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

نشریه فنی:

اصول فنی کاربرد ماشین‌های جداساز وزنی (میز گراویتی) برای فرآوری بذر گندم

حمیدرضا گازر

سال انتشار: ۱۳۹۸

AERI

آدرس: کرج، بلوار شهید فهمیده، صندوق پستی: ۸۴۵ -۳۱۵۸۵، مؤسسه تحقیقات فنی ومهندسی کشاورزی
تلفن: ۳۲۷۰۵۳۲۰، ۳۲۷۰۵۲۴۲ و ۳۲۷۰۸۳۵۹ (۰۲۶)
دورنگار: ۳۲۷۰۶۲۷۷ (۰۲۶)، پایگاه اطلاعاتی مؤسسه: www.aeri.ir

بسم الله الرحمن الرحیم

مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

نشریهٔ فنی:
اصول فنی کاربرد ماشین‌های جداساز وزنی (میز گراویتی) برای فرآوری بذر گندم

تهیه و تدوین:

حمیدرضا گازر

عضو هیئت علمی مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

سال انتشار:

۱۳۹۸

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

نوع نوشتار: نشریهٔ فنی
عنوان نوشتار: اصول فنی کاربرد ماشین‌های جداساز وزنی (میز گراویتی) برای فرآوری بذر گندم
نگارنده: حمیدرضا گازر
داوران و ویراستاران: آیدین حمیدی، محمدحسین کیانمهر
صفحه‌آرا: صدیقه پردیس‌کیان
ناشر: مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی
شمارگان: محدود
نوبت چاپ: اول
سال انتشار: ۱۳۹۸

مسئولیت صحت مطالب با نگارنده است.

شماره ثبت ٥٦٧٨٨ در مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع‌رسانی کشاورزی سازمان تحقیقات، آموزش وترویج کشاورزی به تاریخ ۱۳۹۸/۱۰/۱۸

مخاطبان نشریه:

کلیه تولیدکنندگان و کارخانه‌داران فرآوری بذر گندم در کشور

اهداف آموزشی:

شما خوانندگان گرامی‌در این نشریه با:

- ماشین‌های جداساز وزنی (گراویتی)
- ضرورت کاربرد ماشین‌های جداساز وزنی (گراویتی) برای فرآوری بذر گندم
- اصول کارکرد و تنظیمات ماشین‌های جداساز وزنی (گراویتی) برای فرآوری بذر گندم
- اشکالات احتمالی و راه‌حل‌های رفع مشکل در ماشین‌های جداساز وزنی (گراویتی) برای فرآوری بذر گندم

آشنا خواهید شد.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
مقدمه	۱
معرفی، اصول کار و اهمیت کاربرد ماشین	۲
قسمت‌های اصلی ماشین	۷
تنظیمات ماشین	۱۲
الزامات اپراتوری	۱۹
ضایعات ماشین	۱۹
راندمان جداسازی ماشین	۲۱
انرژی ویژه مصرفی ماشین	۲۲
نکات فنی مهم در به‌کارگیری ماشین	۲۲
عیب‌یابی و رفع اشکال در ماشین	۲۵
فهرست منابع	۲۶

مقدمه

عملیات فرآوری بذر گندم از پنج مرحلهٔ اصلی تمیزکردن، درجه‌بندی، ضدعفونی، کیسه‌گیری و انبارکردن تشکیل شده است. در هر کدام 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 انجام شود. یکی از مراحل تکمیلی برای عملیات درجه‌بندی بذر گندم، جداسازی بذرها بر اساس اختلاف وزن مخصوص دانه‌ها است. برای این منظور از دستگاه جداساز وزنی (گراویتی) استفاده شده و عملیات جداسازی بذرهای چروکیده، پوک و ضعیف از بذرهای قوی توسط این دستگاه انجام می‌شود. در این نشریه اصول کار، تنظیمات کاربردی و موارد رفع اشکال کاربرد دستگاه جداساز وزنی (گراویتی) توضیح داده شده است.

معرفی، اصول کار و اهمیت کاربرد ماشین

در خطوط فرآوری بذر گندم ماشین‌های مختلفی برای جداسازی ناخالصی‌های بذر در چند مرحله مورد استفاده قرار می‌گیرد. یکی از ماشین‌های مهم در جداسازی بذرهای پوک، باد زده و چروکیده در خط فرآوری بذر، ماشین جداساز وزنی (میز گراویتی) است (شکل ۱). این ماشین بر اساس اختلاف سرعت حد[1] و وزن حجمی[2] دانه‌های گندم با دیگر ناخالصی‌های دیگر از قبیل سنگریزه، دانه‌های پوک، دانه‌های چروکیده، شکسته و خرد شده، عملیات جداسازی را انجام می‌دهد (Tomass, 1980).

شکل ۱- دستگاه جداساز وزنی یا میز گراویتی (بی‌نام، ۱۳۹۷)

1 . Terminal velocity
2 . specific gravity

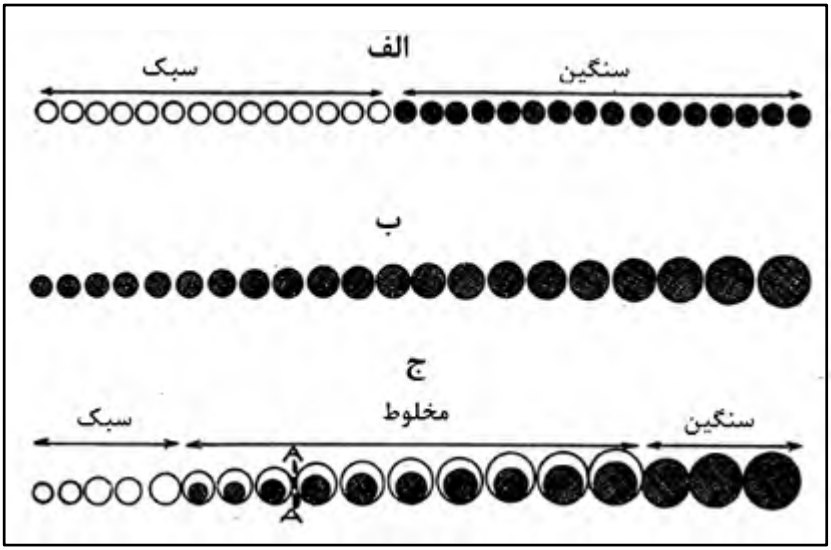
عملیات جداسازی بذر در این ماشین به سه گروه زیر قابل تقسیم‌بندی است:

الف- بذرهای هم اندازه با وزن مخصوص متفاوت (بذرهای فوق سنگین، سنگین و سبک)

ب- بذرهای دارای اندازه متفاوت و وزن مخصوص مشابه (بذرهای درشت، متوسط و ریز)

ج- بذرهای دارای اندازه متفاوت و وزن مخصوص مختلف (مخلوطی از بذرهای برگشتی)

تقسیم‌بندی دانه‌های تفکیک شده حین کار در ماشین جداساز وزنی به‌صورت شکل ۲ ملاحظه می‌شود.



