



ماشین ها و تجهیزات ثابت زراعی

(رشته علوم کشاورزی)

دکتر اسماعیل صیدی

امروزه کتاب‌خوانی و علم‌آموزی، نه تنها یک وظیفه‌ی ملی، که یک واجب دینی است.

مقام معظم رهبری

در عصر حاضر یکی از شاخصه‌های ارزیابی رشد، توسعه و پیشرفت فرهنگی هر کشوری میزان تولید کتاب، مطالعه و کتاب‌خوانی مردم آن مرز و بوم است. ایران اسلامی نیز از دیرباز تاکنون با داشتن تمدنی چندهزارساله و مراکز متعدد علمی، فرهنگی، کتابخانه‌های معتبر، علما و دانشمندان بزرگ با آثار ارزشمند تاریخی، سرآمد دولت‌ها و ملت‌های دیگر بوده و در عرصه‌ی فرهنگ و تمدن جهانی به‌سان خورشیدی تابناک همچنان می‌درخشد و با فرزندان نیک‌نهاد خویش هنرنمایی می‌کند. چه کسی است که در دنیا با دانشمندان فرزانه و نام‌آور ایرانی همچون ابوعلی سینا، ابوریحان بیرونی، فارابی، خوارزمی و ... همچنین شاعران برجسته‌ای نظیر فردوسی، سعدی، مولوی، حافظ و ... آشنا نباشد و در مقابل عظمت آنها سر تعظیم فرود نیاورد. تمامی این افتخارات ارزشمند، برگرفته از میزان عشق و علاقه فراوان ملت ما به فراگیری علم و دانش از طریق خواندن و مطالعه منابع و کتاب‌های گوناگون است. به شکرانه‌ی الهی، تاریخ و گذشته ما، همیشه درخشان و پربار است. ولی اکنون در این زمینه در چه جایگاهی قرار داریم؟ آمار و ارقام ارائه‌شده از سوی مجامع و سازمان‌های فرهنگی در مورد سرانه‌ی مطالعه‌ی هر ایرانی، برایمان چندان امیدوارکننده نمی‌باشد و رهبر معظم انقلاب اسلامی نیز از این وضعیت بارها اظهار گله و ناخشنودی نموده‌اند.

کتاب، دروازه‌ای به سوی گستره‌ی دانش و معرفت است و کتاب خوب، یکی از بهترین ابزارهای کمال بشری است. همه‌ی دستاوردهای بشر در سراسر عمر جهان تا آنجا که قابل کتابت بوده است، در میان دست‌نوشته‌هایی است که انسان‌ها پدید آورده و می‌آورند. در این مجموعه‌ی بی‌نظیر، تعالیم الهی، درس‌های پیامبران به بشر، و همچنین علوم مختلفی است که سعادت بشر بدون آگاهی از آنها امکان‌پذیر نیست. کسی که با دنیای زیبا و زندگی‌بخش کتاب ارتباط ندارد بی‌شک از مهم‌ترین دستاوردهای انسانی و نیز از بیشترین معارف الهی و بشری محروم است. با این دیدگاه، به‌روشنی می‌توان ارزش و مفهوم رمزی عمیق در این حقیقت تاریخی را دریافت که اولین خطاب خداوند متعال به پیامبر گرامی اسلام (ص) این است که «بخوان!» و در اولین

سوره‌ای که بر آن فرستاده‌ی عظیم‌الشأن خداوند، فرود آمده، نام «قلم» به تجلیل یاد شده‌است: «اقْرَأْ وَ رَبُّكَ الْأَكْرَمُ. الَّذِي عَلَّمَ بِالْقَلَمِ» در اهمیت عنصر کتاب برای تکامل جامعه‌ی انسانی، همین بس که تمامی ادیان آسمانی و رجال بزرگ تاریخ بشری، از طریق کتاب جاودانه مانده‌اند.

دانشگاه پیام‌نور با گستره‌ی جغرافیایی ایران‌شمول خود با هدف آموزش برای همه، همه‌جا و همه‌وقت، به‌عنوان دانشگاهی کتاب‌محور در نظام آموزش عالی کشورمان، افتخار دارد جایگاه اندیشه‌سازی و خردورزی بخش عظیمی از جوانان جویای علم این مرز و بوم باشد. تلاش فراوانی در ایام طولانی فعالیت این دانشگاه انجام پذیرفته تا با بهره‌گیری از تجربه‌های گرانقدر استادان و صاحب‌نظران برجسته کشورمان، کتاب‌ها و منابع آموزشی درسی شاخص و خودآموز تولید شود. در آینده هم، این مهم با هدف ارتقای سطح علمی، روزآمدی و توجه بیشتر به نیازهای مخاطبان دانشگاه پیام‌نور با جدیت ادامه خواهد داشت. به‌طور قطع استفاده از نظرات استادان، صاحب‌نظران و دانشجویان محترم، ما را در انجام این وظیفه‌ی مهم و خطیر یاری‌رسان خواهد بود. پیشاپیش از تمامی عزیزانی که با نقد، تصحیح و پیشنهادهای خود ما را در انجام این وظیفه‌ی خطیر یاری می‌رسانند، سپاسگزاری می‌نماییم. لازم است از تمامی اندیشمندانی که تاکنون دانشگاه پیام‌نور را منزلگاه اندیشه‌سازی خود دانسته و ما را در تولید کتاب و محتوای آموزشی درسی یاری نموده‌اند، صمیمانه قدردانی گردد. موفقیت و بهروزی تمامی دانشجویان و دانش‌پژوهان عزیز آرزوی همیشگی ما است.

