

شناخت و معرفی بعضی از روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی (با تأکید بر کم‌خاک‌ورزی)



نگارش

رضا محمدی گل، احمد شریفی و ارژنگ جوادی

نشریه فنی، شماره ۲۸، سال ۱۳۸۹

بسم الله الرحمن الرحيم

مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی
نشریه فنی

شناخت و معرفی بعضی از روش‌های خاک‌ورزی
حفاظتی (با تأکید بر کم‌خاک‌ورزی)

نگارش:

رضا محمدی گل، احمد شریفی و ارژنگ جوادی

سال انتشار:

بهار ۱۳۸۹



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

عنوان نشریه:	شناخت و معرفی بعضی از روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی (با تأکید بر کم‌خاک‌ورزی)
نگارش:	رضا محمدی گل، احمد شریفی و ارژنگ جوادی
ناشر:	مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی
سال انتشار:	بهار ۱۳۸۹
شمارگان:	جلد ۵۰۰
ویراستار:	فرحناز سهراب
طراح و صفحه‌آرا:	بنفشه فرزانه
لیتوگرافی، چاپ، صحافی:	مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

آدرس: کرج، بلوار شهید فهمیده، صندوق پستی: ۳۱۵۸۵-۸۴۵
مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی
تلفن: ۲۷۰۵۳۲۰، ۲۷۰۵۲۴۲ و ۲۷۰۸۳۵۹ (۰۲۶۱)، دورنگار: ۲۷۰۶۲۷۷ (۰۲۶۱)

پایگاه اطلاعاتی مؤسسه: www.aeri.ir

مخاطبان نشریه

کارشناسان کشاورزی، کشاورزان، مروجان و سازندگان ادوات کشاورزی

اهداف آموزشی

شما خوانندگان گرامی در این نشریه با مفهوم سیستم خاک‌ورزی حفاظتی، مزیت‌ها و چالش‌های آن، برخی از روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی و ادوات مورد نیاز برای انجام سیستم مذکور آشنا می‌شوید.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۲	مقدمه
۳	ضرورت کاربرد خاک‌ورزی حفاظتی
۷	مزایای اجرای سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی
۱۲	چالش‌های اصلی در استفاده از خاک‌ورزی حفاظتی
۱۴	برخی از ماشین‌های مورد استفاده در خاک‌ورزی حفاظتی
۱۶	نتیجه‌گیری
۱۸	منابع مورد استفاده



مقدمه

خاک‌ورزی حفاظتی از نظر مفهومی عبارت است از روشی در کشاورزی که برای کمینه کردن عملیات خاک‌ورزی، حداقل به هم خوردگی، حفظ بقایای گیاهی حداقل در ۳۰ درصد از سطح خاک بعد از عملیات خاک‌ورزی و کاشت و در نتیجه کاهش انرژی مورد نیاز طراحی شده است. هدف از کاربرد سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی کنترل کافی علف‌های هرز و بیشینه کردن پوشش بقایای گیاهی به منظور حفاظت خاک در مقابل فرسایش آبی و بادی و افزایش مقدار نفوذ آب به خاک می‌باشد (آسودار، ۱۳۸۷). عملیات خاک‌ورزی حفاظتی، به خاطر افزایش رطوبت ذخیره شده در خاک که تقریباً همیشه مهمترین عامل در تولید محصولات است، قابلیت افزایش عملکرد محصول را نیز دارا می‌باشد، به عبارتی دیگر خاک‌ورزی حفاظتی به روش‌هایی از خاک‌ورزی گویند که به منظور حفاظت از خاک، حفظ رطوبت و کمینه کردن مقدار نیروی کارگری و انرژی لازم حداقل ۳۰ درصد سطح خاک توسط بقایای گیاهی پوشیده باشد (شکل ۱). پس طبق این تعریف عملیات خاک‌ورزی حفاظتی در دامنه‌ای شامل عملیات اندکی برای کنترل علف‌های هرز و تهیه بستر بذر، تا کاشت بدون خاک‌ورزی در یک مرتبه عبور قرار می‌گیرد که عمدتاً روش‌های خاک‌ورزی مرسوم و سایر سیستم‌های برگردان شدید خاک



را شامل نمی‌شود. اگر چه در شرایط استثنایی برگردان کردن خاک می‌تواند حداقل عملیات مورد نیاز باشد.



