

دستورالعمل فنی و اجرایی خاک ورزی حفاظتی برای اراضی آبی

تهیه و تدوین:

موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

دفتر محصولات اساسی، غلات، حبوبات، و نباتات علوفه ای

خاک ورزی حفاظتی به مجموعه ای از تکنیک ها شامل: نگهداری بقایای گیاهی در سطح خاک، تناوب زراعی، کاربرد کود سبز، کنترل عبور و مرور وسائل و ماشینهای کشاورزی 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 است. با مدیریت صحیح، بقایای گیاهی بیشتری روی سطح 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 سیستم های خاک ورزی حفاظتی حداقل مقدار معینی از پوشش بقایای گیاهی (حداقل 30 درصد بقایا) را در سطح مزرعه شامل می گردد. بنابراین، روشهای خاک ورزی حفاظتی روشهای خاک ورزی مرسوم و سایر سیستم 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 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، تراکم خاک، عمق آب زیرزمینی بستگی دارد. بمنظور انتخاب مناسبترین 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 بهمراه روش خاک ورزی مرسوم هر منطقه اجرائی گردند و مورد ارزیابی و مقایسه قرار گیرند. لذا، در سال زراعی 1386-1387 معاونت امور تولیدات وزارت جهاد کشاورزی و موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی طرحی تحت عنوان " پالیتهای اجرایی خاک ورزی حفاظتی را در پنج منطقه کشور (قزوین، گلستان، فارس، دزفول و اصفهان) به مساحت 1500 هکتار اجرا نمودند. این مساحت در سال زراعی 1387-1388 به 10000 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 (پایلوت) بکاربرده شد. بنابراین بدلیل استفاده از روشهای خاک ورزی حفاظتی ماشینهای خاک ورزی مختلفی از قبیل انواع خطی کارهای بی خاک ورزی، انواع دیسک، انواع گاو آهن قلمی و پنجه غازی، چیزل پکر، بعضی از انواع کمبینات ها در هر یک از این پایلوت ها بکار برده شد. نتایج بدست آمده از این طرح اجرایی بسیار مطلوب بود و این نتایج نشان داد که روشهای خاک ورزی حفاظتی سبب حفظ و افزایش ذخیره رطوبتی در خاک شدند و عملکرد محصول بدست آمده توسط روشهای خاک ورزی حفاظتی نیز در مقایسه با روشهای خاک ورزی سنتی بسیار مطلوب و چشمگیر بود و مناسبترین روش خاک ورزی حفاظتی برای هر منطقه تعیین گردید. سپس با توجه به نتایج بدست آمده از اجرای پایلوت‌های اجرایی- تحقیقی خاک ورزی حفاظتی در این پنج منطقه، بر آن شدیم تا دستورالعملی تحت عنوان دستورالعمل خاک ورزی حفاظتی تهیه نماییم 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. بطوریکه بتوان نتایج بدست آمده از این پایلوت ها را در همان مناطق و مناطق مشابه با آنها از نظر اقلیمی، بافت خاک، نوع تناوب زراعی در سطح وسیع تری اجرا نمود.

پیش از ورود به بحث انواع تناوب و چگونگی عملیات خاک ورزی مرور کوتاهی بر تعاریف اصطلاحات کشاورزی حفاظتی و عملیات خاک ورزی و تفاوت آنها می کنیم.

کشاورزی حفاظتی (Conversational Tillage):

سه اصل اساسی در کشاورزی حفاظتی:

1- مدیریت بقایای گیاهی (مدیریت برداشت محصول قبلی و مدیریت بقایای بجا مانده بر سطح خاک به نحوی که حداقل 30 درصد سطح خاک پوشیده از بقایای گیاهی باشد)

2- خاک ورزی حفاظتی (کم خاک ورزی، بی خاک ورزی و...)

3- اعمال تناوب های زراعی مناسب

به سیستمی 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.

➤ کم خاک ورزی:

با هدف خرد کردن ساقه هایی درون جوی، کاشت روی پشته ها، کولتیواتور زدن و بازسازی پشته ها انجام می گیرد. مزایای آن عبارتست از:

کنترل فرسایش، مناسب برای خاکها با زهکشی ضعیف، مناسب برای آبیاری جوی و پشته ای، گرم شدن و خشک شدن سریع پشته ها، پایین بودن هزینه کار و سوخت، حفاظت خاک از فرسایش آبی و بادی، کمتر بودن هزینه ماشین آلات نسبت به خاک ورزی مرسوم، کنترل تردد و کاهش فشردگی خاک روی ردیف غلات، با کولتیواتور زدن علفهای هرز بین ردیفها کنترل می شوند

بی خاک ورزی:

در این روش بدون خاک ورزی، کشت انجام می گیرد؛ سطح خاک بدون بهم خوردگی مانده و بقایای کشت قبلی نیز در سطح مزرعه بر جای می ماند.