شکل ۲- تقسیم‌بندی بذرهای جدا شده در دستگاه گراویتی (Tomass, 1980)

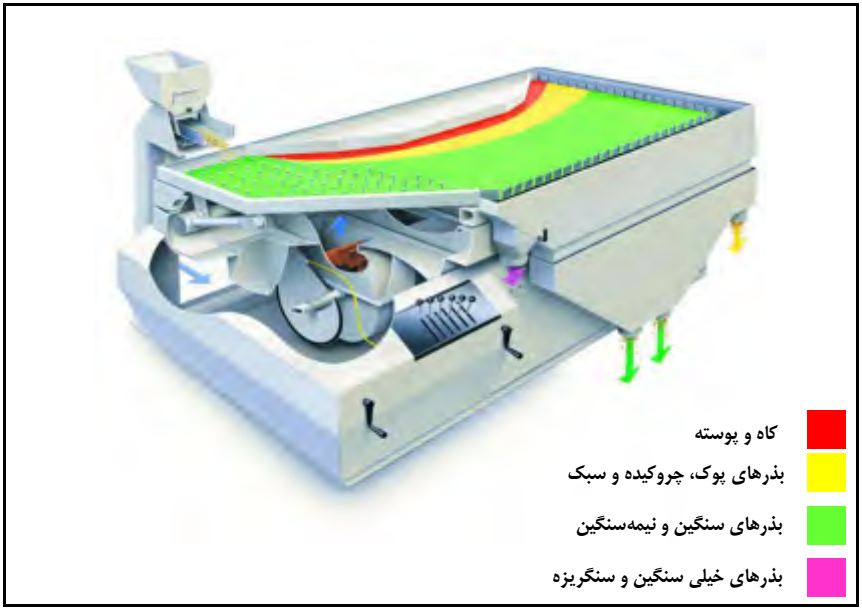
در این ماشین ابتدا گرد و خاک بذر در ورودی دستگاه توسط یک فن مکنده گرفته شده و توده بذر ورودی در اثر ارتعاش ماشین در یک صفحهٔ گسترده مشبک به نام صفحهٔ بذر[1] پخش می‌شود. بذرهای پخش شده روی دستگاه بر اساس اختلاف جرم حجمی‌دانه‌ها، شیب صفحه و شدت جریان باد وارد شده زیرین به توده بذر روی صفحه مشبک دستگاه، به‌صورت نیمه معلق (شناور) در می‌آید (شکل ۳۴). در اغلب دستگاه‌های جداساز وزنی سرعت و دامنه نوسان (ارتعاش) صفحه بذر به‌وسیله موتور برقی و خارج از مرکز قابل تنظیم است که در ادامه به‌آن پرداخته می‌شود (کاشی و همکاران، ۱۳۸۹؛ باقری و همکاران، ۱۳۹۵).

شکل ۳- شناورسازی دانه‌ها در دستگاه جداساز وزنی (میز گراویتی) (تصویر از نگارنده)

پس از شناورشدن بذرها روی صفحهٔ بذر (دک)، دانه‌ها بر اساس شکل، وزن مخصوص به چهار گروه بذرهای خیلی سنگین و سنگریزه[2]، بذرهای سنگین و

1- Deck
2- Stone and very heavy seeds

نیمه‌سنگین[1]، مخلوط بذرهای سبک و سنگین (بذرهای برگشتی) و بذرهای سبک و چروکیده[2] به همراه کاه و پوسته[3] تقسیم می‌شوند (شکل ۴).

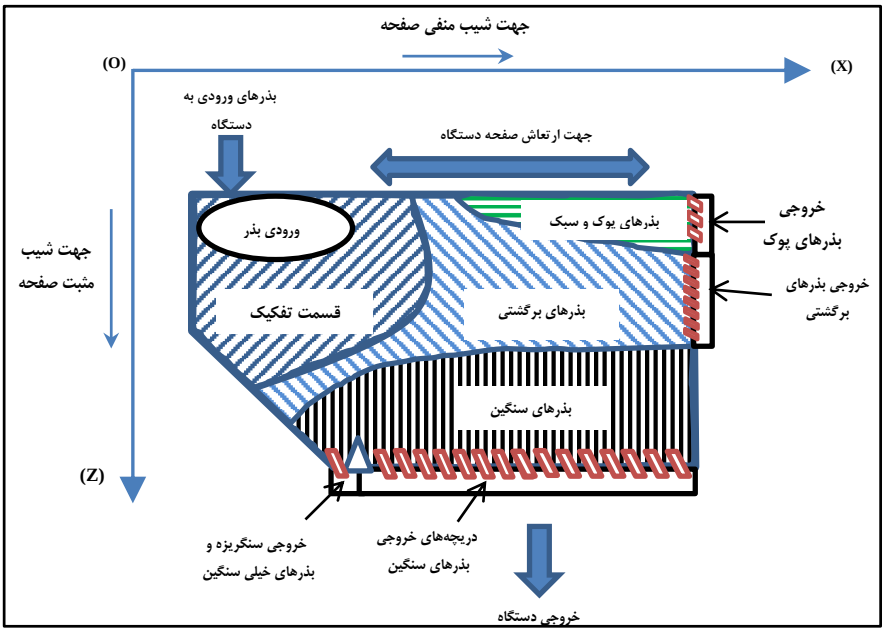


شکل ٤- تقسیم‌بندی بذر در دستگاه جداساز وزنی (میزگراویتی) (Anon., 2014)

در اثر شیب و ارتعاش صفحه دستگاه و شدت جریان هوا در زیر دانه‌ها به قسمت‌های مختلف صفحهٔ بذر هدایت می‌شوند. بذرهای سنگین‌تر و دارای چگالی بیشتر به قسمت بالا و سمت چپ دستگاه (Z) که دارای شیب مثبت است حرکت می‌کنند (شکل ۵). در بالاترین قسمت سمت چپ صفحه بذر (بالاترین منطقه صفحه بذر) مجرای خروج سنگریزه‌ها قرار دارد که بذرهای خیلی سنگین