(ب)

(الف)

شکل ۱- الف) بقایای بر جا مانده در کم خاک‌ورزی با فاروئرو دیسک
و ب) حداقل خاک‌ورزی با دیسک

واژه‌هایی همچون خاک‌ورزی نواری، خاک‌ورزی پوششی، کمینه خاک‌ورزی، بی‌خاک‌ورزی، کم‌خاک‌ورزی و بدون خاک‌ورزی تماماً مرتبط با مفاهیم موجود در خاک‌ورزی حفاظتی می‌باشند.

ضرورت کاربرد خاک‌ورزی حفاظتی

با ورود تراکتور و گاو آهن برگردان‌دار به ایران در دهه چهل خورشیدی و فراگیر شدن آن طی دو دهه به تدریج شدت عملیات خاک‌ورزی مخصوصاً برگردان کردن خاک افزایش یافت. علی‌رغم همه



مزایایی که گاو آهن برگردان‌دار را از بقیه انواع گاو آهن‌ها متمایز ساخته است، استفاده از آن به طور مداوم مخصوصاً در مناطق خشک مشکلاتی را نیز داشته است که در بسیاری از مواقع بر مزیت‌های استفاده از آن پیشی گرفته است و این امر لزوم کاربرد مداوم آن را با تردید مواجه ساخته است. از مشکلات این سیستم می‌توان به کلوخه‌ای شدن خاک، نیاز به وقت و انرژی زیاد و در نتیجه هزینه زیاد، تخریب ساختمان خاک، به هم زدن تسطیح زمین، فرسایش بادی و آبی، آلودگی هوا ناشی از سوزاندن بقایای گیاهی و کاهش مواد آلی خاک اشاره نمود (خسروانی و همکاران، ۱۳۸۲)

به دنبال پی‌آمدهای حاصل از سوزاندن بقایای گیاهی و شدت عملیات خاک‌ورزی در ابتدای دهه ۱۹۷۰ میلادی اهمیت حفاظت از منابع آب و خاک و محیط زیست مورد توجه قرار گرفت و روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی به عنوان روش جایگزین مطرح شد (Tresseir et al., 1990). در سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی هدف حفظ منابع آب و خاک با مدیریت پس مانده‌های گیاهی در سطح خاک می‌باشد. خاک‌ورزی در سیستم مرسوم با وجود بقایا، مشکلاتی در انجام شخم با گاو آهن برگردان‌دار و کاشت ماشینی ایجاد کرده و همچنین مخلوط کردن بقایا با خاک نیز عوارض ظاهری زود اثری چون کمبود



ازت را به دنبال داشته است. این عوامل سبب شده است که کشاورزان با سوزاندن بقایا به راحتی و با هزینه کم، مزرعه ای تمیز و بدون مانع برای استفاده از گاو آهن داشته باشند. سوزاندن بقایای گیاهی به مدت طولانی زمین های کشاورزی را با کمبود مواد آلی مواجه ساخته و کشاورزان برای تأمین مواد غذایی مورد نیاز گیاه اقدام به مصرف بیش از حد کودهای شیمیایی می نمایند که این امر موجب سخت تر شدن خاک ها و آلوده شدن آب های زیرزمینی شده است. فرسایش بادی و آبی خاک و مصرف بی رویه سوخت های فسیلی برای آماده سازی بستر بذر از معایب اصلی از بین بردن بقایای گیاهی محسوب می شود. بنابراین می توان نتیجه گرفت که حفظ بقایای گیاهی در خاک با اعمال انواع روش های خاک ورزی حفاظتی تنها راه فرار از معضل فعلی کشور می باشد. انواع روش های خاک ورزی حفاظتی عبارتند از:

بی خاک ورزی

همانطور که از نام آن پیداست برای آماده سازی بستر بذر از عملیات خاک ورزی استفاده نمی شود و محصول جدید در میان بقایای محصول قبلی کاشته می شود.