مزایای بی خاک ورزی نسبت به کم خاک ورزی:

- ✓ عملیات کمتر (هزینه و سوخت مصرفی کمتر)
- ✓ عدم نیاز به تنظیمات بیشتر کارنده ها و کولتیواتورها
- ✓ عدم نیاز به ایجاد پشته ها و نگهداری آنها برای سالهای متمادی

1- مناطق خشک

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

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

گزینه 1- خاک ورز مرکب یا چیزل پکر (عمق 20 سانتی متر) یا دیسک سنگین (عمق 15 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 2- روش دیگر عبارت است از کشت 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 1- در شرایطی که وزن بقایای بجا مانده از محصول قبلی (ذرت علوفه ای) 1 تا 2 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 10 الی 12 کیلومتر در ساعت (عمق 20 سانتی متر) کشت با کمبینات مجهز به شیار بازکن های بشقابی (عملیات فوق در هر دو شرایط کشت مسطح و پشته ای قابل انجام است).

گزینه 2- 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 شیار باز کن بشقابی کنگره دار یا دو بشقابی لبه صاف با سرعت پیشروی 10-12 کیلو متر بر ساعت جهت کشت مستقیم غلات استفاده کرد.

تناوب گندم یا جو - ذرت:

گزینه 1- کاشت ذرت بعد از برداشت گندم می تواند بصورت بی خاک ورزی و یا کم خاک ورزی انجام شود.

الف- روش بی خاک ورزی: کاشت باید با ماشین کشت مستقیم (کارنده No-Till) بدون هیچگونه عملیات خاک ورزی انجام شود.

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

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

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

گزینه 2- 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:

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

2- 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 همان توصیه های کاشت گندم بعد از ذرت استفاده نمود.

نکات قابل توجه:

*در صورتیکه کشت قبلی بصورت جوی- پشته ای باشد، با زدن یک دیسک سطحی، نسبت به از بین بردن پشته ها و تسطیح نسبی و خرد کردن بقایای سطحی و بمنظور عملکرد بهتر ادوات، قبل از انجام عملیات خاک ورزی می توان اقدام نمود.

*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 ورزی مرکب و چیزل پکر بدلیل حصول راندمان بهتر ادوات و خرد کردن بهتر کلوخه ها 10-12 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 30 درصد بقایا 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 1 ارائه شده است.

جدول 1- خلاصه دستورالعمل خاک 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	خاک ورزی							
	12-10	20-15	خاک ورز مرکب یا چیزل پکر یا دیسک سنگین+ردیفکار مجهز به پیش بر دیسکی (کم خاک ورزی)	6-15	C-L	ذرت	2-7	گندم-جو	خشک (زیر 200 میلی متر)
7-10			بذرکار No-Till با شیار بازکن بشقابی کنگره دار (بی خاک ورزی)	6-15	C-L	ذرت	2-7	گندم-جو	
		20-15	خاک ورز مرکب یا چیزل پکر یا دیسک سنگین + کمبینات (کم خاک ورزی)	8-18	C-L	غلات (گندم و جو)	1-2	ذرت علوفه ای	
-15 10			دستگاه مستقیم کار با شیار بازکن دیسکی کنگره ای	10-20	Silty- clay	گندم	8-12	ذرت	
	10-12	15-20	ساقه خردکن + خاک ورز مرکب + کمبینات	10-20	Silty- clay	گندم	8-12	ذرت	
	7-10	10-15	دیسک سنگین + کمبینات	10-20	Silty- clay	گندم	8-12	ذرت	

2- مناطق نیمه خشک

تناوب ذرت علوفه ای- گندم:

گزینه 1- 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 20 سانتی متر و با سرعت بیش از 10 کیلو متر بر ساعت + کاشت گندم توسط خطی کار یا کمبینات.

تناوب آیش - ذرت علوفه ای:

گزینه 1- 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 1- بمنظور کشت ذرت علوفه ای بعد از برداشت غلات می توان مستقیما و بدون اجرای عملیات خاک ورزی از ردیفکار کشت مستقیم مجهز به شیار باز کن های بشقابی کنگره دار استفاده نمود.

