۲۵ /۱۱/ ۱۳۸۶

یک

۹۴۰۹۲

دانشکده کشاورزی

طراحی و ساخت دستگاه جداکننده بذر به روش الکتروستاتیکی

پایان نامه کارشناسی ارشد مکانیک ماشین‌های کشاورزی

محسن بصیری

استاد راهنما

دکتر علی اسحق بیگی

استاد راهنمای دوم

دکتر علی مختاری

اساتید مشاور

دکتر سعید اباذری

دکتر علی تدین

۱۳۸۶/۱۱/۲۵

۱۳۸۶

دو

۹۴۰۹۲

دانشکده کشاورزی

گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی

پایان نامه کارشناسی ارشد مکانیک ماشین‌های کشاورزی آقای محسن بصیری

تحت عنوان

طراحی و ساخت دستگاه جداکننده بذر به روش الکتروستاتیکی

در تاریخ ۱۶/ ۸/ ۱۳۸۶ توسط کمیته تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفت.

۱. استاد راهنمای پایان نامه	دکتر علی اسحق بیگی
۲. استاد راهنمای دوم	دکتر علی مختاری
۳. استاد مشاور پایان نامه	دکتر علی تدین
۴. استاد مشاور پایان نامه	دکتر سعید اباذری
۵. استاد داور	دکتر محمد علی قضاوی
۶. استاد داور	دکتر محمد مردانی
رئیس تحصیلات تکمیلی دانشکده کشاورزی	دکتر مجید اولیا

کلیه حقوق مادی مرتبط بر نتایج مطالعات،
ابتکارات و نوآوریهای ناشی از تحقیق موضوع
این پایان نامه متعلق به دانشگاه شهرکرد است.

تقدیم به

پدر و مادر عزیزم، مرواریدهای درخشان دریای زندگی
آنان که فروغ نگاهشان، گرمی کلامشان و روشنی رویشان سرمایه‌های جاودانی زندگیم است.

و

همسفر مهربان جاده زندگیم
سمانه عزیز
وجودت لذت ناب زندگی و بهانه زندگی من است.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فهرست مطالب	شش
چکیده	نه
فصل اول: مقدمه	۱
۱-۱) هدف‌ها	۲
فصل دوم: کلیات	۳
۲-۱) جداسازی بذر	۳
۲-۲) انواع جداکننده‌های بذر	۸
۲-۲- ۱) غربال تمیز کننده بادی	۸
۲-۲- ۲) درجه بند (غربال سیلندری افقی)	۱۰
۲-۲-۳) غربال سیلندری عمودی	۱۰
۲- ۲- ۴) جدا کننده پنوماتیکی	۱۲
۲- ۲- ۵) جداکننده بذر بر اساس وزن مخصوص	۱۳
۲-۲- ۶) جداکننده بشقابی کنگره دار	۱۴
۲- ۲- ۷) جداکننده سیلندری کنگره دار	۱۶
۲- ۲- ۸) جداکننده غلتکی مخملی	۱۷
۲- ۲- ۹) جداکننده حلزونی	۱۹
۲- ۲-۱۰) جداکننده تسمه‌ای شیب‌دار	۲۰
۲- ۲- ۱۱) جداکننده بشقابی افقی	۲۱
۲- ۲- ۱۲) جداکننده مغناطیسی	۲۲
۲- ۲- ۱۳) جداکننده لرزشی	۲۴
۲- ۲- ۱۴) جداکننده رنگی	۲۵
۲- ۲- ۱۵) جداکننده الکتروستاتیکی	۲۵
۲- ۳) اصول جداکننده‌های الکتروستاتیکی	۲۷
۲- ۳- ۱) اصول جداسازی الکتروستاتیکی	۲۷
۲- ۳- ۲) اصول باردار کردن ذرات	۲۸
- القا در یک رسانا	۲۸
- بمباران یونی	۲۹
- باردار کردن مالشی	۳۰
۲- ۳- ۳) اصول نظری جداکننده‌های الکتروستاتیکی	۳۲

۲- ۴) انواع جداکننده‌های الکتروستاتیکی ۳۳
۲- ۵) جداکننده‌های الکتروستاتیکی موجود ۳۶
فصل سوم: مواد و روش اجرا ۴۶
۳- ۱) طراحی جدا کننده الکتروستاتیکی ۴۶
۳-۲) ساخت جداکننده الکتروستاتیکی ۴۷
۳- ۲- ۱) منبع ولتاژ بالای مستقیم (DC) ۴۸
۳- ۲- ۲) مخزن ۴۹
۳- ۲- ۳) استوانه باردارکننده بذرها ۵۰
۳- ۲- ۴) تسمه جابجا کننده بذر ۵۳
۳- ۲- ۵) الکترود یونیزه کننده ۵۶
۳- ۲- ۶) الکترود بیضوی شکل ۵۷
۳- ۲- ۷) سینی جمع‌آوری بذرها ۵۸
۳- ۲- ۸) شاسی دستگاه ۵۹
۳- ۲- ۹) موتور الکتریکی ۶۰
۳- ۳) بذرهای مورد آزمایش ۶۰
۳-۴) نرخ تغذیه بذر ۶۱
۳- ۵) تعیین ولتاژ و رطوبت مناسب برای بذرها ۶۱
۳- ۶) درصد وزنی بذر موجود در خانه‌های سینی ۶۲
۳- ۷) درجه خلوص بذر در هر خانه‌ی سینی ۶۲
۳- ۸) وزن هزار دانه در خانه‌های هر سینی ۶۲
۳- ۹) تاثیر میدان الکتریکی دستگاه جداکننده الکتروستاتیکی بر درصد جوانه‌زنی ۶۳
فصل چهارم: بحث و نتیجه‌گیری ۶۴
۴- ۱) درجه خلوص، رطوبت اولیه و ثابت دی‌الکتریک بذرها ۶۴
۴-۲) نرخ تغذیه مناسب بذر ۶۴
۴- ۳) تعیین ولتاژ و رطوبت مناسب برای هر بذر ۶۵
۴- ۳- ۱) گندم ۶۷
۴- ۳- ۲) جو ۷۱
۴- ۳- ۳) کلزا ۷۴
۴- ۳- ۴) یونجه ۷۸
۴- ۳- ۵) شبدر ۸۲
۴- ۳- ۶) خیار ۸۶

