بسم الله الرحمن الرحیم

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
معاونت ترویج

خلاصه دستورالعمل‌های فنی
مکانیزاسیون گندم آبی

(خاک‌ورزی، کاشت، سم‌پاشی و برداشت گندم آبی)

سرشناسه	:	افضلی نیا، صادق، ۱۳۴۸ -
عنوان و نام پدیدآور	:	خلاصه دستورالعمل های فنی مکانیزاسیون گندم آبی (خاکورزی، کاشت، سمپاشی و برداشت گندم آبی)/ نویسندگان صادق افضلی نیا، محمد یونسی الموتی، حمیدرضا صادق نژاد؛ سرویراستار وجیهه السادات فاطمی ؛ تهیه شده در موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، دفتر شبکه دانش و رسانه های ترویجی.
مشخصات نشر	:	کرج: سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، معاونت ترویج، نشر آموزش کشاورزی، ۱۳۹۷.
مشخصات ظاهری	:	۷۲ ص.
شابک	:	978-964-520-415-8
وضعیت فهرست نویسی	:	فیپا
موضوع	:	گندم
موضوع	:	Wheat
موضوع	:	ماشین های کاشت -- ارزشیابی
موضوع	:	Planters (Agricultural machinery) -- Evaluation
موضوع	:	گندم -- اصلاح نژاد
موضوع	:	Wheat -- Breeding
شناسه افزوده	:	یونسی الموتی، محمد، ۱۳۴۴ -
شناسه افزوده	:	صادق نژاد، حمیدرضا، ۱۳۴۷ -
شناسه افزوده	:	سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. معاونت ترویج. نشر آموزش کشاورزی
شناسه افزوده	:	موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. دفتر شبکه دانش و رسانه های ترویجی
رده بندی کنگره	:	۱۳۹۷ ۷ الف ۹ گ / SB۱۹۱
رده بندی دیویی	:	۶۳۳/۱۱۸۶
شماره کتابشناسی ملی	:	۵۱۹۲۱۱۱

ISBN:978-964-520-415 -8

شابک: ۸-۴۱۵-۵۲۰-۹۶۴-۹۷۸

عنوان: خلاصه دستورالعمل‌های فنی مکانیزاسیون گندم آبی (خاک‌ورزی، کاشت، سم‌پاشی و برداشت گندم آبی)

نویسندگان: صادق افضلی‌نیا، محمد یونسی‌الموتی و حمیدرضا صادق‌نژاد

ویراستاران ترویجی: ام‌البنین تاجیک و حسام‌الدین غلامی

مدیر داخلی: شیوا پارسانیک

ویراستار ادبی: محسن ربیعی

سرویراستار: وجیهه سادات فاطمی

تهیه‌شده در: مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، دفتر شبکه دانش و رسانه‌های ترویجی

ناشر: نشر آموزش کشاورزی

شمارگان: ۲۵۰۰ جلد

نوبت چاپ: اول، ۱۳۹۷

قیمت: رایگان

مسئولیت صحت مطالب با نویسندگان است.

شماره ثبت در مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع‌رسانی کشاورزی۵۳۵۱۶ به تاریخ ۹۷/۲/۲۴ است.

نشانی: تهران، بزرگراه شهید چمران، خیابان یمن، پلاک ۱ و ۲، معاونت ترویج، صندوق پستی: ۱۱۱۳- ۱۹۳۹۵، تلفکس: ۲۲۴۱۳۹۲۳- ۰۲۱

فهرست

مقدمه..... ۷
خاک‌ورزی..... ۸
مهم‌ترین اهداف خاک‌ورزی..... ۹
روش‌های خاک‌ورزی درکاشت گندم..... ۱۶
رعایت نکات مهم و ضروری..... ۲۵
مدیریت بقایای گیاهی..... ۳۰
شکستن لایه سخت..... ۳۲
توصیه‌های کاربردی در خاک‌ورزی حفاظتی..... ۳۳
کاشت مکانیزه گندم بر اساس پهنه بندی اقلیمی ایران..... ۳۵
سم‌پاشی در مزارع گندم..... ۴۱
شرایط آب و هوایی برای عملیات سم‌پاشی..... ۵۶
اصول زیست محیطی و ایمنی..... ۵۸
اندازه گیری افت کمباین ۵۹
روش علمی اندازه گیری افت در قسمت‌های مختلف کمباین غلات ۶۰
نکات مهم در مورد محاسبه افت کمباین ۶۹

مقدمه

در نظام زراعی ایران از دیرباز فرایند تولید گندم به سه مرحله کاشت، داشت و برداشت تقسیم می‌شود. بر اساس این تقسیم‌بندی، مرحله کاشت شامل تهیه بستر بذر (خاک‌ورزی) و کاشت بذر است. مرحله داشت به عملیات‌ها و مراقبت‌هایی گفته می‌شود که از مرحله کاشت بذر تا قبل از برداشت انجام می‌شود و مرحله برداشت نیز جمع‌آوری محصول از مزرعه را شامل می‌شود. اکثر فعالیت‌های لازم در مراحل سه‌گانه تولید گندم از جمله تهیه بستر بذر، کاشت بذر، سم‌پاشی و برداشت گندم به‌صورت مکانیزه و با استفاده از ماشین‌های کشاورزی انجام می‌شود. استفاده از ماشین در این مراحل به اطلاعات علمی و فنی نیاز دارد که باید از طریق دستورالعمل‌های فنی در اختیار کاربران قرار گیرد. در این نوشتار، خلاصه‌ای از دستورالعمل‌های فنی مکانیزاسیون گندم آبی شامل اطلاعات فنی مربوط به عملیات خاک‌ورزی، کاشت، داشت و برداشت ارائه می‌شود.

خاک‌ورزی

در مفهوم عام و کلی، خاک‌ورزی به‌معنای آن دسته از عملیات‌های مکانیکی است که برای به‌هم‌زدن و تغییر ویژگی‌های فیزیکی خاک به‌منظور پرورش گیاهان زراعی انجام می‌گیرد. بر اساس تقسیم‌بندی سنتی در نظام زراعی ایران، خاک‌ورزی جزء مرحله کاشت و مقدمه آن تلقی می‌شود. البته در اغلب موارد بیش‌ترین دستکاری خاک در مرحله تهیه بستر بذر اتفاق می‌افتد، اما با رواج کشت‌های فشرده و حذف دوره‌های آیش، بسیاری از عملیات‌های داشت و حتی برداشت ممکن است بشدت خواص خاک را تحت تأثیر قرار دهند. مثلاً ترددهای زیاد برای سم‌پاشی یا مصرف کودهای سرک در خاک مرطوب و همچنین برداشت ذرت علوفه‌ای در چنین خاکی موجب افزایش فشردگی خاک می‌شود. لذا خاک‌ورزی به‌معنای انجام عملیات تهیه بستر بذر جزئی از مرحله کاشت محصول است، اما دستکاری و تغییرات خصوصیات فیزیکی خاک در فرایند تولید محصولات کشاورزی را نمی‌توان به دوره کاشت محدود دانست و ممکن است از مراحل کاشت تا برداشت محصول اتفاق بیفتد. بنابراین، خاک‌ورزی شامل کلیه عملیات‌های مکانیکی است که از مرحله

کاشت تا برداشت حداقل یکی از ویژگی‌های خاک را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

مهم‌ترین اهداف خاک‌ورزی

۱- ایجاد محیطی مناسب برای جوانه‌زنی بذر و رشد ریشه؛

۲- کنترل علف‌های هرز؛

۳- کنترل فرسایش خاک؛

۴- کنترل رطوبت خاک (تعدیل رطوبت خاک و کاهش صدمات واردشده به گیاه در دوره کمبود رطوبت)؛

۵- بهبود شرایط فیزیکی خاک.

به‌طور کلی خاک‌ورزی را می‌توان بر اساس اهداف مورد نظر، ادوات مورد استفاده، نحوه تأثیرگذاری بر خصوصیات خاک و مدیریت بقایای گیاهی به دو گروه تقسیم کرد:

۱- خاک‌ورزی مرسوم (غیرحفاظتی)

در این نوع خاک‌ورزی، خاک با استفاده از گاوآهن برگردان‌دار (شکل ۱) زیرورو می‌شود، سپس با استفاده از دیسک کلوخه‌ها خرد می‌شوند و به‌وسیله ماله، سطح زمین تسطیح می‌شود.

شـکل ۱- گاوآهـن برگـردان‌دار (بـالا گاوآهـن یک‌طرفـه، پاییـن گاوآهـن دوطرفـه)

مشخصات خاک‌ورزی مرسوم

- تمام عملیات تهیه بستر بذر به‌طور کامل انجام می‌شود و هر فصل تکرار می‌شود.
- شخم اولیه با عمق زیاد انجام می‌شود.
- استفاده از گاوآهن برگردان‌دار در شخم عمیق بسیار رایج است.
- خاک زیاد به‌هم می‌خورد و زیرورو می‌شود.
- تعداد دفعات انجام عملیات (تعداد تردد) در هر بار تهیه زمین زیاد است.
- حفظ بقایای گیاهی مهم نیست.

معایب خاک‌ورزی مرسوم

- زمان‌بر و هزینه‌بر است.
- ماده آلی خاک کم می‌شود.
- در کفِ شیارِ شخم خاک فشرده می‌شود و لایه‌ای سخت ایجاد می‌شود.
- موجودات مفید خاک صدمه می‌بینند.
- کلوخه‌های درشت در خاک ایجاد می‌شوند.

- استهلاک تراکتور، ادوات و ماشین‌آلات زیاد است.
- تسطیح زمین زودتر به‌هم می‌خورد.
- میزان فرسایش خاک (بادی و آبی) افزایش می‌یابد.