دانشگاه پیام‌نور

فهرست مطالب

پیشگفتار	نه
فصل اول - جداسازی و تمیز کردن	۱
۱-۱ تمیز کردن و درجه بندی	۱
۱-۱-۱ غربال کردن	۲
۱-۱-۲ انواع غربال ها	۳
۲-۱ تمیزکننده غربالی بادی	۱۵
۱-۲-۱ تمیزکننده غربالی بادی لرزشی	۱۵
۲-۲-۱ تمیزکننده غربالی بادی چرخشی	۱۷
۳-۲-۱ جداکننده دیسکی	۱۹
۳-۱ جداکننده استوانه ای دنداندار	۲۰
۴-۱ جداکننده مارپیچی	۲۳
۵-۱ جداکننده با استفاده از چگالی ویژه	۲۴
۶-۱ تسمه پارچه ای شیب دار	۲۸
۷-۱ جداکننده غلتکی نرم	۲۹
۸-۱ جداکننده های مکشی و بادی	۳۰
۹-۱ جداسازی براساس شیوه باد افشانی	۳۳
۱۰-۱ جداکننده مغناطیسی	۳۴
۱۱-۱ جداکننده سیکلونی	۳۶
۱۲-۱ جداکننده دیسکی افقی	۳۸
خودآزمایی	۳۹

۴۱	فصل دوم - کوبش و تجهیزات مربوطه
۴۲	۱-۲ کوبیدن
۴۴	۲-۲ کوبنده و ضدکوبنده سوهانی
۴۶	۳-۲ کوبنده و ضدکوبنده دندان میخی
۴۹	۴-۲ کوبنده‌های طولی
۵۰	۱-۴-۲ طرز کار کوبنده و ضدکوبنده طولی
۵۳	۵-۲ تعیین رانده‌مان عمل کوبیدن
۵۷	۶-۲ مبانی نظری کوبش و جداسازی
۶۰	۷-۲ مبانی نظری تمیز کردن دانه‌ها
۶۶	خودآزمایی
۶۹	فصل سوم - تجهیزات پرورش طیور
۷۰	۱-۳ ماشین‌های جوجه کشی
۷۰	۱-۱-۳ ماشین جوجه‌کشی کوچک
۷۲	۲-۱-۳ ماشین جوجه‌کشی بزرگ
۸۳	۲-۳ تجهیزات تهویه
۸۳	۱-۲-۳ هوکش روی دیوارهای جانبی
۸۴	۲-۲-۳ فن جت
۸۵	۳-۲-۳ پنکه آویزی
۸۶	۴-۲-۳ کنترل هواکش‌ها
۸۶	۳-۳ تجهیزات خنک‌کننده
۸۸	۴-۳ تجهیزات گرم‌کننده
۸۹	۱-۴-۳ مادر مصنوعی
۹۰	۲-۴-۳ کوره هوای گرم
۹۲	۵-۳ آسیابها
۹۲	۱-۵-۳ آسیای چکشی
۹۴	۲-۵-۳ آسیای سنگی
۹۸	۶-۳ مخلوط کن‌ها
۹۸	۱-۶-۳ مخلوط کن عمودی
۱۰۰	۲-۶-۳ مخلوط کن افقی
۱۰۱	۷-۳ تجهیزات توزیع دان
۱۰۱	۱-۷-۳ توزیع دان دستی
۱۰۳	۲-۷-۳ دان‌خوری خودکار
۱۱۳	۸-۳ تجهیزات توزیع آب
۱۱۴	۱-۸-۳ آب‌خوری دستی
۱۱۴	۲-۸-۳ آب‌خوری خودکار

۱۲۰	۳-۹- قفس ها
۱۲۰	۳-۹-۱- قفس های مرغ تخمگذار
۱۲۷	۳-۹-۲- قفس های پرورش جوجه
۱۲۸	۳-۱۰- نوک چین
۱۳۱	۳-۱۱- دستگاه پرکن
۱۳۳	خودآزمایی

۱۳۵	فصل چهارم - تجهیزات دامپروری
۱۳۵	۴-۱- ماشین های تهیه خوراک
۱۳۶	۴-۱-۱- کاه خردکن
۱۳۹	۴-۱-۲- ماشین خوراکده
۱۴۴	۴-۱-۳- ماشین خوراکده خرد و مخلوط کن
۱۴۵	۴-۲- تجهیزات توزیع خوراک
۱۴۸	۴-۳- تجهیزات توزیع آب
۱۵۰	۴-۴- تجهیزات پاک کننده اصطبل
۱۵۰	۴-۴-۱- تیغه پشت تراکتوری
۱۵۰	۴-۴-۲- تیغه جمع آوری فضولات
۱۵۴	۴-۴-۳- نقاله زنجیری
۱۵۶	۴-۴-۴- جمع آوری فضولات مایع
۱۵۷	۴-۵- ماشین شیردوش
۱۵۷	۴-۵-۱- شیردوش ثابت
۱۷۴	۴-۵-۲- شیردوش سیار
۱۷۵	۴-۵-۳- شیر سردکن
۱۸۰	خودآزمایی

۱۸۱	فصل پنجم - نقاله ها و بالابرها
۱۸۱	۵-۱- نقاله ها و بالابرها
۱۸۳	۵-۱-۱- نقاله تسمه ای
۱۹۳	۵-۱-۲- نقاله ثقلی
۱۹۵	۵-۱-۳- نقاله غلتکی
۱۹۶	۵-۱-۴- نقاله مارپیچی
۲۰۲	۵-۱-۵- نقاله پیاله ای
۲۰۶	۵-۱-۶- نقاله زنجیری
۲۰۹	۵-۱-۷- انتقال نیوماتیکی
۲۱۸	خودآزمایی

۲۱۹	فصل ششم - خشک کن ها
۲۱۹	۱-۶- دلایل و اهمیت خشک کردن
۲۲۳	۲-۶- انواع خشک کن
۲۲۳	۱-۲-۶- خشک کن های ثابت
۲۲۴	۲-۲-۶- خشک کن های ناپیوسته
۲۲۴	۳-۲-۶- خشک کن های غیرمستقیم
۲۲۶	۴-۲-۶- خشک کن های مداوم
۲۳۱	۳-۶- خشک کن های خورشیدی
۲۳۲	۱-۳-۶- خشک کننده های خورشیدی غیرفعال
۲۳۳	۲-۳-۶- خشک کننده های جعبه ای
۲۳۴	۳-۳-۶- خشک کننده های الکلنگی
۲۳۵	۴-۳-۶- خشک کننده های خورشیدی کابینتی
۲۴۰	خودآزمایی
۲۴۳	منابع