1- Qualified seeds
2- light seeds
3- Straw

به‌همراه سنگریزه از آن خارج می‌شوند. پس از آن در قسمت پایین دستگاه بذرهای سنگین و واجد شرایط از توده بذر جدا شده و از خروجی اصلی ماشین گراویتی خارج می‌شوند. هر چقدر بذرها سبک‌تر می‌شوند بیشتر به‌سمت راست و گوشه دستگاه (X) که دارای شیب منفی است هدایت می‌شوند و در نهایت، بذرهای پوک، چروکیده و سبک‌تر از گوشه سمت راست دستگاه (پایین‌ترین منطقه صفحه بذر) به‌صورت ضایعات سبک خارج می‌شوند. در فضای بین دانه‌های سنگین و بذرهای سبک و چروکیده مخلوطی از بذرهای سالم و بذرهای سبک وجود دارد که به‌عنوان بذرهای برگشتی مجدداً به خط تولید باز می‌گردند.



شکل ۵- تقسیم‌بندی جریان بذر گندم روی صفحه بذر (دِک) از نمای بالا (تصویر از نگارنده)

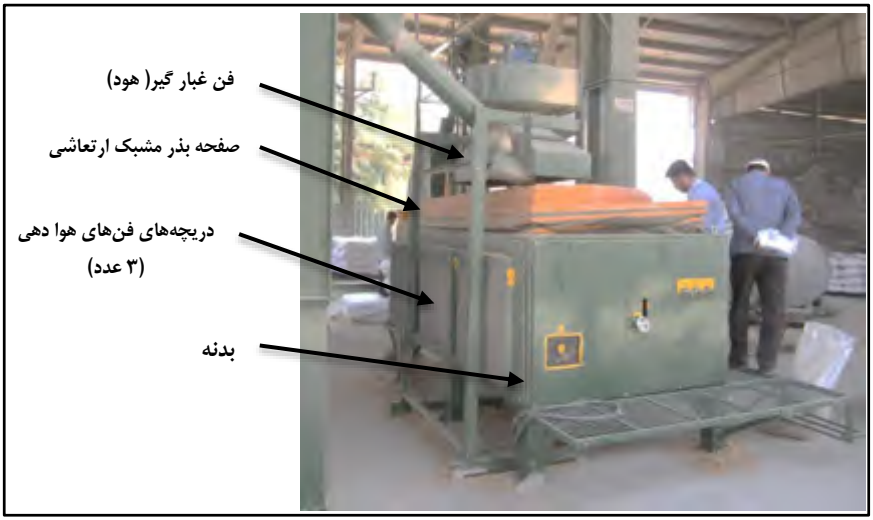
ماشین جداساز وزنی معمولاً در خط فرآوری بذر گندم برای تکمیل عملیات جداسازی ناخالصی‌هایی[1] که در مراحل قبل‌تر امکان جداسازی آنها وجود ندارد (نظیر جداسازی دانه‌های پوک و سبک) مورد استفاده قرار می‌گیرد (گازر و همکاران، ۱۳۹۷هاشم‌پور و ضیاالحق، ۱۳۸۱، Henderson, 1983). بررسی‌های تحقیقاتی نشان می‌دهد که با کمک این ماشین و اعمال تنظیمات صحیح آن می‌توان تا حدود ۱/۵ درصد کیفیت خلوص فیزیکی[2] بذر گندم را بیشتر نمود (گازر، ۱۳۹۸). میز گراویتی دارای تنظیمات فنی دقیقی است که اگر نسبت به آنها دقت لازم اعمال نشود، میزان تلفات بذر سالم از دست رفته در ضایعات دستگاه به‌طور قابل توجهی زیاد می‌شود. بررسی‌های میدانی نشان داد که در صورت ورود بار بیش از حد تحمل دستگاه[3] و تنظیمات نامناسب مقدار بذر تلف شده در ضایعات سبک دستگاه تا حدود ۴۰ درصد هم ملاحظه می‌شود (گازر و همکاران، ۱۳۹۶; گازر، ۱۳۹۸). به‌دلیل عدم آگاهی به تنظیمات فنی دستگاه و نوسان بار ورودی به دستگاه، برخی از شرکت‌های فرآوری بذر تمایلی به استفاده از میز گراویتی ندارند. این در حالی‌است که اگر از این ماشین به‌صورت صحیح استفاده شود. بسیاری از بذرهای پوک و سبک که مراحل جداسازی قبلی از توده بذر جدا نشده‌اند، در این مرحله از بذرهای اصلی جدا شده و خلوص فیزیکی و قوه نامیه توده بذر نهایی افزایش خواهد یافت.

قسمت‌های اصلی ماشین

قسمت‌های اصلی یک ماشین جداساز وزنی (میز گراویتی) عبارتند از: بدنه یا شاسی، صفحه بذر مشبک، مجموعه فن‌های هوادهی، هود (غبار گیر).

1- Impurities
2- Physical purity
3- Over loading

قسمت‌های اصلی یک دستگاه گراویتی در شکل ۶ ملاحظه می‌شود (جوادی و همکاران، ۱۳۹۵).

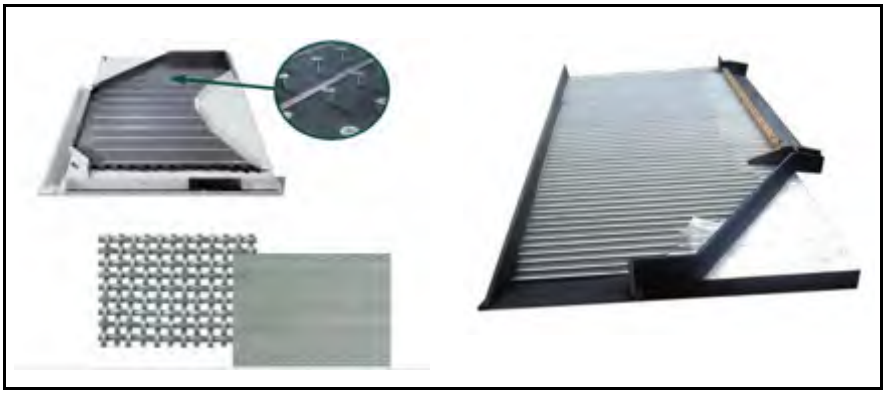


شکل ٦- نمای از قسمت‌های اصلی دستگاه جداساز وزنی (میز گراویتی) (تصویر از نگارنده)

بدنه یا شاسی[1]: بدنه یا شاسی در دستگاه جداساز وزنی به‌عنوان شالوده اصلی دستگاه و نگهدارنده قسمت‌های مختلف عمل کرده و تمام اجزای محرک و متحرک دستگاه بر روی آن سوار می‌شوند. شاسی به‌شکل مکعب و مستطیل بوده و به‌علت ارتعاشات زیاد دستگاه، شاسی باید از استحکام قابل توجهی برخوردار باشد.