۲- خاک‌ورزی حفاظتی

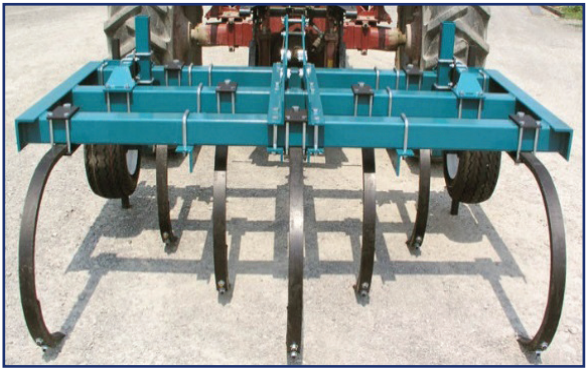
انواعی از روش‌های خاک‌ورزی که با هدف دستکاری کم‌تر خاک، کاهش تردد در زمین، حفظ بقایای گیاهی، کاهش فرسایش خاک و کاهش هزینه‌ها و انرژی و نهاده‌های مصرفی پایه‌ریزی شده‌اند، در گروه خاک‌ورزی حفاظتی قرار می‌گیرند. خاک‌ورزی حفاظتی ابتدا با هدف جلوگیری از فرسایش آبی و بادی مطرح شد، اما بعداً اهداف دیگری نیز در این روش موردتوجه قرار گرفت. خاک‌ورزی حفاظتی بر فعال‌سازی بیولوژیکی، اصلاح فیزیکی و بهبود خصوصیات شیمیایی خاک استوار است و سعی دارد با حفاظت از خاک و بهبود کلیه خصوصیاتش، کارکرد بسیاری از عملیات‌های مکانیکی، وقت‌گیر و پرهزینه را به خاک واگذار کند و در نهایت تمام یا بخشی از شخم مکانیکی را به شخم بیولوژیکی تغییر دهد. خاک‌ورزی حفاظتی بر دو اصل مهمِ

کمینه‌سازی دستکاری خاک و حفظ پوشش خاک با بقایای گیاهی استوار است.

خاک‌ورزی حفاظتی روش‌های مختلفی دارد که انتخاب و کاربردشان به عوامل مختلفی از قبیل نوع اقلیم، میزان بارندگی، بافت خاک، منابع آب در دسترس، نوع محصول، تناوب زراعی، تراکم خاک و عمق آب زیرزمینی بستگی دارد. به‌منظور استفاده بهتر از روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی، ماشین‌های خاک‌ورزی مختلفی ساخته و معرفی شده‌اند که در هر یک از انواع روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی به‌کار می‌روند. مهم‌ترین ادوات مورد استفاده عبارت‌اند از مستقیم‌کارها یا کارنده‌های مناسب کشت مستقیم (شکل ۲)، خاک‌ورزهای مرکب (شکل ۳)، انواع دیسک و گاوآهن‌های قلمی (شکل ۴) و کمبینات‌های جدید (شکل ۵).

شکل ۲- خطی‌کار کشت مستقیم

شکل ۳- خاک‌ورز مرکب



شکل ۴- گاوآهن قلمی (چیزل)

شکل ۵- کمبینات آلپگو

مزایـای خـاک‌ورزی حفاظتی نسـبت به خـاک‌ورزی مرسوم

۱- افزایش جذب و نگهداری رطوبت خاک؛

۲- افزایش مقدار مواد آلی و حاصلخیزی خاک؛

۳- کاهش دمای سطح خاک و کاهش تبخیر؛

۴- افزایـش حفاظـت از سـطح خـاک بـا اسـتفاده از بقایـای محصـول کشـت قبلـی؛

۵- کاهش هزینه‌ها در واحد سطح؛

۶- کاهش تراکم خاک از طریق کاهش تردد ادوات؛

۷- صرفه‌جویی در زمان لازم برای تهیه زمین؛

۸- صرفه‌جویی در مصرف انرژی؛

۹- حفاظت از محیط‌زیست.

روش‌های خاک‌ورزی درکاشت گندم

تهیـه زمیـن (خـاک‌ورزی) و کاشـت گنـدم بـه هـر دو روش حفاظتـی و مرسـوم امکان‌پذیـر اسـت، امـا توصیـه می‌شـود تاحدامـکان از روش‌هـای حفاظتـی بـا رعایـت شـرایط و اصـول آنهـا اسـتفاده شـود و در صـورت اسـتفاده از روش غیرحفاظتـی، از گاوآهـن

برگـــردان‌دار کم‌تـــر اســـتفاده شـــود. همچنیـــن قبـــل از اســـتفاده از روش‌هـــای حفاظتـــی بایـــد مطمئـــن شـــد کـــه خـــاک متراکـــم نیســـت؛ اگـــر خـــاک متراکـــم اســـت، بـــا اســـتفاده از زیرشـــکن مشـــکل تراکـــم برطـــرف شـــود (ترجیحـــاً قبـــل از کشـــت صیفـــی). توصیه‌هـــای جزئی‌تـــر بـــه شـــرح زیـــر اســـت:

۱- خاک‌ورزی مرسوم

در صـورت اسـتفاده از روش مرسـوم در تهیـه زمیـن گنـدم (شـخم اولیـه، دیسـک و لولـر) تـا حـد امـکان سـعی شـود از گاوآهن‌هـای قلمی اسـتفاده شـود و اسـتفاده از گاوآهـن برگـردان‌دار بـه حداقـل ممکـن برسـد. رطوبت مناسـب خـاک بـرای شـخم اولیـه (۱۴ تـا ۱۶ درصـد) بـرای کاهـش شـدت و تعـداد دفعـات خـاک‌ورزی ثانویه ضـروری اسـت. همچنیـن رعایـت زمـان مناسـب انجـام عملیـات خـاک‌ورزی ثانویـه (دیسـک بعد از شـخم) نیز در کاهـش تعـداد دفعات دیسـک‌زنی مؤثر اسـت (حداکثر یک روز بعـد از شـخم‌زنی انجـام شـود). در صـورت تهیـه زمین بـه روش مرسـوم، کاشـت گنـدم بـا اسـتفاده از خطـی‌کار (شـکل ۶) یـا کمبینـات انجـام می‌شـود.

شکل ۶- خطی‌کار

۲- کشت مستقیم گندم

الف- تناوب گندم با محصولات صیفی کم‌بقایا

اگر کشت گندم در تناوب با محصولات صیفی با حجم بقایای کم (مثل لوبیا و کنجد) صورت می‌گیرد، به‌دلیل حجم کمِ بقایا و رطوبت مناسب زمین، کشت مستقیم براحتی قابل اجراست، به‌شرطی‌که تاریخ کاشت مناسب رعایت شود (بهتر است کشت مستقیم گندم زودتر از تاریخ کاشت توصیه‌شده در روش مرسوم انجام شود).

ب- تناوب گندم-گندم

کاشت دوباره گندم پس از گندم توصیه نمی‌شود؛

امـا در صـورت انجـام ایـن کار، به‌دلیـل زیادبـودن حجـم بقایـا، کشـت مسـتقیم بایـد بـا احتیـاط بیش‌تـری انجـام شـود. در ایـن حالـت، حجـم بقایـا بایـد مدیریـت شـود تـا بـرای سیسـتم کارنـده ایجـاد مشـکل نکنـد. توصیـه می‌شـود فقـط بقایـای ایسـتاده گنـدم در مزرعـه حفـظ شـوند و بقایـای خارج‌شـده از انتهـای کمبایـن بـه بیـرون از مزرعـه منتقـل شـوند. حجـم بقایـا در مناطـق سردسـیر بایـد کم‌تـر از مناطـق گرمسـیر باشـد، چـون حجـم زیـاد بقایـا در مناطـق سـرد باعـث کاهـش دمـای خـاک می‌شـود و جوانه‌زنـی بـذر و رشـد گیـاه را بـا مشـکل مواجـه می‌کنـد. در ایـن صـورت، رعایـت تاریـخ کاشـت مناسـب همـراه بـا کاهـش حجـم بقایـا بـه حداقـل ممکـن (تنظیـم ارتفـاع بـرش در حـدود ۲۰ تـا ۲۵ سـانتی‌متر و انتقـال بقایـای خارج‌شـده از انتهـای کمبایـن بـه بیـرون از مزرعـه) بسـیار اهمیـت دارد. اگـر تاریـخ کاشـت رعایـت نشـود و حجـم بقایـا بخصـوص در مناطـق سردسـیر زیـاد باشـد، جوانه‌زنـی بـذر و رشـد گیـاه در اثـر کاهـش دمـای خـاک مختـل می‌شـود. بـرای کشـت مسـتقیم گنـدم در بقایـای گنـدم بایـد سـعی شـود ایـن بقایـا در مزرعـه بیش‌تـر بـه صـورت ایسـتاده باشـند تـا اینکـه روی زمیـن ریختـه شـوند. در زمـان اسـتفاده

از دستگاه کشت مستقیم رطوبت خاک نباید بیش از ۱۶ درصد باشد و ترجیحاً دستگاه کشت مستقیم دارای شیاربازکن دیسکی باشد.

ج- تناوب گندم-ذرت

بهترین روش مدیریت بقایای گیاهی در سیستم دوکشتی گندم و ذرت، برداشت ذرت به‌صورت علوفه‌ای و جبران کمبود میزان بقایا در مزرعه با حفظ بقایای بیش‌تر گندم است. البته رطوبت خاک در زمان برداشت ذرت علوفه‌ای باید طوری انتخاب شود که فشردگی خاک مشکلی برای کشت حفاظتی بعدی (بخصوص کشت مستقیم) ایجاد نکند. بقایای ذرت دانه‌ای در مقایسه با بقایای گندم چهار تفاوت عمده دارد:

۱- معمولاً حجم بقایای ذرت در مقایسه با گندم بیش‌تر است (به‌دلیل عملکرد بیش‌تر)؛

۲- بقایای ذرت ضخیم‌تر و خشبی‌تر از بقایای گندم است (البته در مقایسه با بقایای گندم راحت‌تر پوسیده می‌شود)؛

۳- در برداشت ذرت دانه‌ای فقط بلال و برگ‌های اطراف آن وارد کمباین می‌شود و بنابراین پس از برداشت ذرت، بقایای خردشده به‌صورت ردیف‌شده

در مزرعه ریخته نمی‌شود تا براحتی بسته‌بندی و از مزرعه خارج شود؛

۴- از بقایای ذرت دانه‌ای برای علوفه دام استفاده نمی‌شود و در نتیجه بازار مصرف ندارد.