پیشگفتار

افزایش سریع و روزافزون جمعیت کشور و تقاضا برای تغذیه مردم لزوم برنامه‌ریزی برای تأمین غذای کافی را بیش از پیش آشکار می‌نماید. دیر زمانی بود که زمین، آب و بذر سه عامل تولید انگاشته می‌شدند ولی با پیدایش ماشین و بخصوص تکامل و تنوع آن، امروزه ماشین‌آلات به‌صورت رکن اصلی تولید درآمده‌اند. افزایش تولید سرانه هر کارگر کشاورزی با استفاده از ماشین هزینه‌های تولید را کاهش داده و کشاورزی مکانیزه را سود بخش می‌کند. این امر افزایش رفاه اجتماعی را از طریق افزایش درآمد برای جامعه کشاورزان امکان‌پذیر ساخته است. پایین بودن هزینه استفاده از ماشین در مقابل استفاده از نیروی کار، کیفیت مطلوب‌تر عملیات و محصولات حاصل از آن و مدیریت سهل‌تر ماشین‌آلات، مکانیزاسیون را جزئی جدا ناپذیر از کشاورزی نموده است. مکانیزاسیون کشاورزی تولید، توزیع و کاربرد همه انواع ابزارها، وسایل، ماشین‌ها و تجهیزات برای توسعه زمین‌های کشاورزی، تولیدات زراعی، برداشت محصولات و فراوری اولیه را طبق تعریفی از سازمان کشاورزی و غذایی سازمان ملل (فائو) در بر می‌گیرد. در کنار موارد فوق می‌توان تولید مواد دامی را نیز به عنوان یک بخش مکمل در نظر گرفت. در کتاب حاضر سعی شده است تا برخی از تکنولوژی‌های رایج در بخش‌های مذکور که البته به شکل فراگیری در کشور ایران مورد استفاده دارند معرفی شده و اصول کاربردی آنها شرح داده شود. در قسمت‌هایی از کتاب گاه قدم فراتر گذاشته شده و مبانی نظری فرایندها نیز مورد اشاره قرار گرفته است که می‌تواند برای دانشجویان علاقه‌مند نشانه کوچکی از مسیر طراحی این ماشین‌ها باشد. در نهایت

هدف نگارنده آشنا ساختن دانشجویان رشته‌های مهندسی کشاورزی با ساختار ماشین‌های ساده این بخش است که می‌تواند الگوهایی را برای اندیشیدن و بهینه‌سازی ساختار آنها متناسب با شرایط منطقه‌ای و نوع محصول به‌دست دهد.

اسماعیل صیدی

پاییز ۱۳۹۳

فصل اول

جداسازی و تمیز کردن

اهداف یادگیری

- انتظار می‌رود دانشجو پس از مطالعه این فصل بتواند:
- تفاوت بین تمیز کردن و جداسازی محصولات کشاورزی را شرح دهد.
 - انواع تمیزکننده‌ها را با ساختار آنها تشریح نماید.
 - انواع جداکننده‌ها را با ساختار آنها شرح دهد.
 - فاکتورهای مؤثر بر جداسازی یک محصول خاص را تحلیل نماید.

۱-۱- تمیز کردن و درجه‌بندی

تمیز کردن و درجه‌بندی اولین و مهمترین عملیات پس از برداشت هستند که برای حذف مواد ناخواسته خارجی از دانه‌ها و محصولات خرمن‌کوب شده و جداسازی دانه‌ها یا محصولات به اجزای مختلف به‌کار می‌روند. ارزش تجاری مقایسه‌ای محصولات کشاورزی به خصوصیات مؤثر بر درجه‌بندی آنها بستگی دارد. این خصوصیات نیز خود به عوامل زیر بستگی دارند:

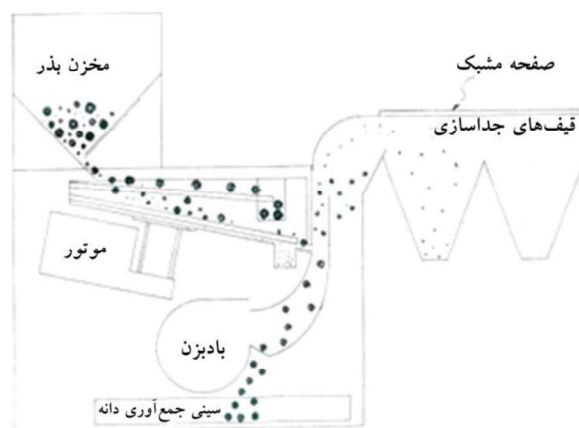
- خصوصیات فیزیکی مانند اندازه، شکل، میزان رطوبت، رنگ و غیره.
 - خصوصیات شیمیایی مانند بو، میزان اسیدهای چرب آزاد.
 - عوامل بیولوژیکی مانند جوانه‌زنی، خسارت حشرات.
- مخلوط بذرها را می‌توان براساس اختلاف طول، پهنا یا ضخامت، چگالی ویژه، بافت سطحی، مقاومت در برابر جریان هوا، رنگ، شکل، هدایت الکتریکی و خواص

مغناطیسی جداسازی نمود.

تمیز کردن در فرآوری محصولات کشاورزی معمولاً به معنی حذف مواد ناخواسته و خارجی از محصولات یا دانه‌های مورد نظر است. این عمل را می‌توان از طریق شست و شو، غربال کردن، جدا کردن دستی و غیره انجام داد. درجه‌بندی به معنی جدا کردن محصولات تمیز شده به اجزای با کیفیت متفاوت است که براساس ارزشهای متفاوت تجاری و سایر کاربردها انجام می‌شود.

