AERI

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 کلزای پاییزه

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

AERI

آدرس: کرج، بلوار شهید فهمیده، کدپستی: ۳۱۳۵۹۱۳۵۳۳، مؤسسه تحقیقات فنی ومهندسی کشاورزی
تلفن: ۳۲۷۰۵۳۲۰، ۳۲۷۰۵۲۴۲ و ۳۶۱۵۰۰۰۰(۰۲۶)
دورنگار: ۳۲۷۰۶۲۷۷ (۰۲۶)، آدرس دسترسی: www.aeri.ir (بخش انتشارات الکترونیکی)

بسم الله الرحمن الرحیم

مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

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

نگارندگان:
افشین ایوانی[۱]، علیرضا کیانی[۲]، جلال محمدزاده[۲]، روح‌اله یوسفی[۳]، محمدرضا مستوفی[۱]

۱-عضو هیئت علمی مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی
۲-عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان
۳-عضو هیئت علمی مؤسسه تحقیقات برنج کشور

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 محمدزاده، روح‌اله یوسفی و محمدرضا مستوفی
ویراستار ادبی: محمدرضا داهی
صفحه‌آرا و طراح جلد: سمیه وطن‌دوست
ناشر: مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی
شمارگان: محدود
نوبت چاپ: اول
سال انتشار: ۱۴۰۱

شماره ثبت ۶۲۵۶۰ در مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع‌رسانی کشاورزی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی به تاریخ ۱۴۰۱/۰۹/۰۶

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
آبیاری کلزا	۱
مقدمه و شرایط عمومی رشد کلزا	۱
راهبرد افزایش عملکرد	۲
اصول برنامه‌ریزی آبیاری	۳
آشنایی با مراحل رشد کلزا	۳
مرحله رویشی	۳
مرحله زایشی	۴
برنامه‌ریزی در زمان کاشت	۶
برنامه‌ریزی آبیاری کلزا برای تعداد دانه و وزن دانه	۷
مراحل آبیاری کلزا	۸
در شرایط آبیاری کامل	۸
در شرایط کم آبیاری	۸
حساسیت مراحل مختلف رشد کلزا به آب	۹
مقدار آب مورد نیاز کلزا	۹
چگونگی تنظیم مدت زمان هر نوبت آبیاری	۱۰
عملیات گام به گام برای تامین آب مورد نیاز	۱۱
روش‌های آبیاری	۱۴
منابع	۲۰
ماشین‌ها و روش‌های مکانیزه	۲۱
مقدمه	۲۱
آماده‌سازی مکانیزه بستر بذر	۲۲
خاک‌ورزی اولیه	۲۳
تراز کردن گاوآهن برگردان‌دار	۲۵
تنظیم عمق کار گاوآهن برگردان‌دار	۲۶
تنظیم عرض کار گاوآهن برگردان‌دار	۲۷
خاک‌ورزی ثانویه	۳۱
تراز کردن دیسک	۳۱
تنظیم عمق کار دیسک	۳۱
تنظیم زاویه برش	۳۱
ماله (تسطیح‌کن)	۳۲
ماشین‌های کودپاشی پیش‌کشت	۳۳
تنظیمات اتصال کودپاش به تراکتور	۳۵
کالیبراسیون ماشین کودپاش	۳۷
ماشین‌های کاشت مکانیزه کلزا	۳۸

آشنایی با خطی‌کارها ۳۹
انواع موزع در خطی‌کارها ۴۰
موزع در خطی‌کارهای مکانیکی ۴۱
موزع‌های غلتکی دندانه‌دار (آجدار) ۴۳
موزع در خطی‌کارهای نیوماتیکی ۴۴
تنظیم مقدار ریزش بذر در انواع خطی‌کار ۴۵
تنظیم براساس جدول و دفترچه راهنمای ماشین ۴۸
تنظیم بدون جدول و دفترچه راهنمای ماشین ۵۰
ماشین‌های داشت شیمیایی کلزا ۵۳
سمپاش‌های رایج غیرتراکتوری ۵۳
سمپاش‌های رایج تراکتوری ۵۳
کلیات کالیبراسیون سمپاش‌ها ۵۴
ماشین‌های داشت مکانیکی کلزا ۵۶
آشنایی با کمباین کلزا ۵۸
واحد برش و تغذیه ۵۸
واحد کوبنده ۶۳
واحد جداسازی ۶۵
واحد تمیزکننده ۶۹
واحد انتقال دانه ۷۲
تنظیمات کمباین پیش از برداشت ۷۳
تنظیم ارتفاع برش ۷۳
سرعت پروانه کلش‌کش ۷۴
تنظیم موقعیت پروانه چرخ‌فلک ۷۴
تنظیم هلیس دستگاه درو ۷۵
انگشتی‌های هلیس ۷۵
تنظیمات مربوط به واحد کوبنده ۷۶
تنظیم باد پنکه ۷۷
تنظیم روزنه الک‌ها ۷۸
اندازه‌گیری تلفات کلزا در برداشت مستقیم ۷۹
وسایل مورد نیاز ۷۹
نحوه اندازه‌گیری تلفات کمباینی ۷۹
مثال کاربردی ۸۱
نکاتی چند درباره برداشت مکانیزه کلزا ۸۳
منابع ۸۴
مدیریت پس از برداشت کلزا ۸۵
چکیده ۸۶
مقدمه ۸۶

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

آبیاری کلزا

علیرضا کیانی[1]،

مقدمه

کلزا یا کانولا یکی از مهم‌ترین گیاهان روغنی در جهان است که شاخصهٔ اصلی آن سطح پایین، کمتر از ۲ درصد، اسید اروسیک است. اسید اروسیک نوعی اسید غیرمفید از نظر تغذیه‌ای محسوب می‌شود. دانهٔ کلزا به‌رغم ریز بودن، دارای ۴۳ درصد روغن، ۲۱ درصد پروتئین و ۳۶ درصد مواد نشاسته‌ای و قندی است. کلزا با خواص ویژه‌ای که دارد، گیاهی بسیار مفید در تناوب با گندم برای حفظ پایداری تولید و کنترل آفات و بیماری‌ها محسوب می‌شود.

در سال۲۰۱۰ سطح زیر کشت کلزا در دنیا در حدود ۳۳/۸ میلیون هکتار و میزان تولید با متوسط عملکرد ۱۸۵۶ کیلوگرم در هکتار، در حدود ۶۲/۷ میلیون تن بوده است. مساحت کاشته شدهٔ کلزا در ایران در همین سال در حدود ۱۶۵ هزار هکتار و میزان تولید دانه، با متوسط عملکرد ۲۰۹۰ کیلوگرم در هکتار ، در حدود ۳۴۵ هزار تن بوده است((فائو، ۲۰۱۱).

شرایط عمومی رشد کلزا

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 دورهٔ رشد آن حدود ۳۰۰ تا ۴۰۰ میلی‌متر باشد، این گیاه عملکرد مناسبی دارد. مقدار آب مورد نیاز کلزا به موارد زیر بستگی دارد:

- اقلیم
- رقم

---

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

– عملکرد مورد انتظار

–مدیریت گیاهی

کلزا در دو مرحله، یکی جوانه زنی و دیگری 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 کشت آن، خاک متوسط (لوم، لومی رسی) است که دارای شرایط مناسب زیر باشد:

– زهکشی مناسب داشته باشد،

– pH آن بین ۵/۵ تا ۷/۵ (مناسب‌ترین pH معادل ۶/۵) 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 (شکل ۱) نمی‌توانند سر از خاک بیرون بیاورند، مناسب نیست. از نظر مقاوت به شوری، کلزا در ردیف گیاهان نسبتاً مقاوم به شوری قرار دارد و آستانهٔ خسارت آن در حدود ۵ تا ۷ دسی زیمنس بر متر است. کلزا در مقابل تنش غرقابی (آب ماندگی بیش از ۳ روز) خصوصا در مرحلهٔ روزت (غیر فعال شدن موقت زمستانهٔ گیاهچه تا فراهم شدن شرایط حرارتی مناسب)حساسیت نشان می‌دهد. در مرحله روزت، قطر طوقهٔ کلزا حدود ۱ سانتی‌متر و عمق ریشه حدود ۱۵ سانتی-متر است.

جدول ۱- دمای مناسب برای مراحل مختلف رشد کلزا

مرحلهٔ مورد نظر	دمای مناسب برحسب سانتی‌گراد
جوانه‌زنی	۱۵ تا ۲۰
رشد و توسعه	۲۰ تا ۲۵
نکته: دمای بیشتر از ۳۵ درجه سانتی‌گراد به گیاه صدمه جدی میزند.	

شکل ۱- نمونه‌ای از بذر کلزا

راهبرد افزایش عملکرد

به‌طور کلی عملکرد کلزا شامل سه جزء اصلی زیر است:

۱- تعداد بوته در واحد سطح،

۲- تعداد غلاف و تعداد دانه در غلاف،

۳- وزن هزار دانه.

به‌منظور افزایش عملکرد گیاه، نیاز خواهد بود تا برای این سه جزء برنامه‌ریزی شود. به عبارت ساده‌تر باید نیازهای هر جزء شامل آب، خاک، تغذیه، آفات، بیماری‌ها، و ... شناسایی و برای آنها برنامه‌ریزی شود.

اصول برنامه‌ریزی آبیاری

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

جدول ۲- راهنمای 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 قرا بدهیم؟	۳- روش‌های آبیاری

آشنایی با مراحل رشد کلزا

رشد کلزا را می‌توان به دو مرحلهٔ اصلی رویشی و زایشی تقسیم کرد.

مرحلهٔ رویشی

از زمان کاشت تا ظهورِ اولین گل را مرحله رویشی کلزا می‌گویند؛ که این مرحله شامل موارد زیر است:

- **جوانه‌زنی:** حدود ۵ تا ۱۰ روز پس از کاشت جوانه زنی رخ می‌دهد.
- **گیاهچه‌ای و توسعهٔ برگی:** در اینجا روزت و همچنین ۶ تا ۸ برگی گیاه کلزا به‌وجود 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 صورت می‌گیرد (شکل ۳).

شکل۳- نمایی از مرحله ساقه‌دهی گیاه کلزا

مرحله زایشی

گیاه کلزا بعد از مرحلهٔ رویشی وارد مرحلهٔ زایشی می‌شود که شامل موارد زیر است:

گلدهی: گلدهی اولین قسمت از مرحلهٔ زایشی گیاه کلزاست (شکل ۴).

شکل٤- نمایی از گل‌دهی گیاه کلزا

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

شکل٥- نمایی از غلاف‌دهی و پرشدن دانهٔ گیاه کلزا

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

شکل٦- نمایی از رسیدن دانه در گیاه کلزا

برنامه ریزی در زمان کاشت

هدف از برنامه‌ریزی 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

موارد ضروری	توضیح موارد
دما	۱۵ تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد دمای ایده‌آل است.
رطوبت خاک	بنا بر ظرفیت مزرعه تعیین می‌شود.
عمق کاشت	عمق کاشت می‌بایست ۱ تا ۲ سانتی متر باشد.
میزان بذر	حدود ۵ تا ۷ کیلوگرم در هکتار بذر نیاز است.
تهیه بستر مناسب	بستر مناسب با نرم شدن خاک و عاری‌بودن از کلوخه تهیه می‌شود.
تاریخ مناسب کاشت	در هر منطقه تاریخ کاشت طوری برنامه‌ریزی می‌شود که گیاه قبل ازشروع سرما به مرحلهٔ روزت رسیده باشد.
رطوبت در زمان کاشت	با توجه به زمان کاشت گیاه کلزا، رطوبت مطلوب تعیین می‌شود.

ایجاد سبز یکنواخت در زمان کاشت تحت تاثیر نوع خاک، مدت آب ماندگی و روش آبیاری قرار می‌گیرد. بذر کلزا نسبت به بذر 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 به‌صورت جوی-پشته یا از روش آبیاری بارانی بصورت متناوب و با مقادیر کم استفاده شود.

برای ایجاد سبز یکنواخت که یکی از عوامل اصلی تولید است، بذر کلزا در هنگام کاشت باید رطوبت کافی جذب کند. نبود کلوخه های درشت و 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 و برای جلوگیری از سله بستن، آبیاری باید سبک و با فاصله‌های کم صورت گیرد تا گیاه به‌طور 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 دما و افزایش سرعت باد، گل‌ها را بشدت پژمرده می‌کند (شکل ۷) و به افت شدید عملکرد می‌انجامد. حفظ رطوبت مناسب در زمان گل‌دهی باعث می‌شود این مرحله طولانی‌تر و تکمیل شود و در نتیجه تعداد دانه در غلاف، وزن دانه و همچنین کیفیت و میزان روغن افزایش یابد. برای اینکه وزن دانهٔ کلزا افزایش یابد، رطوبت نیمرخ خاک در زمان تکمیل غلاف و شروع دانه‌بستن باید در حد مطلوب تامین شود. کمبود آب در مرحلهٔ ساقه رفتن باعث می‌شود کانوپی گیاه و ارتفاع آن کاهش یابد. در مرحلهٔ گلدهی رشد گیاه بسیار سریع و نیاز به آب در آن بالاست. حساس‌ترین مراحل رشد گیاه کلزا نسبت به آب به ترتیب عبارت است از شروع گلدهی، دوران گلدهی و پس از آن طویل شدن غلاف و پر شدن دانه. کمبود آب در مرحلهٔ گلدهی باعث کاهش تعداد غلاف و در مرحلهٔ طویل شدن غلاف باعث کاهش تعداد دانه در غلاف می‌شود. کمبود آب در مرحله پرشدن دانه و پس از آن منجر به کاهش وزن دانه خواهد شد.

شکل ۷- پژمردگی گل‌های کلزا در اثر توامان خشکی

مراحل آبیاری کلزا

در شرایط آبیاری کامل

زمانی که آب محدودیت نداشته باشد، مراحل اصلی آبیاری کلزا برای رسیدن به حداکثر عملکرد عبارت‌اند از:

- ✓ زمان کاشت
- ✓ ساقه‌دهی
- ✓ شروع گلدهی
- ✓ تشکیل غلاف
- ✓ پرشدن دانه

هرگاه تنش آبی در اوایل رشد کلزا اتفاق بیفتد، گیاه رشد معمول خود را بعد از یک باران یا آبیاری بازیابی می‌کند. گیاهان تحت تنش آبی قابلیت بازیابی سطح برگ، تشکیل گل، تعداد غلاف و پر شدن دانه را دارند، به‌شرطی که آب در دسترس قرار گیرد. در این شرایط، رشد گیاه سریع‌تر از حد معمول می‌شود و در نتیجه عملکرد نیز تحت تاثیر قرار می‌گیرد. آخرین آبیاری کلزا زمانی است که حدود۲۰ درصد کپسول‌های کلزا رسیده باشند یا کپسول‌ها تغییر رنگ داده باشند.

در شرایط کم آبیاری

در مناطقی که آب به اندازه کافی وجود ندارد، مانند شرایط کشور، بهتر است برنامهٔ آبیاری کلزا به شرح تنظیم شود :

- ✓ 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 قبل از شروع گلدهی و سومی در شروع غلاف‌دهی باشد.

حساسیت مراحل مختلف رشد کلزا به آب

واکنش کلزا نسبت به آب در تمام مراحل رشد یکسان نیست. حساس‌ترین مرحلهٔ رشد کلزا نسبت به آب دوران گلدهی و پس از آن مرحلهٔ پرشدن غلاف است. خلاصه واکنش مراحل رشد کلزا در جدول (۴) به‌صورت جمع‌بندی ارایه شده است.

جدول٤- واکنش مراحل مختلف کلزا به آب

مراحل رشد	نوع حساسیت	تاثیر
جوانه زنی	زیاد	تاخیر در جوانه زنی، واکاری، غیریکنواختی در سبز شدن
سبزینه ای	کم	کم
ساقه رفتن	متوسط	کاهش ارتفاع و کانوپی، کاهش تعداد شاخه‌های گل
گلدهی	خیلی زیاد	کاهش تعداد کپسول
طویل شدن کپسول	خیلی زیاد	کاهش تعداد دانه در کپسول
دانه بستن	زیاد	کاهش وزن دانه

کیانی، ۱۳۹۸

مقدار آب مورد نیاز کلزا

کلزا نیز مانند دیگرگیاهان 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.
مرحلهٔ گلدهی و طویل شدن کپسول گیاه	نیاز به آب در کلزا بیشتر است.
مرحلهٔ ۸ برگی گیاه	در این مرحله کلزا به حدود ۲ تا ۳ میلی متر آب در روز نیاز دارد.
مرحلهٔ گلدهی گیاه	کلزا در این مرحله به ۷ تا ۸ میلی متر در روز آب نیاز دارد.

کیانی، ۱۳۹۸

معیار کفایت آبیاری بر مبنای گیاه، مرطوب کردن مناسب نیمرخ خاک تا عمق موثر ریشهٔ گیاه است. عمق ریشهٔ گیاه نیز در طول فصل متغیر است. ریشهٔ گیاه کلزا در شرایط ایده‌آل بیش از ۱۰۰ سانتی‌متر رشد می‌کند ولی تراکم ریشه معمولاً سطحی است. حدود ۷۰ درصد جذب آب از عمق ۵۰ سانتی‌متری خاک است. اما خاک‌ها با توجه به بافت‌شان ظرفیت معینی دارند و مقادیر مشخصی از آب را در خود ذخیره می‌کنند. مقادیر بیش از ظرفیت خاک ضمن اشباع محیط ریشه و کمبود اکسیژن به‌صورت تلفات نفوذ عمقی از محیط ریشه و از دسترس گیاه خارج می‌شود. مقادیر کمتر از ظرفیت خاک تا حدی بسته به دورهٔ 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، تخلیهٔ بخشی از رطوبت قابل استفاده گیاه مجاز در نظر گرفته

می‌شود و فاصله‌های آبیاری و مقدار آب تنظیم می‌شود. برای ساده‌سازی موارد اشاره شده، مقادیر آب مورد نیاز گیاه کلزا به‌صورت تابعی از عمق ریشه، فصل رشد، تخلیهٔ مجاز رطوبت قابل استفاده در انواع خاک‌ها در جدول (۶) خلاصه شده است. به‌طور مثال، اگر خاکی دارای بافت متوسط (لوم) و گیاه در مرحله دانه‌بستن باشد 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 به‌صورت خیلی ساده و با دقت قابل قبول و به استناد تجربیات نگارنده‌ها ارائه می‌شود تا مورد استفاده وسیع‌تری قرار گیرد. در این جدول فرض بر این است که فصل رویش کلزا پاییز (زمان کاشت) تا اردیبهشت ماه سال بعد است. به‌طور مثال در منطقه‌ای که متوسط دمای روزانهٔ آن در حدود ۲۰ درجه سانتی‌گراد باشد، طی دورهٔ رشد گیاه در مجموع در حدود ۲۳۰۰ متر مکعب در هر هکتار به‌صورت خالص به آب یا باران نیاز دارد. توجه به‌این نکته ضروری است که در هر مرحلهٔ رشدی اگر باران نیاز را مرتفع کرده باشد نیازی به آبیاری نیست. نکته دیگر اینکه اعداد جدول ۷ نیاز خالص آبیاری است بسته به روش آبیاری و راندمان آبیاری مورد نظر مقادیر آب به‌کار رفته بیشتر از اعداد جدول خواهد بود. مثلا 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 ٦- مقادیر آب مورد نیاز کلزا بر حسب میلی‌متر برای تامین رطوبت خاک تا عمق ریشه در انواع خاک‌ها

نوع خاک	مراحل اولیهٔ رشد تا ساقه دهی بر مبنای ٦٠ ٪ تخلیهٔ رطوبت قابل استفادهٔ خاک در عمق‌های مختلف ریشه بر حسب سانتی‌متر			مراحل زایشی بر مبنای ۵۰ ٪ تخلیهٔ 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

کیانی، ۱۳۹۸

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

اقلیم		دوره رشد				
$\overline{T}$ (ºC)[۱] (میانگین روزانه)	ETo[۲] (mm/d)	زمان کاشت	اسفند	فروردین	اردیبهشت	فصل
۱۵	۳-۴	۳۵	۵۰	۷۵	۴۰	۲۰۰
۱۵-۲۵	۵-۶	۴۵	۵۵	۸۵	۵۰	۲۳۵
۲۵	۷-۸	۶۰	۶۰	۱۰۰	۵۰	۲۷۰

۱- درجه حرارت، ۲- تبخیر و تعرق پتانسیل

منبع: کیانی، ۱۳۹۸

بیان ساده و با تقریب برای کفایت آبیاری در سطح مزارع

معیار کفایت آبیاری عمق ریشهٔ گیاه است. بنابراین، مهم است تا مقدار نفوذ آب آبیاری یا باران در نیمرخ خاک مشخص شود. به‌طور متوسط برای مرطوب ساختن هر متر عمق 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 خاک متوسط اگر ریشهٔ گیاه کلزا ۵۰ سانتی‌متر باشد، به ۶۰ میلی‌متر (۶۰۰ متر مکعب در هکتار) باران یا آب آبیاری نیاز است تا رطوبت مناسب در اختیار گیاه قرار گیرد. در صورتی که حدود ۶۰ میلی‌متر باران ببارد، مقدار رطوبت مناسب در عمق خاک ذخیره می‌شود. باید توجه شود که این مقادیر ظرفیت پذیرش خاک است برای زمانی که خاک تقریبا خشک باشد. برای دقت بیشتر اگر 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 به شرح زیر باید برداشته شود.

