

فصل اول

دستورالعمل فنی کشاورزی حفاظتی برای اراضی آبی

تهیه و تدوین:

گروه کشاورزی حفاظتی ستاد معاونت امور زراعت
و
موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

شهریور ۹۳

مقدمه

کشاورزی حفاظتی به مجموعه ای از تکنیک ها شامل: نگهداری بقایای گیاهی در سطح خاک، تناوب زراعی مناسب، کاربرد کود سبز، کنترل عبور و مرور وسائل و ماشین های کشاورزی، کاهش میزان و شدت بهم زدگی خاک، حفظ و نگهداری رطوبت خاک و کنترل میزان تبخیر و تعرق خاک، کنترل دمای خاک، حفظ و بهبود ساختمان خاک (از طریق افزایش مواد آلی خاک) و استفاده از بسترها یا پشته های عریض گفته می شود. وقتی ترکیبی از این تکنیک ها به کار برده می شود، صرفه جویی در وقت و انرژی و تقویت منابع آب و خاک را سبب می گردد. حفظ پوشش گیاهی روی سطح خاک، ساده ترین روش کنترل فرسایش آبی و بادی و حفظ رطوبت و کنترل دمای خاک است. با مدیریت صحیح، بقایای گیاهی بیشتری روی سطح خاک نگه داشته می شود. این امر موجب کاهش رواناب، تلفات رسوبی و آلودگی هوا شده و سطح خاک را در برابر فرسایش بادی محافظت می کند. عملیات خاک ورزی حفاظتی، بخاطر افزایش رطوبت ذخیره شده در خاک که تقریباً همیشه بحرانی ترین عامل در تولید محصولات است، قابلیت افزایش عملکرد محصول را نیز دارا می باشد. نگهداری بخشی از بقایای گیاهی در سطح خاک مشخصه ای است که خاک ورزی حفاظتی را از روشهای سنتی و متداول متمایز می نماید و همه سامانه های کشاورزی حفاظتی حداقل مقدار معینی از پوشش بقایای گیاهی (حداقل ۳۰ درصد بقایا) را در سطح مزرعه شامل می گردد. بنابراین روشهای کشاورزی حفاظتی، روشهای خاک ورزی مرسوم و سایر سامانه های برگردان ورزی شدید را شامل نمی شود، اگر چه در شرایط استثنایی برگردان کردن خاک می تواند حداقل عملیات مورد نیاز باشد. واژه هایی همچون خاک ورزی نواری، خاک ورزی پوششی، کمینه خاک ورزی، بی خاک ورزی، کم خاک ورزی و بدون خاک ورزی تماماً مرتبط با مفاهیم موجود در خاک ورزی حفاظتی می باشند. بنابراین با توجه به توضیحات فوق روش های مختلف خاک ورزی حفاظتی وجود دارد که انتخاب و کاربرد هر یک از آنها به عوامل مختلفی از قبیل اقلیم، میزان بارندگی، بافت خاک، میزان منابع آب قابل دسترس، نوع محصول و تناوب زراعی، امکانات موجود، تراکم خاک، عمق آب زیرزمینی بستگی دارد. بمنظور انتخاب مناسب ترین روش خاک ورزی در هر منطقه باید روش های مختلف خاک ورزی حفاظتی که هر یک نیاز به ماشین ها و ادوات کشاورزی ویژه ای دارند، در کنار روش خاک ورزی مرسوم هر منطقه اجرا گشته و مورد ارزیابی و مقایسه قرار گیرند. لذا، در سال زراعی ۱۳۸۷-۱۳۸۶ معاونت امور تولیدات وزارت جهاد کشاورزی و موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی تحقیقی تحت عنوان "پایلوتهای اجرایی خاک ورزی حفاظتی را در پنج منطقه کشور (قزوین، گلستان، فارس، دزفول و اصفهان) به مساحت ۱۵۰۰ هکتار اجرا نمودند. این مساحت در سال زراعی ۱۳۸۸-۱۳۸۷ به ۱۰۰۰۰ هکتار آبی رسید که علاوه بر استانهای فوق، استانهای اردبیل، تهران، خراسان رضوی، کرمان و همدان نیز اضافه شدند. بطوریکه در هر منطقه روشهای مختلف خاک ورزی حفاظتی با روش مرسوم منطقه مورد مقایسه قرار گرفت. قابل ذکر است که با توجه به نوع محصول، تناوب زراعی، بافت و رطوبت خاک، روشهای خاک ورزی حفاظتی مختلفی (بی خاک ورزی، کم خاک ورزی، حداقل خاک ورزی) در هر یک از این پنج منطقه (پایلوته) به کار برده شد. بنابراین به دلیل استفاده از روشهای خاک ورزی حفاظتی، ماشینهای کشاورزی مختلفی از قبیل انواع خطی کارهای بی خاک ورزی، انواع دیسک، انواع گاواهن قلمی و پنجه غازی، خاک ورزهای مرکب و بعضی از انواع کمبینات ها (ماشین های مرکب)

در هر یک از این پایلوت ها بکار برده شد. نتایج بدست آمده از این تحقیق بسیار مطلوب بود و این نتایج نشان داد که روشهای خاک ورزی حفاظتی سبب حفظ و افزایش ذخیره رطوبتی خاک و کاهش هزینه های تولید شدند و در اکثر مناطق، عملکرد محصول بدست آمده از این روشها نیز در مقایسه با روشهای خاک ورزی سنتی قابل قبول بود. بر این اساس مناسبترین روش خاک ورزی حفاظتی برای هر منطقه تعیین گردید.

روش های نوین خاک ورزی مناسب با شرایط اقلیمی کشور به عبارت دیگر خاک ورزی حفاظتی اعم از کم خاک ورزی و بی خاک ورزی در حفظ رطوبت خاک، بهبود مواد آلی خاک تا ۳۰ درصد، کاهش مصرف انرژی و هزینه به میزان دو برابر، و کاهش زمان عملیات، مؤثر می باشند. تحقیقات انجام شده در مناطق مختلف ایران با شرایط اقلیمی متفاوت نشان می دهد که کاربرد روش های خاک ورزی حفاظتی مانند روش های کم خاک ورزی شامل استفاده از گاواهن قلمی در عمق کمتر از گاواهن برگردان دار و یا استفاده از دیسک در عمق کم خاک دارای عملکرد محصول مشابهی را نسبت به گاواهن برگردان دار دارا می باشد. علاوه بر اینکه کاهش مصرف سوخت و هم چنین کاهش زمان انجام عملیات را نیز به دنبال دارد. در این سیستم عملکرد محصول به اندازه حالت سنتی خواهد بود. خاک ورزی حفاظتی یک ماشین خاص نیست، یک سیستم است. سیستمی که در آن پس از انجام عملیات خاک ورزی و بذرکاری، پوشش حداقل ۳۰ درصد از سطح مزرعه پس از کاشت با بقایای محصول قبل پوشیده باقی می ماند. هدف کشاورزی حفاظتی افزایش بهره وری به همراه حفظ و بهبود منابع آب و ساختمان خاک است. توقف و یا حتی معکوس نمودن روند فرسایشی خاک در سرتاسر جهان به منظور ارتقاء پایداری منابع طبیعی شامل زمین، آب و هوا، افزایش کمی و کیفی محصولات از طریق افزایش کارایی مصرف نهاده ها و زمان، کاهش هزینه های تولید و بهبود وضعیت معیشتی کشاورزان و خانواده آن ها از جمله اهداف کشاورزی حفاظتی است.

تهیه زمین و کاشت گندم به هردو روش حفاظتی و مرسوم امکان پذیر می باشد اما توصیه می گردد حتی الامکان از روش های حفاظتی با رعایت ملزومات آنها استفاده گردد و در صورت استفاده از روش غیر حفاظتی، از گاواهن برگردان دار کمتر استفاده گردد. همچنین قبل از استفاده از روش های حفاظتی، باید از عدم وجود تراکم خاک اطمینان حاصل گردد و در صورت وجود تراکم در خاک، با استفاده از زیرشکن مشکل تراکم برطرف گردد (ترجیحاً قبل از کشت محصولات صیفی). البته زیرشکن زنی باید با مطالعه و انجام پروفیل در خاک و به شرط نبودن لایه های خاک با کیفیت بد در زیر لایه های خاک زراعی (مانند وجود لایه های ماسه ای، گچی، آهکی، سنگلاخی و غیره) انجام شود. به منظور شکستن لایه های متراکم در زیر عمق شخم، افزایش میزان نفوذ آب در خاک و تهویه مناسب، لازم است زیرشکن زنی خاک با استفاده از زیرشکن های سه شاخه با فاصله ۵۰ سانتی متر و یا دو شاخه با فاصله ۸۰ سانتی متر انجام شود. بهتر است زیرشکنی خاک یک ماه قبل از خاک ورزی اولیه (ترجیحاً قبل از شروع بارندگی های پاییزه و زمستانه) با استفاده از تراکتورهای پرقدرت در عمق ۳۰-۵۰ سانتیمتری خاک صورت گیرد. زیرشکنی در اراضی آبی و یا اراضی دیم با بارندگی سالیانه بیش از ۴۰۰ میلی متر توصیه می شود. رطوبت مناسب خاک در زمان زیرشکنی، ۱۰-۱۵ درصد می باشد.