باتوجه‌به تفاوت‌های فوق، مدیریت میزان بقایای ذرت دانه‌ای در مزرعه بسیار سخت‌تر از مدیریت میزان بقایای گندم است. کشت مستقیم گندم را می‌توان در بقایای ایستاده ذرت (بدون استفاده از ساقه‌خردکن) انجام داد، اما بهتر است برداشت ذرت با هِد مجهز به ساقه‌خردکن صورت گیرد. در این صورت، چنانچه حجم بقایای ذرت دانه‌ای در مزرعه زیاد باشد، می‌توان با استفاده از ریک بقایای خردشده ذرت را ردیف کرد و پس از بسته‌بندی از مزرعه خارج کرد. البته این کار پرزحمت و زمان‌بر است و به‌دلیل فقدان بازار فروش، هزینه‌بر نیز هست. اما اگر حجم بقایا زیاد نباشد و بقایای خردشده بخوبی در سطح مزرعه پخش شوند، نیازی به بیرون‌بردن بخشی از بقایای ذرت از مزرعه نیست. در صورت دسترسی‌نداشتن به هد مجهز به ساقه‌خردکن برای برداشت ذرت، برداشت را می‌توان با هد معمولی انجام داد و سپس بقایای ذرت را با استفاده از ساقه‌خردکن پشت‌تراکتوری خرد کرد.

د- تناوب گندم-پنبه

به‌دلیل خشبی‌بودن بقایای پنبه بهتر است این بقایا قبل از اقدام به کشت مستقیم خرد شوند؛ هرچند، کشت مستقیم گندم در بقایای ایستاده پنبه هم امکان‌پذیر است. برای خردکردن بقایای پنبه که با دست برداشت می‌شود، بهترین انتخاب و شاید تنها گزینه استفاده از ساقه‌خردکن پشت‌تراکتوری (شکل ۷) است که اتفاقاً کارایی بسیار خوبی هم دارد. توصیه می‌شود که طول بقایای گیاهی مانده در سطح مزرعه درمحدوده ۸ تا ۱۵ سانتی‌متر باشد.

۳- کم‌خاک‌ورزی

الف- تناوب گندم با محصولات صیفی کم‌بقایا

در این وضعیت، با استفاده از خاک‌ورز مرکب و ماشین کاشت مناسب یا کمبینات مناسب، کشت گندم به‌صورت کم‌خاک‌ورزی قابل اجراست. در اینجا به‌دلیل حجم کم بقایا نیازی به مدیریت بقایای گیاهی نیست؛ ضمن اینکه معمولاً فاصله زمانی بین برداشت محصول صیفی و کشت گندم کم است و در نتیجه رطوبت خاک برای استفاده از خاک‌ورز مرکب و کمبینات مناسب است.

ب- تناوب گندم-گندم

کشت گندم در بقایای گندم توصیه نمی‌شود؛ اما به دو صورت خاک‌ورزی با خاک‌ورز مرکب و کاشت با استفاده از کارنده مناسب یا استفاده از کمبینات و انجام همزمان کم‌خاک‌ورزی و کاشت قابل‌انجام است. در این حالت نیز علاوه بر بیرون‌بردن بقایای خارج‌شده از انتهای کمباین، استفاده از ساقه‌خردکن پشت تراکتوری در صورت زیادبودن ارتفاع بقایای ایستاده ضروری است.

شکل ۷- ساقه‌خردکن پشت تراکتوری

ج- تناوب گندم-ذرت

برای کاشت گندم در بقایای ذرت دانه‌ای با استفاده از سیستم کم‌خاک‌ورزی باید برداشت ذرت با هد مجهز به ساقه‌خردکن صورت گیرد. اگر به هد مجهز به ساقه‌خردکن برای برداشت ذرت دسترسی ندارید، برداشت را می‌توان با هد معمولی انجام داد و سپس با استفاده از ساقه‌خردکن پشت‌تراکتوری بقایای ذرت را خرد کرد. در این صورت، چنانچه حجم بقایای ذرت دانه‌ای در مزرعه زیاد باشد، می‌توان با استفاده از ریک بقایای خردشده ذرت را ردیف کرد و پس از بسته‌بندی از مزرعه خارج کرد. اما اگر حجم بقایا زیاد نباشد و بقایای خردشده بخوبی در سطح مزرعه پخش شوند، نیازی به بیرون‌بردن بخشی از بقایای ذرت از مزرعه نیست. بعد از مدیریت بقایای گیاهی، خاک‌ورزی با استفاده از خاک‌ورز مرکب انجام می‌شود و کشت نیز با کارنده مناسب صورت می‌گیرد. در این حالت نیز می‌توان کم‌خاک‌ورزی و کاشت را همزمان و با استفاده از کمبینات مناسب انجام داد.

د- تناوب گندم-پنبه

برای کشت گندم در بقایای پنبه با استفاده از سیستم کم‌خاک‌ورزی حتماً باید بقایای پنبه با استفاده از ساقه‌خردکن پشت تراکتوری خرد شود و سپس مزرعه با استفاده از خاک‌ورزِ مرکب خاک‌ورزی شود و گندم با استفاده از کارنده مناسبِ کاشت در زمین کم‌خاک‌ورزی‌شده کشت شود.

رعایت نکات مهم و ضروری

در اجرای موفق خاک‌ورزی حفاظتی (کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی) سه عامل رعایت رطوبت مناسب، تسطیح زمین و مدیریت بقایای گیاهی نقش اساسی دارند که در زیر جزئیات بیش‌تری دربارهٔ این عوامل ارائه می‌شود.

الف- رطوبت مناسب تهیه زمین و کاشت

رطوبت خاک نقشی تعیین‌کننده در کیفیت عملیات انجام‌شده روی خاک دارد. همچنان‌که در کشاورزیِ مرسوم عملیاتِ شخم باید در رطوبت مناسب انجام شود (۱۴ تا ۱۶ درصد) تا بهترین نتیجه حاصل شود و نیاز به عملیات ثانویه کم‌تری باشد، در کشاورزی حفاظتی نیز رطوبت خاک اهمیت فراوانی دارد. برای

انجام عملیات کم‌خاک‌ورزی معمولاً از خاک‌ورز مرکب یا کمبینات مخصوص استفاده می‌شود. چون درصد ماده آلی خاک‌های ایران کم است، بنابراین خاکِ خشک (کم‌رطوبت) سخت است و خاک‌ورز مرکب بخوبی در آن نفوذ نمی‌کند. از طرف دیگر اگر رطوبت خاک زیاد باشد، چیزل‌های خاک‌ورز فقط شکافی در خاک ایجاد می‌کنند و با حرکت غلتک انتهایی خاک‌ورز روی خاک شکافته‌شده، شکاف‌ها دوباره بسته می‌شوند و به‌دلیل رطوبت بالا حتی مقداری هم فشرده می‌شوند و عملیات سست‌شدن خاک درست صورت نمی‌گیرد. همچنین در رطوبت بالا حرکت چرخ‌های تراکتور (معمولاً تراکتور سنگین) روی زمین باعث فشردگی خاک می‌شود. بنابراین مناسب‌ترین رطوبت خاک برای انجام کم‌خاک‌ورزی با استفاده از خاک‌ورز مرکب و انجام همزمان کم‌خاک‌ورزی و کاشت با استفاده از کمبینات، بین ۱۴ تا ۱۶ درصد است.

در بی‌خاک‌ورزی (کشت مستقیم) نیز رطوبت خاک اهمیت زیادی دارد. اگر رطوبت خاک زیاد باشد، علاوه بر مشکل فشردگی که ممکن است در خاک ایجاد شود، معمولاً

خاک به‌دلیل چسبندگی (رسی‌بودن) به شیاربازکن‌های دستگاه کشت مستقیم می‌چسبد و مانع کشت دقیق بذر می‌شود. از طرف دیگر، مرطوب‌بودن خاک باعث افزایش رطوبت بقایای موجود روی سطح خاک می‌شود و بریدن بقایا توسط شیاربازکن را مشکل می‌سازد. بنابراین دستگاه‌های کشت مستقیم در رطوبت پایین خاک بهتر کار می‌کنند. این دستگاه‌ها معمولاً به‌دلیل وزن زیاد و فشارهای مستقلی که روی هرکدام از شیاربازکن‌های آنها وجود دارد، از نظر نفوذ در خاک خشک مشکلی ندارند، بخصوص اگر شیاربازکن‌ها از نوع دیسکی کنگره‌ای باشند (شکل ۸). همچنین در رطوبت‌های پایین، بقایا نیز خشک‌ترند و راحت‌تر بریده می‌شوند. بنابراین توصیه می‌شود برای کشت مستقیم رطوبت خاک زیر ۱۶ درصد باشد تا دستگاه کشت مستقیم بهترین کارایی را داشته باشد.

شکل ۸- خطی کار کشت مستقیم با شیار باز کن دیسکی کنگره‌ای

ب- تسطیح زمین

تسطیح اراضی و کشاورزی حفاظتی لازم و ملزوم هم هستند؛ بنابراین برای حداکثر استفاده از مزایای کشاورزی حفاظتی باید زمین را تسطیح کرد و برای حفظ تسطیح زمین برای مدت طولانی، باید کشاورزی حفاظتی در آن اجرا شود. یکی از مزایای عمده کشاورزی حفاظتی (کم‌خاک‌ورزی و کشت مستقیم)، سرعت کار بالای ماشین‌های این سیستم کشاورزی (تا ۱۲ کیلومتر در ساعت) و در نتیجه ظرفیت مزرعه‌ای زیاد آنهاست. اما سرعت خاک‌ورز مرکب و دستگاه کشت مستقیم فقط در زمین‌های تسطیح‌شده به حداکثر می‌رسد.