۴- ۳- ۷) کاهو ۹۰
۴- ۴) درصد وزنی بذر موجود در خانه‌های سینی ۹۵
۴- ۵) درجه خلوص و وزن هزار دانه در خانه‌های سینی ۹۶
۴- ۶) تاثیر میدان الکتریکی بر جوانه‌زنی بذرها ۹۸
۴- ۷) نتیجه‌گیری ۱۰۳
۴-۸) پیشنهادها ۱۰۴
ضمیمه ۱۰۵
منابع ۱۱۱
چکیده انگلیسی ۱۱۶

چکیده

تولید دانه، بنیاد کشاورزی اولیه و تمدنهای بعدی را تشکیل می‌دهد. کشاورزی بزرگترین کارخانه جهان است، و تولید بذر مهمترین قسمت این کارخانه است. بذرهای جمع‌آوری شده از مزرعه اغلب دارای ناخالصی‌های گوناگونی از قبیل: مواد زاید، بذر علف‌های هرز، ساقه، برگ، بذرهای آسیب دیده و ناقص و بذرهای کوچک می‌باشند. جداسازی یکی از بخش‌های مهم در مجموعه تکنولوژی بذر جهت دستیابی به کیفیت بالای ارقام بذرهای اصلاح شده، محسوب می‌شود. در این تحقیق دستگاه جداکننده الکتروستاتیکی نوع تسمه‌ای طراحی و ساخته شد که با استفاده از خواص الکتریکی بذرها، آنها را درجه‌بندی و ناخالصی‌ها را تا حد زیادی جدا می‌نمود. اجزای تشکیل دهنده دستگاه شامل: منبع ولتاژ بالا با بیشینه ولتاژ تولیدی ۱۱/۷ کیلو ولت (جریان مستقیم، DC)، مخزن بذر، استوانه باردارکننده بذرها، تسمه جابجاکننده بذرها، الکترود یونیزه کننده، الکترود بیضوی شکل، سینی جمع‌آوری بذرها، برس تمیز کننده تسمه نقاله، شاسی دستگاه و موتور الکتریکی بود. بذرها توسط باردارکننده استوانه-ای و الکترود یونیزه کننده باردار شده و به دلیل نیروی جاذبه الکتریکی بین تسمه و بذرها، به سطح تسمه چسبیده و بر اساس چگالی جدا می‌شدند. بذرهای گندم، جو، کلزا، یونجه، شبدر، خیار و کاهو در این آزمایش مورد استفاده قرار گرفتند. ولتاژ و رطوبت مناسب برای حصول بهترین جداسازی در مورد هر بذر تعیین گردید. درصد جوانه‌زنی بذرها نیز قبل و بعد از انجام جداسازی تعیین و با هم مقایسه شد. نتایج نشان داد که استفاده از جداکننده اثر معنی‌داری ($P\leq ۰/۰۵$) بر افزایش درجه خلوص و وزن هزار دانه در تمامی بذرها دارد. با افزایش رطوبت داخلی و ثابت دی‌الکتریک بذرها، ولتاژ مورد نیاز نیز افزایش یافت به نحوی که برای جداسازی گندم و جو که رطوبت و ثابت دی‌الکتریک بالاتری داشتند، ولتاژ ۱۱/۵ کیلو ولت و برای جداسازی کاهو با کمترین ثابت دی‌الکتریک و رطوبت پایین ولتاژ ۶ کیلو ولت مورد نیاز بود. بیشترین افزایش درجه خلوص مربوط به گندم با ۳۳٪ و کمترین افزایش درجه خلوص مربوط به خیار با ۱۸/۳۷٪ بود. آزمایش جوانه‌زنی نشان داد که میدان الکتریکی این جداکننده تاثیر معنی‌داری بر افزایش جوانه‌زنی بذرهای گندم، کلزا، یونجه، شبدر و کاهو ندارد. اما تفاوت معنی‌داری بین درصد جوانه‌زنی خیار و جو در نمونه جداشده و نمونه اولیه مشاهده شد به نحوی که درصد جوانه‌زنی این بذرها به ترتیب ۱۵ و ۱۷/۳۴ درصد نسبت به بذرهای اولیه افزایش یافت.