۱-۱-۱- غربال کردن

غربال کردن روشی برای جدا کردن دانه یا بذر بوده و به دو یا چند جزء تقسیم می‌شود و این موضوع تنها براساس اندازه صورت می‌گیرد. متداول‌ترین وسیله برای جدا کردن و تمیز کردن بذرها غربال است. هنگامی که ذرات جامد بر روی غربال می‌افتند، ذرات کوچک‌تر از اندازه منافذ غربال از آن عبور می‌کنند درحالی‌که ذرات بزرگ‌تر روی غربال یا الک باقی می‌مانند. بنابراین یک غربال‌کار جداسازی محصول را در دو بخش انجام می‌دهد. هنگامی که مواد از میان یک سری الک‌های با اندازه‌های متفاوت عبور می‌کنند، براساس اندازه منافذ الک‌ها به اجزای متفاوتی جداسازی می‌شوند. غربال‌های همراه با یک بستر هوا^۱ (غربال بادی) بیشتر مواد گرانولی را به خوبی تمیز می‌کنند (شکل ۱-۱).



شکل ۱-۱. نوعی غربال بادی

غربال‌ها معمولاً به وسیله قلاب به حالت معلق آویزان می‌شوند و هنگامی که این مجموعه به وسیله یک واحد مختلف المکز به نوسان درمی‌آید، غربال‌ها به صورت افقی و همزمان به صورت حرکات عمودی، کم‌تر نوسان می‌کنند. این دو حرکت سبب می‌شوند که دانه‌ها به سمت پایین غربال حرکت کنند و در همان زمان دانه‌ها در حین عبور از مسیر کاملاً مخلوط می‌شوند.

حرکات غربال به منظور رسیدن به اهداف زیر است:

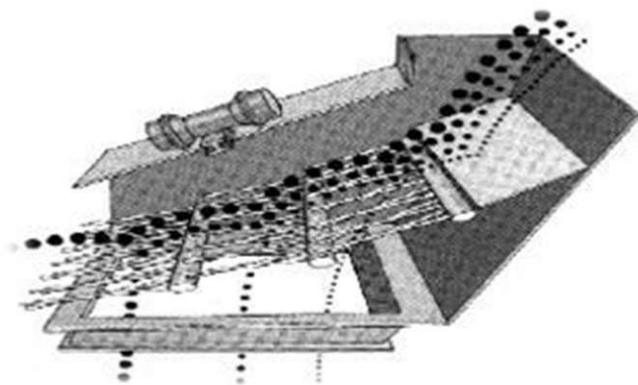
- پخش ماده در سراسر غربال
 - قرار گرفتن ذرات ریز در سطح زیرین مواد
 - تخلیه ذرات با اندازه بیش از حد معمول
- به موادی که در بالای غربال باقی می‌مانند مواد درشت یا بزرگ‌تر از اندازه سوراخ‌های غربال و موادی که از غربال عبور می‌کنند مواد ریز یا کوچک‌تر از اندازه سوراخ‌های غربال گفته می‌شود. موادی که از میان یک غربال خاص عبور می‌کند و روی غربال بعدی باقی می‌مانند مواد حد واسط نامیده می‌شوند.

۱-۲- انواع غربال‌ها

در بیشتر غربال‌ها دانه یا بذر در اثر نیروی جاذبه از منافذ غربال عبور می‌کند. دانه‌های درشت از منافذ بزرگ یک سطح ثابت، سریع‌تر و راحت‌تر عبور می‌کنند. برای ذرات ریزتر، سطح غربال باید به طریقی تکان بخورد. متداول‌ترین روش‌های تکان دادن عبارتند از:

- چرخش یک غربال استوانه‌ای در اطراف یک محور افقی
- تکان دادن، چرخش یا لرزش غربال‌های مسطح
- **غربال میله‌ای**^۱. غربال میله‌ای وسیله ساده‌ای است شامل یک شبکه که از میله‌های فلزی ساخته شده است و معمولاً بر روی سطح شیب داری که مواد از روی آن عبور می‌کنند نصب می‌شود و مسیر جریان مواد در جهت طول میله‌ها می‌باشد. شکل میله‌ها معمولاً به گونه‌ای است که قسمت بالای آن پهن‌تر از قسمت پایین آن است، غربال میله‌ای اغلب تسمه کوتاهی است که ابتدا و انتهای آن به هم متصل شده است

تا مواد با اندازه بیش از حد، از قسمت تسمه تخلیه شوند و مواد با اندازه مناسب از آن عبور کنند. در این حالت مسیر عبور مواد عمود بر جهت طول میله‌ها می‌باشد. غربال میله‌ای برای جدا کردن ابتدایی مواد درشت به کار می‌رود.



شکل ۱-۲. غربال میله‌ای از نمای روبرو (بالا) و نمای پهلو (پایین)

در شکل بالا نمایی از یک غربال میله‌ای (گریزلی) مشاهده می‌شود. همان‌طور که در شکل دیده می‌شود، مواد با دانه‌بندی‌های مختلف پس از عبور از یک سری غربال میله‌ای به ترتیب دسته‌بندی می‌شوند. مواد با دانه‌بندی‌های مختلف پس از عبور از یک سری غربال گریزلی، به ترتیب دسته‌بندی می‌شوند.