در این راستا توجه ویژه به نوع ماشین و کمبود وسایل مورد نیاز با توجه به شرایط مناطق مختلف کشور از اولویت های اساسی به شمار می رود. لذا با توجه به نتایج بدست آمده از اجرای پایلوت های اجرایی - تحقیقی خاک ورزی حفاظتی در این پنج منطقه، دستورالعملی تحت عنوان دستورالعمل خاک ورزی حفاظتی تهیه گردید که در آن به

تفکیک پنج منطقه، مشخصات هر منطقه، تیمار ها و ماشینهای بکار برده شده، روش های اجرای تیمارها و نتایج بدست آمده در هر منطقه ارائه گردد. به طوری که بتوان نتایج بدست آمده از این پایلوت ها را در همان مناطق و مناطق مشابه با آنها از نظر اقلیمی، بافت خاک و نوع تناوب زراعی در سطح وسیع تری اجرا نمود. پیش از ورود به بحث دستورالعمل اجرایی خاک ورزی حفاظتی، مرور کوتاهی بر تعریف کشاورزی حفاظتی، ارکان کشاورزی حفاظتی، تعریف خاک ورزی حفاظتی و انواع روشهای خاک ورزی حفاظتی ضروری است.

کشاورزی حفاظتی (Conservation Agriculture):

تعریف کشاورزی حفاظتی: کشاورزی حفاظتی را باید به مثابه مجموعه ای از اصول تعریف شده بررسی کرد که ما را در جهت دستیابی به تکنولوژی های مدیریت پایدار محصولات کشاورزی در نظام های مختلف تولید کشاورزی کمک می کند. (کنسایری، ۲۰۰۷).

ارکان کشاورزی حفاظتی:

- ۱- مدیریت بقایای گیاهی (مدیریت برداشت محصول قبلی و مدیریت بقایای بجا مانده بر سطح خاک به نحوی که حداقل ۳۰ درصد سطح خاک پوشیده از بقایای گیاهی باشد)
- ۲- خاک ورزی حفاظتی (استفاده از ادوات و تجهیزات تهیه زمین و کاشت بصورت کم خاک ورزی و یا کاشت مستقیم بصورت بی خاک ورزی)
- ۳- اعمال تناوب های زراعی مناسب به سامانه ی که بتواند در راه تولید محصولات کشاورزی به اهداف فوق الذکر دست یابد کشاورزی حفاظتی می گویند. این در حالی است که خاک ورزی حفاظتی تنها مبتنی بر عملیات خاک ورزی کاهش یافته (کم خاک ورزی، بی خاک ورزی، خاک ورزی پوشش دار و...) و ناظر بر بند دوم از اصول سه گانه فوق است.

تعریف خاک ورزی حفاظتی:

انجام عملیات خاک ورزی به صورتی که سعی شود بقایا تا حد ممکن در سطح خاک حفظ شوند.

انواع روشهای خاک ورزی حفاظتی: از روشهای خاک ورزی حفاظتی می توان به کم خاک ورزی، بی خاک ورزی، خاک ورزی نواری، خاک ورزی پوششی، نام برد که با توجه به گسترش و توسعه روشهای کم خاک ورزی و بی خاک ورزی در سطح کشور تعاریف آن ها در زیر ارائه می شود.

➤ کم خاک ورزی:

با هدف کمترین تاثیر و تغییر مورد نیاز در خاک برای کشت و استقرار گیاه انجام می شود. در این روش ها حداقل عملیات خاک ورزی صورت می گیرد و سعی می شود بقایا تا حد ممکن در سطح خاک حفظ شوند. برخی مزایای آن عبارتند از:

کنترل فرسایش خاک، مناسب برای خاکهای با زهکشی ضعیف، مناسب برای آبیاری جوی و پشته ای، گرم شدن و خشک شدن سریع پشته ها، پایین بودن انرژی و سوخت، حفاظت خاک از فرسایش آبی و بادی، کمتر بودن هزینه

ماشین ها نسبت به خاک ورزی مرسوم، کنترل تردد و کاهش فشردگی خاک و کنترل علفهای هرز روی ردیفهای غلات، با عملیات کولتیواتور زدنی.

➤ بی خاک ورزی:

در این روش، کاشت مستقیم بذر بدون خاک ورزی صورت می گیرد، سطح خاک بدون بهم خوردگی می ماند و بقایای کشت قبلی نیز در سطح مزرعه حفظ می شود. از معایب جدی بی خاک ورزی و خاک ورزی حفاظتی، وجود و تنوع علفهای هرز و همچنین وجود آفات خاک زی میباشد که مشکلات کنترل آنها وجود دارد. در روشهای بی خاک ورزی نیاز به عملیات کمتر (هزینه و سوخت مصرفی کمتر)، تنظیمات کمتر کارنده ها و کولتیواتورها و نیازی به ایجاد پشته ها و نگهداری آنها برای سالهای متمادی نمی باشد.

دستورالعمل اجرایی خاک ورزی حفاظتی برای اراضی آبی:

مقدمه کوتاه (در مورد ضرورت تدوین دستورالعمل، نوع اراضی که دستورالعمل برای آن تهیه می گردد، محصولات مورد نظر در دستورالعمل و همچنین تقسیم بندی دستورالعمل بر اساس شرایط آب و هوایی (خشک، نیمه خشک و مرطوب)):

۱- مناطق خشک

تناوب غلات (گندم یا جو) - ذرت علوفه ای:

در این تناوب به منظور کشت ذرت بعد از غلات از روشها و عملیات ذیل باید استفاده نمود:

گزینه ۱- روش کم خاک ورزی: خاک ورز مرکب یا چیزل پکر (عمق حداکثر ۱۵ سانتی متر) یا دیسک سنگین (عمق ۱۵ سانتیمتر) + کشت با ردیفکار مجهز به پیش بر دیسکی. البته عملیات فوق را در مزارع فاقد جوی پشته (کشت مسطح) می توان اجرا نمود.

گزینه ۲- روش بی خاک ورزی: روش دیگر عبارت است از کاشت مستقیم ذرت در درون بقایای گیاهی محصول قبلی (گندم یا جو) و بدین منظور باید از ردیفکار مجهز به پیش بر دیسکی یا شیار بازکن بشقابی کنگره دار استفاده نمود.

تناوب ذرت علوفه ای - گندم یا جو:

گزینه ۱- روش کم خاک ورزی: در شرایطی که وزن بقایای بجا مانده از محصول قبلی (ذرت علوفه ای) ۱ تا ۲ تن در هکتار باشد عملیاتی که بمنظور کشت غلات باید انجام پذیرد عبارت است از: شخم با خاک ورز مرکب (چیزل پنجه غازی + دیسک + غلتک) یا شخم با چیزل پکر (چیزل قلمی + غلتک) با سرعت ۱۰ الی ۱۲ کیلومتر در ساعت (عمق حداکثر ۱۵ سانتی متر) و کشت با کمبینات مجهز به شیار بازکن های بشقابی (عملیات فوق در هر دو شرایط کشت مسطح و پشته ای قابل انجام است).

گزینه ۲- روش بی خاک ورزی: روش دیگر برای کشت غلات در درون بقایای ذرت علوفه ای روش بی خاک ورزی است که بدین منظور باید از بذر کار کشت مستقیم که دارای پیش بر یا شیار باز کن بشقابی کنگره دار یا دو بشقابی لبه صاف با سرعت پیشروی ۱۰-۱۲ کیلو متر بر ساعت جهت کشت مستقیم غلات استفاده کرد.

