



۱۴۰۱

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



دستورالعمل فنی: راهکارهای فنی و مهندسی برای تولید و نگهداری گلزای پاییزه

افشین ایوانی، علیرضا کیانی، جلال محمدزاده،
روح الله یوسفی، محمدرضا مستوفی سرکاری



آدرس: کرج، بلوار شهید فهمیده، صندوق پستی: ۸۴۵-۳۱۵۸۵، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی
تلفن: ۳۲۷۰۵۳۲۰، ۳۲۷۰۵۴۴۲ و ۳۶۱۵۰۰۰۰ (۰۲۶)
دورنگار: ۳۲۷۰۶۲۷۷ (۰۲۶)، آدرس دسترسی: www.aeri.ir (بخش انتشارات الکترونیکی)

بسم الله الرحمن الرحيم

مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

دستورالعمل فنی:

راهکارهای فنی و مهندسی برای تولید و نگهداری کلزای پاییزه

نگارندگان:

افشین ایوانی، علیرضا کیانی، جلال محمدزاده، روح الله یوسفی،
محمدرضا مستوفی سرکاری

سال انتشار:

۱۴۰۱



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



نوع نوشتار: دستورالعمل فنی
عنوان نوشتار: راهکارهای فنی و مهندسی برای تولید و نگهداری کلزای پاییزه
نگارندگان: افشین ایوانی، علیرضا کیانی، جلال محمد زاده، روح الله یوسفی،
محمد رضا مستوفی سرکاری
ویراستار ادبی: محمد رضا داهی
صفحه آرا و طراح جلد: سمیه وطن دوست
ناشر: مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی
شمارگان: محدود
نوبت چاپ: اول
سال انتشار: ۱۴۰۱



شماره ثبت در مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع رسانی کشاورزی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
به تاریخ

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	آبیاری کلزا
۱	مقدمه و شرایط عمومی رشد کلزا
۲	راهبرد افزایش عملکرد
۳	اصول برنامه‌ریزی آبیاری
۳	آشنایی با مراحل رشد کلزا
۳	مرحله رویشی
۴	مرحله زایشی
۶	برنامه‌ریزی در زمان کاشت
۶	برنامه‌ریزی آبیاری کلزا برای تعداد دانه و وزن دانه
۷	مراحل آبیاری کلزا
۷	در شرایط آبیاری کامل
۸	در شرایط کم آبیاری
۸	حساسیت مراحل مختلف رشد کلزا به آب
۸	مقدار آب مورد نیاز کلزا
۱۰	چگونگی تنظیم مدت زمان هر نوبت آبیاری
۱۱	عملیات گام به گام برای تامین آب مورد نیاز
۱۳	روش‌های آبیاری
۱۹	منابع
۲۱	ماشین‌ها و روش‌های مکانیزه
۲۱	مقدمه
۲۲	آماده‌سازی مکانیزه بستر بذر
۲۳	خاک‌ورزی اولیه
۲۵	تراز کردن گاوآهن برگردان‌دار
۲۶	تنظیم عمق کار گاوآهن برگردان‌دار
۲۷	تنظیم عرض کار گاوآهن برگردان‌دار
۳۱	خاک‌ورزی ثانویه
۳۱	تراز کردن دیسک
۳۱	تنظیم عمق کار دیسک
۳۱	تنظیم زاویه برش
۳۲	ماله (تسطیح‌کن)
۳۳	ماشین‌های کودپاشی پیش‌کشت
۳۵	تنظیمات اتصال کودپاش به تراکتور
۳۷	کالیبراسیون ماشین کودپاش
۳۸	ماشین‌های کاشت مکانیزه کلزا

۳۹	آشنایی با خطی کارها
۴۰	انواع موزع در خطی کارها
۴۱	موزع در خطی کارهای مکانیکی
۴۳	موزع های غلتکی دنداندار (آجدار)
۴۴	موزع در خطی کارهای نیوماتیکی
۴۵	تنظیم مقدار ریزش بذر در انواع خطی کار
۴۸	تنظیم براساس جدول و دفترچه راهنمای ماشین
۵۰	تنظیم بدون جدول و دفترچه راهنمای ماشین
۵۳	ماشین های داشت شیمیایی کلزا
۵۳	سمپاش های رایج غیر تراکتوری
۵۳	سمپاش های رایج تراکتوری
۵۴	کلیات کالیبراسیون سمپاش ها
۵۶	ماشین های داشت مکانیکی کلزا
۵۸	آشنایی با کمباین کلزا
۵۸	واحد برش و تغذیه
۶۳	واحد کوبنده
۶۵	واحد جداسازی
۶۹	واحد تمیزکننده
۷۲	واحد انتقال دانه
۷۳	تنظیمات کمباین پیش از برداشت
۷۳	تنظیم ارتفاع برش
۷۴	سرعت پروانه کلش کش
۷۴	تنظیم موقعیت پروانه چرخ فلک
۷۵	تنظیم هلیس دستگاه درو
۷۵	انگشتی های هلیس
۷۶	تنظیمات مربوط به واحد کوبنده
۷۷	تنظیم باد پنکه
۷۸	تنظیم روزنه الک ها
۷۹	اندازه گیری تلفات کلزا در برداشت مستقیم
۷۹	وسایل مورد نیاز
۷۹	نحوه اندازه گیری تلفات کمباینی
۸۱	مثال کاربردی
۸۳	نکاتی چند درباره برداشت مکانیزه کلزا
۸۴	منابع
۸۵	مدیریت پس از برداشت کلزا
۸۵	چکیده
۸۵	مقدمه

۸۶	زمان برداشت مناسب
۸۷	خشک کردن کلزا
۸۸	نگهداری کلزا
۹۲	منابع

آبیاری کلزا

علیرضا کیانی

عضو هیات علمی بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، گرگان، ایران.

مقدمه

کلزا یا کانولا یکی از مهمترین گیاهان روغنی در جهان است که شاخصه اصلی آن سطح پایین اسید اروسیک (کمتر از ۲ درصد) است. اسید اروسیک نوعی اسید غیرمفید از نظر تغذیه‌ای محسوب می‌شود. بذر کلزا علیرغم ریز بودن دارای ۴۳ درصد روغن و ۲۱ درصد پروتئین و ۳۶ درصد مواد نشاسته‌های و قندی است. این گیاه با خواص ویژه‌های که دارد، یک گیاه بسیار مفید در تناوب با گندم برای حفظ پایداری تولید و کنترل آفات و بیماری‌ها محسوب می‌شود. سطح زیر کشت کلزا در دنیا در حدود ۳۳/۸ میلیون هکتار بود که از این مساحت در حدود ۶۲/۷ میلیون تن (متوسط عملکرد ۱۸۵۶ کیلوگرم در هکتار) تولید دریافت شد. مساحت کاشته شده کلزا در ایران در همین سال در حدود ۱۶۵ هزار هکتار بود که از این مساحت ۳۴۵ هزار تن (متوسط عملکرد ۲۰۹۰ کیلوگرم در هکتار) تولید به دست آمد (فائو، ۲۰۱۱).

شرایط عمومی رشد کلزا

بطور کلی کلزا در ایران به دو صورت دیم و آبیاری تکمیلی کشت می‌شود. از آنجا که کلزا دارای تیپ‌های رشد پاییزه، بهاره و بینابینی است کشت آن در اقلیم‌های مختلف امکان پذیر است. در مناطقی که میزان متوسط بارندگی در طی دوره رشد آن حدود ۳۰۰ تا ۴۰۰ میلیمتر باشد، عملکرد مناسبی می‌دهد. مقدار آب مورد نیاز کلزا به موارد ذکر شده در ذیل بستگی دارد:

- اقلیم
- نوع رقم
- عملکرد مورد انتظار

-مدیریت گیاهی

کلزا برای رشد در دو مرحله جوانه زنی و رشد و توسعه به دماهای مناسبی نیاز دارد در جدول (۱) دمای مناسب برای مراحل مختلف رشد کلزا بیان شده است. افزون بر این کلزا در دامنه‌ای از خاک‌ها رشد می‌کند ولی بهترین خاک برای کلزا، خاک متوسط (لوم، لومی رسی) است دارای شرایط مناسب زیر است:

- خاکی که دارای زهکشی مناسب است

- PH بین ۵/۵ تا ۷/۵ (مناسبترین PH معادل ۶/۵) است و PH نباید کمتر از ۵/۵ باشد.

خاک سنگین که استعداد سله بستن پس از باران یا آبیاری را دارد، برای رشد کلزا خصوصاً در زمان کاشت که بذرها به دلیل کوچک بودن نمی‌توانند سر از خاک بیرون بیاورند، مناسب نیستند (شکل ۱). از نظر مقاومت به شوری، کلزا در ردیف گیاهان نسبتاً مقاوم به شوری قرار دارد و آستانه خسارت آن در حدود ۵ تا ۷ دسی زیمنس بر متر است. کلزا در مقابل تنش غرقابی (آب ماندگی بیش از ۳ روز) خصوصاً در مرحله رزت حساسیت نشان می‌دهد. در مرحله رزت قطر طوقه کلزا حدود ۱ سانتی متر و عمق ریشه حدود ۱۵ سانتیمتر است.

جدول ۱- دمای مناسب برای مراحل مختلف رشد کلزا

مرحله مورد نظر رشد	دمای مناسب برحسب سانتی گراد
جوانه‌زنی	۱۵ تا ۲۰ درجه سانتی گراد
رشد و توسعه	۲۰ تا ۲۵ درجه سانتی گراد

نکته: دمای بیشتر از ۳۵ درجه سانتی‌گراد به گیاه صدمه جدی می‌زند.



شکل ۱- نمونه‌ای از بذر کلزا

راهبرد افزایش عملکرد

بطور کلی عملکرد کلزا شامل سه جزء اصلی زیر است:

- ۱- تعداد بوته در واحد سطح
- ۲- تعداد غلاف و دانه در غلاف
- ۳- وزن دانه

برای افزایش عملکرد گیاه نیاز است برای این سه جزء برنامه‌ریزی شود. به عبارت ساده‌تر باید نیازهای هر جزء که این نیازها شامل آب، خاک، تغذیه، آفات و بیماری‌ها، ... است شناسایی و برای آن برنامه‌ریزی شود.

اصول برنامه‌ریزی آبیاری

برنامه‌ریزی آبیاری نوعی گزینه مدیریتی آب برای جلوگیری از کاربرد آب اضافی، جلوگیری از کاهش عملکرد به واسطه تامین نشدن آب مورد نیاز گیاه است. بنابراین در یک برنامه‌ریزی آبیاری باید به سه سؤال جدول (۲) پاسخ داده شود.

جدول ۲- راهنمای یک برنامه‌ریزی آبیاری برای گیاه کلزا

سوال	راهنمایی برای رسیدن به پاسخ
۱- آیا رطوبت خاک به حدی کاهش یافته است تا نیاز به آبیاری داشته باشد؟	۱- تعیین زمان آبیاری، شناسایی گیاه و واکنش مراحل رشد گیاه به آب
۲- برای کفایت آبیاری چه مقدار آب مورد نیاز است؟	۲- تعیین مقدار آب آبیاری
۳- آب را چگونه در اختیار گیاه قرار بدهیم؟	۳- روش‌های آبیاری

آشنایی با مراحل رشد کلزا

بطور کلی مراحل رشد کلزا را می‌توان به دو مرحله اصلی رویشی و زایشی تقسیم نمود.

مرحله رویشی

- از زمان کاشت تا مرحله ظهور اولین گل را مرحله رویشی کلزا می‌گویند؛ که این مرحله شامل موارد ذیل است:
- **جوانه‌زنی:** حدوداً ۵ تا ۱۰ روز پس از کاشت جوانه زنی رخ می‌دهد.
 - **گیاهچه‌ای و توسعه برگی:** در اینجا روزت و همچنین ۶ تا ۸ برگی گیاه کلزا به وجود می‌آید (شکل ۲).



شکل ۲- نمایی از مرحله روزت (سمت راست) و مرحله گیاهچه‌ای (سمت چپ) در کلزا

ساقه دهی: در این قسمت ساقه دهی گیاه کلزا انجام می‌شود (شکل ۳).



شکل ۳- نمایی از مرحله ساقه‌دهی گیاه کلزا

مرحله زایشی

گیاه کلزا بعد از مرحله رویشی وارد مرحله زایشی می‌شود که این مرحله نیز شامل موارد ذیل است:
گلدهی: اولین قسمت از مرحله زایشی گیاه کلزا است (شکل ۴).



شکل ۴- نمایی از مرحله گل‌دهی گیاه کلزا

تشکیل غلاف و پرشدن دانه: بعد از گلدهی گیاه کلزا تشکیل غلاف و پر شدن دانه رخ می‌دهد (شکل ۵).



شکل ۵- نمایی از مرحله غلاف‌دهی و پرشدن دانه گیاه کلزا

رسیدن: آخرین قسمت در مرحله زایشی کلزا رسیدن گیاه است (شکل ۶).



شکل ۶- نمایی از مرحله رسیدن دانه در گیاه کلزا

برنامه ریزی در زمان کاشت

هدف از برنامه ریزی در زمان کاشت ایجاد تراکم مناسب و یکنواخت است. از آنجا که در این مرحله ساختار اصلی مزرعه کلزا بنا می‌شود، ضروری است تا عوامل موثر در ایجاد تراکم و سبز یکنواخت کنترل شوند. عوامل موثر در ایجاد تراکم و سبز یکنواخت کلزا شامل موارد بیان شده در جدول (۳) است.

جدول ۳- عوامل موثر در ایجاد تراکم و سبز یکنواخت کلزا

توضیح موارد	موارد ضروری
۱۵ تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد حرارت ایده‌آل است.	درجه حرارت بر حسب سانتی‌گراد
بنا بر ظرفیت مزرعه تعیین می‌شود.	رطوبت خاک
عمق کاشت می‌بایست ۱ تا ۲ سانتی متر باشد.	عمق کاشت بر حسب سانتی‌متر
حدود ۵ تا ۷ کیلوگرم در هکتار بذر نیاز است.	میزان بذر بر حسب کیلوگرم در هکتار
تهیه بستر مناسب با نرم شدن خاک و عاری از کلوخه ای شدن زمین صورت می‌گیرد.	تهیه بستر مناسب
در هر منطقه تاریخ کاشت طوری برنامه‌ریزی می‌شود که قبل از شروع سرما به مرحله روزت رسیده باشد.	تاریخ مناسب کاشت
با توجه به زمان کاشت گیاه کلزا رطوبت مطلوب تعیین می‌شود.	رطوبت در زمان کاشت

سبز یکنواخت در زمان کاشت تحت تاثیر نوع خاک، مدت آب ماندگی و نوع روش آبیاری قرار می‌گیرد. بذر کلزا نسبت به دیگر گیاهان زمستانه مانند گندم و جو کوچک‌تر است و با مشکلات بیشتری برای سبز شدن مواجه خواهد شد و به همین دلیل عمق کاشت نباید از ۲ سانتی‌متر بیشتر باشد. بهتر است در خاک‌های سنگین برای جلوگیری از آب ماندگی و سله بستن از روش کاشت بصورت جوی-پشته و یا از روش آبیاری بارانی بصورت متناوب و با مقادیر کم استفاده شود. برای ایجاد سبز یکنواخت که یکی از عوامل اصلی تولید است، بذور کلزا در هنگام کاشت باید رطوبت کافی جذب کنند. نبود کلوخه برای سبز یکنواخت، ناپایداری هوا در زمان کاشت یکی از عوامل سبز غیریکنواخت است. آبیاری کلزا از زمان تکمیل گیاهچه‌ای شروع می‌شود. در این مرحله خصوصا در خاک‌هایی که بافت سنگین دارند برای جلوگیری از سله بستن، آبیاری باید سبک و با فواصل کم انجام گیرد تا گیاه بطور کامل سبز شود.

برنامه‌ریزی آبیاری کلزا برای تعداد و وزن دانه

پس از اینکه کلزا به سبز یکنواخت رسید، نیاز است تا برای رسیدن به حداکثر عملکرد در بقیه مراحل رشد نیز نیازهای آن از جمله آب برطرف شود. دو جزء دیگر عملکرد کلزا یعنی **تعداد دانه و وزن دانه** باید به طریقی مدیریت شوند تا به بالاترین مقدار برسند. از نظر مدیریت آبیاری، برای رسیدن کلزا به حداکثر تعداد دانه، تامین آب مورد نیاز گیاه در زمان قبل و دوران گلدهی ضروری است. کمبود آب در دوران گلدهی کلزا همراه با افزایش درجه حرارت و افزایش سرعت

باد، گله‌ها را بشدت پژمرده نموده و منجر به افت شدید عملکرد خواهد شد (شکل ۷). حفظ رطوبت مناسب در زمان گل‌دهی باعث می‌شود این مرحله طولانی‌تر و تکمیل شده و در نتیجه باعث می‌شود تا تعداد دانه در غلاف، وزن دانه و همچنین کیفیت و میزان روغن افزایش یابد. برای اینکه وزن دانه کلزا افزایش یابد رطوبت نیمرخ خاک در زمان تکمیل غلاف و شروع دانه بستن باید در حد مطلوب تامین شود. کمبود آب در مرحله ساقه رفتن باعث می‌شود کنوپی گیاه و همچنین ارتفاع آن کاهش یابد. در مرحله گل‌دهی رشد گیاه بسیار سریع بوده و نیاز به آب در آن نیز بالا است. حساس‌ترین مراحل رشد گیاه کلزا نسبت به آب به ترتیب شروع و دوران گل‌دهی و پس از آن طویل شدن غلاف و پر شدن دانه می‌باشد. کمبود آب در مرحله گل‌دهی باعث کاهش تعداد غلاف و در مرحله طویل شدن غلاف باعث کاهش تعداد دانه در غلاف و کمبود آب در مرحله پر شدن دانه و پس از آن منجر به کاهش وزن دانه می‌شود.



شکل ۷- پژمردگی گلهای کلزا در اثر توامان خشکی

مراحل آبیاری کلزا

در شرایط آبیاری کامل

بطور کلی زمانیکه آب محدودیت نداشته باشد مراحل اصلی آبیاری کلزا برای رسیدن به حداکثر عملکرد عبارتند از:

- ✓ زمان کاشت
- ✓ مرحله ساقه‌دهی
- ✓ شروع گل‌دهی
- ✓ تشکیل غلاف
- ✓ پر شدن دانه

هرگاه تنش آبی در اوایل رشد کلزا اتفاق بیافتد، گیاه رشد معمول خود را بعد از یک باران یا آبیاری بازیابی می‌کند. گیاهان تحت استرس آبی قابلیت بازیابی سطح برگ، تشکیل گل، تعداد غلاف و پر شدن دانه را دارند، در صورتیکه آب در دسترس قرار گیرد. البته در این شرایط رشد گیاه سریعتر از حد معمول شده و در نتیجه عملکرد نیز تحت تاثیر قرار می‌گیرد. آخرین آبیاری کلزا زمانی است که حدوداً ۲۰ درصد کپسولهای کلزا رسیده باشند یا کپسول‌ها تغییر رنگ داده باشند.

در شرایط کم آبیاری

در مناطقی که آب به اندازه کافی وجود ندارد همانند شرایط کشور، بهتر است برنامه آبیاری کلزا به شرح انجام گیرد :

- ✓ اگر دو بار آبیاری امکان پذیر باشد بهتر است یکی در زمان کاشت و دیگری در زمان شروع گلدهی باشد.
- ✓ اگر سه بار آبیاری امکان پذیر باشد یکی در زمان کاشت، دومی در زمان قبل از شروع گلدهی و سومی در شروع غلافدهی انجام گیرد.

حساسیت مراحل مختلف رشد کلزا به آب

بطور کلی واکنش کلزا در تمام مراحل رشد نسبت به آب یکسان نیست. حساس ترین مرحله رشد کلزا نسبت به آب دوران گلدهی و سپس مرحله پرشدن غلاف است. خلاصه واکنش مراحل رشد کلزا در جدول (۴) بصورت جمع بندی شده ارائه شده است.

جدول ۴- واکنش مراحل مختلف کلزا به آب		
مراحل رشد	نوع حساسیت	تاثیر
جوانه زنی	زیاد	تاخیر در جوانه زنی، واکاری، عدم یکنواختی در سبز شدن
سبزینه ای	کم	کم
ساقه رفتن	متوسط	کاهش ارتفاع و کانوبی، کاهش تعداد شاخه های گل
گلدهی	خیلی زیاد	کاهش تعداد کپسول
طویل شدن کپسول	خیلی زیاد	کاهش تعداد دانه در کپسول
دانه بستن	زیاد	کاهش وزن دانه

مقدار آب مورد نیاز کلزا

کلزا همانند همه گیاهان در مراحل مختلف رشد، به مقدار متفاوتی از آب نیاز دارد (جدول ۵).

جدول ۵ - مقدار آب مورد نیاز کلزا در مراحل مختلف رشد	
مرحله رشد	میزان آب مورد نیاز در مرحله
اوایل رشد گیاه	نیاز به آب در کلزا کم است.
مرحله گلدهی و طویل شدن کپسول گیاه	نیاز به آب در کلزا بیشتر است.
مرحله ۸ برگ گیاه	در این مرحله کلزا به حدود ۲ تا ۳ میلی متر آب در روز نیاز دارد.
مرحله گلدهی گیاه	کلزا در این مرحله به ۷ تا ۸ میلی متر در روز آب نیاز دارد.

معیار کفایت آبیاری بر مبنای گیاه، مرطوب کردن مناسب نیمرخ خاک تا عمق موثر ریشه گیاه است. عمق ریشه گیاه نیز در طول فصل متغیر است. ریشه گیاه کلزا در شرایط ایده آل بیش از ۱۰۰ سانتی متر رشد می کند ولی تراکم ریشه معمولاً سطحی است. بطور کلی حدود ۷۰ درصد جذب آب از ۵۰ سانتی متری خاک انجام می گیرد. اما خاکها با توجه به بافت آن، ظرفیت معینی دارند و مقادیر مشخصی از آب را در خود ذخیره می نمایند. مقادیر بیش از ظرفیت خاک ضمن

اشباع محیط ریشه و کمبود اکسیژن بصورت تلفات نفوذ عمقی از محیط ریشه و از دسترس گیاه خارج می‌شود. مقادیر کمتر از ظرفیت خاک تا حدی بسته به دوره رشد گیاه و نوع خاک مجاز است ولی نباید از حد مشخصی که به گیاه صدمه بزند کاهش یابد. در نتیجه برای برنامه‌ریزی آبیاری گیاه، تخلیه بخشی از رطوبت قابل استفاده گیاه مجاز در نظر گرفته می‌شود و فواصل و مقدار آب تنظیم می‌شود. برای ساده‌سازی موارد اشاره شده مقادیر آب مورد نیاز گیاه کلزا بصورت تابعی از عمق ریشه، فصل رشد، تخلیه مجاز رطوبت قابل استفاده در انواع خاک‌ها در جدول (۶) خلاصه شده است. بطور مثال اگر خاکی دارای بافت متوسط (لوم) باشد و گیاه در مرحله دانه‌بستن و عمق ریشه ۷۰ سانتی‌متر فرض شود، عمق خالص آب مورد نیاز گیاه برای هر بار آبیاری برابر ۶۳ میلی‌متر یا ۶۳۰ متر مکعب در هکتار است. از آنجا که استفاده از این جدول نیاز به اطلاعات و شناخت بیشتری از مفاهیم روابط آب و خاک دارد شاید برای استفاده عام کارکرد مناسبی نداشته باشد، جدول (۷) بر اساس تفاوت اقلیمی کشور بصورت خیلی ساده و با دقت قابل قبول و به استناد تجربیات نگارنده ارائه می‌شود تا مورد استفاده وسیع‌تری قرار گیرد. در این جدول فرض بر اینست که فصل رویش کلزا پاییز (زمان کاشت) تا اردیبهشت ماه سال بعد است. بطور مثال در منطقه‌ای که متوسط درجه حرارت روزانه آن در حدود ۲۰ درجه سانتی‌گراد باشد، طی دوره رشد گیاه در مجموع در حدود ۲۳۰۰ متر مکعب در هر هکتار بصورت خالص به آب یا باران نیاز دارد. توجه این نکته ضروری است که در هر مرحله رشدی در صورتیکه باران نیاز را مرتفع کرده باشد نیازی به آبیاری نیست. نکته دیگر اینکه اعداد جدول ۷ نیاز خالص آبیاری است بسته به نوع روش آبیاری و راندمان آبیاری مورد نظر مقادیر آب بکار رفته بیشتر از اعداد جدول خواهد بود. مثلاً اگر در منطقه فرض شده در بالا از روش آبیاری با راندمان ۵۰ درصد (۵۰ درصد تلفات) استفاده شود، بهره‌بردار باید در هر هکتار در حدود ۴۶۰۰ متر مکعب آب مصرف کند.

جدول ۶- مقادیر آب مورد نیاز کلزا بر حسب میلی‌متر برای تامین رطوبت خاک تا عمق ریشه در انواع خاک‌ها

نوع خاک	مراحل اولیه رشد تا ساقه دهی بر مبنای ۶۰٪ تخلیه رطوبت قابل استفاده خاک در عمق‌های مختلف ریشه بر حسب سانتی‌متر			مراحل زایشی بر مبنای ۵۰٪ تخلیه رطوبت قابل استفاده خاک در عمق‌های مختلف ریشه بر حسب سانتی‌متر			
	۳۰	۴۰	۵۰	۵۰	۷۰	۸۰	۱۰۰
شن لومی	۲۰	۲۸	۳۵	۲۸	۴۰	۴۵	۵۷
لوم شنی	۲۴	۳۲	۴۰	۳۵	۵۰	۵۵	۷۰
لوم	۳۳	۴۴	۵۵	۴۵	۶۳	۷۲	۹۰
لوم رسی شنی	۲۷	۳۶	۴۵	۳۷	۵۲	۶۰	۷۵
لوم رسی	۳۶	۴۸	۶۰	۵۰	۷۰	۸۰	۱۰۰
لوم رسی سیلتی	۴۰	۵۳	۶۶	۵۵	۷۷	۸۸	۱۱۰
رسی شنی	۳۱	۴۲	۵۲	۴۳	۶۰	۶۸	۸۵
رسی سیلتی	۳۸	۵۱	۶۴	۵۳	۷۴	۸۵	۱۰۵
رسی	۳۵	۴۶	۵۸	۴۷	۶۷	۷۵	۹۵

جدول ۷- مقادیر آب مورد نیاز خالص کلزا در شرایط اقلیمی مختلف و دوره رشد برحسب میلی‌متر

دوره رشد					اقلیم	
فصل	اردیبهشت	فروردین	اسفند	زمان کاشت	ET_o^2 (mm/d)	$\bar{T} (^{\circ}C)^1$ (میانگین روزانه)
۲۰۰	۴۰	۷۵	۵۰	۳۵	۳-۴	۱۵
۲۳۵	۵۰	۸۵	۵۵	۴۵	۵-۶	۱۵-۲۵
۳۷۰	۵۰	۱۰۰	۶۰	۶۰	۷-۸	۲۵

۱- درجه حرارت، ۲- تبخیر و تعرق پتانسیل

بیان ساده و با تقریب برای کفایت آبیاری در سطح مزارع

بطور کلی معیار کفایت آبیاری عمق ریشه گیاه است. بنابراین مهم است تا مقدار نفوذ آب آبیاری یا باران در نیمرخ خاک مشخص گردد. بطور متوسط برای مرطوب ساختن هر متر خاک برای خاک سبک (شنی)، متوسط و سنگین به ترتیب در حدود ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ میلی‌متر باران یا آبیاری مورد نیاز است. به عبارت دیگر برای یک خاک متوسط در صورتیکه ریشه گیاه کلزا ۵۰ سانتی‌متر باشد، نیاز به ۶۰ میلی‌متر (۶۰۰ متر مکعب در هکتار) باران یا آب آبیاری نیاز است تا رطوبت مناسب در اختیار گیاه قرار گیرد. در صورتیکه در حدود ۶۰ میلی‌متر باران بیارد، رطوبت مناسبی در عمق خاک ذخیره می‌شود. باید توجه شود که این مقادیر ظرفیت پذیرش خاک است برای زمانی که خاک تقریباً خشک باشد. برای دقت بیشتر در صورتیک در زمان آبیاری مقداری رطوبت در خاک موجود باشد می‌توان آب کمتری وارد مزرعه کرد.

