

نشریه فنی:

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

حمیدرضا گازر



بسم الله الرحمن الرحيم

مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

نشریه فنی:

اصول فنی کاربرد ماشین‌های جداساز وزنی
(میز گراویتی) برای فراوری 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 و ترویج کشاورزی
مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی



نوع نوشتار: نشریه 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 پردیس کیان
ناشر: مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی
شمارگان: محدود
نوبت چاپ: اول
سال انتشار: ۱۳۹۸



مسئولیت صحت مطالب با نگارنده است.

شماره ثبت ۵۶۷۸۸ در مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع‌رسانی کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی به تاریخ ۱۳۹۸/۱۰/۱۸

مخاطبان نشریه:

کلیه تولیدکنندگان و کارخانه‌داران فرآوری بذر گندم در کشور

اهداف آموزشی:

شما خوانندگان گرامی در 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 مرحله اصلی تمیز کردن، درجه‌بندی، ضدعفونی، کیسه‌گیری و انبار کردن تشکیل شده است. در هر کدام از مراحل بالا بر حسب 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 بذرهای 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^۱ و وزن حجمی^۲ 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

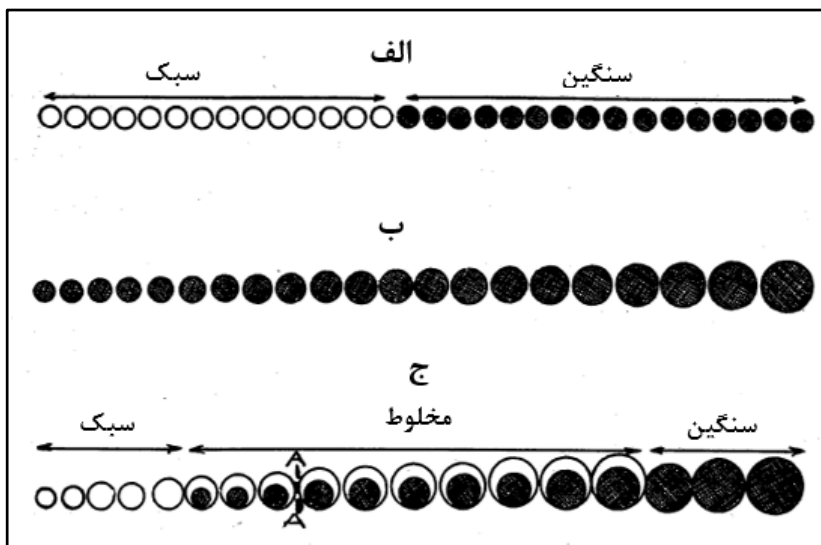
عملیات جداسازی بذر در این ماشین به سه گروه زیر قابل تقسیم‌بندی است:

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)

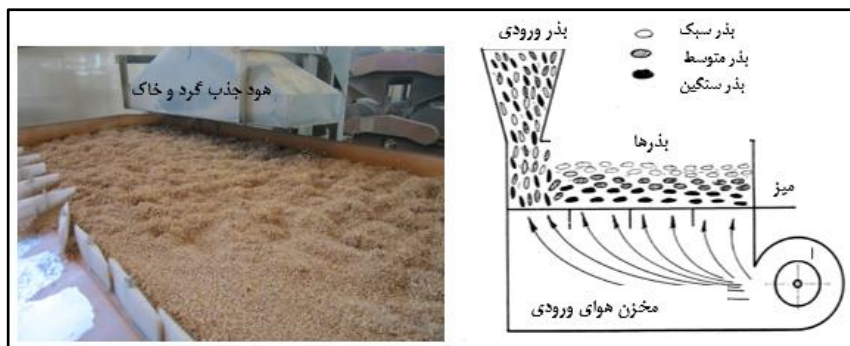
ج- بذرهای دارای اندازه متفاوت و وزن مخصوص مختلف (مخلوطی از بذرهای برگشتی)