جداسازی و تمیز کردن ۵

شیب مسير مواد معمولاً موازی با طول میله‌ها است. خوراک با دانه‌های درشت مثل خوراک یک خردکن اولیه روی انتهای فوقانی شبکه قرار می‌گیرد. قطعات درشت غلتیده و از محل تخلیه مواد درشت دانه خارج می‌شوند، قطعات کوچک از یک جمع‌کننده پایین می‌روند. هرچه شیب زیادتر باشد ظرفیت بالا می‌رود اما فرصت جداسازی کم می‌شود. امروزه به علت سادگی و قیمت پایین از این نوع غربال با طراحی‌های متنوع استفاده می‌شود. این غربال می‌تواند لرزش نیز داشته باشد. جنس میله‌ها معمولاً فولاد منگن‌دار است که مقاوم در مقابل سایندگی می‌باشد. از این سرند یا الک برای جداسازی‌های ابعاد بزرگ مواد ورودی به دستگاه‌ها استفاده می‌شود. ابعاد مدار حدود ۲۰۰ تا ۳۰۰ میلی‌متر می‌باشد و ظرفیت می‌تواند ۱۰۰۰ ton/m².hr باشد. تصاویر زیر نمونه‌های دیگری از غربال‌های میله‌ای را نشان می‌دهند.

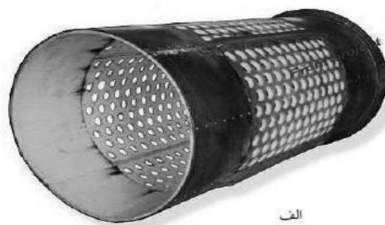


شکل ۱-۳. غربال میله‌ای (گریزلی) چند طبقه جهت دانه‌بندی بیشتر

- **غربال گردان یا تفکیک‌کننده استوانه‌ای.** غربال گردان یا ترومل (Trommel) استوانه‌ای است که به دور محور طولی خود می‌گردد. دیواره استوانه از صفحه استیل سوراخ‌دار یا گاهی اوقات از توری نصب شده روی شبکه فلزی ساخته شده است که با چرخش غربال مواد از سوراخ‌های آن عبور می‌کنند. محور استوانه در ناحیه ورود و خروج مواد شیب‌دار می‌باشد. برای درجه‌بندی محصول از لحاظ اندازه، سوراخ‌های ابتدایی غربال کوچک بوده و این سوراخ‌ها به سمت انتهای مسیر تخلیه بزرگ‌تر می‌شود. این نوع جداکننده ساده و یک پارچه بوده و نیازی به حرکت

ارتعاشی ندارد. اما ظرفیت استوانه جداکننده کمتر از ظرفیت غربال ارتعاشی با همان اندازه است. اگرچه این تفکیک‌کننده محصول را به‌طور صحیحی از لحاظ اندازه جداسازی می‌کند، اما برای مواد شکننده یا در مواردی که برخورد قطعات به هم در اثر زیر و رو شدن موجب خرد شدن آنها می‌شود نامطلوب است و برای جداسازی این گونه مواد مناسب نیست. سرعت چرخش غربال استوانه‌ای نباید از حد مشخص زیاده‌تر شود که در آن محدوده مواد بتوانند قبل از شروع زیر و رو شدن، از کف غربال تا فاصله‌ای به اندازه شعاع استوانه حمل شوند. شیب تفکیک‌کننده استوانه‌ای برای مواد گرانولی خشک در حد ۱۲۵ میلی‌متر در متر حفظ می‌شود. ظرفیت، عمق بستر و کارایی این غربال‌ها را می‌توان با تغییر سرعت چرخش و شیب استوانه تغییر داد. ناحیه مؤثر غربال (نه سطح کل استوانه) با ضرب کردن طول استوانه در یک سوم قطر محاسبه می‌شود.

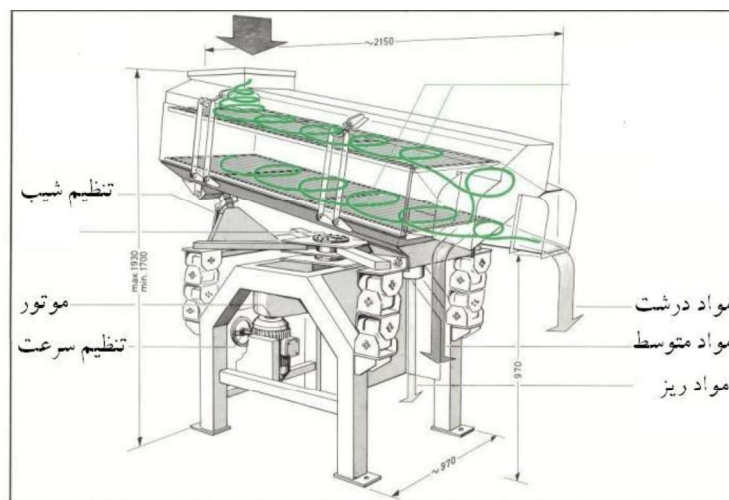
در زیر تصاویری از این غربال را می‌توان مشاهده کرد.



شکل ۱-۴. غربال گردان

- **غربال رفت و برگشتی**^۱. این نوع غربال نیز همانند غربال ارتعاشی یک سطح مستطیلی شکل دارد که مواد از روی آن به سمت پایین روی یک صفحه شیب‌دار حرکت می‌کنند. حرکت غربال به صورت رفت و برگشتی در یک خط مستقیم است، البته گاهی اوقات به غربال حرکت لرزشی نیز داده می‌شود. غربال رفت و برگشتی برخلاف غربال ارتعاشی مواد را زیر و رو نمی‌کند اما در بعضی از غربال‌های رفت و برگشتی بین صفحات با اندازه منافذ متفاوت یک اختلاف ارتفاع وجود دارد تا در کل طول غربال دو یا سه بار مواد زیر و رو شود. غربال رفت و برگشتی به‌طور وسیعی به عنوان یک غربال ترکیبی و برای انتقال بسیاری از مواد توده‌ای به کار می‌رود.