خاک‌ورزی نواری

در این روش عملیات خرد کردن نوار باریکی از خاک جلوی کارنده صورت می‌گیرد. به طوری که بذر داخل نوار خاک خرد شده کاشته شده و خاک بین ردیف‌های کشت شده دست نخورده باقی می‌ماند.

کم (حداقل) خاک‌ورزی

عملیات محدود کردن مقدار خاک‌ورزی به حداقل ممکن برای استقرار محصول و یا تأثیر روی علف‌های هرز. این عملیات در جایی بین خاک‌ورزی مرسوم و بی‌خاک‌ورزی قرار می‌گیرد. اغلب به یک بار عبور ادوات بشقابی (دیسکی) یا دندان‌های یا چنگه‌های دوار قبل از کاشت اطلاق می‌شود.

خاک‌ورزی پشته‌ای

عملیات تشکیل پشته‌ها از خاک خرد شده که روی آن پشته‌ها محصولات ردیفی با فاصله ردیف زیاد کاشته می‌شود. چنین پشته‌هایی برای چندین فصل باقی می‌مانند در حالی که محصولات بعدی با روش بی‌خاک‌ورزی داخل پشته‌ها کاشته می‌شوند و یا این که سالانه پشته‌ها دوباره تشکیل می‌شوند.



مزایای اجرای سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی

حفظ رطوبت خاک

حدود ۷۰-۵۰ درصد آب آبیاری در فصل تابستان از طریق تبخیر و تعرق از دسترس گیاه خارج می‌شود (Carter & Rennie, 1984). یکی از راه‌های کاهش تبخیر حفظ بقایای گیاهی در سطح خاک، قبل از سایه انداختن کامل گیاه اصلی بر کل سطح زمین است. حفظ بقایای گیاهی در سطح یا نزدیک سطح خاک با عملیات بی‌خاک‌ورزی یا کم‌خاک‌ورزی می‌تواند در فراهم آوردن محیطی مناسب برای نفوذ آب در خاک، کاهش میزان تبخیر از سطح خاک، و افزایش ذخیره رطوبت در خاک مخصوصاً در مناطق خشک بسیار مؤثر باشد (شکل ۲). وجود بقایا در سطح خاک می‌تواند باعث کاهش تبخیر به میزان ۳۴ تا ۵۰ درصد شود (Carter & Rennie, 1984). به نظر می‌رسد با حفظ بقایای گیاهی در سطح یا نزدیک سطح خاک می‌توان به‌خصوص در فصل تابستان در مناطق با محدودیت منابع آب، دور آبیاری را افزایش داد. به‌علاوه تحقیقات نشان داده که در مناطقی که رطوبت عامل اصلی محدودکننده رشد گیاه است، با استفاده از روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی عملکرد محصول برابر یا بیشتر از به‌کار بردن روش‌های خاک‌ورزی مرسوم بوده است (تاکی و همکاران، ۱۳۸۷).





شکل ۲- حفظ و افزایش ذخیره رطوبت خاک با به‌کارگیری روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی

تعدیل درجه حرارت خاک

یکی از عوامل محیطی مؤثر بر رشد و نمو و سبز شدن گیاهان زراعی درجه حرارت خاک می‌باشد. هوای معمولاً صاف مناطق خشک باعث دریافت حداکثر تشعشع خورشید در روز و دفع سریع گرما در شب می‌شود. دامنه این تغییرات در فصل تابستان گاهی به ۳۰ تا ۴۰ درجه سانتی‌گراد می‌رسد. مدیریت بقایای گیاهی با خاک‌ورزی حفاظتی می‌تواند در کاهش درجه حرارت در مناطق خشک کمک کند. مقدار و

محل قرار گرفتن بقایای گیاهی به طور محسوس بر دمای خاک اثرگذار است. اکثر بقایای سطحی به عنوان عایق‌های حرارتی عمل می‌کنند و این به خاطر انعکاس نور، کاهش تبخیر و کاهش تماس باد با سطح خاک است.