فصل اول

مقدمه

تولید دانه، بنیاد کشاورزی اولیه و تمدن‌های بعدی را تشکیل می‌دهد. زمانی که بشر کاشت، برداشت و نگهداری بعضی گیاهان علوفه‌ای را برای تامین نیاز زمستانی آموخت، کوچ‌نشینی را رها کرده و اقامتگاه‌های دایمی را برای خود برگزید. کلیه تمدن‌های مهم تاریخ بر اساس کشت غلات به وجود آمده‌اند چون غلات غذای اصلی مردم را تشکیل می‌دادند و به راحتی قابل انبار بودند. مردم بین‌النهرین گندم را در سواحل رودخانه-های دجله و فرات کشت می‌کردند. چینی‌ها برنج را در سواحل رودخانه هوانگ‌یو و یانگ‌تسه و سرخپوستان قبیله مایان ذرت را در دشتهای یوکاتان کشت می‌کردند. دانه‌ها قسمت عمده رژیم غذایی بشر را تشکیل داده و هنوز هم این نقش خود را حفظ کرده‌اند. علاوه بر منابع غذایی انسان، دانه‌ها دارای مصارف تجاری فراوانی نیز هستند. پنبه که یکی از الیاف مهم است، از رسیدن الیاف سلولزی اطراف دانه به دست می‌آید [۳].

کشاورزی بزرگترین کارخانه جهان است، و تولید بذر مهمترین قسمت این کارخانه است. اهمیت بذر فقط برای کشت نیست، بلکه منبع اصلی و ماده خام بسیاری از کارخانه‌ها نیز به حساب می‌آید [۱۹].

فرآوری بذر شامل مراحل لازم به منظور آماده‌سازی بذر برداشت شده برای عرضه به بازار فروش است. این مراحل شامل: خشک کردن بذر، جداسازی و بهبود کیفیت بذر، تیمار بذر، بسته‌بندی و حمل ونقل، انبارداری، بازاریابی و توزیع بذر می‌باشد. بذرهای جمع‌آوری شده از مزرعه اغلب دارای ناخالصی‌های گوناگونی از قبیل: مواد زاید، بذر علف‌های هرز، ساقه، برگ، بذرهای آسیب دیده و ناقص و بذرهای کوچک می‌باشند. بعضی بذرها با تمیزکردن اولیه به صورت کامل پاک شده و به محصول نهایی تبدیل می‌شوند (دانه‌های درشت مانند:

بادام و گردو) اما در بعضی دیگر عملیات اضافی برای پاک‌کردن نا خالصی‌ها لازم است [۳۷]. تلاشهای انجام گرفته برای کاهش اتلاف بذر باعث به‌وجود آمدن و گسترش وسایل و روشهایی برای افزایش بازده تولید، جداسازی، تیمارداری، جابجایی و انبارداری بذر شده است. با وجودی که تحقیقات، بیشتر بر روی غلات و بقولات انجام گرفته است، ولی اصول و روشهای مورد استفاده را می‌توان برای انواع بذرها از قبیل: علوفه، سبزیجات، گلها، درختان و دانه‌های روغنی نیز بکار برد [۱۹].

جداسازی یکی از بخش‌های مهم در مجموعه تکنولوژی بذر جهت دستیابی به کیفیت بالای ارقام بذرهای اصلاح شده، محسوب می‌شود. این عمل به کشاورزان اطمینان می‌دهد که بذرهای جدا شده دارای کیفیت بالایی هستند و یا حداقل، ناخالصی‌های آنها گرفته شده است. جداسازی خوب، این اطمینان خاطر را به وجود می‌آورد که کوشش‌های قبلی اصلاح کنندگان نباتات در پیشبرد و بهبود واریته‌های برتر و همچنین فعالیت تولید کنندگان منجر به تولید بذری شده است که حداکثر کیفیت را دارا است. اگرناخالصی‌های بذر به خوبی جدا نشود و یا به روش‌های مناسب حمل نگردد، تمام زحمات قبلی که برای اصلاح و تولید آن به عمل آمده است، به هدر خواهد رفت [۳].

کیفیت بذر اثر زیادی بر روی میزان محصول دارد. لذا در هر واحد کشاورزی باید سعی شود از بذرهایی استفاده گردد که دارای قدرت جوانه زنی بالایی باشند. تولید مقدار محصول در واحد سطح برای هر گیاهی به عملیات مناسب زراعی، تامین آب و مواد غذایی، مقدار مناسب بذر در واحد سطح و نیز قدرت جوانه‌زنی بذر بستگی دارد. تراکم کم گیاه در واحد سطح دلایل مختلفی مانند کیفیت نامناسب و پایین بذر و ناخالصی‌های آن دارد [۴].

یکی از روشهای جدید در فرآیند جداسازی بذر استفاده از خصوصیات الکتریکی بذرهاست. این جداکننده‌ها، که جداکننده الکتروستاتیکی نام دارند، از اختلاف در خصوصیات الکتریکی بذرها استفاده می‌کنند و بذرهایی را که با روشهای معمول دیگر قابل جداسازی نیستند، جدا می‌نمایند. جداسازی الکتروستاتیکی روشی بر اساس جذب یا دفع متفاوت بذرهای باردار، در یک میدان الکتریکی بسیار قوی است.

۱-۱) هدف‌ها:

هدف از انجام تحقیق حاضر، طراحی و ساخت دستگاه جداکننده الکتروستاتیکی از نوع تسمه‌ای است که بتواند با استفاده از خواص الکتریکی بذرها، آنها را درجه‌بندی و ناخالصی‌ها را تا حد زیادی جدا نماید. این دستگاه قادر خواهد بود بذرهایی را که دارای خصوصیاتی مشابه با بذر اصلی هستند، جدا نماید، درجه خلوص و وزن هزار دانه را افزایش دهد و درصد جوانه‌زنی را نیز بهبود بخشد.