گزینه 2- در تناوب ذرت علوفه ای- گندم یا جو پاییزه در شرایطی که 3 الی 5 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 20 سانتی متر با سرعت پیشروی 10 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.

3- 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 و جو) - ذرت علوفه ای (کشت بهار ه):

1- در وضعیتی که بقایای بجا مانده از برداشت جو یا گندم یک تا دو تن می 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 1- در این تناوب و در محدوده رطوبتی 10 الی 20 درصد خاک و با حجم بقایایی در حدود 10 تا 12 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 10 کیلو متر بر ساعت باشد).

گزینه 2- در تناوب ذرت - گندم در محدوده رطوبتی 14 الی 18 درصد خاک زراعی و با میزان بقایا گیاهی ذرت در حدود 10 تا 12 تن در هکتار بمنظور اجرای عملیات تهیه زمین و کاشت گندم می توان از کمبینات مجهز به شیار بازکن های بشقابی استفاده گردد. البته بهتر است یک دیسک به عمق 8 الی 12 سانتی متر قبل از استفاده از کمبینات بکار برده شود (این روش هم در کشت سطح گندم و هم جوی پشته ای قابل استفاده است) ضمناً سرعت مطلوب پیشروی کمبینات جهت اجرای عملیات خاک ورزی و کاشت 8 کیلومتر بر ساعت توصیه می گردد.

گزینه 3- در تناوب ذرت - گندم و در محدوده رطوبتی 6 الی 10 درصد خاک زراعی و با همان مقدار بقایای گیاهی (10 تا 12 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 10-12 کیلومتر در ساعت باشد.

تناوب زراعی گندم - ماش:

در مناطقی که ماش بعنوان کود سبز استفاده می شود و در شرایطی که رطوبت خاک زراعی بین 5 الی 8 درصد و میزان بقایای گندم موجود در سطح مزرعه 3 الی 4 تن در هکتار باشد در اینصورت عملیات خاک ورزی و کشت ماش بعد از گندم عبارت است از:

گزینه 1- کشت مستقیم ماش با بذر کار کشت مستقیم با سرعت پیشروی 10-12 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 2- بذرپاشی با سانتریفوژ+ دیسک

تناوب سیب زمینی-گندم: در این تناوب و در محدوده رطوبتی 10 الی 14 درصد خاک و با حجم بقایایی در حدود 2 تن در هکتار بمنظور کشت گندم پاییزه در درون بقایای سیب زمینی، روش پیشنهادی خاک ورزی عبارت است از:

گزینه 1- استفاده از چیزل پکر(قلمی یا پنجه غازی +غلtek) وکشت با خطی کار با سرعت پیشروی حدود 8 کیلومتر در ساعت

گزینه 2- سیکلو تیلر +کشت با خطی کار

تناوب چغندر قند-گندم: در این تناوب و در محدوده رطوبتی 10 الی 14 درصد خاک و با حجم بقایایی در حدود 1/5 تن در هکتار بمنظور کشت گندم پاییزه در درون بقایای چغندر قند، روش پیشنهادی خاک ورزی عبارت است از:

گزینه 1- استفاده از چیزل پکر(قلمی یا پنجه غازی +غلtek) وکشت با خطی کار با سرعت پیشروی حدود 8 کیلومتر در ساعت

گزینه 2- سیکلو تیلر +کشت با خطی کار

خلاصه دستورالعمل خاک ورزی حفاظتی در تناوب های مختلف رایج در جدول شماره 2 ارائه شده است.