- گام اول: در گام اول نیاز است تا عمق خالص آب آبیاری را به حجم آب مورد نیاز تبدیل کرد. 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 اینکه بگویند 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 کشاورزان و عموم مردم با حجم بیست لیتری آشناتر هستند و در نتیجه می‌توانند با یک گالن بیست لیتری ۲۰ متر مربع را آبیاری کنند. اما نکته مهم این است که معمولاً زمین‌های کشاورزی بزرگ و مقدار آب مورد نیاز هم بر حسب لیتر سنجیده نمی‌شوند. برای مزارع کشاورزی به‌طور مرسوم واحد مترمکعب که هزار برابر لیتر است بیان می‌شود.

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

– 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

علمیات مناسب برای تامین آب مورد نیاز کلزا به صورت گام به گام به شرح زیر است:

- ***گام اول تبدیل عمق آب به حجم آب (به‌صورت خالص):*** برای این کار کافی است که عدد عمق آب بر حسب میلی‌متر را در ۱۰ ضرب کرد تا تبدیل به متر مکعب در هکتار شود. مثلاً اگر مزرعه‌ای به ۲۰ میلی‌متر آب نیاز داشته باشد، یعنی هر هکتار آن به ۲۰۰ مترمکعب و اگر ۵ هکتار باشد به ۱۰۰۰ (۲۰۰ ضربدر ۵) مترمکعب آب نیاز دارد.
- ***گام دوم تبدیل حجم آب به‌صورت خالص به حجم آب ناخالص:*** مقدار نیاز آبی خالص گیاه با مقدار آبی که باید به مزرعه داده شود (ناخالص) متفاوت است. بسته به روش آبیاری، بخشی از آب تلف می‌شود و باید طوری برنامه‌ریزی شود که این تلفات هم در نظر گرفته شود. به عبارت ساده‌تر 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 می‌کنند. برای به دست آوردن حجم ناخالص آب، کافی است حجم خالص آب را به راندمان آبیاری تقسیم کرد. مثلا 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 به۰/۴۵) است. یعنی کشاورز باید ۶۰۰ متر مکعب آب وارد مزرعه کند تا پس از تلفات ۴۵ درصدی، مقدار آب خالص را که گیاه نیاز دارد دریافت کند.
- ***گام سوم تعیین مقدار آبی که وارد مزرعه می‌شود (دبی آب):*** دبی عبارت است از حجم آبی که در واحد زمان از مقطع عبور می‌کند. دبی در مزارع بر حسب لیتر بر ثانیه یا مترمکعب بر ساعت سنجیده می‌شود. بنابراین، در این گام باید دبی چاه یا هر منبع آبی که وارد مزرعه می‌شود مشخص شود. روش‌های متعددی برای اندازه‌گیری دبی آب در مزارع وجود دارد که خوانندگان می‌توانند به آنها مراجعه کنند. از آنجا که در مزارع کشاورزی با واحدهای بزرگ مانند مترمکعب یا ساعت سروکار داریم، بهتر است واحد دبی در مزرعه برای تنظیم زمان آبیاری به مترمکعب بر ساعت تبدیل شود. هر گاه لیتر بر ثانیه در عدد ۳/۶ ضرب شود، تبدیل به مترمکعب در ساعت می‌شود. به‌طور 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 می‌کند.
- ***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. به‌طور 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 می‌شود)، در حدود پنج ساعت آب باید وارد مزرعه کرد تا آب مورد نیاز تامین شود.

مثال تنظیم برنامه آبیاری

یک مزرعه کلزا در مرحلهٔ گلدهی (اوایل فروردین) است و دارای یک حلقه چاه آب با دبی ۲۰ لیتر بر ثانیه است. متوسط دمای روزانه در منطقه ۲۰ درجه سانتی‌گراد ثبت شده است. آبیاری در مزرعه به شیوه نواری است و راندمان آبیاری حدود ۵۵ درصد (۴۵ درصد تلفات) فرض می‌شود، در این صورت کشاورز مزرعه یک هکتاری را چند ساعت باید آبیاری کند؟

پاسخ:

نیاز خالص آبیاری در این مزرعه با توجه به مرحله رشد، بر اساس جدول ۳ برابر ۸۵ میلی‌متر به دست می آید. بقیهٔ مراحل گام به گام تنظیم زمان آبیاری مزرعهٔ 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

کیانی، ۱۳۹۸

توضیح جدول ۸:

- ✓ ستون ۱ آب مورد نیاز خالص بر حسب میلی‌متر با توجه اقلیم منطقه و مرحلهٔ رشد گیاه از جدول ۷ به دست آمد.
- ✓ ستون ۲ تبدیل عمق آب بر حسب میلی‌متر 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 دربازده 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 ضرب‌کردن 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.

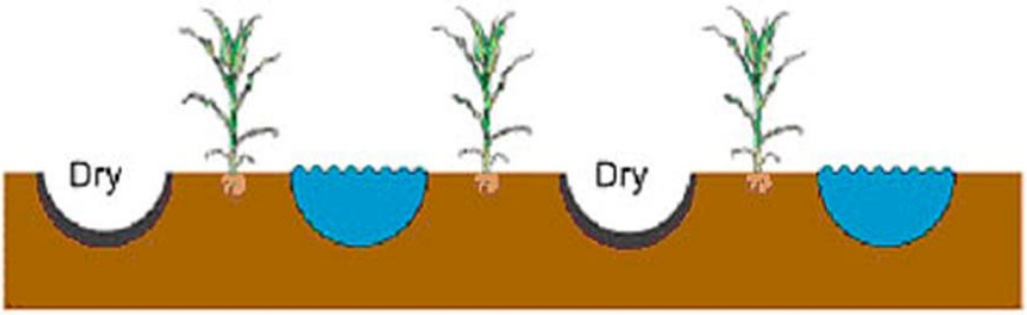
نکته: حجم ناخالص آب در این مزرعه برابر ۱۵۴۵ متر مکعب به دست آمد. از آنجا که اکثر خاک‌ها ظرفیت پذیرش این مقدار آب را در یک بار آبیاری ندارند، ممکن است که تلفات آب در مزرعه زیاد شود (رواناب و تلفات نفوذ عمقی). بنابراین راه حل این‌است که به جای یک بار آبیاری در ماه فروردین دو بار آبیاری شود و در هر بار به جای ۱۵۴۵ مترمکعب در هکتار، ۷۷۲ متر مکعب در هکتار مصرف شود.

مدیریت آبیاری در شرایط کمبود آب

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

در حالت اول ممکن است، تمام آبِ در اختیار را برای آبیاری بخشی از مزرعه به‌صورت آبیاری کامل در نظر بگیرند و بقیهٔ زمین را یا کشت نکنند یا تحت شرایط دیم قرار دهند. در حالت دوم ممکن است همهٔ زمین را آبیاری کنند ولی با استفاده از مدیریت کم‌آبیاری نیاز کامل گیاه را تامین نکنند. برآیند نتایج حکایت از آن دارد که گزینه دوم با شرایط کشور مطابقت بهتری دارد و کشاورزان نیز از نظر عملکرد و درآمد ازآن منتفع می‌گردند. روشهای اعمال کم آبیاری عبارت‌اند از:

- محدود یا حذف‌کردن آبیاری در بخشی از دورهٔ غیر حساس گیاه به آب، مثلا در اوایل رشد و اواخر رشد کلزا (جدول ۴).
- تغییر فاصله‌های آبیاری، به‌طور مثال اگر فاصله‌های مرسوم در آبیاری کلزا هر ۱۵ روز یک بار است می‌توان بسته به شرایط و مراحل رشد آن را به ۱۰ روز تغییر داد. باید توجه داشت برای حفظ عملکرد مناسب، در مراحل حساس رشد کلزا (گلدهی و شروع تشکیل غلاف) این فاصله به مثلا ۱۲ روز تغییر یابد.
- آبیاری یک درمیان شیارها، شیوهٔ بسیار مناسب برای گیاه کلزاست که به‌صورت ردیفی و روی پشته‌های بلند کشت می‌شوند (شکل ۸). در روش کشت روی پشته، سه تا چهار ردیف در هر پشته کشت می‌شود، فاصله پشته‌ها حدود ۶۰ سانتی متر است. این شیوه ضمن زهکشی مناسب در زمین زهدار، کلزا را از آب ماندگی نجات می‌دهد.



شکل ۸- نمایی از آبیاری یکدرمیان شیارها

روش‌های آبیاری

روش‌های متداول آبیاری در گیاه کلزا به شرح زیر است:

آبیاری نواری: آبیاری نواری خصوصاً در خاک‌های متوسط تا سنگین قابلیت توزیع یکنواخت آب را دارد و به‌سادگی برای کلزا قابل استفاده است. در این روش آبیاری، نوارها در جهت طولی دارای شیب حدود ۰/۲ تا ۰/۶ درصد و طول نوارها نسبت به عرض آنها به صورت قابل توجهی بیشتر است. در زمین‌هایی که کلزاکاری‌شده‌اند طول نوارها بسته به نوع خاک، مقدار آب در اختیار و شیب زمین از ۶۰ تا ۲۰۰ متر (طول کمتر مربوط به خاک‌های سبک و طول بیشتر مربوط به خاک‌های سنگین است) و عرض نوار از ۱۰ تا ۳۰ متر بسته به عرض ماشین‌های مورد استفاده، جریان ورودی و شیب عرضی متغیر است. در آبیاری نواری با توجه به اینکه آب با دبی زیاد وارد نوارها می‌شوند و در صورت کنترل‌نشدن جریان،

حجم زیاد آب از انتهای نوارها خارج خواهد شد. برنامه‌ریزی دقیق برای قطع جریان آب نیاز به محاسبه و طراحی دارد. اما در این نشریه به زبان ساده و با تقریب زمان قطع جریان آب در سامانهٔ آبیاری نواری به شرح زیر خلاصه می‌شود:

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

آبیاری شیاری: کلزا حساسیت زیادی به آب ماندگی دارد بنابراین روش‌های آبیاری سطحی خصوصا 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 کلزاست. در این روش، داخل مزرعه جوی‌پشته‌هایی ایجاد می‌شود به‌طوری که کلزا روی پشته باشند و آب در داخل جوی‌ها جاری شود. در این حالت، تمام سطح مزرعه مانند روش آبیاری نواری مرطوب نمی‌شود و زهکشی نیز به‌خوبی صورت می‌گیرد و از سله بستن خاک نیز جلوگیری می‌شود (شکل۱۰). طول شیار از ۱۰۰ تا ۳۰۰ متر در نوسان است که این شیار در خاک‌های سبک طول کمتر و در خاک‌های سنگین طول بیشتری دارد. دامنهٔ شیب‌های ۰/۱ تا ۰/۷ درصد قابل استفاده ولی مناسب‌ترین شیب برای آبیاری شیاری ۰/۲ تا ۰/۴ درصد است. این روش به‌سادگی در تمام مراحل رشد کلزا حتی در مرحلهٔ جوانه‌زنی و در خاک‌های سنگین، که در روش‌های آبیاری نواری با مشکل مواجه هستند، امکان‌پذیر است. مزیت دیگر روش آبیاری شیاری برای کلزا استفاده از آبیاری یک درمیان شیارهاست. این روش به‌سادگی قادر است در مواقع کم‌آبی موجب صرفه‌جویی در مصرف آب شود، بدون اینکه در عملکرد کاهش قابل توجهی اتفاق افتد.

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 جز خاک‌های خیلی سبک، مناسب است. در این روش، آب‌های اضافی در مزرعه به‌سادگی زهکشی می‌شوند، خطرپذیری آب ماندگی کاهش می‌یابد و از سله بستن خاک هم جلوگیری می‌شود. اما در خاک‌های خیلی سبک (خاک شنی) به دلیل اینکه عمده حرکت آب عمودی و به سمت پایین اتفاق می‌افتد، در هنگام آبیاری به بوته‌های کلزا که در بالای پشته‌ها مستقر هستند آب نمی‌رسد.

شکل ۹- نمایی ازخسارت 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 شود تا از آب ماندگی آنها جلوگیری شود. در مناطق کم‌آب به منظور استفاده از مقادیر کمِ آب یا از بارندگی‌های اندک، بهتر است بذر در کف شیارها کاشته شود. در روش آبیاری شیاری، با استفاده از سیفون (شکل ۱۱) یا اسپایل (شکل ۱۲) می‌توان مدیریت آبیاری را در شرایط متفاوت ارتقا بخشید. در این روش‌ها، نهرهای آبیاری تغذیه کنندهٔ شیارها شکافته نمی‌شوند، میزان آب ورودی با دقت خوبی کنترل می‌شود و در شرایط کم آبیاری می‌توان دبی ورودی به شیار را در زمان‌های دلخواه کم یا قطع کرد. مثلاً در آبیاری شیاری با سیفون می‌توان در ابتدا با چند سیفون یا اسپایل از یک شیار شروع و پس از رسیدن آب به انتهای شیار تعدادی از سیفون‌ها یا اسپایل‌ها را قطع کرد.

شکل ۱۱ – نمایی از مزرعهٔ تحت آبیاری نشتی با استفاده از سیفون

شکل ۱۲– نمایی از مزرعهٔ تحت آبیاری نشتی با استفاده از اسپایل

- ***لوله‌های دریچه‌دار***

لوله‌های دریچه‌دار یا هیدروفلوم وسیله‌ای ساده برای مدیریت مناسب آبیاری و استفادهٔ بهینه از منابع آبی است. این روش، در مقایسه با روش‌های پرهزینهٔ آبیاری تحت فشار، به انرژی کمی نیاز دارد و به‌سادگی در مزراع کلزا قابل استفاده است (شکل ۱۳). علاوه بر کاهش هزینهٔ 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 سادهٔ آن نسبت به روش‌های سطحی از مزایای مهم آن است. در روش‌های سنتی آبیاری، کشاورزان آب را از مسافت طولانی در مسیر کانال‌های خاکی به ابتدای مزرعه منتقل می‌کنند و پس از آن 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 (شکل۱۴).

شکل ۱۳- نمایی از آبیاری با روش لولهٔ دریچه‌دار

از آنجا که لوله‌های دریچه‌دار آب را بدون هیچ گونه هدر رفتی از منبع تامین آب (استخر ذخیرهٔ آب، سد، چاه) منتقل می‌کنند در نتیجه باعث افزایش بهره‌وری آب و صرفه جویی در مصرف آب می شوند که این مسئله مخصوصا در مناطقی که با محدودیت آب مواجه هستند اهمیت زیادی دارد. در مسیر انتقال و همچنین در کانال بالاسری، بخشی از آب بر اثر 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 توجیه می‌کند.

شکل ١٤- نمایی از آبیاری سنتی کشاورزان

راهبری سادهٔ هدایت آب به داخل مزرعه بدون شکافتن کانال‌های بالاسری(شکل ۱۴)، 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 کرد. بسته به نوع دریچه‌ها (پیچی یا کشویی) به‌سادگی می‌توان مقدار دبی ورودی به شیار را با آن تنظیم کرد. میزان دبی خروجی هر دریچه، به‌طور متوسط از صفر تا ۵ لیتر در ثانیه قابل کنترل است. روش آبیاری شیاری با سیفون یا اسپایل نیز کانال بالاسری را تخریب نمی‌کند (شکل‌های ۱۱ و ۱۲)، ولی معایبی نیز دارد مانند تبخیر آب از کانال اصلی، تلفات نفوذ عمقی، کاهش سطح زیر کشت و مشکلات اجرایی . راهبری مزرعه برای آبیاری با سیفون مانند تنظیم سطح آب در داخل کانال اصلی برای ایجاد جریان آب، تنظیم جریان آب در داخل سیفون و هواگیری آن به سادگی قابل اجرا نیست.

جمع بندی و خلاصهٔ روش‌های آبیاری سطحی

- در روش آبیاری سطحی تسطیح و شیب بندی زمین از ضروریات است
- در شیب‌های کم تا متوسط (۲ تا ۶ در هزار) بهتر است از شیوهٔ آبیاری شیاری در شیب‌های کمتر از روش کشت روی پشته (رایزبد) و در شیب‌های تندتر از آبیاری نواری استفاده شود.
- در بین روش‌های آبیاری سطحی، آبیاری شیاری و کشت روی پشته در الویت است.

- استفاده از لوله‌های دریچه دار، کاربرد سیفون یا اسپایل کمکی قابل توجه در ارتقای بهره‌وری آب در مزرعه دارد.
- کاربرد روش کم‌آبیاری به جای آبیاری کامل مزرعه، آبیاری یک در میان شیارها، از دیگر مواردی است که در بارهٔ آن صحبت شده است .

آبیاری بارانی: آبیاری بارانی پتانسیل بالایی برای صرفه‌جویی در منابع آب، نسبت به روش‌های مرسوم، دارد و برای گیاه کلزا، به جزء در موارد خاص، می‌تواند به‌کار گرفته شود. در برخی مراحل رشد کلزا و نیز در برخی خاک‌ها این روش بهترین است. در زمان کاشت و اوایل رشد، که گیاه نیاز به مقادیر کم آب دارد، استفاده از روش‌های آبیاری سنتی(غرقابی) موجب خسارت جدی به بذر و گیاهچهٔ جوان می‌شود. به دلیل اینکه با روش‌های سنتی تنظیم مقادیر کم در مزرعه مثلا ۱۵ میلی-متر در هر بار به‌سادگی امکان پذیر نیست ولی بار روش‌های آبیاری بارانی این امکان وجود دارد. کلزا برای سبز شدن هم در زمین مرطوب (آبیاری قبل از کاشت) و هم در زمین خشک کاشته می‌شود. اگر خاک سنگین باشد و خشکه‌کاری شده باشد، قدرت سبز شدن گیاه به دلیل سله بستن خاک، کاهش می‌یابد. در این موارد، برای ایجاد سبز یکنواخت آبیاری باراتی بهترین روش است زیرا با این روش می‌توان مقادیر کم آب و به فواصل نزدیک را در مزرعه اعمال کرد 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 استفاده شود.

جمع‌بندی آبیاری کلزا در زمان کاشت: در خاک‌هایی 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 سانتی‌متر) کاشته شود؛ در این شیوهٔ کاشت، برای سبز شدن یک آبیاری به عمق حدود ۱۵ میلی‌متر نیاز دارد. خاک‌هایی که مستعد سله بستن (متوسط تا سنگین)هستند و خصوصا با کمبود مواد آلی مواجه‌اند، بهتر است قبل از کاشت در حدود ۱۵ تا ۳۰ میلی‌متر آبیاری شوند وگرنه لازم است مقادیر آب مورد نیاز برای سبز شدن با مقدار کم و با فواصل اندک به مزرعه داده شود.

شکل ۱۵- نمایی از مزرعه کلزا در حین آبیاری بارانی

آبیاری بارانی اگرچه در تمام مراحل رشد کلزا قابلیت استفاده دارد ولی دستگاه‌هایی که در زمان آبیاری در داخل مزرعه حرکت می‌کنند (آبفشان غلتان) 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، برنامه‌ریزی آبیاری با روش بارانی باید طوری باشد که قبل از گل‌دهی رطوبت خاک در حد مناسب باشد تا گیاه دوران گلدهی را بدون تنش جدی سپری کند. در خصوص کاهش گرده‌افشانی در اثر آبیاری بارانی، گزارش‌های مستندی از مزارع کلزا وجود ندارد. به‌طور کلی تعداد گل‌های تولیدی کلزا بیش از تولیدات کارخانهٔ فتوسنتزی آن است. در نتیجه، کلزا اگر در زمان گلدهی بر اثر آبیاری بارانی خسارت هم ببینند دوباره قابل جبران هست. دوره گلدهی کلزا معمولا یک ماه طول می‌کشد و در این دورهٔ طولانی و البته حساس به آب حتما آبیاری نیاز خواهد بود. در این دوره گیاه 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 قطره‌ها 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 قطره‌های آب به منظور کاهش شدت برخورد با خاک استفاده شود. آبیاری بارانی برای خاک-های سبک (خاک‌های با نفوذ پذیری زیاد) مناسب است و در مقابل روش‌های سنتی و غرقابی، خطرپذیری کمتری نسبت به سله بستن و آب ماندگی دارد. در آبیاری بارانی می‌توان با مقادیر کم آب نیز نتیجهٔ مطلوب را به‌دست آورد.