تناوب گندم یا جو - ذرت:

۱- کاشت ذرت بعد از برداشت گندم می تواند بصورت بی خاک ورزی و یا کم خاک ورزی انجام شود.
گزینه الف- روش بی خاک ورزی: کاشت باید با ماشین کشت مستقیم (کارنده No-Till) بدون هیچگونه عملیات خاک ورزی انجام شود.

گزینه ب- روش کم خاک ورزی: روش کم خاک ورزی می تواند به روشهای زیر انجام پذیرد:

۱- تهیه زمین با خاک ورز مرکب + کشت با ردیفکار معمولی ذرت

۲- تهیه زمین با چیزل پکر + کشت با ردیفکار معمولی ذرت

۲- کاشت گندم بعد از برداشت ذرت را می توان بصورت کم خاک ورزی و یا بی خاک ورزی بشرح ذیل انجام داد.
الف) کم خاک ورزی:

کم خاک ورزی می تواند به روشهای زیر انجام پذیرد:

۱- تهیه زمین باید با استفاده از خاک ورز مرکب + کاشت با کمبینات یا خطی کار با شیار باز کن بشقابی صورت پذیرد.

۲- تهیه زمین با دیسک سنگین + کمبینات یا خطی کار با شیار بازکن بشقابی

البته لازم است برای برداشت محصول قبلی (ذرت) از هد برداشت مجهز به ساقه خرد کن استفاده شود. در غیر این صورت قبل از انجام عملیات خاک ورزی از دستگاه ساقه خردکن استفاده شود.

ب) بی خاک ورزی:

در این روش، کاشت با ماشین کشت مستقیم (کارنده No-Till) غلات با شیار بازکن دیسکی کنگره ای بدون هیچگونه عملیات خاک ورزی توصیه می شود.

تناوب کلزا - گندم:

کاشت گندم بعد از کلزا نیز شرایطی شبیه کاشت گندم بعد برداشت ذرت دارد که می توان از توصیه های کاشت گندم بعد از ذرت با توجه به میزان بقایای کلزا استفاده نمود.

تناوب گندم با محصولات صیفی کم بقایا: اگر کشت گندم در تناوب با محصولات صیفی با حجم

بقایای کم (مثل لوبیا و کنجد) صورت می گیرد، به دلیل حجم کم بقایا و رطوبت مناسب زمین، کشت

مستقیم به راحتی قابل اجرا می باشد به شرطی که تاریخ کاشت مناسب رعایت گردد (بهتر است کشت

مستقیم گندم زودتر از تاریخ کاشت توصیه شده در روش مرسوم انجام شود).

۱) معمولاً حجم بقایای ذرت در مقایسه با گندم بیشتر است (به دلیل 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 لذا پس از برداشت ذرت بقایای خرد شده و ردیف شده در مزرعه مشاهده نمی‌شود تا بسته بندی گردیده و از مزرعه خارج گردد و ۴) بقایای ذرت دانه‌ای به عنوان علوفه دام مورد استفاده قرار نمی‌گیرد و در نتیجه بازار مصرف برای آن وجود ندارد. بنابراین با توجه به تفاوت‌های فوق، مدیریت میزان بقایای ذرت دانه‌ای در مزرعه بسیار مشکل‌تر از مدیریت میزان بقایای گندم می‌باشد. کشت مستقیم گندم را می‌توان در بقایای ایستاده ذرت (بدون استفاده از ساقه خرد کن) انجام داد اما بهتر است برداشت ذرت با هد مجهز به ساقه خردکن صورت گیرد. در اینصورت چنانچه حجم بقایای ذرت دانه‌ای در مزرعه زیاد باشد، می‌توان با استفاده از ریک بقایای خرد شده ذرت را ردیف نموده و پس از بسته‌بندی از مزرعه خارج نمود که کاری پر زحمت، زمان‌بر و هزینه‌بر می‌باشد (به دلیل عدم بازار فروش برای آن). اما اگر حجم بقایا زیاد نباشد و بقایای خرد شده به خوبی در سطح مزرعه پخش شوند، نیازی به بیرون بردن بخشی از بقایای ذرت از مزرعه نیست. در صورت عدم دسترسی به هد مجهز به ساقه خردکن برای برداشت ذرت، برداشت را می‌توان با هد معمولی انجام داد و سپس با استفاده از ساقه خردکن پشت تراکتوری، بقایای ذرت را خرد نمود. از آنجایی که بقایای ایستاده ذرت مزاحمت کمتری

برای دستگاه کشت مستقیم در مقایسه با خاک ورز مرکب ایجاد می کنند، می توان ارتفاع برش ساقه ها را برای کشت مستقیم بیشتر گرفت.

تناوب گندم-پنبه: به دلیل خشبی بودن بقایای پنبه، بهتر است این بقایا قبل از اقدام به کشت مستقیم خرد شوند هرچند کشت مستقیم گندم در بقایای ایستاده پنبه هم امکان پذیر است. توصیه می شود که طول بقایای گیاهی مانده در سطح مزرعه در محدوده ۸ تا ۱۵ سانتی متر باشد.

در این روش کاربرد علف کش های قبل از کاشت و یا بعد از جوانه زنی و وجین علف های هرز بزرگ به کنترل موفق علف های هرز کمک فراوانی می کند. علف های هرز بزرگ را بعد از سبز شدن گیاه زراعی وجین نمایید.

نکات قابل توجه:

* در صورتیکه تامین ادوات خاک ورزی حفاظتی در زمان عملیات تهیه زمین مقدور نباشد می توان از ادوات موجود مانند گاواهن چیزل و یا دیسک استفاده نمود. بدین منظور اگر محصول قبلی گندم و یا جو باشد برای کشت ذرت در تناوب با آن محصولات می توان از گاواهن چیزل+دیسک+ کاشت با ردیفکار مجهز به شیاربازکن دیسکی استفاده نمود. برای کاشت گندم بعد از ذرت نیز می توان از ساقه خردکن + گاواهن چیزل و یا دیسک+ کاشت با کمینات استفاده نمود.

*سرعت پیشروی ادوات خاک ورزی حفاظتی شامل خاک ورز مرکب و چیزل پکر به دلیل حصول راندمان بهتر ادوات و خرد کردن بهتر کلوخه ها ۱۰-۱۲ کیلو متر بر ساعت توصیه می شود.

*در صورتیکه بقایای گیاهی محصول سال قبل از تراکم بسیار زیادی برخوردار باشد، بهتر است بخشی از آن از مزرعه خارج گردد. بگونه ای که انجام عملیات خاک ورزی بسهولت انجام و بعد از اتمام کشت حداقل ۳۰ درصد بقایا (سطح مزرعه پس از کاشت با بقایای محصول قبل پوشیده باقی می ماند) در سطح زمین باقی بماند.

خلاصه دستورالعمل خاک ورزی حفاظتی در تناوب غلات (گندم یا جو) – ذرت علوفه ای برای اقلیم خشک در جدول شماره ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- خلاصه دستورالعمل ورزی حفاظتی برای مناطق خشک

سرعت پیشروی (Km/h)	عمق کار (cm)		ادوات و یا ترکیب ادوات پیشنهادی	رطوبت خاک هنگام عملیات (درصد)	بافت خاک	محصول بعدی	میزان تقریبی بقایای گیاهی (تن در هکتار)	محصول قبلی	اقلیم (میزان بارندگی)
	ماشین کاشت	ماشین خاک ورزی							
۷-۱۰		۱۰-۸	۲۰-۱۵	۶-۱۵	C-L ^۱	ذرت	۲-۷	گندم-جو	خشک (زیر ۲۰۰ میلی متر)
۱۲-۱۰		۱۵-۲۰	۱۰-۲۰	S-C ^۲	گندم	۸-۱۲	ذرت		
۷-۱۰		۱۰-۸	۱۵-۲۰	۱۰-۲۰	S-C	گندم	۸-۱۲	ذرت	
۱۲-۱۰		۱۰-۸	۱۵-۲۰	۱۰-۲۰	S-C	گندم	۸-۱۲	ذرت	

۲- مناطق نیمه خشک

تناوب ذرت علوفه ای - گندم:

گزینه ۱- در تناوب ذرت علوفه ای - گندم بمنظور کشت گندم بعد از برداشت ذرت علوفه ای روش خاک ورزی که باید بکار برده شود عبارت است از: دیسک سنگین به عمق ۲۰ سانتی متر و با سرعت بیش از ۱۰ کیلو متر بر ساعت + کاشت گندم توسط خطی کار یا کمبینات.