چگونگی تنظیم مدت زمان هر نوبت آبیاری

برای تبدیل مقدار آب آبیاری به زمان آبیاری با توجه به عمق خالص آب آبیاری سه گام دیگر باید برداشته شود. این گام‌ها به ترتیب عبارتند از:

- گام اول: در گام اول نیاز است تا عمق خالص آب آبیاری را به حجم آب مورد نیاز تبدیل نمود. به‌طور معمول کشاورز در مقایسه با عمق آب بر حسب میلی‌متر، حجم آب را بهتر درک می‌کند. به عبارت دیگر برای یک باغچه کوچک به جای این که گفته شود که به ۱ میلی‌متر آب نیاز دارد، گفته شود که در هر متر مربع به یک لیتر آب نیاز است، مفهوم مقدار برای کشاورز هم قابل درک خواهد بود. به دلیل اینکه کشاورز و عموم مردم با حجم بیست لیتری آشناتر هستند و در نتیجه می‌تواند با یک گالن بیست لیتری ۲۰ متر مربع را آبیاری کند. اما نکته مهم در این است که معمولاً زمین‌های کشاورزی بزرگ و مقدار آب مورد نیاز هم بر حسب لیتر سنجیده نمی‌شوند. برای مزارع کشاورزی بطور مرسوم واحد مترمکعب که هزار برابر لیتر است، بیان می‌شود.

- گام دوم: در گام دوم باید حجم خالص آب آبیاری بسته به نوع روش آبیاری را به حجم ناخالص تبدیل کرد. برای این کار کافی است حجم خالص آبیاری را به راندمان آبیاری تقسیم نمود.

- گام سوم: در گام سوم بهترین روش در مزارع بزرگ برای تامین آب مورد نیاز گیاه، تعیین مدت زمان هر نوبت آبیاری با توجه به مقدار آب مورد نیاز گیاه است. این روش برای کشاورز هم قابل اجرا است. در ادامه تبدیل عمق آب به حجم آب توضیح داده می شود.

عملیات گام به گام برای تامین آب مورد نیاز

در این قسمت عملیات مناسب برای تامین آب مورد نیاز کلزا به صورت گام به گام توضیح داده می شود:

- **گام اول تبدیل عمق آب به حجم آب (بصورت خالص):** برای این کار کافی است که عدد عمق آب بر حسب میلی متر را در ۱۰ ضرب کرده تا تبدیل به متر مکعب در هکتار شود. مثلاً اگر مزرعه‌ای به ۲۰ میلی متر آب نیاز داشته باشد، یعنی این که هر هکتار آن به ۲۰۰ مترمکعب و اگر ۵ هکتار باشد یعنی به ۱۰۰۰ (۲۰۰ ضربدر ۵) مترمکعب آب نیاز دارد.

- **گام دوم تبدیل حجم آب بصورت خالص به حجم آب ناخالص:** مقدار نیاز آبی خالص گیاه با مقدار آبی که باید به مزرعه داده شود (ناخالص) متفاوت است. بسته به نوع روش آبیاری، بخشی از آب تلف می شود و باید طوری برنامه ریزی شود که این تلفات هم در نظر گرفته شود. به عبارت ساده تر حجم آبی که کشاورز باید به گیاه بدهد برابر مجموع حجم آب خالص (گام اول) و مقدار تلفات آب است. در آبیاری نسبت حجم آب خالص گیاه به حجم آب ناخالص را بازده آبیاری تعریف می کنند. برای به دست آوردن حجم ناخالص آب کافی است مقدار حجم خالص آب را به راندمان آبیاری تقسیم کرد کنیم. مثلاً اگر حجم خالص آب مورد نیاز گیاه برابر ۲۷۰ متر مکعب باشد و بازده آبیاری ۴۵ درصد فرض شود، مقدار ناخالص آب که باید به گیاه داده شود برابر با ۶۰۰ متر مکعب (حاصل تقسیم ۲۷۰ به ۴۵٪) است. یعنی کشاورز باید ۶۰۰ متر مکعب آب وارد مزرعه کند تا پس از تلفات ۴۵ درصدی، مقدار آب خالص که گیاه نیاز دارد را دریافت کند.

- **گام سوم تعیین مقدار آبی که وارد مزرعه می شود (دبی آب):** دبی عبارت است از حجم آبی که در واحد زمان از یک مقطع عبور می کند. معمولاً در مزارع بر حسب لیتر بر ثانیه و یا مترمکعب بر ساعت سنجیده می شود. بنابراین در این گام باید دبی چاه و یا هر منبع آبی که وارد مزرعه می شود مشخص شود. روش های متعددی برای اندازه گیری دبی آب در مزارع وجود دارد که خوانندگان می توانند به مراجع مربوطه مراجعه کنند. از آنجا که در مزارع کشاورزی با واحدهای بزرگ مانند مترمکعب و یا ساعت سروکار داریم، بهتر است واحد دبی در مزرعه برای تنظیم زمان آبیاری به مترمکعب بر ساعت تبدیل شود. هر گاه لیتر بر ساعت در عدد ۳/۶ ضرب شود، تبدیل به مترمکعب در ساعت می شود. بطور مثال اگر چاهی دارای دبی ۱۰ لیتر بر ثانیه باشد، یعنی دبی چاه معادل ۳۶ مترمکعب در ساعت است. به عبارت دیگر این چاه در هر ساعت ۳۶ متر مکعب آب را وارد مزرعه می کند.

- **گام چهارم تنظیم زمان آبیاری:** برای تنظیم زمان آبیاری بر حسب ساعت، کافی است عدد حجم ناخالص آب مورد نیاز بر حسب متر مکعب (گام دوم) به دبی آب در مزرعه بر حسب متر مکعب بر ساعت (گام سوم) تقسیم شود. بطور مثال اگر مزرعه‌ای به ۴۰۰ متر مکعب آب ناخالص نیاز داشته باشد و دبی آب این مزرعه برابر ۸۰ متر مکعب در ساعت فرض شود (یعنی هر یک ساعت ۸۰ مترمکعب آب وارد مزرعه می شود)، در حدود پنج ساعت آب باید وارد مزرعه کرد تا آب مورد نیاز تامین شود.

مثال تنظیم برنامه آبیاری

مزرعه کلزا در مرحله گلدهی (اوایل فروردین) و دارای چاه آب با دبی ۲۰ لیتر بر ثانیه است. متوسط درجه حرارت روزانه در منطقه ۲۰ درجه سانتی گراد اندازه گیری شد. آبیاری در مزرعه به شیوه نواری انجام میشود بطوریکه در این روش راندمان آبیاری در حدود ۵۵ درصد (۴۵ درصد تلفات) فرض می شود، در این حال حساب کنید که کشاورز مزرعه یک هکتاری را چند ساعت آبیاری نماید.

حل:

نیاز خالص آبیاری در این مزرعه با توجه به مرحله رشد با توجه به جدول ۳ برابر ۸۵ میلی متر به دست میاید. بقیه مراحل گام به گام تنظیم زمان آبیاری مزرعه فوق در جدول ۸ خلاصه شده است.

جدول ۸- تنظیم ساعت آبیاری مزرعه کلزا با توجه به اطلاعات مثال بالا

آب مورد نیاز خالص (میلی متر)	حجم آب مورد نیاز خالص (مترمکعب در هر هکتار)	حجم آب مورد نیاز ناخالص (مترمکعب در هر هکتار)	دبی چاه (لیتر بر ثانیه)	دبی چاه (مترمکعب بر ساعت)	مدت آبیاری (ساعت)
۸۵	۸۵۰	۱۵۴۵	۲۰	۷۲	۲۱/۴۵

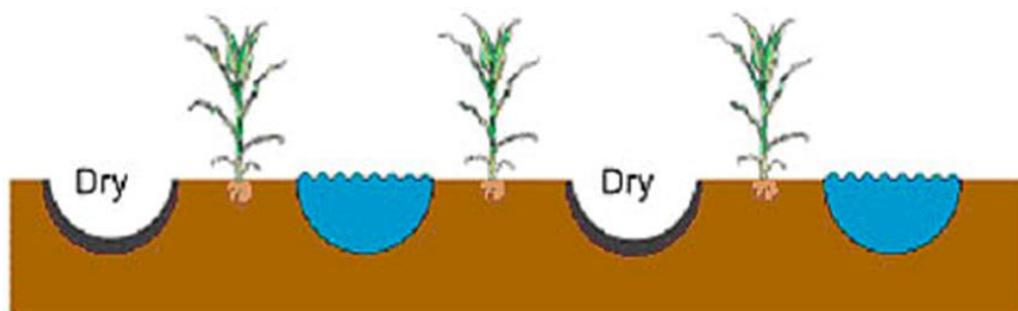
توضیح جدول ۸:

- ✓ ستون ۱ آب مورد نیاز خالص بر حسب میلی متر با توجه اقلیم منطقه و مرحله رشد گیاه از جدول ۷ به دست آمد.
 - ✓ ستون ۲ تبدیل عمق عمق آب بر حسب میلی متر به حجم آب بر حسب مترمکعب که با ضرب ستون ۱ در عدد ۱۰ به دست آمد.
 - ✓ ستون ۳ حجم آب ناخالص از حاصل تقسیم ستون قبل در بازده آبیاری به دست آمد.
 - ✓ ستون ۴ دبی چاه آب ورودی به مزرعه بر حسب لیتر بر ثانیه است.
 - ✓ ستون ۵ تبدیل دبی چاه از لیتر بر ثانیه (ستون ۴) به متر مکعب بر ساعت با ضرب ستون ۴ در عدد ۳/۶
 - ✓ ستون ۶ مدت زمان آبیاری که از حاصل تقسیم حجم ناخالص آبیاری (ستون ۳) به دبی آب (ستون ۵) به دست آمد.
- نکته:** حجم ناخالص آب در این مزرعه برابر ۱۴۵۰ متر مکعب به دست آمد. از آنجا که اکثر خاکها ظرفیت پذیرش این مقدار آب را در یک بار آبیاری ندارند، ممکن است که تلفات آب در مزرعه زیاد شود (رواناب و تلفات نفوذ عمقی). بنابراین راه حل اینست که به جای یک بار آبیاری در ماه فروردین دو آبیاری انجام شود و در هر بار به جای ۱۵۴۵ مترمکعب در هکتار، ۷۷۲ متر مکعب در هکتار مصرف شود.

مدیریت آبیاری در شرایط کمبود آب

بطور طبیعی کشاورزانی که در مناطق کم آب قرار دارند، دو گزینه پیش رو دارند:

- در حالت اول ممکن است، تمام آب در اختیار را برای آبیاری بخشی از مزرعه بصورت آبیاری کامل در نظر بگیرند و بقیه زمین را یا کشت نکنند یا تحت شرایط دیم قرار دهند. در حالت دوم ممکن است همه زمین را آبیاری کنند ولی با استفاده از مدیریت کم آبیاری نیاز کامل گیاه را تامین نمی کنند. برآیند نتایج حکایت از آن دارد که گزینه دوم با شرایط کشور مطابقت بهتری دارد و کشاورزان نیز از نظر عملکرد و درآمد از آن منتفع می گردند. روشه ای اعمال کم آبیاری عبارتند از:
- محدود یا حذف آبیاری در بخشی از دوره ی غیر حساس گیاه به آب، مثلاً در اوایل رشد و اواخر رشد کلزا (جدول ۴).
 - تغییر فواصل آبیاری، بطور مثال اگر فواصل مرسوم در آبیاری کلزا به ازای هر ۱۵ روز است می توان بسته به شرایط و مراحل رشد آنرا به ۱۰ روز کاهش داد. باید توجه داشت برای حفظ عملکرد مناسب، در مراحل حساس رشد کلزا (گل و شروع غلاف) این فاصله به مثلاً ۱۲ روز کاهش یابد.
 - آبیاری یکدرمیان شیارها، شیوه بسیار مناسب برای گیاه کلزا که بصورت ردیفی و روی پشته های بلند کشت می شوند (شکل ۸). در روش کشت روی پشته، سه تا چهار ردیف در هر پشته کشت می شود، فاصله پشته ها حدود ۶۰ سانتی متر است. این شیوه ضمن زهکشی مناسب در زمین زهدار، کلزا را از آب ماندگی نجات می دهد.



شکل ۸- نمایی از آبیاری یکدرمیان شیارها

روش های آبیاری

در این قسمت روش های متداول آبیاری در گیاه کلزا توضیح داده می شود.

آبیاری نواری: آبیاری نواری خصوصاً در خاک های متوسط تا سنگین قابلیت توزیع یکنواخت آب را دارد و بسادگی برای کلزا قابل استفاده است. در روش آبیاری، نوارها در جهت طولی دارای شیب حدود $0/2$ تا $0/6$ درصد و طول نوارها نسبت به عرض آنها به صورت قابل توجه ای بیشتر است. در زمین های کلزاکاری طول نوارها بسته به نوع خاک، مقدار آب در اختیار و شیب زمین از ۶۰ تا ۲۰۰ متر (طول کمتر مربوط به خاک های سبک و طول بیشتر مربوط به خاک های سنگین است) و عرض نوار از ۱۰ تا ۳۰ متر بسته به عرض ماشین های مورد استفاده، جریان ورودی و شیب عرضی متغیر است. در آبیاری نواری با توجه به اینکه آب با دبی زیاد وارد نوارها می شوند و در صورت عدم کنترل جریان، حجم زیاد آب از انتهای نوارها خارج خواهند شد. برنامه ریزی دقیق برای قطع جریان آب نیاز به محاسبات و طراحی دارد. اما در این نشریه به زبان ساده و با تقریب زمان قطع جریان آب در سامانه آبیاری نواری به شرح زیر خلاصه می شود:

- در خاک‌های رسی زمانی که آب آبیاری حدود ۶۰ درصد از طول نوار را پیموده باشد، می‌توان جریان ورودی را قطع نمود.
- در خاک‌های لومی زمانی که آب ۷۰ تا ۸۰ درصد طول نوار را طی کرده باشد، می‌توان اقدام به قطع جریان ورودی نمود.
- در خاک‌های شنی پس از تکمیل مرحله پیشروی (پس از به انتها رسیدن) می‌توان جریان ورودی را قطع نمود.

آبیاری شیاری: کلزا حساسیت زیادی به آب ماندگی دارد بنابراین روش‌های آبیاری سطحی خصوصاً در خاک‌های ناهموار و سنگین که تمام سطح مزرعه با جریان آب مرطوب می‌شود، مناسب نیستند (شکل ۹). در بین روش‌های آبیاری سطحی روش آبیاری نشتی مناسب‌ترین روش آبیاری کلزا است. در این روش داخل مزرعه جوی‌پشته‌هایی ایجاد شده بطوریکه کلزا در روی پشته و آب در داخل جوی‌ها جاری شده و تمام سطح مزرعه همانند روش آبیاری نواری مرطوب نمی‌شود و زهکشی نیز بخوبی انجام شده و از سله بستن خاک نیز جلوگیری می‌کند (شکل ۱۰). طول شیاری از ۱۰۰ تا ۳۰۰ متر در نوسان است که این شیاری در خاک‌های سبک طول کمتر و در خاک‌های سنگین طول بیشتری دارد. دامنه شیب‌های ۰/۱ تا ۰/۷ درصد قابل استفاده ولی مناسب‌ترین شیب برای آبیاری شیاری ۰/۲ تا ۰/۴ درصد است. این روش بسادگی در تمام مراحل رشد کلزا حتی در مرحله جوانه‌زنی و خاک‌های سنگین که در روش‌های آبیاری نواری با مشکل مواجه هستند، امکان پذیر است. مزیت دیگر روش آبیاری شیاری برای کلزا استفاده از آبیاری یک درمیان شیاری است. این روش بسادگی قادر است در مواقع کم‌آبی موجب صرفه‌جویی در مصرف آب شود، بدون اینکه در عملکرد کاهش قابل توجه‌ای بیافتد. در بین روش‌های آبیاری سطحی، روش‌های شیاری و نواری که مطابقت مناسبی با نوع خاک از نظر نفوذ آب و شیب داشته باشد نسبت به روش غرقابی در اولویت هستند. روش آبیاری شیاری روی پشته‌های بلند برای اکثر خاک‌ها به جزء خاک‌های خیلی سبک مناسب است. در این روش زهکشی، آب‌های اضافی در مزرعه بسادگی انجام می‌گیرد، خطرپذیری آب ماندگی را کاهش می‌دهد و همچنین از سله بستن خاک هم جلوگیری می‌کند. اما در خاک‌های خیلی سبک (خاک شنی) به دلیل اینکه عمده حرکت آب عمودی و به سمت پایین اتفاق می‌افتد، در هنگام آبیاری به گیاه کلزا که در بالای پشته‌ها مستقر هستند، آب نمی‌رسد.



شکل ۹- نمایی از خسارت آب ماندگی در مزرعه کلزا



شکل ۱۰- کاشت کلزا روی پشته‌های بلند و آبیاری به روش شیاری برای جلوگیری از آب ماندگی و سله بستن خاک

استفاده از ابزارهای ساده برای مدیریت بهتر آبیاری در آبیاری شیاری

- سیفون و اسپایل

محل کاشت بذر در روش آبیاری شیاری بسته به شرایط مختلف، متفاوت است. در مناطقی که باران مناسبی می‌بارد، بذر باید در بالای پشته‌ها کاشته شوند تا از آب ماندگی آنها جلوگیری شوند. در مناطق کم‌آب به منظور استفاده از مقادیر کم آب یا از بارندگی‌های اندک، بهتر است بذر در کف شیارها کاشته شوند. در روش آبیاری شیاری با استفاده از سیفون (شکل ۱۱) یا اسپایل (شکل ۱۲) مدیریت آبیاری را در شرایط متفاوت می‌توان ارتقاء بخشید. در این روش‌ها نهرهای آبیاری تغذیه کننده شیارها شکافته نمی‌شوند، کنترل میزان آب ورودی با دقت خوبی انجام می‌شود و در شرایط کم آبیاری می‌توان

دبی ورودی به شیار در زمان‌های دلخواه کم یا قطع نمود. مثلاً در آبیاری شیاری با سیفون می‌توان در ابتدا با چند سیفون یا اسپایل از یک شیار شروع و پر از رسیدن آب به انتهای شیار تعدادی از سیفون‌ها یا اسپایل‌ها را قطع نمود.



شکل ۱۱ - نمایی از مزرعه تحت آبیاری نشتی با استفاده از سیفون



شکل ۱۲ - نمایی از مزرعه تحت آبیاری نشتی با استفاده از اسپایل

- لوله‌های دریچه‌دار

لوله‌های دریچه‌دار یا هیدروفلوم وسیله‌ای ساده برای مدیریت مناسب آبیاری و استفاده بهینه از منابع آبی است. این روش در مقایسه با روش‌های پرهزینه آبیاری تحت فشار به انرژی کمی نیاز دارد و بسادگی در مزارع کلزا قابل استفاده است (شکل ۱۳). علاوه بر کاهش هزینه انرژی در روش آبیاری با لوله‌های دریچه‌دار در مقایسه با روش‌های آبیاری تحت فشار، صرفه‌جویی قابل توجه در منابع آبی، کاهش هزینه‌های کارگری و راهبری ساده آن نسبت به روش‌های سطحی از مزایای مهم آن می‌باشد. در روش‌های سنتی آبیاری، کشاورزان آب را از مسافت طولانی در مسیر کانال‌های خاکی به ابتدای مزرعه منتقل نموده و سپس با احداث کانال خاکی (کانال بالاسری) در عرض مزرعه آب را به آن هدایت و سپس با شکافتن کانال در نقاط مختلف به قسمت مصرف یعنی داخل مزرعه می‌رسانند (شکل ۱۴).



شکل ۱۳- نمایی از آبیاری با روش لوله دریچه‌دار

از آنجایی که لوله‌های دریچه‌دار آب را بدون هیچ گونه هدر رفتی از منبع تامین آب (استخر ذخیره آب، سد، چاه) منتقل می‌کند در نتیجه باعث افزایش بهره‌وری آب و صرفه جویی در آب می‌شود که این مسئله مخصوصاً در مناطقی که محدودیت آب مواجه هستند از اهمیت زیادی برخوردار است. در مسیر انتقال و همچنین در کانال بالاسری بخشی از آب بوسیله‌ی تبخیر و بخشی دیگر از طریق نفوذ عمقی هدر می‌رود. لوله‌های دریچه‌دار این دو تلفات را به صفر می‌رسانند و با توجه به کمبود شدید منابع آبی این مزیت بسیار بارزی است که کاربرد آن را توجیه‌پذیر می‌نماید.



شکل ۱۴- نمایی از آبیاری سنتی زارعین

راهبری ساده و همچنین هدایت آب به داخل مزرعه بدون شکافتن کانال‌های بالاسری، افزایش مساحت قابل کشت به دلیل حذف کانال‌ها، همراه با کنترل دقیق در میزان آب ورودی به مزرعه (افزایش راندمان آبیاری) شرایط مناسبی را فراهم می‌آورند تا کشاورزان را به استفاده از آن ترغیب نمود (شکل ۱۴). بسته به نوع دریچه‌ها (پیچی یا کشویی) بسادگی می‌توان مقدار دبی ورودی به شیار را بوسیله‌ی آن تنظیم نمود. میزان دبی خروجی هر دریچه، بطور متوسط از صفر تا ۵ لیتر در ثانیه قابل کنترل هستند. روش آبیاری شیاری با سیفون یا اسپایل نیز کانال بالاسری را تخریب نمی‌کند (شکل‌های ۱۱ و ۱۲)، ولی معایبی همانند: تبخیر آب از کانال اصلی، تلفات نفوذ عمقی، کاهش سطح زیر کشت و همچنین مشکلات

اجرای را دارد. راهبری مزرعه برای آبیاری با سیفون همانند تنظیم سطح آب در داخل کانال اصلی برای ایجاد یک جریان آب، تنظیم جریان آب در داخل سیفون و هواگیری آن به سادگی قابل انجام نیست.

جمع بندی و خلاصه روش های آبیاری سطحی

- در روش آبیاری سطحی تسطیح و شیب بندی زمین از ضروریات است
- در شیب های کم تا متوسط (۲ تا ۶ در هزار) بهتر است از شیوهی آبیاری شیاری در شیب های کمتر از روش کشت روی پشته ریزد) و در شیب های تندتر از آبیاری نواری استفاده شود.
- در بین روش های آبیاری سطحی، آبیاری شیاری و کشت روی پشته در الویت است.
- استفاده از لوله های دریچه دار، کاربرد سیفون و یا اسپایل کمک قابل توجه در ارتقاء بهره‌وری آب در مزرعه دارد.
- کاربرد روش کم آبیاری به جای آبیاری کامل مزرعه، آبیاری یک در میان شیاریها

آبیاری بارانی: آبیاری بارانی پتانسیل بالایی برای صرفه جویی در منابع آب نسبت به روش های مرسوم دارد و برای گیاه کلزا به جزء در موارد خاص بسادگی قابلیت کاربرد دارد. در برخی از دوران رشد کلزا و خاک ها این روش بهترین است. در زمان کاشت و اوایل رشد که گیاه نیاز به مقادیر کم آب دارد، استفاده از روش های آبیاری سنتی (غرقابی) موجب خسارت جدی به بذور و گیاهچه جوان می شود. به دلیل اینکه با روش های سنتی تنظیم مقادیر کم در مزرعه مثلاً ۱۵ میلی متر در هر بار بسادگی امکان پذیر نیست ولی بار روش های آبیاری بارانی این امکان وجود دارد. کلزا برای سبز شدن هم در زمین مرطوب (آبیاری قبل از کاشت) و هم در زمین خشک کاشته سپس آبیاری انجام می شود. اگر خاک سنگین باشد و خشکه کاری انجام شده باشد، قدرت سبز شدن گیاه به دلیل سله بستن خاک، کاهش می یابد. در این موارد برای ایجاد سبز یکنواخت آبیاری بارانی بهترین روش است. به دلیل اینکه با این روش بعد از کاشت کلزا، می توان مقادیر کم آب و به فواصل نزدیک را در مزرعه اعمال نمود تا گیاه کامل سبز شود. هرگاه به هر دلیلی امکان آبیاری بارانی میسر نباشد، بهتر است به جای آبیاری غرقابی از روش شیاری (جوی-پشته ای) برای جلوگیری از سله بستن (شکل ۱۰) استفاده شود.

جمع بندی آبیاری کلزا در زمان کاشت اینگونه است که خاک هایی که مستعد سله بستن نیستند (خاک سبک تا متوسط) این امکان وجود دارد که بذر کلزا در خاک خشک و در عمق کم (۱/۵ تا ۲ سانتی متر) کاشته شود و سپس برای سبز شدن یک آبیاری به عمق حدود ۱۵ میلی متر نیاز دارد. در خاک هایی که مستعد سله بستن (متوسط تا سنگین) و خصوصاً با کمبود مواد آلی مواجه هستند، بهتر است یا قبل از کاشت در حدود ۱۵ الی ۳۰ میلی متر آبیاری شود و یا اگر قرار شد که بعد از کاشت آبیاری انجام شود، لازم است مقادیر آب مورد نیاز برای سبز شدن، با مقدار کم و با فواصل اندک به مزرعه داده شود.



شکل ۱۱- نمایی از مزرعه کلزا در حین آبیاری بارانی

آبیاری بارانی اگرچه در تمام مراحل کلزا قابلیت استفاده دارد ولی دستگاه‌هایی که در زمان آبیاری در داخل مزرعه حرکت می‌کنند (آبفشان غلطان) در زمان گل‌دهی ممکن است دو مشکل کاهش گرده‌افشانی و ریزش گل‌ها یا شکستن ساقه‌ها را برای کلزا ایجاد کنند. به همین دلیل برخی عقیده دارند که در زمان گل‌دهی کلزا آبیاری با روش بارانی، برنامه‌ریزی‌طوری انجام گیرد که قبل از گل‌دهی رطوبت خاک در حد مناسب باشد تا دوران گل‌دهی را بدون تنش جدی سپری کند. در خصوص کاهش گرده‌افشانی در اثر آبیاری بارانی، گزارش‌های مستندی از مزارع کلزا در این رابطه وجود ندارد. بطور کلی تعداد گل‌های تولیدی کلزا بیش از تولید کارخانه فتوسنتزی آن است. در نتیجه اگر در زمان گل‌دهی توسط آبیاری بارانی خسارت هم ببینند دوباره قابل جبران است. دوره گل‌دهی کلزا معمولاً یک ماه طول می‌کشد و در این دوره طولانی و البته حساس به آب حتماً آبیاری نیاز است. در این دوره هر روز حدود ۷ میلیمتر و در نتیجه در ماه حدود ۲۱۰ میلیمتر به آب نیاز دارد. اکثر خاک‌ها فاقد ذخیره این مقدار رطوبت هستند. در آبیاری بارانی کلزا باید سعی شود قطرات درشت نباشند و شدت پاشش تا حد امکان کم و هماهنگی با خاک داشته باشد. در استفاده از آبیاری بارانی با تفنگی، سعی شود از بوم برای کاهش قطر قطرات آب به منظور کاهش شدت برخورد با خاک استفاده شود. آبیاری بارانی مناسب خاک‌های سبک (خاک-های با نفوذ پذیری زیاد) است و در مقابل روش‌های سنتی و غرقابی خطرپذیری کمتری نسبت به سله بستن و آب ماندگی دارد و همچنین می‌توان با مقادیر کم آب نیز آبیاری مطلوب را انجام داد.

منابع

فرجی، ا.، خرمالی، س.، غزائیان، م. کیانی، ع.ر.، یونس‌آبادی، م.، آقاجانی، م. ع.، صادق‌نژاد، ح. ر.، باقری، م.، باقرانی، ن.، هزارجریبی، ا.، ساوری‌نژاد، ع.ر. و حبیبیان، ل. ۱۳۹۵. نشریه ترویجی: زراعت کلزا در استان گلستان، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان.