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.

کیانی، ع.، ۱۳۹۸. نشریه ترویجی : برنامه ریزی آبیاری کلزا. نشر آموزش کشاورزی.

Anon, 2011. Irrigation Scheduling for Canola in Southern Alberta. Alberta Agriculture and Forestry Website: 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)

ماشین‌ها و روش‌های مکانیزه کشت و تولید کلزا

روح‌اله یوسفی[1]، افشین ایوانی[2]، محمدرضا مستوفی[3]

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 هستند و بدیهی است که شتاب‌دهی به این توسعهٔ تدریجی ضروری می‌نماید. کاشت مستقیم و حفظ بقایای گیاهی در همهٔ محصولات زراعی، از جمله کلزا، پایدارترین روش کشاورزی معرفی شده است. کاشت مستقیم در بقایا، هزینه‌های انرژی و نیروی کار را کاهش می‌دهد و ساختار خاک را نیز در درازمدت بهبود می‌بخشد. با این‌حال، همین روش برای رشد کلزا در بعضی از زمین‌ها که محدودیت زمانی برای کاشت گیاه بعدی وجود دارد، به‌علت اشغال بیش از حد زمین نسبت به روش نشاکاری،

۱عضو هیات علمی مؤسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران

۲عضو هیات علمی مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

۳عضو هیات علمی مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

گزینهٔ 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 مکانیزهٔ عمومی شامل تهیهٔ بستر، کاشت، داشت و برداشت همراه با تصاویر از مراحل مختلف 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.

آماده‌سازی مکانیزهٔ 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 تا 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 عمقِ 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. 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[1] عبارت است از آماده کردن فیزیکی خاک برای کاشت بذر یا نشا. این عملیات شامل آماده کردن اولیه (محل رشد ریشه) و بستر کاشت است. تغییر شکل خاک 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 صورت می‌گیرد. با توجه به تعاریف یادشده، می‌توان سیستم خاک‌ورزی را اجرای شکل خاص یا ترکیبی از شکل‌های خاک‌ورزی برای کشت‌وکار در زمین تعریف کرد. یکی از دلایل تنوع سیستم‌های خاک‌ورزی، تنوع خاک، اقلیم، گیاه و شرایط اجتماعی- اقتصادی ناحیه اگرواکولوژیک است . عملیات خاک‌ورزی مرسوم کلزا از نظر نیاز در دو بخش خاک‌ورزی اولیه[2] (شکل ۱۶) و خاک‌ورزی ثانویه[3] (شکل ۱۷) دنبال می‌شود .

1-Tillage
2- Primary tillage
3- Secondary tillage

شکل ١٦- خاک‌ورزی اولیه با گاوآهن برگردان‌دار

شکل ١٧- خاک‌ورزی ثانویه با هرس بشقابی (دیسک)

خاک‌ورزی اولیه

اجرای شخم از مهم‌ترین و اصلی‌ترین مراحل آماده‌سازی زمین برای کاشت کلزاست که به آن «خاک‌ورزی اولیه» نیز می‌گویند. هدف اصلی از اجرای شخم، شکستن مقاومت یا سختی خاک برای نفوذ بهتر 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 سیستم های حفاظتی و کشت در بقایا، همچنان در بیشتر موارد برای خاک‌ورزی اولیه کلزا از گاوآهن برگردان‌دار استفاده می‌شود. این ماشین برای دفن بقایای گیاهی محصول قبل، علف‌های هرز، کودهای شیمیایی و خاک نرم، لایه‌های خاک را برمی‌گرداند. 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 ١٨).

شکل ۱۸- زیرورو کردن خاک توسط گاوآهن برگردان‌دار

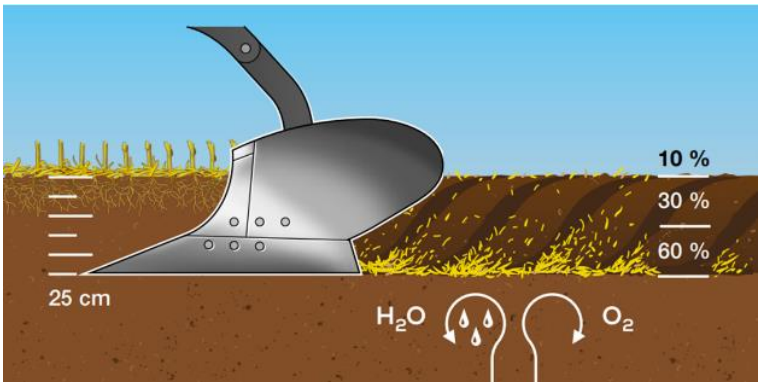
گاوآهن برگردان‌دار دارای کاربرد برای شخم زدن مزرعهٔ کلزا از نظر نحوهٔ اجرای شخم به یکطرفه و دوطرفه تقسیم می‌شود. گاوآهن یکطرفه خاک را به یک‌طرف، یعنی به‌سمت راست برمی‌گرداند (شکل ۱۹). با تکرار شخم با این گاوآهن طی چند سال، به‌علت جابه‌جایی زیاد خاک، تسطیح زمین به‌هم می‌خورد و ناهمواری موضعی ایجاد می‌شود ..

شکل ۱۹- شخم با گاوآهن یکطرفه

شخم با گاوآهن دوطرفه از یک ضلع مزرعه شروع می‌شود. با این روش همیشه خاک به یک طرف ریخته می‌شود و هیچ گونه 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 ۲۰). با توجه به اینکه همهٔ لایه‌های شخم به یک سمت برگردانده می‌شود، ضمن کاهش تلفات زمانی (نسبت به انواع یکطرفه) سطح شخمی تقریباً صاف‌تر ایجاد می‌شود.

شکل ۲۰- شخم با گاوآهن دوطرفه

یکی از معایب شخم با گاوآهن برگردان‌دار، انتقال بقایای موجود در سطح خاک به کف شخم است که مانع تبادل رطوبت لایهٔ زیر شخم به لایه شخم‌خورده می‌شود. با زیرورو شدن خاک توسط گاوآهن برگردان‌دار، در سطح زمین بقایایی مشاهده نمی‌شود (شکل ۲۱).



شکل ۲۱- 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. تنظیمات اصلی گاوآهن‌های برگردان‌دار را می‌توان به سه شکل اجرا کرد که در اینجا شرح داده می‌شوند.

تراز کردن گاوآهن برگردان‌دار

تراز بودن گاوآهن های برگردان‌دار سبب یکنواختی فشار واردآمده از خیش بر لایهٔ خاک می‌شود. در این حالت، بارِ واردشده بر همه خیش‌ها یکسان است و شخم با عمق یکسان و ثابت زده می‌شود و ریشه‌دوانی کلزا در عمق خاک به‌صورت یکنواخت در تمام سطح مزرعه خواهد بود. گاوآهن‌ها را باید هم پیش از آغاز و هم در ضمن کار در دو جهت طولی و عرضی تراز کرد تا عمق کار در تمام دستگاه یکنواخت باشد ..

الف) کنترل تراز طولی (تراز عمودی): برای تشخیص تراز طولی (شکل ۲۲)، باید در فاصلهٔ چندمتری از دستگاه و عمود بر آن (از پهلو) چمباتمه زد و ضلعی از شاسی را که شاخص طول آن است از نظر گذراند.

شکل ۲۲- دید از پهلو 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 جلوی 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.

ب) کنترل تراز عرضی (تراز افقی): برای تشخیص تراز عرضی (شکل ۲۳) باید در فاصلهٔ چندمتری پشت دستگاه چمباتمه 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.

شکل ۲۳- دید از پشت برای تشخیص تراز عرضی

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

تنظیم عمق کار گاوآهن برگردان‌دار

برحسب نوع گاوآهن برگردان‌دار، از لحاظ سوارشونده یا نیمه‌سوارشونده، تنظیم عمق کار ممکن است متفاوت باشد.

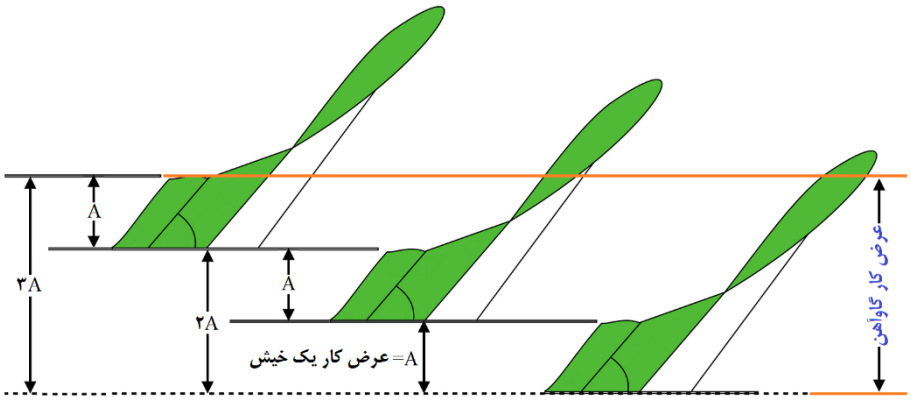
الف) گاوآهن‌های برگردان‌دار سوارشونده: تنظیم عمق کار در این گاوآهن‌ها با تغییر تمایل به پایین خیش‌های جلو و عقب در خاک عملی می‌شود. این تنظیم از طریق کوتاه و بلند کردن طول بازوی میانی سیستم هیدرولیک تراکتور صورت می‌گیرد، مشروط بر اینکه تراز طولی به هم نخورد؛ ازاین رو این روش تغییرات به‌نسبت اندکی را در عمق کار مجاز می‌کند. تغییرات بیشتر در عمق شخم را می‌توان از طریق وضعیت قرارگیری عمودی انتهای بازوهای پایینی هیدرولیک تراکتور نسبت به زمین ایجاد کرد. 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 گاوآهن‌ها، امکان جابه‌جایی عمودی میلهٔ عرضی نسبت به شاسی وجود دارد که در تنظیم عمق به‌کار گرفته می‌شود. در ضمن، گاوآهن‌های برگردان‌دار یادشده چرخی دارند به‌نام چرخ میزان یا چرخ تثبیت عمق که فقط برای جلوگیری از نفوذ دستگاه به عمق بیش از حد تعیین‌شده به‌کار می‌رود و وسیله ای برای تنظیم عمق نیست (شکل ۲۴). بیشتر تراکتورهای امروزی به سیستم کنترل با کشش مجهزند و می‌توانند عمق کار را متناسب با مقاومت کشش خاک محدود کنند.

شکل ۲٤- چرخ تثبیت عمق

ب) گاوآهن‌های برگردان‌دار نیمه‌سوارشونده: عمق کار در این گاوآهن‌ها با تغییر وضعیت قرارگیری انتهای بازوی پایینی هیدرولیک تراکتور نسبت به زمین و احتمالاً تغییر وضعیت ارتباطی انتهای جلوی قاب نسبت به مکانیسم اتصال، همراه با جابه‌جایی عمودی چرخ یا چرخ‌های شیار تنظیم می‌شود.

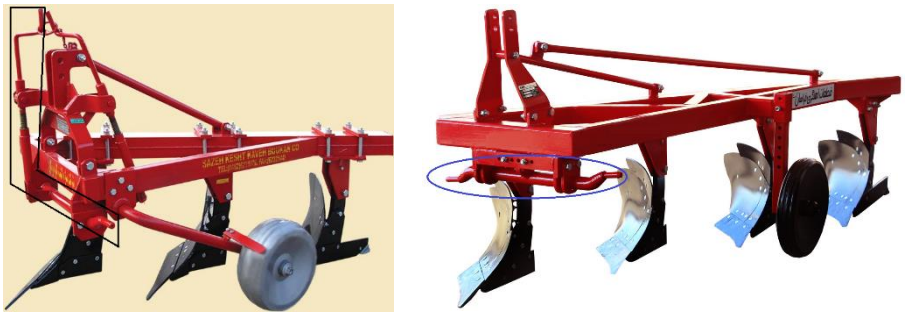
تنظیم عرض کار گاوآهن برگردان‌دار

عرض کار گاوآهن اندازهٔ برشی است که مجموعهٔ خیش‌های گاوآهن در سطح خاک ایجاد می‌کنند (شکل ۲۵) و برابر است با فاصلهٔ عرضی بین انتهای خیش اول تا نوک تیغهٔ خیش آخر یا با توجه به لزوم مساوی بودن عرض کار همه خیش‌ها برابر است با عرض کار یک خیش ضرب‌در تعداد آن . تنظیم عرض کار در گاوآهن نیز به نوع آن بستگی دارد.



شکل ۲۵- عرض کار گاوآهن سه‌خیش

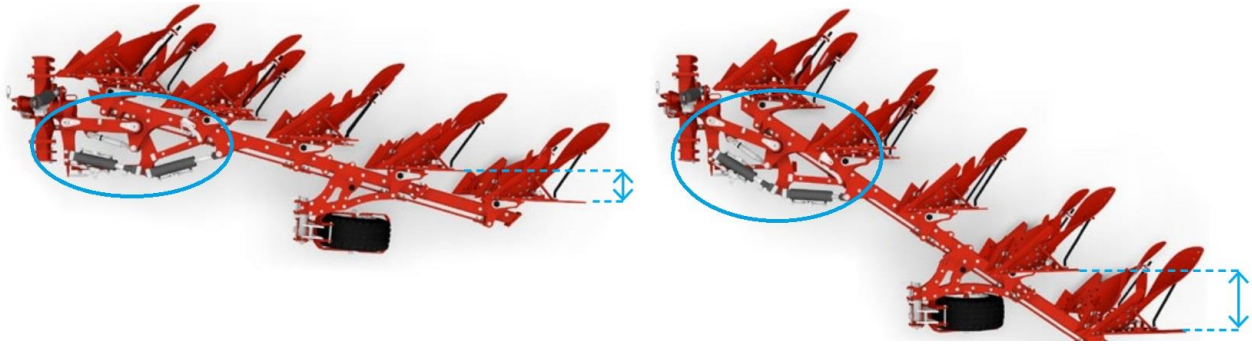
الف) تنظیم عرض کار گاوآهن‌های سوارشونده: در این گاوآهن‌ها که خیش‌ها روی شاسی ثابت‌اند، تغییر عرض کار با تنظیم محور اتصال جلوِ گاوآهن امکان‌پذیر است که به دو بازوی جانبی هیدرولیک متصل می‌شود (شکل ۲۶). این تغییر بسیار محدود است، بنابراین تأثیر در تغییر عرض کار نیز محدود است. در واقع، جابه‌جا کردن این محور زاویهٔ امتداد حرکت را با امتداد طولی گاوآهن تغییر می‌دهد.



شکل ۲٦- تنظیم عرض کار در گاوآهن‌های سه خیش سوارشونده

ب) تنظیم عرض کار گاوآهن‌های نیمه‌سوارشونده: تنظیم عرض کار در گاوآهن‌های نیمه‌سوارشونده به دو روش هیدرولیکی و مکانیکی است (شکل ۲۷). در روش جابه‌جایی توسط جک هیدرولیکی، زاویهٔ قرارگیری شاسی اصلی گاوآهن نسبت به مسیر حرکت به‌سمت راست (افزایش عرض کار) یا به‌سمت چپ (کاهش عرض کار) حرکت داده می‌شود. این تغییر سبب تغییر عرض کار گاوآهن می‌شود. در روش مکانیکی، با جابه‌جایی محل اتصال ساقهٔ خیش به شاسی اصلی

گاوآهن، زاویهٔ قرارگیری هر خیش نسبت به مسیر حرکت تغییر می‌کند (شکل ۲۸)، این تغییر سبب تغییر عرض کار خیش و در نهایت، تغییر عرض کار گاوآهن می‌شود .



شکل ۲۷- تنظیم عرض کار با تغییر زاویه قرارگیری شاسی گاوآهن

شکل ۲۸- تغییر زاویه هر خیش

خاک‌ورزی ثانویه

دیسک پس از گاوآهن برگردان‌دار از مهم‌ترین ابزار خاک‌ورزی برای تهیهٔ بستر بذر مناسب کشت کلزا در روش مرسوم است (شکل ۲۹). عوامل خاک‌ورز دیسک به‌شکل بشقاب‌های مقعر، مدور و گَردان‌اند 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 .

شکل ۲۹- عوامل خاک‌ورز دیسک

در مواردی که زمین در رطوبت مناسب (خاک گاورو) یا فصل معین شخم زده نشده باشد، کلوخ‌های ایجادشده به‌سختی شکسته می‌شوند و استفاده از دیسک اجتناب‌ناپذیر است. در چنین مواردی، اغلب استفاده مکرر از دیسک ضرورت می‌یابد (شکل ۳۰). با توجه به اینکه دیسک برش 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 .

شکل ۳۰- کلوخ حاصل از شخم و حالت پودری خاک پس از چند نوبت دیسک

از ویژگی‌های 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 . در نتیجه، شرایط مناسب برای کاشت بذرهای ریزدانه مانند کلزا فراهم می شود. 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 به‌راحتی با باد و بارش‌های فصلی فرسایش می‌یابد یا بعد از آبیاری سله می‌بندد که مانع سبز شدن جوانه و موجب خفگی ریشه می‌شود (شکل ۳۱).

شکل ۳۱- 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:

تراز کردن دیسک

تراز بودن دیسک سبب می‌شود تا فشار یکنواختی از بشقاب‌ها بر خاک وارد شود. در این حالت بارِ واردشده بر همهٔ بشقاب‌ها یکسان خواهد بود و بستر بذر با عمق یکسان و ثابت 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 .

الف) تراز کردن طولی دیسک: برای تشخیص تراز طولی، در فاصلهٔ چند متری از دستگاه و عمود بر آن (از پهلو) چمباتمه زده و ضلعی از شاسی بازبینی می شود که شاخص طول آن است. 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 مالبند یا چرخ‌های حامل برای تطابق آن با ارتفاع مالبند تراکتور صورت می‌گیرد.

ب) تراز کردن عرضی دیسک: برای تشخیص تراز عرضی باید در فاصلهٔ چند متری از پشت دستگاه چمباتمه 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 .

تنظیم عمق کار دیسک

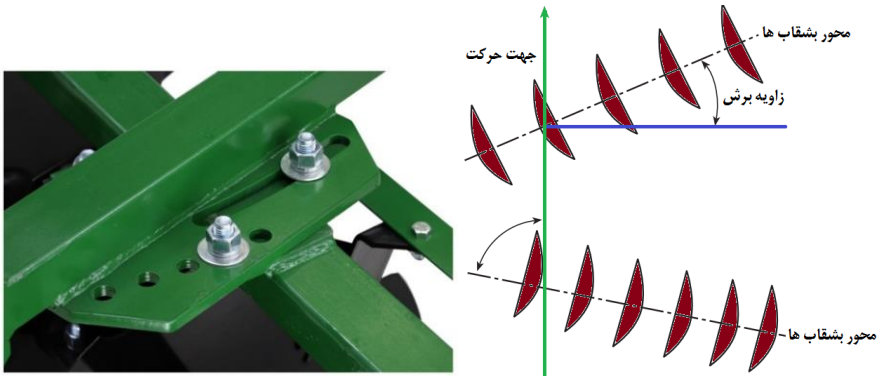
تنظیم عمق کار برحسب نوع دیسک به‌کاررفته تفاوت می‌کند که در اینجا شرح داده می‌شود.

الف) دیسک‌های سوارشونده: در این نوع دیسک، عمق به‌وسیلهٔ سیستم هیدرولیک کنترل عمق کار (کشش یا بار) تنظیم می‌شود. 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 نیازخواهد بود (یوسفی، ۱۳۸۶)؛

ب) دیسک‌های کششی: در این نوع دیسک‌ها، چنانچه دیسک دارای چرخ‌های حمل‌کننده باشد، با تنظیم محدودهٔ عملکرد جک‌ها به‌منظور کنترل وضعیت عمودی چرخ‌ها و تنظیم زاویهٔ برش، می‌توان عمق را تنظیم کرد .

تنظیم زاویهٔ برش

زاویهٔ 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. زاویهٔ برش برحسب 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 زاویهٔ 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، زاویهٔ برش مناسب را تنظیم کرد. در برخی دیگر، موقعیت محور بشقاب‌ها روی شاسی به‌وسیلهٔ جک‌های هیدرولیکی تغییر می‌کند و زاویهٔ برش مناسب تنظیم می‌شود. با افزایش زاویهٔ برش بشقاب، عمق کار و شدت خاک‌ورزی آن بیشتر خواهد شد .



شکل ۳۲- تنظیم زاویه گروه

ماله (تسطیح کن)

به‌دلیل ضرورت یکنواختی عمق کشت در زراعت کلزا، در روش خاک‌ورزی مرسوم اغلب پس از دیسک زدن، اگر زمین به‌کلی هموار نشده باشد، از ماله یا لولر برای تسطیح و تراز کردن زمین کشت کلزا استفاده می‌شود (شکل ۳۳). 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 پیش می‌رود.