1- Frame

صفحه بـذر مشـبک[1]: ایـن صـفحه متناسـب بـا طراحـی دسـتگاه دارای اشـکال سـه وجهی (مثلثی) و چهار وجهـی (معمـولاً ذوزنقـه ایـی) بـوده و از تـوری‌هـای دارای مـش بندی ۱ میلی‌متر تشـکیل شـده اسـت (شـکل ۷). صـفحه بـذرهای سـه وجهـی ظرفیـت کـاری کمـی‌داشـته و بـه‌خـوبی قـادر بـه تمیزکـردن سـنگریزه‌هـا نیسـتد. امـا صـفحه بـذرهای چهـار وجهـی دارای ظرفیـت و قـدرت تمیـز کننـدگی بیشـتر هسـتند. ایـن صـفحه دارای دو شـیب طـولی و عرضـی بـوده و بـا کمـک اهـرم‌هـای مربوطـه ایـن شیب‌ها متناسب با جـنس مـاده ورودی و درصـد ناخالصـی تغییـر مـی‌کنـد. بـرای ایجـاد لرزش در میز دستگاه از موتورهـای ارتعـاش اسـتفاده مـی‌شـود (شـکل ۸) کـه بـا توجـه بـه کیفیـت بـذرهای ورودی مـی‌تـوان میـزان لـرزش میـز دسـتگاه را بـا اسـتفاده از اینورتر تغییر داد.



شکل ۷- صفحه بذر مشبک و پوشش توری آن (Anon., 2014)

1- Perforated plate

شکل ۸- یک نمونه از موتورهای ارتعاشی مورد استفاده در میزهای گراویتی (تصویر از نگارنده)

شکل ۹- اهرم‌های کنترل دریچه‌های جریان هوا در دستگاه گراویتی (بی نام، ۱۳۹۵)

مجموعه فن‌های هوادهی[1]: به‌منظور شناورسازی دانه‌های گندم در روی صفحهٔ ارتعاشی از یک سری (معمولاًسه تا چهار عدد) فن هوادهی در دستگاه گراویتی استفاده می‌شود. این فن‌ها هوا را با فشار از قسمت زیرین وارد توده بذر نموده و باعث می‌شوند تا دانه‌ها به‌حالت شناور در بیایند. تعداد فن به‌کار رفته در دستگاه تابعی از اندازه صفحه و ظرفیت بار ورودی به ماشین است و می‌تواند بیشتر از چهار عدد هم باشد. معمولاً در دستگاه از یک الکترو موتور برای فن‌ها استفاده شده و یا برای هر یک جفت از فن‌ها یک موتور الکتریکی سه فاز در نظر گرفته می‌شود. معمولاً برای ایجاد یکنواختی در پروفیل هوای ایجاد شده روی صفحه بذر، صفحه را به سه یا چهار قسمت تفکیک کرده و برای قسمت یک فن هوا در نظر می‌گیرند تا کنترل و یکنواختی در قسمت بهتر انجام شود. برای تغییرات هوادهی فن بیشتر از اهرم‌های تغییر دریچه ورود هوا (شکل ۹) و یا از کنترل دور موتورهای الکتریکی (اینورتر) استفاده می‌شود.

هود (غبارگیر)[2]: به‌منظور جداسازی گرد و خاک و ناخالصی‌های بسیار سبک از روی بذرهای وارد شده به دستگاه از یک فن مکنده در بالای میز گراویتی و یک سیکلون گرد و غبار استفاده می‌شود (شکل ۱۰). مکانیزم عملکرد بدین صورت است که با شروع کار دستگاه گراویتی فن گرد و خاک داخل دانه‌های بذر را مکش کرده و از طریق یک سیکلون به کیسه ضایعات منتقل می‌کند.

1-Aeration fans
2- Dust hood

شکل ۱۰- میز گراویتی مجهز به هود (تصویر از نگارنده)

تنظیمات ماشین

دستگاه جداساز وزنی (میز گراویتی) دارای پنج تنظیم مهم است که این تنظیمات تابعی از نوع دانه ورودی، میزان بار وارد شده به دستگاه و میزان ناخالصی موجود در بار ورودی است. این تنظیمات عبارتند از: نرخ تغذیه مواد به میز، تنظیم زاویه‌های طولی و عرضی میز، تنظیم میزان هوادهی به صفحه بذر، دامنه و سرعت نوسان (ارتعاش) میز دستگاه که در مورد هر کدام از آنها در ادامه توضیحات لازم ارایه خواهد شد (راسخ و همکاران، ۱۳۸۴؛ کاشی و همکاران، ۱۳۸۹).