همچنین سیستم آبیاری غالب در کشور ما آبیاری سطحی است و تسطیح زمین برای این سیستم آبیاری بسیار ضروری است. بخصوص در کشاورزی حفاظتی که سطح خاک پوشیده از بقایای گیاهی است، اگر شیب زمین مناسب نباشد، وجود این بقایا حرکت آب را کند می‌کند و بازدهی آبیاری را کاهش و مصرف آب را افزایش می‌دهد. بنابراین برای استفاده از مزیت سرعت ماشین‌های مورد استفاده در کشاورزی حفاظتی و افزایش بازدهی آبیاری سطحی در این سیستم کشاورزی، حتماً باید مزارع تسطیح شوند. از طرف دیگر، به منظور حفظ تسطیح زمین و جلوگیری از به‌هم‌خوردن شیب زمین چاره‌ای جز استفاده از کشاورزی حفاظتی نیست و در صورت استفاده از کشاورزی مرسوم (شخم با گاوآهن برگردان‌دار)، مزرعه تسطیح‌شده بعد از مدت کوتاهی به تسطیح مجدد نیاز پیدا می‌کند. امروزه تسطیح و شیب‌دهی مناسب زمین توسط تکنولوژی جدید تسطیح لیزری، تسطیح ماهواره‌ای و ادوات دقیق آن صورت می‌گیرد که در مقایسه با روش‌های مرسوم تسطیح اراضی دقت بیش‌تر و کارایی بهتری دارد. در کشاورزی حفاظتی به‌دلیل وجود بقایای گیاهی در سطح خاک، توصیه می‌شود شیب زمین بیش‌تر از ۰/۶ درصد باشد.

مدیریت بقایای گیاهی

مدیریت بقایای گیاهی یکی از کلیدی‌ترین عوامل مؤثر بر کیفیت اجرای کشاورزی حفاظتی است. چنانچه میزان بقایای گندم موجود در مزرعه حدود دو تن در هکتار یا کم‌تر باشد (که معمولاً در دیم‌زارها این‌طور است)، نیازی به خارج‌کردن بخشی از بقایا از مزرعه نیست و امکان کم‌خاک‌ورزی (استفاده از خاک‌ورز مرکب) و کشت مستقیم در چنین مزرعه‌ای هست. نیز اگر بقایای خارج‌شده از انتهای کمباین کاملاً در مزرعه پخش شود، بقایا مزاحمتی برای کار ادوات و ماشین‌های کشاورزی حفاظتی ایجاد نمی‌کنند. اما اگر بقایای گندم در مزرعه بیش از دو تن در هکتار باشد، بسته به حجم بقایا باید تمام یا قسمتی از بقایای خارج‌شده از انتهای کمباین با استفاده از بیلر بسته‌بندی و از مزرعه خارج شود. بخصوص اگر قرار باشد کم‌خاک‌ورزی (استفاده از خاک‌ورز مرکب) در مزرعه صورت گیرد، بهتر است ارتفاع برش در هنگام برداشت گندم پایین‌تر تنظیم شود (کاهش ارتفاع بقایای ایستاده) و قسمتی از بقایای بریده‌شده از مزرعه خارج شود. اما اگر قرار باشد کشت مستقیم در مزرعه انجام شود، می‌توان

ارتفاع برش را هنگام برداشت گندم بالاتر تنظیم کرد (افزایش ارتفاع بقایای ایستاده) و پس از خارج‌کردن بقایای بریده‌شده از مزرعه، عمل کاشت را انجام داد.

البته اگر کمباینِ برداشت به ساقه‌خردکن و پخش‌کننده بقایای خردشده در سطح مزرعه مجهز باشد و حجم بقایا نیز بیش از ۳/۵ تن در هکتار نباشد، می‌توان کشت مستقیم را بدون خارج‌نمودن بقایای بریده‌شده از مزرعه انجام داد. معمولاً بوته‌های ذرت ارتفاع بیش‌تری از بوته‌های گندم دارند و ارتفاعشان به بیش از دو متر می‌رسد. از طرف دیگر، ساقه‌های ذرت قطورتر و خشبی‌تر است و در هنگام برداشت مزرعه ذرت دانه‌ای با هد بدون ساقه‌خردکن، فقط بلال‌ها از ساقه جدا می‌شوند و ساقه‌ها بریده نمی‌شوند. بنابراین ساقه‌های بلند و خشبی که اکثراً به حالت ایستاده قرار دارند، اجرای کشاورزی حفاظتی و بویژه استفاده از خاک‌ورز مرکب را با مشکل مواجه می‌سازند. بنابراین بهترین روش برای خلاصی از بقایای ذرت، استفاده از هد مجهز به ساقه‌خردکن در هنگام برداشت ذرت دانه‌ای است. ازآنجایی‌که بقایای ایستاده ذرت مزاحمت کم‌تری برای دستگاه کشت مستقیم در مقایسه با خاک‌ورز

مرکب ایجاد می‌کند، می‌توان ارتفاع برش ساقه‌ها را برای کشت مستقیم بیش‌تر گرفت؛ اما برای استفاده از خاک‌ورز مرکب هرچه ارتفاع ساقه‌های ایستاده کم‌تر باشد، مناسب‌تر است.

شکستن لایه سخت

قبل از کاشت گندم (در هر دو روش مرسوم و حفاظتی) باید وضعیت تراکم خاک را بررسی کرد. این امر معمولاً با اندازه‌گیری شاخص مخروطی خاک عملی می‌شود. در صورت وجود سخت‌لایه در خاک، این لایه باید با استفاده از زیرشکن شکسته شود. در این صورت می‌توان یک ماه قبل از انجام خاک‌ورزی اولیه از زیرشکن‌های سه‌شاخه‌ای با فاصله ساق ۵۰ سانتی‌متر یا دوشاخه‌ای با فاصله ساق ۸۰ سانتی‌متر در عمق ۳۰ تا ۵۰ سانتی‌متری خاک استفاده کرد. رطوبت خاک در زمان استفاده از زیرشکن باید کم‌تر از ۱۴ درصد باشد تا نتیجه مطلوب به‌دست آید. در زمین‌هایی که خاک آنها کمی شور است، اگر آب آبیاری می‌تواند آبشویی را در خاک انجام دهد و نمک را از عمق خاک توسط زهکش‌های نزدیک‌به‌هم و کم‌عمق خارج کند،

زیرشکن‌زنی مفید است. در غیر این صورت عملیات زیرشکنی توصیه نمی‌شود.

توصیه‌های کاربردی در خاک‌ورزی حفاظتی

• برای کنترل بهتر علف‌های هرز، قبل از کاشت محصول زراعی به روش بی‌خاک‌ورزی، مزرعه را با استفاده از علف‌کش سم‌پاشی کنید.

• برای اطمینان از کاشت، کارنده‌های بی‌خاک‌ورز را به ابزار ردیف‌تمیزکن در جلوی شیاربازکن مجهز کنید.

• کشت با روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی به کود ازته بیش‌تری طی دوره رشد نیاز دارد.

• در خاک‌ورزی با ادوات خاک‌ورز مرکب، حداقل سرعت حرکت باید ۱۰ کیلومتر باشد.

• نوع روش خاک‌ورزی را بر اساس میزان بقایای گیاهی موجود، شدت گسترش علف‌های هرز و میزان بارندگی سالیانه انتخاب کنید.

• از پوشش خاک روی بذر توسط ابزارهای پوشاننده کارنده در هنگام کاشت اطمینان حاصل کنید.

• بـرای محصـولات زراعـیِ ردیفـی، کشـت بـه روش خـاک‌ورزی نـواری توصیـه می‌شـود (شـکل ۹).

• خاک‌ورزهای مرکب را به تیغه‌های بالدار مجهز کنید.

شکل ۹- خاک‌ورزی نواری

کاشت مکانیزه گندم بر اساس پهنه‌بندی اقلیمی ایران

بر اساس نتایج و یافته‌های تحقیقاتی در زمینه کاشت مکانیزه گندم و همچنین نتایج طرح تحقیقاتی ملی با عنوان «بررسی و تعیین مناسب‌ترین ماشین کاشت گندم آبی برای شرایط مختلف کشور» که در استان‌های خراسان‌رضوی، فارس، گلستان، آذربایجان‌شرقی و خوزستان اجرا شده است، توصیه‌هایی برای اقلیم‌های مختلف کشور شامل اقلیم‌های سرد، گرم و خشک، گرم و مرطوب، و بارانی به‌ترتیب اولویت به شرح جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- توصیه‌های تحقیقاتی برای کاشت گندم در اقلیم‌های مختلف کشور

ردیف	اقلیم	مناطق	روش کاشت پیشنهادی به‌ترتیب اولویت
۱	سرد	آذربایجان‌شرقی، آذربایجان‌غربی، اردبیل، کردستان، همدان، مرکزی، قزوین، زنجان، خراسان‌شمالی، چهارمحال‌بختیاری، کهگیلویه‌وبویراحمد، لرستان، اصفهان، کرمان، شمال فارس	الف- کاشت با بذرکارهای خطی‌کار متداول (برای مثال و به‌ترتیب اولویت: خطی‌کارهای تاکا، همدانی و هاسیا) ب- کاشت با کمبینات رائو مجهز به سیکلوتیلر (برای مثال کمبینات رائو)
۲	گرم و خشک	خراسان‌جنوبی، شمال سیستان و بلوچستان، شمال خوزستان، مرکز فارس، جنوب کرمان، ایلام، سمنان، جنوب و جنوب‌غربی خراسان‌رضوی	الف- کاشت با بذرکارهای بی‌خاک‌ورزی (کاشت مستقیم) (برای مثال بذرکار گاسپاردو) ب- کاشت با خطی‌کارهای متداول (برای مثال و به‌ترتیب اولویت: خطی‌کارهای تاکا و هاسیا) ج- کاشت با کمبینات مجهز به سیکلو تیلر (برای مثال کمبینات رائو)