افزایش حاصلخیزی و بهبود ساختمان خاک

همان‌طور که قبلاً ذکر شد یکی از مشخصه‌های خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک فقیر بودن خاک این مناطق از نظر مواد آلی می‌باشد. کشاورزان بقایای گیاهی را از مزرعه خارج کرده و می‌سوزانند. سوزاندن بقایای گیاهی هرچند روش ارزان، سریع و آسانی بوده و کنترل علف‌های هرز، آفات و بیماری‌ها را امکان‌پذیر می‌سازد، اما باعث فقیر شدن خاک‌های مناطق خشک از مواد آلی می‌شود. مدیریت بقایای گیاهی از روش‌های اصلاح خاک و افزایش حاصلخیزی آن می‌باشد. حفظ بقایای گیاهی در سطح یا نزدیک سطح خاک در روش‌های بی‌خاک‌ورزی و کم‌خاک‌ورزی مقدار کربن آلی، ساختمان خاک، و جمعیت کرم‌های خاکی را نسبت به سوزاندن بقایای گیاهی و یا مدفون کردن آن بهبود بخشیده و افزایش عملکرد را در پی خواهد داشت (شکل ۳).



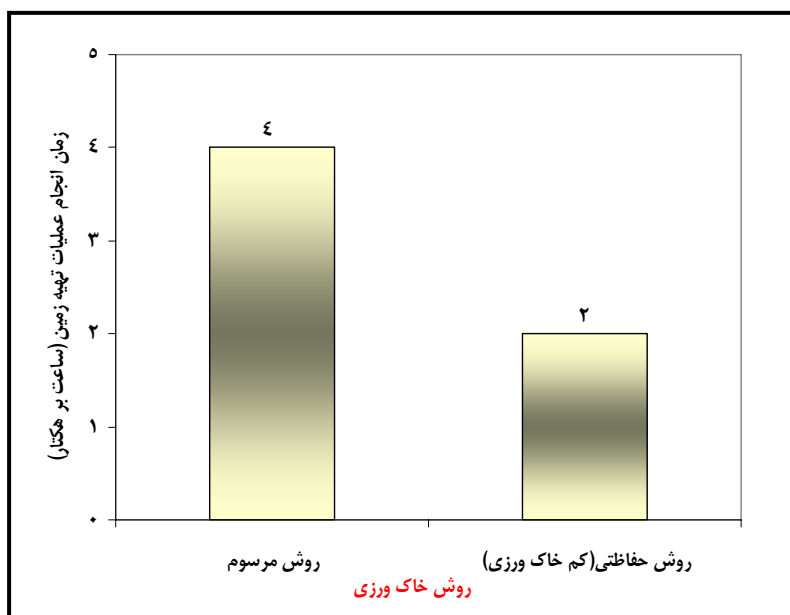


شکل ۳- تجزیه شدن بقایای ذرت در تناوب ذرت- گندم

صرفه‌جویی در زمان تهیه زمین در کشت متراکم

در بسیاری از مناطق خشک و نیمه‌خشک دو محصول زراعی در سال کشت می‌شود. استفاده از خاک‌ورزی مرسوم عملیاتی زمان‌بر بوده و کشاورزان را با محدودیت زمانی در این مناطق مواجه می‌سازد. اجرای عملیات خاک‌ورزی اولیه و ثانویه، مرزبندی و نهرکشی به حداقل یک هفته پس از برداشت محصول اول و قبل از کاشت محصول دوم در سیستم خاک‌ورزی مرسوم زمان نیاز دارد. این در حالی است که به‌ازای یک روز استقرار سریع‌تر محصول دوم (پس از برداشت محصول اول) در تابستان منجر به چند روز رسیدن سریع‌تر آن در فصل پاییز خواهد شد. علاوه بر مزایای اقتصادی این روش، آماده‌سازی زمین برای کشت پاییزه را نیز تسریع خواهد کرد. قیمت فروش محصولاتی مانند ذرت علوفه‌ای تابعی از زمان عرضه آنها به بازار می‌باشد به‌طوری‌که عرضه آنها در اوایل فصل برداشت منافع بیشتری را نصیب کشاورزان می‌کند.