فصل دوم
کلیات

۲- ۱) جداسازی بذر

قبل از خشک کردن و انبار کردن بذرهای برداشت شده از مزرعه باید آنها را تمیز نمود، به این مرحله در اصطلاح آماده‌سازی اولیه بذر نیز گفته می‌شود [۳۹]. بیشترین عملیات تمیزسازی و جداسازی بذر در مزرعه و بعد از برداشت صورت می‌گیرد. شیوه‌های مناسب عملیات داشت از قبیل: سمپاشی به موقع، تناوب زراعی و چیدن و بیرون ریختن علف‌های هرز از مزرعه می‌تواند بسیاری از مشکلات مربوط به وجود علف‌های هرز و بقایای گیاهی را کاهش دهد.

معمولا بذرهایی که به محل جداسازی آورده می‌شوند دارای کلش، بذر علف‌های هرز، بذر محصولات دیگر و تخم حشرات هستند. این مواد، حرکت بذر در قسمت‌های مختلف جداکننده را کند کرده، راندمان و ظرفیت دستگاه را کاهش داده و درجه خلوص بذرهای جدا شده را کاهش می‌دهند. در چنین شرایطی احتمالا به یک یا دو بار عملیات تمیزسازی و جداسازی مقدماتی نیاز می‌باشد. که به این ترتیب راندمان و دقت جداسازی بالا رفته و از اتلاف بذر در مراحل بعدی جداسازی جلوگیری می‌شود.

اهداف جداسازی بذر عبارتند از:

۱) جداسازی تمام مواد زاید و اضافی

۲) کاهش تلفات بذر

۳) افزایش کیفیت بذر با جداکردن بذرهای شکسته، ترک‌دار و آفت زده

۴) افزایش ظرفیت همراه با جداسازی موثر

۵) کاهش نیروی کارگری مورد نیاز

در جداسازی بذر دو اصل را باید همواره به خاطر داشته باشیم. اول اینکه هیچ ماشینی قادر به جداکردن تمام ناخاصی‌ها از بذر مورد نظر نیست و دوم اینکه به‌دلیل یکسان نبودن بذرهای تولیدی هر سال با سال دیگر و بذرهای یک مزرعه با مزرعه دیگر، باید در هر جداسازی، بازده و عملکرد جداسازی دستگاه جداکننده بازبینی شده و در مراحل جداسازی اصلاح شود تا حداکثردرجه خلوص بذر بدست آید. مراحل جداسازی که در یک فصل رشد مورد استفاده قرار گرفته ممکن است در فصل بعدی مناسب نباشند زیرا ممکن است میزان رطوبت، رسیدگی، اندازه بذر و مجموعه‌ای از عوامل دیگر تغییر کرده باشند [۳۹].

جداسازی بذر به دو دسته تقسیم می‌شود:

الف) جداسازی مقدماتی[1]

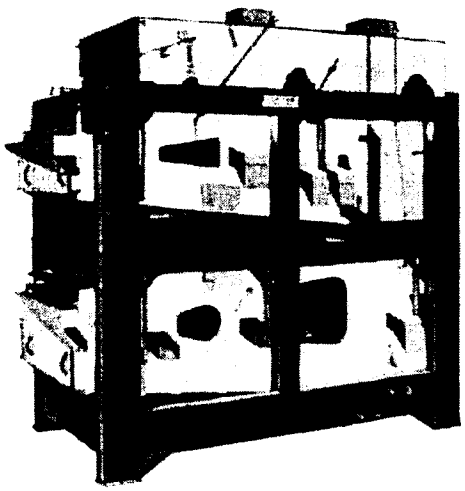
جداسازی مقدماتی شامل پوست گیری و ریشک گیری، جداکردن مواد زاید از قبیل: زواید گیاهی، سنگ و کلوخ از طریق خرمن کوبی بذر است که بذرها را برای جداسازی اصلی و نهایی آماده می‌کند. در بیشتر جداکننده‌های مقدماتی علاوه بر ذرات بزرگ‌تر، ذراتی که سبک‌تر و کوچک‌تر از بذر اصلی هستند نیز جدا می‌شوند.

وسایلی که بیشترین استفاده را در این قسمت دارند عبارتند از: غربال و جداکننده بقایای زبر و درشت[2]، خردکُن و پوست کَن[3] و ریشک‌گیر[4]

غربال و جداکننده بقایای زبر و درشت: وسیله ساده‌ای است که فقط بقایای درشت را جدا می‌کند و شامل مخزن تغذیه و سینی یا غربال‌های لرزان است (شکل۲- ۱). سوراخ‌های غربال به اندازه‌ای است که بذرهای مورد نظر به آسانی از میان آن عبور می‌کنند در حالی که مواد خارجی بزرگ‌تر روی غربال باقی مانده وجدا می‌شوند. سرعت و زاویه غربال برای بذرهای مختلف قابل تنظیم است. بعضی بذرها بعد از جداسازی اولیه، به مراحل دیگر جداسازی نیاز ندارند اما بعضی دیگر نیازمند خرد کردن یا پوست کندن هستند.