ادامه جدول ۱- توصیه‌های تحقیقاتی برای کاشت گندم در اقلیم‌های مختلف کشور

ردیف	اقلیم	مناطق	مناطق روش کاشت پیشنهادی به‌ترتیب اولویت
۳	گرم و مرطوب	جنوب خوزستان، جنوب کرمان، جنوب سیستان و بلوچستان، بوشهر، هرمزگان، جنوب فارس	الف- کاشت با بذرکارهای خطی‌کار متداول (برای مثال و به‌ترتیب اولویت: خطی‌کارهای همدانی و هاسیا) ب- کاشت روی پشته (سه یا چهار ردیفه) (برای مثال خطی‌کار همدانی) ج- کاشت با بذرکارهای بی‌خاک‌ورزی (کاشت مستقیم)
۴	بارانی	گلستان، مازندران، گیلان	الف- کاشت با بذرکارهای خطی‌کار متداول (برای مثال و به‌ترتیب اولویت: خطی‌کارهای تاکا و همدانی) ب- کاشت با بذرکارهای بی‌خاک‌ورزی (کاشت مستقیم) (برای مثال بذرکار بالدان)

نکتـه ۱: کاشـت بـذر در بسـتر تهیه‌شـده بـا عملیـات کم‌خـاک‌ورزی کـه دارای بقایـای گیاهـی اسـت، بایـد بـا خطـی‌کار مجهـز بـه شـاربازکن بشـقابی صـورت گیـرد.

نکتـه ۲: در مناطقـی از کشـور ماننـد اصفهـان و کرمان، بـه دلایلـی از کودپـاش سـانتریفوژ به‌جـای بذرپـاش اسـتفاده می‌شـود و کشـاورزان کم‌تـر از خطی‌کارهـا اسـتفاده می‌کننـد. باتوجه‌بـه جمع‌بنـدی نظـرات محققـان، در ایـن مناطـق بـا اندکـی مسـامحه می‌تـوان از کودپـاش سـانتریفیوژ به‌عنـوان بذرپـاش اسـتفاده کـرد (شـکل ۱۰). دلایـل محققـان بـه شـرح زیـر اسـت:

شکل ۱۰- کودپاش (بذرپاش) سانتریفیوژ

الف) بستر کاشت

برای استفاده از خطی‌کارها در کاشت غلات، در مقایسه با کاشت پخشی، به عملیات اضافیِ خردکردن کلوخه‌ها تا اندازه تخم‌مرغی نیاز است، وگرنه عبور شیاربازکن‌های ماشین خطی‌کار از روی کلوخه‌ها بدون تماس با خاک سبب ریزش بذر روی خاک می‌شود. برای اجتناب از این امر باید عمل خردکردن کلوخه‌ها را انجام داد که نه‌تنها صرف هزینه و وقت زیادی را به‌دنبال دارد، که ساختمان خاک را نیز از بین می‌برد. تسطیح نامناسب مزارع هم باعث بروز مشکلاتی برای خطی‌کارها خواهد شد. بنابراین تا حصول شرایط مناسب برای بستر بذر، کماکان از بذرپاش سانتریفیوژ در این مناطق استفاده شود.

ب) عملکرد محصول

نتایج تحقیقات انجام‌شده در استان اصفهان و همچنین تجربه کشاورزان نشان می‌دهد بین دو الگوی کاشت خطی و پخشی تفاوتی در عملکرد غلات مشاهده نمی‌شود. در این خصوص قراردادن بذور در عمق یکنواخت توسط خطی‌کارها مزیت چندانی برای مناطقی که در معرض سرمای زیاد یا بادزدگی نیستند، به‌حساب نمی‌آید؛ زیرا

طبـق نتایج به‌دسـت‌آمده، بـذور قرارگرفته در عمـق ۰/۵ تا ۶ سـانتی‌متر قابلیـت سبزشـدن را دارند.

ج) مقایسه اقتصادی

در خصـوص مقایسـه اقتصـادی بیـن دو ماشـین خطـی‌کار و بذرپـاش سـانتریفوژ بدیهـی اسـت کـه قیمـت تمام‌شـده ماشـین بذرپـاش بسـیار کم‌تـر از خطـی‌کار اسـت. از طـرف دیگـر، ظرفیـت مزرعـه‌ای ماشـین بذرپـاش در مقایسـه بـا خطی‌کارهـای مرسـوم حـدود پنـج تـا شـش برابـر اسـت. وقتـی بـا محدودیـت زمانـی بـرای انجـام عملیـات مواجهیـم، ایـن امـر مزیـت دسـتگاه بذرپـاش در مناطـق مذکـور را نسـبت بـه خطـی‌کار مشـخص می‌کنـد.

د) زمان انجام عملیات

باتوجه‌به اینکه بعد از برداشـت ذرت، گندم کاشـت می‌شود، در برخی از مناطق کشـور (مانند کرمان) زمان کافی برای کشـت در اختیار کشـاورزان نیسـت و کشاورزان منطقه تمایل بیش‌تری بـرای کاشـت گندم بـا سـانتریفیوژ دارند تـا روزانه بتوانند سـطح بیش‌تری را کشـت کنند. بنابراین تمایل به استفاده از خطی‌کارها که سـطح کم‌تری را در روز کشـت می‌کنند کم اسـت.

سم‌پاشی مزارع گندم

عملیات سم‌پاشی یکی از مهم‌ترین بخش‌های عملیات کشاورزی در محصول گندم است که رابطه‌ای مستقیم با مدیریت نهاده‌های شیمیایی به‌منظور جلوگیری از آلودگی منابع پایه (آب و خاک) و حفاظت از محیط‌زیست، افزایش کمیت و کیفیت عملکرد در واحد سطح و تولید اقتصادی دارد. درحال‌حاضر در کشور از ۲۰ نوع سم‌پاش استفاده می‌شود. کاربرد انواع سم‌پاش لانس‌دار، بوم‌دار و میکرونر در سطح مزارع گندم بیش‌تر متداول است که موارد فنی مهم در کاربرد این سم‌پاش‌ها در زیر بیان می‌شود.

الف- سم‌پاش لانس‌دار

در حالت کلی سم‌پاش‌های لانس‌دار و شیلنگ‌دار (پشت‌تراکتوری، فرغونی، زنبه‌ای و...) برای سم‌پاشی باغ‌ها ساخته شده‌اند و استفاده از آنها برای سم‌پاشی مزارع به دلایل زیر از نظر علمی صحیح نیست: غیریکنواختی پاشش، افزایش مصرف محلول، افت بازده، بادبردگی شدید قطرات سم، استهلاک موتور و پمپ در اثر کار در فشار بالا (بیش از ۲۰ بار)، نیاز به تعداد زیادی نیروی کار، مسمومیت کاربران و... (شکل ۱۱).

شکل ۱۱- روش غیراصولی سم‌پاشی مزرعه با سم‌پاش

باتوجه‌به اینکه تعداد سم‌پاش‌های لانس‌دار در کشور زیاد است و استفاده از آنها به‌دلیل ناآگاهی در بین کشاورزان توسعه یافته است، به‌عنوان راهکار اصلاحی می‌توان راه‌حل زیر را ارائه کرد:

- استفاده از بوم دو متری با چهار عدد افشانک بادبزنی نوع ۱۱۰۰۱ به‌جای لانس در سر شیلنگ‌ها

در این حالت، همانند سم‌پاش بوم‌دار پشت‌تراکتوری، یکنواختی پاشش در عرض بوم حاصل می‌شود و میزان مصرف به ۳۰۰ تا ۴۰۰ لیتر در هکتار کاهش می‌یابد.

به‌علاوه، به‌دلیل کاهش فشار سم‌پاشی به ۱ تا ۴ بار، استهلاک قطعات کاهش و بازده سم‌پاشی افزایش می‌یابد (شکل۱۲). همچنین در زمین‌هایی که حرکت تراکتور مقدور نیست، می‌توان از این روش براحتی استفاده کرد. در صورت ساخت بوم از فلز سبک مانند آلومینیوم می‌توان عرض کار بوم را تا شش متر نیز افزایش داد.

شکل ۱۲- نمایی از بوم دستی جایگزین لانس

ب-سم‌پاش پشت‌تراکتوری بوم‌دار

سم‌پاش‌های پشت تراکتوری بوم‌دار یکی از مناسب‌ترین روش‌های سم‌پاشی در مزارع گندم کشور هستند که با تنظیم نازل‌ها برای پاشش روی خطوط کاشت، تمام گیاهان موجود در مزرعه به‌طور کامل سم‌پاشی می‌شوند. در کشت گندم، در ردیف‌هایی به فاصله ۱۰ تا ۱۸ سانتی‌متر و فاصله‌هایی به‌نام خطوط ترامواییِ، مسیرهایی برای حرکت تراکتور و ادواتِ داشت در مزرعه در نظر گرفته می‌شود تا تراکتور بتواند در تمام فصل رشد گندم به‌آسانی در مزرعه حرکت کند (شکل ۱۳).

شکل ۱۳- نمایی از خطوط ترامواییِ در مزرعه گندم

کالیبراسیون سم‌پاش یکی از عوامل اصلی موفقیت در مبارزه شیمیایی و تأثیر سموم و جلوگیری از سم‌پاشی‌های بی‌رویه است. کالیبراسیون عبارت است از تنظیم سم‌پاش یا وسیله پاشش برای اینکه مقدار معینی سم خالص روغنی، محلول سمی و... را به‌طور یکنواخت در واحد سطح مصرف کند.