تناوب آیش - ذرت علوفه ای:

گزینه ۱- بمنظور کشت ذرت علوفه ای باید از ردیفکار کشت مستقیم استفاده کرد (ردیفکار مجهز به پیش بر دیسکی)

تناوب گندم یا جو- ذرت علوفه ای:

گزینه ۱- بمنظور کشت ذرت علوفه ای بعد از برداشت غلات می توان مستقما و بدون اجرای عملیات خاک ورزی از ردیفکار کشت مستقیم مجهز به شیار باز کن های بشقابی کنگره دار استفاده نمود.

گزینه ۲- در تناوب ذرت علوفه ای - گندم یا جو پاییزه در شرایطی که ۳ الی ۵ تن در هکتار بقایای ذرت وجود دارد، برای کاشت گندم یا جو روش خاک ورزی و کاشت که می توان در مزرعه اجرا نمود عبارتند از:

الف- خاک ورز مرکب با غلتک حلقه ای (V شکل، لبه صاف یا کنگره ای) + کاشت با کمبینات یا خطی کار با شیار بازکن نوع دیسکی لبه کنگره ای

ب- دیسک سنگین به عمق ۲۰ سانتی متر با سرعت پیشروی ۱۰ کیلومتر بر ساعت می باشد و کاشت با کمبینات یا خطی کار با شیار باز کن نوع دیسکی لبه کنگره ای

ج- کشت مستقیم غلات با بذر کار کشت مستقیم مجهز به شیار باز کن ها بشقابی کنگره دار.

۳- در همین تناوب در صورتیکه مقدار بقایای بجای مانده از محصول قبلی (ذرت علوفه ای) در حدود بیست تن در هکتار باشد. سه روش یا گزینه جهت انجام عملیات خاک ورزی و کاشت گندم یا جو وجود دارد که عبارتند از:

الف- استفاده از ساقه خرد کن + خاکورز مرکب غلتک حلقه ای (V شکل، لبه صاف یا کنگره ای) + کاشت با کمبینات یا خطی کار با شیار بازکن نوع دیسکی لبه کنگره ای

ب- دیسک سنگین + کاشت با کمبینات یا خطی کار با شیار بازکن نوع دیسکی لبه کنگره ای

ج- با بذر کار کشت مستقیم مجهز به شیار باز کن ها بشقابی کنگره دار.

تناوب آیش (جای گندم یا جو) - ذرت علوفه ای (کشت بهاره):

۱- در وضعیتی که بقایای بجا مانده از برداشت جو یا گندم یک تا دو تن باشد، بمنظور کشت ذرت علوفه ای بهاره عملیات خاک ورزی و کاشت باید در دو مرحله انجام شود (در پاییز و بهار) که عبارتند از: عملیات کاشت در اواخر

تابستان بعد از برداشت گندم یا جو یا اوایل بهار که شامل خاک ورز مرکب با غلتک حلقه ای (V شکل، لبه صاف یا کنگره ای) و در فصل بهار شخم با خاک ورز مرکب با غلتک حلقه ای (V شکل، لبه صاف یا کنگره ای) و سپس کاشت با ردیفکار نیوماتیک (مجهز به شیار باز کن نوع دیسکی) انجام می شود.

تناوب ذرت – گندم:

گزینه ۱- در این تناوب و در محدوده رطوبتی ۱۰ الی ۲۰ درصد خاک و با حجم بقایایی در حدود ۱۰ تا ۱۲ تن در هکتار بمنظور کشت گندم در درون بقایای ذرت باید از ردیفکار کشت مستقیم با شیار باز کن کنگره دار استفاده کرد (برای حصول عملکرد و راندمان بهتر ادوات، سرعت پیشروی ردیفکار می تواند حد اکثر ۱۰ کیلو متر بر ساعت باشد).

گزینه ۲- در تناوب ذرت – گندم در محدوده رطوبتی ۱۴ الی ۱۸ درصد خاک زراعی و با میزان بقایای گیاهی ذرت در حدود ۱۰ تا ۱۲ تن در هکتار بمنظور اجرای عملیات تهیه زمین و کاشت گندم می توان از کمینات مجهز به شیار بازکن های بشقابی استفاده گردد. البته بهتر است یک دیسک به عمق ۸ الی ۱۲ سانتی متر قبل از استفاده از کمینات بکار برده شود (این روش هم در کشت مسطح گندم و هم جوی پشته ای قابل استفاده است) ضمناً سرعت مطلوب پیشروی کمینات جهت اجرای عملیات خاک ورزی و کاشت ۸ کیلومتر بر ساعت توصیه می گردد.

گزینه ۳- در تناوب ذرت – گندم و در محدوده رطوبتی ۶ الی ۱۰ درصد خاک زراعی و با همان مقدار بقایای گیاهی (۱۰ تا ۱۲ تن در هکتار) روش خاک ورزی عبارت از کاربرد ساقه خرد کن بمنظور خرد کردن بقایای ذرت + کشت مستقیم با بذر کار کشت مستقیم با شیار باز کن های بشقابی کنگره دار با سرعت پیشروی ۱۲-۱۰ کیلومتر در ساعت باشد.

در تناوب گندم- ذرت برای کاشت به روش کم خاک ورزی استفاده از ساقه خردکن اکیدا توصیه می شود در غیر این صورت بقایای طویل ذرت موجب اخلاص در کار کشت، بهم خوردن خطوط کاشت و غیر یکنواختی سطح سبز را فراهم خواهد آورد.

تناوب زراعی گندم – ماش:

در مناطقی که ماش بعنوان کود سبز استفاده می شود و در شرایطی که رطوبت خاک زراعی بین ۵ الی ۸ درصد و میزان بقایای گندم موجود در سطح مزرعه ۳ الی ۴ تن در هکتار باشد در اینصورت عملیات خاک ورزی و کشت ماش بعد از گندم عبارت است از:

گزینه ۱- کشت مستقیم ماش با بذر کار کشت مستقیم با سرعت پیشروی ۱۲-۱۰ کیلومتر بر ساعت درون بقایای محصول قبلی. از این روش هم در شرایطی که مزرعه جوی و پشته ای یا کشت مسطح است، می توان استفاده نمود.

گزینه ۲- بذرپاشی با سانتریفوژ + دیسک

تناوب سیب زمینی-گندم: در این تناوب و در محدوده رطوبتی ۱۰ الی ۱۴ درصد خاک و با حجم بقایایی در حدود ۲ تن در هکتار بمنظور کشت گندم پاییزه در درون بقایای سیب زمینی، روش پیشنهادی خاک ورزی عبارت است از:

گزینه ۱ - استفاده از چیزل پکر(قلمی یا پنجه غازی +غلتک) وکشت با خطی کار با سرعت پیشروی حدود ۸ کیلومتر در ساعت

گزینه ۲ - سیکلو تیلر +کشت با خطی کار

تناوب چغندر قند-گندم: در این تناوب و در محدوده رطوبتی ۱۰ الی ۱۴ درصد خاک و با حجم بقایایی در حدود ۱/۵ تن در هکتار بمنظور کشت گندم پاییزه در درون بقایای چغندر قند، روش پیشنهادی خاک ورزی عبارت است از:

گزینه ۱ - استفاده از چیزل پکر(قلمی یا پنجه غازی +غلتک) وکشت با خطی کار با سرعت پیشروی حدود ۸ کیلومتر در ساعت

گزینه ۲ - سیکلو تیلر +کشت با خطی کار

خلاصه دستورالعمل خاک ورزی حفاظتی در تناوب های مختلف رایج در جدول شماره ۲ ارائه شده است.