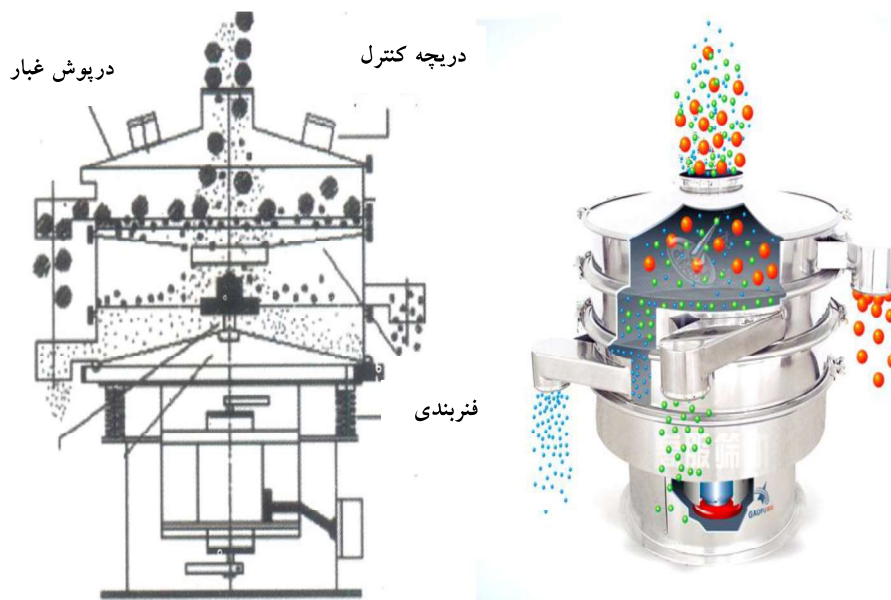
نمونه‌هایی از این غربال به صورت زیر است.



شکل ۱-۵. غربال رفت و برگشتی

- **غربال چرخشی**. غربال‌های چرخشی و دورانی به صورت صفحات مستطیلی یا دایره‌ای شکل هستند. حرکت آنها تقریباً دایره‌ای است و بر عمل جداسازی اثر می‌گذارد. این غربال‌ها قادرند ذرات با اندازه بسیار ریز را به‌طور صحیح و کامل جدا کنند اما ظرفیت آنها محدود است. این غربال‌ها دو نوع هستند:

- **غربال دورانی^۱**. این غربال‌ها معمولاً به صورت تک صفحه‌ای بوده و دارای حرکت سطحی و افقی هستند این حرکت در قسمت ورودی دایره‌ای و در قسمت تخلیه به صورت رفت و برگشتی است. ساز و کار به حرکت در آورنده این غربال در قسمت ورودی بوده و به صورت نوار V شکل یا کوپلینگ مستقیم می‌باشد. محوری که سبب حرکت غربال می‌شود یک دستگاه گریز از مرکز است. محور به دور یک میله عمودی حرکت می‌کند. بیشتر غربال‌های چرخشی در قسمت تخلیه به پایه‌ای متصل‌اند که معمولاً یک یاتاقان خود تنظیم است. سطح غربال‌های دورانی تقریباً به صورت افقی است.



شکل ۱-۶. غربال‌های دورانی

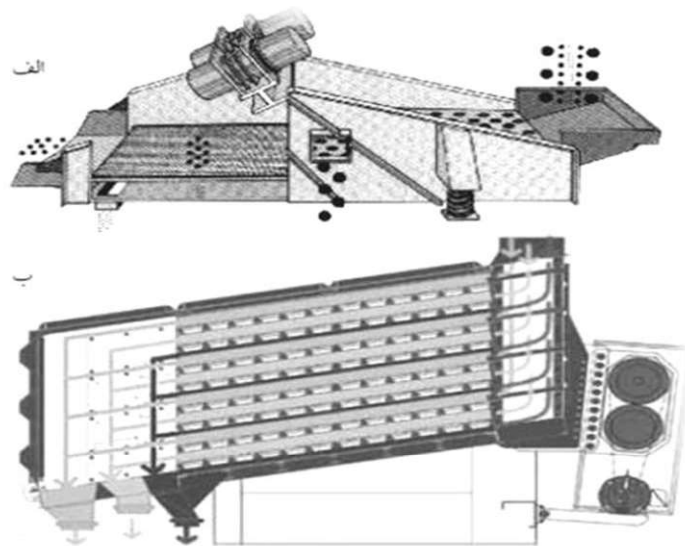
- **غربال‌های دایره‌ای**. غربال‌های دایره‌ای نیز غربال‌های چرخشی هستند اما حرکت آنها در سطح افقی نسبت به سطح کل به صورت دایره‌ای است نه رفت و برگشتی. سطح غربال‌کننده این غربال‌ها نیز همانند غربال‌های دورانی کمی شیب‌دار است تا مواد بتوانند روی آنها حرکت کنند.