۱- مراحل مختلف کالیبراسیون

- انتخاب سم‌پاش مناسب بر اساس محصول و روش‌های سم‌پاشی؛
- انتخاب نوع نازل بر اساس روش سم‌پاشی و نوع معضل گیاه‌پزشکی؛
- انتخاب شماره نازل بر اساس روش سم‌پاشی و حجم محصول؛
- اندازه‌گیری عرض کار مؤثر سم‌پاش (در ایران اکثراً هشت متر)؛
- محاسبه سرعت پیشروی؛
- اندازه‌گیری دبی نازل‌ها؛
- محاسبه مقدار محلول مصرفی در هکتار؛
- تهیه محلول سمی با نسبت مناسب (آب+سم).

مقدار محلول مصرفی در هر هکتار با استفاده از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{میزان محلول مصرفی (لیتر درهکتار)} = \frac{\text{دبی (لیتر دردقیقه)} \times 600}{\text{سرعت پیشروی (کیلومتر در ساعت)} \times \text{عرض پاشش (متر)}}$$

اولین قدم در کالیبراسیون سم‌پاش، تعیین «نوع و اندازه صحیح نازل» است. نازل‌ها اساسی‌ترین بخش سم‌پاش هستند.

سه کار مهم نازل‌ها در سم‌پاش

۱- تنظیم حجم مایع پاشش؛

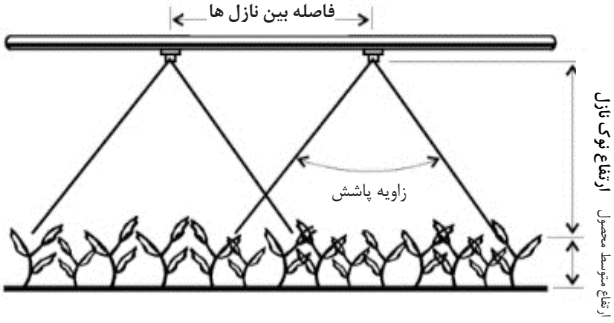
۲- ذره‌سازی محلول به قطره؛

۳ - ایجاد پاشش طبق الگویی مطلوب.

در نازل‌های بادبزنی مسطح برای اینکه به پوشش یکنواختی از پخش مواد شیمیایی برسیم، ۳۰ تا ۵۰ درصد از کناره‌های نازل باید همپوشانی شود. این همپوشانی توسط چرخش هر نازل در زاویه ۱۲ تا ۱۵ درجه بر روی بوم صورت می‌گیرد تا کناره‌های پخش بادبزنی مجاور با همدیگر برخورد نکنند.

برای همپوشانی صحیح نازل‌ها، عرض پاشش هر نازل در زراعت باید دو برابر فاصله نازل‌ها در روی

بـوم باشـد. بنابرایـن اگـر فاصلـه نازل‌هـا روی بـوم ۵۰ سـانتی‌متر باشـد، عـرض پاشـش بایـد ۱۰۰ سـانتی‌متر در نظـر گرفتـه شـود کـه ایـن عـرض در نازل‌هـای ۶۵ درجـه در ارتفـاع زیـاد و در نازل‌هـای ۱۱۰ درجـه در ارتفـاع کـم حاصـل می‌شـود (شـکل ۱۴).



شکل ۱۴- ارتفاع پاشش نوک نازل بادبزنی مسطح تا هدف

کاربـرد غیردقیـق محلـول سـم ممکـن اسـت ناشـی از فرسـودگی نـازل باشـد، بنابرایـن بایـد نازل‌هـا از جنـس مرغـوب تهیـه شـوند. نازل‌هایـی کـه از جنس‌هایـی بـا مقاومـت کم‌تـر (پلاسـتیک و برنـج) سـاخته می‌شـوند، بعـد از مـدت کوتاهـی سوراخشـان تعریـض می‌شـود و مقدار جریانشـان افزایـش می‌یابـد. از جـداول ۲، ۳ و ۴ می‌تـوان در انتخـاب نـازل مناسـب کمـک گرفـت. الگـوی پاشـش نازل‌هـای مختلـف در شـکل ۱۵ ارائـه شـده اسـت.

جدول ۲- راهنمای انتخاب نوع نازل برای علفکش (الگوی پاشش نازل‌ها در شکل ۱۵ ارائه شده است.)

نحوه استفاده	نوع نازل							
	مخروط توخالی قطره بارانی	سیلابی زاویه باز	مخروط توپر زاویه باز	سیلابی توربو زاویه باز	بادبزنی دوقلو	بادبزنی با مهار بادبردگی	بادبزنی استاندارد	بادبزنی دامنه گسترده
اختلاط با خاک	خوب	خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	-	خیلی خوب	-	خوب
پیش رویشی	خوب	-	خیلی خوب	خیلی خوب	-	خیلی خوب	خوب	خیلی خوب (در فشار پایین)
پس‌رویشی تماسی	-	-	-	-	خیلی خوب	-	خوب	خوب
پس‌رویشی نفوذی	خوب	-	-	خیلی خوب	-	خیلی خوب	خوب	خیلی خوب (در فشار پایین)

مواردی که با خط‌تیره مشخص شده‌اند، برای آن «نحوه استفاده» کاربرد ندارند.

جدول ۳- راهنمای انتخاب نوع نازل برای قارچ‌کش‌ها (الگوی پاشش نازل‌ها در شکل ۱۵ ارائه شده است.)

نحوه استفاده	نوع نازل							
	مخروط توخالی قطره‌بارانی	سیلابی زاویه‌باز	مخروط توپر زاویه‌باز	سیلابی توربو زاویه‌باز	بادبزنی دوقلو	بادبزنی با مهار بادبردگی	بادبزنی استاندارد	بادبزنی دامنه گسترده
تماسی	-	-	-	-	-	-	خوب	خیلی خوب
نفوذی	-	-	-	خیلی خوب	-	خیلی خوب	-	خیلی خوب (در فشار پایین)

مواردی که با خط‌تیره مشخص شده‌اند، برای آن «نحوه استفاده» کاربرد ندارند.

جدول ۴- راهنمای انتخاب نوع نازل برای حشره‌کش (الگوی پاشش نازل‌ها در شکل ۱۵ ارائه شده است.)

نحوه استفاده	نوع نازل						
	مخروط توخالی قطره‌بارانی	سیلابی زاویه‌باز	مخروط توپر زاویه‌باز	سیلابی توربو زاویه‌باز	بادبزنی دوقلو	بادبزنی با مهار بادبردگی	بادبزنی استاندارد	بادبزنی دامنه گسترده
تماسی	-	-	-	-	خیلی خوب	-	خوب	خوب
نفوذی	-	-	-	خیلی خوب	-	خیلی خوب	-	خیلی خوب (در فشار پایین)

مواردی که با خط‌تیره مشخص شده‌اند، برای آن «نحوه استفاده» کاربرد ندارند.

شکل ۱۵- الگوی پاشش نازل‌های مختلف

دومین عامل مؤثر در میزان محلول مصرفی در هکتار، «فشار سم‌پاشی» است. فشار در اندازه قطرات تولیدشده، مقدار جریان محلول سم و زاویه پاشش تأثیر می‌گذارد. فشار لازم برای نازل‌های تی جت در سم‌پاش پشت‌تراکتوری (شکل ۱۶) معمولاً بین ۱ تا ۵ بار است. برای مبارزه با علف‌های هرز فشار بین ۲ تا ۳ بار و برای مبارزه با آفات و بیماری‌ها بین ۳ تا ۴ بار مناسب است. تغییرات فشار به‌وسیله شیر تنظیم فشار یا رگولاتور انجام می‌شود که پس از پمپ (بین خروجی پمپ و لوله برگشت محلول به مخزن) قرار می‌گیرد.

سومین عامل میزان مصرف محلول سمی در هکتار هم «سرعت حرکت وسیله سم‌پاشی» است. هرچه وسیله سم‌پاشی سریع‌تر حرکت کند، میزان محلول مصرفی کم‌تر می‌شود و با کاهش سرعت نیز میزان محلول مصرفی در هکتار افزایش می‌یابد و بازدهی سم‌پاشی کاهش می‌یابد. سرعت پیشروی تراکتور باتوجه‌به شرایط مزرعه بین ۳ تا ۱۴ کیلومتر در ساعت باشد، ولی در شرایط ایران ۴ تا ۶ کیلومتر در ساعت است.

شکل ۱۶- سم‌پاش پشت‌تراکتوری

۲- استفاده از صافی (توری)

سوراخ کوچک در نوک نازل به‌آسانی ممکن است توسط ذرات ریز مسدود شود، بنابراین باید پاشش محلول سم در مراحل مختلف فیلتر شود. برای مثال، در داخل بدنه نازل باید فیلتر جاگذاری شود. اندازه

مش این فیلتر باید کوچک‌تر از اندازه سوراخ نازل باشد. معمولاً استفاده از فیلتر ۵۰ مشی با سوراخ ۰/۴ میلی‌متری برای اکثر سم‌پاش‌ها توصیه می‌شود.

۳- سم‌پاش هواکمک

در مواقعی که ضرورت دارد قطرات ریزتر محلول سم به‌داخل کانوپی گندم نفوذ پیدا کنند، بدین منظور و برای کاهش بادبردگی می‌توان از جریان هوای کمکی استفاده کرد. به‌منظور مبارزه مؤثر با سن توصیه می‌شود از سم‌پاش‌های بوم‌دار پشت‌تراکتوری هواکمک استفاده کنید (شکل ۱۷).