شکل ۳۳- ماله (تسطیح کن) برای کمک به یکنواختی عمق کشت کلزا

برای یکنواخت شدن تسطیح، تیغه یا قسمت‌های دیگر باید طوری تنظیم شود که بلندی زمین را ببُرد 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 فشردگی خاک پیش نیاید. روش کلی با لندلولر به این صورت است که پس از عملیات شخم و دیسک در جهت قطر قطعات تسطیح را آغاز می‌کنند و زمان دور زدن نیز باید حالت عدد 8 (۸ انگلیسی) به تراکتور فرمان داد . پس از تمام شدن محدوده یک قطر زمین، از قطر دیگر عملیات تسطیح آغاز می‌شود تا بستر نهایی بذر برای کاشت کلزا تکمیل شود.

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 دورهٔ رشد و نمو کلزا در مزرعه توزیع می‌کنند (شکل ۳۴).

شکل ۳٤- امکان پخش کود پیش از کاشت یا در مرحلهٔ داشت

اصول کار کودپاش به این صورت است که کود از طریق دریچه قابل تنظیم مخزن، روی پخش‌کننده می‌ریزد (شکل ۳۵). پخش‌کننده، که صفحه‌ای دوار است، کود را در عرض کار معین پخش می‌کند .

شکل ۳۵- پخش کود با کودپاش گریز از مرکز

کودپاش‌ها در انواع پاندولی و گریز از مرکز (سانتریفیوژ) وجود دارند (شکل ۳۶). کودپاش سانتریفیوژ (شکل ۳۷) خود دارای انواع تک‌صفحه‌ای و دوصفحه‌ای است .

شکل ۳٦- انواع کودپاش (پاندولی و سانتریفیوژ)

شکل ۳۷- کودپاش تک‌صفحه‌ای و دوصفحه‌ای

کودپاش (شکل ۳۸) 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 (شنفت گیربکس) تشکیل شده است .

شکل ۳۸- قسمت‌های مختلف کودپاش

این ماشین دارای یک مخزن کود است و در قسمت زیر، یک مکانیزم پخش وجود دارد. حرکت اغلب توسط محور توان‌دهی تأمین می‌شود. بیشتر پاشنده‌ها از نوع سوار هستند، اما برخی مدل‌ها دارای ظرفیت‌های بیشتر و از نوع کششی‌اند(شکل ۳۹) .

شکل ۳۹- کودپاش کششی (چپ) و سوارشونده (راست)

پخش‌کننده مورد استفاده در این کودپاش‌ها از نوع صفحه‌ای دوار است. این پخش‌کننده‌ها در انواع یک یا دوصفحه‌ای موجودند. 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(شکل ۴۱) .

شکل ٤١- صفحه دوار

تنظیمات اتصال کودپاش به تراکتور

برای اتصال کودپاش به تراکتور باید چهار تنظیم به‌شرح زیر طی شود:

الف) تراز کردن کودافشان

ب) تنظیم ارتفاع: کودپاش گریز از مرکز باید در شرایط کار، بالاتر از سطح زمین و در ارتفاع مشخص قرار گیرد. ارتفاع صفحه‌پران از زمین به‌طور مستقیم روی عرض و الگوی پخش تأثیر می‌گذارد (شکل ۴۲)، بنابراین، کودپاش سوارشونده را پس از اتصال به تراکتور، با اهرم کنترل وضعیت تراکتور در ارتفاع کاری مناسب از سطح زمین قرار می‌دهند تا در حین کار ارتفاع کودافشان ثابت بماند .

شکل ٤٢- 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 دنده‌سنگین، به‌دلیل کاهش سرعت پیشروی، پخش کود نیز افزایش می‌یابد. در زمان اجرای عملیات، به‌منظور ثابت ماندن دور موتور از گاز دستی استفاده می شود، 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 .

د) تنظیم اندازهٔ بازبودن دریچهٔ خروجی: مقدار خروج کود از دریچه به‌صورت الکترونیکی با رایانهٔ داخلی در کودپاش های پیشرفته یا به‌صورت دستی از طریق اهرم روی صفحهٔ مدرج تنظیم می‌شود. اندازه باز بودن دریچه در دامنه وسیعی تنظیم‌پذیر است (شکل ۴۳). با انتقال اهرم تنظیم به‌سمت مقادیر بیشتر، ریزش کود افزایش می‌یابد، درحالی که با حرکت شاخص به‌سمت مقادیر کمتر، ریزش کود کاهش پیدا می‌کند .

شکل ٤٣- تنظیم دریچهٔ خروجی کود از مخزن

کالیبراسیون ماشین کودپاش

روش‌های مختلفی برای تنظیم مقدار ریزش کود وجود دارد که یکی براساس جدول و دفترچهٔ راهنمای ماشین و دیگری بدون استفاده از جدول و دفترچهٔ راهنمای ماشین است . اغلب، کودپاش در کارخانه برای پخش انواع کود توسط دستگاه کالیبره می‌شود و به‌صورت جدول در دفترچهٔ راهنما یا نصب‌شده روی دستگاه قابل استفاده است، اما هنگام استفاده از کود با خصوصیات دیگری غیر از مشخصات ذکرشده در جدول های پخش، باید ماشین را برای پاشیدن کود جدید تنظیم کرد. برای تنظیم کردن، مراحل زیر را باید طی شوند (شکل ۴۴):

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 به‌وسیلل 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 ٤٤- قرار دادن ظرف زیر خروجی مخزن

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

ه) دریچهٔ خروج کود سمتی را که ظرف زیر آن قرار دارد، به‌اندازهٔ مدنظر باز کنید (دریچه دیگر را باز نکنید). دریچهٔ خروج کود را دقیقاً به‌مدت ۲۰ ثانیه باز نگه دارید. در صورت امکان از زمان‌سنج استفاده کنید. پس از ۲۰ ثانیه، دریچهٔ خروج کود را ببندید، محور توان‌دهی و سپس موتور تراکتور را خاموش‌کنید.

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) × ۶ = جریان خروجی کل (کیلوگرم در دقیقه).

ح) با این روش می‌توان مقدار کود تحویل‌شده توسط دستگاه پخش‌کنندهٔ کود در شرایط معمول پخش را محاسبه کرد. اندازه گیری میزان جریان را برای دیگر موقعیت های باز شدن دریچه تکرار کنید. پس از اندازه‌گیری‌ها، تراکتور را خاموش و دیسک پخش‌کننده را دوباره متصل کنید.

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

$$\text{مقدار کود (کیلوگرم در هکتار)} = \frac{\text{جریان خروجی کل (کیلوگرم در دقیقه)}}{\text{عرض پاشش (متر)} \times \text{سرعت پیشروی (کیلومتر در ساعت)}} \times ۶۰۰$$

در این فرمول جریان خروجی کل کود برابر با مقدار کودی است که در مدت ۱ دقیقه در زمان اجرای آزمایش مقدار جریان به‌دست می‌آید. عرض پاشیدن همان عرض در نظر گرفته‌شده 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 ریخته‌شده با مقدار پخش مطلوب مطابقت نداشت، می‌توان با تغییر اندازهٔ باز بودن دریچهٔ خروجی کود از مخزن یا تغییر سرعت پیشروی تراکتور یا تغییر موقعیت قرارگیری پره‌ها و تکرار آزمایش به مقدار مطلوب رسید.

ماشین‌های کاشت مکانیزه کلزا

بررسی‌های تحقیقاتی و بازدیدهای مزرعه‌ای نشان می‌دهد که کلزا با دامنه‌ای وسیع از ماشین‌ها قابل کشت است و ازآنجا که شرایط هر مزرعه متغیر است، می‌توان ماشین‌های کاشت را به ملحقات مختلفی برای کشت مطلوب مجهز کرد. اسلوب و روش بذرکاری به میزان خاک‌ورزی و نوع آبیاری نیز بستگی دارد. در این خصوص دسته‌بندی ملحقات اصلی ماشین های کاشت به‌شدت وابسته به این است که رطوبت خاک در تماس با بذر از چه طریقی تأمین می‌شود: شرایط دیم یارانی یا شرایط تحت آبیاری ثقلی؟ ازآنجا که کلزا در ایران بیشتر در شرایط آبیاری ثقلی کشت می‌شود، ابتدا به‌طور خلاصه ماشین‌های مناسب برای شرایط آبیاری دیم بارانی معرفی و سپس به‌تفصیل بر ماشین‌های مناسب کاشت کلزا در شرایط آبیاری ثقلی تمرکز می‌شود. یادآوری می‌شود که همه ماشین های معرفی‌شده 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 دوبشقابی فشاری[1].

ب) کارنده‌های دوبشقابی با چرخ انتهایی[2].

ج) کارنده‌های تک‌بشقابی[3].

د) کارنده‌های بیلچه‌ای[4].

ه) کارندهٔ بشقابی یکطرفه[5].

و) کارنده‌های پنوماتیکی[6].

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 به‌خوبیِ بذرکار نوع «الف» کار کنند.

1- Double disc press drill
2- End-wheel double disc drill
3- Single disc drill
4- Hoe drills
5- One -way discer seeder
6- Airseeder

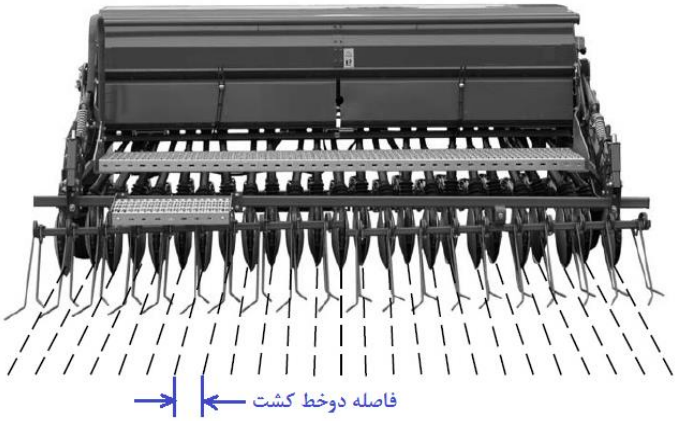
آشنایی با خطی‌کارها

خطی‌کار (شکل ۴۵) 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. فاصلهٔ بین بذرها در روش خطی‌کاری تنظیم‌شدنی نیست، بلکه فقط مقدار بذر ریخته‌شده (گرم) در طول مسیر (متر) را می‌توان تنظیم کرد..

شکل ٤٥- نمونه‌ای از ماشین خطی‌کار

به‌منظور 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. عملیات برای آزمایش کارنده را کالیبراسیون می‌نامند. اگر کالیبراسیون صورت نگیرد، ممکن است بذر کمتر یا بیشتر از مقدار توصیه‌شده کاشته شود. مصرف بذر به مقدار نامناسب، افت عملکرد یا افزایش هزینهٔ تولید را در پی خواهد داشت . .

خطی‌کارها دستگاه‌هایی هستند که بذرها را در عمق مناسب و به‌طور یکنواخت در داخل شیار ایجادشده در داخل خاک قرار می‌دهند. اگر فاصله بین خطوط کشت طوری به هم نزدیک باشد که نتوان وجین، سله‌شکنی و دیگر عملیات ماشینی را بین آنها اجرا کرد، آن‌گاه این شیوهٔ کشت را کشت خطی می‌نامند. کشت خطی اغلب برای محصولاتی مانند گندم، جو، برنج، یولاف، یونجه، کلزا و غیره به‌کار برده می‌شود. بذرها در این نوع کشت پشت سر هم روی یک خط در عمق مناسب درون بستر بذر قرار می‌گیرند (شکل ۴۶). فاصله بین بذرها روی خطوط کاشت در این حالت تنظیم‌ناپذیر است . .



شکل ٤٦- فاصلهٔ بین خطوط در کشت با خطی‌کار

انواع موزع در خطی‌کارها

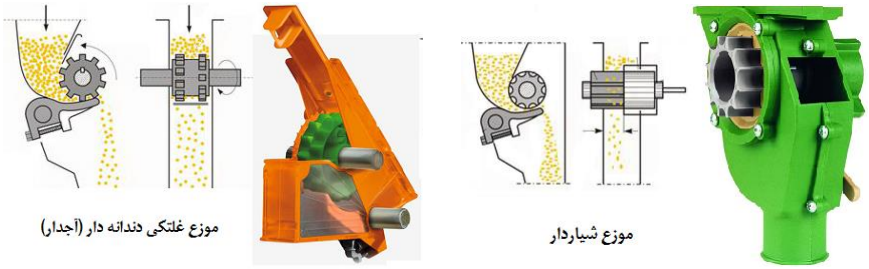
موزع وسیله‌ای برای سنجش مقدار بذر خارج‌شده از مخزن است (شکل ۴۷). موزع‌ها بذر را به اندازه معین از مخزن دریافت و به سیستم انتقال و قراردهی در بستر بذر هدایت می‌کنند. یکنواختی ریزش بذر کلزا از یک خطی‌کار تا حد زیادی به عملکرد موزع وابسته است .

شکل ٤٧- مسیر انتقال بذر از مخزن تا شیاربازکن

در خطی‌کارها از موزع‌های جریان پیوسته استفاده می‌شود. در این موزع‌ها بذرها 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 خطی‌کارها در دو نوع مکانیکی و نیوماتیکی ارائه می‌شوند.

موزع در خطی‌کارهای مکانیکی

موزع‌های جریان پیوستهٔ رایج در خطی‌کارهای مکانیکی بیشتر از نوع تغذیهٔ محیطی هستند. این موزع‌ها دارای یک عضو چرخان به‌شکل غلتک شیاردار یا دارای برجستگی (آج) به‌منظور خروج منظم بذر از مخزن به‌سمت سیستم تحویل بذر به شیار هستند (شکل ۴۸). در هر دو مورد، با چرخش غلتک، بذر حرکت می‌کند و از طریق سطح خارجی غلتک توزیع می‌شود .



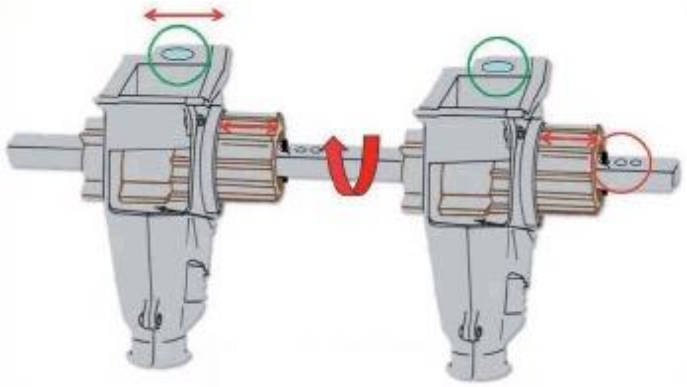
شکل ۴۸- انواع موزع در خطی‌کارهای مکانیکی

مقدار ریزش بذر در موزع غلتکی شیاردار را می‌توان به‌صورت زیر تنظیم کرد :

الف) تنظیم سرعت چرخش غلتک شیاردار نسبت به سرعت خطی‌کارنده. سرعت محور غلتک‌ها با جعبه‌دنده‌ای تنظیم می‌شود که بین محور و چرخ محرک قرار دارد (شکل ۴۹)؛

شکل ۴۹- نمای کلی انتقال قدرت از چرخ محرک به محور موزع

ب) جابه‌جایی محور غلتک به‌منظور تغییر طول استوانه شیاردار (شکل۵۱)؛



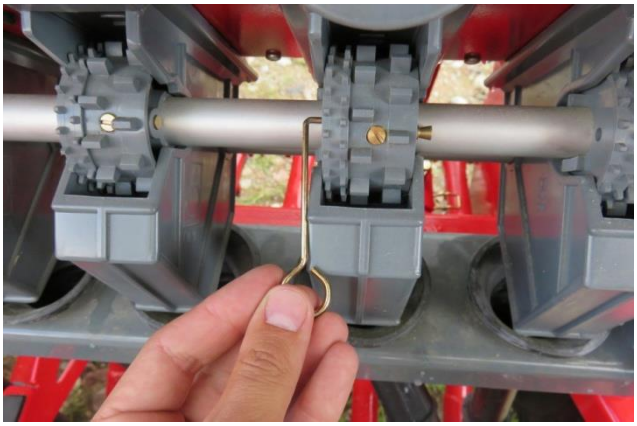
شکل ۵۱- نحوهٔ تغییر طول استوانهٔ شیاردار

ج) باز یا بسته کردن دریچه (کپه) زیر هر موزع. مقدار باز یا بسته بودن به اندازهٔ بذر بستگی دارد (شکل ۵۲).

شکل ۵۲- تنظیم موقعیت دریچه (کپه)

موزع‌های غلتکی دندانه‌دار (آجدار)

سطح بیرونی استوانه‌شکل موزع دارای دندانه‌هایی است که به‌صورت یک‌درمیان (زیگزاگی) قرار گرفته‌اند و می‌توانند بذرهای خارج‌شده از مخزن را دریافت کنند و انتقال دهند. نحوهٔ کار آن مانند نحوهٔ کار موزع شیاردار است، با این تفاوت که استوانهٔ موزع قابلیت حرکت افقی و عرضی در مقابل دریچهٔ خروجی بذر را ندارد. مقدار بذر براساس تنظیم دور موزع کنترل می‌شود (شکل ۵۳).



شکل ۵۳- موزع غلتکی دندانه‌دار

روش‌های رایج تغییر مقدار بذر خروجی در موزع‌های غلتکی دندانه‌دار به‌صورت زیر است:

الف) تنظیم سرعت چرخش غلتک آجدار از طریق تغییر نسبت سرعت خطی کارنده توسط جعبه‌دنده خطی‌کار (شکل ۵۴)؛

شکل ٥٤- تغییر سرعت چرخش موزع آجدار

ب) تغییر وضعیت دریچهٔ زیر موزع به‌منظور قرارگیری بذرهایی با اندازه‌های متفاوت (شکل ۵۵).

شکل ۵۵- تنظیم موقعیت دریچه زیر موزع

موزع در خطی‌کارهای نیوماتیکی

موزع‌هـای جریـان پیوسـتهٔ رایـج در خطـی‌کارهـای نیومـاتیکی از نـوع مـوزع‌هـای تغذیـه محیطـی هسـتند (شـکل ۵۶). ایـن موزع‌ها یک غلتک شیاردار (تنظیمی یا تعویضی) دارند .

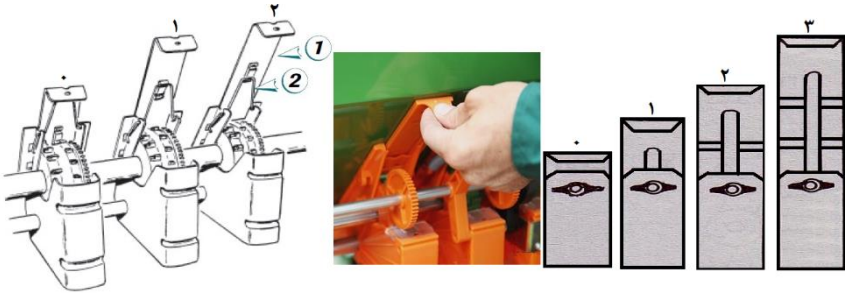
شکل ٥٦- انواع موزع جریان پیوسته در خطی‌کارهای نیومانیکی

تنظیم مقدار ریزش بذر در انواع خطی‌کار

در هر خطی‌کار، بسته به نوع دسـتگاه و مـوزع آن، روشـی خـاص بـرای تنظـیم مقـدار ریـزش بـذر در نظـر گرفتـه شـده‌اسـت که در آن عوامل مختلفی مؤثرند مانند: انـدازهٔ بـاز بـودن دریچـه بـین مخـزن و مـوزع، طـول شـیار مـوزع، انـدازهٔ بـاز بـودن دریچـه زیر موزع و سرعت چرخش مـوزع‌هـا. کشـت مطلـوب زمـانی حاصـل مـی شـود کـه دسـتگاه براسـاس مقـدار بـذر پیشـنهادی تنظـیم شده باشد. مقـدار ریـزش بـذر در واحـد سـطح بـرای انـواع بـذر برحسـب کیلـوگرم در هکتـار در جـدول هـای جداگانـه‌ای در کتابچـه راهنمای خطی‌کار نشان داده شـده اسـت. پـس از انتخـاب مقـدار بـذر مصـرفی و اِعمـال تنظیمـات یادشـده، بایـد مقـدار ریـزش بـذر در واحد سطح، پیش از آغاز عملیات بررسی شود. سه عامل بر مقدار ریزش بذر در خطی‌کارها مؤثرند.