جدول ۲- خلاصه دستورالعمل ورزی حفاظتی برای مناطق نیمه خشک

سرعت پیشروی (Km/h)		عمق کار (cm)	ادوات و یا ترکیب ادوات پیشنهادی					محبول بقایای گیاهی (تن در هکتار)	محبول قبلی	اقلیم (میزان بارندگی)
ماشین کاشت	ماشین خاک									
۱۲	۸-۱۰	۲۰	۱- خاک‌ورز مرکب با غلتک حلقه‌ای (۷ شکل، لبه صاف یا کنگره‌ای) + کاشت با کمینات یا خطی کار با شیار بازکن نوع دیسکی لبه کنگره‌ای ۲- دیسک سنگین + کاشت با کمینات یا خطی کار با شیار بازکن نوع دیسکی لبه کنگره‌ای ۳- بذرکار No-till (با شیار بازکن بشقابی کنگره‌دار)					۳-۵	ذرت علوفه‌ای	نیمه خشک ۲۰۰-۴۰۰ میلی متر)
۱۲	۸-۱۰	۲۰	۱- ساقه خردکن + خاک‌ورز مرکب غلتک حلقه‌ای (۷ شکل، لبه صاف یا کنگره‌ای) + کاشت با کمینات یا خطی کار با شیار بازکن نوع دیسکی لبه کنگره‌ای ۲- دیسک سنگین ۳۶ پره‌ای (دو بار عمود بر هم توصیه می‌گردد) + کاشت با کمینات یا خطی کار با شیار بازکن نوع دیسکی لبه کنگره‌ای ۳- بذرکار No-till (با شیار بازکن بشقابی کنگره‌دار)					۱۲-۱۰	ذرت دانه‌ای	
۱۲			۱- خاک‌ورز مرکب با غلتک حلقه‌ای (۷ شکل، لبه صاف یا کنگره‌ای) (به منظور تخریب ترک-های سطح مزرعه برای حفظ رطوبت) در فصل بهار ۲- خاک‌ورز مرکب با غلتک حلقه‌ای (۷ شکل، لبه صاف یا کنگره‌ای) (به منظور مبارزه مکانیکی با علف‌های هرز) + کاشت با ردیف کار با شیار بازکن نوع دیسکی					۱ تا ۲	جای گندم و جو (آیش)	
		۲۰						۷-۱۸	ذرت علوفه‌ای کشت بهاره	
								۷-۱۸	S-L	
								۷-۱۸	S-L	
								۷-۱۸	گندم یا جو پائیزه	
								۷-۱۸	گندم یا جو پائیزه	
								۷-۱۸	S-L	

		۲۰	۱- خاک‌ورز مرکب با غلتک حلقه‌ای (۷ شکل، لبه صاف یا کنگره‌ای) (به منظور تخریب ترک- های سطح مزرعه برای حفظ رطوبت) در فصل بهار ۲- خاک‌ورز مرکب با غلتک حلقه‌ای (۷ شکل، لبه صاف یا کنگره‌ای) (به منظور مبارزه مکانیکی با علف‌های هرز) + کاشت با ردیف‌کار با شیار بازکن نوع دیسکی	۷-۱۸	سیلتی لومی	ذرت دانه‌ای کشت بهاره	۱ تا ۲	جای گندم و جو (آیش)	
۱۰-۱۸			بذر کار no-till با شیار بازکن بشقابی کنگره دار	۱۰-۳۰	تا S-C-L S-C	گندم	۱۰-۱۲	ذرت	
۷-۸		۱۲-۸	کمینات	۱۴-۱۸	تا S-C-L C-L	گندم	۱۰-۱۲	ذرت	
۷-۸ ساقه خردکن ۱۰-۱۸ کاشت مستقیم			ساقه خردکن+بذر کار no till	۶-۱۰	تا S-C-L C-L	گندم	۱۰-۱۲	ذرت	
۱۰-۱۸			ساقه خردکن + بذر کار no till	۵-۸	تا S-C-L C-L	ماش	۳-۴	گندم	
۱۰-۱۸			بذر کار no till با شیار بازکن بشقابی	۵-۸	تا S-C-L C-L	ذرت	۳-۴	گندم	
۱۰-۱۳			خاک ورز مرکب	۱۵-۲۰	تا S-C-L C-L	گندم	۱۰-۱۲	ذرت	
۸-۱۲			خطی کار کشت مستقیم با پیش برهای مدور صاف و شیار بازکن های دو بشقابی	۱۳-۱۵	Silt clay	گندم - جو	۲-۵	آیش گندم یا جو	
	۱۵	۲۰	دیسک سنگین	۱۰-۱۵	Silt clay	گندم - جو	۲-۵	آیش گندم	

									یا جو	
۸	۵	۲۰-۱۵	۱- چيزل پکر + کشت با خطی کار ۲- سيکلو تیلر + کشت با خطی کار	۱۴-۱۰	لومی رسی	گندم پايزه	۲	سيب زمینی		
۸	۵	۲۰-۱۵	۱- چيزل پکر + کشت با خطی کار ۲- سيکلو تیلر + کشت با خطی کار	۱۴-۱۰	لومی رسی	گندم پايزه	۱/۵	چغندر قند		

۳- مناطق مرطوب

در مناطقی که دارای بارندگی سالیانه بالای ۴۰۰ میلیمتر باشند و تناوب های غالب این مناطق عبارت باشند از: تناوب های سویا - کلزا، سویا - گندم و گندم - ذرت، دستورالعم زیر پیشنهاد می گردد::

تناوب سویا - کلزا:

گزینه ۱- در این تناوب و در رطوبت خاک زراعی بین ۱۳ الی ۲۰ درصد و در صورتیکه مقدار بقایای بجا مانده از برداشت سویا در هر هکتار بین ۳ تا ۶ تن باشد، بمنظور اجرای عملیات خاک ورزی و برای استفاده و بهره وری مناسب از زمان از روش شخم با گاو آهن چیزل + دیسک و یا فقط دیسک سنگین استفاده کرد و سپس بوسیله خطی کار کلزا را کشت نمود و عمق خاک ورزی بین ۱۰ الی ۱۵ سانتی متر و سرعت عملیات خاک ورزی ۶ الی ۸ کیلومتر در نظر گرفته شود.

تناوب سویا - گندم:

گزینه ۱- در تناوب سویا - گندم با رطوبت خاک زراعی در حدود ۱۲ الی ۱۵ درصد و مقدار ۳ الی ۶ تن در هکتار بقایای گیاهی سویا باید از چیزل پکر یا خاک ورزهای مرکب جهت اجرای عملیات خاک ورزی با عمق ۲۰-۱۵ سانتی متر استفاده نمود و سپس کشت گندم بوسیله خطی کار انجام شود.

گزینه ۲- در همین شرایط و تناوب (سویا - گندم) چنانچه رطوبت خاک کمی بیشتر باشد (۱۵ الی ۱۸ درصد) می توان از روش کاربرد چیزل یا دیسک + کمبینات جهت کشت گندم بعد از برداشت سویا استفاده نمود.

گزینه ۳- در صورت تاخیر در برداشت سویا و شروع بارندگی های پاییزه، به دلیل رطوبت زیاد خاک و احتمال آماده سازی بستر بذر نامطلوب، پس از جمع آوری بقایای گیاهی ریخته شده از انتهای کمباین از کارنده های کشت مستقیم غلات برای کشت گندم استفاده می گردد.

تناوب گندم - ذرت:

گزینه ۱- در شرایطی که بقایای بجا مانده از برداشت گندم در حدود ۲ الی ۵ تن در هکتار باشد بمنظور کشت بموقع ذرت و استفاده حداکثر و مطلوب از زمان می توان از ردیفکار کشت مستقیم با پیش برهای مدور صاف و شیار باز کنهای دو بشقابی با سرعت پیشروی ۱۰-۸ کیلو متر بر ساعت استفاده کرد.

تناوب سیب زمینی - گندم: در این تناوب و در محدوده رطوبتی ۱۵ الی ۱۸ درصد خاک و با حجم بقایایی در حدود ۲ تن در هکتار بمنظور کشت گندم پاییزه در درون بقایای سیب زمینی، می توان از

چیزل پکر(قلمی یا پنجه غازی +غلتنک) وکشت با خطی کار با سرعت پیشروی حدود ۸-۱۲ کیلومتر در ساعت استفاده کرد.

تناوب چغندر قند-گندم: در این تناوب و در محدوده رطوبتی ۱۵ الی ۱۸ درصد خاک و با حجم بقایایی در حدود ۱/۵ تن در هکتار بمنظور کشت گندم پاییزه در درون بقایای چغندر قند، می توان از چیزل پکر(قلمی یا پنجه غازی +غلتنک) وکشت با خطی کار با سرعت پیشروی حدود ۸ کیلومتر در ساعت استفاده کرد.

خلاصه دستورالعمل خاک ورزی حفاظتی در تناوب های مختلف رایج برای مناطق مرطوب در جدول شماره ۳ ارائه شده است.