شکل ۱۷- سم‌پاش بوم‌دار پشت‌تراکتوری هواکمک

ج- سم‌پاش‌های میکرونر

سم‌پاش‌های مرسوم مشکلاتی از جمله ایجاد ذرات غیریکنواخت، مصرف زیاد محلول و قیمت خرید گران دارند. درحال‌حاضر در دنیا روش‌های نوین و کم‌مصرفی در سطح مزارع متداول شده که در این میان سم‌پاش‌های میکرونر معرفی می‌شود (شکل ۱۸). در این سم‌پاش با استفاده از یکنواختی قطر ذرات و ریزبودن آنها می‌توان میزان محلول مصرفی در هکتار را تا ده‌ها برابر کاهش داد و درعین‌حال از ایجاد ذرات خیلی‌ریز یا خیلی‌درشت ناخواسته که موجب تلفات شدید محلول سم می‌شود، جلوگیری کرد.

شکل ۱۸- سم‌پاش میکرونر پشت‌تراکتوری

میکرونرها را می‌توان روی انواع سم‌پاش‌های پشتی و تراکتوری نصب کرد. در سم‌پاش‌های میکرونریِ پشتی میزان خروج محلول سمی و دور میکرونرها تقریباً همواره یکسان و بدون تغییر است. به همین سبب نکته اساسی در تنظیم این سم‌پاش‌ها سرعت پیشروی کارگر سم‌پاش است که هرچه سرعت بیش‌تر باشد، حجم محلول سمی در هکتار و زمان سم‌پاشی در هکتار کم‌تر خواهد بود. مقدار محلول سمی مصرف‌شده در واحد سطح در این سم‌پاش‌ها باتوجه‌به تعبیه نازل‌های مختلف برای آفات، بیماری‌ها یا علف‌های هرز متغیر است که برای هر نازل باید سم‌پاش تنظیم شود. با مراجعه به دفترچه راهنمای سازنده می‌توان این سم‌پاش را تنظیم کرد.

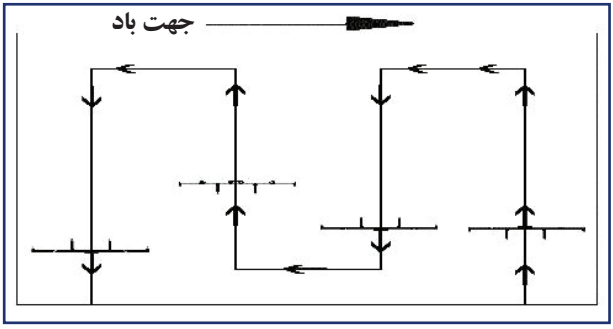
شرایط آب و هوایی برای عملیات سم‌پاشی

عموماً کاربران دربارهٔ عوامل آب و هوایی مؤثر در حین عملیات سم‌پاشی اطلاع چندانی ندارند که این امر باعث افزایش مصرف و هدررفت سموم و نیز آلودگی محیط‌زیست و آسیب کاربران می‌شود.

عوامل مؤثر آب و هوایی در هنگام سم‌پاشی

۱- سرعت و جهت باد

سرعت باد معمولاً حیاتی‌ترین عاملی است که نقشی عمده در بادبردگی قطرات سم به خارج از هدف موردنظر دارد. حداکثر سرعت مجاز باد برای عملیات سم‌پاشی ۳ کیلومتر در ساعت است. عملیات سم‌پاشی باید مطابق با شکل ۱۹، عمود بر جهت باد توسط کاربر یا تراکتور انجام شود.



شکل ۱۹- روش سم‌پاشی مزرعه با درنظرگرفتن جهت باد

۲- درجه حرارت و رطوبت نسبی هوا

درجه حرارت زیاد و رطوبت نسبی کم باعث تبخیر آب قطرات محلول سم و کوچک‌ترشدن آنها و در نهایت باعث بادبردگی آنها می‌شود. در موقع

عملیات سم‌پاشی، رطوبت نسبی محیط باید بیش از ۷۰ درصد و درجه حرارت محیط کم‌تر از ۲۵ درجه سانتی‌گراد باشد؛ لذا معمولاً صبح زود و عصر بهترین زمان است.

اصول زیست‌محیطی و ایمنی

آفت گندم ممکن است حشره، قارچ، علف هرز یا عوامل بیماری‌زا باشد. بنابراین بر اهمیت بررسی و اجرای توصیه‌های مندرج روی ظروف آفتکش‌ها، زمان سم‌پاشی و انتخاب سم‌پاش مناسب قبل از شروع سم‌پاشی تأکید می‌شود. در طول سم‌پاشی شلوار بلند، پیراهن آستین بلند، دستکش، جوراب و کفش بپوشید و در صورت نیاز از لوازم حفاظتی خاص شامل ماسک و کفش‌های نفوذناپذیر استفاده کنید. پس از سم‌پاشی هم دست‌های خود را سریعاً با آب تمیز و صابون بشویید و در کوتاه‌ترین زمان ممکن دوش بگیرید. ظروف خالی آفتکش‌ها را بر اساس توصیه روی برچسب و نیز توصیه‌های کارشناسان جهاد کشاورزی محل نابود کنید.

اندازه‌گیری افت کمباین

اندازه‌گیری افت در قسمت‌های مختلف کمباین

برداشت غلات

تنظیم صحیح کمباین موجب افزایش کارایی قسمت‌های برش، کوبنده، تمیزکننده و جداکننده می‌شود. باوجوداین، همیشه مقداری از محصول روی زمین می‌ریزد یا محصول برداشت‌شده از کیفیت مطلوبی برخوردار نیست و دچار شکستگی، ترک‌خوردگی و خردشدگی می‌شود. حتی در شرایط مناسب برداشت با کمباین‌های موجود، افت کمباینی بین ۳ تا ۵ درصد خواهد بود. در اکثر مواقع، تنظیمات جزئی بشدت باعث افزایش برداشت و جمع‌آوری محصول می‌شود و درآمد کشاورزان را بیشتر می‌کند.

به‌هرحال، کنترل افت تنها به تنظیم صحیح بستگی ندارد و عوامل بسیار دیگری از جمله فرسودگی کمباین یا عوامل مدیریت و برنامه‌ریزی در این امر دخیل‌اند. عواملی همچون زمان برداشت محصول، رطوبت محصول، رطوبت هوا، وضعیت پستی و بلندی زمین، اعتماد به عملکرد صحیح سامانه‌های کمباین و شناخت خصوصیات محصول به عهده فرد

یـا افـرادی اسـت کـه بایـد از تجربـه و دانـش کافـی در مدیریـت عملیـات برداشـت برخـوردار باشـند.

بـا عنایـت بـه اهمیـت کاهـش افـت کمباینـی، روش اندازه‌گیـری افـت در قسـمت‌های مختلـف کمبایـن برداشـت غـلات بـه شـرح زیـر ارائـه می‌شـود.

روش علمی اندازه‌گیری افت در قسمت‌های مختلف کمباین غلات

جزئیات مراحل افت و ضایعات گندم

۱- تلفـات پیـش از برداشـت: بوته‌هایـی کـه روی زمیـن خوابیـده و کوتـاه هسـتند و تیغـه بـرش نمی‌توانـد آنهـا را بگیـرد، همچنیـن خوشـه و دانه‌هایـی کـه به‌دلیـل شـرایط جـوی نامناسـب و خوابیدگـی محصـول روی زمین ریخته‌انـد و از دسـترس شـانه بـرش خـارج می‌شـوند. عوامـل مؤثـر بـر ایـن تلفـات عبارت‌انـد از: رقـم، تأخیـر در برداشـت محصـول، شـرایط جـوی و آفـات.

۲- تلفـات سـکوی بـرش: سـنبله یـا دانه‌هایـی کـه به‌علـت خوابیدگـی یـا کوتاهـی سـاقه[۱] یـا شکسـتگی یـا تنظیم‌نبـودن شـانه بـرش، از دسـترس شـانه بـرش

۱. جاهایی که از ارتفاع ۲۵ تا ۳۰ سانتی‌متر برداشت صورت می‌گیرد، ساقه‌های کوتاه جزء افت طبیعی خواهد بود.

خارج می‌شوند یا دانه و خوشه‌هایی که به‌علت سرعت بیش‌ازحد کمباین، سرعت نامناسب چرخ فلک و تنظیم‌نبودنش و نیز عدم‌تناسب دور چرخ فلک با سرعت پیشروی کمباین ریزش می‌کنند.

۳- تلفات واحد کوبنده (خرمن‌کوب): دانه‌هایی که به‌صورت خوشه‌های کوبیده‌نشده، شکسته، خردشده و خوشه‌های نیم‌کوب از انتهای کمباین بیرون می‌ریزند. عوامل مؤثر بر تلفات واحد کوبنده عبارت‌اند از: میزان خوراک ورودی به واحد کوبنده (که تابعی است از عملکرد مزرعه‌ای، نوع محصول (آبی یا دیم)، عرض کار مؤثر کمباین و سرعت پیشروی آن)، سرعت دورانی کوبنده و فاصله کوبنده و ضدکوبنده، ناهمواری و شیب زمین.

۴- تلفات واحد جداکننده (کاه‌پران‌ها): دلایل تلفات ایجادشده در واحد جداکننده عبارت‌اند از سرعت کم کوبنده، فاصله زیاد کوبنده و ضدکوبنده، سرعت پیشروی زیاد کمباین، شیب زمین خصوصاً در اراضی دیم که تماماً به تجمع بیش‌ازحد مواد روی کاه‌پران‌ها منجر می‌شود.

۵- تلفات واحد تمیزکننده: تلفات واحد تمیز کننده به دو دسته تقسیم می شوند:

الف- دانه‌هایی که از عقب کمباین بیرون می‌ریزند که دلیل ریزش آنها عواملی مانند سرعت بیش‌ازحد دمنده، مواد بیش‌ازحد روی الک بالایی و تنظیم نامناسب الک بالایی می باشد.

