژی ویژه مصرفی ماشین بوجاری

انرژی ویژه مصرفی ماشین بوجاری بیانگر آن است که در این ماشین برای تمیز کردن هر واحد بذر گندم چه مقدار انرژی مصرف شده است. برای محاسبه این شاخص از توان اسمی ماشین در مدت زمان کارکرد استفاده می شود. از تقسیم مجموعه انرژی مصرف شده

(برحسب مگا ژول) بر میزان بذر تمیز شده (برحسب تن)، انرژی ویژه مصرفی برای تمیز کردن بذر گندم در ماشین بوجاری محاسبه می‌شود (بختیاری، ۱۳۹۳).

نکات فنی حایز اهمیت در به‌کارگیری ماشین بوجاری

نکات مهم در استفاده بهینه از ماشین بوجاری به شرح زیر هستند:

۱. توجه به زیرسازی (فونداسیون) قوی و دارای استحکام بالا برای نصب و به‌کارگیری ماشین. معمولاً ارتعاش و وزن ماشین‌های بوجار (حدود ۵۰۰ کیلو گرم و بیشتر) زیاد است و اگر زیر سازی (فونداسیون) این ماشین ضعیف باشد، ضمن سر و صدای زیاد ماشین در حین کار، بیشتر ارتعاش‌های ایجاد شده به کل بدنه منتقل می‌شود و احتمال شکستگی و جداشدن اتصالات ماشین وجود خواهد داشت (Tomass, 1980). بهترین زیرسازی برای کاربرد ماشین بوجاری، استفاده از بتون سیمانی با ضخامت حداقل ۱۵ سانتی متر است تا سازه ماشین به‌خوبی مهار شود و ارتعاش‌های وارد به ماشین میرا شوند (بی نام، ۱۳۹۵).
۲. جداسازی در ماشین بوجاری بر اساس اختلاف اندازه و وزن مخصوص اجزا توده بذر ورودی است. پس باید مقدار بار ورودی (گندم) به ماشین یکنواخت باشد و در حداکثر سطح غربال‌ها پخش شود تا از راندمان حداکثری تمیز کردن و جداکردن ماشین استفاده شود.
۳. پیش از به‌کارگیری ماشین بوجار، انتخاب الک‌ها بر اساس نوع، رقم گندم و ابعاد دانه‌ها باشد. اندازه الک‌های مورد استفاده برای بذر گندم‌های آبی الک کشیده با عرض حفره ۲ میلی‌متر و برای گندم دیم عرض حفره ۱/۸ میلی‌متر پیشنهاد می‌شود. پیش از انتخاب الک نوع و ابعاد هندسی دانه‌ها را کنترل شود.

۴. شدت جریان هوا در محفظه باد باید با توجه به میزان ناخالصی‌های سبک (کلش و کزل و ساقه) موجود در ورودی ماشین تنظیم شود.
۵. بر مبنای ظرفیت کار واقعی ماشین، تنظیمات اعمال شده و مقدار بار ورودی به ماشین بوجاری باید به صورت ثابت باقی بماند تا بهترین راندمان جداسازی دانه‌ها حاصل شود. هرگونه تغییر در بار ورودی تنظیمات قبلی را برهم می‌زند و تنظیمات جدید روی ماشین ضروری خواهد بود.
۶. قسمت‌های مختلف و متحرک ماشین حتماً بازدید شود. قسمت‌های ورودی ماشین، مجاری هوا مانند کانال و دریچه‌های فن‌ها و مخصوصاً میزان گرفتگی غربال - های ماشین بررسی و گرفتگی‌های احتمالی تمیز (باد دهی) شوند. یاتاقان‌ها و قسمت‌های متحرک در صورت نیاز روغن کاری یا گریس کاری شوند.
۷. همواره به ضایعات غربال‌ها و ضایعات فن توجه شود و در صورت وجود دانه‌های سالم در آنها تنظیمات انتخاب غربال مناسب و کاهش جریان باد فن در نظر گرفته شوند.

عیب یابی و رفع اشکال در ماشین بوجاری

به منظور رفع مشکلات احتمالی در حین به‌کارگیری ماشین بوجاری، موارد مشاهده شده و روش رفع اشکالات پیش آمده به صورت جدول ۲ دیده می‌شوند.