جدول 2- خلاصه دستورالعمل خاک ورزی حفاظتی برای مناطق نیمه 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 درهکتار)	محصول قبلی	اقلیم (میزان بارندگی)
ماشین کاشت	ماشین خاک ورزی	خاک ورزی							
12 12 12	8-10 8-10	20	1- خاک‌ورز مرکب با غلتک حلقه‌ای (V شکل، لبه صاف یا کنگره‌ای) + کاشت با کمبینات یا خطی کار با شیاربازکن نوع دیسکی لبه کنگره‌ای 2- دیسک سنگین + کاشت با کمبینات یا خطی کار با شیاربازکن نوع دیسکی لبه کنگره‌ای 3- بذرکار No-till (با شیاربازکن بشقابی کنگره‌دار)	7-18	سیلتی لومی	گندم یا جو پائیزه	3-5	ذرت علوفه‌ای	نیمه خشک 200-400 میلی متر)
12 12 12		20	1- ساقه خردکن + خاک‌ورز مرکب غلتک حلقه‌ای (V شکل، لبه صاف یا کنگره‌ای) + کاشت با کمبینات یا خطی کار با شیاربازکن نوع دیسکی لبه کنگره‌ای 2- دیسک سنگین 36 پره‌ای (دو بار عمود بر هم توصیه می‌گردد) + کاشت با کمبینات یا خطی کار با شیاربازکن نوع دیسکی لبه کنگره‌ای 3- بذرکار No-till (با شیار بازکن بشقابی کنگره‌دار)	7-18	سیلتی لومی	گندم یا جو پائیزه	حدود 20	ذرت دانه‌ای	
		20	1- خاک‌ورز مرکب با غلتک حلقه‌ای (V شکل، لبه صاف یا کنگره‌ای) (به منظور تخریب ترک‌های سطح مزرعه برای حفظ رطوبت) در فصل بهار 2- خاک‌ورز مرکب با غلتک حلقه‌ای (V شکل، لبه صاف یا کنگره‌ای) (به منظور مبارزه مکانیکی با علف‌های هرز) + کاشت با ردیف کار با شیاربازکن نوع دیسکی	7-18	سیلتی لومی	ذرت علوفه‌ای کشت بهاره	1 تا 2	جای گندم و جو (آیش)	
		20	1- خاک‌ورز مرکب با غلتک حلقه‌ای (V شکل، لبه صاف یا کنگره‌ای) (به منظور تخریب ترک‌های سطح مزرعه برای حفظ رطوبت) در فصل بهار 2- خاک‌ورز مرکب با غلتک حلقه‌ای (V شکل، لبه صاف یا کنگره‌ای) (به منظور مبارزه مکانیکی با علف‌های هرز) + کاشت با ردیف کار با شیاربازکن نوع دیسکی	7-18	سیلتی لومی	ذرت دانه‌ای کشت بهاره	1 تا 2	جای گندم و جو (آیش)	

10-18			بذر کار no-till با شیار باز کن بشقایی کنگره دار	10-30	S-C-L تا S-C	گندم	10-12	ذرت
7-8		12-8	کمبینات	14-18	S-C-L تا C-L	گندم	10-12	ذرت
7-8 ساقه خردکن 10-18 کاشت مستقیم			ساقه خردکن+بذر کار no till	6-10	S-C-L تا C-L	گندم	10-12	ذرت
10-18			ساقه خردکن + بذر کار no till	5-8	S-C-L تا C-L	ماش	3-4	گندم
10-18			بذر کار no till با شیار باز کن بشقایی	5-8	S-C-L تا C-L	ذرت	3-4	گندم
10-13			خاک ورز مرکب	15-20	S-C-L تا C-L	گندم	10-12	ذرت
8-12			خطی کار کشت مستقیم با پیش برهای مدور صاف و شیار باز کن های دو بشقایی	13-15	Silt clay	گندم - جو	2-5	آیش گندم یا جو
	15	20	دیسک سنگین	10-15	Silt clay	گندم - جو	2-5	آیش گندم یا جو
8	5	20-15	1- چیزل پکر+کشت با خطی کار 2- سیکلو تیپر +کشت با خطی کار	14-10	لومی رسی	گندم پاییزه	2	سیب زمینی
8	5	20-15	1- چیزل پکر+کشت با خطی کار 2- سیکلو تیپر +کشت با خطی کار	14-10	لومی رسی	گندم پاییزه	1/5	چغندر قند

3- مناطق مرطوب

در مناطقی که دارای بارندگی سالیانه بالای 400 میلیمتر باشند و تناوب های غالب این مناطق عبارت باشند از: تناوب های سویا - کلزا، سویا - گندم و گندم - ذرت دستورالعملی ذیل پیشنهاد می گردد:

تناوب سویا - کلزا:

گزینه 1- در این تناوب و در رطوبت خاک زراعی بین 13 الی 20 درصد و در صورتیکه مقدار بقایای بجا مانده از برداشت سویا در هر هکتار بین 3 تا 6 تن باشد، بمنظور اجرای عملیات خاک ورزی می توان برای استفاده و بهره مناسب از زمان باید از روش شخم با گاو آهن چیزل با علتک مربوطه + دیسک و یا فقط کاربرد دیسک سنگین استفاده کرد و سپس بوسیله خطی کار کلزا را کشت نمود و عمق خاک ورزی بین 10 الی 15 سانتی متر و سرعت عملیات خاک ورزی 6 الی 8 کیلومتر در نظر گرفته شود.