نرخ تغذیهٔ مواد به میز

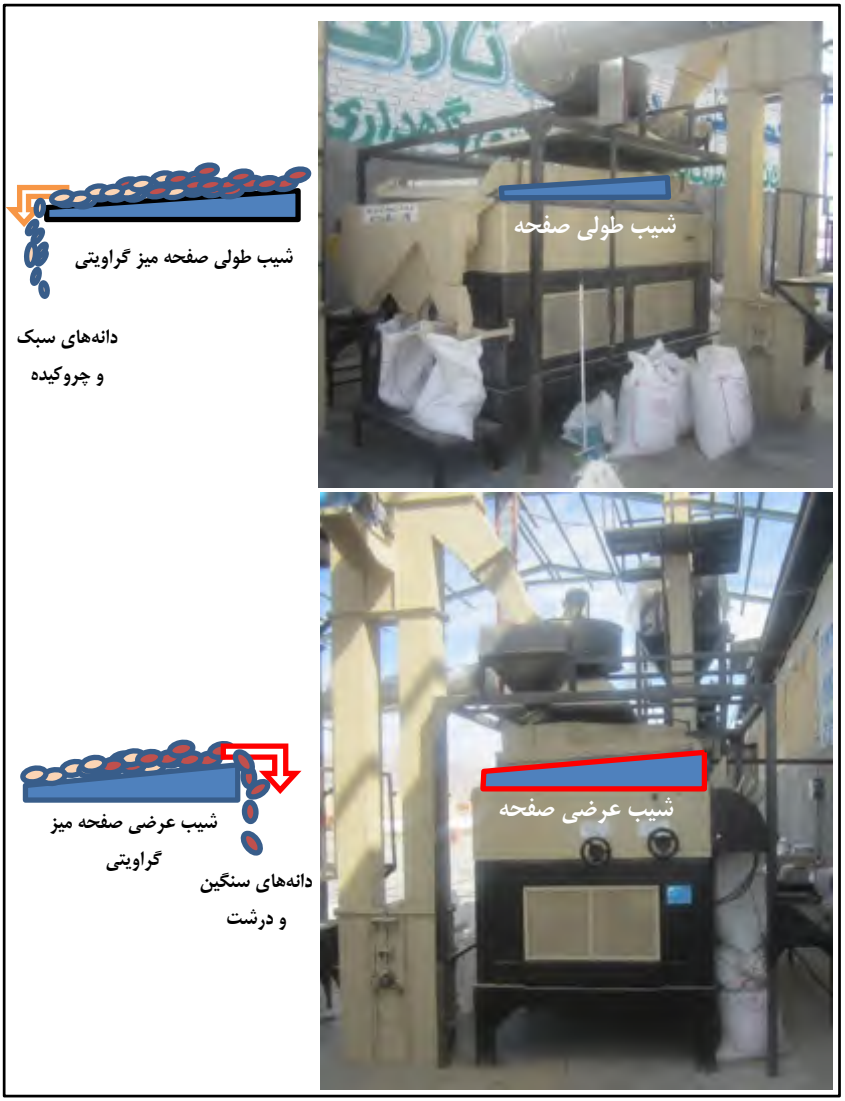
یکی از مهم‌ترین تنظیمات دستگاه گراویتی، اعمال تغذیه مناسب بر روی صفحه بذر است که با رعایت آن کارکرد دستگاه بهینه شده و راندمان جداسازی دانه های پوک و خرد شده از بذرهای سالم افزایش می‌یابد. مقدار خوراک‌دهی به دستگاه باید به گونه‌ای باشد که تمام سطح میز به‌صورت یک لایه نازک کامل پوشیده شود و هیچگونه فضای خالی در روی میز وجود نداشته باشد (Henderson, 1983). تجربیات نگارنده نشان داده است با اعمال تنظیمات صحیح ماشین، محدوده نرخ تغذیه مناسب برای دستگاه‌های رایج در کشور بین ۲/۵ تا ۴ تن در ساعت تغییر می‌کند. لازم به‌ذکر است نرخ ورودی بذر به دستگاه تابعی از ابعاد صفحه بذر، قدرت باد دهی فن‌ها و سیستم نوسان دهنده دستگاه خواهد بود.

تنظیم زاویه‌های طولی و عرضی میز[1]

به‌منظور یکنواختی حرکت دانه‌ها روی صفحه میز گراویتی نیاز به اعمال دو شیب طولی و عرضی در صفحه میز است. این دو شیب باید به گونه‌ایی تنظیم شوند تا در اثر جریان باد اعمال شده به دانه‌ها، بذرهای پوک و سبک پایین‌ترین در منطقه صفحه و بذرهای سنگین و درشت در بالاترین منطقه صفحه قرار گرفته و از ماشین خارج شوند. همانطور که قبلاً ذکر شد این دو زاویه تابعی از محصول و مقدار بار ورودی به دستگاه هستند. معمولاً برای بذر گندم زاویه طولی صفحه در حدود ۱ تا ۵ درجه و زاویه عرضی صفحه در حدود ۲ تا ۷ درجه تغییر می‌کند (شکل ۱۱). در تحقیق کاشی و همکاران مناسب‌ترین جداسازی بذر گندم

1- Longitudinal and transverse slopes

از یـولاف وحشـی در شـیب طـولی ۴ درجـه و شـیب عرضـی ۲ درجـه بـه‌دسـت آمـد (کاشی و همکاران، ۱۳۸۹).



شکل ۱۱- تغییرات زاویه‌های طولی و عرضی صفحه میز گراویتی (بی نام، ۱۳۹۵)

برای تغییر زاویه‌های طولی و عرضی صفحه میز از اهرم‌های مربوطه استفاده می‌شود (شکل ۱۲).

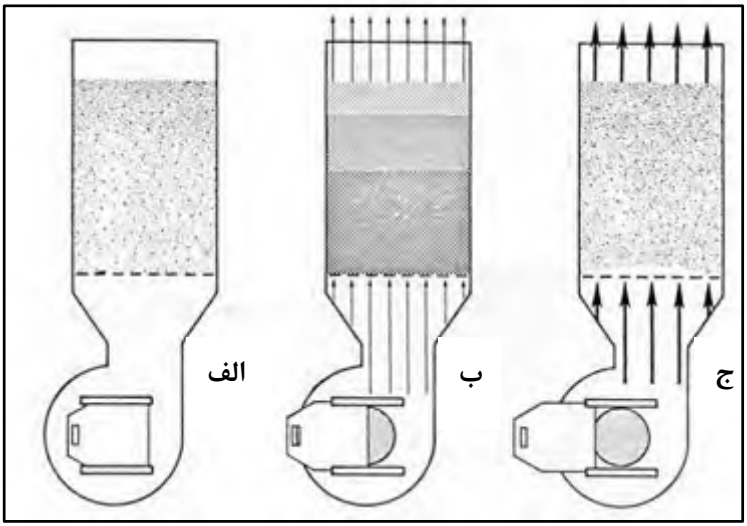
شکل ۱۲- نمونه ایی از اهرم‌های تغییر زاویه صفحه در میز گراویتی (بی نام، ۱۳۹۵)

تنظیم میزان هوادهی به صفحه بذر

یکی دیگر از موارد مهم در جداسازی خوب دانه‌های پوک از دانه‌های سالم میزان هوادهی خوب و یکنواخت در همه جای میز گراویتی است. در واقع هوادهی مناسب و شناور سازی بذر کلید جداسازی دانه‌ها در میز گراویتی است. سرعت هوادهی زیاد موجب ایجاد حباب[1] در تودهٔ بذر پخش شده روی میز خواهد شد. همچنین با هوادهی زیاد، بذرهای درشت از سطح میز جدا شده و با بذرهای ریز و سبک مخلوط شده و شناور سازی مواد سبک روی مواد سنگین انجام نمیشود. سرعت کم هوادهی فقط به شناور سازی دانه‌های خیلی سبک کمک