---

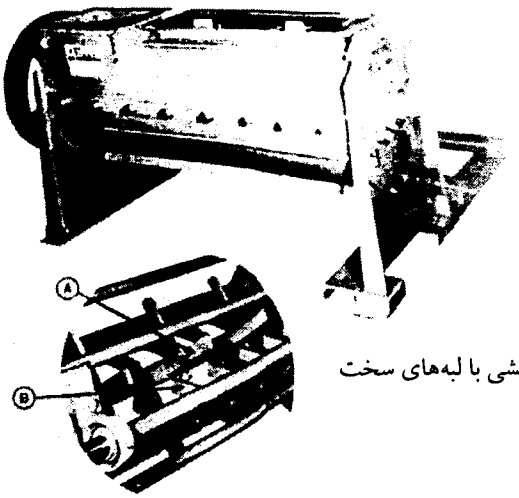
1 - Pre-Conditioning or Pre-Cleaning
2 - Scalper and Rough Cleaner
3 - Huller and Scarifier
4 - Debearder



شکل ۲- ۱) غربال جداکننده بقایای درشت

خردکُن و پوست کَن: این وسیله معمولا سطح بذرها را توسط دو سطح ساینده خراش می‌دهد، یا بذرها را بر خلاف یک سطح زبر و خشن مانند کاغذ سنباده حرکت می‌دهد. شدت خراش یا آسیب باید به دقت کنترل شود تا به بذر آسیبی وارد نشود. پوست کنی، جداسازی پوسته خارجی یا غلاف، خرد کردن و خراش دادن پوسته بذر به صورت جداگانه یا همراه با هم توسط خردکُن و پوست کَن قابل انجام است [۵۶].

ریشک‌گیر: شامل یک کوبنده با بازوهای چرخشی درون یک استوانه فولادی، بازوهای ثابت در مقابل جهت حرکت کوبنده و بازوهایی برای جلو بردن بذرها درون استوانه است (شکل۲- ۲). بذرهای دارای ریشک، خوشه یا غلاف به هم می‌چسبند و در نتیجه جریان بذر در وسایل جداکننده را کاهش داده و از ظرفیت دستگاه می‌کاهند. این‌گونه بذرها درون استوانه دستگاه ریشک‌گیر ریخته می‌شوند و خلاف جهت بازوها و عکس یکدیگر، در مدت زمان مشخصی، ساییده می‌شوند تا ریشک‌ها یا غلاف‌های روی بذر جدا شوند (مانند جداکردن ریشک‌های جو و یولاف).



A : بازوهای کوبنده چرخشی با لبه‌های سخت

B : بازوهای کوبنده ثابت

شکل۲- ۲) دستگاه ریشک‌گیر

ب) جداسازی نهایی یا اصلی[1]

این مرحله شامل جداسازی نهایی و درجه بندی بذر است و برخلاف جداسازی مقدماتی، که ممکن است لازم باشد یا نباشد، یک مرحله ضروری در فرآیند جداسازی بذر است.

در جداسازی نهایی کیفیت بذر به دو روش اصلاح می‌شود:

۱) جدا کردن بذر سایر گیاهان، علف‌های هرز و مواد خارجی

۲) افزایش کیفیت بذر یا حذف بذرهای با کیفیت پایین

هدف جداسازی نهایی بذر، به‌دست آوردن حداکثر درجه خلوص بذر با حداکثر قدرت جوانه‌زنی است که به "درجه خلوص بذر زنده" معروف است و از ضرب کردن درصد خلوص و درصد جوانه‌زنی بذر به‌دست می‌آید. اگر بذرها از نظر بعضی خواص فیزیکی با هم اختلاف داشته باشند می‌توان آنها را طی روش‌های مکانیکی یا الکتریکی از هم جدا کرد. بنابراین دستگاه جداکننده با استفاده از اختلاف خصوصیت‌های فیزیکی موجود بین بذر اصلی و بذر سایر گیاهان و علف‌های هرز، آنها را نظیر سایر مواد خارجی از بذر جدا می‌سازد. چنانچه خصوصیت‌های ظاهری و اندازه این بذرها مشابه به بذر اصلی باشد جداسازی مشکل‌تر خواهد بود [۳].

از جمله مشخصات فیزیکی که در جدا کردن بذر مورد استفاده قرار می گیرند عبارتند از: اندازه (طول، عرض و ضخامت)، سختی، شکل، وزن مخصوص، زبری سطحی، رنگ، خصوصیات آیرودینامیکی و سرعت حد، هدایت الکتریکی و خاصیت ارتجاعی.