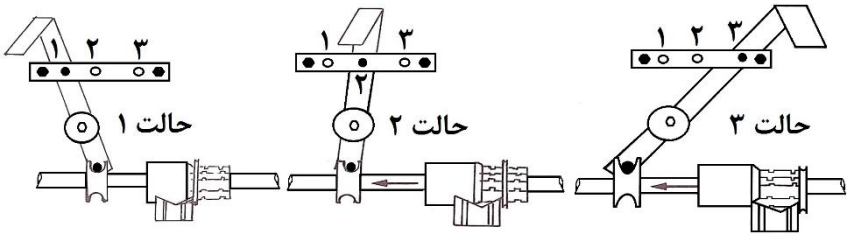
الف) تنظیم دریچه‌های بـین مخـزن و مـوزع: در پشـت هـر واحـد خروجـی بـذر از مخـزن، یـک دریچـهٔ کشـویی قـرار دارد کـه در حالت‌های مختلف، متناسب با اندازهٔ بذر مـی‌تـوان جریـان ریـزش بـذر را در هـر یـک از خطـوط کاشـت تنظـیم کـرد. ایـن تنظـیم

وابسته است به اندازهٔ بذر که چهار حالت مختلف دارد: صفر (بسته بودن کامل دریچه)، یک (بذرهای ریز مانند کلزا)، دو (بذرهای متوسط مانند گندم) و سه (بذرهای درشت مانند لوبیا) (شکل ۵۷).



شکل ۵۷- حالت‌های مختلف تنظیم دریچهٔ خروجی بذر مخزن

ب) تنظیم طول شیار موزع: در اینجا می‌توان از چهار نوع موزع نام برد که نحوهٔ تنظیم طول شیار آنها با هم متفاوت است. اگر موزع از نوع غلتکی شیاردار باشد، طول شیار موزع جلوِ دریچهٔ خروج بذر توسط اهرم تنظیم قابل تغییر است و بدین ترتیب ریزش بذر کم و زیاد می‌شود. موزع استوانه‌ای با توجه به اندازهٔ بذر (ریزی و درشتی) می‌تواند در سه حالت مختلف قرار گیرد که با جابه‌جایی اهرم مرکزی تنظیم خواهد شد. حالت یک شامل شیار موزع با کمترین طول (اهرم در سوراخ ۱) و مناسب برای بذرهای ریز مانند یونجه و کلزاست. حالت دو شامل شیار موزع با طول متوسط (اهرم در سوراخ ۲) و مناسب برای بذرهای 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 ۵۸).

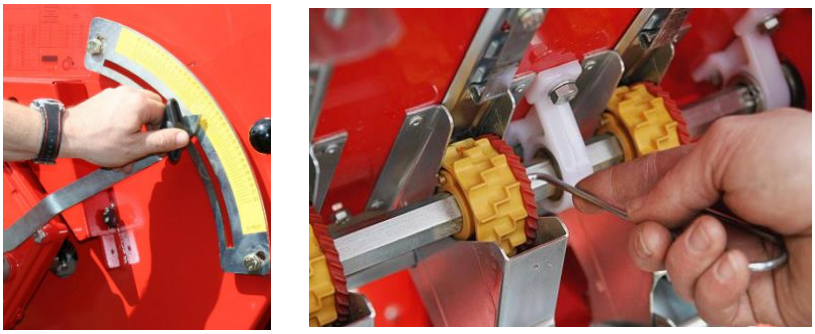


شکل ۵۸- تنظیم طول شیار موزع

رعایت نکردن طول صحیح شیار موزع برحسب اندازه و شکل ظاهری بذر سبب شکست بذرها و در نتیجه کاهش عملکرد محصول خواهد شد. طول شیار موزع را باید پیش از پر کردن مخزن بذر یا گشودن دریچه‌های پشت آن جابه‌جا کرد . تغییر طول شیار موزع پس از پر کردن مخزن و باز بودن دریچه‌های پشت آن، سبب اعمال فشار به موزع و قسمت-های مرتبط با آن خواهد شد .

گاهی موزع از نوع آجدار (دندانه‌دار) 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 ۵۹).

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 جعبه‌دنده را چند مرتبه به بالا و پایین حرکت می‌دهند تا سوراخ پین محور موزع دیده شود. سپس پین را با آچار به بیرون فشار می‌دهند تا چرخ استاندارد آزادانه روی میلهٔ اندازه‌گیری حرکت کند. باید توجه کرد که پیچ آلن مغزی هرگز نباید باز شود .



شکل ۵۹- تنظیم موزع‌های دستگاه برای بذرهای ریز

اگر موزع از نوع استوانه‌ای شیاردار تنظیمی باشد، تنظیم آن برای مقدار دلخواه بذر (کالیبراسیون) با استفاده از یک هندل و صفحه مدرج (خط‌کش) واقع بر موزع و با توجه به دفترچه راهنمای هر دستگاه خواهد بود . 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 محفظهٔ بذر تغییر داد. هرچه طول بیشتری از غلتک شیاردار در داخل محفظهٔ بذر قرار داشته باشد، غلتک‌ها بذر بیشتری را حمل خواهند کرد و ریزش بذر نیز بیشتر خواهد شد و برعکس (شکل ۶۰).

شکل ٦٠- نحوهٔ تنظیم مقدار ریزش بذر

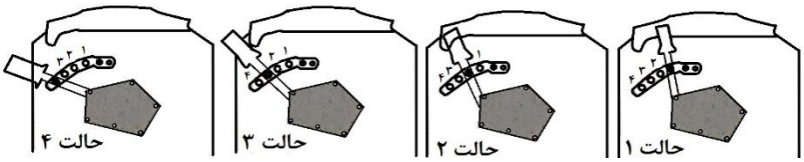
در نهایت اگر موزع از نوع استوانه‌ای شیاردار تعویضی (کارتریجی) باشد، کالیبراسیون با تعویض غلتک و تغییر سرعت چرخش غلتک امکان‌پذیر خواهد بود (شکل ۶۱).

شکل ٦١- تعویض غلتک (کارتریج) با توجه به اندازهٔ بذر

ب) تنظیم دریچه‌های (کپه) زیر موزع بذر: برای ریزش بهتر بذر و کاشت صحیح، در زیر موزع‌ها زبانه‌هایی نصب شده است که با یک اهرم در حالت‌های مختلف قابل تنظیم است (شکل ۶۲).

شکل ٦٢- 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 گندم و جو)، سوم (بذرهای متوسط مانند گندم و جو) و چهارم (بذرهای درشت مانند نخود و لوبیا) قابل تنظیم است (شکل ۶۳).



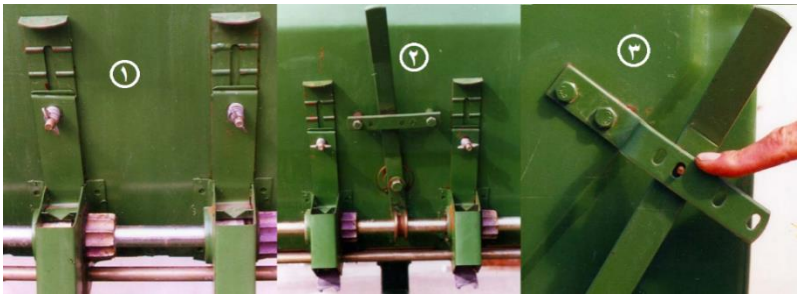
شکل ٦٣- حالت‌های مختلف اهرم تنظیم فاصلهٔ کپه زیر موزع با موزع

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

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 عمل 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 فاصلهٔ کپه زیر موزع که پیشتر نیز به آنها اشاره شد در تنظیمات واحد بذرکار تعیین می‌شوند (شکل ۶۴).



شکل ٦٤- تنظیمات پیش از کالیبره کردن ماشین

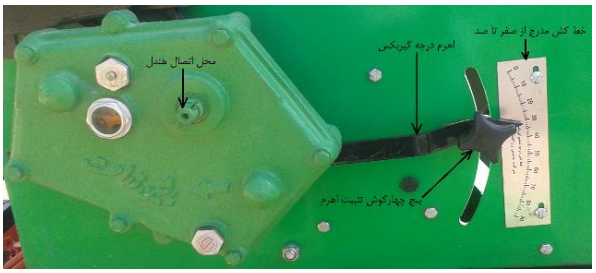
ب) دریچه‌های بین مخزن و موزع را به‌کلی ببندید.

ج) مخزن بذر را به اندازهٔ گنجایش آن پر کنید. تا حد امکان از بذرهای اصلاح‌شده و بدون ناخالصی استفاده شود.

د) دریچه‌های بین مخزن و موزع را با توجه به اینکه آزمایش برای بذر کلزاست، 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 پس از آن به‌سمت پایین جابه‌جا کنید. سپس سینی جمع‌آوری بذر را دقیقاً در زیر خروجی بذر قرار دهید، به‌گونه‌ای که در هنگام کالیبراسیون، بذرها از دهانهٔ خروجی موزع به خارج از سینی ریخته نشوند.

و) هندل گیربکس را در محل مخصوص آن روی گیربکس قرار دهید و درجهٔ گیربکس را از حالت صفر روی عدد دلخواه تنظیم و مهرهٔ آن را محکم کنید. هندل را چند دور (۵ تا ۱۰ دور) را بچرخانید. هدف از این کار، ورود بذر به درون شیار استوانهٔ موزع و کنترل خروجی یکنواخت از همه دریچه‌های مخزن بذر است. چنانچه مقدار بذر خارج‌شده 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 بعداً دهانهٔ کپه موزع را با توجه به میزان خروجی آن باز کنید یا ببندید (شکل ۶۵)؛



شکل ٦٥- محل قرارگیری هندل و تنظیم اهرم درجهٔ گیربکس

ز) هندل گیربکس را به تعداد مشخص‌شده در کتابچهٔ راهنمای دستگاه به‌صورت متوالی (نه خیلی تند- نه خیلی کند) و بدون توقف بچرخانید (شکل ۶۶)؛

شکل ٦٦- چرخاندن هندل

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

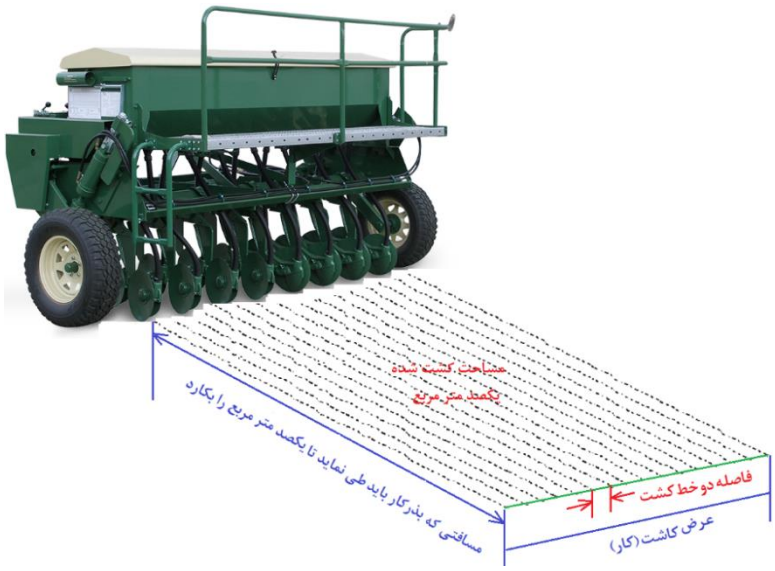
ط) وزن به‌دست‌آمده را در ۱۰۰ ضرب و عدد حاصل را با مقدار بذری که در ابتدا مورد نظر بوده‌است مقایسه کنید. در صورتی که این عدد به اندازه مورد نظر خیلی نزدیک باشد، مقدار ریزش بذر صحیح و دستگاه کالیبره است، اما اگر عدد به‌دست‌آمده کمتر از مقدار مورد نظر باشد، برای رسیدن به عدد مورد نظر، ابتدا اهرم درجه گیربکس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

تنظیم بدون جدول و دفترچه راهنمای ماشین

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

$$\text{مقدار بذر (کیلوگرم در هکتار)} = \frac{\text{تراکم مورد نظر (گیاه در متر مربع)} \times \text{وزن هزاردانه (گرم)}}{[\text{درصد قوه نامیه} \times (\text{درصد تلفات بذر} - ۱)] \times ۱۰۰}$$

برای تنظیم سیستم پیمایش بذر توصیه می‌شود خروجی همهٔ لوله‌های سقوط در حین کار دستگاه در مساحتی معادل ۱ درصد هکتار یعنی ۱۰۰ متر مربع اندازه‌گیری شود. مطابق شکل ۶۷، مقدار بذر را می‌توان از روی مسافت طی‌شده برای کاشت ۱۰۰ متر مربع مساحت توسط بذرکاری تخمین زد که مجهز به ۱۶ شیاربازکن مستقر در فاصله خطوط معین است.



شکل ٦٧- 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 حاصل‌ضرب 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.

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

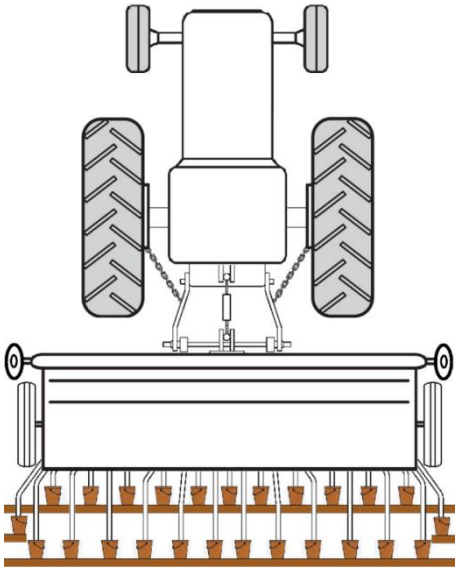
$$L = \text{(مسافتی که باید بذرکار طی کند تا ۱۰۰ متر مربع را بکارد)} = \frac{۱۰۰}{۱۶ \times ۰/۱۲۵} = \text{متر ۵۰}$$

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 پس از آن محیط چرخ را از طریق فرمول زیر به‌دست آورد:

قطر چرخ (برحسب متر)×۳/۱۴ = 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 دریچه بین مخزن و موزع، تنظیم موزع و تنظیم 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 ۶۸ 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 ٦٨- کنترل یکنواختی خروجی لوله‌های سقوط بذرکار

بذرهای جمع‌آوری‌شده از همهٔ 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 اجرا کرد.

ماشین‌های داشت شیمیایی کلزا

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

سمپاش‌های رایج غیرتراکتوری

سمپاش اتومایزر پشتی برای مزارع کوچک و زراعت کوچک کلزاکاران سنتی مناسب است. در این سمپاش، برای تولید قطره‌های ریز سم که در اصطلاح به آن اتمیز شدن محلول سم گفته می شود، از جریان شدید هوا استفاده می‌شود. این کار با استفاده از توربینی ساده اجرا می‌شود که روی محور مرکزی یک موتور دوزمانه نصب شده است. مقدار پاشش سم به‌وسیلهٔ کلاهک یا شبکه‌های قرارگرفته در انتهای لوله‌ای خرطومی کنترل می‌شود (شکل ۶۹).

شکل ٦٩- سمپاش پشتی اتومایزر

به‌دلیل اختلافِ به‌نسبت زیاد بین قطر قطره‌ها، این سمپاش از نظر کیفیت ضعیف ارزیابی شده است، اما با نصب هد میکرونر یا الکترواستاتیک روی آن، افزون‌بر اصلاح کیفیت، بازده آن افزایش چشمگیری می‌یابد. کاربری آن، فقط پاشش حشره‌کش یا قارچ‌کش است و نباید برای پاشش علف‌کش استفاده شود. ضمن آنکه این سمپاش قابلیت گردپاشی و گرانول‌پاشی هم دارد.

سمپاش‌های رایج تراکتوری

سمپاش پشت تراکتوری بوم‌دار برای سمپاشی مزارع طراحی شده است. این نوع سمپاش در زمین‌های مسطح و بزرگ کلزا به‌عنوان اصلی‌ترین سمپاش استفاده می‌شود. تجهیز این سمپاش به توربین های هواکمک، سبب نفوذ بهتر سم به درون کانوپی‌های کلزا می‌شود و قسمت‌های پایین بوته را تحت تأثیر قرار می‌دهد (شکل ۷۰).

شکل ۷۰- سمپاش بوم‌دار هواکمک

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 را به قسمت‌های پایین بوته‌های کلزا نامحتمل می‌سازد و از این‌رو فقط برای مراحل اولیهٔ رشد کلزا توصیه می‌شود (شکل ۷۱).

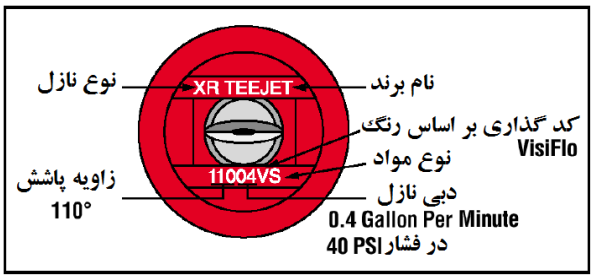
شکل ۷۱- سمپاش توربینی زراعی

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

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 همهٔ روش‌های مربوط به مصرف آن ماده و با استفاده از وسیلهٔ کاملاً سالم و بدون عیب و نقص. در مورد مقدار محلول مصرفی در هکتار، سه عامل مهم نازل، فشار و سرعت دخالت دارند .

الف) نازل: نازل به مجموعه قطعاتی گفته می‌شود که پس از لولهٔ سم قرا گرفته‌است و عملکرد کلی آنها موجب تشکیل ذره می شود. نازل ها 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 ۷۲).



شکل ۷۲- مشخصات نازل

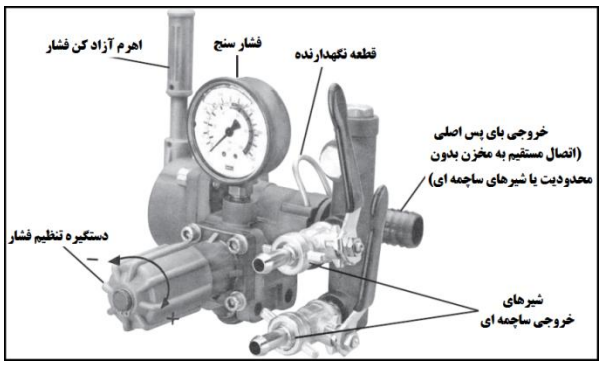
برای جلوگیری از گرفتگی نازل‌ها باید در پشت نازل توری مناسب پلاستیکی یا استیل قرار گیرد. در نازل‌های با دبی ۰/۱ و ۰/۱۵ ، به‌علت ریز بودن سوراخ، از توری ۱۰۰ مش و در نازل‌های ۰/۲ و بیشتر از توری‌های ۵۰ مش[1] استفاده می‌شود (شکل ۷۳).

شکل ۷۳- انواع فیلتر با مش‌های مختلف

ب) نقش فشار در سمپاشی: دومین عامل مؤثر در مقدار محلول مصرفی در هکتار، فشار سمپاشی است. در سمپاش های لانس‌دار، توربینی مزارع، پشت تراکتوری بوم‌دار و الکترواستاتیک، فشار عامل ریزکننده محلول سمی و تشکیل ذرات است، درحالی که در سپماش‌های موتوری پشتی اتومایزر معمولی و مجهز به پمپ مرکزی و سمپاش‌های صفحات و محفظه های 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 بالاتر رود، قطر ذرات ریزتر می‌شود. برای تغییرات فشار از شیر تنظیم فشار یا رگولاتور استفاده می‌شود که پس از پمپ در بین خروجی پمپ و لولهٔ 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. اندازهٔ فشارسنج و درجات آن باید با فشار سمپاشی متناسب باشد (شکل ۷۴).

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



شکل ۷۴- رگولاتور و فشارسنج

ج) سرعت حرکت در عملیات کالیبراسیون: هرچه وسیلهٔ 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 به‌دست نیاید. با کاهش سرعت نیز مقدار محلول مصرفی در هکتار افزایش و بازده سم‌پاش کاهش می‌یابد. در مواردی نیز ممکن است به‌علت افزایش محلول مصرفی و افزایش دوز مصرفی، گیاه‌سوزی پدید آید.

ماشین‌های داشت مکانیکی کلزا

به‌منظور مبارزهٔ 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 می‌بُرد (شکل ۷۵). 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 آن است. با تغییر فاصله بین تیغه‌ها می‌توان از آن برای کنترل علف‌های هرز محصولات دیگر نیز استفاده کرد.

شکل ۷۵- 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 استفادهٔ گیاه از منابع و نهاده‌های نور و خاک را کاهش می‌دهد (شکل ۷۶).