Anon, 2011. Irrigation Scheduling for Canola in Southern Alberta. Alberta Agriculture and Forestry
Website: [www. agriculture.alberta.ca](http://www.agriculture.alberta.ca).

FAOSTAT, (2001). Agriculture data available on <http://apps.fao.org>

<https://www.canolacouncil.org/canola/ncyclopedia/cropestablishment/ environmental-effects/>

[https://grdc.com.au/Irrigated-canola-in-southern-cropping-systems\(2018\)](https://grdc.com.au/Irrigated-canola-in-southern-cropping-systems(2018))

ماشین‌ها و روش‌های مکانیزه

دکتر افشین ایوانی^۱، دکتر روح‌اله یوسفی^۲

دکتر محمدرضا مستوفی سرکاری^۱

۱- مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

۲- مؤسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران

۱- مقدمه

در سال‌های اخیر مکانیزاسیون کلزا در ایران به‌طور تقریباً پیوسته، اما با شیبی ملایم در حال رشد بوده است. تعاونی‌های مکانیزه، مراکز توسعه مکانیزاسیون و سازمان‌های آموزش کشاورزی به‌تدریج در حال توسعه بوده و بدیهی است که شتابدهی به این توسعه تدریجی، ضروری می‌نماید. در حال حاضر، کاشت مستقیم و ابقای بقایای گیاهی در همه محصولات زراعی از جمله کلزا، پایدارترین روش کشاورزی معرفی شده است. کاشت مستقیم در بقایا، هزینه‌های انرژی و نیروی کار را بسیار کاهش می‌دهد و ساختار خاک را نیز در درازمدت بهبود می‌بخشد. با این‌حال، همین روش برای رشد کلزا در بعضی از زمین‌هایی که محدودیت زمانی برای کاشت گیاه بعدی وجود دارد، به‌علت اشغال بیش از حد زمین نسبت به روش نشاکاری، گزینه نامعقولی است، زیرا سبب تضاد منافع در استفاده از زمین بین کاشت کلزا با کاشت برنج در فصل بعدی می‌شود. در عین‌حال با وجود علم به مطلوب بودن روش‌های کشت مستقیم و نشاکاری در شرایط خاص، هنوز هم روش کشت سنتی کلزا در اکثر قریب به اتفاق مزارع ایران به‌عنوان روش اصلی مورد توجه است؛ بنابراین در این فصل سعی شده است با توجه به محدودیت و ظرافت‌های بذر و مورفولوژی گیاه کلزا، روش‌های مکانیزه عمومی شامل تهیه بستر، کاشت، داشت و برداشت همراه با عکس‌های فراوان به‌صورتی اختصاصی‌تر و منعطف‌تر بیان شود تا خوانندگان محترم بتوانند با درک واقعیت‌های مکانیزاسیون کلزا، بهره‌وری استفاده از ماشین‌ها را افزایش دهند و از مزیت‌های اقتصادی مکانیزاسیون کلزا به نفع خود و کشور استفاده کنند.

۲- آماده‌سازی مکانیزه بستر بذر

برای هر محصول و هر موقعیت اقلیمی، بستر آرمانی و بهینه‌ای وجود دارد که هدف از مکانیزاسیون، نزدیک کردن محیط کشت به آن شرایط آرمانی است. برشمردن ویژگی‌های بستر آرمانی سبب می‌شود که کارشناسان و محققان و حتی کشاورزان، بدانند که هدف نهایی استفاده از فناوری ماشینی چیست؟ بستر مناسب و مطلوب برای کلزا باید مسطح، یکدست، عاری از هر گونه گیاه، گرم و مرطوب در عمق کشت باشد. در سطح خاک، قطر ۳۰ تا ۴۵ درصد خاکدانه‌ها باید ۱ میلی‌متر و قطر بقیه خاکدانه‌ها حدود ۵ میلی‌متر (برای جلوگیری از فرسایش بادی) باشد. بدیهی است که اتخاذ تدابیر مکانیزه برای رسیدن به شرایط خاک‌ورزی و کاشت آرمانی بسیار سخت و هزینه‌بر است، اما بهتر است این شرایط به‌مثابه هدف اصلی، مدنظر کلزاکاران قرار گیرد تا هنگام انتخاب سیستم‌های خاک‌ورزی و کاشت راهنمای آنان باشد.

در مفهوم عام و کلی، خاک‌ورزی^۱ عبارت است از آماده کردن فیزیکی خاک برای عملیات کاشت. این عملیات شامل آماده کردن اولیه (محل رشد ریشه) و بستر کاشت است. تغییر شکل خاک در طی عملیات خاک‌ورزی متفاوت است. این کار با ابزار متفاوت و به روش‌هایی مانند بریدن، پخش کردن، برگرداندن یا مخلوط کردن همه یا بخشی از خاک در یک یا چند مرحله انجام می‌گیرد. با توجه به تعاریف یادشده، می‌توان سیستم خاک‌ورزی را اجرای شکل خاص یا ترکیبی از اشکال خاک‌ورزی برای کشت و کار در زمین تعریف کرد. یکی از دلایل تنوع سیستم‌های خاک‌ورزی، تنوع خاک، اقلیم، گیاه و شرایط اجتماعی-اقتصادی ناحیه اگرواکولوژیک است (یوسفی، ۱۳۸۶). عملیات خاک‌ورزی مرسوم کلزا از نظر نیاز در دو بخش خاک‌ورزی اولیه^۲ (شکل ۱-) و خاک‌ورزی ثانویه^۳ (شکل ۲-) انجام می‌گیرد (رشادصدقی، ۱۳۹۷).



شکل ۱- خاک‌ورزی اولیه با گاواهن برگردان‌دار

1-Tillage

2- Primary tillage

3- Secondary tillage



شکل ۲- خاک‌ورزی ثانویه با هرس بشقابی (دیسک)

۳- خاک‌ورزی اولیه

اجرای شخم از مهم‌ترین و اصلی‌ترین مراحل آماده‌سازی زمین برای کاشت کلزا است که به آن «خاک‌ورزی اولیه» نیز می‌گویند. هدف اصلی از اجرای شخم، شکستن مقاومت یا سختی خاک برای نفوذ ریشه و تسهیل حرکت هوا در آن است. با اجرای شخم و عملیات تکمیلی بعدی، خاک به بستری مناسب برای کاشت و پرورش کلزا تبدیل می‌شود. در سال‌های اخیر با وجود توصیه‌های زیاد برای اجرای سیستم‌های حفاظتی و کشت در بقایا، همچنان در بیشتر موارد، خاک‌ورزی اولیه کلزا به وسیله گاواهن برگردان‌دار انجام می‌گیرد. این ماشین برای دفن بقایای گیاهی محصول قبل، علف‌های هرز، کودهای شیمیایی و خاک نرم، لایه‌های خاک را برگردان می‌کند. هدف از این عمل، افزایش خلل و فرج خاک است. عمق خاک‌ورزی مطابق با ادوات، نوع خاک، شرایط آب‌وهوایی و نیازهای محصول تغییر می‌کند (شکل ۳-).



شکل ۳- زیرورو کردن خاک توسط گاواهن برگردان‌دار

انواع گاواهن برگردان‌دار دارای کاربرد برای شخم زدن مزرعه کلزا از نظر نحوه اجرای شخم به یکطرفه و دوطرفه تقسیم می‌شود. گاواهن یکطرفه خاک را به یک طرف، یعنی به سمت راست برمی‌گرداند (شکل ۴-). با تکرار شخم با این گاواهن در طی چند سال به علت جابه‌جایی زیاد خاک، تسطیح زمین به هم می‌خورد و ناهمواری موضعی ایجاد می‌شود (یوسفی، ۱۳۸۶).



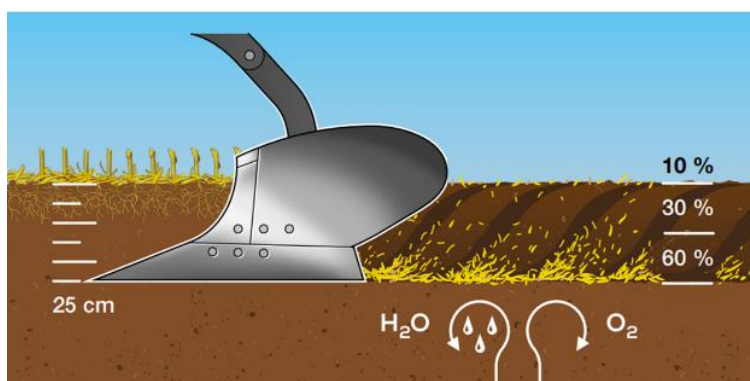
شکل ۴- شخم با گاواهن یکطرفه

شخم با گاواهن دوطرفه از یک ضلع مزرعه شروع می‌شود. با این روش همیشه خاک به یک طرف ریخته می‌شود و هیچ‌گونه جوی و پشته در وسط زمین ایجاد نمی‌شود. در ضمن در انتهای زمین فقط یک شیار باقی می‌ماند و تسطیح زمین هیچ‌گاه به هم نخواهد خورد (شکل ۵-). با توجه به اینکه همه لایه‌های شخم به یک سمت برگردانده می‌شود، ضمن کاهش تلفات زمانی (نسبت به انواع یکطرفه) سطح شخمی تقریباً صاف‌تر ایجاد می‌شود (یوسفی، ۱۳۸۶).



شکل ۵- شخم با گاواهن دوطرفه

یکی از معایب شخم با گاواهن برگردان‌دار، انتقال بقایای موجود در سطح خاک به کف شخم است که مانع تبادل رطوبت لایه زیر شخم به لایه شخم‌خورده می‌شود. با زیرورو شدن خاک توسط گاواهن برگردان‌دار، در سطح زمین بقایایی مشاهده نمی‌شود (شکل ۶-).



شکل ۶- قرارگیری بقایا در کف شخم

در این حالت سطح خاک فاقد پوشش است، رطوبت لایه شخم خورده در اثر تابش نور خورشید از می‌رود و در صورت کمبود مواد آلی خاک با وزش باد، فرسایش خاکی نیز اتفاق می‌افتد (یوسفی و علامه، ۱۳۹۹). تنظیمات اصلی گاوآهن‌های برگردان‌دار را می‌توان به سه شکل انجام داد که در اینجا شرح داده می‌شوند.

۳-۱- تراز کردن گاوآهن برگردان‌دار

تراز بودن گاوآهن‌های برگردان‌دار سبب یکنواختی فشار واردآمده از خیش بر لایه خاک می‌شود. در این حالت بار واردشده بر همه خیش‌ها یکسان است و شخم با عمق یکسان و ثابتی انجام می‌گیرد و ریشه‌دوانی کلزا در عمق خاک به‌صورت یکنواخت در تمام سطح مزرعه خواهد بود. گاوآهن‌ها را باید هم‌پیش از آغاز و هم در ضمن کار در دو جهت طولی و عرضی تراز کرد تا عمق کار در تمام دستگاه یکنواخت باشد (یوسفی، ۱۳۸۶).

الف) کنترل تراز طولی (تراز عمودی): برای تشخیص تراز طولی (شکل ۷-۷) باید در فاصله چندمتری از دستگاه و عمود بر آن (از پهلوی) چمباتمه زده و ضلعی از شاسی را که شاخص طول آن است از نظر گذراند (یوسفی، ۱۳۸۶).



شکل ۷- دید از پهلوی برای تشخیص تراز طولی

موازی بودن طول شاسی با زمین در حد دقت دید چشم، ضامن برقراری تراز طولی خواهد بود. البته در عمل، با اندازه‌گیری عمق کار خیش‌های جلویی و عقبی نیز می‌توان تراز طولی را کنترل کرد. اگر تراز طولی برقرار نباشد، عمق کار خیش‌های مختلف یکسان نخواهد بود و به همین علت کف شیار پله‌پله خواهد شد. این کار خود سبب غیریکنواختی در تأمین هوای ریشه‌های کلزا و در نتیجه رسیدگی غیریکنواخت کلزا می‌شود (یوسفی، ۱۳۸۶).

ب) کنترل تراز عرضی (تراز افقی): برای تشخیص تراز عرضی (شکل ۸-۸) باید در فاصله چندمتری پشت دستگاه چمباتمه زده و ضلعی از شاسی را که شاخص عرض آن است از نظر گذراند و موازی بودن آن با سطح خاک را با چشم بررسی کرد (یوسفی، ۱۳۸۶).



شکل ۸-۸- دید از پشت برای تشخیص تراز عرضی

در صورت برقرار نبودن تراز عرضی، عمق کار حتی برای یک خیش نیز در نقاط مختلف یکسان نبوده و کف شیار، ناهموار و به شکل پله‌های مورب خواهد بود (یوسفی، ۱۳۸۶). رعایت نکردن این موضوع نیز ممکن است سبب ایجاد خطوط کشت کلزا به صورت ضعیف و قوی شود و غیریکنواختی رسیدگی و ریزش دانه و خورجین را در پی داشته باشد.

۳-۲- تنظیم عمق کار گاواهن برگردان‌دار

برحسب نوع گاواهن برگردان‌دار مورد استفاده که سوارشونده یا نیمه‌سوارشونده باشد تنظیم عمق کار ممکن است متفاوت باشد.

الف) گاواهن‌های برگردان‌دار سوارشونده: تنظیم عمق کار در این گاواهن‌ها با تغییر تمایل به پایین خیش‌های جلو و عقب در خاک به وجود می‌آید. این تنظیم از طریق کوتاه و بلند کردن طول بازوی میانی سیستم هیدرولیک تراکتور انجام می‌گیرد، مشروط بر اینکه تراز طولی به هم نخورد، از این رو این روش تغییرات به نسبت اندکی را در عمق کار مجاز می‌کند (یوسفی، ۱۳۸۶). تغییرات بیشتر در عمق شخم را می‌توان از طریق وضعیت قرارگیری عمودی انتهای بازوهای پایینی هیدرولیک تراکتور نسبت به زمین انجام داد. این عمل بیشتر با کوتاه و بلند کردن بازوی رابط (چپ و راست) هیدرولیک انجام می‌گیرد. البته پس از چنین تغییراتی، می‌توان تراز طولی را دوباره تنظیم کرد. در برخی از گاواهن‌ها، امکان جابه‌جایی

عمودی میله عرضی نسبت به شاسی وجود دارد که در تنظیم عمق به کار گرفته می شود. در ضمن گاواهن های برگردان دار یادشده، چرخ به نام چرخ میزان یا چرخ تثبیت عمق دارند که فقط برای جلوگیری از نفوذ دستگاه به عمق بیش از حد تعیین شده به کار می رود و وسیله ای برای تنظیم عمق نیست (شکل ۹-). همچنین بیشتر تراکتورهای امروزی به سیستم کنترل با کشش مجهزند و می توانند عمق کار را متناسب با مقاومت کشش خاک محدود کنند (یوسفی، ۱۳۸۶).

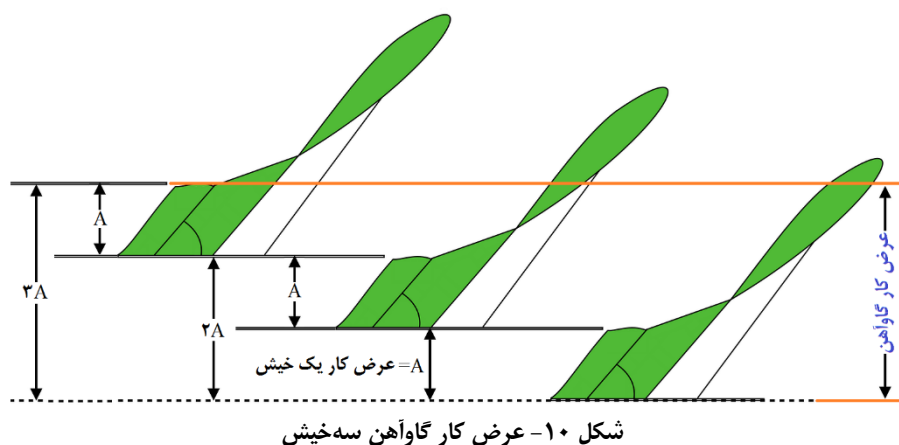


شکل ۹- چرخ تثبیت عمق

ب) گاواهن های برگردان دار نیمه سوارشونده: عمق کار در این گاواهن ها با تغییر وضعیت قرارگیری انتهای بازوی پایینی هیدرولیک تراکتور نسبت به زمین و احتمالاً تغییر وضعیت ارتباطی انتهای جلویی قاب نسبت به مکانیسم اتصال، همراه با جابه جایی عمودی چرخ یا چرخ های شیار تنظیم می شود (یوسفی، ۱۳۸۶).

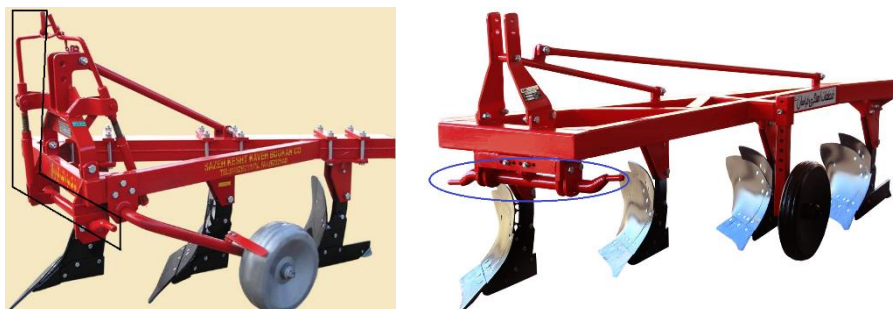
۳-۳- تنظیم عرض کار گاواهن برگردان دار

عرض کار گاواهن اندازه برشی است که مجموعه خیش های گاواهن در سطح خاک ایجاد می کنند (شکل ۱۰-). و برابر است با فاصله عرضی بین انتهای خیش اول تا نوک تیغه خیش آخر یا با توجه به لزوم مساوی بودن عرض کار همه خیش ها برابر است با عرض کار یک خیش ضرب در تعداد آن (یوسفی، ۱۳۸۶). تنظیم عرض کار در گاواهن نیز به نوع آن بستگی دارد.



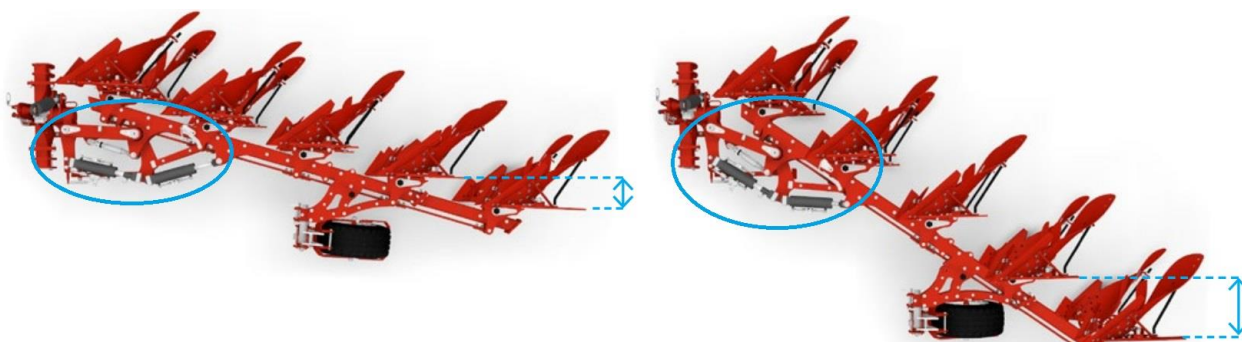
شکل ۱۰- عرض کار گاواهن سه خیش

الف) تنظیم عرض کار گاواهن‌های سوارشونده: در این گاواهن‌ها که خیش‌ها روی شاسی ثابت‌اند، تغییر عرض کار با تنظیم محور اتصال جلو گاواهن امکان‌پذیر است که به دو بازوی جانبی هیدرولیک متصل می‌شود (شکل ۱۱). این تغییر بسیار محدود است، بنابراین تأثیر در تغییر عرض کار نیز محدود است. در واقع، جابه‌جا کردن این محور زاویه امتداد حرکت را با امتداد طولی گاواهن تغییر می‌دهد (یوسفی، ۱۳۸۶).



شکل ۱۱- تنظیم عرض کار در گاواهن‌های سه خیش سوارشونده

ب) تنظیم عرض کار گاواهن‌های نیمه‌سوارشونده: تنظیم عرض کار در گاواهن‌های نیمه‌سوارشونده به دو روش هیدرولیکی و مکانیکی صورت می‌گیرد (شکل ۱۲). در روش جابه‌جایی توسط جک هیدرولیکی زاویه قرارگیری شاسی اصلی گاواهن نسبت به مسیر حرکت به سمت راست (افزایش عرض کار) یا به سمت چپ (کاهش عرض کار) حرکت داده می‌شود. این تغییر سبب تغییر عرض کار گاواهن می‌شود. در روش مکانیکی با جابه‌جایی محل اتصال ساقه خیش به شاسی اصلی گاواهن، زاویه قرارگیری هر خیش نسبت به مسیر حرکت تغییر می‌کند (شکل ۱۳)، این تغییر سبب تغییر عرض کار خیش و در نهایت، تغییر عرض کار گاواهن می‌شود (یوسفی، ۱۳۸۶).



شکل ۱۲- تنظیم عرض کار با تغییر زاویه قرارگیری شاسی گاواهن



شکل ۱۳- تغییر زاویه هر خیش

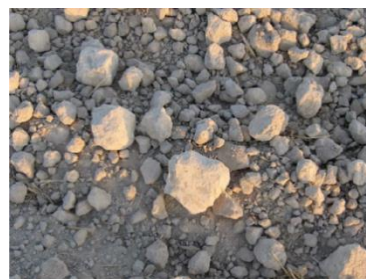
۴- خاک‌ورزی ثانویه

دیسک پس از گاوآهن برگردان‌دار از مهم‌ترین ابزار خاک‌ورزی برای تهیه بستر بذر مناسب کشت کلزا در روش مرسوم است (شکل ۱۴). عوامل خاک‌ورز دیسک به‌شکل بشقاب‌های مقعر، مدور و گردان‌اند که در چند گروه مجزا و با آرایش خاصی با قاب به‌نحوی ارتباط دارند که بشقاب‌های هر گروه پس از درگیر شدن با خاک با هم حول محور مشترکی گردش می‌کنند (یوسفی، ۱۳۸۶).



شکل ۱۴- عوامل خاک‌ورز دیسک

در مواردی که شخم در رطوبت مناسب (خاک گاورو) یا فصل معین انجام نگرفته باشد، کلوخ‌های ایجادشده به‌سختی شکسته می‌شوند و استفاده از دیسک اجتناب‌ناپذیر است. در چنین مواردی، اغلب استفاده مکرر از دیسک ضرورت می‌یابد (شکل ۱۵). با توجه به اینکه دیسک کار برش را انجام می‌دهد و احتمال شکستن خاکدانه‌ها به‌وسیله پره‌های دیسک وجود دارد، افراط در استفاده از آن خاک را پودر می‌کند و عوارض بعدی مانند سله بستن را در پی خواهد داشت (یوسفی، ۱۳۸۶).



شکل ۱۵- کلوخ حاصل از شخم و حالت پودری خاک پس از چند نوبت دیسک

از ویژگی‌های عمل دیسک‌زنی این است که تیغه‌های مدور آن در حین برش و خرد کردن کلوخ‌های خاک و ایجاد سطحی متخلخل و هموار روی خاک، سطح زیرین خاک را می‌کوبند و محکم می‌کنند و بدین ترتیب، لایه سطحی خاک را برای تهویه و جوانه زنی بذر نرم می‌کنند و لایه زیرین را برای حفظ رطوبت و برقراری تماس مناسب بذر با خاک محکم می‌سازند (یوسفی، ۱۳۸۶). در نتیجه، شرایط مناسب برای کاشت بذرهای ریزدانه مانند کلزا فراهم می‌شود. البته دفعات دیسک‌زنی باید به یک تا دو بار محدود شود؛ زیرا دیسک‌زنی بیشتر، سبب از بین رفتن ساختمان خاک و پودر شدن آن می‌شود. در این صورت، خاک به راحتی توسط باد و بارش‌های فصلی فرسایش می‌یابد یا بعد از آبیاری سله می‌بندد که مانع سبز شدن جوانه و موجب خفگی ریشه می‌شود (شکل ۱۶-).



شکل ۱۶- پودر شدن خاک در اثر تعدد دیسک زدن

خاک‌ورزی یکنواخت، مقاومت کششی و مصرف سوخت کمتر، کاهش زمان زراعی و افزایش عمر دستگاه از نتایج تنظیمات و کارکرد صحیح انواع دیسک (هرس بشقابی) است. نفوذ یکنواخت و تراز بودن از مهم‌ترین عوامل مؤثر در کیفیت کار دستگاه است. مهم‌ترین تنظیمات دیسک‌ها عبارت است از:

۴-۱- تراز کردن دیسک

تراز بودن دیسک سبب می‌شود که فشار یکنواختی از بشقاب‌ها بر خاک وارد شود. در این حالت بار وارد شده بر همه بشقاب‌ها یکسان خواهد بود و بستر بذر با عمق یکسان و ثابتی به‌صورت یکنواخت در کل سطح مزرعه تهیه خواهد شد. دیسک‌ها را باید هم پیش از آغاز کار و هم در ضمن کار در دو جهت طولی و عرضی تراز کرد تا عمق کار در کل دستگاه یکنواخت باشد (یوسفی، ۱۳۸۶).

الف) تراز کردن طولی دیسک: برای تشخیص تراز طولی در فاصله چند متری از دستگاه و عمود بر آن (از پهلوی چپ‌اتمه زده شده و ضلعی از شاسی که شاخص طول آن است بازبینی می‌شود. موازی بودن طول شاسی در حد دقت دید چشم، ضامن برقراری تراز طولی خواهد بود. چنانچه تراز طولی برقرار نباشد، عمق نفوذ گروه‌های جلو و عقب یکسان نخواهد بود. تراز کردن طولی در دیسک‌های سوارشونده با تغییر طول بازوی میانی هیدرولیک تراکتور و در دیسک‌های کششی با تنظیم وضعیت مالبندها یا چرخ‌های حامل برای تطابق آن با ارتفاع مالبندها تراکتور انجام می‌گیرد.

ب) تراز کردن عرضی دیسک: برای تشخیص تراز عرضی باید در فاصله چند متری از پشت دستگاه چپ‌اتمه زد و ضلعی از شاسی را که شاخص عرض آن است از نظر گذراند و موازی بودن آن با سطح خاک را با چشم بررسی کرد. تراز عرضی دیسک‌های سوارشونده با تغییر طول بازوی رابط سیستم هیدرولیک تراکتور تأمین می‌شود. دیسک‌های کششی باید همواره تراز عرضی داشته باشند، مگر اینکه نقصی مانند تغییر شکل قاب یا هم‌اندازه نبودن چرخ‌ها، تراز عرضی آنها را بر هم زده باشد (یوسفی، ۱۳۸۶).

۴-۲- تنظیم عمق کار دیسک

تنظیم عمق کار برحسب نوع دیسک به‌کاررفته تفاوت می‌کند که در اینجا شرح داده می‌شود.

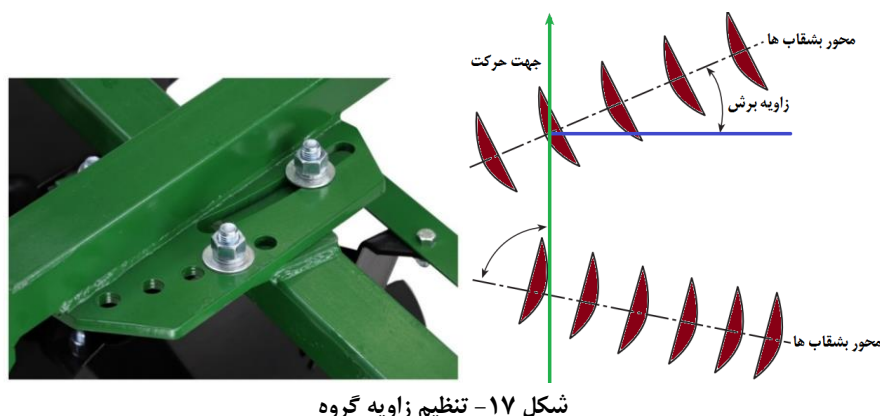
الف) دیسک‌های سوارشونده: در این نوع دیسک، تنظیم عمق به‌وسیله سیستم هیدرولیک کنترل عمق کار (کشش یا بار) انجام می‌گیرد. همچنین قاب هر گروه بشقاب در بسیاری از این دیسک‌ها دارای محلی برای نهادن وزنه است که برای فرو رفتن بهتر بشقاب‌ها اغلب به گذاشتن وزنه در این قسمت نیاز است (یوسفی، ۱۳۸۶)؛

ب) دیسک‌های کششی: در این نوع، چنانچه دیسک دارای چرخ‌های حمل‌کننده باشد، با تنظیم محدوده عملکرد جک‌ها به‌منظور کنترل وضعیت عمودی چرخ‌ها و همچنین تنظیم زاویه برش، می‌توان عمق را تنظیم کرد (یوسفی، ۱۳۸۶).