سرعت پیشروی (Km/h)	عمق کار (cm)	ادوات و یا ترکیب ادوات پیشنهادی	رطوبت خاک هنگام عملیات (درصد)	بافت خاک	محصول بعدی	میزان تقریبی بقایای گیاهی (تن در هکتار)	محصول قبلی	اقلیم (میزان بارندگی)
	خاک ورزی							
۸-۱۰	۶-۸	چیزل + دیسک	۱۳-۲۰	Silt clay loam	کلزا	۳-۶	سویا	مرطوب (بیشتر از ۴۰۰ میلی متر)
	۸-۱۲	دیسک	۱۳-۲۰	Silt clay loam	کلزا	۳-۶	سویا	
	۸-۱۲	چیزل پکر یا خاک ورز مرکب	۱۲-۱۵	Silt clay loam	گندم	۳-۶	سویا	
	۴-۵	(چیزل یا دیسک) + کمینات	۱۵-۱۸	Silt clay loam	گندم	۳-۶	سویا	
	۸-۱۰	ردیف کار کشت مستقیم	۱۵-۲۰	Silt clay loam	گندم	۳-۶	سویا	
۸-۱۰		ردیف کار کشت مستقیم با پیش بر های مدور صاف و شیاربازکن های دو بشقابی	۱۲-۱۵	Silt clay loam	ذرت	۲-۵	گندم	
	۸-۱۲	چیزل پکر + دیسک + خطی کار	۱۵-۱۸	Loam	گندم	۲	سیب زمینی	
	۸-۱۲	چیزل پکر + دیسک + خطی کار	۱۵-۱۸	Loam	گندم	۱/۵	چغندر قند	

مشخصات فنی ماشینها و ادوات مورد استفاده:

ماشینها و ادوات خاک ورزی حفاظتی بکاربرده شده و ویژگیهای آنها در جداول شماره ۲ و ۳ ارائه شده است.

جدول ۴- ادوات و ترکیب ادوات خاک ورزی حفاظتی پیشنهادی

ردیف	ماشین ها و ترکیب ماشین های خاک ورزی حفاظتی	شکل
۱	خاک ورز مرکب (چیزل پنجه غازی+دیسک+غلtek)	۱
۲	چیزل پکر (چیزل قلمی+غلtek)	۲
۳	بذرکار No-Till (با پیش بر بشقابی صاف و شیار بازکن دو بشقابی)	۳
۴	بذرکار No-Till (با شیار بازکن بشقابی کنگره دار)	۴
۵	ساقه خردکن + خاک ورز مرکب	۵ و ۱
۶	ساقه خردکن + چیزل پکر	۵ و ۲
۷	ساقه خردکن + بذرکار No-Till (با شیار بازکن بشقابی کنگره دار)	۵ و ۴
۸	ساقه خردکن + بذرکار No-Till (با شیار بازکن بشقابی صاف)	۵ و ۳
۹	دیسک	
۱۰	ساقه خردکن + دیسک	
۱۱	گاواهن چیزل	
۱۲	گاواهن چیزل + دیسک	
۱۳	ماشین Terra-disc	۷
۱۴	کمبینات	۶
۱۵	دیسک سنگین	

جدول ۵- مشخصات فنی ادوات خاک ورزی حفاظتی

ردیف	ادوات	مشخصات فنی
۱	خاک ورز مرکب (شکل ۱)	نوع اول: عرض کار: ۳ متر، عمق کار: ۲۰ سانتی متر، سرعت پیشروی: ۱۲ کیلو متر بر ساعت، دارای ۷ شاخه چیزل با تیغه های پنجه غازی در دو ردیف ۳ تایی و ۴ تایی در جلو و یک ردیف ۶ تایی دیسک های صاف در وسط و یک غلتک قفسه ای (cage wheel) در عقب نوع دوم: عرض کار: ۳ متر، عمق کار: ۱۵-۲۰ سانتی متر، سرعت پیشروی: ۱۰-۱۲ کیلو متر بر ساعت، دارای ۵ شاخه چیزل با تیغه های پنجه غازی در دو ردیف ۳ تایی و ۲ تایی در جلو، یک ردیف ۶ تایی دیسک های کنگره دار در وسط، یک غلتک قفسه ای در عقب
۲	چیزل پکر (شکل ۲)	نوع اول: عرض کار: ۲/۲۵ متر، عمق کار: ۲۰ سانتی متر، سرعت پیشروی: ۱۰-۱۲ کیلو متر بر ساعت، دارای ۹ شاخه چیزل با تیغه های قلمی و یا پنجه غازی در دو ردیف ۴ تایی در جلو و ۵ تایی در وسط و یک غلتک کلوخ کوب در عقب، فاصله بین شاخه ها: ۲۵ سانتی متر، توان مورد نیاز: ۷۰ تا ۸۰ اسب بخار، وزن ۴۶۰ کیلو گرم نوع دوم: عرض کار: ۱/۷۵ متر، عمق کار: حداقل ۲۰ سانتی متر، دارای ۷ شاخه چیزل با تیغه های قلمی و یا پنجه غازی در دو ردیف ۳ تایی در جلو و ۴ تایی در وسط و یک غلتک کلوخ کوب در عقب، فاصله بین شاخه ها: ۲۵ سانتی متر، توان مورد نیاز: ۶۰ تا ۷۰ اسب بخار، وزن ۳۹۰ کیلو گرم
۳	بذرکار No-Till (با شیار بازکن بشقابی صاف) (شکل ۳)	عرض کار: ۳/۵ متر، عمق کار: ۵-۶ سانتی متر، سرعت پیشروی: ۱۳ کیلو متر بر ساعت، دارای پیش بر بشقابی و شیار بازکن های دو بشقابی صاف دارای ۱۷ واحد کارنده بذر و کود، دارای ۳۰۰ کیلوگرم وزنه های اضافی و دو جک هیدرولیکی برای افزایش نفوذ
۴	بذرکار No-Till (با شیار بازکن بشقابی کنگره دار) (شکل ۴)	عرض کار: ۳ متر، عمق کار: ۵-۶ سانتی متر، سرعت پیشروی: ۱۳ کیلو متر بر ساعت دارای شیار بازکن های بشقابی کنگره دار، دارای ۱۷ واحد کارنده بذر و کود
۵	ساقه خردکن (شکل ۵)	عرض کار: ۳ متر سرعت پیشروی: کیلو متر بر ساعت
۶	دیسک	مطابق با انواع متداول در کشور (یک زانویی و دو زانویی)
۷	گاواهن چیزل	مطابق با انواع متداول در کشور
۸	خاک ورز مرکب Terradisc (شکل ۷)	نوع سوار شونده با عرض کار: ۳ متر، تعداد دیسک: ۲۲، قطر دیسک: ۵۱ سانتی متر، توان مورد نیاز ۹۵-۷۰ اسب بخار



شکل ۱- خاک ورز مرکب

(جهت انجام ترکیبی عملیات آماده سازی زمین-خاک ورزی اولیه و ثانویه- کاربرد دارد)



شکل ۲- چیزل پکر

(جهت انجام خاک ورزی اولیه و ثانویه به شرط کاربرد تیغه های پنجه غازی بکار می رود)



شکل ۳- بذر کار No-Till (با پیش بر بشقابی صاف و شیار بازکن دو بشقابی)

(بذر کار کشت مستقیم در بقایای گیاهی)

(پیش برهای بشقابی صاف یا شیار دار که بر روی خاک ورزهای مرکب و یا بر ماشینهای کاشت مستقیم در بقایای گیاهی جهت برش بقایای کاه و کلش _ ایستاده یا خوابیده _ کاربرد دارند)



شکل ۴- بذرکار No-Till (با شیار بازکن های بشقابی کنگره دار)

(بذر کار کشت مستقیم در بقایای گیاهی)

(در انواع بذرکارها جهت برش بقایا در سطح مزرعه_ ایستاده یا خوابیده _ به شکل توام با عملیات کاشت و یا مجزا از کاشت بکار می رود)



شکل ۵- دستگاه ساقه خردکن

(جهت تبدیل بقایای حاصل از کشت ردیفی قبلی در مزارع آبی و تهیه هرچه بهتر بستر کاشت کاربرد دارد)



شکل ۶- دستگاه کمینات

(جهت انجام آماده سازی بستر کاشت و خرد کردن کلوخه ها بعنوان یک ماشین مرکب خاک ورز - کاشت کاربرد دارد)



شکل ۷- خاک ورز مرکب Terra-disc

(به منظور آماده سازی بستر خاک، خرد کردن کلوخه ها و کلش ناشی از کشت قبلی بکار می رود)

نکات کلی و ضروری برای کشاورزانی که تصمیم به کاشت مستقیم گندم پاییزه دارند:

در این بخش توجه آن دسته از کشاورزان را که تصمیم به کاشت بدون خاک‌ورزی (کاشت مستقیم) گندم در پاییز دارند را به موارد زیر جلب می‌نماید:

قبل از تصمیم‌گیری نهایی از دسترس بودن کارنده کاشت مستقیم مناسب برای زمان مورد نظر خود مطمئن شوید. (در این روش قادر به کاشت در طیف وسیعی از رطوبت خاک خواهید بود و بارندگی‌های مختصر پاییزه توقف طولانی در کار کشت ایجاد نخواهد کرد.)