ب- تلفات ناشی از ریزش از روزنه‌ها و منافذ که به‌صورت ریزش مستقیم دانه از بدنه کمباین رخ می‌دهد.

انواع افت درمراحل قبل و حین برداشت

۱- افت قبل از برداشت: ناشی از عوامل خارجی مانند باد، حیوانات، باران، نوع رقم، دیررسی، تأخیر در برداشت محصول و آفات.

۲- افت جمع‌آوری: ناشی از فرایندهای دماغه کمباین که در ارتباط با محصول هستند.

۳- افت فراوری: ناشی از سیستم‌های جداکننده و تمیزکننده.

افت کلی برداشت کمباینی هم مساوی است با مجموع افت جمع‌آوری و فراوری.

ابزار و لوازم لازم برای اندازه‌گیری افت کمباینی

۱- جعبه چوبی به ابعاد ۵۰ در ۵۰ سانتی‌متر (۰/۲۵ مترمربع)؛

۲- جعبه چوبی به ابعاد ۵۰ در ۸۰ سانتی‌متر (۰/۴ مترمربع) با پوشش سیمی یا برزنتی تا از ریزش محصول به بیرون جلوگیری شود (ارتفاع جعبه ۱۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شود)؛

۳- ترازوی دقیق با دقت ۰/۱ گرم؛

۴- متر ۳۰ یا ۵۰ متری؛

۵- گونی؛

۶- ترازوی دقیق یا قپان به همراه وزنه‌ها با ظرفیت ۵۰ کیلوگرم؛

۷- داس؛

روش اندازه‌گیری افت کمباینی

۱- افت طبیعی: مقدار افت قبل از برداشت با چهار تکرار در سطح مزرعه جمع‌آوری و اندازه‌گیری می‌شود. قبل از اینکه کمباین وارد مزرعه شود، به‌طور تصادفی در چهار نقطه از مزرعه، دانه‌ها و خوشه‌های قرارگرفته در داخل جعبه به ابعاد ۵۰ در ۵۰ سانتی‌متر که با داس برداشت شده است، جمع‌آوری و توزیع و ثبت می‌شود.

۲- افت واحد برش: برای تعیین افت جمع‌آوری، بعد از برش محصول، یک جعبه چوبی به ابعاد ۵۰ در ۵۰ سانتی‌متر (که مواد خارج‌شده از عقب کمباین در آنجا نریخته باشد) را در فضای خالی پشت شانه برش و یک‌سوم سمت راست یا چپ عرض شانه برش و زیر جعبه ۵۰ در ۸۰ سانتی‌متر بیندازید و تعداد چهار نمونه گرفته می‌شود. با جمع‌آوری دانه‌ها و خوشه‌های موجود در جعبه و توزین دانه‌های حاصل از آنها، تلفات شانه برش اندازه‌گیری می‌شود.

۳- افت کوبنده و جداکننده: برای تعیین افت فراوری، بعد از عبور کمباین از مواد خارج‌شده از عقب کمباین، پنج نمونه در روی زمین گرفته می‌شود. وقتی کمباین مشغول برداشت محصول است، یک جعبه چوبی به ابعاد ۵۰ در ۸۰ سانتی‌متر که کف آن با توری سیمی یا برزنت پوشیده شده است (تا دانه‌های گندم و خرده‌های آن نتوانند از سوراخ‌های توری خارج شوند) در زیر کمباین بین دو چرخ عقب قرار داده می‌شود، طوری که هنگام برداشت به طول یک متر، چرخ‌های عقب کمباین از کنار جعبه عبور کند. سپس با جمع‌آوری خوشه‌های کوبیده‌نشده و نیم‌کوب موجود در جعبه و توزین دانه‌های حاصل از آن، مقدار

افت کوبنده مشخص می‌شود.

۴- افت واحد جداکننده و تمیزکننده: با جمع‌آوری دانه‌های موجود در جعبه توری‌دار و توزین آنها مشخص می‌شود.

محاسبه افت در قسمت‌های مختلف کمباین

۱- افت قبل از برداشت

افت قبل از برداشت (کیلوگرم بر هکتار) = A×۱۰

A = میانگین وزنی دانه‌های شمرده‌شده در نمونه‌های افت قبل از برداشت (گرم بر متر مربع)

۲- افت جمع‌آوری

افت جمع‌آوری (کیلوگرم بر هکتار) = (B - A)×۱۰

B = میانگین وزنی دانه‌های شمرده‌شده در نمونه‌های افت جمع‌آوری (گرم بر متر مربع)

۳- افت فراوری

افت فراوری (کیلوگرم بر هکتار) = (C /F)×۱۰

C = میانگین وزنی دانه‌های شمرده‌شده در نمونه‌های افت فراوری (کیلوگرم)

F = نسبت عرض جمع‌آوری به عرض نوار کلش (عرض جمع‌آوری تقسیم بر عرض نوار کلش)

۴- افت کلی برداشت

افت کلی برداشت کمباینی (درصد) = افت جمع‌آوری (درصد) + افت فراوری (درصد)

محاسبه عملکرد محصول

زمانی که کمباین در حالت برداشت است، از نقطه A به نقطه B به طول ۵۲ متر حرکت می‌کند و محصول را برداشت می‌کند و دقیقاً محصول این قطعه را داخل کیسه‌ای جمع‌آوری و توزین می‌کنند. فرض می‌شود که عرض کار پلتفرم چهار متر باشد.

مساحت برداشت‌شده $A = ۲۵ \times ۴ = ۱۰۰\ m^۲$

وزن محصول برداشت شده (کیلوگرم) $= M$

عملکرد محصول $= \frac{M}{A} \times ۱۰۰۰۰ (kg/ha)$

تأثیر سرعت پیشروی

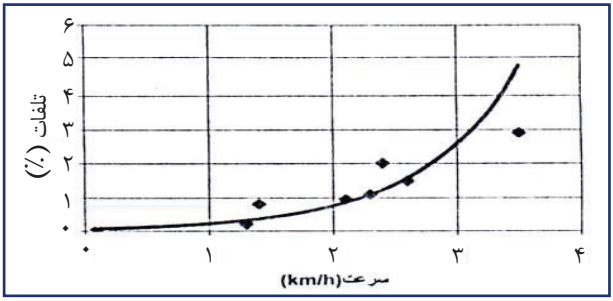
سرعت پیشروی از دیگر عوامل مؤثر بر میزان تلفات کمباین هنگام برداشت است. در یک تحقیق تأثیر عوامل پیشروی کمباین جاندیر ۹۵۵ بر تلفات انتهای کمباین بررسی و ارزیابی شده است.

ازآنجایی‌که منحنی تلفات کمباین بر اساس مقدار مواد ورودی به کمباین ترسیم می‌شود و در شرایط یکنواخت مزرعه‌ای مقدار مواد ورودی تابع سرعت پیشروی است، بنابراین در آزمون مزرعه‌ای منحنی تلفات (عملکرد) کمباین جاندیر ۹۵۵ بر اساس هفت سطح مختلف سرعت پیشروی ترسیم و تهیه شده است (نمودار ۱). نتایج حاصل از این آزمون نشان می‌دهد که:

• تلفات انتهای کمباین با افزایش سرعت پیشروی افزایش می‌یابد که این افزایش در سرعت‌های بالا دارای شدت بیش‌تری است.

• مناسب‌ترین سرعت پیشروی در محدوده مجاز تلفات انتهای کمباین (حداکثر ۱ درصد) برای کمباین جاندیر ۹۵۵ برابر ۲/۶ کیلومتر بر ساعت است.

• توصیه می‌شود با دنده یک حرکت کنید و محدوده سرعت پیشروی متناسب با تراکم محصول باشد.



نمودار ۱- تأثیر سرعت پیشروی بر میزان افت کمباین جاندیر ۹۵۵

مثال:

افت طبیعی در ۱ متر مربع برابر ۵/۵۴ گرم

افت جمع‌آوری در ۱ متر مربع برابر ۲۰/۵۹ گرم

افت فراوری در جعبه ۰/۴ مترمربع با ۵ تکرار برابر ۱۴/۱۰ گرم

عملکرد محصول برابر ۵۳۱۵ کیلوگرم در هکتار

عرض برش مفید برابر ۴/۲ متر

عرض نوار کلش برابر ۱/۲ متر

ابعاد جعبه نمونه‌گیری برابر ۰/۵ در ۰/۸متر

محاسبات افت کمباینی

افت فراوری در یک متر مربع = (۱۴/۱×۱۰)÷(۴×۵)=۷/۰۵g

ضریب تصحیح = ۴/۲÷۱/۲ = ۳/۵

$$\text{افت فراوی} = \frac{۷/۰۵}{۳/۵} \times ۱۰ = ۲۰/۱ \text{ kg/ha}$$

افت فراوری (درصد) = (۲۰/۱ × ۱۰۰)÷۵۳۱۵ = ٪۰/۳۸

افت جمع‌آوری(درصد) =(۲۰/۵۹×۱۰×۱۰۰)÷۵۳۱۵ = ٪۳/۸۷

$$\text{درصد افت طبیعی} = \frac{۵/۵۴ \times ۱۰ \times ۱۰۰}{۵۳۱۵} = ٪۱/۰۴$$

افت کلی کمباین(درصد) = ۳/۸۷ + ۰/۳۸ = ٪۴/۲۵

نکات مهم در مورد محاسبه افت کمباین

عرض مفید برداشت در کمباین‌های مختلف متفاوت است و در تراکم‌های متفاوت نیز عرض مفید برداشت متغیر است.

ابعاد جعبه می‌تواند متغیر باشد که در تمامی محاسبات و همچنین در محاسبه ضریب تصحیح منظور می‌شود.

عرض نوار کلش در کمباین‌های رایج مانند JD-955 و CLASS S- 68 برابر ۱/۲ متر است، ولی در کمباین‌های جدید مانند نیوهلند قابل‌تنظیم است.

یادداشت

یادداشت

یادداشت