۴-۳- تنظیم زاویه برش

زاویه برش زاویه‌ای است که محور گروه با خط عمود بر جهت حرکت می‌سازد که اندازه آن اغلب از ۱۰ تا ۲۵ درجه است و در حالت خاص ممکن است به ۵۰ درجه نیز برسد. زاویه برش برحسب نوع هدف خاک‌ورزی مانند خرد کردن کلوخ و نرم کردن خاک یا مخلوط کردن کود با خاک یا زیر خاک کردن بقایای گیاهی تفاوت می‌کند. به این دلیل روی دیسک‌ها تجهیزات تنظیم زاویه برش وجود دارد. برای تنظیم زاویه برش در بعضی از دیسک‌ها موقعیت استقرار گروه بشقاب‌ها روی شاسی نسبت به مسیر کشش توسط پین و چند سوراخ تنظیم می‌شود. در نتیجه می‌توان با تغییر موقعیت محور بشقاب‌ها روی شاسی، زاویه برش مناسب را تنظیم کرد. در برخی دیگر، موقعیت محور بشقاب‌ها روی شاسی به‌وسیله جک‌های

هیدرولیکی تغییر می‌کند و زاویه برش مناسب تنظیم می‌شود. با افزایش زاویه برش بشقاب، عمق کار و شدت خاک‌ورزی آن بیشتر خواهد شد (یوسفی، ۱۳۸۶).



شکل ۱۷- تنظیم زاویه گروه

۵- ماله (تسطیح کن)

به دلیل ضرورت یکنواختی عمق کشت در زراعت کلزا، در روش خاک‌ورزی مرسوم اغلب پس از دیسک زدن، اگر زمین به کلی هموار نشده باشد، از ماله یا لولر برای تسطیح و تراز کردن زمین کشت کلزا استفاده می‌شود (شکل ۱۸-). تراز بودن زمین و فراهم کردن شیب مناسب آبیاری، سبب افزایش بازدهی آبیاری و یکنواختی عمق کاشت و سبز شدن همزمان بوته‌های کلزا می‌شود. در نتیجه، عملیات داشت و برداشت نیز با دقت و سهولت انجام می‌گیرد.



شکل ۱۸- ماله (تسطیح کن) برای کمک به یکنواختی عمق کشت کلزا

برای اینکه عملیات تسطیح به طور یکنواخت انجام گیرد، تیغه یا قسمت‌های دیگر باید طوری تنظیم شود که بلندی زمین را ببرد و قبل از رسیدن به بلندی دیگر، خاک بریده‌شده را در قسمت‌های گود و پست زمین بریزد. در زمان استفاده از تسطیح‌کن‌ها، خاک باید تقریباً خشک باشد تا عامل فشردگی خاک پیش نیاید. روش کلی به‌وسیله لندلولر به این صورت است که پس از عملیات شخم و دیسک در جهت قطر قطعات اقدام به تسطیح می‌کنند و زمان دور زدن نیز باید حالت عدد ۸ انگلیسی به تراکتور فرمان داد (یوسفی، ۱۳۸۶). پس از تمام شدن محدوده یک قطر زمین، از قطر دیگر عملیات تسطیح آغاز می‌شود تا بستر نهایی بذر برای کاشت کلزا تکمیل شود.

۶- ماشین‌های کودپاشی پیش‌کشت

کودهای شیمیایی از نظر زمان مصرف، به دو گروه بزرگ کود پایه و سرک تقسیم می‌شوند. کودهای پایه را پیش از کاشت کلزا یا همزمان با کاشت آن به زمین می‌دهند. کودهای سرک را در طی رشد و نمو کلزا در مزرعه توزیع می‌کنند (شکل ۱۹-).



شکل ۱۹- امکان پخش کود پیش از کاشت یا در مرحله داشت

اصول کار کودپاش به این صورت است که کود از طریق دریچه قابل تنظیم مخزن، روی پخش‌کننده می‌ریزد (شکل ۲۰-). پخش‌کننده که صفحه‌ای دوار است، کود را در عرض کار معین پخش می‌کند (یوسفی و همکاران، ۱۳۹۱).



شکل ۲۰- پخش کود با کودپاش گریز از مرکز

کودپاش‌ها در انواع پاندولی و گریز از مرکز (سانتریفیوژ) وجود دارند (شکل ۲۱-). کودپاش سانتریفیوژ (شکل ۲۲-) خود دارای انواع تک‌صفحه‌ای و دوصفحه‌ای است (یوسفی و همکاران، ۱۳۹۱).



شکل ۲۱- انواع کودپاش (پاندولی و سانتریفیوژ)



شکل ۲۲- کودپاش تک صفحه‌ای و دو صفحه‌ای

کودپاش (شکل ۲۳- ۲۳) از قسمت‌های مختلفی مانند شاسی، مخزن کود، توری داخل مخزن، همزن، صفحه پاشش، نقاط اتصال به تراکتور، اهرم قطع و وصل، اهرم‌های تنظیم خروج کود، دریچه‌های ریزش کود، جعبه‌دنده (گیربکس)، گاردان انتقال نیرو و محور جعبه‌دنده (شفت گیربکس) تشکیل شده است (یوسفی و همکاران، ۱۳۹۱).



شکل ۲۳- قسمت‌های مختلف کودپاش

این ماشین دارای یک مخزن کود است و در قسمت زیر، یک مکانیزم پخش وجود دارد (شکل ۲۴). حرکت اغلب توسط محور توان‌دهی تأمین می‌شود. بیشتر پاشنده‌ها از نوع سوار هستند، اما برخی مدل‌ها دارای ظرفیت‌های بیشتر از نوع کششی‌اند (یوسفی و همکاران، ۱۳۹۱).



شکل ۲۴- کودپاش کششی (چپ) و سوارشونده (راست)

پخش‌کننده مورد استفاده در این کودپاش‌ها از نوع صفحه‌ای دوار است. این پخش‌کننده‌ها در انواع یک یا دو صفحه‌ای موجودند (شکل ۲۵). صفحه‌ها کود را از مخزن دریافت و بر اثر حرکت دورانی سریع آن را به‌طور یکنواخت روی زمین پخش می‌کنند. روی سطح بالایی این صفحه پره‌هایی وجود دارد (یوسفی و همکاران، ۱۳۹۱).



شکل ۲۵- صفحه دوار

۶-۱- تنظیمات اتصال کودپاش به تراکتور

برای اتصال کودپاش به تراکتور باید چهار تنظیم به‌شرح زیر انجام گیرد:

الف) تراز کردن کودافشان

ب) **تنظیم ارتفاع:** کودپاش گریز از مرکز باید در شرایط کار، بالاتر از سطح زمین و در ارتفاع مشخص قرار گیرند. ارتفاع صفحه‌پران از زمین به‌طور مستقیم روی عرض و الگوی پخش تأثیر می‌گذارد (شکل ۲۶)، بنابراین کودپاش سوارشونده را پس از اتصال به تراکتور، به‌وسیله اهرم کنترل وضعیت تراکتور در ارتفاع کاری مناسب از سطح زمین قرار می‌دهند تا در حین کار ارتفاع کودافشان ثابت بماند (یوسفی و همکاران، ۱۳۹۱).



شکل ۲۶- تنظیم ارتفاع کار (فاصله از دیسک تا زمین)

ج) تعیین سرعت تراکتور هنگام استفاده از کودپاش: یکی از عوامل تأثیرگذار بر میزان پخش کود، سرعت پیشروی تراکتور است. حرکت در دنده سبک‌تر که به افزایش سرعت پیشروی تراکتور می‌انجامد، پخش را کاهش می‌دهد و برعکس با حرکت در دنده سنگین، به دلیل کاهش سرعت پیشروی، پخش کود نیز افزایش می‌یابد. در زمان اجرای عملیات به منظور ثابت ماندن دور موتور از گاز دستی استفاده می‌شود، با توجه به محور توان‌دهی ماشین مورد استفاده (۶ یا ۲۱ شیار) دور موتور را با گاز دستی روی دور مشخصه تنظیم می‌کنند تا محور توان‌دهی در دور تعیین‌شده (۵۴۰ یا ۱۰۰۰ دور در دقیقه) کار کند. در حین کار نباید گاز را تغییر داد، زیرا این کار سبب تغییر سرعت محور توان‌دهی می‌شود. برای تغییر سرعت پیشروی از دنده‌های مناسب استفاده می‌شود (یوسفی و همکاران، ۱۳۹۱).

د) تنظیم اندازه باز دریچه خروجی: مقدار خروج کود از دریچه به صورت الکترونیکی با رایانه داخلی در کودپاش‌های پیشرفته یا به صورت دستی از طریق اهرم روی صفحه مدرج تنظیم می‌شود. اندازه باز بودن دریچه در دامنه وسیعی تنظیم پذیر است (شکل ۲۷-). با انتقال اهرم تنظیم به سمت مقادیر بیشتر، ریزش کود افزایش می‌یابد، درحالی که با حرکت شاخص به سمت مقادیر کمتر، ریزش کود کاهش پیدا می‌کند (یوسفی و همکاران، ۱۳۹۱).



شکل ۲۷- تنظیم دریچه خروجی کود از مخزن

۶-۲- کالیبراسیون ماشین کودپاش

روش‌های مختلفی برای تنظیم مقدار ریزش کود وجود دارد که یکی براساس جدول و دفترچه راهنمای ماشین و دیگری بدون استفاده از جدول و دفترچه راهنمای ماشین است (یوسفی و همکاران، ۱۳۹۱). اغلب کودپاش در کارخانه برای پخش انواع کود توسط دستگاه کالیبره می‌شود و به‌صورت جدول در دفترچه راهنما یا نصب‌شده روی دستگاه قابل استفاده است، اما هنگام استفاده از کود با خصوصیات دیگری غیر از مشخصات ذکرشده در جدول‌های پخش، باید ماشین را برای پاشیدن کود جدید تنظیم کرد. برای تنظیم مراحل زیر را انجام دهید (شکل ۲۸-):

الف) دستگاه را به تراکتور متصل کنید و از بسته بودن دریچه‌های خروج کود از مخزن اطمینان یابید؛

ب) حدود ۱۰۰ کیلوگرم کود در داخل مخزن بریزید و کودپاش را به‌وسیله اهرم کنترل وضعیت هیدرولیک تراکتور

بالا ببرید؛

ج) موتور تراکتور را خاموش و سوئیچ را خارج کنید. دیسک‌های پخش‌کننده را از روی ماشین باز کنید. ظرفی را زیر

خروجی مخزن قرار دهید؛



شکل ۲۸- قرار دادن ظرف زیر خروجی مخزن

د) سوار تراکتور شوید، موتور را روشن کنید و محور توان‌دهی را به‌کار بیندازید؛

ه) دریچه خروج کود سمتی را که ظرف زیر آن قرار دارد، به‌اندازه مدنظر باز کنید (دریچه دیگر را باز نکنید). دریچه

خروج کود را دقیقاً به مدت ۲۰ ثانیه باز نگه دارید. در صورت امکان از زمان‌سنج استفاده کنید. پس از ۲۰ ثانیه، دریچه خروج

کود را ببندید، محور توان‌دهی و سپس موتور تراکتور را خاموش کنید؛

و) کود ریخته‌شده در ظرف را وزن کنید. مقدار کل جریان خروجی در مدت ۲۰ ثانیه را در ۶ ضرب کنید تا سرعت

جریان کل پخش‌کننده کود برحسب کیلوگرم در دقیقه به‌دست آید؛

ز) مقدار کود جمع‌آوری‌شده در سطل (کیلوگرم) $\times 6 =$ جریان خروجی کل (کیلوگرم در دقیقه)؛

ح) با این روش می‌توان مقدار کود تحویل شده توسط دستگاه پخش کننده کود در شرایط معمول پخش را محاسبه کرد. اندازه‌گیری میزان جریان را برای دیگر موقعیت‌های باز شدن دریچه تکرار کنید. پس از عملیات اندازه‌گیری، تراکتور را خاموش کرده و دیسک پخش کننده را دوباره متصل کنید؛

ط) پس از محاسبه میزان جریان کود از کودپاش، از فرمول زیر مقدار پاشش کود در هکتار را محاسبه کنید:

$$\text{جریان خروجی کل (کیلوگرم در دقیقه)} \times \frac{\text{عرض پاشش (متر)} \times \text{سرعت پیشروی (کیلومتر در ساعت)}}{600} = \text{مقدار کود (کیلوگرم در هکتار)}$$

در این فرمول جریان خروجی کل کود برابر با مقدار کودی است که در مدت ۱ دقیقه در مدت اجرای آزمایش مقدار جریان به دست می‌آید. عرض پاشیدن همان عرض در نظر گرفته شده برای پخش کود است. سرعت پیشروی تراکتور نیز همان سرعت پیشروی تراکتور در حین پخش کود است.

شایان ذکر است که اگر مقدار واقعی کود ریخته شده با مقدار پخش مطلوب مطابقت نداشت، می‌توان با تغییر اندازه باز بودن دریچه خروجی کود از مخزن یا تغییر سرعت پیشروی تراکتور یا در نهایت با تغییر موقعیت قرارگیری پره‌ها و تکرار آزمایش به مقدار مطلوب رسید.

۷- ماشین‌های کاشت مکانیزه کلزا

بررسی‌های تحقیقاتی و بازدیدهای مزرعه‌ای نشان می‌دهد که کلزا به وسیله دامنه وسیعی از ماشین‌ها قابل کشت است و از آنجا که شرایط هر مزرعه متغیر است، می‌توان ماشین‌های کاشت را به ملحقات مختلفی برای کشت مطلوب مجهز کرد (ایوانی و همکاران، ۱۳۹۸). اسلوب و روش بذرکاری به میزان خاک‌ورزی و نوع آبیاری نیز بستگی دارد. در این خصوص دسته‌بندی ملحقات اصلی ماشین‌های کاشت به شدت وابسته به این است که رطوبت خاک در تماس با بذور از چه طریقی تأمین می‌شود؟ شرایط دیم بارانی یا شرایط تحت آبیاری ثقلی؟ از آنجا که بیشتر کلزای کشت شده در ایران در شرایط آبیاری ثقلی قرار دارد، ابتدا به طور خلاصه ماشین‌های مناسب برای شرایط آبیاری دیم بارانی معرفی و سپس به تفصیل بر ماشین‌های مناسب کاشت کلزا در شرایط آبیاری ثقلی تمرکز می‌شود. شایان ذکر است که همه ماشین‌های معرفی شده در این بخش با نظارت کارشناس فنی قابلیت کار در شرایط مختلف را دارند، بنابراین آشنایی با قطعات مؤثر آنها ممکن است برای انتخاب مناسب‌ترین ترکیب از قطعات مکانیزه برای حصول مناسب‌ترین کشت، اثربخش باشد. هدف نهایی، رسیدن به شرایط کشت آرمانی است که پیشتر معرفی شد. در کانادا که از مناطق اصلی تولید کلزا در جهان است بیشتر برای کاشت کلزای دیم در شرایط بارانی، از شش ماشین مختلف با نام‌های زیر استفاده می‌شود:

الف) کارنده دوشقابی فشاری^۱؛

ب) کارنده‌های دوشقابی با چرخ انتهایی^۲؛

1- Double disc press drill

2- End-wheel double disc drill

ج) کارنده‌های تک‌بشقابی^۱؛

د) کارنده‌های بیلچه‌ای^۲؛

ه) کارنده بشقابی یکطرفه^۳؛

و) کارنده‌های پنوماتیکی^۴.

ارزیابی‌ها در آلبرتا نشان می‌دهد که ماشین نوع «الف» برای ارقام شلغم روغنی و ماشین نوع «د» و «و» برای ارقام کلزا مناسب‌اند. تحقیقات در ملفورت حاکی است که در حالت کلی، بذرکار نوع «الف» دقت بیشتری در کاشت یکنواخت کلزا دارد. اگرچه کارنده پنوماتیکی و بیلچه‌ای نیز اگر به‌درستی تنظیم شوند، می‌توانند به‌خوبی بذرکار نوع «الف» کار کنند (براون و همکاران، ۲۰۰۹).

۸- آشنایی با خطی‌کارها

خطی‌کار ماشینی است که بذرها را روی خطوط نزدیک به هم و با فاصله کم از یکدیگر، در عمق مناسب درون بستر بذر قرار می‌دهد، به‌طوری که اغلب از فاصله بین خطوط نمی‌توان برای اجرای عملیات داشت استفاده کرد (شکل - ۲۹). فاصله بین بذرها در روش خطی‌کاری تنظیم‌شدنی نیست، بلکه فقط مقدار بذر ریخته‌شده (گرم) در طول مسیر (متر) را می‌توان تنظیم کرد (یوسفی و علامه، ۱۳۹۹).



شکل ۲۹- نمونه‌ای از ماشین خطی‌کار

-
- 1- Single disc drill
 - 2- Hoe drills
 - 3- One -way discer seeder
 - 4- Airseeder

به منظور دستیابی به عملکرد بیشتر و کیفیت بهتر محصول، باید هنگام کاشت از کاشته شدن مقدار بذر مورد نظر در واحد سطح اطمینان حاصل کرد. برای این کار، باید ماشین کارنده از نظر مقدار ریزش بذر بررسی شود. عملیاتی که برای آزمایش کارنده انجام می‌گیرد، کالیبراسیون نامیده می‌شود. در صورت انجام ندادن کالیبراسیون، ممکن است بذر کمتر یا بیشتر از مقدار توصیه شده کاشته شود. مصرف بذر به مقدار نامناسب، افت عملکرد یا افزایش هزینه تولید را در پی خواهد داشت (یوسفی و علامه، ۱۳۹۹).

خطی کارها دستگاه‌هایی هستند که بذر را در عمق مناسب و به طور یکنواخت در داخل شیار ایجاد شده در داخل خاک قرار می‌دهند. اگر فاصله بین خطوط کشت طوری به هم نزدیک باشد که نتوان عملیات وجین، سله‌شکنی و دیگر عملیات ماشینی را بین آنها انجام داد، آن‌گاه این شیوه کشت را کشت خطی می‌نامند. کشت خطی اغلب برای محصولاتی مانند گندم، جو، برنج، یولاف، یونجه، کلزا و غیره استفاده می‌شود. بذر را در این نوع کشت پشت سر هم روی یک خط در عمق مناسب درون بستر بذر قرار می‌گیرند (شکل ۳۰-۳۰). فاصله بین بذر ها روی خطوط کاشت در این حالت تنظیم ناپذیر است (یوسفی و علامه، ۱۳۹۹).



شکل ۳۰-۳۰- فاصله بین خطوط در کشت با خطی کار

۹- انواع موزع در خطی کارها

موزع وسیله‌ای برای سنجش مقدار بذر (مقدار) خارج شده از مخزن است (شکل ۳۱-۳۱). موزع‌ها بذر را به اندازه معین از مخزن دریافت و به سیستم انتقال و قراردعی در بستر بذر هدایت می‌کنند. یکنواختی ریزش بذر کلزا از یک خطی کار تا حد زیادی به عملکرد موزع وابسته است (یوسفی و علامه، ۱۳۹۹).

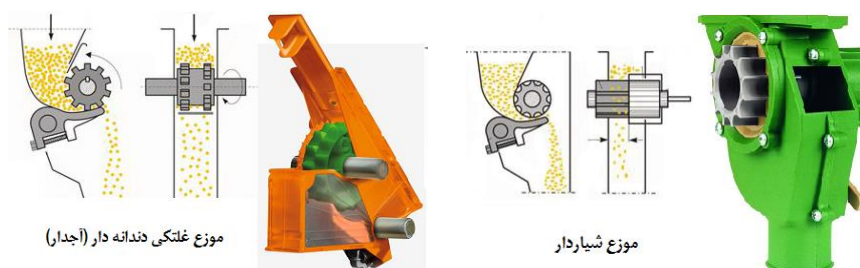


شکل ۳۱- مسیر انتقال بذر از مخزن تا شیار بازکن

در خطی کارها از موزع‌های جریان پیوسته استفاده می‌شود. در این موزع‌ها بذرهای تکتک از مخزن دریافت نمی‌شوند، بلکه براساس الگوی کشت مورد نظر، حجمی ثابت از بذر در واحد زمان اخذ و سپس توزیع می‌شود. موزع‌های مورد استفاده در خطی کارها در دو نوع مکانیکی و نیوماتیکی ارائه می‌شوند.

۹-۱- موزع در خطی کارهای مکانیکی

موزع‌های جریان پیوسته رایج در خطی کارهای مکانیکی بیشتر از نوع تغذیه محیطی هستند. آنها دارای یک عضو چرخان به شکل غلتک شیاردار یا دارای برجستگی (آج) به منظور خروج منظم بذر از مخزن به سمت سیستم تحویل بذر به شیار هستند (شکل ۳۲-). در هر دو مورد، با چرخش غلتک، بذر حرکت می‌کند و از طریق سطح خارجی غلتک توزیع می‌شود (یوسفی و علامه، ۱۳۹۹).



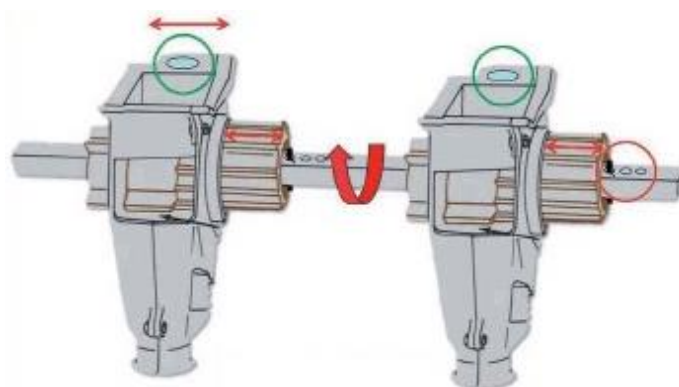
شکل ۳۲- انواع موزع در خطی کارهای مکانیکی

مقدار ریزش بذر در موزع غلتکی شیاردار را می‌توان به صورت زیر تنظیم کرد (یوسفی و علامه، ۱۳۹۹):
الف) تنظیم سرعت چرخش غلتک شیاردار نسبت به سرعت خطی کارنده. سرعت محور غلتک‌ها به وسیله جعبه‌دنده-ای تنظیم می‌شود که بین محور و چرخ محرک قرار دارد (شکل ۳۳-):



شکل ۳۳- نمای کلی انتقال قدرت از چرخ محرک به محور موزع

ب) جابه‌جایی محور غلتک به منظور تغییر طول استوانه شیاردار (شکل ۳۴)؛



شکل ۳۴- نحوه تغییر طول استوانه شیاردار

ج) باز یا بسته کردن دریچه (کپه) زیر هر موزع. مقدار باز یا بسته بودن به اندازه بذور بستگی دارد (شکل ۳۵).



شکل ۳۵- تنظیم موقعیت دریچه (کپه)

۹-۲- موزع‌های غلتکی دندان‌دار (آجدار)

سطح بیرونی استوانه‌شکل موزع دارای دندان‌هایی است که به‌صورت یک‌درمیان (زیگزاگی) قرار گرفته‌اند و می‌توانند بذرهای خارج‌شده از مخزن را دریافت کنند و انتقال دهند. نحوه کار آن همانند موزع شیاردار است، با این تفاوت که استوانه موزع قابلیت حرکت افقی و عرضی در مقابل دریچه خروجی بذر را ندارد. مقدار بذر براساس تنظیم دور موزع کنترل می‌شود (شکل ۳۶).



شکل ۳۶- موزع غلتکی دندان‌دار

روش‌های رایج تغییر مقدار بذر خروجی در موزع‌های غلتکی دندان‌دار به‌صورت زیر است:
الف) تنظیم سرعت چرخش غلتک آجدار از طریق تغییر نسبت سرعت خطی کارنده توسط جعبه‌دنده خطی‌کار (شکل ۳۷)؛



شکل ۳۷- تغییر سرعت چرخش موزع آجدار

ب) تغییر وضعیت دریچه زیر موزع به‌منظور قرارگیری بذرهایی با اندازه‌های متفاوت (شکل ۳۸).

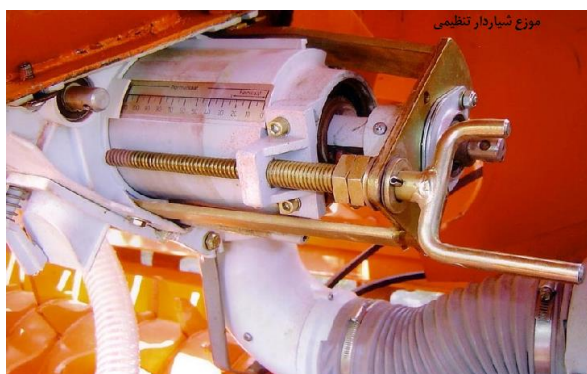


کپه زیر موزع

شکل ۳۸- تنظیم موقعیت دریچه زیر موزع

۳-۹- موزع در خطی کارهای نیوماتیکی

موزع‌های جریان پیوسته رایج در خطی کارهای نیوماتیکی از نوع موزع‌های تغذیه محیطی هستند (شکل ۳۹-). این موزع‌ها یک غلتک شیاردار (تنظیمی یا تعویضی) دارند (یوسفی و علامه، ۱۳۹۹).



موزع شیاردار تنظیمی



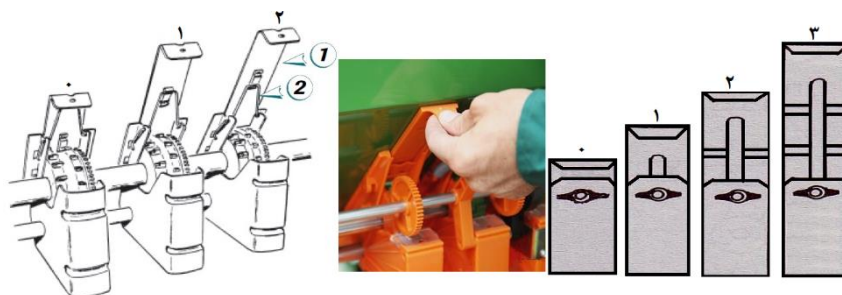
موزع شیاردار تعویضی (کارتریجی)

شکل ۳۹- انواع موزع جریان پیوسته در خطی کارهای نیوماتیکی

۱۰- تنظیم مقدار ریزش بذر در انواع خطی کار

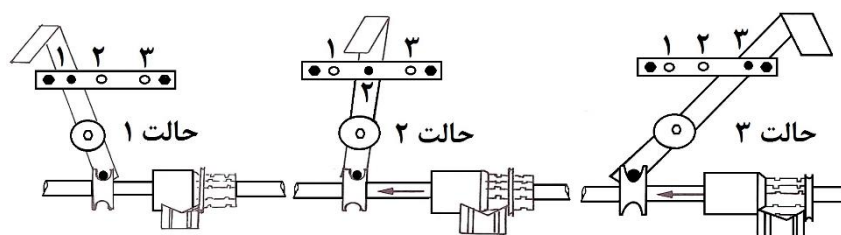
در هر خطی کار بسته به نوع دستگاه و موزع آن، روش خاصی برای تنظیم مقدار ریزش بذر در نظر گرفته شده که در آن عوامل مختلفی مانند اندازه باز بودن دریچه بین مخزن و موزع، طول شیار موزع، اندازه باز بودن دریچه زیر موزع و سرعت چرخش موزعها مؤثرند. کشت مطلوب زمانی حاصل می شود که دستگاه براساس مقدار بذر پیشنهادی تنظیم شده باشد. مقدار ریزش بذر در واحد سطح برای انواع بذر برحسب کیلوگرم در هکتار در جدول های جداگانه ای در کتابچه راهنمای خطی کار نشان داده شده است. پس از انتخاب مقدار بذر مصرفی و اعمال تنظیمات یادشده، باید مقدار ریزش بذر در واحد سطح، پیش از آغاز عملیات بررسی شود. سه عامل بر مقدار ریزش بذر در خطی کارها مؤثر است (یوسفی و علامه، ۱۳۹۹).