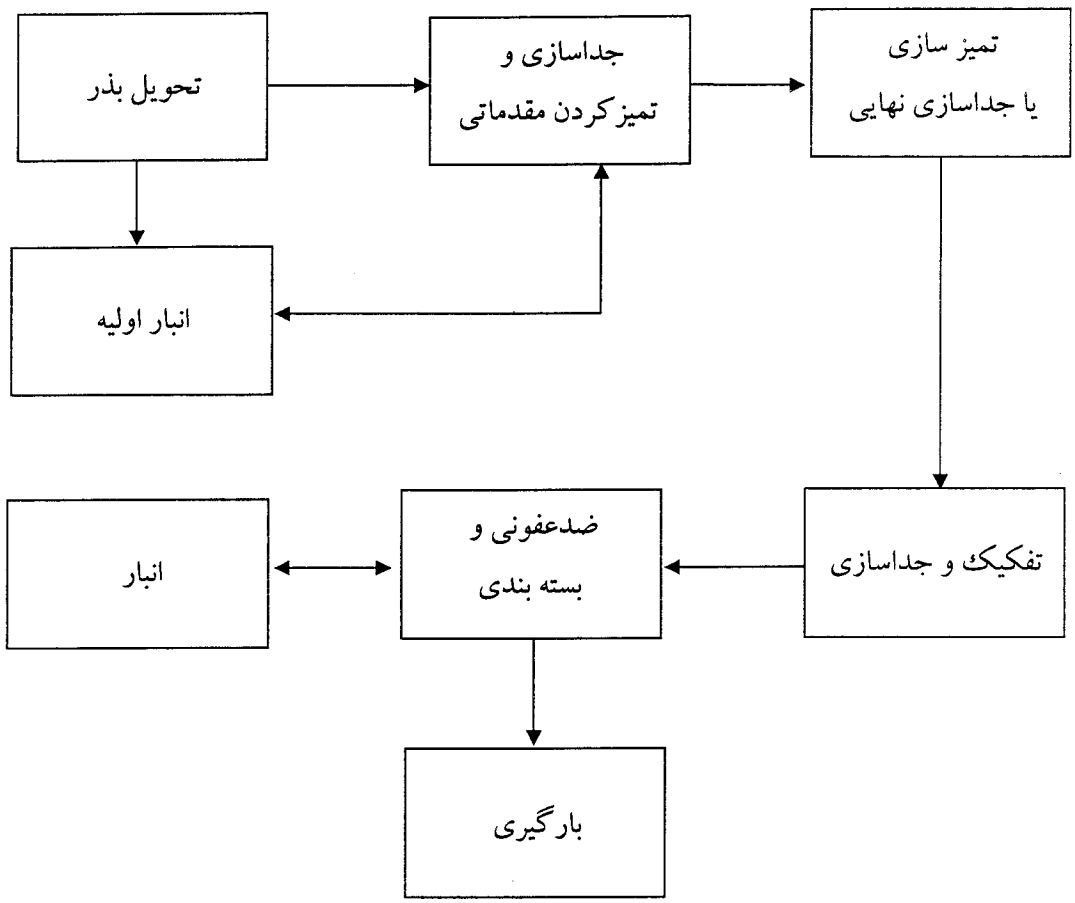
---

1 - Basic Seed Cleaning

انواع مختلفی از ماشین‌های جداکننده بذر موجود است که از خواص فیزیکی ذکر شده در بالا، به تنهایی یا در ترکیب با هم، برای جداسازی بذر استفاده می‌کنند. این ماشین‌ها شامل: غربال تمیزکننده بادی[۱]، غربال سیلندری عمودی[۲]، غربال سیلندری افقی[۳]، جداکننده پنوماتیکی[۴]، جداکننده بذر بر اساس وزن مخصوص[۵]، بشقابی کنگره‌دار[۶]، سیلندری کنگره‌دار[۷]، غلتکی مخملی[۸]، حلزونی[۹]، تسمه‌ای شیب‌دار[۱۰]، بشقابی افقی[۱۱]، مغناطیسی[۱۲]، لرزشی[۱۳]، رنگی[۱۴]، الکتروستاتیکی[۱۵] و جداکننده‌های دیگر می‌باشد. از میان جداکننده‌های ذکر شده، بیشترین استفاده را غربال تمیز کننده بادی دارد؛ از این جداکننده می‌توان برای جداسازی مقدماتی بذرها از مزارع کوچک تا کارخانه‌های صنعتی استفاده نمود. جداکننده‌های دیگر را می‌توان در مراحل جداسازی بذر، به عنوان جداکننده نهایی بعد از غربال تمیز کننده بادی، به منظور افزایش کیفیت بذر، به‌کار برد [۵۷]. انتخاب ماشین‌های مورد استفاده و ترکیب آنها اصولا به میزان تمیزی اولیه بذر، مقدار بذر علف‌های هرز و مواد اضافی دیگر و درجه خلوص مورد نظر بستگی دارد.

در شکل (۲- ۳) دیاگرام فرآیند جداسازی بذر از ابتدا تا انتها در یک فرآیند جداسازی نشان داده شده است.

1- Air-Screen-Cleaner
2 -Vertical Screen Cylinder
3 - Horizontal Screen Cylinder
4- Pneumatic Separator
5- Specific Gravity Separator
6- Indent Disk Separator
7- Indent Cylinder Separator
8- Velvet Roll Separator
9- Spiral Separator
10- Inclined Belt Separator
11- Horizontal Disk Separator
12- Magnetic Separator
13- Vibrator Separator
14- Color Separator
15- Electrostatic Separator