تناوب سویا - گندم:

گزینه 1- در تناوب سویا - گندم با رطوبت خاک زراعی در حدود 12 الی 15 درصد و مقدار 3 الی 6 تن در هکتار بقایای گیاهی سویا باید از چیزل پکر جهت اجرای عملیات خاک ورزی با عمق 15-20 سانتی متر استفاده نمود و سپس کشت گندم بوسیله خطی کار انجام شود.

گزینه 2- در همین شرایط و تناوب (سویا - گندم) چنانچه رطوبت خاک کمی بیشتر باشد (15 الی 18 درصد) می توان از روش کاربرد چیزل یا دیسک + کمبینات جهت کشت گندم بعد از برداشت سویا استفاده نمود.

تناوب گندم - ذرت:

گزینه 1- در شرایطی که بقایای بجا مانده از برداشت گندم در حدود 2 الی 5 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 8-10 کیلو متر بر ساعت استفاده کرد.

تناوب سیب زمینی-گندم: در این تناوب و در محدوده رطوبتی 15 الی 18 درصد خاک و با حجم بقایایی در حدود 2 تن در هکتار بمنظور کشت گندم پاییزه در درون بقایای سیب زمینی، می توان از روش های ذیل استفاده کرد:

گزینه 1- استفاده از چیزل پکر(قلمی یا پنجه غازی +غلتک) وکشت با خطی کار با سرعت پیشروی حدود 8-12 کیلومتر در ساعت

تناوب چغندر قند-گندم: در این تناوب و در محدوده رطوبتی 15 الی 18 درصد خاک و با حجم بقایایی در حدود 1/5 تن در هکتار بمنظور کشت گندم پاییزه در درون بقایای چغندر قند، می توان از روش های ذیل استفاده کرد:

گزینه 1- استفاده از چیزل پکر(قلمی یا پنجه غازی +غلتک) وکشت با خطی کار با سرعت پیشروی حدود 8 کیلومتر در ساعت

خلاصه دستورالعمل خاک ورزی حفاظتی در تناوب های مختلف رایج برای مناطق مرطوب در جدول شماره 3 ارائه شده است.

جدول 3- خلاصه دستورالعمل خاک ورزی حفاظتی برای مناطق مرطوب

سرعت پیشروی (Km/h)		عمق کار (cm)	ادوات و یا ترکیب ادوات پیشنهادی	رطوبت خاک هنگام عملیات (درصد)	بافت خاک	محصول بعدي	میزان تقریبی بقایای گیاهی (تن در هکتار)	محصول قبلی	اقلیم (میزان بارندگی)
ماشین کاشت	ماشین خاک ورزی								
	6-8	10-15	چیزل + دیسک	13-20	Silt clay loam	کلزا	3-6	سویا	مرطوب (بیشتر از 400 میلی متر)
	8-12	5-15	دیسک	13-20	Silt clay loam	کلزا	3-6	سویا	
	8-12	15-20	چیزل پکر	12-15	Silt clay loam	گندم	3-6	سویا	
	4-5	15-20	(چیزل یا دیسک) + کمینات	15-18	Silt clay loam	گندم	3-6	سویا	
8-10			ردیف کار کشت مستقیم با پیش بر های مدور صاف و شیاربازکن های دو بشقابی	12-15	Silt clay loam	ذرت	2-5	گندم	
	8-12	15-20	چیزل پکر + دیسک + خطی کار	15-18	Loam	گندم	2	سیب زمینی	
	8-12	15-20	چیزل پکر + دیسک + خطی کار	15-18	Loam	گندم	1/5	چغندر قند	

مشخصات فنی ماشینها و ادوات مورد استفاده:

ماشینها و ادوات خاک ورزی حفاظتی بکاربرده شده و ویژگیهای آنها در جداول شماره 2 و 3 ارائه شده است.