1- Bubble

می‌کند و عمل جداسازی ناقص انجام می‌شود. در نتیجه عمده بذرهای مخلوط به‌طرف خروجی بذر می‌روند و خلوص فیزیکی پایین می‌آید. برای تنظیمات هوادهی به قسمت‌های مختلف صفحه بذر از دریچه‌های مخصوص ورود هوا هر کدام از فن‌ها استفاده می‌شود. با کمک این دریچه‌ها مقدار هوای وارد شده به صفحه بذر کم یا زیاد می‌شود (شکل ۱۳). هرچه از محل ورود بذر به صفحه دورتر می‌شویم مقدار سرعت هوای وارد شده به بذرها کمتر می‌شود. نتایج تحقیقات نشان داده که محدوده مناسب سرعت هوا برای جداسازی بهتر دانه های گندم بین ۵ تا ۷ متر بر ثانیه است (کاشی و همکاران، ۱۳۸۹).



شکل ۱۳- وضعیت‌های مختلف دریچه‌های تنظیم میزان هوادهی به توده بذر در دستگاه گراویتی (Henderson, 1983)

هوای ورودی به هرکدام از فن‌های ذکر شده از طریق دریچه مجزا تأمین می‌شود (شکل ۱۴). همچنین در بعضی از دستگاه‌های گراویتی نیز برای تنظیم هوادهی

به‌جای استفاده از دریچه‌های کنترلی، از کاهنده دور موتورهای الکتریکی[1] (اینورتر) استفاده می‌شود.

شکل ١٤- دریچه‌های ورودی هوا به فن‌های هوادهی دستگاه گراویتی (تصویر از نگارنده)

میزان ارتعاش میز دستگاه

میزان ارتعاش میز، تابعی از دامنه و فرکانس نوسان میز است. نتایج پژوهش‌ها نشان می‌دهد که برای جداسازی مناسب بذر گندم در دستگاه گراویتی دامنه نوسان در محدوده ۵ تا ۷ میلیمتر و فرکانس نوسان نیز در حدود ۳۰۰ تا ۵۰۰ سیکل بر دقیقه است (کاشی و همکاران، ۱۳۸۹; راسخ و همکاران، ۱۳۸۴). با توجه به تنوع ابعاد و وزن هزار دانه ارقام مختلف گندم، دستیابی به بهترین فرکانس و دامنهٔ ارتعاش به صورت تجربی و با تنظیمات مقدماتی برای هر دستگاه گراویتی به‌صورت جداگانه و منحصر به‌فرد بدست خواهد آمد. میزان ارتعاش و زوایهٔ عرضی (جانبی) میز دستگاه گراویتی دارای رابطهٔ مستقیم با یکدیگر هستند.

1- Inverter

بدین صورت که با افزایش ارتعاش میز دانه‌ها به‌سمت قسمت بلندتر صفحه میز متمایل شده و حرکت می‌کنند. در صورت کم شدن ارتعاش، دانه‌ها به سمت کم ارتفاع‌تر صفحه میز متمایل می‌شوند. عموماً با زیاد شدن زاویه عرضی میز دانه‌های سبک به سمت کوتاهتر میز حرکت کرده و با استفاده از هوادهی مناسب عملیات جداسازی دانه‌های سبک و سنگین به‌صورت کامل انجام می‌شود. اگر سرعت ارتعاش میز افزایش یابد، تمام دانه‌های روی میز به‌سمت بلندترین قسمت میز حرکت کرده ودر آنجا متمرکز خواهند شد. ارتعاش (لرزش) صفحه از طریق یک موتور لنگ خارج از مرکز (شکل ۱۵) تأمین شده که پیچ تنظیم میزان ارتعاش میز در قسمت طولی کنار میز قابل مشاهده است. در برخی از ماشین‌های جدیدتر برای کاهش سرعت ارتعاش میز از کاهنده دور الکتریکی (اینورتر) استفاده می‌شود.

شکل ۱۵- موتور لنگ خارج از مرکز برای ارتعاش میز گراویتی (تصویر از نگارنده)

الزامات اپراتوری

به‌منظور جداسازی مناسب دانه‌ها از یکدیگر، عملکرد اپراتور دستگاه بسیار حایز اهمیت است. اگر اپراتور دستگاه فاقد درک لازم از فرایند و نحوه کار دستگاه باشد، نمی‌تواند تنظیمات مورد نیاز دستگاه را اعمال نموده و راندمان جداسازی بذر را به حداکثر رسانده و از تلفات بذر جلوگیری کند. پس لازم است اپراتور دستگاه دوره‌های فنی لازم کار با دستگاه را گذرانده و با اجزاء ماشین، اصول کار و تنظیمات دستگاه آشنایی کامل داشته باشد.

ضایعات ماشین

ضایعات جدا شده از ماشین بر مبنای وزن مخصوص به سه گروه اصلی تقسیم می‌شوند:

۱- ضایعات سنگریزه و بذرهای خیلی سنگین[1]

این ضایعات متشکل از سنگریزه‌ها و بذرهای درشت و هم وزن با سنگریزه‌ها هستند که از بالاترین سطح میز گراویتی از خط خارج می‌شوند (شکل ۱۶).

شکل ۱۶- ضایعات سنگریزه به همراه بذرهای خیلی درشت گندم (تصویر از نگارنده)

1- Stones and very heavy seeds

۲- ضایعات بذرهای مخلوط شده سبک و سنگین (برگشتی)[1]

این ضایعات، مخلوطی از بذرهای سبک و سنگین است که معمولاً حاوی بیش از ۳۵ درصد بذر سالم می‌باشد. خروجی این ضایعات هم مسیر خروجی ضایعات سبک بوده و برای جداسازی بذرهای سالم مجدداً به ابتدا خط فرآوری برگردانده می‌شود. نمونه ایی از این خروجی این ضایعات در شکل ۱۷ ملاحظه می‌شود.

شکل ۱۷- خروجی ضایعات برگشتی در میز گراویتی (تصویر از نگارنده)

۳- ضایعات بذرهای سبک، خرده و چروکیده[2]

این ضایعات متشکل از بذرهای پوک چروکیده و خرده شده به همراه برخی مواد خارجی سبک است که از کم ارتفاع‌ترین قسمت میز (محل تخلیهٔ ضایعات سبک) از دستگاه خارج می‌شوند (شکل ۱۸).