1. Gyrotory screen



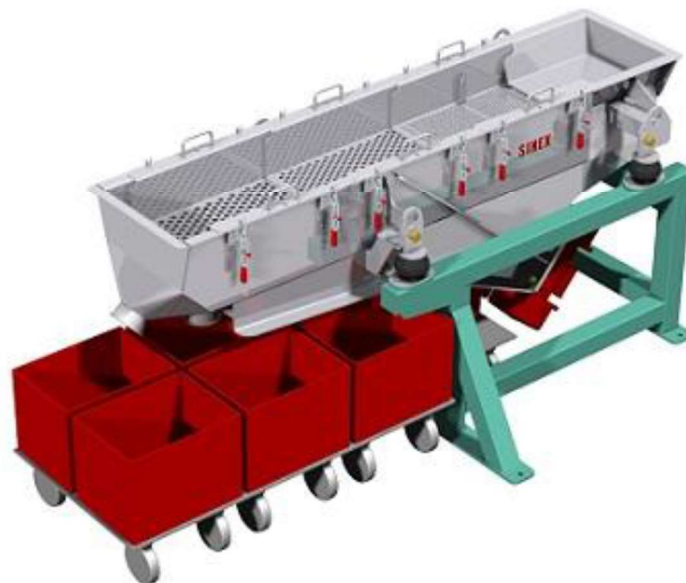
شکل ۱-۷. غربال دایره‌ای

- **غربال ارتعاشی^۱**. غربال‌های ارتعاشی به وسیله یک دستگاه گریز از مرکز نوسان می‌کنند. وقتی که موادی که باید جداسازی شوند در یک غربال ارتعاشی ریخته می‌شوند، آنها نیز به دلیل لرزش غربال به نوسان درمی‌آیند و در حین انتقال از روی غربال جداسازی می‌شوند. مکانیسم ایجاد ارتعاش معمولاً به دو صورت است:
 - محوری که وزنه‌های مختلف‌المرکز به آن متصل شده‌اند.
 - محوری که خود آن به صورت خارج از مرکز می‌باشد
- در مورد دوم حالت گریز از مرکز به وسیله یک چرخ لنگر متعادل می‌شود تا لرزش حالت یکنواخت داشته باشد. بیشتر غربال‌های ارتعاشی از قسمت ورود به سمت پایین شیب‌دار می‌باشند. فقط مجموعه غربال‌ها حالت لرزشی دارند و بدنه و سایر ساختارهای اطراف غربال‌ها فاقد لرزش هستند. معمولاً حداکثر ۳ صفحه در غربال‌های ارتعاشی مورد استفاده قرار می‌گیرند. ظرفیت غربال‌های ارتعاشی بیشتر از سایر غربال‌ها با اندازه مشابه است. این غربال‌ها برای تمیز کردن و درجه‌بندی محصولات کشاورزی دانه‌ای بسیار مناسب هستند.



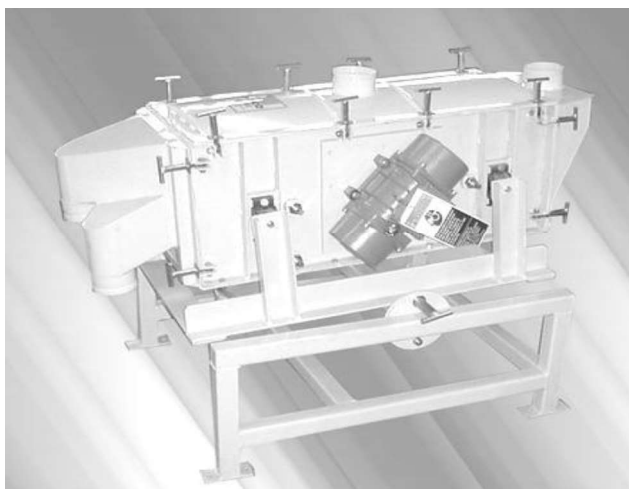
شکل ۱-۸. غربال ارتعاشی

تصویر صفحه بعد نمونه‌ای دیگر از غربال‌های ارتعاشی می‌باشد که در صنایع تبدیلی به کار می‌روند.



شکل ۱-۹. نمونه‌هایی از غربال‌های ارتعاشی

- غربال‌های افقی^۱. غربال‌های افقی حالت خاصی از غربال‌های ارتعاشی هستند. این غربال‌ها برای عملیات با فضا‌های کوتاه طراحی شده‌اند. غربال‌های افقی کاملاً مسطح بوده و بدون کمک نیروی جاذبه کار می‌کنند. تمام مراحل تفکیک، طبقه‌بندی و انتقال مواد در اثر نیروی محور رانش سریع که حرکت را با یک مسیر پرتابی به ذرات منتقل می‌کند، صورت می‌گیرند. در حالی که حرکت برگشت، صفحه را از زیر بستر به بیرون می‌کشد. کارایی این غربال بیشتر است زیرا در مقایسه با غربال‌های مایل، مواد مدت بیشتری روی غربال می‌مانند.



شکل ۱-۱۰. غربال افقی

انواع دیگر غربال‌ها که برای تمیز کردن و جداسازی به کار می‌روند عبارتند از:

- غربال‌های روتکس
- غربال‌های هامر
- غربال‌های لرزشی دایره‌ای
- غربال‌های صفحه استوانه‌ای سیمون
- غربال‌های لرزشی انعکاسی
- غربال‌های سانتریفیوژی

سایر تجهیزات مورد استفاده برای تمیز کردن، درجه‌بندی و جداسازی بسیار متنوع هستند. لذا تفکیک عملیات تمیز کردن، درجه‌بندی و جداسازی از یکدیگر بسیار مشکل است، زیرا تمام این عملیات به‌طور هم‌زمان و به روش مشابهی انجام می‌شوند. همان‌گونه که قبلاً اشاره شد عملیات تمیز کردن، درجه‌بندی و جداسازی محصولات با استفاده از اختلاف خواص فیزیکی مواد مختلف صورت می‌گیرد. این محصولات ممکن است به‌عنوان غذا یا برای اهداف بذری به کار روند. تجهیزات مختلفی برای تمیز کردن، درجه‌بندی و جداسازی براساس خصوصیات زیر طراحی و ساخته شده‌اند.

- اندازه
- شکل
- وزن یا جرم مخصوص
- زبری سطح
- خواص آیرودینامیکی
- خواص فرومغناطیسی
- رنگ

- سایر جداکننده‌های غربالی: نوعی دیگر از جداکننده‌ها در شکل ۱-۱۱ نشان داده شده است. این وسیله جداسازی را تنها براساس اندازه انجام می‌دهد. مخلوط دانه و مواد زاید بر روی سطح غربال‌کننده که به‌طور دستی یا مکانیکی نوسان می‌کند، ریخته می‌شود. غربال عمل جداسازی را به دو جزء انجام می‌دهد. دستگاه غربال‌کننده ممکن است براساس نیاز از دو یا چند غربال تشکیل شده باشد.