تقسیم‌بندی دانه‌های تفکیک شده حین کار در ماشین جداساز وزنی به صورت 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 مکند گرفته شده و توده بذر ورودی در اثر ارتعاش ماشین در یک صفحه گسترده مشبک به نام صفحه بذر^۱ پخش می‌شود. بذرهای پخش شده روی دستگاه بر اساس اختلاف جرم حجمی دانه‌ها، شیب صفحه و شدت جریان باد وارد شده زیرین به توده بذر روی صفحه مشبک دستگاه، به صورت نیمه معلق (شناور) در می‌آید (شکل ۳۴). در اغلب دستگاه‌های جداساز وزنی سرعت و دامنه نوسان (ارتعاش) صفحه بذر به وسیله موتور برقی و خارج از مرکز قابل تنظیم است که در ادامه به آن پرداخته می‌شود (کاشی و همکاران، ۱۳۸۹؛ باقری و همکاران، ۱۳۹۵).



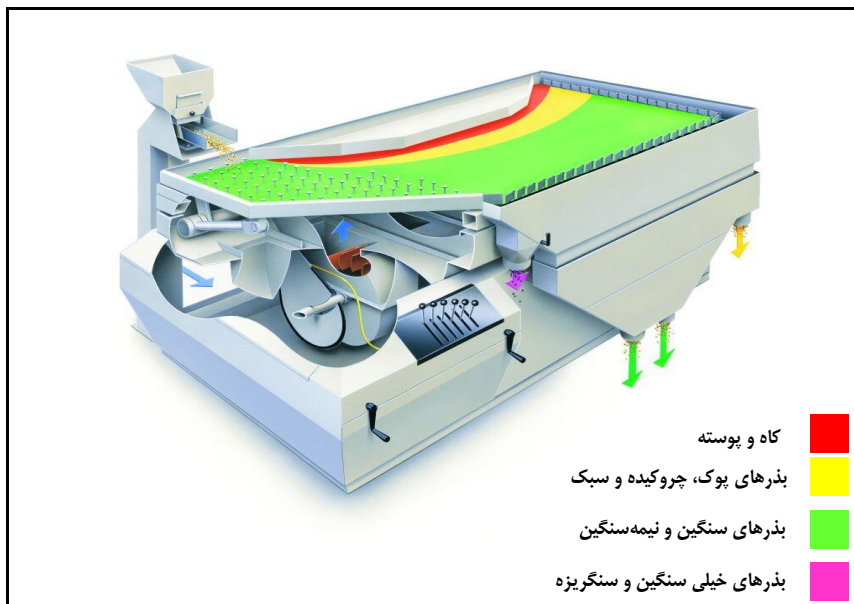
شکل ۳- شناورسازی دانه‌ها در دستگاه جداساز وزنی (میز گراویتی) (تصویر از نگارنده)

پس از شناورشدن بذرهای روی صفحه بذر (دک)، دانه‌ها بر اساس شکل، وزن مخصوص به چهار گروه بذرهای خیلی سنگین و سنگریزه^۲، بذرهای سنگین و

1- Deck

2- Stone and very heavy seeds

نیمه‌سنگین^۱، مخلوط بذرهای سبک و سنگین (بذرهای برگشتی) و بذرهای سبک و چروکیده^۲ به همراه کاه و پوسته^۳ تقسیم می‌شوند (شکل ۴).