الف) تنظیم دریچه های بین مخزن و موزع: در پشت هر واحد خروجی بذر از مخزن، یک دریچه کشویی قرار دارد که در حالت های مختلف، متناسب با اندازه بذر، می توان جریان ریزش بذر را در هر یک از خطوط کاشت تنظیم کرد. این تنظیم بسته به اندازه بذر در چهار حالت مختلف صفر (بسته بودن کامل دریچه)، یک (بذرهای ریز مانند کلزا)، دو (بذرهای متوسط مانند گندم) و سه (بذرهای درشت مانند لوبیا) انجام می گیرد (شکل ۴۰-).



شکل ۴۰- حالت های مختلف تنظیم دریچه خروجی بذر مخزن

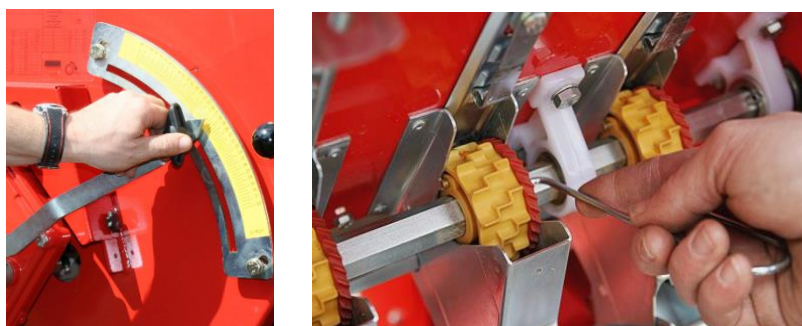
ب) تنظیم طول شیار موزع: در اینجا می توان از چهار نوع موزع نام برد که نحوه تنظیم طول شیار آنها با هم متفاوت است. اگر موزع از نوع غلتکی شیاردار باشد، طول شیار موزع جلو دریچه خروج بذر توسط اهرم تنظیم قابل تغییر است و بدین ترتیب ریزش بذر کم و زیاد می شود. موزع استوانه ای با توجه به اندازه بذر (ریزی و درشتی) می تواند در سه حالت مختلف قرار گیرد که با جابه جایی اهرم مرکزی تنظیم خواهد شد. حالت یک شامل شیار موزع با کمترین طول (اهرم در سوراخ ۱) و مناسب برای بذور درشت مانند نخود، لوبیا و سویاست. حالت سه شامل شیار موزع با بیشترین طول (اهرم در سوراخ ۳) و مناسب برای بذرهای متوسط با حجم کشت زیاد مانند گندم و جو است (شکل ۴۱-).



شکل ۴۱- تنظیم طول شیار موزع

رعایت نکردن طول صحیح شیار موزع برحسب اندازه و شکل ظاهری بذر سبب شکست بذرها و در نهایت کاهش عملکرد محصول خواهد شد. جابه‌جایی طول شیار موزع را باید پیش از پر کردن مخزن بذر یا گشودن دریچه‌های پشت آن انجام داد. تغییر طول شیار موزع پس از پر کردن مخزن و باز بودن دریچه‌های پشت آن سبب اعمال فشار به موزع و قسمت‌های مرتبط با آن خواهد شد (یوسفی و علامه، ۱۳۹۹).

گاهی موزع از نوع آجدار (دنداندار) است. این نوع موزع دارای دندانه‌هایی با اندازه‌های مساوی یا دو اندازه ریز و درشت است. نوع دندانه‌درشت برای بذرهای درشت و نوع دندانه‌ریز برای بذرهای ریز در نظر گرفته شده است (شکل ۴۲-۴۳). هنگام کاشت بذرهای درشت، چرخ موزع بذر ریز و استاندارد به هم متصل می‌شوند و هر دو به چرخش درمی‌آیند. برای تنظیم موزع‌های دستگاه برای بذر ریز، اهرم تنظیم جعبه‌دهنده را چند مرتبه به بالا و پایین حرکت می‌دهند تا سوراخ پین محور موزع دیده شود. سپس پین را توسط آچار به بیرون فشار می‌دهند تا چرخ استاندارد آزادانه روی میله اندازه‌گیری حرکت کند. باید توجه کرد که پیچ آلن مغزی هرگز نباید باز شود (یوسفی و علامه، ۱۳۹۹).



شکل ۴۲- تنظیم موزع‌های دستگاه برای بذرهای ریز

اگر موزع از نوع استوانه‌ای شیاردار تنظیمی باشد، تنظیم موزع برای مقدار دلخواه بذر (کالیبراسیون) توسط یک هندل و صفحه مدرج (خط‌کش) واقع بر موزع و با توجه به دفترچه راهنمای هر دستگاه انجام می‌گیرد (یوسفی و علامه، ۱۳۹۹). در این نوع موزع، تغییر مقدار ریزش بذر توسط گیربکس مدرج تغییر صورت می‌پذیرد. هرچه اهرم روی درجه بیشتری قرار داده شود، سرعت چرخش محور موزع بیشتر می‌شود و مقدار ریزش بذر نیز افزایش می‌یابد. افزون‌بر این، در این نوع موزع می‌توان مقدار ریزش بذر را با جابه‌جایی طول غلتک شیاردار در داخل محفظه بذر تغییر داد. هرچه

طول بیشتری از غلتک شیاردار در داخل محفظه بذر قرار داشته باشد، غلتک‌ها بذر بیشتری را حمل خواهند کرد و ریزش بذر نیز بیشتر خواهد شد و برعکس (شکل -۴۳).



شکل ۴۳- نحوه تنظیم مقدار ریزش بذر

در نهایت اگر موزع از نوع استوانه‌ای شیاردار تعویضی (کارت‌ریجی) باشد، کالیبراسیون را می‌توان با تعویض غلتک و تغییر سرعت چرخش غلتک انجام داد (شکل -۴۴).



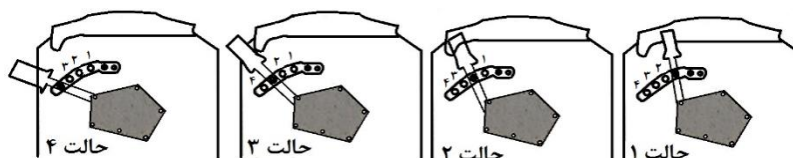
شکل ۴۴- تعویض غلتک (کارت‌ریج) با توجه به اندازه بذر

ب) تنظیم دریچه‌های (کپه) زیر موزع بذر: برای ریزش بهتر بذر و کاشت صحیح، در زیر موزع‌ها زبانه‌هایی نصب شده است که به وسیله یک اهرم در حالت‌های مختلف قابل تنظیم است (شکل -۴۵).



شکل ۴۵- اهرم تنظیم کپه زیر موزع

در بعضی از خطی‌کارها اهرم کپه‌های زیر موزع در چهار حالت مختلف اول (بذرهای ریز مانند یونجه و شبدر)، دوم (بذرهای بزرگ‌تر از یونجه و شبدر و کوچک‌تر از گند و جو)، سوم (بذرهای متوسط مانند گندم و جو) و چهارم (بذرهای درشت مانند نخود و لوبیا) قابل تنظیم‌اند (شکل ۴۶-).



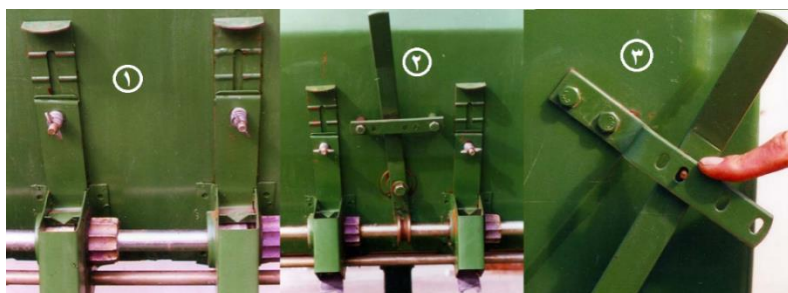
شکل ۴۶- حالت‌های مختلف اهرم تنظیم فاصله کپه زیر موزع با موزع

روش‌های مختلفی برای تنظیم مقدار ریزش بذر وجود دارد که در اینجا شرح داده می‌شوند.

۱-۱۰- تنظیم براساس جدول و دفترچه راهنمای ماشین

اغلب خطی‌کار در کارخانه تنها برای یک رقم از انواع بذر مانند گندم، جو، یونجه، نخود، کلزا و غیره توسط دستگاه کالیبره می‌شود و به‌صورت جدول در دفترچه راهنما یا نصب‌شده روی دستگاه قابل استفاده است، اما مواردی همچون تغییر رقم بذر یا افزایش کارکرد ماشین گاهی سبب خارج شدن دستگاه از حالت تنظیم می‌شود. برای تنظیم مقدار ریزش بذر در خطی‌کارهای با موزع شیاردار باید به‌ترتیب زیر اقدام کرد:

الف) ابتدا با توجه به بذر مصرفی، سه وضعیت اصلی شامل ۱. تنظیم دریچه بین مخزن و موزع، ۲. تنظیم طول شیار موزع و ۳. تنظیم فاصله کپه زیر موزع که پیشتر نیز به آنها اشاره شد در تنظیمات واحد بذرکار تعیین می‌شوند (شکل ۴۷):



شکل ۴۷- تنظیمات پیش از کالیبره کردن ماشین

ب) دریچه‌های بین مخزن و موزع را به کلی ببندید؛

ج) مخزن بذر را به اندازه گنجایش آن پر کنید. تا حد امکان از بذرهای اصلاح شده و بدون ناخالصی استفاده شود؛

د) دریچه‌های بین مخزن و موزع را با توجه به اینکه آزمایش برای بذر کلزا صورت می‌گیرد تا پله اول باز کنید و در

محل خود توسط مهره خروسکی محکم کنید؛

ه) دو ضامن واقع بر شاسی قیفی‌ها را به سمت خارج بکشید و سپس به سمت پایین جابه‌جا کنید سپس سینی

جمع‌آوری بذر را دقیقاً در زیر خروجی بذر قرار دهید، به گونه‌ای که در هنگام کالیبراسیون، بذرهای دهانه خروجی موزع به

خارج از سینی ریخته نشوند؛

و) هندل گیربکس را در محل مخصوص آن روی گیربکس قرار دهید و درجه گیربکس را از حالت صفر روی عدد

دلخواه تنظیم و مهره آن را محکم کنید. سپس هندل را چند دور (۵ تا ۱۰ دور) را بچرخانید. هدف از این کار، ورود بذر به

درون شیار استوانه موزع و کنترل خروجی یکنواخت از همه دریچه‌های مخزن بذر است. چنانچه مقدار بذر خارج شده از هر

خروجی در داخل سینی بذر در مقایسه با دیگر دریچه‌ها کم یا زیاد باشد، در ابتدا موقعیت دریچه بین مخزن و موزع آن و

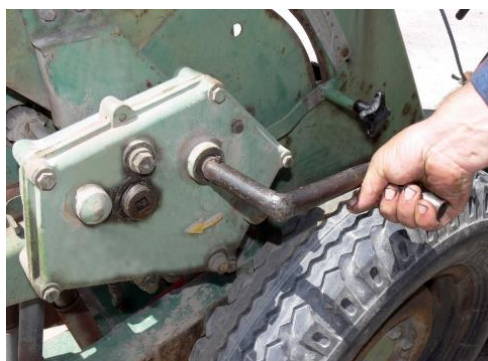
سپس دهانه کپه موزع را با توجه به میزان خروجی آن باز کنید یا ببندید (شکل ۴۸-۴۹)؛



شکل ۴۸- محل قرارگیری هندل و تنظیم اهرم درجه گیربکس

ز) هندل گیربکس را به تعداد مشخص شده در کتابچه راهنمای دستگاه به صورت متوالی (نه خیلی تند- نه خیلی

کند) و بدون توقف بچرخانید (شکل ۴۹-۴۹)؛



شکل ۴۹- چرخاندن هندل

ح) پس از اتمام چرخاندن، بذر ریخته‌شده در داخل سینی را در داخل کیسه‌ای جمع‌آوری و سپس با ترازو توزین کنید؛

ط) وزن به‌دست‌آمده را در ۱۰۰ ضرب و عدد حاصل را با مقدار بذری که در ابتدا مورد نظر بوده مقایسه کنید. در صورتی که این عدد به اندازه مورد نظر خیلی نزدیک باشد، مقدار ریزش بذر صحیح بوده و دستگاه کالیبره است، اما در صورتی که عدد به‌دست‌آمده کمتر از مقدار مورد نظر باشد، برای رسیدن به عدد مورد نظر، ابتدا اهرم درجه گیربکس را به سمت عدد بزرگ‌تری ببرید. در صورتی که عدد به‌دست‌آمده بیشتر از مقدار مورد نظر باشد، اهرم درجه گیربکس را به سمت عدد کوچک‌تری ببرید تا بذر کمتری ریزش کند و سپس دوباره دستگاه را کالیبره کنید تا ریزش به اندازه مورد نظر نزدیک شود.

۱۰-۲- تنظیم بدون جدول و دفترچه راهنمای ماشین

برای ریزش دقیق مقدار بذر مورد نظر باید سیستم اندازه‌گیری یا پیمایش، تنظیم (کالیبره) شود. درحالی که جدول‌های تنظیم بذرکار ارائه‌شده توسط کارخانه سازنده ممکن است کاملاً مفید باشد، مقدار ریزش بذر به توده بذر، رطوبت انبار، تیمار بذر، سرعت حرکت دستگاه، شرایط مزرعه و عوامل دیگر مانند مقدار لرزش در طی فعالیت دستگاه و مقدار بذر موجود در مخزن بستگی زیادی دارد. مقدار بذر مورد نظر برای کاشت را می‌توان براساس تراکم بوته مورد نیاز برای رسیدن به عملکرد مطلوب، قوه نامیه توده بذری و هدر رفتن احتمالی بذر در مزرعه بعد از کاشت به‌علت خسارت حشرات و دیگر مسایل با استفاده از رابطه زیر محاسبه کرد.

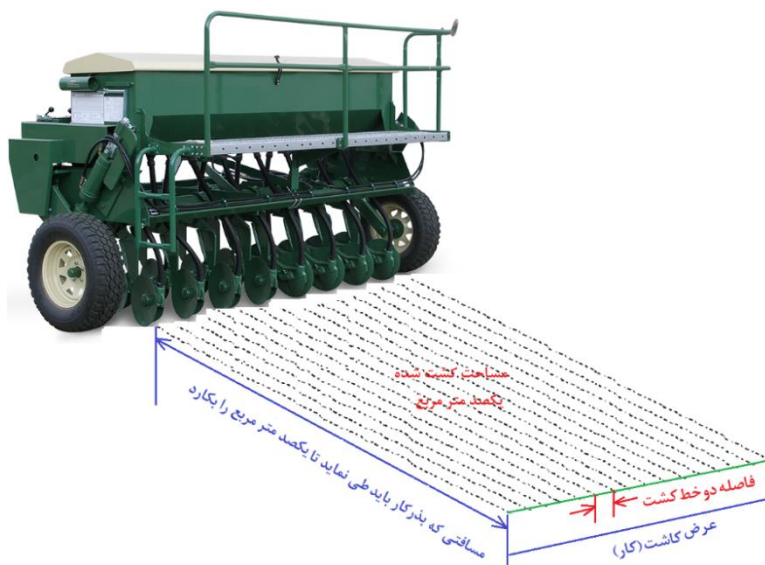
تراکم مورد نظر (گیاه در متر مربع) × وزن هزاردانه (گرم)

= مقدار بذر (کیلوگرم در هکتار)

[درصد قوه نامیه × (درصد تلفات بذر - ۱) × ۱۰۰]

برای تنظیم سیستم پیمایش بذر توصیه می‌شود خروجی همه لوله‌های سقوط در حین کار دستگاه در مساحتی معادل ۱ درصد هکتار یعنی ۱۰۰ متر مربع اندازه‌گیری شود. مطابق شکل ۵۰-، مقدار بذر را می‌توان از روی مسافت

طی شده برای کاشت ۱۰۰ متر مربع مساحت توسط بذرکاری تخمین زد که مجهز به ۱۶ شیاربازکن مستقر در فاصله خطوط معین است.



شکل ۵۰- تخمین مقدار بذر برای کاشت در ۱۰۰ متر مربع

فاصله‌ای که بذرکار باید طی کند تا ۱۰۰ متر مربع را بکارد به عرض کاشت بستگی دارد که حاصل ضرب تعداد شیاربازکن در فاصله دو خط کشت است. برای مثال، اگر بذرکاری دارای ۱۶ شیاربازکن با فاصله خطوط ۱۲/۵ سانتی‌متر (۰/۱۲۵ متر) باشد، فاصله ۵۰ متر خواهد بود.

۱۰۰

$$L = \frac{100}{\text{فاصله ردیف (متر)} \times \text{تعداد ردیف کاشت}} \quad \text{(مسافتی که بذرکار باید برای کاشت ۱۰۰ متر مربع طی کند)}$$

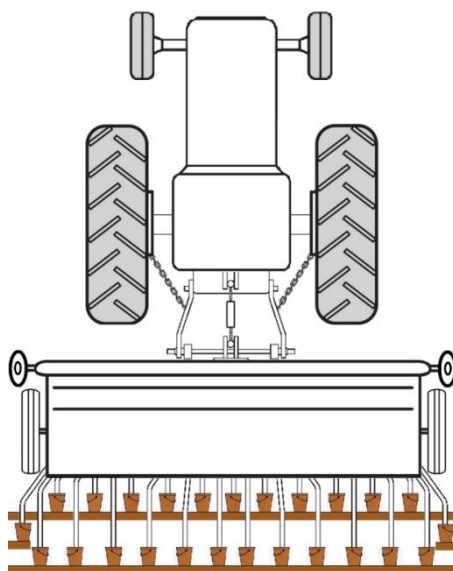
$$L = \frac{100}{16 \times 0.125} = 50 \text{ متر} \quad \text{(مسافتی که باید بذرکار طی کند تا ۱۰۰ متر مربع را بکارد)}$$

زمانی که بذرکار روی زمین حرکت می‌کند تعداد دفعاتی که چرخ محرک باید بچرخد تا مسافت لازم را طی کند به محیط مؤثر چرخ محرک بستگی دارد که می‌توان آن را با استفاده از نوار اندازه‌گیری پیچیده‌شده حول قسمت بیرونی چرخ تخمین زد. روش دیگر این است که ابتدا قطر چرخ را اندازه‌گیری کرد و سپس محیط چرخ را از طریق فرمول زیر به‌دست آورد:

$$\text{قطر چرخ (بر حسب متر)} \times \pi = \text{محیط چرخ}$$

تعداد دفعاتی که چرخ برای کاشت ۱۰۰ متر مربع باید طی کند، برابر است با فاصله مورد نیاز (L) تقسیم بر محیط تایر برحسب متر. برای مثال، اگر محیط تایر ۲ متر باشد، این چرخ باید ۲۵ دور بزند تا مسافت ۵۰ متری را طی کند و ۱۰۰ متر مربع را بکارد، یعنی ۵۰ تقسیم بر ۲.

برای اندازه‌گیری خروجی، ابتدا تنظیمات اولیه شامل تنظیم دريچه بين مخزن و موزع، تنظيم موزع و تنظيم کپه زیر موزع را با توجه به بذر مورد آزمایش انجام دهید. در داخل مخزن بذر بریزید و در صورت موجود بودن سینی بذر، سینی را زیر کپه‌های زیر موزع قرار دهید، در غیر این صورت توصیه می‌شود بذرکار را از زمین بلند کنید و سطلی را در زیر هر خروجی قرار دهید تا بذر خارج‌شده از همه خروجی‌ها مطابق شکل ۵۱- جمع‌آوری شود. سپس چند دور هندل (۵ تا ۱۰ دور) را بچرخانید، هدف از این کار، تغذیه بذر به زیر موزع و کنترل خروجی یکنواخت از همه دریچه‌های مخزن بذر است. برای تنظیم اولیه، اهرم گیربکس را در درجه مشخصی و برای مثال، در اولین آزمایش روی عدد ۵۰ قرار دهید. چرخ محرک دستگاه را به تعداد دور محاسبه‌شده به‌صورت پیوسته و یکنواخت موافق عقربه‌های ساعت بچرخانید. در این مثال چرخ محرک را باید دقیقاً ۲۵ دور چرخاند تا ۱۰۰ متر مربع را بکارد.



شکل ۵۱- کنترل یکنواختی خروجی لوله‌های سقوط بذرکار

بذرهای جمع‌آوری‌شده از همه لوله‌های سقوط را باید با استفاده از ترازوی دقیق اندازه‌گیری و عدد نهایی به‌دست‌آمده را در ۱۰۰ ضرب کرد. اگر مقدار خروجی تفاوت داشته باشد، باید تنظیمات جعبه‌دنده یا اهرم را به‌سمت بالا یا پایین تغییر داد و خروجی را دوباره اندازه‌گیری کرد تا به عدد مورد نظر دست یافت. پس از به‌دست آوردن مقدار خروجی مورد نظر (کنترل نهایی را تکرار کنید)، بهتر است خروجی هر تیغه را به‌طور جداگانه اندازه‌گیری کنید تا بتوان یکنواختی ریزش بذر در کل بذرکار را کنترل کرد. این کار را می‌توان به‌راحتی با قرار دادن سطل، ظرف یا کیسه پلاستیکی در زیر هر خروجی انجام داد.

۱۱- ماشین‌های داشت شیمیایی کلزا

انواع سمپاش برای سمپاشی کلزا به دو دسته تراکتوری و غیرتراکتوری تقسیم می‌شوند.

۱۱-۱- سمپاش‌های رایج غیرتراکتوری

سمپاش اتومايزر پشتی برای مزارع کوچک و زراعت کوچک کلزاکاران سنتی مناسب است. در این سمپاش، برای تولید قطره‌های ریز سم که در اصطلاح به آن اتمیزه شدن محلول سم گفته می‌شود، از جریان شدید هوا استفاده می‌شود. این عمل با استفاده از توربینی ساده انجام می‌گیرد که روی محور مرکزی یک موتور دوزمانه نصب شده است. مقدار پاشش سم به وسیله کلاهک یا شبکه‌های قرار گرفته در انتهای یک لوله خرطومی کنترل می‌شود (شکل ۵۲).



شکل ۵۲- سمپاش پشتی اتومايزر

به دلیل اختلاف به نسبت زیاد بین قطر قطره‌ها، این سمپاش از نظر کیفیت سمپاشی ضعیف ارزیابی شده است، اما با نصب هد میکرونر یا الکترواستاتیک روی آن افزون بر اصلاح کیفیت، بازده آن افزایش چشمگیری می‌یابد. کاربری آن، فقط پاشش حشره کش یا قارچ کش است و نباید برای پاشش علف کش استفاده شود. ضمن آنکه این سمپاش قابلیت گردپاشی و گرانول پاشی را هم دارد.

۱۱-۲- سمپاش‌های رایج تراکتوری

سمپاش پشت تراکتوری بومدار برای سمپاشی مزارع طراحی شده است. این نوع سمپاش در زمین‌های مسطح و بزرگ کلزا به عنوان اصلی ترین سمپاش استفاده می‌شود. تجهیز این سمپاش به توربین های هواکمک، سبب نفوذ بهتر سم به درون کانوپی های کلزا می‌شود و قسمت های پایین بوته را تحت تأثیر قرار می‌دهد (شکل ۵۳).



شکل ۵۳- سمپاش بوم‌دار هوا کمک

نوع دیگر، سمپاش توربینی است که هم‌اکنون در مزارع و باغ‌ها استفاده می‌شود. بادبردگی شدید و اعمال جریان سمپاشی از عرض کناری مزرعه، امکان نفوذ سم به قسمت‌های پایین بوته‌های کلزا را نامحتمل می‌سازد و از این‌رو فقط برای مراحل اولیه رشد کلزا توصیه می‌شود (شکل ۵۴).



شکل ۵۴- سمپاش توربینی زراعی

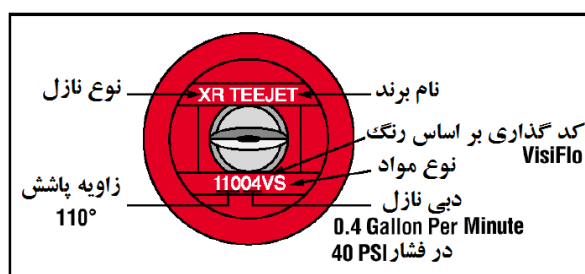
این نوع سمپاش با کمک یک یا چند پمپ پیستونی محلول سم را به‌طرف نازل‌ها به جریان درمی‌آورد و سرانجام به کمک یک یا چند دمنده، قطره‌های خارج‌شده سم را به‌صورت اتمیزه به‌سوی هدف پرتاب می‌کند. این سمپاش به‌صورت سوارشونده و کششی ساخته شده و مخازن آن ظرفیت‌های مختلفی از هزار تا چند هزار لیتر دارد. به‌کار انداختن این نوع سمپاش به‌علت دبی زیاد خروجی پمپ، داشتن دمنده کمکی و وزن زیاد به توان بیشتری نیاز دارد.

۱۱-۳- کلیات کالیبراسیون سمپاش‌ها

کالیبراسیون عبارت است از تنظیم سمپاش یا وسیله پاشیدن سم برای مصرف مقدار معینی سم خالص روغنی، محلول سمی، گرد، گرانول، میکروکپسول، کودهای مایع و جامد یا هر حالت دیگری از مواد به‌طور یکنواخت در واحد سطح

با رعایت همه روش‌های مربوط به مصرف آن ماده و با استفاده از وسیله کاملاً سالم و بدون عیب و نقص. در مورد مقدار محلول مصرفی در هکتار، سه عامل مهم نازل، فشار و سرعت دخالت دارند (یوسفی و همکاران، ۱۳۹۱).

الف) نازل: نازل به مجموعه قطعاتی گفته می‌شود که پس از لوله سم قرا گرفته و عملکرد کلی آنها موجب تشکیل ذرات می‌شود. نازل‌ها برحسب شکل سوراخ خروجی، محلول جای سوراخ خروجی، انرژی مؤثر در تشکیل ذرات و کارایی آنها طبقه‌بندی می‌شوند. روی نازل‌ها شماره‌ها و حروفی نوشته شده که مشخصات فنی آنها را تعیین می‌کند. برای مثال، در نازل 8002-VS دو شماره سمت چپ یعنی 80 نشان‌دهنده زاویه پاشیدن ۸۰ درجه است و ۰۲ که در فارسی معادل ۰/۲ است، دبی نازل را برحسب گالن آمریکایی در دقیقه در ۴۰ PSI فشار نشان می‌دهد. حروف دیگر مانند HS, SS, VS و AL نشان‌دهنده جنس نازل است؛ در نازل VS جنس وسط استیل و اطراف آن پلاستیک، در SS جنس نازل استیل زنگ‌نزن، در HS استیل سخت و در AL آلومینیم است (شکل ۵۵-۵۵).