1- Returned seeds
2- Light seeds and small impurities

شکل ۱۸- ضایعات بذرهای سبک، خرده و چروکیده گندم (تصویر از نگارنده)

راندمان جداسازی ماشین[1]

این شاخص بیانگر قدرت خط فرآوری در پاکسازی بذرهای ورودی از بذور پوک، شکسته و خرد شده است. برای به‌دست آوردن راندمان عملکردی ماشین جداساز وزنی، ابتدا با استفاده از رابطهٔ ۱ باید راندمان تبدیل بذر خام به بذر پاک شده (R_C) به‌دست آید (بختیاری، ۱۳۹۳):

$$R_C = \frac{\text{بذر تمیز شده}}{\text{بذر ورودی}} \times 100 \qquad (۱)$$

پس از آن راندمان ماشین جداساز وزنی با استفاده از رابطهٔ ۲ به‌دست می‌آید (Sinha *et al.*, 2001).

1- Cleaning efficiency

$$C_\eta = \left[1 - \frac{(1-P_2)}{(1-P_1)} \times R_c\right] \times 100 \quad (۲)$$

که در آن،

C_η: راندمان تمیزکردن (%)

R_c: راندمان تبدیل بذر در ماشین (نسبت کسری بذر خارج شده به ورودی ماشین)

P_1: خلوص فیزیکی قبل از ورودی ماشین (به‌صورت نسبت کسری بذر خالص، در نمونه ورودی ماشین)

P_2: خلوص فیزیکی بعد از خروجی ماشین (به‌صورت نسبت کسری بذر خالص، در نمونه خروجی ماشین)

انرژی ویژه مصرفی ماشین[1]

انرژی ویژهٔ مصرفی ماشین جداساز وزنی (گراویتی) بیان‌گر آن است که در این ماشین برای پاک کردن هر واحد بذر گندم چه مقدار انرژی مصرف شده است. برای محاسبهٔ این شاخص از توان اسمی ماشین در مدت زمان کارکرد خط فرآوری استفاده می‌شود. از تقسیم مجموعه انرژی مصرف شده (برحسب مگا ژول) بر حجم بذر فرآوری شده (برحسب تن) انرژی ویژه مصرفی برای تمیزکردن بذر گندم در دستگاه گراویتی محاسبه می‌شود (بختیاری، ۱۳۹۳).

نکات فنی مهم در به‌کارگیری ماشین

به‌منظور استفاده بهینه از دستگاه جداساز وزنی (گراویتی) نکات مهم به‌شرح زیر است:

۱- توجه به زیرسازی (فوندانسیون) قوی و دارای استحکام بالا برای نصب و به‌کارگیری دستگاه. معمولاً وزن ماشین‌های گراویتی زیاد بوده (حدود

1- Specific energy consumption

۵۰۰ کیلو گرم و بیشتر) و اگر این ماشین در یک زیر سازی (فوندانسیون) ضعیف به‌کار گرفته شود، بیشتر ارتعاشات ایجاد شده در صفحه دستگاه به کل بدنه منتقل شده و عملیات جداسازی دانه‌ها به‌صورت کامل انجام نمی‌گیرد (Tomass, 1980). بهترین زیرسازی برای کاربرد دستگاه گراویتی، استفاده از بتون سیمانی (ضخامت معمولاً ۱۵ سانتی‌متر و بیشتر) است تا سازهٔ ماشین را به‌خوبی مهار کرده و ارتعاشات وارد به ماشین را میرا نماید (بی نام، ۱۳۹۵).

۲- عملیات جداسازی در میز گراویتی بر اساس وزن مخصوص دانه‌ها است. پس باید قبل از استفاده از دستگاه جداساز وزنی عملیات بوجاری و جداسازی دانه‌های شکسته و درجه‌بندی بذرها را انجام شده تا از راندمان حداکثری دستگاه استفاده شود.

۳- تمیزی هوای ورودی به صفحه مشبک بسیار مهم است. اگر هوای ورودی به فن دارای ذرات معلق ریز باشد، این گرد و غبارها به روزنه‌های عبور هوا در صفحه می‌چسبند و مانع عبور خوب هوا به داخل توده بذر روی صفحه شده و شناورسازی مواد سبک روی مواد سنگین انجام نمی‌شود. لذا باید به تمیزی هوای ورودی به فن‌های دستگاه توجه شود. معمولاً برای تمیزی هوای ورودی از فیلترهای مخصوصی استفاده می‌شود که با توجه به شدت گردوغبار در کارخانه‌ها باید به‌صورت روزانه تمیز شوند.

۴- بر مبنای ظرفیت کار واقعی دستگاه، تنظیمات اعمال شده و مقدار بار ورودی به دستگاه گراویتی باید به‌صورت ثابت باقی بماند تا بهترین راندمان جداسازی دانه‌ها حاصل شود. هرگونه تغییر در بار ورودی

تنظیمات قبلی را برهم زده و باید مجدداً تنظیمات جدیدی روی دستگاه انجام شود.

۵- به شیب‌های طولی و عرضی در میز گراویتی توجه شود. متناسب با ظرفیت کاری دستگاه، شیب‌های طولی و عرضی صفحه بذر باید به گونه‌ای تنظیم شوند تا دانه‌ها بیشترین زمان ممکن را برای ماندن روی صفحه دستگاه داشته باشند. ماندگاری بیشتر دانه‌ها روی صفحه دستگاه، موجب بهترین جداسازی دانه‌ها خواهد شد.

۶- حتماً قسمت‌های مختلف و متحرک ماشین بازدید شود. قسمت‌های ورود هوا نظیر کانال و دریچه‌های فن‌ها و مخصوصاً میز (صفحه بذر) باد گرفته و مواد ریز و گرفتگی‌های احتمالی تمیز شود. همچنین قسمت‌های متحرک در صورت نیاز روغن‌کاری شود.

۷- پس از اعمال تنظیمات پیش فرض در ماشین، در صورت وجود بذرهای سنگین در قسمت خروجی دانه‌های برگشتی، می‌توان متوجه شد که بار ورودی به صفحه زیاد است لذا باید شدت باد وارد شده به صفحه بذرکم شود. همچنین باید میزان ارتعاش میز زیاد شده و مقدار باد ورودی به صفحه را افزایش یابد. همچنین گاهی اوقات ممکن است در برخی نقاط شناورسازی بذر بر روی میز انجام نشود. در این صورت برای رفع این مورد لازم است صفحه بذر باز شده و با استفاده از باد پرفشار کاملاً تمیز شود.