جدول ۲- جدول رفع برخی اشکالات کاری در ماشین بوجاری

ردیف	ایراد یا اشکال	نشانه	روش رفع اشکال
۱	ورود بار بیش از حد به ماشین	وجود مقدار زیاد بذر در ضایعات غربال‌ها، پاک‌سازی نامناسب بذر خارج شده از ماشین	- کاهش بار ورودی به ماشین
۲	اتلاف بذر سالم در ضایعات ماشین	در ضایعات غربال و ضایعات باد بذرهای سالم مشاهده می‌شود.	- کاهش بار ورودی روی غربال - کاهش جریان باد فن توسط دمپرها (دریچه‌های کنترل مکش فن)
۳	غیر یکنواختی در عملکرد ماشین	مقدار بذر خارج شده از ماشین نوسان دارد و کم و زیاد می‌شود.	- کنترل میزان بار ورودی - بازدید و سفت کردن تسمه‌های شل شده در ماشین
۴	گرفتگی غربال‌ها	وجود ناخالصی درشت غیر بذری و کاه و کلش (تمیزی ضعیف دانه‌ها) در خروجی ماشین	- جداسازی و تمیز کردن صفحه غربال ماشین - انتخاب غربال‌ها متناسب با رقم گندم - کنترل توپک‌ها و در صورت لزوم تعویض آنها
۵	شکستگی پایه‌های چوبی ارتعاش‌گیر غربال‌ها	تعادل نداشتن غربال‌ها و پاشش بذرها به خارج از الک و تولید صدای ناهنجار الک	تعویض پایه‌های ارتعاش‌گیر (چوب هندی) ماشین
۶	کار نکردن مناسب فن و دریچه‌های باد	بذرهای خروجی دارای کلش و ضایعات سبک است	بازدید فن و دریچه‌ها کنترل باد و رفع اشکال آنها
۷	سر و صدای نامناسب و از کار افتادگی ماشین	کارکردن خشک و گیرپاژ احتمالی ماشین	روغن‌کاری و گریس‌کاری مناسب یاتاقان‌ها در زمان سرویس ماشین

فهرست منابع

- اسروش، س. (۱۳۸۹) راهنمای گواهی کنترل و گواهی بذر غلات (گندم و جو). نشریه فنی. موسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال. کرج.
- باقری، ه.، م. راسخ م. ح. کیانمهر (۱۳۹۵) استفاده از آنالیز ابعادی جهت تعیین پارامترهای مؤثر دستگاه جداکننده میز ثقیلی برای کمینه نمودن ناخالصی موجود در توده عدس.
- بختیاری، م.ر (۱۳۹۳) ارزیابی سه نوع ماشین بوجاری گندم در همدان. گزارش پژوهشی شماره ۴۶۳۳۷. موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. کرج.
- بی نام (۱۳۹۵) راهنمای کاربری دستگاه بوجاری وزنی. شرکت آذران بوجار ایرانیان. ۴۱ صفحه.
- بی نام (۱۳۹۷) راهنمای فنی دستگاه گراوتی. شرکت رام صنعت بهاره.
- جوادی، ا.، ع. واحدی، ح.ر. گازر و م. یونسی الموتی (۱۳۹۵) ارزیابی فنی و اقتصادی سامانه‌های فرآوری بذر گندم. گزارش پژوهشی پروژه ملی شماره ۵۲۳۱۸ موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. کرج.
- راسخ، م.، ت. توکلی، ب. فیروزآبادی، م.ح. کیانمهر (۱۳۸۴) بررسی تجربی عملکرد دستگاه جداکننده ثقیلی در میزان جداسازی گندم سن زده. فصلنامه علوم و صنایع غذایی ایران. دوره ۲، شماره ۳. صفحات ۳۳-۴۷
- کاشی، م.، م. راسخ، ا.ح. افکاری سیاح، م. ح. کیانمهر، ح. ر. گازر (۱۳۸۹) بررسی امکان جداسازی یولاف وحشی از گندم توسط دستگاه جداکننده وزنی. مجموعه مقالات ششمین کنگره ملی مهندسی ماشینهای کشاورزی و مکانیزاسیون. کرج.
- گازر، ح.ر.، آ. حمیدی، ه. اسدی، م. ع. به آئین، ج. حبیبی اصل، م. ح. سعیدی راد، م. ح. رزاقی، ک. گرامی (۱۳۹۹) مقایسه و ارزیابی فنی و اقتصادی فرآوری بذر گندم درسامانه های داخلی و

وارداتی به منظور بهبود فرآوری بذر. گزارش ملی و مشترک شماره ۵۹۱۵۶، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.

گازر، ح.ر (۱۳۹۸) ارزیابی فنی، کیفی و اقتصادی دو خط فرآوری بذر گندم. گزارش پروژه تحقیقاتی شماره ۵۶۹۶۸، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.

گازر، ح. ر.، ا. جوادی، ع. واحدی، م. یونسی الموتی و آ. حمیدی (۱۳۹۶) تحلیلی بر تلفات بذری در سامانه‌های فرآوری و تولید بذر گندم. مجله علوم و تحقیقات بذر ایران، دانشگاه گیلان، سال چهارم شماره ۱، صفحات ۱۱۳-۱۲۱.

هاشم پور آ. و ح.ر. ضیال‌الحق (۱۳۸۱) عملیات واحد در فرآوری محصولات کشاورزی- مولف ک.ام. ساهانگ و ک.ک. سینگ. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

Beckham, L. S. (1978) Seed Cleaning - The Basics. Proceedings of the Short Course for Seedsmen. 313.

<https://scholarsjunction.msstate.edu/seedsmen-short-course/313>

Henderson, J (1963) Selection of Screens for Cleaning Seed. Proceedings of the Short Course for Seedsmen. 102.

<https://scholarsjunction.msstate.edu/seedsmen-short-course/102>

Sinha, J.P., B.S. Modi, R.P. Nagar, S.N. Sinha and M. Vishwakarma (2001) Wheat seed processing and quality improvement, seed research Vol. 29(2) 171-178.