شکل ۵۵-۵۵ - مشخصات نازل

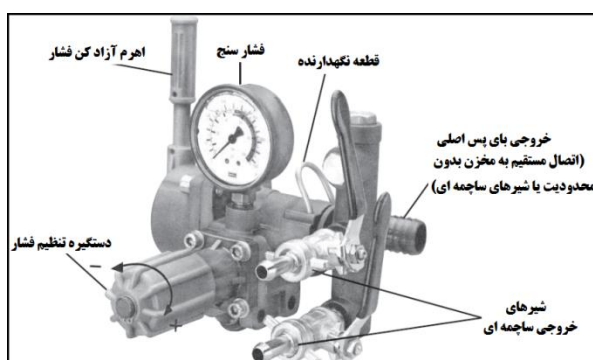
برای جلوگیری از گرفتگی نازل‌ها باید در پشت نازل توری مناسب پلاستیکی یا استیل قرار گیرد. در نازل‌های با دبی ۰/۱ و ۰/۱۵ به علت ریز بودن سوراخ از توری ۱۰۰ مش و در نازل‌های ۰/۲ و بیشتر از توری‌های ۵۰ مش^۱ استفاده می‌شود (شکل ۵۶-۵۶).



شکل ۵۶-۵۶ - انواع فیلتر با مش‌های مختلف

۱- طبق تعریف هر مش بیانگر تعداد سوراخ‌های توری در هر اینچ طول (۲/۵۴ سانتی‌متر) است.

ب) نقش فشار در سمپاشی: دومین عامل مؤثر در مقدار محلول مصرفی در هکتار فشار سمپاشی است. در سمپاش‌های لانس‌دار، توربینی مزارع، پشت تراکتوری بوم‌دار و الکترواستاتیک، فشار عامل ریزکننده محلول سمی و تشکیل ذرات است، درحالی که در سمپاش‌های موتوری پشتی اتومایزر معمولی و مجهز به پمپ مرکزی و سمپاش‌های صفحات و محفظه‌های چرخان فشار بسیار کم است و در صورت استفاده از پمپ، فشار تا حدی است که محلول سمی فقط به نوک نازل برسد. در نازل‌ها هرچه فشار افزایش یابد، قطر ذرات ریزتر می‌شود. تغییرات فشار به وسیله شیر تنظیم فشار یا رگولاتور انجام می‌گیرد که پس از پمپ در بین خروجی پمپ و لوله برگشت محلول به مخزن قرار می‌گیرد. این شیر اغلب دارای یک اهرم قطع و وصل کامل سمپاشی و یک پیچ تنظیم فشار است. فشار سمپاشی توسط فشارسنج تعیین می‌شود که اغلب بعد از پمپ قرار می‌گیرد. اندازه فشارسنج و درجات آن باید با فشار سمپاشی متناسب باشد (شکل ۵۷-).



شکل ۵۷- رگولاتور و فشارسنج

ج) سرعت حرکت در عملیات کالبراسیون: هرچه وسیله سمپاشی سریع‌تر حرکت کند، مقدار محلول مصرفی کمتر می‌شود. در مواقعی ممکن است پوشش ناقص و تعداد ذرات سم در هر سانتی‌متر مربع کمتر از تعداد استاندارد لازم شود و نتیجه مطلوب به دست نیاید. با کاهش سرعت نیز مقدار محلول مصرفی در هکتار افزایش و بازده سم‌پاش کاهش می‌یابد. در مواردی نیز ممکن است به علت افزایش محلول مصرفی و افزایش دوز مصرفی، گیاه‌سوزی پدید آید.

۱۲- ماشین‌های داشت مکانیکی کلزا

به منظور مبارزه مکانیکی با علف‌های هرز کلزا از کولتیواتورهای مختلفی استفاده می‌شود، اما مناسب‌ترین روش، استفاده از کولتیواتور ترکیبی تیغه‌ای-پنجه‌غازی است. این کولتیواتور در بین کشاورزان به کولتیواتور شمشیری معروف است. دو تیغه L شکل طرفین سبب دفع علف‌های هرز کنار پشته می‌شود و تیغه پنجه‌غازی وسط، علف‌های هرز کف جویچه‌ها را می‌برد (شکل ۵۸-). این کولتیواتور با هم زدن حداقل خاک، سبب حفظ رطوبت و سله‌شکنی نیز می‌شود. از مزایای دیگر این کولتیواتور، ظرفیت مزرعه‌ای زیاد، سادگی، قیمت مناسب و آسان بودن تعمیرات است. از طرفی با تغییر فاصله بین تیغه‌ها می‌توان از آن برای کنترل علف‌های هرز محصولات دیگر نیز استفاده کرد.



شکل ۵۸- کولتیواتور شمشیری

توجه به این نکته ضروری است که کولتیواتور زدن بین ردیف‌های کشت نیازمند افزایش فاصله ردیف‌ها ترجیحاً تا حدود ۵۰ سانتی‌متر است که این موضوع برای حفظ تراکم مطلوب، کاشت کلزا را از الگوی مربعی دور و به الگوی مستطیلی نزدیک‌تر می‌کند و در نتیجه استفاده گیاه از منابع و نهاده‌های نور و خاک را کاهش می‌دهد (شکل -۵۹).



شکل ۵۹- نیاز به افزایش فاصله ردیف برای مبارزه مکانیکی علف‌های هرز موجب تبدیل الگوی کشت مربعی به مستطیلی می‌شود.

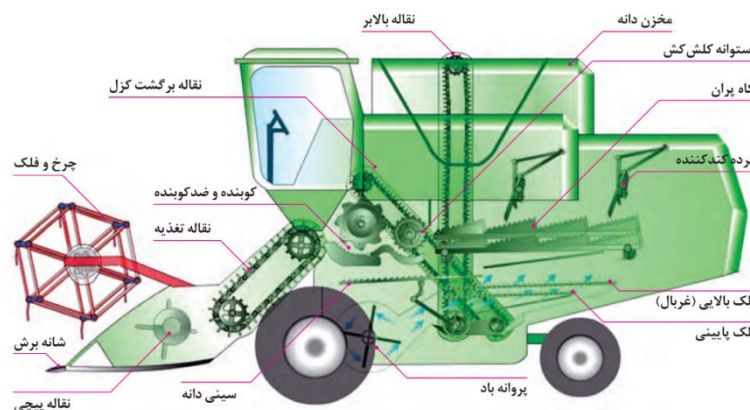
۱۳- آشنایی با کمباین کلزا

در برداشت مستقیم کلزا از کمباین با هد برداشت معمولی یا مخصوص کلزا استفاده می‌شود (شکل ۶۰-).



شکل ۶۰- کمباین با هد مخصوص برداشت کلزا دارای تیغه‌های عمودی

کمباین دارای واحدهای مختلفی است. این ماشین خودگردان اعمال درو، جمع‌آوری و انتقال محصول به واحد کوبنده، کوبیدن محصول، جدا کردن دانه‌ها از خوشه و کاه، تمیز کردن دانه‌ها و انتقال دانه‌های تمیزشده به مخزن یا کیسه کردن آنها را انجام می‌دهد (بیرجندی و همکاران، ۱۳۹۷). این پنج عمل توسط واحدهای مختلف کمباین انجام می‌گیرد که در اینجا شرح داده می‌شود (شکل ۶۱-).



شکل ۶۱- قسمت‌های مختلف کمباین

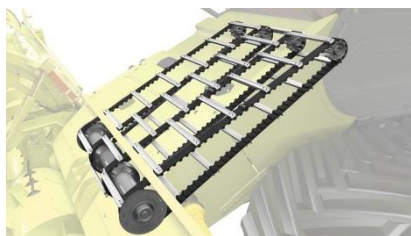
۱۳-۱- واحد برش و تغذیه

واحد برش و تغذیه از دو بخش تشکیل شده است (منصوری راد، ۱۳۹۲). بخش اول محصول را برش می‌دهد و به نقاله بالابر منتقل می‌کند. این بخش اغلب به واحد درو (پلاتفرم) معروف است (شکل ۶۲-).



شکل ۶۲- واحد درو (پلاتفرم) کمباین کلزا

بخش دوم محصول را از هلیس دریافت می کند و به واحد کوبنده تحویل می دهد. هلیس محصول بریده شده را از دو طرف به وسط پلاتفرم منتقل می کند. این دو بخش به وسیله محوری به طور لولایی به کمباین متصل می شود (شکل - ۶۳).



شکل ۶۳- قسمت تغذیه

الف) سکوی برش: از آنجا که محصول کلزا در مرحله رسیدگی و هنگام برداشت مستعد ریزش است، چالش مهم کشاورزان به حداقل رساندن تلفات ناشی از برداشت است. استفاده از کمباین های غلات، روش متداول برداشت ماشینی کلزا است که سال ها رواج داشته است. در سال های اخیر سازندگان اقدام به بهینه سازی و اصلاح هدهای کمباین غلات کرده اند که در نهایت سبب تولید هده مخصوص برداشت کلزا شده است. تغییر عمده در هدهای غلات، افزودن شانه برش عمودی است که در حین برداشت با برش عمودی موجب می شود محصول برداشت شده از محصول درون نشده کاملاً تفکیک شود (جزایری، ۱۳۸۴). این موضوع سبب بهبود عملکرد هدهای کلزا شده است (شکل - ۶۴).



شکل ۶۴- برش عمودی شانه برش عمودی

در ضمن پیشروی کمباین در مزرعه، جداکننده‌ها ردیفی از محصول را جدا می‌کنند. چرخ فلک، قسمتی از این محصول دروشده توسط شانه برش عمودی را به سوی شانه برش افقی (شکل ۶۵) هدایت می‌کند، درحالی که محصول به‌وسیله شانه برش افقی درو می‌شود، چرخ فلک به فشردن محصول (بلند کردن آن) به‌طرف هلیس سکو و قرار دادن محصول در مسیر آن ادامه می‌دهد (شکل ۶۶).



شکل ۶۵- شانه برش



شکل ۶۶- عمل چرخ فلک

پره‌های مارپیچی راستگرد و چپگرد هلیس (شکل ۶۷-)، محصول را از دو طرف سکو، به طرف وسط جایی که نقاله تغذیه قرار گرفته است انتقال می‌دهند. انگشتی‌های عقب‌رونده در قسمت وسط هلیس، مواد را برای انتقال به دستگاه کوبنده به نقاله تغذیه تحویل می‌دهند (شکل ۶۸-).

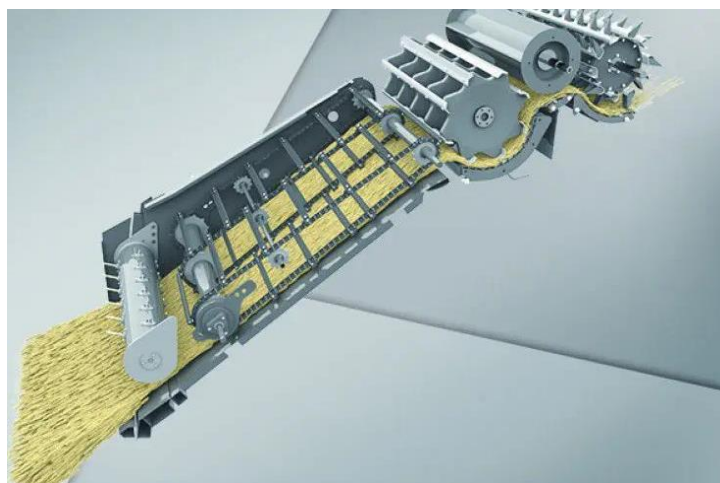


شکل ۶۷- هلیس (مارپیچ دوطرفه)



شکل ۶۸- انگشتی‌های هلیس

ب) نقاله تغذیه: انتقال محصول از سکو اغلب به وسیله نقاله تغذیه انجام می‌گیرد. نقاله تغذیه، محصول را از سکو می‌گیرد و به واحد کوبنده تحویل می‌دهد (شکل ۶۹).



شکل ۶۹- انتقال مواد توسط نقاله تغذیه به واحد کوبنده

معمول‌ترین نوع نقاله تغذیه، شامل زنجیر نقاله یا تلفیقی از استوانه تغذیه و زنجیر نقاله است (شکل ۷۰).



شکل ۷۰- استوانه تغذیه و زنجیر نقاله

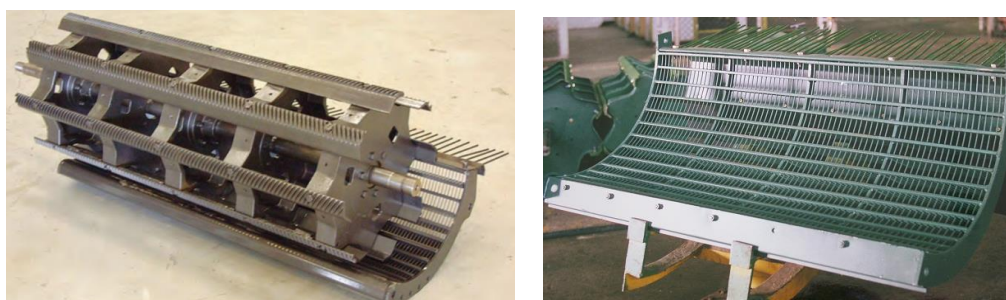
۱۳-۲- واحد کوبنده

منظور از کوبیدن محصول، جدا کردن دانه‌های کلزا از خورجین است. این کار توسط دستگاه کوبنده انجام می‌گیرد. دستگاه کوبنده از کوبنده و ضدکوبنده تشکیل شده است (شکل ۷۱-).



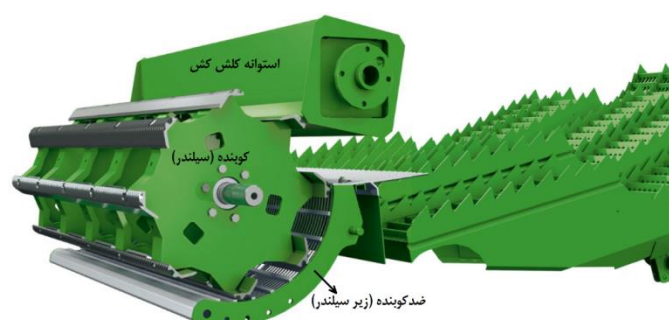
شکل ۷۱- واحد کوبنده

کوبنده و ضدکوبنده سوهانی معمول‌ترین و رایج‌ترین سیستم کوبنده در کمباین برداشت کلزا محسوب می‌شود. کوبنده با سرعتی بین ۱۵۰ تا ۱۵۰۰ دور در دقیقه می‌چرخد. تنوع سرعت، برای کوبیدن در شرایط متفاوت محصول است (شکل ۷۲-).



شکل ۷۲- کوبنده و ضد کوبنده سوهانی

ضدکوبنده شامل یک رشته تسمه موازی است که به وسیله تسمه‌های انحنادار کناری و میلگردهای انحنادار میانی در کنار هم نگهداری شده‌اند. ضدکوبنده کمی مایل به عقب قرار گرفته است. انحنای ضدکوبنده اغلب با محیط خارجی کوبنده مطابقت دارد. حین عبور محصول از بین کوبنده و ضدکوبنده، دانه تحت تأثیر دو عمل ضربه و مالش از خوشه جدا می‌شود. استوانه کلش کش بلافاصله بعد از کوبنده قرار دارد و با حرکت دورانی خود که هم‌جهت با کوبنده است کلش‌ها را دریافت می‌کند و با کمک تکیه‌گاه شانه‌ای زیر خود که در انتهای ضدکوبنده قرار دارد، در اختیار کاه‌برها قرار می‌دهد (شکل ۷۳-).



شکل ۷۳- استوانه کلش کش

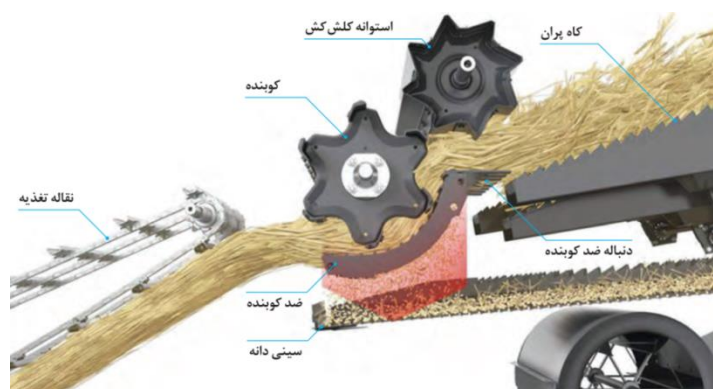
برای محافظت از کوبنده و ضد کوبنده در مقابل سنگ‌ها و دیگر اشیای سختی که ممکن است وارد ماشین شوند، در جلو دستگاه کوبنده بیشتر کمباین‌ها، حفره‌ای سراسری به نام سنگ‌گیر قرار داده شده است (شکل ۷۴-).



شکل ۷۴- سنگ گیر

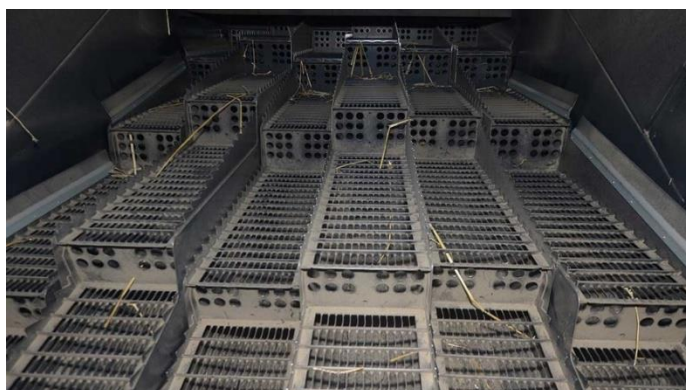
۱۳-۳- واحد جداسازی

در ادامه ضدکوبنده و زیر کلش کش، شبکه انگشتی قرار دارد. این شبکه کلش های خارج شده از دستگاه کوبنده را نگهداری می کند تا کلش کش بتواند مواد را به طرف کاه پیران ها هدایت کند. دانه های آزاد شده همچنین ممکن است از میان انگشتی ها عبور کنند و به داخل واحد تمیزکن فرو بریزند (شکل ۷۵).



شکل ۷۵- انتقال محصول از واحد کوبنده به واحد جداکننده

واحد جداکننده از تعدادی کاه پیران تشکیل شده است (شکل ۷۶) که ضمن حرکت نوسانی، سبب جدا شدن دانه های باقی مانده از ساقه می شوند و کلش ها را نیز به بیرون از کمباین منتقل می کنند.



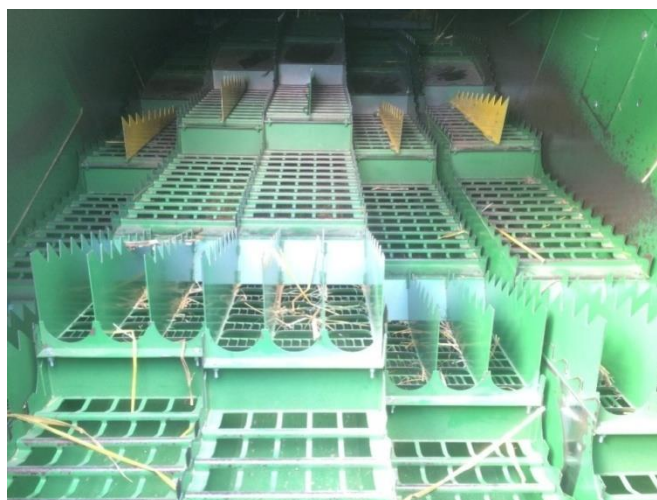
شکل ۷۶- کاه‌پران‌ها در واحد جداکننده

عمل مؤثر جدا کردن محصول در کمباین به چگونگی تکان خوردن محصول در هنگام عبور از منطقه جداکننده بستگی دارد. کاه‌پران‌ها به میل‌لنگی نزدیک به جلو و میل‌لنگی نزدیک به عقب قسمت جداکننده متصل شده‌اند. هر میل‌لنگ به تعداد کاه‌برها دارای لنگی است (شکل ۷۷-).



شکل ۷۷- میل‌لنگی در کاه‌پران

همه کاه‌پران‌ها دارای شیب رو به بالا، به‌طرف عقب کمباین هستند. کاه‌پران‌ها به‌طرف عقب، بالا، جلو و پایین حرکت می‌کنند. کاه‌پران‌ها، سوراخ‌هایی با شکل‌ها و اندازه‌های مختلف دارند تا ضمن اینکه به دانه‌های آزادشده، خرده‌کاه، مواد کوبیده‌نشده و مواد خارجی ریز اجازه فرو افتادن دهند، مانع عبور کاه و کلش و آشغال شوند. معمول‌ترین کاه‌پر، نوع پله‌ای است (شکل ۷۸-).



شکل ۷۸- کاه‌پران‌های پله‌ای

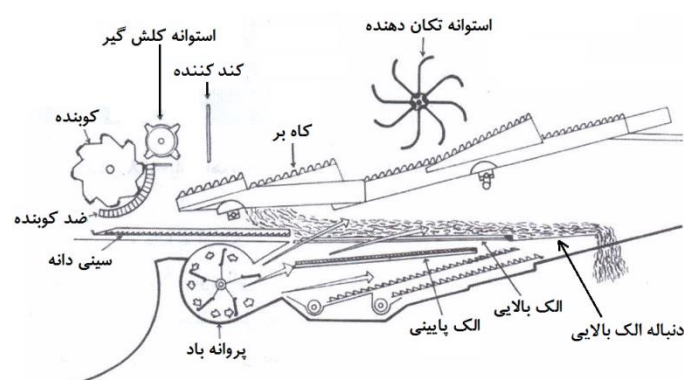
در زیر کاه‌پران‌ها، یک سینی دانه‌برگردان قرار گرفته است که دانه‌ها و دیگر مواد فروافتاده از سوراخ‌های کاه‌پر، روی آن ریخته می‌شوند. این مواد روی سینی دانه‌برگردان به‌طرف پایین و جلو حرکت می‌کنند و از دهانه خروجی سینی دانه‌برگردان روی سینی دانه می‌ریزند (شکل ۷۹).



شکل ۷۹- جریان انتقال مواد از کاه‌برها به سینی دانه

سینی دانه، اغلب در زیر قسمت جلویی کاه‌پران‌ها و در زیر دستگاه کوبنده قرار گرفته است. همه دانه‌های کوبیده‌شده، خوشه‌های کوبیده‌نشده، دانه‌های خورجین‌دار، کاه‌های ریز، خرده‌کاه‌ها و مواد خارجی که از سوراخ‌های ضدکوبنده و کاه‌پران‌ها (طَبَق کاه) به پایین می‌ریزند، روی سینی دانه جمع می‌شوند و توسط این سینی به قسمت تمیزکننده انتقال می‌یابند. کاه‌پران‌ها در بخشی از چرخه تکان دادن خود، کاه‌ها را به‌طرف بالا و عقب پرتاب می‌کنند. این عمل کاه‌ها را به‌طور موقت در هوا معلق می‌کند. سپس مواد پرتاب‌شده در هوا روی قسمتی از کاه‌پران‌ها که نزدیک‌تر به قسمت خروجی است پایین می‌افتد. هر چرخه تکان دادن، کاه‌ها را کمی بیشتر به‌طرف عقب می‌برد.

سرعت حرکت کاه‌پران‌ها اغلب اساس تنظیم سرعت موتور برای حداکثر بهره‌گیری از کمباین است. اگر سرعت حرکت کاه‌پران‌ها بیشتر یا کمتر از حد مطلوب باشد، تلفات دانه ممکن است افزایش یابد. افزایش سرعت کاه‌پران‌ها سبب می‌شود تا دانه‌ها به‌خوبی جدا نشوند، زیرا با افزایش سرعت کاه‌پران‌ها، کاه‌ها آن‌قدر سریع از روی کاه‌برها عبور می‌کنند که همه آزاد شده نمی‌توانند از سوراخ‌های کاه‌پران‌ها پایین بیفتند که این وضعیت سبب تلفات بیشتر دانه‌ها می‌شود. در حالت کم‌کوبیدگی نیز همین مشکل پیش می‌آید. کندکننده‌هایی به‌طور عرضی در بالای کاه‌پران‌ها آویزان‌اند. آنها سبب کند شدن جریان مواد می‌شوند و به یکنواخت شدن حرکت مواد کمک می‌کنند. آنها همچنین جلو دانه‌های پرتاب‌شده به‌وسیله ضربه‌زن را می‌گیرند و مانع خارج شدن آنها از کمباین می‌شوند. در مسیر حرکت کلس روی کاه‌پران‌ها یک استوانه تکان‌دهنده وجود دارد تا امکان حرکت کلس را روی کاه‌پران تسهیل کند و دانه‌ها راحت‌تر جدا شوند (شکل ۸۰-).



شکل ۸۰- استوانه تکان‌دهنده و کندکننده

در بعضی از کمباین‌ها واحد جداکننده فاقد کاه‌پران است و در آنها از یک جداکننده دورانی (استوانه دوار) برای جدا کردن دانه از کاه و کلس استفاده می‌شود (شکل ۸۱-).



شکل ۸۱- واحد جداکننده دورانی

اگر محصول نمدار باشد و جدا شدن دانه از کاه و پایین افتادن آن با اشکال انجام گیرد، برای نگه داشتن مواد به منظور بهتر جدا شدن ممکن است به پرده‌های بیشتری نیاز باشد.

۱۳-۴- واحد تمیزکننده

واحد تمیزکننده یا بوجاری از قسمت الک بالایی (غربال)، الک پایینی و بادبزن تشکیل شده است (شکل ۸۲-). وظایف این واحد عبارت است از (بیرجندی و همکاران، ۱۳۹۷):

- الف) جدا کردن دانه‌ها از کاه و دیگر بقایای گیاهی که از سوراخ ضدکوبنده یا کاه‌پران‌ها عبور کرده‌اند؛
- ب) تخلیه کاه و مواد اضافی به بیرون از کمباین؛
- ج) برگرداندن خوشه‌های نیمکوب به واحد کوبنده.



شکل ۸۲- واحد تمیزکننده

واحد تمیزکننده از قسمت‌های مختلف شامل الک بالایی یا غربال کاه، غربال دنباله یا بچه الک، الک پایینی یا غربال دانه و پروانه باد یا بادبزن تشکیل شده است که در اینجا به ترتیب شرح داده می‌شوند (شکل ۸۳-).



شکل ۸۳- سینی دانه، الک بالایی، الک پایینی، دنباله الک بالایی و بادزن

الک بالایی یا غربال کاه، بچه الک یا دنباله و غربال دانه یا الک پایینی در داخل محفظه ای قرار گرفته‌اند و به وسیله یک بازوی محرک به جلو و عقب حرکت می‌کنند. حرکت الک‌های بالایی با پایینی ممکن است مخالف یا همسو باشد. حرکت در جهت مخالف، احتمال جمع شدن و گیر کردن کاه در سوراخ‌های الک بالایی را کاهش می‌دهد (شکل ۸۴).



شکل ۸۴- مجموعه الک‌ها

الک بالایی که اغلب به آن الک خرده‌کاه گفته می‌شود، به دنبال سینی دانه قرار گرفته که اغلب از نوع قابل تنظیم است. این الک دارای زبانه‌ها یا دندانه‌های فلزی است که در عرض الک قرار گرفته‌اند و یکدیگر را می‌پوشانند. این زبانه‌ها روی میله‌های قابل چرخش لولایی قرار گرفته‌اند. میله‌های لولایی به هم متصل‌اند تا همزمان توسط یک اهرم با هم

تنظیم شوند و سوراخ‌هایی با اندازه مورد نظر را به وجود آورند. با روی هم قرار گرفتن زبانه‌ها، قطر سوراخ‌ها کمتر و با بلند شدن آنها، قطر سوراخ‌ها بیشتر می‌شود (شکل ۸۵).