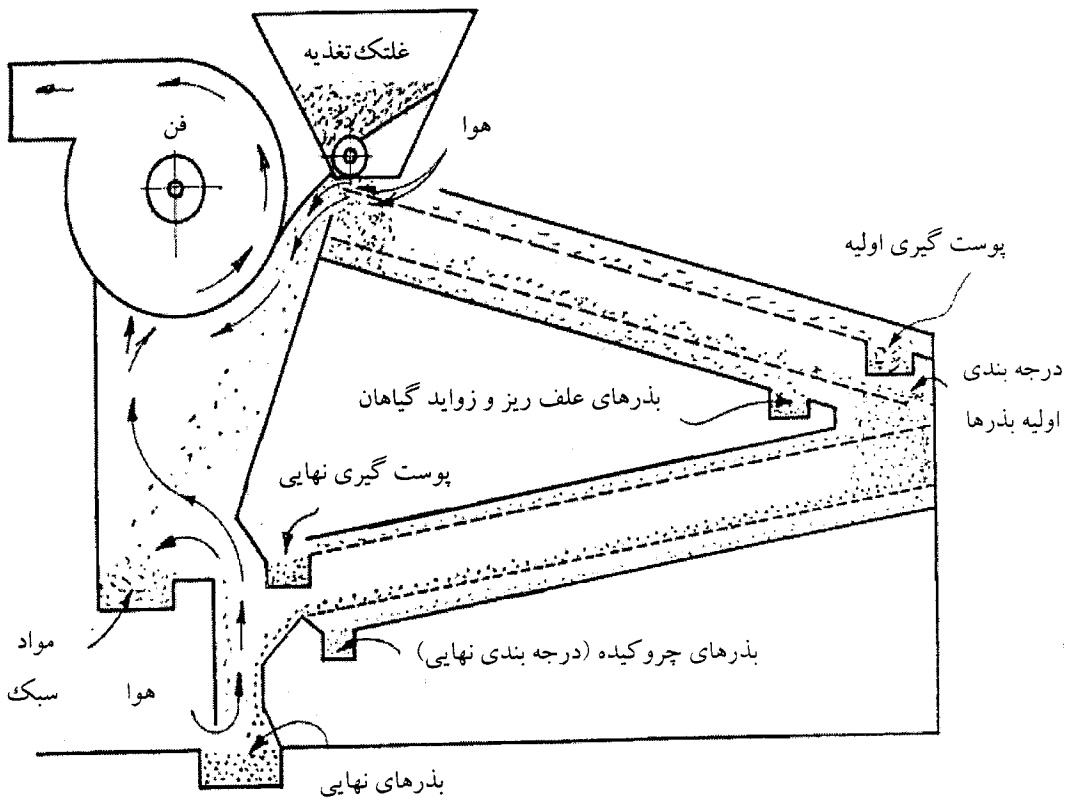
شکل۲- ۳) بلوک دیاگرام فرآیند جداسازی بذر

۲- ۲) انواع جداکننده‌های بذر

۲-۲- ۱) غربال تمیز کننده بادی

غربال تمیز کننده بادی ابتدایی‌ترین ماشین در تمیزکردن بذر گیاهان است، این دستگاه بذرها را بر اساس سه خاصیت آنها یعنی: اندازه، شکل و چگالی جدا می‌کند. غربال تمیز کننده بادی در اندازه های مختلف از انواع کوچک با یک فن و یک غربال تا انواع بزرگ با چند فن و ۶ یا ۸ غربال ساخته می شود. غربال‌ها در شکل‌ها و اندازه‌های مختلف و با شکاف‌های متفاوتی ساخته می‌شوند. بیش از ۲۰۰ نوع غربال موجود می باشد، بنابراین در یک دستگاه با ۴ غربال، بیش از ۳۰۰۰۰ ترکیب از غربال‌ها قابل دسترسی است [۲۰]. در جداکننده نشان داده شده در شکل (۲- ۴) که دارای ۴ غربال می‌باشد بذرها بواسطه وزن خود از مخزن وارد قسمت غلتک تغذیه کننده می‌شوند که مخلوط بذر را اندازه‌گیری کرده و درون جریان هوا هدایت می‌کند، دراین قسمت کاه و مواد سبک

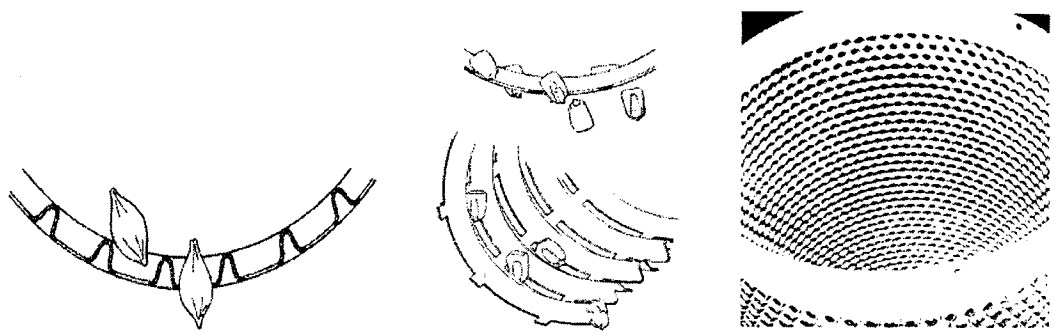
جدا می‌شوند. غربال بالایی وظیفه پوست‌گیری و جدا کردن مواد بزرگ را بر عهده دارد. غربال دوم بذرها را براساس اندازه درجه‌بندی می‌کند، غربال سوم پوست بذرها را کاملا جدا می‌نماید و غربال چهارم درجه‌بندی نهایی را انجام می‌دهد و در نهایت بذرهای درجه‌بندی شده از درون جریان هوا عبور داده می‌شوند تا کاه و بذرهای سبک از بذرهای سنگین و مطلوب جدا شوند [۲۰]. چنانچه مخلوط بذر دارای بذرهایی با شکلهای مختلف باشد، مانند بذرهای کشیده، عدسی شکل و گوشه‌دار، جداسازی به صورت کامل انجام نمی‌شود. به عنوان مثال دانه‌های ذرت دارای شکلهای مختلفی هستند، بنابراین جداسازی آنها بوسیله این دستگاه بسیار مشکل است و باید بذرها در چند مرحله جدا شوند که مهمترین عیب این دستگاه می‌باشد. ظرفیت یک غربال بادی با ۴ غربال از ۱۰۰ تا ۳۵۰ bu/ hr برای بذرهای مختلف، متغییر است [۵۰].