جداسازی و تمیز کردن ۱۳

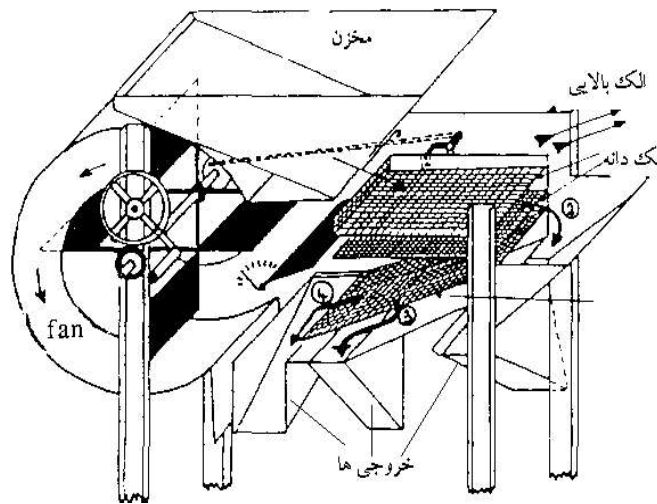
در شکل زیر یک تمیزکننده غربالی دستی نشان داده شده است. این وسیله از استیل نرم ساخته شده است. عمل جداسازی براساس اختلاف اندازه دانه با مواد خارجی انجام می‌شود. تمیزکننده می‌تواند به وسیله چهار طناب به نقطه‌ای در ارتفاع نصب شود. دانه‌ها در چند مرحله به سطح غربال‌کننده اضافه می‌شوند. غربال‌ها برای دانه‌های مختلف قابل تعویض هستند. تمیزکننده به سمت جلو و عقب تاب می‌خورد تا این که تمام دانه‌ها غربال شوند. دانه تمیز شده در ته الک باقی می‌ماند که با کشیدن در پوش فلزی می‌توان آنها را تخلیه کرد. ناخالصی‌های با اندازه بزرگ، کاه بن‌ها، علوفه و غیره در بالای الک باقی می‌مانند که می‌توان آنها را به راحتی تخلیه کرد. جریان موادی که زیر الک زیرین به وجود می‌آید شامل گرد و غبار، دانه‌های خرد شده و غیره می‌باشد که در حین عملیات به پایین می‌افتند.



شکل ۱-۱۱. تمیزکننده دو غربالی دستی برای دانه‌های غلات

یک نمونه دیگر جداکننده بذر نیز در زیر نشان داده شده است. این وسیله از یک غلتک قیف‌دار برای کنترل شدت جریان ورودی، یک سری سه تایی الک با سیستم خارج از مرکز و قرقره‌ای، خروجی‌ها، چارچوب و موتور الکتریکی تشکیل شده است

الک‌ها قابل تعویض بوده و می‌توان آن را با الکهای مناسب برای سایر دانه‌های کروی شکل غلات جایگزین کرد. ابتدا بذرها داخل قیف ریخته می‌شوند که از آنجا به وسیله غلتک‌های تغذیه به داخل الک هدایت می‌شوند. الک‌ها به وسیله یک سیستم خارج از مرکز نوسان می‌کنند. بذره‌های درجه‌بندی شده از طریق سه ناودانی مختلف جمع‌آوری می‌شوند. این دستگاه برای درجه‌بندی دانه‌های غذایی مناسب می‌باشد.



شکل ۱-۱۲. یک جداکننده بذر

این سیستم‌ها کاربردهایی غیر از تمیز کردن نیز دارند. مثلاً در برخی ماشین‌های درجه‌بندی از همین غربال‌ها و مکانیسم‌های مشابه استفاده می‌شود. شمای یک درجه‌بندی‌کننده بادام زمینی در ادامه نشان داده شده است. این دستگاه از یک قیف تغذیه‌کننده، دو الک لرزشی، برس‌های زیر الک‌ها برای جلوگیری از کلوخه شدن دانه‌ها، چارچوب و یک موتور الکتریکی تشکیل شده است. دو الک لرزشی وجود دارد که در اثر سازوکار خارج از مرکز نوسان می‌کنند. در قسمت ابتدایی الک تفکیک‌کننده یک پخش‌کننده تعبیه شده است که برای افزایش کارایی درجه‌بندی لایه یکنواختی از دانه‌های را ایجاد می‌کند. این دستگاه غلاف‌ها یا مغز بادام زمینی را براساس اندازه به سه درجه مشخص (درجه ۱، درجه ۲ و ضایعات) تقسیم‌بندی می‌کند. الک‌های لرزشی بسته به وارسته بادامی که باید درجه‌بندی شود برای درجات مختلف قابل تعویض است.



شکل ۱-۱۲. یک درجه‌بندی‌کننده بادام زمینی

۱-۲- تمیزکننده غربالی بادی

غربال‌هایی که به همراه بستر هوا به کار می‌روند، عملیات تمیز کردن و جداسازی بیشتر مواد گرانولی را به خوبی انجام می‌دهند. این تمیزکننده‌ها بسته به حرکت سطح غربال‌کننده به دو نوع مشخص تقسیم‌بندی می‌شوند:

- غربال لرزشی
- غربال چرخشی

۱-۲-۱- تمیزکننده غربالی بادی لرزشی^۱

واحد غربال‌کننده از غربال‌های دوتایی یا چندتایی (حداکثر تا ۸ غربال) تشکیل شده است. این غربال‌ها محکم به یکدیگر متصل شده و به وسیله قلاب‌هایی به حالت معلق آویزان شده‌اند به گونه‌ای که دارای حرکت نوسانی افقی و کمی حرکت عمودی باشند. این دو نوع حرکت سبب می‌شود که دانه غلات ضمن حرکت به سمت پایین غربال به اندازه کافی زیر و رو شود. شیب غربال برای کنترل سرعت حرکت دانه به سمت پایین، قابل تنظیم است. همان‌طور که قبلاً گفته شد، غربال‌ها دارای اشکال مختلفی مثل گرد، مثلثی یا شکافی هستند. گاهی اوقات هنگامی که مواد ریز تفکیک می‌شوند، منافذ غربال

1. Vibratory Air-Screen