۱- قبل از اقدام به کاشت مستقیم وضعیت مزرعه توسط کارشناس و یا کشاورزی که با این روش آشنایی دارد مورد بازدید قرار گیرد. (حجم بقایای بجای مانده از محصول قبل و وضعیت تسطیح زمین باید در حدی باشند که امکان کاشت مستقیم با دستگاه مورد نظر و آبیاری بعد از کشت را فراهم نماید.)

۲- در صورت تمایل به اجرای کاشت مستقیم گندم، به هیچ وجه اقدام به سوزاندن بقایای کشت قبل و یا عملیات خاک‌ورزی روی بقایا (دیسک، چیزل پیلر، فارو و...) چه قبل از کاشت و چه بعد از آن ننمایید.

۴- در صورتی که کشت آبی انجام می‌دهید و یا در مناطق دیم کشت می‌کنید که پیش بینی باران قریب‌الوقوع بعد از کاشت را دارید، از قرارگیری کود و بذر در کنار هم نگران نباشید. توجه داشته باشید که غالب دستگاه‌های کاشت مستقیم، کود و بذر را بطور همزمان در خاک قرار می‌دهند اما از لحاظ در کنار هم و یا جدا قرار دادن کود و بذر، میان دستگاه‌های کاشت مستقیم تفاوت وجود دارد.

۵- توجه داشته باشید که مقدار بذر گندم مصرفی باید بر اساس نوع رقم بذر، تاریخ کاشت، نوع خاک و سایر عوامل مربوطه تعیین گردد و دستگاه برای کاشت میزان بذر محاسبه شده توسط فردی مجرب کالیبره شود. اما آنچه مسلم است در صورت رعایت موارد مذکور، میزان بذر مصرفی در روش کاشت مستقیم باید کاهش یافته باشد.

۶- با توجه به بالاتر بودن راندمان مصرف کود در روش کاشت مستقیم، حداکثر میزان کود مصرفی (کودهای ازته، فسفره و پتاسه) به اندازه روش مرسوم خواهد بود. از مزایای روش کاشت مستقیم گندم آن است که به دلیل عدم مخلوط شدن بقایا با خاک، تغییرات آبی در نسبت کربن به نیتروژن خاک بلافاصله پس از کاشت ظاهر نخواهد شد. لذا در صورت عدم وجود کود ازته در هنگام کاشت و یا ترس از چسبندگی و کلوخه‌ای شدن آن‌ها در شرایط رطوبتی بالا و تولید مشکل برای دستگاه کاشت مستقیم، می‌توان از دادن کود پایه ازته در هنگام کاشت صرف‌نظر کرده و بعداً با صلاح‌دید کارشناس مجرب، این کمبود را در کود سرک جبران نمود.

۷- چنانچه بعد از اتمام عملیات کاشت (به دلیل رطوبت بسیار کم خاک) مجبور به آبیاری مزرعه شدید، حتما مواظب روان آب‌های ناخواسته باشید و ترجیحا با رسیدن آب به انتهای فارو، آب ورودی به مزرعه را قطع کنید. پس از سبز شدن مزرعه با این آب، برای آبیاری‌های بعد امکان افزایش زمان آبیاری وجود خواهد داشت. توجه داشته باشید

که در روش کاشت مستقیم، بذر گندم از حداقل رطوبت خاک و حتی شبنم صبحگاهی برای جوانه زدن استفاده می‌نماید و نیاز به رطوبت چندانی تا مرحله سبز شدن ندارد.

۸- در کاشت مستقیم گندم، عملیات کود سرک و سمپاشی علف‌های هرز مطابق با عرف هر منطقه و مشابه روش مرسوم داشت گندم انجام خواهد گرفت.

۹- به دلیل پوشش سطح خاک به وسیله بقایا، تبخیر از سطح خاک در مقایسه با روش مرسوم ناچیز بوده و لذا قبل از اقدام به آبیاری مزارع کاشت مستقیم، بقایا را کنار زده و پس از اطمینان از خشکی لایه رویی خاک اقدام به آبیاری نمائید. توجه داشته باشید که آبیاری بیش از حد نیاز، نه تنها عملکرد را اضافه نخواهد کرد که باعث کاهش آن نیز خواهد شد.

رطوبت مناسب تهیه زمین و کاشت:

رطوبت خاک نقش تعیین کننده‌ای در کیفیت عملیات انجام شده بر روی خاک دارد. همچنانکه در کشاورزی مرسوم، انجام عملیات شخم باید در رطوبت مناسب صورت گیرد (۱۴ تا ۱۶ درصد) تا بهترین نتیجه حاصل گردد و نیاز به عملیات ثانویه کمتری باشد، در کشاورزی حفاظتی نیز رطوبت خاک اهمیت فراوانی دارد. جهت انجام عملیات کم خاک‌ورزی معمولاً از خاک ورز مرکب و یا کمبینات مخصوص استفاده می‌شود. چون درصد ماده آلی خاک‌های ما کم است، بنابراین خاک در رطوبت‌های کم (خشک) سخت است و خاک ورز مرکب به خوبی در آن نفوذ نمی‌کند. از طرف دیگر اگر رطوبت خاک بالا باشد، چيزل‌های خاک ورز فقط شکافی در خاک ایجاد کرده و با حرکت غلتک انتهایی خاک‌ورز بر روی خاک شکافته شده، شکاف‌ها به هم آمده و به دلیل رطوبت بالا مقداری هم فشرده می‌شوند و عملیات سست شدن خاک به خوبی صورت نمی‌گیرد. همچنین در رطوبت بالا حرکت چرخ‌های تراکتور (معمولاً تراکتور سنگین) بر روی زمین باعث ایجاد فشردگی در خاک می‌شود. بنابراین مناسب‌ترین رطوبت خاک برای انجام کم خاک‌ورزی با استفاده از خاک ورز مرکب و انجام همزمان کم خاک‌ورزی و کاشت با استفاده از کمبینات، ۱۴-۱۶ درصد می‌باشد. در بی‌خاک‌ورزی (کشت مستقیم) نیز رطوبت خاک اهمیت زیادی دارد. در رطوبت بالای خاک، علاوه بر مشکل فشردگی که ممکن است در خاک ایجاد شود، معمولاً خاک به دلیل چسبندگی (رسی بودن) به شیاربازکن‌های دستگاه کشت مستقیم می‌چسبد و مانع کشت دقیق بذر می‌شود. از طرف دیگر، مرطوب بودن خاک باعث افزایش رطوبت بقایای موجود بر روی سطح خاک شده و بریدن بقایا توسط شیاربازکن را مشکل می‌سازد. بنابراین دستگاه‌های کشت مستقیم در رطوبت پایین خاک بهتر کار می‌کنند. این دستگاه‌ها معمولاً به دلیل وزن زیاد و فشارهای مستقلى که روی هر کدام از شیاربازکن‌های آن‌ها وجود دارد، از نظر نفوذ در خاک خشک مشکلی ندارند به خصوص اگر شیاربازکن‌ها از نوع دیسکی کنگره‌ای باشند. همچنین در رطوبت‌های پایین، بقایا نیز خشک‌تر بوده و راحت‌تر بریده می‌شوند. بنابراین توصیه می‌شود که جهت کشت مستقیم رطوبت خاک زیر ۱۶ درصد باشد تا دستگاه کشت مستقیم بهترین کارائی را داشته باشد.

لازم به ذکر است در هنگام عملیات کاشت از سست شدن خاک و ریزش آن بر روی بذر و پوشاندن آن توسط پوشاننده‌های انتهایی و یا چرخ‌های فشار واحد‌های کارنده اطمینان حاصل نمود تا خشکی و پایین بودن رطوبت خاک مانع بستن شکاف ایجاد شده توسط شیار بازکن‌ها و پیش برها نگردد.