شکل ۲- ۴) نمای جانبی یک غربال تمیز کننده بادی

۲-۲- ۲) درجه بند (غربال سیلندری افقی)

درجه‌بند دستگاه جدا کننده‌ای است که بذرها را با استفاده از عرض یا ضخامت آنها جدا می‌کند. این دستگاه از یک غربال استوانه‌ای تشکیل شده است که به صورت افقی قرار گرفته و دور تا دور آن سوراخ‌های کشیده و یا گرد ایجاد شده است (شکل ۲- ۵). بذر ها از یک طرف به درون استوانه چرخنده تغذیه می شوند و در حالی که می غلتند به طرف دیگر استوانه می روند. شبکه مارپیچی ممتد استوانه و شیب ناچیز آن باعث جابجایی طولی دانه‌ها می‌شوند. ذرات کوچک‌تر تحت تاثیر نیروی جاذبه از سوراخ‌های استوانه پایین می‌ریزند درحالیکه ذرات درشت‌تر باقی می‌مانند و از طرف مقابل تخلیه می‌شوند. ذرات کوچکی که پایین می‌ریزند توسط یک هلیس یا تسمه چرخان از دستگاه خارج می‌شوند [۲۰]. مدل‌های مختلف این ماشین از یک تا شش غربال موجود می‌باشد. ظرفیت دستگاه به میزان زیادی به محصول مورد نظر و درصد بذرهایی که از سوراخ‌ها عبور می‌کنند، بستگی دارد. ظرفیت کاری دستگاه برای بذرهای هیبرید ذرت از ۲۵ تا ۸۰ bu/ hr متغییر است [۵۰].



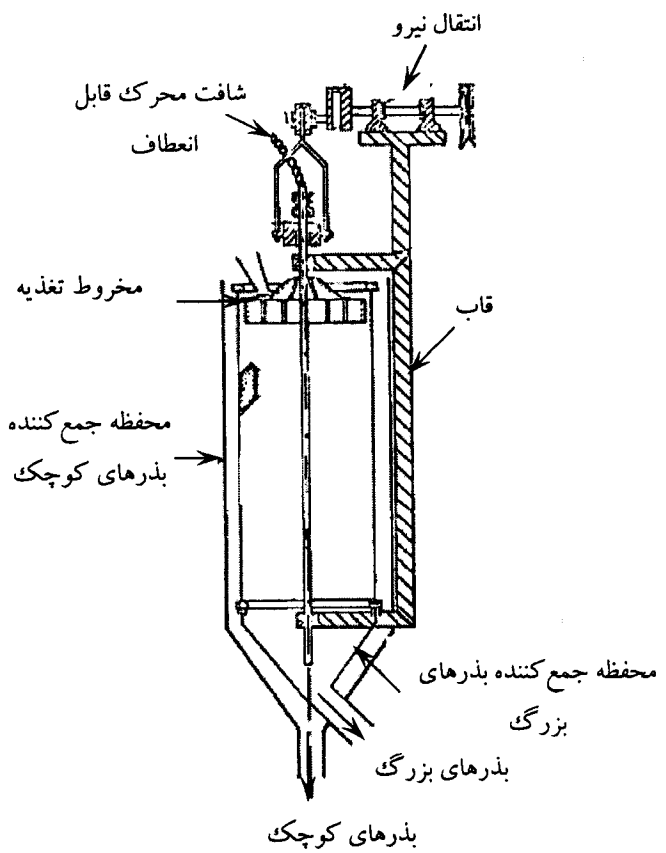
شکل ۲- ۵) سوراخهای گرد (سمت چپ) و کشیده (وسط) در درجه بند

۲-۲-۳) غربال سیلندری عمودی

این ماشین نیز بذرها را بر اساس عرض یا ضخامت جدا می‌کند و بسیار شبیه به درجه‌بند است. در این ماشین یک غربال چرخنده عمودی با سوراخهای گرد یا کشیده مورد استفاده قرار می‌گیرد. غربال استوانه‌ای حول محور عمودی‌اش، درون یک سیلندر می‌چرخد. بذرها از بالای سیلندر به درون مخروط تغذیه ریخته می‌شوند. مخروط تغذیه بذرها را به صورت دورانی و در خلاف جهت چرخش غربال وارد سیلندر می‌کند. نیروی گریز از مرکز بذرها را روی صفحه غربال نگه می‌دارد و نیروی جاذبه باعث حرکت بذرها به طرف پایین می‌شود. بذرهای

کوچک از درون سوراخهای غربال عبور می‌کنند و وارد پوسته جمع آوری بذرها شده و در نهایت تخلیه می-شوند، در حالیکه بذرهای درشت درون غربال پایین می‌آیند و بدین ترتیب جدا می‌شوند(شکل ۲- ۶).

سیلندر عمودی در مقایسه با نوع افقی دارای کارایی بهتر و ظرفیت بیشتری در حدود دو برابر است. زیرا نیروی گریز از مرکز وارد بر بذرها در سیلندر عمودی بیشتر از نیروی جاذبه در سیلندر افقی است. بازده دستگاه به سرعت دورانی غربال، نرخ تغذیه و اندازه سوراخ‌ها وابسته است [۴۲].



شکل ۲- ۶) نمای جانبی یک غربال سیلندری عمودی