عیب یابی و رفع اشکال در ماشین[1]

به منظور رفع مشکلات احتمالی در حین به‌کارگیری ماشین جداساز وزنی، موارد مشاهده شده و روش رفع اشکالات پیش آمده به‌صورت جدول ۱ ملاحظه می‌شود.

1- Trouble shooting

جدول ۱- رفع برخی اشکالات کاری ملاحظه شده در ماشین جداساز وزنی (گراویتی)

ردیف	ایراد یا اشکال	علامت یا نشانه	روش رفع اشکال
۱	ورود بار بیش از حد به میز	بخش عمده بذر از قسمت برگشتی‌ها خارج می‌شود.	– کاهش بار ورودی به دستگاه – کاهش شیب طولی صفحه – افزایش مقدار باد به صفحه
۲	اختلاط بذرهای اصلی با بذرهای سبک‌تر	تمایل دانه‌ها به سمت خروجی بذر اصلی	– کاهش لرزش (سرعت ارتعاش) میز – افزایش شیب عرضی صفحه – افزایش مقدار باد به صفحه
۳	نوسان جداسازی دانه‌ها از یکدیگر	غیر یکنواختی توزیع دانه‌ها در خروجی‌های مختلف میز	– نوسان در میزان بار ورودی – ضعیف بودن فونداسیون – شل بودن تسمه‌های موتور میز – نوسانات برقی – شل بودن گیره‌های تنظیم شیبهای طولی و عرضی میز – شل بودن صفحه بذر
۴	خروجی بذرهای اصلی به همراه بذرهای‌های پوک و سبک	تمایل و حرکت بذرها به سمت پایین میز (خروجی بذرهای پوک وسبک)	– کاهش شیب عرضی صفحه – افزایش لرزش (ارتعاش) میز – کاهش مقدار باد به صفحه
۵	گرفتگی صفحه بذر و وجود برخی قسمت‌های فاقد عملکرد در میز (نقاط کور)	وجود دانه‌های بی حرکت در برخی قسمت‌های میز (نقاط کور)	جداسازی و تمیزکردن صفحه مشبک بذر با استفاده از باد پر فشار

ادامهٔ جدول ۱- رفع برخی اشکالات کاری ملاحظه شده در ماشین جداساز وزنی (گراویتی)

ردیف	ایراد یا اشکال	علامت یا نشانه	روش رفع اشکال
۶	کم بودن مقدار بار روی صفحه	وجود قسمت‌های خالی از دانه در قسمت‌های مختلف (پایینی) میز و هدر رفتن باد	- کاهش شیب طولی دستگاه - افزایش میزان بار ورودی به دستگاه - اصلاح شیب‌های طولی و عرضی میز و سفت کردن گیره‌های مربوطه - کم کردن مقدار خروجی دانه‌های اصلی
۷	تلفات بذرهای گندم درشت و سنگین	وجود بذرهای درشت در ضایعات سنگ گیر	به‌کارگیری دستگاه سنگ گیر در خط فرآوری بذر

فهرست منابع

باقری، ه.، راسخ، م.، و کیانمهر، م. ح. ۱۳۹۵. استفاده از آنالیز ابعادی جهت تعیین پارامترهای مؤثر دستگاه جداکننده میز ثقلی برای کمینه نمودن ناخالصی موجود در توده عدس.

بختیاری، م. ر. ۱۳۹۳. ارزیابی سه نوع ماشین بوجاری گندم در همدان. گزارش پژوهشی شماره ۴۶۳۳۷. مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. کرج.

بی نام. ۱۳۹۵. راهنمای کاربری دستگاه بوجاری وزنی. شرکت آذران بوجار ایرانیان. ۴۱ صفحه.

بی نام. ۱۳۹۷. رهنمای فنی دستگاه گراویتی. شرکت رام صنعت بهاره.

جـوادی، ا.، واحـدی، ع.، گـازر، ح. ر. و یونسـی المـوتی. م. ۱۳۹۵. ارزیـابی فنـی و اقتصادی سـامانه هـای فـرآوری بـذر گنـدم. گـزارش پژوهشـی پـروژه ملـی شـماره ۵۲۳۱۸ مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. کرج.

راسـخ، م.، تـوکلی، ت.، فیروزآبـادی، ب. و کیـانمهر. م. ح. ۱۳۸۴. بررسـی تجربـی عملکـرد دسـتگاه جداکننـده ثقلـی در میـزان جداسـازی گنـدم سـن زده. فصـلنامه علوم و صنایع غذایی ایران. دوره ۲، شماره ۳، صفحات ۳۳ –۴۷.

کاشـی، م. راسـخ، م.، افکـاری، ا. ح.، کیـانمهر، م. ح. و گـازر، ح. ر. ۱۳۸۹. بررسـی امکـان جداسـازی یـولاف وحشـی از گنـدم توسـط دسـتگاه جداکننـده وزنـی. مجموعـه مقـالات ششـمین کنگـره ملـی مهندسـی ماشـینهای کشـاورزی و مکانیزاسیون. کرج.

گـازر، ح. ر. ۱۳۹۸. ارزیـابی فنـی، کیفـی و اقتصـادی دو خـط فـرآوری بـذر گنـدم. گـزارش پـروژه تحقیقـاتی، مؤسسـه تحقیقـات فنـی و مهندسـی کشـاورزی (در حال چاپ).

گـازر، ح. ر.، جـوادی. ا.، واحـدی، ع.، یونسـی المـوتی، م. و حمیـدی، آ. ۱۳۹۶. تحلیلـی بـر تلفـات بـذری در سـامانه‌هـای فـرآوری و تولیـد بـذر گنـدم. مجلـه علـوم و تحقیقـات بـذر ایـران، دانشـگاه گـیلان، سـال چهـارم شـماره ۱، صـفحات ۱۱۳ – ۱۲۱.

هاشـم پـور، آ. و ضـیاء الحـق، ح. ر. ۱۳۸۱. عملیـات واحـد در فـرآوری محصـولات کشـاورزی– مؤلـف ک. ام. سـاهانگ و ک. ک. سـینگ. انتشـارات دانشـگاه فردوسی مشهد.

Anon. 2014. Gravity separator, Seed processing. Technical catalogue. Cimberia Co. Denmark.

Tomass, J. 1980. Principles of gravity separation. Mississippi University.

Henderson, J. 1983. Gravity table separations. Mississippi University.

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