تسطیح زمین:

تسطیح اراضی و کشاورزی حفاظتی لازم و ملزوم هم هستند، بنابراین برای حداکثر استفاده از مزایای کشاورزی حفاظتی باید زمین تسطیح گردد و برای حفظ تسطیح زمین برای مدت طولانی، باید کشاورزی حفاظتی در آن اجرا گردد. یکی از مزایای عمده کشاورزی حفاظتی (کم خاک‌ورزی و کشت مستقیم) سرعت

کار بالای ماشین‌های این سیستم کشاورزی (تا ۱۲ کیلومتر در ساعت) و در نتیجه ظرفیت مزرعه‌ای زیاد آنها است و سرعت بالای خاک ورز مرکب و دستگاه کشت مستقیم فقط در زمین‌های تسطیح شده قابل حصول می‌باشد. همچنین سیستم آبیاری غالب در کشور ما، آبیاری سطحی است و تسطیح زمین نیاز اولیه این سیستم آبیاری است. به خصوص در کشاورزی حفاظتی که سطح خاک پوشیده از بقایای گیاهی است و در صورت مناسب نبودن شیب زمین، وجود این بقایا حرکت آب را کند کرده، راندمان آبیاری را کاهش داده و مصرف آب را افزایش می‌دهد. لذا جهت استفاده از مزیت سرعت ماشین‌های مورد استفاده در کشاورزی حفاظتی و افزایش راندمان آبیاری سطحی در این سیستم کشاورزی، حتماً باید مزارع تسطیح گردند. از طرف دیگر، جهت حفظ تسطیح زمین و جلوگیری از به هم خوردن شیب زمین چاره‌ای جز استفاده از کشاورزی حفاظتی نیست و در صورت استفاده از کشاورزی مرسوم (شخم با گاوآهن برگردان دار)، مزرعه تسطیح شده بعد از مدت کوتاهی نیاز به تسطیح مجدد پیدا می‌کند. امروزه تسطیح و شیب دهی مناسب زمین وسط تکنولوژی جدید تسطیح لیزری، تسطیح ماهواره‌ای و ادوات دقیق آن صورت می‌گیرد که در مقایسه با روش‌های مرسوم تسطیح اراضی دارای دقت بیشتر و کارایی بهتری است. در کشاورزی حفاظتی به دلیل وجود بقایای گیاهی در سطح خاک، شیب‌های بیشتر از ۰/۶ درصد توصیه می‌شود.

مدیریت بقایای گیاهی:

مدیریت بقایای گیاهی یکی از کلیدی‌ترین فاکتورهای مؤثر بر کیفیت انجام کشاورزی حفاظتی است. چنانچه میزان بقایای گندم موجود در مزرعه حدود ۲ تن در هکتار و یا کمتر باشد (معمولاً در دیمزارها)، نیازی به خارج کردن بخشی از بقایا از مزرعه وجود ندارد و امکان کم خاک ورزی (استفاده از خاک ورز مرکب) و کشت مستقیم در چنین مزرعه‌ای وجود دارد و در صورتی که بقایای خارج شده از انتهای کمباین به خوبی در مزرعه پخش گردد، این بقایا مزاحمتی برای کار ادوات و ماشین‌های کشاورزی حفاظتی ایجاد نمی‌کنند. اما اگر بقایای گندم در مزرعه بیش از ۲ تن در هکتار باشد، باید تمام یا قسمتی (بسته به حجم بقایا) از بقایای خارج شده از انتهای کمباین با استفاده از بیلر بسته بندی شده و از مزرعه خارج گردد. در خصوص کاربرد ادوات کم خاک‌ورزی (استفاده از خاک ورز مرکب) در مزرعه بهتر است ارتفاع برش در هنگام برداشت گندم پایین‌تر تنظیم شود (کاهش ارتفاع بقایای ایستاده) و قسمتی از بقایای بریده شده از مزرعه خارج گردد. اما اگر قرار باشد کشت مستقیم در مزرعه انجام شود، می‌توان ارتفاع برش را هنگام برداشت گندم بالاتر تنظیم نمود (افزایش ارتفاع بقایای ایستاده) و پس از خارج کردن بقایای بریده شده از مزرعه، عمل کشت را انجام داد. البته چنانچه کمباین برداشت مجهز به ساقه خردکن و پخش کننده بقایای خرد شده در سطح مزرعه بوده و حجم بقایا نیز بیش از ۳/۵ تن در هکتار نباشد، می‌توان کشت مستقیم را بدون خارج نمودن بقایای بریده شده از مزرعه انجام داد. معمولاً بوته‌های ذرت ارتفاع بیشتری نسبت به بوته‌های گندم دارند و ارتفاع آنها به بیش از دو متر می‌رسد. از طرف دیگر، ساقه‌های ذرت قطورتر و خشکی‌تر بوده و در هنگام برداشت مزرعه ذرت دانه‌ای با هد بدون ساقه خردکن، فقط بلال‌ها از ساقه جدا می‌شوند ولی ساقه‌ها بریده نمی‌شوند. بنابراین ساقه‌های بلند و خشبی که اکثراً به حالت ایستاده قرار دارند، اجرای کشاورزی حفاظتی و به ویژه استفاده از خاک ورز مرکب را با مشکل مواجه می‌سازند. لذا بهترین روش برای راحت شدن از مزاحمت بقایای ذرت، استفاده از هد مجهز به ساقه

خردکن در هنگام برداشت ذرت دانه‌ای می‌باشد. از آنجایی که بقایای ایستاده ذرت مزاحمت کمتری برای دستگاه کشت مستقیم در مقایسه با خاک ورز مرکب ایجاد می‌کند، می‌توان ارتفاع برش ساقه‌ها را برای کشت مستقیم بیشتر گرفت اما برای استفاده از خاک ورز مرکب ساقه‌های ایستاده با ارتفاع کمتر، مناسب‌تر است. بقایای ذرت دانه‌ای در مقایسه با بقایای گندم دارای ۴ تفاوت عمده هستند. ۱) معمولاً حجم بقایای ذرت در مقایسه با گندم بیشتر است (به دلیل 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 لذا پس از برداشت ذرت بقایای خرد شده و ردیف شده در مزرعه مشاهده نمی‌شود تا بسته بندی گردیده و از مزرعه خارج گردد و ۴) بقایای ذرت دانه‌ای به عنوان علوفه دام مورد استفاده قرار نمی‌گیرد و در نتیجه بازار مصرف برای آن وجود ندارد. بنابراین با توجه به تفاوت‌های فوق، مدیریت میزان بقایای ذرت دانه‌ای در مزرعه بسیار مشکل‌تر از مدیریت میزان بقایای گندم می‌باشد. چنانچه حجم بقایای ذرت دانه‌ای در مزرعه زیاد باشد، می‌توان با استفاده از ریک بقایای خرد شده ذرت را ردیف نموده و پس از بسته بندی از مزرعه خارج نمود که کاری پر زحمت، زمان‌بر و هزینه‌بر می‌باشد (به دلیل عدم بازار فروش برای آن). اما اگر حجم بقایا زیاد نباشد، چنانچه برداشت ذرت با استفاده از هِد برداشت مجهز به ساقه خرد صورت گیرد و بقایای خرد شده به خوبی در سطح مزرعه پخش شوند نیازی به بیرون بردن بخشی از بقایای ذرت از مزرعه نیست. در صورت عدم دسترسی به هِد مجهز به ساقه خردکن برای برداشت ذرت، برداشت را می‌توان با هِد معمولی انجام داد و سپس با استفاده از ساقه خردکن پشت تراکتوری، بقایای ذرت را خرد نمود. هرچند به نظر می‌رسد که بهترین روش مدیریت بقایای گیاهی در سیستم دو کشتی گندم و ذرت، برداشت ذرت به صورت علوفه‌ای و جبران کمبود میزان بقایا در مزرعه با حفظ بقایای بیشتر گندم باشد. البته رطوبت خاک در زمان برداشت ذرت علوفه‌ای باید به گونه‌ای انتخاب گردد که فشردگی خاک مشکلی برای کشت حفاظتی بعدی (به خصوص کشت مستقیم) ایجاد نکند. برای خرد کردن بقایای پنبه که با دست برداشت می‌شود، بهترین انتخاب و شاید تنها گزینه استفاده از ساقه خردکن پشت تراکتوری است که اتفاقاً کارائی بسیار خوبی هم دارد. توصیه می‌شود که طول بقایای گیاهی مانده در سطح مزرعه در محدوده ۸ تا ۱۵ سانتی‌متر باشد.