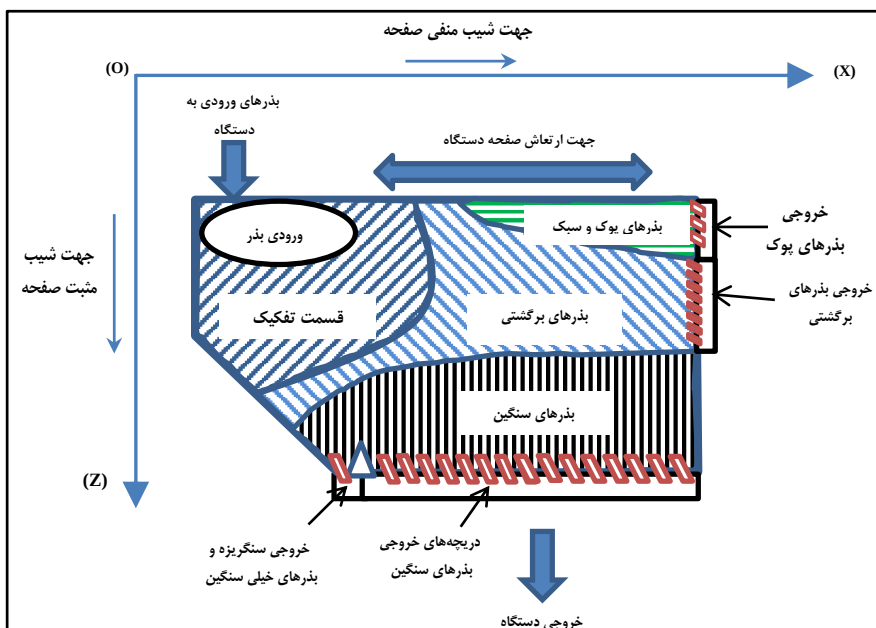


شکل ۴- تقسیم‌بندی بذر در دستگاه جداساز وزنی (میز گراویتی) (Anon., 2014)

در اثر شیب و ارتعاش صفحه دستگاه و شدت جریان هوا در زیر دانه‌ها به قسمت‌های مختلف صفحه 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

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



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

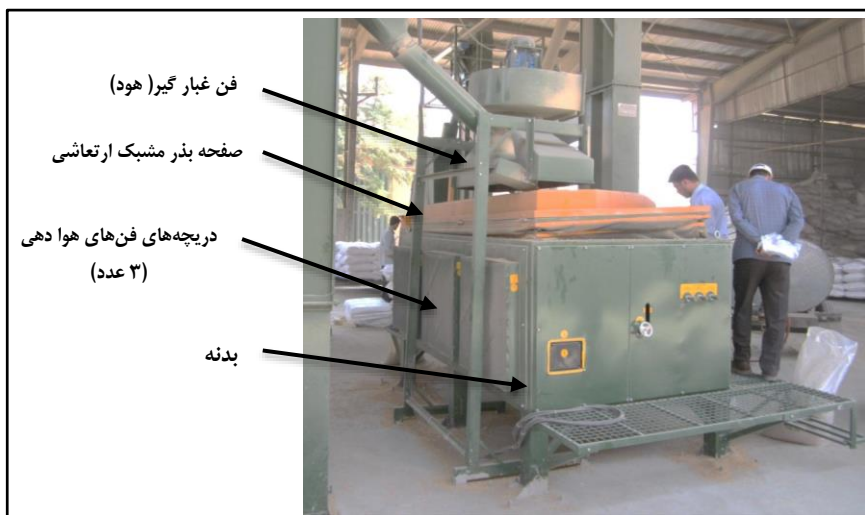
ماشین جداساز وزنی معمولاً در خط فرآوری بذر گندم برای تکمیل عملیات جداسازی ناخالصی‌هایی^۱ که در مراحل قبل‌تر امکان جداسازی آنها وجود ندارد (نظیر جداسازی دانه‌های پوک و سبک) مورد استفاده قرار می‌گیرد (گازر و همکاران، ۱۳۹۷ هاشم‌پور و ضیال‌الحق، ۱۳۸۱، Henderson, 1983). بررسی‌های تحقیقاتی نشان می‌دهد که با کمک این ماشین و اعمال تنظیمات صحیح آن می‌توان تا حدود ۱/۵ درصد کیفیت خلوص فیزیکی^۲ 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^۳ 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