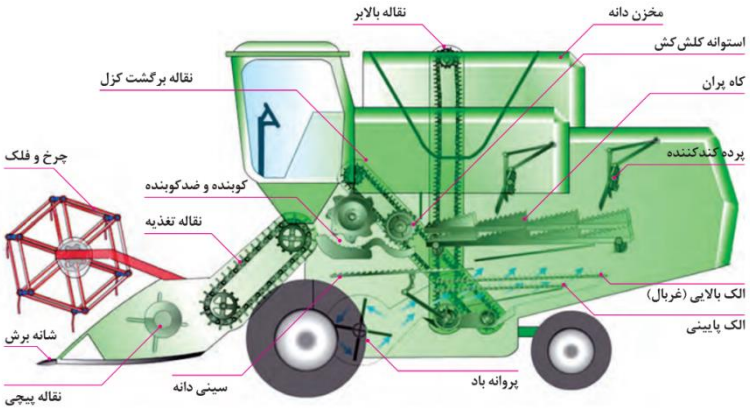
شکل ۷٦- نیاز به افزایش فاصله ردیف برای مبارزه مکانیکی علف‌های هرز موجب تبدیل الگوی کشت مربعی به مستطیلی می‌شود

آشنایی با کمباین کلزا

در برداشت مستقیم کلزا از کمباین با هد برداشت معمولی یا مخصوص کلزا استفاده می‌شود (شکل ۷۷).

شکل ۷۷- کمباین با هد مخصوص برداشت کلزا دارای تیغه‌های عمودی

کمباین دارای واحدهای مختلفی است. این ماشین خودگردان(شکل ۷۸)، 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. این کارها را واحدهای مختلف کمباین به‌عهده دارند که در اینجا شرح داده می‌شوند.



شکل ۷۸- قسمت‌های مختلف کمباین

واحد برش و تغذیه

واحد برش و تغذیه از دو بخش تشکیل شده است. بخش اول محصول را برش می‌دهد و به نقالهٔ بالابر منتقل می‌کند. این بخش اغلب به واحد درو (پلاتفرم) معروف است (شکل ۷۹).

شکل ۷۹- واحد درو (پلاتفرم) کمباین کلزا

بخش دوم محصول را از هلیس دریافت می‌کند و به واحد کوبنده تحویل می‌دهد. هلیس محصول بریده‌شده را از دو طرف به وسط پلاتفرم منتقل می‌کند. این دو بخش با محوری به‌طور لولایی به کمباین متصل می‌شود (شکل ۸۰).

شکل ۸۰- قسمت تغذیه

الف) سکوی برش: کلزا در مرحلهٔ رسیدگی و هنگام برداشت مستعد ریزش است و چالش مهم کشاورزان به حداقل رساندن تلفات ناشی از برداشت است. استفاده از کمباین‌های غلات، روش متداول برداشت ماشینی کلزاست که سال‌ها رواج داشته است. در سال‌های اخیر سازندگان به بهینه‌سازی و اصلاح هدهای کمباین غلات پرداخته‌اند که در نهایت سبب تولید هد مخصوص برداشت کلزا شده است. تغییر عمده در هدهای غلات، افزودن شانهٔ برش عمودی است (شکل ۸۱) که در حین برداشت با برش عمودی موجب می شود محصول برداشت‌شده از محصول درونشده کاملاً تفکیک شود. این موضوع سبب بهبود عملکرد هدهای کلزا شده است.

شکل ۸۱- برش عمودی شانهٔ برش عمودی

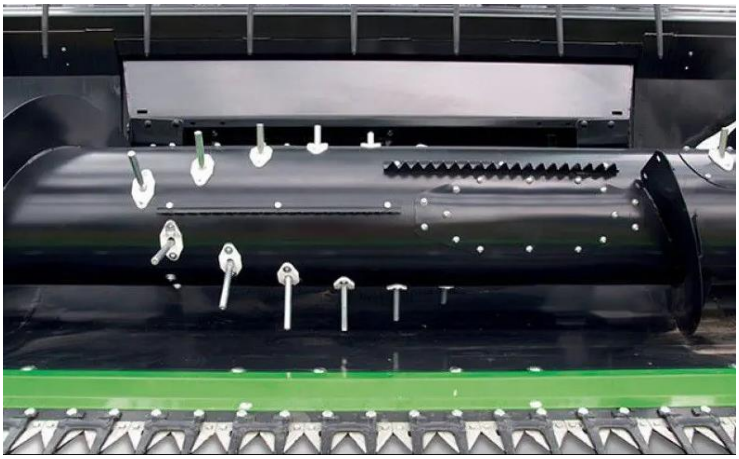
در ضمن پیشروی کمباین در مزرعه، جداکننده‌ها ردیفی از محصول را جدا می‌کنند. چرخ‌فلک، قسمتی از این محصول دروشده توسط شانهٔ برش عمودی را به‌سوی شانهٔ برش افقی (شکل ۸۲) هدایت می‌کند، درحالی که محصول به‌وسیلهٔ شانه برش افقی درو می‌شود، چرخ فلک به فشردن محصول (بلند کردن آن) به‌طرف هلیس سکو و قرار دادن محصول در مسیر آن ادامه می‌دهد (شکل ۸۳).

شکل ۸۲- شانهٔ برش

شکل ۸۳- عمل چرخ‌فلک

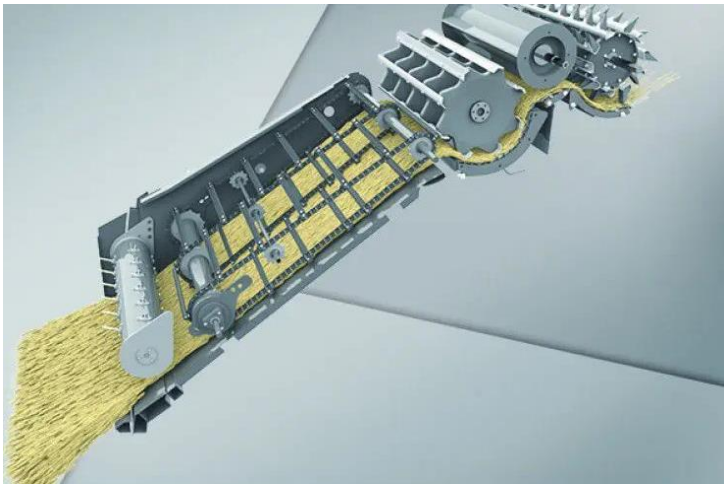
پره‌های مارپیچی راستگرد و چپگرد هلیس (شکل ۸۴)، محصول را از دو طرف سکو به‌طرف وسط، جایی که نقاله تغذیه قرار گرفته است، انتقال می‌دهند. انگشتی‌های عقب‌رونده در قسمت وسط هلیس، مواد را برای انتقال به دستگاه کوبنده به نقالهٔ تغذیه تحویل می‌دهند (شکل ۸۵).

شکل ٨٤- هلیس (مارپیچ دوطرفه)



شکل ۸۵- انگشتی‌های هلیس

ب) نقالهٔ تغذیه: انتقال محصول از سکو اغلب با نقالهٔ تغذیه صورت می‌گیرد. نقالهٔ تغذیه، محصول را از سکو می‌گیرد و به واحد کوبنده تحویل می‌دهد (شکل ۸۶).



شکل ۸٦- انتقال مواد توسط نقالهٔ تغذیه به واحد کوبنده

معمول‌ترین نوع نقالهٔ تغذیه، شامل زنجیر نقاله یا تلفیقی از استوانهٔ تغذیه و زنجیر نقاله است (شکل ۸۷).

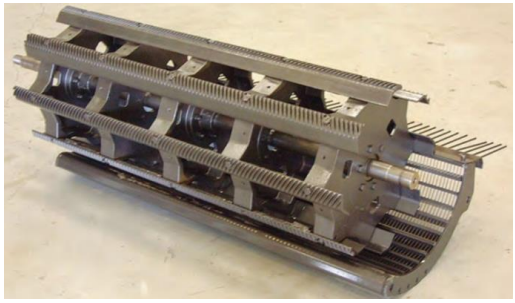
شکل ۸۷- استوانهٔ تغذیه و زنجیر نقاله

واحد کوبنده

منظور از کوبیدن محصول، جدا کردن دانه‌های کلزا از خورجین است. این کار را دستگاه کوبنده به‌عهده دارد. دستگاه کوبنده از کوبنده و ضدکوبنده تشکیل شده است (شکل ۸۸).

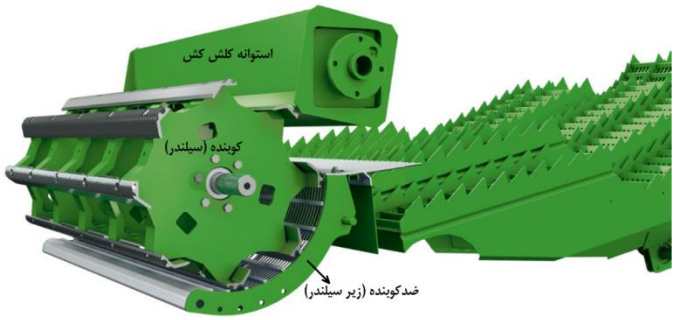
شکل ۸۸- واحد کوبنده

کوبنده و ضدکوبندهٔ 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 ۸۹).



شکل ۸۹- کوبنده و ضد کوبنده سوهانی

ضدکوبنده شامل یک رشته تسمهٔ موازی است که با تسمه های 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. استوانهٔ کلش‌کش 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، آنها را در اختیار کاه‌برها قرار می‌دهد (شکل ۹۰).



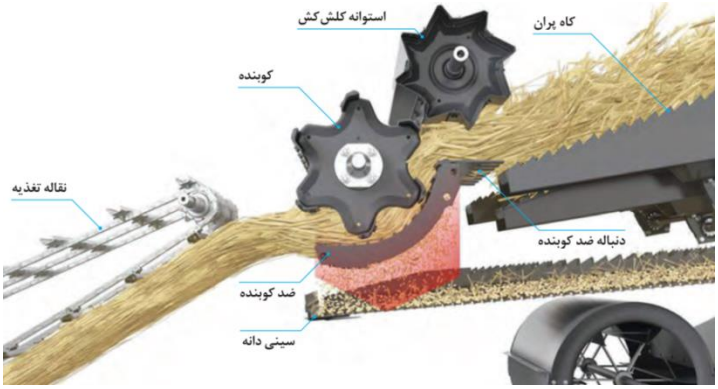
شکل ۹۰- استوانه کلش کش

برای محافظت از کوبنده و ضد کوبنده در مقابل تکه‌های سنگ و دیگر اشیای سختی که ممکن است وارد ماشین شوند، در جلوِ دستگاه کوبنده بیشتر کمباین‌ها، حفره‌ای سراسری به‌نام سنگ‌گیر قرار داده شده است (شکل ۹۱).

شکل ۹۱- سنگ‌گیر

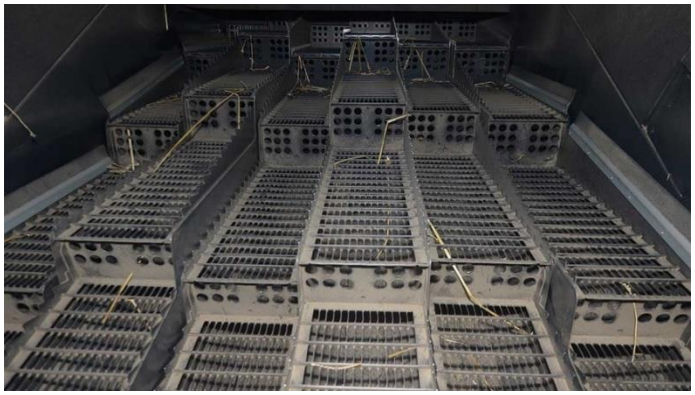
واحد جداسازی

در ادامهٔ ضدکوبنده و زیر کلش‌کش، شبکهٔ انگشتی قرار دارد. این شبکه کلش‌های خارج‌شده از دستگاه کوبنده را نگهداری می‌کند تا کلش‌کش بتواند مواد را به‌طرف کاه‌پران‌ها هدایت کند. دانه‌های آزادشده همچنین ممکن است از میان انگشتی‌ها عبور کنند و به داخل واحد تمیزکن فرو بریزند (شکل ۹۲).



شکل ۹۲- انتقال محصول از واحد کوبنده به واحد جداکننده

واحد جداکننده از تعدادی کاه‌پران تشکیل شده است (شکل ۹۳) که ضمن حرکت نوسانی، سبب جدا شدن دانه های باقی‌مانده از ساقه می‌شوند و کلش‌ها را نیز به بیرون از کمباین منتقل می‌کنند.

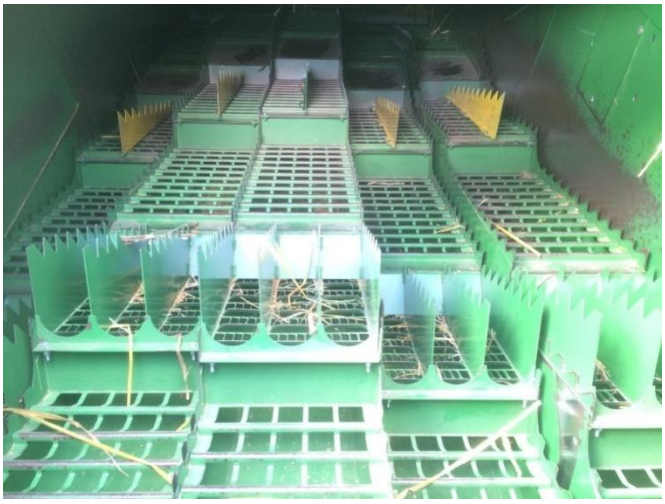


شکل ۹۳- کاه‌پران‌ها در واحد جداکننده

عمل مؤثر جدا کردن محصول در کمباین به چگونگی تکان خوردن محصول در هنگام عبور از منطقهٔ 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 ۹۴).

شکل ۹٤- 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 شکل ها 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 ۹۵).



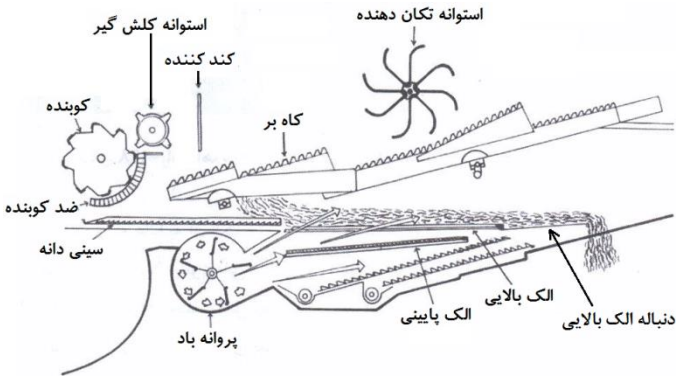
شکل ۹۵- کاه‌پران‌های پله‌ای

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 دهانهٔ خروجی سینی دانه‌برگردان روی سینی دانه می‌ریزند (شکل ۹۶).

شکل ۹۶- جریان انتقال مواد از کاه‌برها به سینی دانه

سینی دانه، اغلب در زیر قسمت جلو کاه‌پران‌ها و در زیر دستگاه کوبنده قرار گرفته است. همهٔ 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 چرخهٔ 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 پایین می‌افتد که نزدیک‌تر به قسمت خروجی است. هر چرخهٔ تکان دادن، کاه‌ها را کمی بیشتر به‌طرف عقب می‌برد.

سرعت حرکت کاه‌پران ها 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 آزادشده 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 جلوِ دانه‌های پرتاب‌شده به‌وسیله ضربه‌زن را می‌گیرند و مانع خارج شدن آنها از کمباین می‌شوند. در مسیر حرکت کلش روی کاه‌پران‌ها یک استوانه تکان‌دهنده وجود دارد تا امکان حرکت کلش را روی کاه‌پران تسهیل کند و دانه‌ها راحت‌تر جدا شوند (شکل ۹۷).



شکل ۹۷- استوانهٔ 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 کلش استفاده می‌شود (شکل ۹۸).

شکل ۹۸- واحد جداکنندهٔ دورانی

اگر محصول نمدار باشد و جدا شدن دانه از کاه و پایین افتادن آن دشوار باشد، برای نگه داشتن مواد به‌منظور بهتر جدا شدن ممکن است به پرده‌های بیشتری نیاز باشد.

واحد تمیزکننده

واحد تمیزکننده یا بوجاری از قسمت الک بالایی (غربال)، الک پایینی و بادبزن تشکیل شده است (شکل ۹۹). وظایف این واحد عبارت است از:

الف) جدا کردن دانه‌ها از کاه و دیگر بقایای گیاهی که از سوراخ ضدکوبنده یا کاه‌پران‌ها عبور کرده‌اند.

ب) تخلیهٔ کاه و مواد اضافی به بیرون از کمباین.

ج) برگرداندن خوشه‌های نیمکوب به واحد کوبنده(بیرجندی و همکاران، ۱۳۹۷).

شکل ۹۹- واحد تمیزکننده

واحد تمیزکننده از قسمت‌های مختلف شامل الک بالایی یا غربال کاه، غربال دنباله یا بچه الک، الک پایینی یا غربال دانه و پروانهٔ باد یا بادبزن تشکیل شده است که در اینجا به‌ترتیب شرح داده می‌شوند (شکل ۱۰۰).

شکل ۱۰۰- سینی دانه، الک بالایی، الک پایینی، دنبالۀ الک بالایی و بادبزن

الک بالایی یا غربال کاه، بچه الک یا دنباله و غربال دانه یا الک پایینی در داخل محفظه‌ای قرار گرفته‌اند و با 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 را در سوراخ‌های الک بالایی کاهش می‌دهد (شکل ۱۰۱).

شکل ۱۰۱- مجموعۀ الک‌ها

الک بالایی که اغلب به آن الک خرده‌کاه گفته می‌شود، به‌دنبال سینی دانه قرار دارد 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 به‌وجود آورند. با روی هم قرار گرفتن زبانه‌ها، قطر سوراخ‌ها کمتر و با بلند شدن آنها، قطر سوراخ‌ها بیشتر می‌شود (شکل ۱۰۲).

شکل ۱۰۲- تنظیم سوراخ‌های الک بالایی

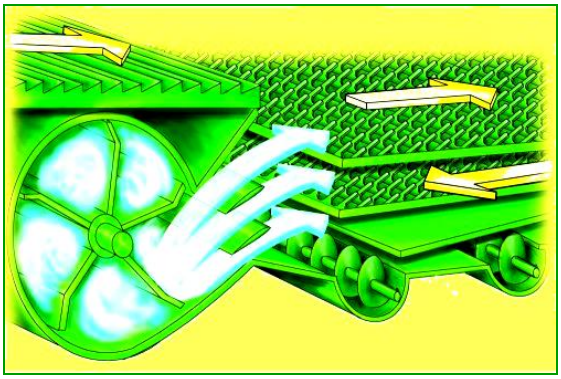
سوراخ های الک بالایی باید طوری تنظیم شوند که همه دانه‌ها به‌هنگام عبور از روی الک، از سوراخ‌ها عبور کنند و پایین بریزند و در عین‌حال مواد خارجی سنگین و پسمانده‌ها ضمن تکان خوردن الک، به‌طرف عقب حرکت کنند. اگر سوراخ‌ها بیش از حد بسته شوند، ممکن است دانه‌ها نتوانند از آنها عبور کنند و در نتیجه امکان دارد 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 گرفته‌است که به‌صورت لولایی به آن متصل می شود. بچه الک علاوه‌بر اینکه زبانه‌های تنظیم‌پذیر دارد ممکن است به‌طرف پایین و بالا متمایل شود و شیب پیدا کند.

غربال 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 مرحلهٔ تمیز شدن دانه در این قسمت صورت می‌گیرد.

در موقع کار، باد بادبزن از میان سوراخ‌های الک پایینی عبور می‌کند تا به جدا شدن مواد و پسمانده‌ها 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 پسمانده‌هایی که از سوراخ‌های الک عبور نکرده‌اند، با تکان خوردن الک پایینی به‌طرف عقب الک می‌روند و به پسمانده‌هایی می‌پیوندند که از الک بالایی یا دنباله آن آمده‌اند. مانده‌ها روی هلیس پسمانده‌ها می‌ریزند و توسط بالابر پسمانده‌ها برای کوبیدن مجدد به جلوِ واحد کوبنده منتقل می‌شوند.

بادبزن در محفظه الک‌ها (گهواره) قرار گرفته است. باد وزیده‌شده توسط بادبزن، بیشتر خرده‌کاه‌ها و بقایای گیاهی همراه دانه‌ها را از دانه جدا و آنها را از عقب کمباین به خارج پرتاب می‌کند (شکل ۱۰۳).