شکل ۸۵- تنظیم سوراخ‌های الک بالایی

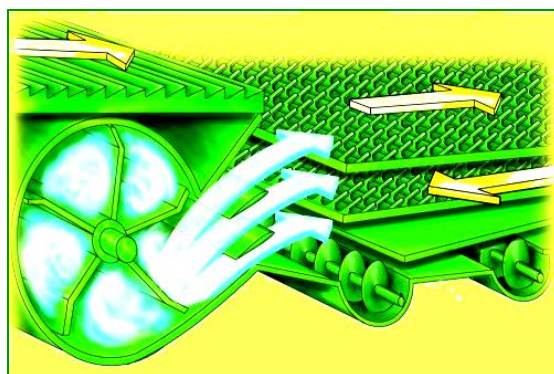
سوراخ‌های الک بالایی باید طوری تنظیم شوند که همه دانه‌ها به‌هنگام عبور از روی الک، از سوراخ‌ها عبور کنند و پایین بریزند و در عین حال مواد خارجی سنگین و پسماندها ضمن تکان خوردن الک، به‌طرف عقب حرکت کنند. اگر سوراخ‌ها بیش از حد بسته شوند، ممکن است دانه‌ها نتوانند از آنها عبور کنند و در نتیجه امکان دارد تعدادی از دانه‌ها به‌همراه خرده‌کاه و مواد خارجی از عقب کمباین خارج شوند. اگر سوراخ‌ها بیش از حد باز باشند، مقدار زیادی از مواد خارجی و پسماندها ممکن است به‌همراه دانه‌ها از سوراخ‌های الک بالایی عبور کنند و پایین بریزند.

بچه الک در انتهای الک بالایی قرار گرفته که به‌صورت لولایی به آن متصل می‌شود. بچه الک علاوه‌بر اینکه دارای زبانه‌های تنظیم‌پذیر است ممکن است به‌طرف پایین و بالا متمایل شود و شیب پیدا کند.

غریبال دانه یا الک پایینی یا الک تمیزکننده در زیر الک بالایی قرار دارد و موادی که از سوراخ‌های الک بالایی عبور می‌کنند به‌طور مستقیم روی آن می‌ریزند. این الک شبیه الک بالایی است، با این تفاوت که سوراخ‌ها یا دهانه‌های خروجی آن کوچک‌تر است. آخرین عمل تمیز شدن دانه در این قسمت انجام می‌گیرد.

در موقع کار، باد بادبزنی از میان سوراخ‌های الک پایینی عبور می‌کند تا به جدا شدن مواد و پسماندها از دانه‌ها کمک کند. دانه‌ها از سوراخ‌های الک پایینی عبور می‌کنند و از طریق سینی برگشت دانه‌های تمیز روی هلیس یا سینی دانه‌های تمیز می‌ریزند. این هلیس دانه‌های تمیز را به بالابر دانه می‌رساند و بالابر دانه‌های تمیز را به مخزن دانه منتقل می‌کند. خوشه‌های کوبیده‌نشده یا پسماندهایی که از سوراخ‌های الک عبور نکرده‌اند، با تکان خوردن الک پایینی به‌طرف عقب الک می‌روند و به پسماندهایی که از الک بالایی یا دنباله آن آمده‌اند، می‌پیوندند. سپس مانده‌ها روی هلیس پسماندها می‌ریزند و توسط بالابر پسماندها برای کوبیدن مجدد به جلو واحد کوبنده منتقل می‌شود.

بادبزنی در محفظه الک‌ها (گهواره) قرار گرفته است. باد وزیده‌شده توسط بادبزنی، بیشتر خرده‌کاه‌ها و بقایای گیاهی همراه دانه‌ها را از دانه جدا کرده و آنها را از عقب کمباین به خارج پرتاب می‌کند (شکل ۸۶).



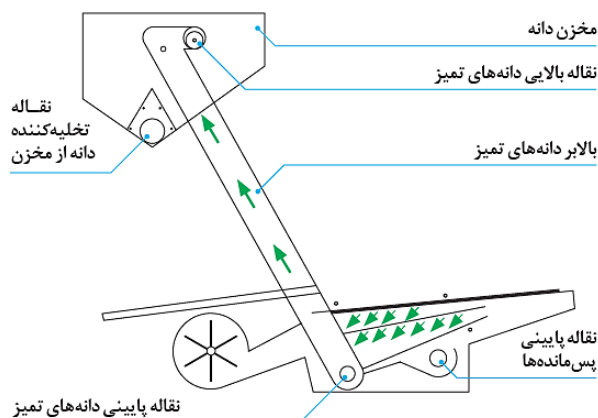
شکل ۸۶- بادبزین

تمام خرده‌کاه‌ها باید توسط باد پروانه از کمباین خارج شوند، اما باید تا حد امکان از خروج دانه در انتهای کمباین جلوگیری شود. اجسام درشت‌تر برای خرمکوبی مجدد به کوبنده حمل می‌شوند. زیادی برگشتی موجب کاهش کیفیت کار کمباین و شکستگی دانه و در نهایت هدر رفتن دانه می‌شود. در بیشتر مواقع کافی نبودن وزش باد یا کوچک بودن منافذ الک موجب این برگشت اضافی می‌شود (بی‌نام، ۱۳۸۲).

۱۳-۵- واحد انتقال دانه

این واحد دو وظیفه بر عهده دارد (بیرجندی و همکاران، ۱۳۹۷):

الف) انتقال دانه‌های تمیز شده به مخزن دانه که این عمل به وسیله نقاله پایینی و بالابر دانه‌ها انجام می‌گیرد (شکل ۸۷-). در صورت پر شدن مخزن می‌توان به وسیله لوله تخلیه که در کنار آن نصب شده است عملیات تخلیه مخزن در ماشین حمل را انجام داد (شکل ۸۸-).

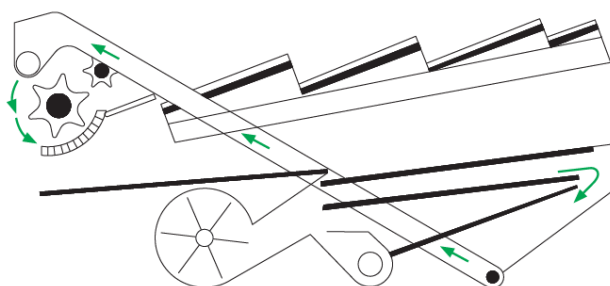


شکل ۸۷- انتقال دانه‌ها به مخزن کمباین



شکل ۸۸- تخلیه مخزن کمباین کلزا

ب) انتقال پسماندها و کلش به قسمت کوبنده که به وسیله نقاله برگشتی و بالابر مخصوص آن انجام می گیرد (شکل ۸۹-).



شکل ۸۹- انتقال پسماندها به واحد کوبنده برای کوبیده شدن مجدد

۱۴- تنظیمات کمباین پیش از برداشت

برای به حداقل رساندن تلفات برداشت محصول کلزا باید پیش از به کارگیری کمباین تنظیماتی روی واحدهای مهم آن شامل واحد برش و تغذیه، واحد کوبنده و واحد تمیزکننده انجام گیرد که در اینجا به ترتیب شرح داده می شود (تقی نژاد و مستوفی، ۱۳۹۱).

۱-۱۴- تنظیم ارتفاع برش

ارتفاع برش یا همان ارتفاع سکوی برش از زمین که از جایگاه راننده تنظیم پذیر است، باید طوری تنظیم شود که از طرفی، کوتاه ترین خوشه ها را بتواند به درون سکو هدایت کند و از طرفی آن قدر پایین نباشد که خاک و سنگریزه را از زمین بلند کند؛ همچنین آن قدر پایین نباشد که بار و خوراک اضافی به کمباین تحمیل کند. به عبارت دیگر، ارتفاع برش با شرایط محصول تنظیم شود (بی نام، ۱۳۷۹).

۱۴-۲- سرعت پروانه کلش‌کش

سرعت پروانه به تراکم و وضعیت محصول بستگی دارد و وقتی درست است که محصول به طور مستقیم داخل سکو برش بیفتد. کم بودن سرعت پروانه سبب ریزش محصول به دلیل افتادن محصول از جلو تیغه برش می‌شود. زیاد بودن سرعت پروانه نیز با پیامدهای زیر همراه است:

(الف) بیرون افتادن دانه‌ها در اثر ضربه برخورد با پروانه؛

(ب) پرتاب محصول برش‌خورده به روی زمین؛

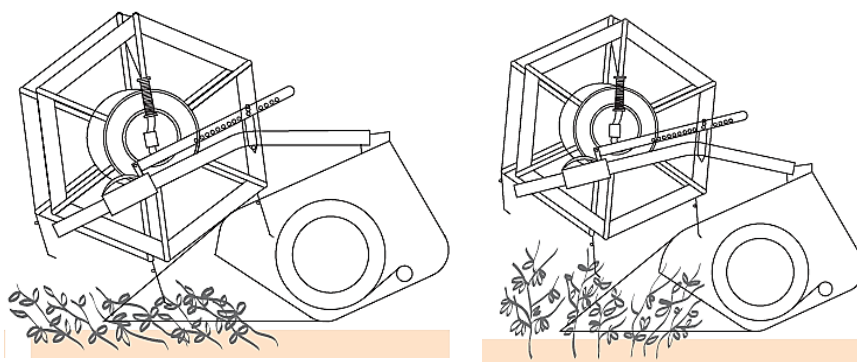
(ج) فشردن محصول به جای برش دادن آن؛

(د) پیچیدن محصول برش‌خورده به دور پروانه.

در محصول ایستاده، سرعت پروانه ممکن است با سرعت حرکت کمباین برابر یا کمی بیشتر از آن باشد، اما در محصول خوابیده سرعت پروانه باید حدود ۲۵ درصد بیشتر از سرعت حرکت کمباین باشد (بیرجندی و همکاران، ۱۳۹۷).

۱۴-۳- تنظیم موقعیت پروانه چرخ‌فلک

موقعیت چرخ‌فلک از نظر افقی و عمودی نسبت به شانه برش تنظیم‌پذیر است. برای برداشت محصول خوابیده روی زمین از کلش‌کش انگشتی‌دار یا شانه‌ای استفاده می‌شود. چرخ‌فلک انگشتی‌دار، برای تنظیم باید در حدود ۲۰ تا ۳۰ سانتی متر جلوتر از تیغه‌ها (در جهت افق) قرار داشته باشد و حالت عمودی آن (ارتفاع پروانه) آن‌قدر پایین آورده شود که انگشتی‌های شانه، محصول خوابیده را لمس و از زمین بلند کند (شکل ۹۰-). در محصولات سرپا، انگشتی‌های چرخ‌فلک باید از پایین خوشه با ساقه تماس پیدا کند (بیرجندی و همکاران، ۱۳۹۷).



شکل ۹۰- جهت صحیح حرکت کمباین هنگام برداشت کلزای سرپا و خوابیده

ارتفاع چرخ‌فلک (موقعیت عمودی) نیز مطابق با شرایط محصول تغییر می‌کند. لوله‌های پروانه باید با زیر خوشه‌های دانه محصول تماس داشته و آنها را از ماریج (استوانه) تا زمان بریده شدن دور نگه دارد (شکل ۹۱-). کم بودن ارتفاع سبب پیچیده شدن محصول به دور پروانه می‌شود. تنظیم ارتفاع پروانه کلش‌کش از طریق جک‌های کمکی انجام می‌گیرد که در طرفین دیواره‌های خارجی سکو قرار دارد (بیرجندی و همکاران، ۱۳۹۷).



شکل ۹۱- تنظیم چرخ فلک

در برداشت کلزا چرخ فلک کمباین در حد ممکن باید در بالاترین سطح قرار گیرد تا خورجین های کلزا را از پشت به داخل کمباین هدایت کند و سرعت چرخ فلک نباید از سرعت حرکت کمباین بیشتر باشد.

۱۴-۴- تنظیم هلیس دستگاه درو

هلیس (استوانه حلزونی) باید طوری تنظیم شود که ساقه های بریده شده به طور یکنواخت از طرفین به وسط آن هدایت شوند. فاصله بیشتر پره هلیس از کف سکو موجب می شود که محصول به طور یکنواخت به وسط استوانه حلزونی هدایت نشود و فاصله کم آن موجب شکستن دانه و در نتیجه ریزش آن به زمین شده و ساقه نیز در این مرحله خرد می شود (شکل ۹۲-). در برداشت کلزا این فاصله باید بین ۱۲ تا ۲۰ میلی متر تنظیم شود (مصطفوی راد و همکاران، ۱۳۹۷).



شکل ۹۲- فاصله هلیس تا کف سکو

۱۴-۵- انگشتی های هلیس

انگشتی های هلیس در قسمت مرکزی هلیس با شکلی منظم، اطراف استوانه مرکزی هلیس را احاطه می کنند و با حرکت داخل رفتن و بیرون آمدن خود، محصول برداشت شده را که توسط هلیس به وسط منتقل شده در اختیار زنجیر نقاله

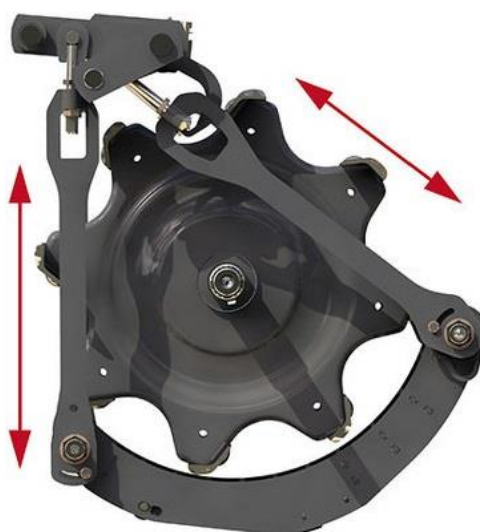
بالا برقرار می‌دهند. انگشتی‌های هلیس باید در ارتفاعی مناسب از کف سکو قرار گیرند (شکل ۹۳). انگشتی‌های عقب‌رونده باید طوری تنظیم شوند که با بیرون آمدن خود، محصول را جمع‌آوری کنند و به نقاله تغذیه برسانند. برای محصولات پرپشت و سنگین، انگشتی‌ها باید کمتر بیرون بیایند، در غیر این صورت محصول به دور هلیس خواهد پیچید و عمل تغذیه به‌خوبی انجام نخواهد گرفت.



شکل ۹۳- فاصله انگشتی‌ها تا کف سکو

۱۴-۶- تنظیمات مربوط به واحد کوبنده

در تنظیم این واحد دو عامل مهم فاصله بین کوبنده و ضدکوبنده و سرعت کوبنده اثر تعیین‌کننده‌ای دارند (بیرجندی و همکاران، ۱۳۹۷). فاصله بین کوبنده و ضدکوبنده در قسمت جلو برای برداشت کلزا باید بین ۱۳ تا ۲۰ میلی‌متر تنظیم شود (شکل ۹۴). در این حالت فاصله یادشده در قسمت عقبی، ۳ تا ۷ میلی‌متر است (مصطفوی راد و همکاران، ۱۳۹۷). سرعت زمانی تنظیم می‌شود که کوبنده در حال دوران باشد (بیرجندی و همکاران، ۱۳۹۷). سرعت کوبنده برای برداشت کلزا باید بین ۴۵۰ تا ۷۰۰ دور در دقیقه تنظیم شود (مصطفوی راد و همکاران، ۱۳۹۷). این تنظیم از داخل کابین راننده قابل تغییر است. برای گیاهان دانه‌ریز مانند کلزا، سرعت کوبنده زیاد و فاصله بین کوبنده و ضدکوبنده کم انتخاب می‌شود (بیرجندی و همکاران، ۱۳۹۷).



شکل ۹۴- تنظیم فاصله بین کوبنده و ضد کوبنده

۷-۱۴- تنظیم باد پنکه

تنظیم دقیق شدت باد به منظور هدایت کاه‌ها از روی غربال‌ها به بیرون از کمباین و همچنین به دست آوردن دانه عاری از کاه حائز اهمیت است (شکل ۹۵-). در اثر شدت زیاد جریان باد و همچنین کمبود آن، افت دانه افزایش می‌یابد و از این رو شدت جریان باد باید با توجه به نوع محصول تنظیم شود. سرعت پنکه باد به صورت مکانیکی توسط اهرمی که در عقب کمباین و سمت چپ آن قرار دارد تنظیم می‌شود (بیرجندی و همکاران، ۱۳۹۷). محدوده سرعت دورانی پنکه باد برای برداشت کلزا باید بین ۳۵۰ تا ۶۰۰ دور در دقیقه باشد (مصطفوی راد و همکاران، ۱۳۹۷).



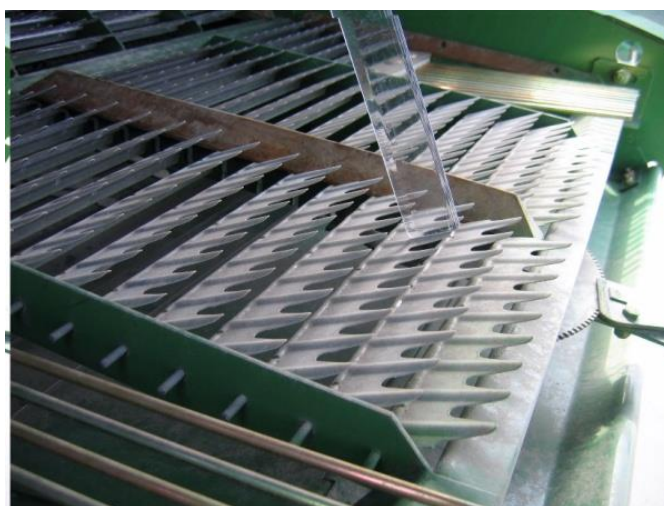
شکل ۹۵- دستگیره تنظیم سرعت باد پنکه

برای تنظیم سرعت دورانی پنکه باد، ابتدا باد پنکه را در سرعت پیشنهادی تثبیت و به تدریج آن را زیاد و نتایج را بررسی می‌کنند. این عمل ادامه می‌یابد تا مرحله‌ای که سرعت باد پنکه آن قدر زیاد می‌شود که دانه‌ها را از پشت کمباین به

بیرون پرتاب می‌کند. سرعت قبل از این مرحله، سرعت مطلوب برای تمیز کردن محصول مورد نظر خواهد بود (بیرجندی و همکاران، ۱۳۹۷).

۸-۱۴- تنظیم روزنه الک‌ها

روزنه (چشمی) الک‌ها را براساس مقادیر داده‌شده در دفترچه راهنمای راننده باید تنظیم کرد. باز بودن بیش از اندازه چشمی‌های الک بالایی (غربال) سبب اضافه‌بار در الک و بسته بودن زیاد چشمی‌ها موجب خارج شدن مقداری از محصول تمیز نشده به خارج از کمباین خواهد شد. بسته بودن زیاد چشمی‌های الک پایینی (غربال دانه) به اضافه شدن کاه و پوشال اضافی در هلیس خوشه‌های کوبیده‌نشده ختم می‌شود؛ از طرفی باز بودن بیش از حد سبب می‌شود که کاه و پوشال ریز در مخزن ذخیره مشاهده شود. منظور از اندازه‌های چشمی‌ها، فاصله بین صفحات موازی مماس بر زبانه‌هاست (شکل ۹۶-۹۶). بدین معنا که اندازه فاصله عمود بر دو زبانه مجاور، اندازه چشمی تلقی می‌شود و اندازه‌گیری از لبه انتهایی یک زبانه به لبه زبانه دیگر صحیح نیست (بیرجندی و همکاران، ۱۳۹۷).



شکل ۹۶- نحوه اندازه‌گیری روزنه الک

در برداشت کلزا برای جداسازی بهینه بذر از کاه و کلش باید منافذ الک‌های بالایی ۶ تا ۱۰ میلی‌متر و الک‌های پایینی ۳ تا ۶ میلی‌متر باشد (شکل ۹۷-۹۷). برای تنظیم روزنه‌ها از دستگیره روی الک استفاده می‌شود (مصطفوی راد و همکاران، ۱۳۹۷).



شکل ۹۷- اندازه‌گیری فاصله روزنه‌ها برای برداشت کلزا

۱۵- اندازه‌گیری تلفات کلزا در برداشت مستقیم

۱۵-۱- وسایل لازم

ناودانی‌هایی به ابعاد $۱۰۰ \times ۲۵ \times ۰/۵$ سانتی‌متر مطابق شکل ۹۸- برای اندازه‌گیری تلفات طبیعی کاربرد دارد. این ناودانی‌ها از جنس لوله پلیکا هستند و از وسط به‌صورت ناودانی نصف شده‌اند و برای هر مزرعه چهار عدد از آنها لازم است. مساحت مفید هر یک از آنها ۲۵۰۰ سانتی‌متر مربع یا $۰/۲۵$ متر مربع بوده و با چهار تکرار، تلفات در ۱ متر مربع اندازه‌گیری و در محاسبات به‌کار گرفته می‌شود. کادر چوبی به ابعاد ۵۰×۵۰ سانتی‌متر مربع برای اندازه‌گیری تلفات واحد برش نیاز است. مساحت مفید آن ۲۵۰۰ سانتی‌متر مربع یا $۰/۲۵$ متر مربع است و با چهار تکرار، تلفات در ۱ متر مربع اندازه‌گیری و در محاسبات منظور می‌شود. یک کادر چوبی به ابعاد ۸۰×۵۰ و ارتفاع ۵ سانتی‌متر و مساحت مفید داخلی ۴۰۰۰ سانتی‌متر مربع یا حدود $۰/۴$ متر مربع نیاز است که با پنج تکرار، شدت تلفات در ۲ متر مربع اندازه‌گیری و به‌عنوان تلفات واحد تمیزکننده (کوبنده و باددهنده) در محاسبات بهره‌برداری می‌شود. از دیگر وسایل لازم می‌توان به ترازوی دقیق با دقت ۱ گرم، قیچی باغبانی، چند کیسه پلاستیکی و چند گونی اشاره کرد (ایوانی، ۱۳۷۹).

۱۵-۲- نحوه اندازه‌گیری تلفات کمباینی

الف) اندازه‌گیری تلفات طبیعی: تلفات طبیعی عبارت است از تلفات دانه محصول پیش از برداشت که در اثر باد، باران، تگرگ، تأخیر در برداشت و غیره روی زمین می‌ریزد و از دسترس خارج می‌شود. برای اندازه‌گیری این تلفات، ناودانی‌های مربوط در چهار تکرار و در حدود یک هفته پیش از برداشت در نقاط مختلف مزرعه قرار داده می‌شود (شکل ۹۸-). مقدار آن با توزین دانه‌های ریخته‌شده در ناودانی‌ها براساس روش گفته‌شده در قسمت محاسبات تعیین می‌شود. ناودانی‌های مذکور از ابتدای کار تا پیش از برداشت محصول در مزرعه باقی می‌مانند. در هنگام برداشتن ناودانی‌ها از سطح مزرعه نیز به‌علت

حساسیت زیاد بوته به ضربه و کم شدن رطوبت خورجین‌ها، باید نهایت دقت به عمل آید تا تلفات طبیعی کاهش یابد (ایوانی و همکاران، ۱۳۷۹).



شکل ۹۸- ناودانی به ابعاد ۲۵×۱۰۰ سانتی‌متر برای اندازه‌گیری تلفات طبیعی محصول

ب) اندازه‌گیری تلفات شانه برش (تلفات جمع‌آوری): در زمان برداشت با کمباین در روش برداشت یک‌مرحله‌ای، مقداری تلفات در اثر برخورد دماغه و شانه برش کمباین با محصول به وجود می‌آید که به وسیله قاب‌های ۵۰×۵۰ سانتی‌متر مربعی اندازه‌گیری می‌شود (شاکر و همکاران، ۱۳۸۲). بدین ترتیب که چند قاب ۵۰×۵۰ سانتی‌متر مربعی در مسیر پیشروی کمباین قرار داده می‌شود تا ضمن عبور کمباین و برداشت محصول، دانه‌های ریخته شده در داخل قاب‌ها با چهار تکرار در سطح ۱ متر مربع جمع‌آوری و توزین شود (شکل ۹۹-۹۹).



شکل ۹۹- اندازه‌گیری تلفات شانه برش (تلفات جمع‌آوری)

ج) اندازه‌گیری تلفات انتهای کمباین (تلفات فرآوری): برای اندازه‌گیری ریزش انتهای کمباین از قاب‌هایی به ابعاد ۸۰×۵۰ سانتی‌متر عمود بر مسیر حرکت کمباین و در انتهای آن استفاده می‌شود. به این ترتیب مقدار کلش خروجی از

کمباین در حین برداشت با پنج تکرار در سطح ۲ متر مربع از مزرعه جمع‌آوری می‌شود. سپس با تمیز کردن کامل دانه از کلس‌ها، مقدار ریزش انتهای کمباین با توزین دانه‌ها تعیین می‌شود (شکل ۱۰۰-).



شکل ۱۰۰- اندازه‌گیری تلفات انتهای کمباین (تلفات فرآوری)

(د) مقدار تلفات کل کمباینی: این مقدار عبارت است از مجموع تلفات شانه برش (تلفات جمع‌آوری) و تلفات انتهای کمباین (تلفات فرآوری) که در ۱ متر مربع محاسبه خواهد شد.

$$\text{تلفات فرآوری} + \text{تلفات جمع‌آوری} = \text{تلفات کل کمباینی}$$

(ه) اندازه‌گیری عملکرد محصول: با عرض برش مفید مشخص (W) و طول پیشروی معین (L)، مساحت برداشت A، مقدار دقیقی وزن محصول در مخزن دانه (M) جمع‌آوری و ثبت می‌شود و با استفاده از رابطه زیر عملکرد محصول محاسبه می‌شود:

$$Y = M/A = M/(W \times L) \quad \text{کیلوگرم بر متر مربع}$$

$$Y = 10 M/A \quad \text{تن بر هکتار}$$

۱۵-۳- مثال کاربردی

با استفاده از مشاهدات فرضی مقدار ریزش هنگام برداشت با کمباین به شرح زیر بیان می‌شود (ایوانی و همکاران، ۱۳۷۹).