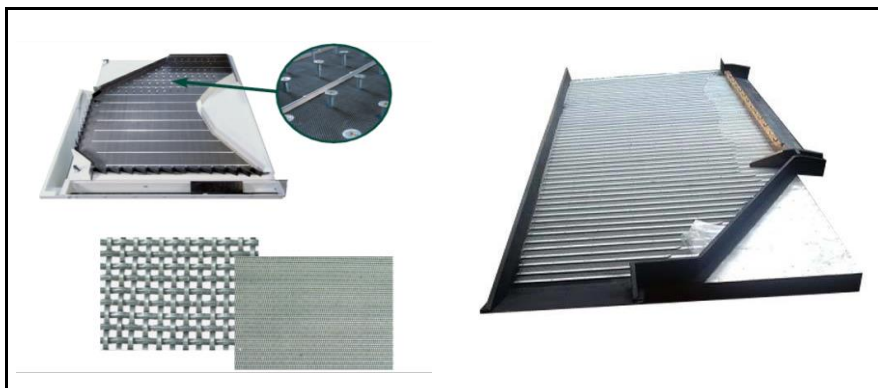
قسمت‌های اصلی یک دستگاه گراویتی در شکل ۶ ملاحظه می‌شود (جوادی و همکاران، ۱۳۹۵).



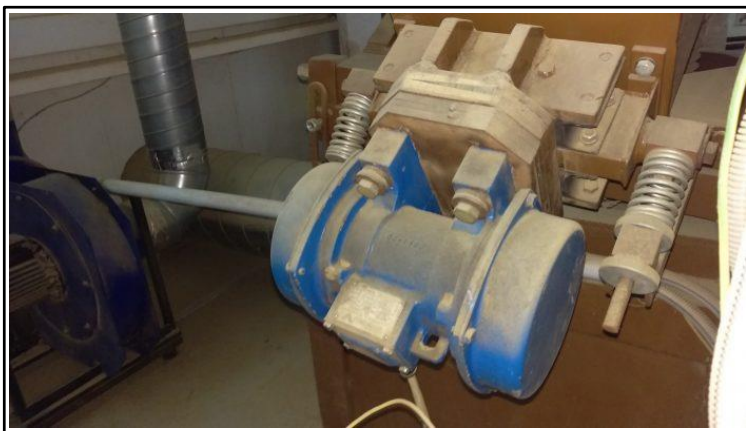
شکل ۶- نمای از قسمت‌های اصلی دستگاه جداساز وزنی (میز گراویتی) (تصویر از نگارنده)

بدنه یا شاسی^۱: 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.

صفحه بذر مشبک^۱: این صفحه متناسب با طراحی دستگاه دارای اشکال سه وجهی (مثلثی) و چهار وجهی (معمولاً دوزنقه ایی) بوده و از توری‌های دارای مش بندی ۱ میلی‌متر تشکیل شده است (شکل ۷). صفحه بذره‌های سه وجهی ظرفیت کاری کمی داشته و به‌خوبی قادر به تمیز کردن سنگریزه‌ها نیستند. اما صفحه بذره‌های چهار وجهی دارای ظرفیت و قدرت تمیز کنندگی بیشتر هستند. این صفحه دارای دو شیب طولی و عرضی بوده و با کمک اهرم‌های مربوطه این شیب‌ها متناسب با جنس ماده ورودی و درصد ناخالصی تغییر می‌کند. برای ایجاد لرزش در میز دستگاه از موتورهای ارتعاش استفاده می‌شود (شکل ۸) که با توجه به کیفیت بذره‌های ورودی می‌توان میزان لرزش میز دستگاه را با استفاده از اینورتر تغییر داد.



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



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^۱: به‌منظور شناورسازی دانه‌های گندم در روی صفحه ارتعاشی از یک سری (معمولاً سه 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 الکتروموتور 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)^۲: 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 ارائه خواهد شد (راسخ و همکاران، ۱۳۸۴؛ کاشی و همکاران، ۱۳۸۹).

نرخ تغذیه 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 دانه‌های پوک و خرد شده از بذرهای سالم افزایش می‌یابد. مقدار خوراک‌دهی به دستگاه باید به گونه‌ای باشد که تمام سطح میز به صورت 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 به ذکر 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^۱

به منظور یکنواختی حرکت دانه‌ها روی صفحه میز گراویتی نیاز به اعمال دو شیب طولی و عرضی در صفحه میز است. این دو شیب باید به گونه‌ای 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

از یولاف وحشی در شیب طولی ۴ درجه و شیب عرضی ۲ درجه به دست آمد
(کاشی و همکاران، ۱۳۸۹).