جدول 4- ادوات و ترکیب ادوات خاک ورزی حفاظتی پیشنهادی

ردیف	ادوات و ترکیب ادوات خاک ورزی حفاظتی	شکل
1	خاک ورز مرکب (چیزل پنجه غازی+دیسک+غلتک)	1
2	چیزل پکر (چیزل قلمی+غلتک)	2
3	بذرکار No-Till (با پیش بر بشقابی صاف و شیار بازکن دو بشقابی)	3
4	بذرکار No-Till (با شیار بازکن بشقابی کنگره دار)	4
5	ساقه خردکن+ خاک ورز مرکب	5 و 1
6	ساقه خردکن+ چیزل پکر	5 و 2
7	ساقه خردکن+ بذرکار No-Till (با شیار بازکن بشقابی کنگره دار)	5 و 4
8	ساقه خردکن+ بذرکار No-Till (با شیار بازکن بشقابی صاف)	5 و 3
9	دیسک	
10	ساقه خردکن+ دیسک	
11	گاواهن چیزل	
12	گاواهن چیزل+ دیسک	
13	دستگاه Terradisc	7
14	کمینات	6
15	دیسک سنگین	

جدول 5- مشخصات فنی ادوات خاک ورزی حفاظتی

ردیف	ادوات	مشخصات فنی
1	خاک ورز مرکب (شکل 1)	<p>نوع اول: عرض کار: 3 متر، عمق کار: 20 سانتی متر، سرعت پیشروی: 12 کیلو متر بر ساعت، دارای 7 شاخه چیزل با تیغه های پنجه غازی در دو ردیف 3 تایی و 4 تایی در جلو و یک ردیف 6 تایی دیسک های صاف در وسط و یک غلتک قفسه ای (cage wheel) در عقب</p> <p>نوع دوم: عرض کار: 3 متر، عمق کار: 20-15 سانتی متر، سرعت پیشروی: 12-10 کیلومتر بر ساعت، دارای 5 شاخه چیزل با تیغه های پنجه غازی در دو ردیف 3 تایی و 2 تایی در جلو، یک ردیف 6 تایی دیسک های کنگره دار در وسط، یک غلتک قفسه ای در عقب</p>
2	چیزل پکر (شکل 2)	<p>نوع اول: عرض کار: 2/25 متر، عمق کار: 20 سانتی متر، سرعت پیشروی: 12-10 کیلو متر بر ساعت، دارای 9 شاخه چیزل با تیغه های قلمی و یا پنجه غازی در دو ردیف 4 تایی در جلو و 5 تایی در وسط و یک غلتک کلوخ کوب در عقب، فاصله بین شاخه ها: 25 سانتی متر، توان مورد نیاز: 70 تا 80 اسب بخار، وزن 460 کیلو گرم</p> <p>نوع دوم: عرض کار: 1/75 متر، عمق کار: حداقل 20 سانتی متر، دارای 7 شاخه چیزل با تیغه های قلمی و یا پنجه غازی در دو ردیف 3 تایی در جلو و 4 تایی در وسط و یک غلتک کلوخ کوب در عقب، فاصله بین شاخه ها: 25 سانتی متر، توان مورد نیاز: 60 تا 70 اسب بخار، وزن 390 کیلوگرم</p>
3	بذرکار No-Till (با شیار بازکن بشقابی صاف) (شکل 3)	<p>عرض کار: 3/5 متر، عمق کار: 6-5 سانتی متر، سرعت پیشروی: 13 کیلو متر بر ساعت، دارای پیش بر بشقابی و شیار بازکن های دو بشقابی صاف</p> <p>دارای 17 واحد کارنده بذر و کود، دارای 300 کیلوگرم وزنه های اضافی و دو جک هیدرولیکی برای افزایش نفوذ</p>
4	بذرکار No-Till (با شیار بازکن بشقابی کنگره دار) (شکل 4)	<p>عرض کار: 3 متر، عمق کار: 6-5 سانتی متر، سرعت پیشروی: 13 کیلو متر بر ساعت</p> <p>دارای شیار بازکن های بشقابی کنگره دار، دارای 17 واحد کارنده بذر و کود</p>
5	ساقه خردکن (شکل 5)	<p>عرض کار: 3 متر سرعت پیشروی: کیلو متر بر ساعت</p>
6	دیسک	<p>مطابق با انواع متداول در کشور (یک زانویی و دو زانویی)</p>
7	گاواهن چیزل	<p>مطابق با انواع متداول در کشور</p>
8	خاک ورز مرکب Terradisc (شکل 7)	<p>نوع سوار شونده با عرض کار: 3 متر، تعداد دیسک: 22، قطر دیسک: 51 سانتی متر، توان مورد نیاز 70-95 اسب بخار</p>



شکل 1- خاک ورز مرکب

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



شکل 2- چیزل پکر

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



شکل 3- 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 4- 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 5- دستگاه ساقه خردکن

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



شکل 6- دستگاه کمینات

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



شکل 7- خاک ورز مرکب Terradisc

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