(الف) تلفات طبیعی: اگر فرض شود وزن بذره‌های جمع‌آوری‌شده از مجموع چهار ناودانی مربوط به تلفات طبیعی ۱۲ گرم باشد، آن‌گاه:

۱ متر مربع

۱۲ گرم

۱۰۰۰۰

کیلوگرم در هکتار $X=120$

ب) تلفات شانه برش (جمع‌آوری): اگر فرض شود میانگین تلفات دانه جمع‌آوری شده شانه برش در ۱ متر مربع (مجموع چهار نمونه جمع‌آوری شده از کادرهای ۵۰×۵۰ سانتی متر مربع)، ۳۰ گرم باشد، افت طبیعی + افت شانه برش عبارت است از:

$$\begin{array}{rcl} 30 \text{ گرم} & & 1 \text{ متر مربع} \\ X = 300 \text{ کیلوگرم در هکتار} & & 10000 \end{array}$$

و در نتیجه افت شانه برش بر حسب کیلوگرم در هکتار برابر است با:

$$300 - 120 = 180$$

ج) تلفات انتهای کمباین (فرآوری): اگر فرض شود میانگین تلفات دانه‌های جمع‌آوری شده انتهای کمباین در ۱ متر مربع (نصف مجموع پنج نمونه جمع‌آوری شده از کادرهای ۸۰×۵۰ سانتی متر مربع)، ۵۰ گرم باشد، تلفات انتهای کمباین برابر است با:

$$\begin{array}{rcl} 50 \text{ گرم} & & 1 \text{ متر مربع} \\ X = 2 \text{ کیلوگرم در هکتار} & & 10000 \end{array}$$

د) عملکرد خالص: اگر فرض شود کل محصول جمع‌آوری شده در مخزن در مساحت برداشت ۸۶ متر مربع با طول پیشروی ۲۰ متر و عرض برش مفید ۴/۳ متر، ۳۱/۲ کیلوگرم باشد، عملکرد محصول عبارت است از:

$$\begin{array}{rcl} 31.2 \text{ گرم} & & 86 \text{ متر مربع} \\ X = 3627/9 \text{ کیلوگرم در هکتار} & & 10000 \end{array}$$

ه) عملکرد ناخالص محصول: کل تولید محصول در مزرعه (کیلوگرم در هکتار) است که به شرح زیر محاسبه می‌شود.

$$\text{عملکرد ناخالص محصول} = \text{عملکرد خالص} + \text{تلفات جمع‌آوری} + \text{تلفات فرآوری} + \text{تلفات طبیعی}$$

$$\text{کیلوگرم در هکتار} = 3627/9 + 180 + 2 + 120 = 3930$$

و) تلفات طبیعی (درصد): از تقسیم میانگین وزن دانه‌های جمع‌آوری شده تلفات طبیعی بر عملکرد ناخالص محصول به شرح زیر به دست می‌آید.

$$\begin{array}{rcl} 120 \text{ کیلوگرم} & & 3930 \text{ کیلوگرم} \\ X = 3 \text{ درصد} & & 100 \end{array}$$

ز) تلفات جمع‌آوری (درصد): از تقسیم میانگین وزن دانه‌های جمع‌آوری شده تلفات شانه برش بر عملکرد ناخالص محصول برآورد می‌شود.

$$\begin{array}{cc} 3930 \text{ کیلوگرم} & 180 \text{ کیلوگرم} \\ 100 & X = 4/6 \text{ درصد} \end{array}$$

ح) تلفات فرآوری (درصد): از حاصل تقسیم میانگین وزن دانه‌های جمع‌آوری شده تلفات انتهای کمباین به عملکرد ناخالص محصول برآورد می‌شود.

$$\begin{array}{cc} 3930 \text{ کیلوگرم} & 2 \text{ کیلوگرم} \\ 100 & X = 5 \text{ درصد} \end{array}$$

ط) تلفات کلی کمباینی (درصد): به شرح زیر محاسبه می‌شود.

$$\begin{array}{cc} 3930 \text{ کیلوگرم} & 182 \text{ کیلوگرم} \\ 100 & X = 4/6 \text{ درصد} \end{array}$$

ی) تلفات کلی برداشت دانه کلزا (درصد)

تلفات کلی کمباینی + تلفات طبیعی محصول = تلفات کلی برداشت دانه کلزا

$$\begin{array}{cc} 3930 \text{ کیلوگرم} & 302 \text{ کیلوگرم} \\ 100 & X = 7/68 \text{ درصد} \end{array}$$

۱۵-۴- نکاتی چند درباره برداشت مکانیزه کلزا

اعداد و ارقام مربوط به تنظیم کمباین با توجه به دفترچه راهنمای هر کمباین، تجارب راننده و شرایط خاص مزرعه تغییرپذیر است، اما موارد زیر به صورت عمومی توصیه می‌شود:

الف) بهتر است از دماغه مخصوص برداشت کلزا (شانه برش) برای برداشت محصول استفاده شود؛

ب) سرعت پیشروی کمباین، متناسب با عملکرد مزرعه در نظر گرفته شود، به طوری که همواره تغذیه ورودی به صورت یکنواخت و به مقدار معین وارد کمباین شود (حدود ۲/۵ کیلومتر در ساعت)؛

ج) در مزارع پرپشت و یکنواخت استفاده از چرخ فلک توصیه نمی‌شود، اما در صورت استفاده از چرخ فلک در مزارع کمپشت، تنظیم افقی چرخ فلک برای کلزا باید به صورتی انجام گیرد که همزمان در حالتی که چرخ فلک با بوته تماس پیدا می‌کند، عمل برش انجام گیرد. باید از چرخ فلک انگشتی‌دار و سرعت چرخش ۱۸-۱۲ دور در دقیقه (کمترین حالت) استفاده شود؛

د) با رعایت نکات و توصیه‌های فنی شرح داده شده در صورتی که برای برداشت محصول از کمباین‌های فرسوده و مستهلک استفاده نشود، به راحتی می‌توان تلفات و ریزش محصول را در هنگام برداشت از ۳۵ درصد به ۵ درصد کاهش داد.

۱۶- منابع

- ایوانی، افشین، امیرحسین شیرانی راد، علیرضا مهاجر، الیاس دهقان، کریم گرامی. ۱۳۹۸. کاهش مصرف بذر و کاشت یکنواخت کلزا با بهسازی ماشین‌های خطی کار. فصلنامه بازتاب تات، دوره ۲، شماره ۶، صفحه ۲۷-۲۸.
- ایوانی، افشین، رضا فامیل مؤمن و احمد شریفی مالوآجردی، ۱۳۷۹. روش‌های برداشت و نکاتی در مورد تنظیمات دروگرها و کمباین‌های کلزا. نشریه ترویجی شماره ۱، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، ۵۴ صفحه.
- ایوانی، افشین، ۱۳۷۹. دستورالعمل اندازه‌گیری افت کمباینی کلزا در برداشت مستقیم. نشریه ترویجی شماره ۲، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، ۴۳ صفحه.
- بی‌نام. ۱۳۷۹. برداشت کلزا. امور تحقیقات شرکت سهامی خاص توسعه کشت دانه‌های روغنی، ۴۰ صفحه.
- بی‌نام. ۱۳۸۲. دستورالعمل درو، خرمکوبی و انبار کردن محصول کلزا. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت ترویج و نظام بهره‌برداری، دفتر برنامه‌ریزی رسانه‌های ترویجی، ۳۱ صفحه.
- بیرجندی، مجید، جلال کفاشان، علی حاج‌احمد، فرشید مریخ، محسن قاسمی، هوشنگ سرداربنده و مجید داودی. ۱۳۹۷. کاربرد و سرویس ماشین‌های برداشت و پس از برداشت. شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۷۲ صفحه.
- تقی‌نژاد، جبرئیل و محمدرضا مستوفی سرکاری. ۱۳۹۱. ارزیابی فنی و اقتصادی تلفات واحد برش کمباین در مراحل مختلف رسیدگی با سه دماغه متداول کلزا. نشریه ماشین‌های کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، جلد ۲ شماره ۲، ۱۲ صفحه.
- جزایری، کمال‌الدین. ۱۳۸۴. طراحی و ساخت دماغه نیوماتیک کلزا و بررسی تأثیر آن در کاهش افت دانه در برداشت با کمباین. رساله دوره دکتری مکانیک ماشین‌های کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس دانشکده کشاورزی، ۱۸۵ صفحه.
- رشادصدقی، علی. ۱۳۹۷. کشت مکانیزه کلزا. نشر آموزش کشاورزی، ۳۲ صفحه.
- شاکر، محمد، غلام‌رضا قهرمانیان، حمیدرضا صادق‌نژاد، سیدصادق سیدلو، حمیدرضا خادم حمزه، آذر طاعی و ابراهیم زارع، ۱۳۸۲. مقایسه برداشت دومرحله‌ای کلزا در رطوبت‌های مختلف با روش برداشت مستقیم. گزارش نهایی مصوب مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.
- منصوری راد، داود. ۱۳۶۸. تراکتورها و ماشین‌های کشاورزی. جلد اول و دوم. انتشارات دانشگاه بوعلی سینا.
- مصطفوی راد، معرفت، امین نوبهار و زهرا یوسفی. ۱۳۹۷. مدیریت برداشت و نگهداری محصول کلزا. مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان، ۱۳ صفحه.
- یوسفی، روح‌اله و علیرضا علامه. ۱۳۹۹. شناخت خطی کارها و کالیبراسیون آنها. نشر آموزش کشاورزی، ۱۷۴ صفحه.
- یوسفی، روح‌اله. ۱۳۸۶. ماشین‌های خاک‌ورزی. مؤسسه فرهنگی هنری دانش بهید، ۳۹۵ صفحه.
- یوسفی، روح‌اله، سیدمرتضی حسینی و محمد قهدریجانی. ۱۳۹۱. ماشین‌های داشت. مؤسسه فرهنگی هنری دانش بهید، ۲۴۰ صفحه.
- Brown, J., Davis, J. B., Lauver, M., and Wysocki, D. 2009, USCA Canola Growers Manual, University of Idaho and Oregon State University, 75 page.

مدیریت پس از برداشت کلزا

جلال محمد زاده

عضو هیات علمی بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، گرگان، ایران

چکیده

کلزا یکی از دانه‌های روغنی مهم دنیا بوده که بعد از سویا و نخل روغنی مقام سوم را در تامین روغن نباتی جهان دارد. میزان زیاد روغن در دانه کلزا و همچنین ترکیب مناسب اسیدهای چرب روغن در ارقام اصلاح شده سبب توجه اکثر کشورهای جهان به این دانه روغنی شده است. در ایران نیز در جهت نیل به خود کفایی در تولید روغن کشت آن گسترش یافته است. از مهمترین عملیات پس از برداشت کلزا می‌توان به زمان برداشت مناسب، فرایند خشک کردن و نگهداری دانه کلزا اشاره کرد که نه تنها بر میزان، بلکه بر کیفیت روغن استحصالی نیز تاثیر نیز به‌سزایی دارد. برداشت زود هنگام به دلیل رطوبت بالا هزینه‌های عملیات پس از برداشت را افزایش داده و برداشت دیر هنگام سبب افزایش خسارت ناشی از ریزش دانه‌ها می‌شود. همچنین اگر دانه پس از برداشت بلافاصله خشک نشود گرمای حاصل از تنفس و رطوبت سبب رشد و فعالیت انواع قارچ‌ها شده که با تولید سم‌های قارچی و کاهش کیفی روغن همراه است. بنابراین باتوجه به توسعه و گسترش کشت کلزا، بررسی فرایندها و عملیات پس از برداشت آن، از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد.

مقدمه

افزایش جمعیت، بهبود سطح تغذیه و جایگزین شدن روغن‌های نباتی با روغن‌های حیوانی همراه با افزایش مصرف پروتئین‌های گیاهی، تکاپو جهت دستیابی به منابع مختلف روغنی را افزایش داده است. در این خصوص گیاه کلزا به لحاظ خصوصیات فیزیولوژیک آن و امکان کشت پائیزه و استفاده از بارندگی‌های پائیزه و نیز تناوب با غلات در تمام استان‌های

کشور فرصت مناسبی را برای توسعه کشت این دانه روغنی فراهم نموده است. اثرات کشت این محصول در پایداری تولید و نیز کنترل بیماری‌های غلات و افزایش عملکرد محصولات بعدی و نیز بهبود وضعیت خاک‌های زراعی کشور از جمله مزایای این محصول است.

دانه کلزا دارای (۳۸-۴۶٪ روغن) و (۲۰-۳۰٪ پروتئین) می‌باشد. ارزش غذایی روغن کلزا بدلیل مقدار کم اسیدهای چرب اشباع شده (کمتر از ۴ درصد اسید پالمیتیک) و همچنین ترکیبات مناسب اسیدهای چرب آن (حدود ۶۰٪ اسید اولئیک، ۲۰٪ اسید لینولئیک و ۶/۹٪ اسید لینولنیک) که بعد از روغن زیتون از نظر مقدار اسید اولئیک در بین چربی‌ها و روغن‌های نباتی خوراکی در مقام دوم قرار دارد. سطح بالای چربی‌های غیراشباع و اسیدهای چرب امگا ۳ و امگا ۶ در این روغن باعث برتری قابل توجه آن بر سایر روغن‌های گیاهی شده است.

در کشور مانیز باتوجه به واردات بالای روغن خام، همچنین ویژگی‌های خاص این گیاه و سازگاری آن با شرایط آب و هوایی اکثر نقاط کشور، کشت آن گسترش یافته است، لذا بررسی فرآیندها و عملیات پس از برداشت آن به خصوص در کاهش ضایعات پس از برداشت از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد.

زمان مناسب برداشت کلزا

کلزا معمولاً در رطوبت ۳۵ درصد از نظر فیزیولوژیکی رسیده و آماده برداشت است. یکی از عوامل مؤثر در میزان کیفیت روغن همچنین کاهش خسارات ناشی از برداشت، تعیین دقیق زمان برداشت است. عملیات برداشت کلزا بسیار حساس است و به دلیل ریز بودن دانه و عدم رسیدگی یکنواخت، تلفات برداشت می‌تواند زیاد و سنگین باشد. به طوری که برداشت زود هنگام کلزا به دلیل در رطوبت بالای دانه‌ها زمینه فعالیت و رشد کپک‌ها و افزایش هزینه‌های خشک کردن دانه شده و از طرف دیگر به دلیل سبز بودن دانه و افزایش میزان کلروفیل، هزینه‌های رنگبری را در مرحله تصفیه روغن افزایش می‌دهد. اما اگر دانه‌ها دیرتر از موعد برداشت شوند به دلیل خشک شدن بیش از حد غلاف‌ها سبب افزایش خسارت ناشی از ریزش دانه‌ها می‌شود. لذا تعیین دقیق زمان برداشت بسیار حائز اهمیت است.

برداشت کلزا به دو روش مستقیم و غیر مستقیم توصیه می‌شود. در برداشت مستقیم وقتی ۸۵ تا ۹۰ درصد دانه‌های خورجین‌های ساقه اصلی و شاخه‌های اولیه به رنگ قهوه‌ای روشن یا تیره متمایل شدند (رطوبت دانه حداکثر ۱۲ درصد است)، می‌توان محصول را با کمباین برداشت نمود در این حالت، تنظیمات کمباین باید به درستی انجام شود. چرخ و فلک و هد کمباین تا حد ممکن باید در بالاترین سطح قرار گیرد، به طوری که خورجین‌های کلزا را از پشت به داخل کمباین هدایت کند و ساقه کمتری وارد کمباین شود. استفاده از هد مخصوص کلزا با تیغه برش عمودی در کاهش ریزش دانه بسیار موثر است. زمان مناسب برداشت غیر مستقیم کلزا وقتی است که ۴۰ تا ۵۰ درصد خورجین‌های ساقه اصلی تغییر رنگ داده و رطوبت دانه‌ها به حدود ۲۵ درصد برسد. در این روش پس از برداشت، بوته‌ها باید به مدت سه تا هفت روز در شرایط مزرعه و در معرض آفتاب قرار می‌گیرند تا بذور سبز به رنگ تیره در آیند و پس از رسیدن رطوبت دانه به حدود ۱۲ درصد، عملیات خرمن کوبی انجام شود. برداشت معمولاً به وسیله دروگر مخصوص کلزا یا انواع دروگرهای موجود صورت می‌گیرد. مناسب‌ترین

روش اندازه‌گیری رسیدگی کلزا مطلع شدن از محتوای رطوبت آنها است و هنگامی که رسیدن کلزا به تاخیر می‌افتد محتوای کلروفیل دانه معیار مناسبی برای تعیین زمان برداشت خواهد بود (کمتر از ۲۵ قسمت در میلی لیتر روغن).



شکل ۱- برداشت مستقیم و حمل کلزا

شرایط خشک کردن کلزا

فرایند خشک کردن دانه کلزا مرحله‌ای ضروری پس از برداشت دانه به‌خصوص در مناطق با رطوبت نسبی بالا است. بیشتر روش‌های خشک کردن با استفاده از عبور هوای گرم تحت فشار از توده دانه انجام می‌شود.

لذا عوامل متعددی مانند سرعت جریان هوا، حرارت هوا، رطوبت نسبی هوای وارده و درصد رطوبت اولیه دانه بر شدت خشک کردن دانه تاثیرگذار هستند. اگر دانه کلزا مدت زیادی درمقابل هوای خشک‌کن دارای رطوبت اندک و حرارت بالا قرار گیرد، بیش ازحد خشک شده و به‌دلیل کاهش بیش ازحد وزن سبب زیان اقتصادی و پودر شدن دانه در مراحل استخراج روغن و کاهش راندمان استخراج می‌شود. معمولاً "سیستم‌های خشک کردن یا بصورت غیر مداوم و یا مداوم است. خشک‌کن‌های غیر مداوم یک‌باره و به‌طور کامل پر شده و هوا از درون یک واحد دمنده هوای گرم عبور کرده و از میان دانه عبور می‌کند.

خشک‌کن‌های دارای جریان پیوسته برای دریافت دانه مرطوب از بالا و تخلیه دانه خشک و خنک شده از پایین طراحی شده است. اغلب این خشک‌کن‌ها دارای جریان پیوسته و از نوع جریان متقاطع هستند. به‌عبارت دیگر هوا با زاویه قائمه نسبت به جریان حرکت دانه، از درون دانه عبور می‌کند و در انتها دانه‌های خشک شده از طریق یک ماریج واقع در کف خشک‌کن خارج می‌شود.

دانه کلزا در زمان برداشت دارای ۱۲-۱۴ درصد رطوبت است که بایستی به ۸ درصد تقلیل یابد تا جهت انبارداری و یا فرایند روغن‌کشی مناسب باشد. فعالیت تنفسی بالای کلزا پس از برداشت و گرمای ناشی از آن به همراه رطوبت سبب رشد میکروارگانیسم‌ها و تولید انواع سم‌های قارچی و کلوخه شدن دانه‌ها و افزایش اسیدهای چرب آزاد و کاهش کیفیت روغن می‌شود. رطوبت مهم‌ترین نقش را در رشد میکروارگانیسم‌ها ایفاء می‌کنند. لازم به ذکر است اگر دانه مدت زیادی درمقابل هوای خشک‌کن دارای رطوبت اندک و حرارت بالا قرار گیرد و بیش ازحد خشک شود وزن دانه بیش ازحد کاهش می‌یابد که علاوه بر زیان اقتصادی ناشی از کاهش بیش ازحد وزن دانه سبب کاهش راندمان استخراج روغن به‌دلیل پودر شدن

دانه در مراحل استخراج می‌شود، بنابراین فرآیند خشک کردن بسیار پیچیده است. مطالعات انجام شده بر ویژگی‌های مکانیکی کلزا نشان داد وقتی دانه با رطوبت اولیه بالا در معرض درجه حرارت‌های بالا قرار گیرد، آسیب‌پذیرتر هستند. دستاورد حاصله در زمینه فرایند خشک کردن دانه کلزا جهت مصارف بذری و استحصال روغن حاکی از آن است که استفاده از دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد با رطوبت ۱۲ درصد بهترین قوه نامیه را داده است. همچنین جهت فرایند استحصال روغن از کلزا دمای ۸۵ درجه سانتی‌گراد با رطوبت اولیه ۱۲ درصد به عنوان شرایط مناسب معرفی شده است.

جدول ۱- میزان قوه نامیه بذر کلزا در رطوبت و درجه حرارت‌های مختلف فرایند خشک کردن

درجه حرارت °C		
۴۵	۴۰	% رطوبت
۸۸	۹۰	۱۴
۹۰	۹۲	۱۲

جدول ۲- تغییرات میزان اسیدهای چرب آزاد روغن کلزا در رطوبت و دماهای مختلف فرایند خشک کردن

درجه حرارت °C			
۸۰	۷۰	۶۰	% رطوبت
۰/۶۹	۰/۷۶	۰/۸۰	۱۲
۰/۷۴	۰/۸۱	۰/۸۹	۱۴
۰/۸۷	۰/۹۲	۰/۹۸	۱۶

نگهداری کلزا

ناخالصی‌های همراه با دانه کلزا (بذور علف‌های هرز)، رطوبت اولیه دانه‌ها، درجه حرارت، رطوبت نسبی و تهویه هوای داخل انبارها از عواملی هستند که بر عمر انبارمانی دانه کلزا در طی نگهداری تأثیر گذار هستند. از آنجا که مواد خارجی درون دانه همانند ذرات کاه و کزل، ذرات خاک و سنگ و یا تخم علف‌های هرز نسبت به دانه روغنی جاذب الرطوبه بوده و رطوبت بیشتری (معمولاً ۳-۴ درصد بیشتر از دانه کلزا) را در خود نگه می‌دارند لذا به مرور زمان نواحی مرزی کوچکی با میزان رطوبت بالاتر درون توده دانه ایجاد می‌شود که رشد و فعالیت کپک‌ها و حشرات را در این نواحی تسریع نموده و منجر به گسترش نقاط داغ داخل انبار می‌شود. علاوه بر آن مواد خارجی درون توده دانه‌ها مانع از گردش جریان هوا در طی هوادهی انبارها می‌شوند و باعث ایجاد مکان مناسب جهت رشد انواع حشرات و میکروارگانیسم‌ها شوند. لذا ضرورت دارد مواد خارجی قبل از ذخیره سازی تا حد ممکن جدا شوند. افزایش رطوبت به همراه فعالیت میکروارگانیسم‌ها سبب اکسیداسیون و هیدرولیز روغن دانه، گسترش مایکوتوکسین‌ها (سم‌های قارچی) واکنش‌های آلرژیک (حساسیت‌زا) در افراد

نسبت به اسپوره‌های کپک‌ها در اثر تنفس، چسبیدگی و خوشه‌ای شدن دانه‌ها و حتی احتراق خود به خودی در انبارها شوند. لذا باید این عوامل در انبارها به طور مداوم کنترل شوند.



شکل ۲- کلزا تازه برداشت شده حاوی انواع نا خالصی‌ها



شکل ۳- کلزا با آلودگی کپکی و کلوخه شدن دانه کلزا

کلزا می تواند در انبارهای مکانیزه مسقف کلزا دانه‌ها به صورت فله نگهداری شوند. دانه ابتدا توسط الواتور بالا رفته و بوسیله هلیس‌هایی در بخش‌های مختلف انبار تخلیه می‌گردد. این انبارها دارای سیستم خنک کننده‌ای است که هوا را داخل یک کانال مرکزی به انشعابات خود در کف انبارها منتقل می‌کند. جهت خروج دانه نیز از یک تونل که مجهز به نوار نقاله یا هلیس است استفاده می‌گردد.



شکل ۴- انبارهای مکانیزه مسقف کلزا

همچنین کلزا در مقادیر زیاد در سیلوها قابل ذخیره سازی است. جنس این سیلو از فولاد یا آلیاژهای آلومینیوم و یا بتونی بوده و از چندین کدو مجاور هم تشکیل شده است. ارتفاع کدوها عموماً کمتر از ۲۰ متر و قطر آنها ۱۰ تا ۱۲ متر می باشد. لازم به ذکر است هنگامی که رطوبت دانه بالا باشد به دلیل بالاتر بودن هدایت حرارتی استیل باعث تبادل حرارت بین برون و داخل توده دانه می شود این حالت باعث کندانسه شدن رطوبت در سطح دانه شده که از پیامدهای آن رشد کپکها و پدیده خود گرمائی است.



شکل ۵- سیلوهای فلزی جهت نگهداری کلزا

هرچه رطوبت اولیه دانه بیشتر و دمای نگهداری انبار بالاتر باشد، کلزا از عمر انباری کمتری برخوردار خواهد بود. جدول ۳ زیر رابطه بین عمر انبارداری کلزا با رطوبت اولیه دانه و دمای نگهداری را نشان می دهد.

جدول ۳- عمر انباری کلزا با توجه به رطوبت اولیه دانه و دمای نگهداری (بر اساس هفته)

درجه حرارت نگهداری (°C)	رطوبت اولیه دانه (درصد)					
	۸	۹	۱۰	۱۲	۱۴	۱۷
۲۵	۱۶	۹	۵	۲/۵	۱	-
۲۰	۳۲	۱۹	۱۰	۵	۲	۱
۱۵	۶۵	۴۰	۲۰	۱۰	۴	۱

یکی از نکات مهم در انبارداری کلزا میزان اسیدهای چرب آزاد و پراکسید می باشد. انبارداری نامناسب سبب اتواکسیداسیون چربی (خود اکسایشی) در دانه کلزا شده و این دو اندیس را افزایش می دهد، که سبب کاهش کیفیت روغن و در مراحل بعدی افزایش افت تصفیه روغن (اسیدهای چرب و سایر ناخالصی ها که در تصفیه روغن جدا می شوند) خواهد شد از این جهت توصیه می شود که هوادهی دانه در انبار بطور دائم انجام گیرد. این عمل بوسیله فن های قوی دمنده هوا و یا بوسیله زیرو رو کردن دانه انجام می شود.

عملیات قبل از ذخیره سازی مناسب

- آماده سازی انبارها قبل از ذخیره سازی دانه های جدید، درزگیری شکاف ها برای جلوگیری از نفوذ حشرات بالدار، باران و برف؛ سم پاشی دیوارها و کف انبار با حشره کش های مجاز توصیه شده.
- نصب سیستم هوادهی جهت کاهش تنش دمایی و تراکم رطوبت.
- دانه های ذخیره شده هر دو هفته یکبار جهت تعیین نشانه های آلودگی مورد بررسی و آزمایش قرار گیرند، شامل درجه حرارت، میزان CO_2 و فعالیت حشرات.
- کنترل حرارت، انتقال دانه های آلوده شده به انبارهای دیگر، جهت کاهش نقاط داغ و کنترل آفات.
- کنترل دانه های قسمت بالایی انبار قبل از گسترش توده های کپکی و یا قارچ ها.
- اگر آلودگی حشرات اتفاق افتاده باشد و هوادهی نیز قابل اجرا نباشد، درزگیری انبار و دود دادن توده دانه با گاز فسفین یا ازن انجام شود.

توصیه و پیشنهادها

باتوجه به طرح توسعه کشت و صنایع تبدیلی کلزا، دانه های برداشت شده به خصوص در مناطق با رطوبت نسبی بالا و همچنین رطوبت بالای دانه در زمان برداشت دانه ها باید خشک و به رطوبت مناسب جهت نگهداری برسند. لذا توصیه می شود فاصله بین برداشت کلزا تا رساندن محصول به خشک کن ها به حداقل برسد و این امر میسر نخواهد شد، مگر آنکه مراکز تحویل دانه و تعداد خشک کن های با ظرفیت بالا (عمودی) به خصوص در مناطق مرطوب کشور مانند استان های مازندران و گلستان که از مراکز عمده کشت کلزا هستند افزایش پیدا کند.

جهت حفظ خصوصیات کیفی روغن و کاهش اثرات حرارتی خشک‌کن‌ها به‌تراست برداشت در رطوبت ۱۲ تا ۱۴ درصد انجام شود.

استفاده از درجه حرارت‌های بالا سبب کاهش وافت کیفیت محصول شده لذا خشک کردن دانه جهت استحصال روغن در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد و در مصرف بذری تا ۴۵ درجه سانتی‌گراد قابل توصیه است.

تنفس توده‌های دانه طی مراحل نگهداری سبب افزایش دما و رطوبت نسبی شده لذا باید هوادهی شوند و این عمل به وسیله فن‌های قوی دمنده هوا و یا بوسیله زیرو رو کردن دانه انجام می‌شود. هوادادن حرارت دانه را پایین می‌آورد و رشد و تکثیر اکثر گونه‌های حشرات را به‌حدی کند می‌شود که به مرحله تولید مثل نمی‌رسند.

آماده‌سازی انبارها قبل از ذخیره‌سازی دانه‌های جدید، شامل درزگیری شکاف‌ها برای جلوگیری از نفوذ حشرات، باران و برف؛ سم‌پاشی دیوارها و کف انبار با حشره‌کش‌های مجاز است.

دانه‌های ذخیره شده هر دو هفته یک بار جهت تعیین نشانه‌های آلودگی مورد بررسی و آزمایش قرار گیرند.

کنترل حرارت، انتقال دانه‌های آلوده شده به انبارهای دیگر، جهت کاهش نقاط داغ و کنترل آفات.

کنترل دانه‌های قسمت بالایی انبار قبل از گسترش توده‌های کپکی و یا قارچ‌ها.

اگر آلودگی حشرات اتفاق افتاده باشد و هوادهی نیز قابل اجرا نباشد، دود دادن توده دانه با گاز فسفین قابل توصیه است.

فهرست منابع

- ۱- پیروزیخت، مرتضی. (۱۳۷۵). کاشت، داشت، و برداشت کلزا. انتشارات معاونت زراعت وزارت کشاورزی.
- ۲- مجنون حسینی، ناصر. (۱۳۸۰). توصیه‌هایی برای برداشت و ذخیره‌سازی محصول کلزا نشریه مروج، شماره ۵۳.
- ۳- فامیل مومن، رضا. (۱۳۹۰). مدیریت پس از برداشت کلزا (تاسیسات، ذخیره سازی و انبارش، خشک کردن، حمل و نقل، اختلاط و نگهداری). گزارش نهایی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی نشریه شماره: ۳۹۵۴۴.
- ۴- محمدزاده، جلال. (۱۳۸۸). بررسی شرایط خشک کردن دانه کلزا و اثرات آن بر کمیت و کیفیت روغن استحصالی. گزارش نهایی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی نشریه شماره: ۳۴۶.
3. Kollmon, I. (2016) Quality changes and dry matter losses during storage of rapeseed. Dissertation – Abstracts – International. 57 (1), 100 – 118
4. Sadowska, j.k. Fornal, j. (1996). Drying and processability of dried rapeseed. J. sci. food. Agric. 72 (2): 257 – 2
5. Shahidi, F. (2005). Canola and rapeseed production, chemistry Nutrition and Processing technology. Van Nastrand Reinhold, New york. P: 75 – 95.