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

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



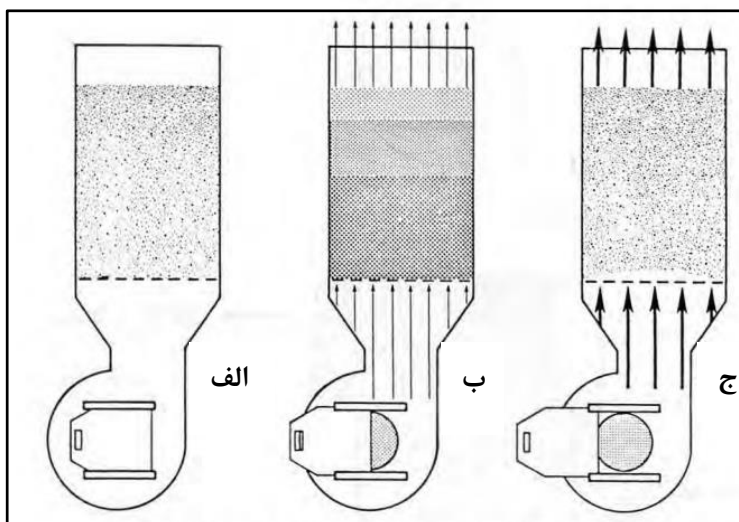
شکل ۱۲- نمونه ایی از اهرم‌های تغییر زاویه صفحه در میز گراویتی (بی نام، ۱۳۹۵)

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^۱ در توده بذر پخش شده روی میز خواهد شد. همچنین با هوادهی زیاد، بذره‌های درشت از سطح میز جدا شده و با بذره‌های 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 دانه‌های 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 هر کدام 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^۱ (اینورتر) استفاده می‌شود.



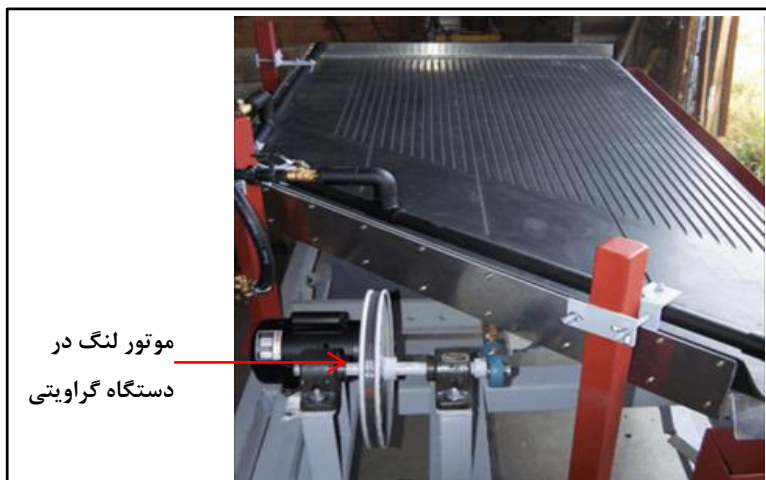
شکل ۱۴- دریچه‌های ورودی هوا به فن‌های هوادهی دستگاه گراویتی (تصویر از نگارنده)

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 دامنه ارتعاش به صورت تجربی و با تنظیمات مقدماتی برای هر دستگاه گراویتی به صورت جداگانه و منحصر به فرد بدست خواهد آمد. میزان ارتعاش و زاویه عرضی (جانبی) میز دستگاه گراویتی دارای رابطه مستقیم با یکدیگر هستند.