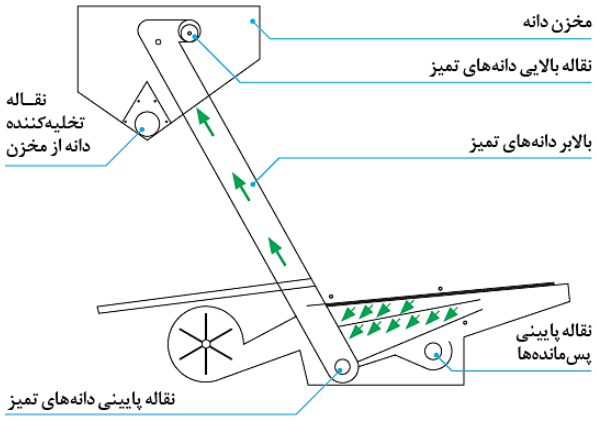
شکل ۱۰۳- بادبزن

تمام خرده‌کاه‌ها باید توسط باد پروانه از کمباین خارج شوند، اما تا حد امکان باید از خروج دانه در انتهای کمباین جلوگیری شود. اجسام درشت‌تر برای خرمنکوبی 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.

واحد انتقال دانه

این واحد دو وظیفه بر عهده دارد:

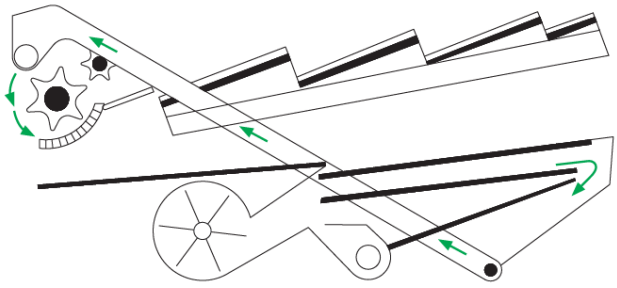
الف) انتقال دانه‌های تمیزشده به مخزن دانه که این عمل را نقالهٔ پایینی و بالابر دانه‌ها بر عهده دارند (شکل ۱۰۴). در صورت پر شدن مخزن می‌توان به‌وسیلهٔ لولهٔ تخلیه که در کنار آن نصب شده است مخزن در ماشین حمل را تخلیه کرد (شکل ۱۰۵).



شکل ۱۰۴- انتقال دانه‌ها به مخزن کمباین

شکل ۱۰۵- تخلیهٔ مخزن کمباین کلزا

ب) انتقال پسمانده‌ها و کلش به قسمت کوبنده که نقالهٔ برگشتی و بالابر مخصوص آنها را منتقل می‌کنند (شکل ۱۰۶).



شکل ۱۰۶- انتقال پسمانده‌ها به واحد کوبنده برای کوبیده شدن مجدد

تنظیمات کمباین پیش از برداشت

برای به حداقل رساندن تلفات برداشت محصول کلزا باید پیش از به‌کارگیری کمباین تنظیماتی روی واحدهای مهم آن شامل واحد برش و تغذیه، واحد کوبنده و واحد تمیزکننده صورت گیرد که در اینجا به‌ترتیب شرح داده می‌شوند .

تنظیم ارتفاع برش

ارتفاع برش یا همان ارتفاع سکوی برش از زمین است که از جایگاه راننده می‌توان آن را تنظیم کرد، ارتفاع برش باید طوری تنظیم شود که کوتاه‌ترین خوشه‌ها را بتواند به درون سکو هدایت کند اما آن‌قدر پایین نباشد که خاک و سنگریزه را از زمین بلند کند؛ همچنین آن‌قدر پایین نباشد که بار و خوراک اضافی به کمباین تحمیل کند. به‌عبارت دیگر، ارتفاع برش با شرایط محصول تنظیم شود.

سرعت پروانه کلش‌کش

سرعت پروانه به تراکم و وضعیت محصول بستگی دارد و وقتی درست است که محصول به‌طور مستقیم داخل سکوی برش بیفتد. کم بودن سرعت پروانه سبب ریزش محصول به‌دلیل افتادن محصول از جلوِ 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.

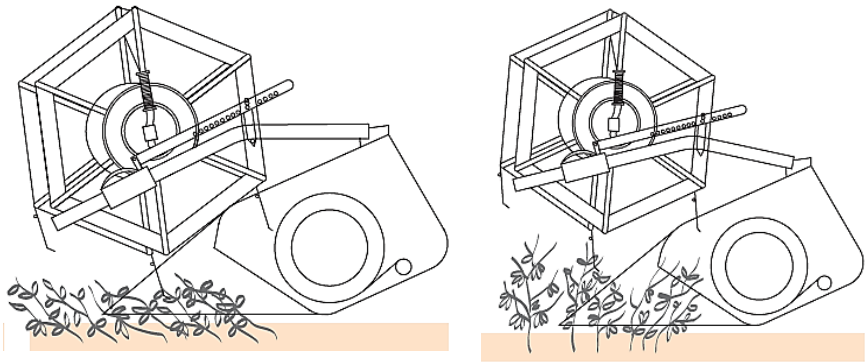
ج) فشرده کردن محصول به‌جای برش دادن آن.

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.

تنظیم موقعیت پروانهٔ چرخ‌فلک

موقعیت چرخ‌فلک از نظر افقی و عمودی بودن نسبت به شانهٔ 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 تیغه ها (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 ۱۰۷). در محصولات سرپا، انگشتی‌های چرخ‌فلک باید از پایین خوشه با ساقه تماس پیدا کند.



شکل ۱۰۷- جهت صحیح حرکت کمباین هنگام برداشت کلزای سرپا و خوابیده

ارتفاع چرخ فلک (موقعیت عمودی) نیز مطابق با شرایط محصول تغییر می‌کند. لوله‌های پروانه باید با زیر خوشه‌های دانه محصول تماس داشته‌باشند و آنها را از مارپیچ (استوانه) تا زمان بریده شدن دور نگه دارند (شکل ۱۰۸). کم بودن ارتفاع

سبب پیچیده شدن محصول به دور پروانه می‌شود. ارتفاع پروانه کلش‌کش از طریق جک‌های کمکی تنظیم می‌شود که در طرفین دیواره‌های خارجی سکو قرار دارند.

شکل ۱۰۸- تنظیم چرخ‌فلک

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

تنظیم هلیس دستگاه درو

هلیس (استوانه حلزونی) باید طوری تنظیم شود که ساقه‌های بریده‌شده به‌طور یکنواخت از طرفین به وسط آن هدایت شوند. فاصلهٔ بیشتر پرهٔ هلیس از کف سکو موجب می‌شود که محصول به‌طور یکنواخت به وسط استوانه حلزونی هدایت نشود و فاصلهٔ کم آن موجب شکستن دانه و در نتیجه ریزش آن به زمین می‌شود و ساقه نیز در این مرحله خرد خواهد شد (شکل ۱۰۹). در برداشت کلزا این فاصله باید بین ۱۲ تا ۲۰ میلی‌متر تنظیم شود

شکل ۱۰۹- فاصله هلیس تا کف سکو

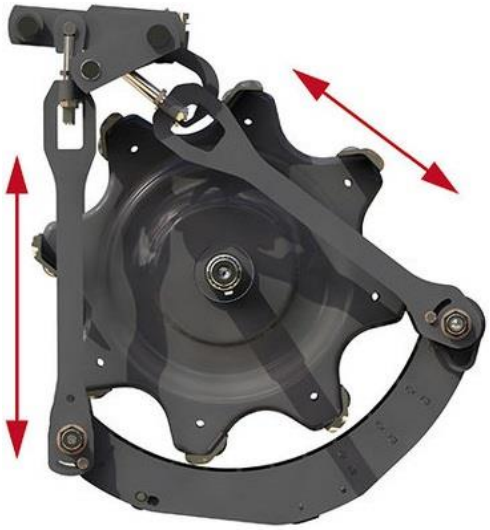
انگشتی‌های هلیس

انگشتی‌های هلیس در قسمت مرکزی هلیس با شکلی منظم، اطراف استوانهٔ مرکزی هلیس را احاطه می‌کنند و با حرکت داخل رفتن و بیرون آمدن خود، محصول برداشت‌شده را که توسط هلیس به وسط منتقل شده در اختیار زنجیر نقالهٔ بالابر قرار می‌دهند. انگشتی‌های هلیس باید در ارتفاعی مناسب از کف سکو قرار گیرند (شکل ۱۱۰). انگشتی‌های عقب‌رونده باید طوری تنظیم شوند که با بیرون آمدن خود، محصول را جمع‌آوری کنند و به نقالهٔ تغذیه برسانند. برای محصولات پرپشت و سنگین، انگشتی‌ها باید کمتر بیرون بیایند، وگر نه محصول به دور هلیس خواهد پیچید و تغذیه به‌خوبی صورت نخواهد گرفت.

شکل ۱۱۰- فاصله انگشتی‌ها تا کف سکو

تنظیمات واحد کوبنده

در تنظیم این واحد، دو عامل مهم فاصله بین کوبنده و ضدکوبنده و سرعت کوبنده اثر تعیین‌کننده‌ای دارند. فاصله بین کوبنده و ضدکوبنده در قسمت جلو برای برداشت کلزا باید بین ۱۳ تا ۲۰ میلی‌متر تنظیم شود (شکل ۱۱۱). در این حالت فاصله یادشده در قسمت عقبی ۳ تا ۷ میلی‌متر است. سرعت زمانی تنظیم می‌شود که کوبنده در حال دوران باشد. . 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 ریزدانه مانند کلزا، سرعت کوبنده زیاد و فاصلهٔ بین کوبنده و ضدکوبنده کم انتخاب می‌شود.



شکل ۱۱۱- تنظیم فاصله بین کوبنده و ضدکوبنده

تنظیم باد پنکه

تنظیم دقیق شدت باد به‌منظور هدایت کاه از روی غربال‌ها به بیرون از کمباین و همچنین به‌دست آوردن دانه عاری از کاه با اهمیت است (شکل ۱۱۲). در اثر شدت زیاد یا شدت کم جریان باد، افت دانه افزایش می‌یابد و از این‌رو شدت جریان باد باید با توجه به نوع محصول تنظیم شود. سرعت پنکهٔ باد به‌صورت مکانیکی توسط اهرمی تنظیم شود که در عقب کمباین و سمت چپ آن قرار دارد. محدوده سرعت دورانی پنکه باد برای برداشت کلزا باید بین ۳۵۰ تا ۶۰۰ دور در دقیقه باشد .

شکل ۱۱۲- دستگیره تنظیم سرعت باد پنکه

برای تنظیم سرعت دورانی پنکهٔ باد، ابتدا باد پنکه را در سرعت پیشنهادی تثبیت و به‌تدریج آن را زیاد و نتایج را بررسی می‌کنند. این عمل ادامه می‌یابد تا مرحله‌ای که سرعت باد پنکه آن‌قدر زیاد می شود 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.

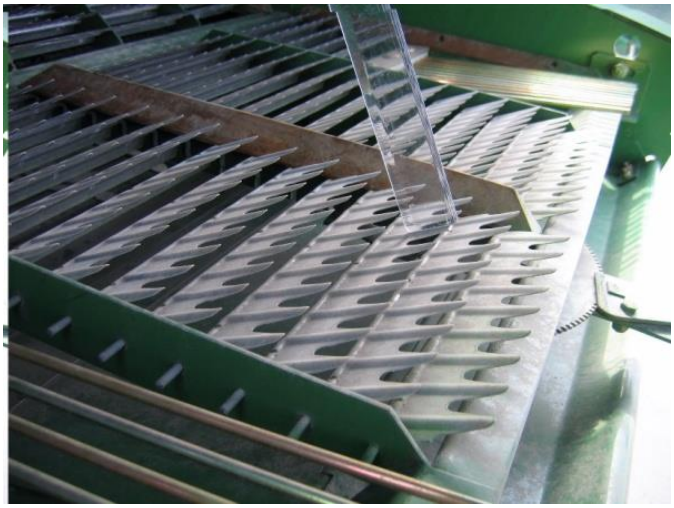
نظیم روزنهٔ الک‌ها

روزنه (چشمی) الک‌ها را براساس مقادیر داده‌شده در دفترچهٔ راهنمای راننده باید تنظیم کرد.

باز بودن بیش از اندازهٔ چشمی‌های الک بالایی (غربال) سبب اضافه‌بار در الک و بسته بودن زیاد چشمی ها موجب خارج شدن مقداری از محصول تمیزنشده 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 تا کاه و پوشال ریز در مخزن ذخیره مشاهده شود.

منظور از اندازهٔ چشمی‌ها، فاصله بین صفحات موازی مماس بر زبانه‌هاست (شکل ۱۱۳). بدین معنا که اندازهٔ فاصله عمود بر دو زبانه مجاور، اندازهٔ چشمی تلقی می‌شود و اندازه‌گیری از لبهٔ انتهایی یک زبانه به لبهٔ زبانهٔ دیگر صحیح نیست.



شکل ۱۱۳- 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 ۱۱۴). برای تنظیم روزنه‌ها از دستگیره روی الک استفاده می‌شود .

شکل ۱۱٤- اندازه‌گیری فاصله روزنه‌ها برای برداشت کلزا

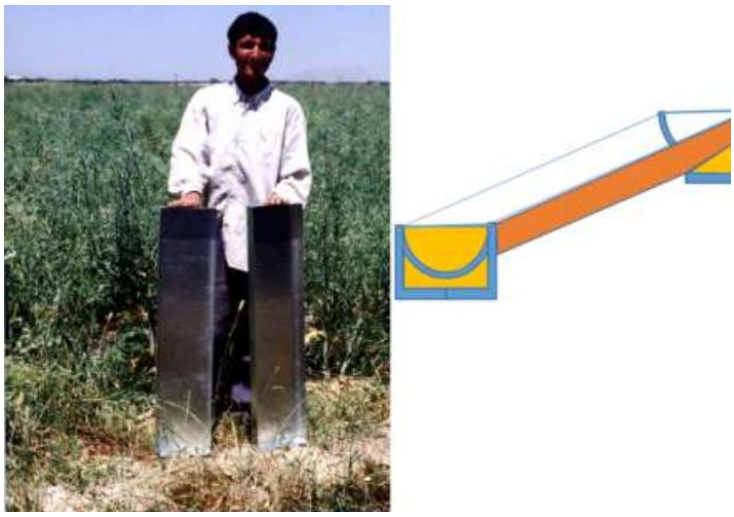
اندازه‌گیری تلفات کلزا در برداشت مستقیم

وسایل لازم

ناودانی‌هایی به ابعاد ۰/۵ × ۲۵ ×۱۰۰ سانتی‌متر مطابق شکل ۹۸ برای اندازه‌گیری تلفات طبیعی کاربرد دارد. این ناودانی‌ها در واقع لوله هایی هستند از جنس پلیکا که 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 استو 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 ۵۰×۸۰ و ارتفاع ۵ سانتی‌متر و مساحت مفید داخلی ۴۰۰۰ سانتی متر 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 کیسهٔ پلاستیکی و چند گونی اشاره کرد .

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 ۱۱۵). مقدار آن با توزین دانه های ریخته‌شده در ناودانی‌ها براساس روش گفته‌شده در قسمت محاسبات تعیین می شود. 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 را کرد تا تلفات طبیعی کاهش یابد .



شکل ۱۱۵- ناودانی به ابعاد ۲۵×۱۰۰ سانتی‌متر برای اندازه‌گیری تلفات طبیعی محصول

ب) اندازه‌گیری تلفات شانهٔ برش (تلفات جمع‌آوری): در زمان برداشت با کمباین در روش برداشت یک‌مرحله ای، در اثر برخورد دماغه و شانهٔ برش کمباین با محصول، مقداری تلفات به‌وجود می‌آید که با قاب‌های ۵۰×۵۰ سانتی‌متر مربعی اندازه‌گیری می‌شود.بدین ترتیب که چند قاب ۵۰×۵۰ سانتی‌متر مربعی در مسیر پیشروی کمباین قرار داده می‌شود تا ضمن عبور کمباین و برداشت محصول، دانه‌های ریخته‌شده در داخل قاب‌ها با چهار تکرار در سطح ۱ متر مربع جمع‌آوری و توزین شود (شکل ۱۱۶).

شکل ۱۱٦- اندازه‌گیری تلفات شانه برش (تلفات جمع‌آوری)

ج) اندازه‌گیری تلفات انتهای کمباین (تلفات فرآوری): برای اندازه‌گیری ریزش انتهای کمباین از قاب‌هایی به ابعاد ۵۰×۸۰ 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 کلش‌ها، مقدار ریزش انتهای کمباین با توزین دانه‌ها تعیین می‌شود (شکل ۱۱۷).

شکل ۱۱۷- 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.

تلفات فرآوری + تلفات جمع‌آوری = تلفات کل کمباینی

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

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

$Y = 10\ M/A$ تن بر هکتار

مثال کاربردی

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

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

۱۲گرم	۱ متر مربع
کیلوگرم در هکتار X=۱۲۰	۱۰۰۰۰

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

۳۰ گرم	۱متر مربع
کیلوگرم در هکتار X= ۳۰۰	۱۰۰۰۰

و درنتیجه افت شانه برش برحسب کیلوگرم در هکتار برابر است با:

۳۰۰ -۱۲۰=۱۸۰

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

۵۰ گرم	۱ متر مربع
کیلوگرم در هکتار X= ۲	۱۰۰۰۰

د) عملکرد خالص: اگر فرض شود کل محصول جمع‌آوری‌شده 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:

۳۱/۲ گرم	۸۶ متر مربع
کیلوگرم در هکتار X= ۳۶۲۷/۹	۱۰۰۰۰

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

عملکرد ناخالص محصول = عملکرد خالص + تلفات جمع‌آوری + تلفات فرآوری + تلفات طبیعی

کیلوگرم در هکتار ۳۹۳۰=۱۲۰+۲ +۱۸۰ + ۳۶۲۷/۹= عملکرد ناخالص محصول

و) تلفات طبیعی (درصد): از تقسیم میانگین وزن دانه‌های جمع‌آوری‌شدهٔ تلفات طبیعی بر عملکرد ناخالص محصول، ***)*** تلفات طبیعی به‌شرح زیر به‌دست می‌آید.

۱۲۰ کیلوگرم	۳۹۳۰ کیلوگرم
درصد X= ۳	۱۰۰

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

۳۹۳۰ کیلوگرم	۱۸۰ کیلوگرم
۱۰۰	درصد X= ۴/۶

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

۳۹۳۰ کیلوگرم ۲ کیلوگرم

۱۰۰ درصد X=۵

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

۳۹۳۰ کیلوگرم ۱۸۲ کیلوگرم

۱۰۰ درصد X= ۴/۶

ی) تلفات کلی برداشت دانه کلزا (درصد)

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

۳۹۳۰ کیلوگرم ۳۰۲ کیلوگرم

۱۰۰ درصد X=۷/۶۸

نکاتی چند درباره برداشت مکانیزه کلزا

اعداد و ارقام مربوط به تنظیم کمباین با توجه به دفترچه راهنمای هر کمباین، تجربهٔ راننده و شرایط خاص مزرعه تغییرپذیر است، اما موارد زیر به‌صورت 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 (حدود ۲/۵ کیلومتر در ساعت)، به‌طوری که همواره تغذیهٔ ورودی به‌صورت یکنواخت و به مقدار معین وارد کمباین شود.

ج) در مزارع پرپشت و یکنواخت استفاده از چرخ‌فلک توصیه نمی‌شود، اما در صورت استفاده از چرخ‌فلک در مزارع کم‌پشت، تنظیم افقی چرخ‌فلک برای کلزا باید به‌گونه‌ای باشد که همزمان در حالتی که چرخ‌فلک با بوته تماس پیدا می‌کند، برش نیز صورت گیرد. باید از چرخ‌فلک انگشتی‌دار و سرعت چرخش ۱۸–۱۲ دور در دقیقه (کمترین حالت) استفاده شود.

د) با رعایت نکات و توصیه‌های فنی شرح داده‌شده، چنانچه برای برداشت محصول از کمباین‌های فرسوده و مستهلک استفاده نشود، به‌راحتی می‌توان تلفات و ریزش محصول را در هنگام برداشت به میزان زیادی کاهش داد.

منابع

ایـوانی، افشـین، امیرحسـین شـیرانی راد، علیرضـا مهـاجر، الیـاس دهقـان، کـریم گرامـی. ۱۳۹۸. کـاهش مصـرف بـذر و کاشـت یکنواخت کلزا با بهسازی ماشین‌های خطی‌کار. فصلنامه بازتاب تات، دوره ۲، شماره ۶، صفحه ۲۷-

ایوانی، افشین، رضـا فامیـل مـؤمن و احمـد شـریفی مـالواجردی، ۱۳۷۹. روش‌هـای برداشـت و نکـاتی در مـورد تنظیمـات دروگرهـا و کمباین‌های کلزا. نشریه ترویجی شماره ۱، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، ۵۴ صفحه.

ایـوانی، افشـین، ۱۳۷۹. دسـتورالعمل انـدازه‌گیـری افـت کمبـاینی کلـزا در برداشـت مسـتقیم. نشـریه ترویجـی شـماره ۲، مؤسسـه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، ۴۳ صفحه.

بی‌نام. ۱۳۷۹ برداشت کلزا. امور تحقیقات شرکت سهامی خاص توسعه کشت دانه‌های روغنی، ۴۰ صفحه.