1- Inverter

بدین صورت که با افزایش ارتعاش میز دانه‌ها به سمت 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 به صورت کامل انجام می‌شود. اگر سرعت ارتعاش میز افزایش یابد، تمام دانه‌های روی میز به سمت بلندترین قسمت میز حرکت کرده و در 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

به منظور 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^۱

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)

۲- ضایعات بذرهای مخلوط شده سبک و سنگین (برگشتی)^۱

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^۲

این ضایعات متشکل از بذرهای پوک چروکیده و خرده شده به همراه برخی مواد خارجی سبک است که از کم ارتفاع‌ترین قسمت میز (محل تخلیه 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^۱

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 رابطه ۱ باید راندمان تبدیل بذر خام به بذر پاک شده (R_C) به‌دست آید (بختیاری، ۱۳۹۳):

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

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

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

که در آن،

C_{η} : راندمان تمیز کردن (%)

R_c : راندمان تبدیل بذر در ماشین (نسبت کسری بذر خارج شده به ورودی ماشین)
 P_1 : خلوص فیزیکی قبل از ورودی ماشین (به صورت نسبت کسری بذر خالص، در نمونه ورودی ماشین)
 P_2 : خلوص فیزیکی بعد از خروجی ماشین (به صورت نسبت کسری بذر خالص، در نمونه خروجی ماشین)

انرژی ویژه مصرفی ماشین^۱

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

نکات فنی مهم در به کارگیری ماشین

به منظور استفاده بهینه از دستگاه جداساز وزنی (گراویتی) نکات مهم به شرح زیر است:

۱- توجه به زیرسازی (فونداسیون) قوی و دارای استحکام بالا برای نصب و به کارگیری دستگاه. معمولاً وزن ماشین های گراویتی زیاد بوده (حدود

1- Specific energy consumption

۵۰۰ کیلو گرم و بیشتر) و اگر این ماشین در یک زیر سازی (فوندانسیون) ضعیف به کار گرفته شود، بیشتر ارتعاشات ایجاد شده در صفحه دستگاه به کل بدنه منتقل شده و عملیات جداسازی دانه‌ها به صورت کامل انجام نمی‌گیرد (Tomass, 1980). بهترین زیرسازی برای کاربرد دستگاه گراویتی، استفاده از بتون سیمانی (ضخامت معمولاً ۱۵ سانتی‌متر و بیشتر) است تا سازه ماشین را به خوبی 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 به صورت روزانه تمیز شوند.

۴- بر مبنای ظرفیت کار واقعی دستگاه، تنظیمات اعمال شده و مقدار بار ورودی به دستگاه گراویتی باید به صورت 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 روغن کاری شود.

۷- پس از اتمام 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 بذر کم 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 شناسازی 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^۱

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.

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

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 و سبک)	- 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 تمیز کردن صفحه مشبک بذر با استفاده از باد پر فشار

ادامه 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 بذره‌های گندم درشت و سنگین	وجود بذره‌های درشت در ضایعات سنگ گیر	به کارگیری دستگاه سنگ گیر در خط فرآوری بذر

فهرست منابع

باقری، ه.، راسخ، م.، و کیانمهر، م. ج. 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. راهنمای فنی دستگاه گراویتی. شرکت رام صنعت بهاره.

جوادی، ا.، واحدی، ع.، گازر، ح. ر. و یونسی الموتی، م. ۱۳۹۵. ارزیابی فنی و اقتصادی سامانه‌های فرآوری بذر گندم. گزارش پژوهشی پروژه ملی شماره ۵۲۳۱۸ مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. کرج.

راسخ، م.، توکلی، ت.، فیروزآبادی، ب. و کیانمهر، م. ح. ۱۳۸۴. بررسی تجربی عملکرد دستگاه جداکننده ثقلی در میزان جداسازی گندم سن زده. فصلنامه علوم و صنایع غذایی ایران. دوره ۲، شماره ۳، صفحات ۳۳-۴۷.

کاشی، م.، راسخ، م.، افکاری، ا. ح.، کیانمهر، م. ح. و گازر، ح. ر. 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. ۱۳۹۸. ارزیابی فنی، کیفی و اقتصادی دو خط فرآوری بذر گندم. گزارش پروژه تحقیقاتی، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی (در حال چاپ).

گازر، ح. ر.، جوادی، ا.، واحدی، ع.، یونسی الموتی، م. و حمیدی، آ. 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 ضیاء الحق، ح. ر. ۱۳۸۱. عملیات واحد در فرآوری محصولات کشاورزی- مؤلف ک. ام. ساهانگ و ک. ک. سینگ. انتشارات دانشگاه 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.