بـی‌نـام. ۱۳۸۲. دسـتورالعمل درو، خرمنکـوبی و انبـار کـردن محصـول کلـزا. وزارت جهـاد کشـاورزی، معاونـت تـرویج و نظـام بهره‌برداری، دفتر برنامه‌ریزی رسانه‌های ترویجی، ۳۱ صفحه.

بیرجنـدی، مجیـد، جـلال کفاشـان، علـی حـاج‌احمـد، فرشـید مـریخ، محسـن قاسـمی، هوشـنگ سـرداربنده و مجیـد داودی. ۱۳۹۷. کاربرد و سرویس ماشین‌های برداشت و پس از برداشت. شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۷۲ صفحه.

تقی‌نژاد، جبرئیل و محمدرضـا مسـتوفی سـرکاری. ۱۳۹۱. ارزیـابی فنـی و اقتصـادی تلفـات واحـد بـرش کمبـاین در مراحـل مختلـف رسـیدگی بـا سـه دماغـه متـداول کلـزا. نشـریه ماشـین‌هـای کشـاورزی، دانشـگاه فردوسـی مشـهد، جلـد ۲ شـماره ۲، ۱۲ صفحه

جزایـری، کمـال‌الـدین. ۱۳۸۴. طراحـی و سـاخت دماغـه نیوماتیـک کلـزا و بررسـی تـأثیر آن در کـاهش افـت دانـه در برداشـت بـا 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، غـلام‌رضـا قهرمانیـان، حمیدرضـا صـادق‌نـژاد، سـیدصـادق سـیدلو، حمیدرضـا خـادم حمـزه، آذر طـاعی و ابـراهیم زارع، ۱۳۸۲. مقایسـه برداشـت دومرحلـه‌ای کلـزا در رطوبـت‌هـای مختلـف بـا روش برداشـت مسـتقیم. گـزارش نهـایی مصـوب مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.

منصوری راد، داود. ۱۳۶۸ .تراکتورها و ماشینهای کشاورزی. جلد اول و دوم. انتشارات دانشـگاه بوعلـی سـینا.

مصـطفوی راد، معرفـت، امـین نوبهـار و زهـرا یوسـفی. ۱۳۹۷. مـدیریت برداشـت و نگهـداری محصـول کلـزا. مرکـز تحقیقـات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان، ۱۳ صفحه.

یوسفی، روح‌اله و علیرضا علامه. ۱۳۹۹. شناخت خطی‌کارها و کالیبراسیون آنها. نشر آموزش کشاورزی، ۱۷۴ صفحه.

یوسفی، روح‌اله. ۱۳۸۶. ماشین‌های خاک‌ورزی. مؤسسه فرهنگی هنری دانش بهبد، ۳۹۵ صفحه.

یوسـفی، روح‌الـه، سـیدمرتضـی حسـینی و محمـد قهـدریجانی. ۱۳۹۱. ماشـین‌هـای داشـت. مؤسسـه فرهنگـی هنـری دانـش بهبـد، 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 محمدزاده[1]

چکیده

کلزا یکی از دانه‌های روغنی مهم دنیاست که بعد از سویا و نخل روغنی مقام سوم را در تامین روغن نباتی جهان دارد. میزان زیاد روغن در دانهٔ کلزا و ترکیب مناسب اسیدهای چرب روغن در ارقام اصلاح شدهٔ آن سبب شده است توجه اکثر کشورهای جهان به این دانه روغنی جلب شود. درایران نیز برای رسیدن 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 دانهٔ کلزا اشاره کرد که نه تنها بر میزان روغن استحصالی بلکه بر کیفیت آن نیز تاثیر نیز بسزایی دارد. برداشت زود هنگام، به دلیل بالا بودن رطوبت محصول، هزینه‌های پس از برداشت را افزایش می‌دهد و برداشت دیر هنگام سبب افزایش خسارت ناشی از ریزش دانه‌ها می‌شود. اگر دانه پس از برداشت بلافصله خشک نشود گرمای حاصل از تنفس و رطوبت سبب رشد و فعالیت انواع قارچ‌ها می‌شود که با تولید سم‌های قارچی و کاهش کیفی روغن همراه است. بنابراین باتوجه به توسعه وگسترش کشت کلزا، بررسی فرآیندها وعملیات پس ازبرداشت آن اهمیت خاصی دارد.

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

مقدمه

افزایش جمعیت، بهبود سطح تغذیه و مصرف روغن‌های نباتی به جای روغن‌های حیوانی همراه با افزایش مصرف پروتئین‌های گیاهی، تکاپو به منظور دستیابی به منابع مختلف روغنی را افزایش داده است. در این خصوص گیاه کلزا به لحاظ خصوصیات فیزیولوژیکی آن و امکان کشت پاییزه و استفاده از بارندگی‌های پاییزه و نیز تناوب با غلات در تمام استان‌های کشور فرصت مناسبی را برای توسعهٔ کشت این دانه روغنی فراهم کرده است. اثرهای کشت این محصول در پایداری تولید ،کنترل بیماری‌های غلات، افزایش عملکرد محصولات بعدی و بهبود وضعیت خاک‌های زراعی کشور از جمله مزایای این محصول است.

دانه کلزا دارای۳۸ تا ۴۶ درصد روغن و ۲۰ تا ۳۰ درصد پروتئین است. ارزش غذایی روغن کلزا، به‌دلیل مقدار کم اسیدهای چرب اشباع شده (کمتر از ۴ درصد اسید پالمتیک) و ترکیبات مناسب اسیدهای چرب آن (حدود۶۰ درصد اسید اولئیک،۲۰ درصد اسید لینولئیک و ۶/۹ درصد اسید لینولنیک) است 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.

درکشور ما نیز باتوجه به واردات بالای روغن خام، همچنین ویژگی‌های خاص این گیاه وسازگاری آن با شرایط آب وهوایی اکثر نقاط کشور، کشت آن گسترش یافته است، از این رو بررسی فرآیندها وعملیات پس ازبرداشت آن به خصوص در کاهش ضایعات پس از برداشت اهمیت خاصی دارد.

زمان مناسب برداشت کلزا

کلزا معمولاً در رطوبت ۳۵ درصد از نظر فیزیولوژیکی می‌رسد و آمادهٔ برداشت است. یکی از عوامل مؤثر در میزان کیفیت روغن وکاهش خسارات ناشی از برداشت، تعیین دقیق زمان برداشت است. عملیات برداشت کلزا بسیار حساس است و به‌دلیل ریز بودن دانه و رسیدگی غیر یکنواخت، تلفات برداشت می‌تواند زیاد و سنگین باشد. به‌طوری‌که برداشت زود هنگام کلزا، به‌دلیل رطوبت بالای دانه‌ها، از یک سو زمینهٔ فعالیت و رشد کپک‌ها فراهم می‌شود و هزینه‌های خشک کردن دانه افزایش می‌یابد و از سوی دیگر به‌دلیل سبز بودن دانه و افزایش میزان کلروفیل، هزینه‌های رنگبری را در مرحله تصفیه روغن افزایش می‌دهد. اما اگر دانه‌ها دیرتر از موعد برداشت شوند به‌دلیل خشک شدن بیش از حد غلاف‌ها خسارت ناشی از ریزش دانه‌ها افزایش می‌یابد. از این رو تعیین دقیق زمان برداشت بسیار با اهمیت است.

برداشت کلزا به دو روش مستقیم و غیر مستقیم توصیه می شود .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 ۱۲درصد است)، می توان محصول را با کمباین برداشت کرد. در این حالت، تنظیمات کمباین باید به درستیصورت گرفته باشد. 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 ساقهٔکمتری وارد کمباین شود. استفاده از هد مخصوص کلزا با تیغهٔ برش عمودی در کاهش ریزش دانه بسیار موثر است.

زمان مناسب برداشت غیر مستقیم کلزا وقتی است که ۴۰ تا ۵۰ درصد خورجین‌های ساقهٔ اصلی تغییر رنگ داده‌اند و رطوبت دانه‌ها به حدود ۲۵ درصد رسیده باشد. در این روش، بوته‌ها پس از برداشت باید به مدت سه تا هفت روز در شرایط مزرعه و در معرض آفتاب قرار گیرند تا دانه‌های سبز به رنگ تیره در آیند و پس از رسیدن رطوبت دانه به حدود ۱۲ درصد، خرمن‌کوبی آغاز شود. برداشت معمولاً با دروگر مخصوص کلزا یا انواع دروگرهای موجود است. مناسب‌ترین روش اندازه‌گیری رسیدگی کلزا مطلع شدن از مقدار رطوبت آنهاست و هنگامی که رسیدن کلزا به تاخیر می‌افتد مقدار کلروفیل دانه معیار مناسبی برای تعیین زمان برداشت خواهد بود (کمتر از ۲۵ قسمت در میلی لیتر روغن).

۱۱۸- برداشت مستقیم وحمل کلزا

شرایط خشک کردن کلزا

فرایند خشک کردن دانهٔ کلزا، به‌خصوص درمناطق با رطوبت نسبی بالا، مرحله‌ای ضروری پس از برداشت دانه است. بیشتر روش‌های خشک کردن مبتنی است بر استفاده ازعبور هوای گرم تحت فشار از تودهٔ دانه.

عوامل متعددی مانند سرعت جریان هوا، دمای هوا، رطوبت نسبی هوا ودرصد رطوبت اولیه دانه بر شدت خشک کردن دانه تاثیرگذار هستند. اگر دانهٔ کلزا مدت زیادی درمقابل هوای خشک‌کن دارای رطوبت اندک و دمای بالا قرار گیرد، بیش ازحد خشک خواهد شد و به‌دلیل کاهش بیش ازحد وزن، سبب زیان اقتصادی و پودر شدن دانه درمراحل استخراج روغن وکاهش راندمان استخراج می‌شود. معمولا" سیستم‌های خشک کردن یا به‌صورت غیر مداوم یا مداوم است. خشک‌کن‌های غیر مداوم یک‌باره و به‌طور کامل پر شده و هوا از درون یک واحد دمندهٔ هوای گرم می‌گذرد و از میان دانه عبور می‌کند.

خشک‌کن‌های دارای جریان پیوسته برای دریافت دانل مرطوب از بالا و تخلیهٔ دانهٔ خشک وخنک شده از پایین طراحی شده‌اند. 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 مارپیچ واقع درکف خشک‌کن خارج می‌شوند.

دانهٔ کلزا در زمان برداشت ۱۲ تا ۱۴ درصد رطوبت دارد که باید به ۸ درصد کاهش یابد تا برای انبارداری یا فرایند روغن‌کشی مناسب باشد. فعالیت تنفسی بالای کلزا پس از برداشت و گرمای ناشی ازآن به همراه رطوبت سبب رشد میکروارگانیسم‌ها، تولید انواع سم‌های قارچی، کلوخه شدن دانه‌ها، افزایش اسیدهای چرب آزاد و کاهش کیفیت روغن می-

شود. رطوبت مهم‌ترین نقش را در رشد میکروارگانیسم‌ها دارد. لازم است گفته شود اگر دانه مدت زیادی درمقابل هوای خشک‌کن دارای رطوبت اندک ودمای بالا قرار گیرد و بیش ازحد خشک شود وزن دانه بیش ازحد کاهش می‌یابد که علاوه بر زیان اقتصادی ناشی از کاهش وزن دانه، سبب کاهش راندمان استخراج روغن به‌دلیل پودر شدن دانه درمراحل استخراج می‌شود، بنابراین فرآیند خشک کردن بسیار پیچیده است. مطالعات بررسی ویژگی‌های مکانیکی کلزا نشان می‌دهد وقتی دانه با رطوبت اولیه بالا در معرض دماهای بالا قرار گیرد، آسیب‌پذیرتر می‌شود. دستاورد فرایند خشک کردن دانهٔ کلزا برای مصارف بذری و استحصال روغن حاکی از آن است که استفاده از دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد با رطوبت ۱۲ درصد بهترین قوهٔ نامیه را به‌دست داده است. همچنین برای فرایند استحصال روغن از کلزا، دمای ۸۵ درجه سانتی‌گراد با رطوبت اولیهٔ ۱۲ درصد به عنوان شرایط مناسب معرفی شده‌است.

جدول ۹- میزان قوهٔ نامیهٔ بذر کلزا در رطوبت و دماهای مختلف فرایند خشک کردن

٪ رطوبت	دما c°	
	٤٠	٤٥
۱۴	۹۰	۸۸
۱۲	۹۲	۹۰

جدول۱۰- تغییرات میزان اسیدهای چرب آزاد روغن کلزا در رطوبت و دماهای مختلف فرایند خشک کردن

٪ رطوبت	دما c°		
	٦٠	۷۰	۸۰
۱۲	۰/۸۰	۰/۷۶	۰/۶۹
۱۴	۰/۸۹	۰/۸۱	۰/۷۴
۱۶	۰/۹۸	۰/۹۲	۰/۸۷

نگهداری کلزا

ناخالصی‌های همراه با دانهٔ کلزا (تخم علف‌های هرز)، رطوبت اولیه دانه‌ها، دما، رطوبت نسبی و تهویه داخل انبارها از عواملی هستند که بر عمر انبارمانی دانهٔ کلزا در دورهٔ نگهداری تأثیر می‌گذارند. مواد خارجی درون دانه مانند ذرات کاه و کزل، ذرات خاک و سنگ یا تخم علف‌های هرز، نسبت به دانه روغنی، رطوبت بیشتری (معمولا ۴-۳ درصد بیشتر از دانه کلزا) در خود نگه می‌دارند از این رو به مرور زمان نواحی مرزی کوچکی با میزان رطوبت بالاتر درون تودهٔ دانه ایجاد می‌شود که رشد و فعالیت کپک‌ها و حشرات را در این نواحی تسریع می‌کند و منجر به گسترش نقاط داغ داخل انبار می‌شود. علاوه بر آن، مواد خارجی درون تودهٔ دانه‌ها مانع از گردش جریان هوا به‌هنگام هوادهی انبارها می‌شوند و مکانی مناسب

برای رشد انواع حشرات و میکروارگانیسم‌ها به وجود می‌آورند . از این رو ضرورت دارد مواد خارجی قبل از ذخیره سازی تا حد ممکن از دانه‌های کلزا 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 اسپورهای کپک‌ها در اثر تنفس، چسبیدگی و خوشه‌ای شدن دانه‌ها و حتی احتراق خود به خودی در انبارها می‌شوند. به همین دلیل باید این عوامل در انبارها به طور مداوم کنترل شوند.

شکل ۱۱۹- کلزای تازه برداشت شده حاوی انواع نا خالصی‌ها

شکل۱۲۰ - کلزا با آلودگی کپکی و کلوخه شدن دانه

کلزا می تواند در انبارهای مکانیزه مسقف به صورت فله نگهداری شود. دانه ابتدا توسط بالابر بالا می‌رود و با هلیس‌هایی در بخش‌های مختلف انبار تخلیه می‌شود. این انبارها دارای سیستم خنک کننده‌ای است که هوا را داخل یک کانال مرکزی به انشعابات خود در کف انبارها منتقل می‌کند. برای خروج دانه نیز از یک تونل استفاده می‌شود که مجهز به نوار نقاله یا هلیس است.

شکل ۱۲۱- انبارهای مکانیزهٔ مسقف کلزا

کلـزا در مقـادیر زیـاد در سـیلوهـا قابـل ذخیـره سـازی اسـت. جـنس سـیلو از فـولاد یـا آلیاژهـای آلـومینیم یـا بتـون اسـت و از چندین کندوی مجاور هـم تشـکیل مـی‌شـود. ارتفـاع کنـدوها عمومـا کمتـر از ۲۰ متـر و قطـر آنهـا ۱۰ تـا ۱۲ متـر اسـت. یـادآوری می‌شود هنگامی که رطوبت دانه بالا باشد، اسـتیل بـه دلیـل بـالاتر بـودن هـدایت حرارتـی باعـث تبـادل حـرارت بـین بـرون و داخـل تودهٔ دانه می شود این حالت باعث کندانسـه شـدن رطوبـت در سـطح دانـه خواهـد شـد کـه از پیامـدهای آن رشـد کپـک‌هـا و پدیـده خود گرمایی است.

شکل ۱۲۲- سیلوهای فلزی برای نگهداری کلزا

هرچه رطوبت اولیهٔ دانـه بیشـتر و دمـای نگهـداری انبـار بـالاتر باشـد، عمـر انبـاری کلـزا کمتـر خواهـد بـود. جـدول ۱۱ رابطـهٔ بـین عمر انبارداری کلزا با رطوبت اولیهٔ دانه و دمای نگهداری را نشان می‌دهد.

جدول۱۱- عمر انباری کلزا با توجه به رطوبت اولیه دانه و دمای نگهداری (بر اساس هفته)

دمای نگهداری(c°)	رطوبت اولیه دانه (درصد)					
	۸	۹	۱۰	۱۲	۱٤	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 است. انبارداری نامناسب سبب اتواکسیداسیون (خود اکسایشی) چربی در دانه کلزا می‌شود و این دو اندیس را افزایش می دهد، که سبب کاهش کیفیت روغن و در مراحل بعدی افزایش افت تصفیهٔ روغن (اسیدهای چرب و سایر ناخالصی‌ها) خواهد شد که در تصفیه روغن جدا می شوند . از این جهت توصیه می‌شود هوادهی دانه در انبار به‌طور دائم برقرار باشد. این کار با فن‌های قوی دمندهٔ هوا و یا با زیرو رو کردن دانه صورت می‌گیرد.

عملیات قبل ازذخیره‌سازی مناسب

–آماده‌سازی انبارها قبل از ذخیره‌سازی دانه‌های جدید، درزگیری شکاف‌ها برای جلوگیری از نفوذ حشرات بالدار، ورود باران و برف، و سم‌پاشی دیوارها و کف انبار با حشره‌کش‌های مجاز توصیه شده.

– نصب سیستم هوادهی به‌منظور کاهش تنش دمایی و تراکم رطوبت.

– دانه‌های ذخیره شده هر دو هفته یک بار برای تعیین نشانه‌های آلودگی بررسی و آزمایش شوند که شامل کنترل دما، میزان CO2 و فعالیت حشرات است.

– کنترل دما، انتقال دانه‌های آلوده به انبارهای دیگر به منظور کاهش نقاط داغ و کنترل آفات.

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

–اگر آلودگی حشرات اتفاق افتاده باشد و هوادهی نیز قابل اجرا نباشد، درزگیری انبار و دود دادن تودهٔ دانه با گاز فسفین یا ازن توصیه می‌شود..

توصیه و پیشنهادها

باتوجه به طرح توسعهٔ کشت وصنایع تبدیلی کلزا، دانه‌های برداشت شده، به‌خصوص در مناطق با رطوبت نسبی بالا و همچنین رطوبت بالای دانه درزمان برداشت دانه‌ها، باید خشک و به رطوبت مناسب برای نگهداری برسند. از این رو توصیه می‌شود فاصلهٔ بین برداشت کلزا تا رساندن محصول به خشک‌کن‌ها به حداقل برسد و این امر میسر نخواهد شد مگر آنکه مراکز تحویل دانه و تعداد خشک‌کن‌های با ظرفیت بالا (عمودی) به‌خصوص در مناطق مرطوب کشور مانند استان‌های مازندران و گلستان (که از مراکز عمده کشت کلزا هستند) افزایش پیدا کند.

برای حفظ خصوصیات کیفی روغن وکاهش اثرهای حرارتی خشک‌کن‌ها بهتراست محصول در رطوبت ۱۲ تا ۱۴ درصد برداشت شود.

استفاده ازدماهای بالا سبب کاهش کیفیت محصول می‌شود و از این رو خشک کردن دانه به‌منظور 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 می‌شود و بنابر این تودۀ دانه باید هوادهی شود و این کار با فن‌های قوی دمنده هوا یا با زیرو رو کردن دانه میسر خواهد بود. هوادادن دمای دانه را پایین می آورد و رشد و تکثیر اکثر گونه‌های حشرات را به‌حدی کند می‌کند که به آنها به‌مرحلۀ تولید مثل نمی‌رسند.

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

دانه‌های ذخیره شده هر دو هفته یک بار به‌منظور تعیین نشانه‌های آلودگی بررسی و آزمایش شوند.

کنترل دما، انتقال دانه‌های آلوده به انبارهای دیگر به‌منظور کاهش نقاط داغ و کنترل آفات.

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

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

فهرست منابع

۱ـ پیروزبخت. مرتضی. (۱۳۷۵). کاشت، داشت، و برداشت کلزا. انتشارات معاونت زراعت وزارت کشاورزی.

۲ـ 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). گزار ش نهایی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی نشریه شماره: ۳۹۵۴۴.

۴– محمدزاده، جلال.(۱۳۸۸). بررسی شرایط خشک کردن دانه کلزا واثرات آن بر کمیت وکیفیت 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.