شکل ۴- مقایسه زمان لازم برای انجام عملیات تهیه زمین در روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی و مرسوم (کرمانی، ۱۳۸۷)

خاک‌ورزی حفاظتی با کاهش زمان مورد نیاز برای آماده‌سازی بستر بذر باعث پیش‌رس کردن محصولات و افزایش سود اقتصادی زارعان می‌شود. همچنین، در بعضی مناطق خاک‌ورزی اولیه به نوعی توسط ماشین برداشت محصول قبلی صورت می‌گیرد (به عنوان مثال ماشین برداشت سیب‌زمینی تیغه‌ای). بنابراین می‌توان تنها به انجام عملیات خاک‌ورزی ثانویه با ماشین‌های مخصوص این مرحله اکتفا نمود.



چالش‌های اصلی در استفاده از خاک‌ورزی حفاظتی

افزایش جمعیت علف‌های هرز و شیوع آفات و بیماری‌ها از چالش‌های عمده پیش روی سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی می‌باشند. برگردان نشدن خاک سطحی و وجود بقایای گیاهی زمینه رشد و تکثیر علف‌های هرز و آفات و بیماری‌های گیاهی را فراهم می‌سازد. خطر غلبه علف‌های هرز در روش کم‌خاک‌ورزی که بقایای گیاهی با خاک سطحی مخلوط می‌گردند به علت قرار گرفتن بذور محصول قبلی و علف‌های هرز دیگر در عمق مناسب رویش، نسبت به بی‌خاک‌ورزی بیشتر می‌باشد. اگر چه کنترل علف‌های هرز و شیوع آفات از طریق مبارزه مکانیکی در محصولات ردیفی امکان‌پذیر می‌باشد، اما معمولاً استفاده از علف‌کش‌ها و آفت‌کش‌های شیمیایی به خاطر سهولت در اجرای عملیات بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرد که دارای اثرات مخرب زیست‌محیطی می‌باشند. در روش بی‌خاک‌ورزی مبارزه مکانیکی با علف‌های هرز به وسیله کولتیواتورهای مرسوم می‌تواند باعث جمع شدن بقایای گیاهی در جلوی بازوی کولتیواتور شده و عمل وجین را مختل سازد. در این روش استفاده از عوامل خاک‌ورز فعال مابین ردیف‌های کشت برای مبارزه مکانیکی با علف‌های هرز قابل توصیه می‌باشد.





شکل ۵- کولتیواتورهای دوار (توسط PTO) پشت تراکتوری

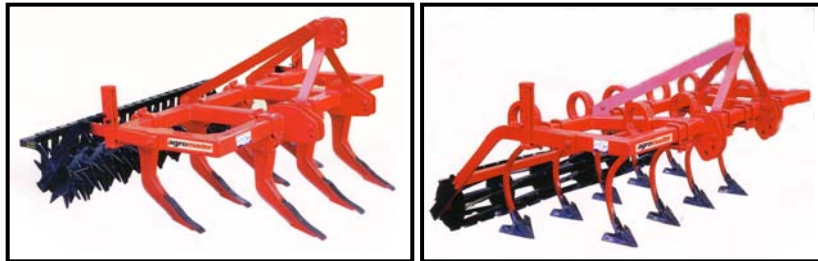
با توجه به کارهای اجرا شده در سطح دنیا، روش‌های مدیریت تلفیقی علف‌های هرز (IPM) نیز از جمله روش‌هایی است که برای مدیریت علف‌های هرز در سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی پیشنهاد شده است (Mrabet *et al.*, 2001). علیرغم این موضوع می‌توان تحقیقات بیشتری در این خصوص با توجه به شرایط کشت محصولات در ایران انجام داد.

اجرای آبیاری سطحی در روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی نیز می‌تواند از مشکلات پیش روی این روش‌ها باشد، در این مورد استفاده از سیستم‌های آبیاری تحت فشار توصیه می‌شود.



برخی از ماشین‌های مورد استفاده در خاک‌ورزی حفاظتی

خاک‌ورزهای مرکب، گاواهن چیزل (مجهز به تیغه‌های قلمی و یا پنجه‌غازی)، و دیسک‌ها به دلیل عرض کار بیشتر و عمق کار کمتر از جمله ماشین‌های مورد نیاز برای اجرای روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی با توجه به نوع خاک و شرایط اقلیمی منطقه مورد نظر می‌باشند. در صورت استفاده از ادوات خاک‌ورزی مرکب، ترکیب ادوات خاک‌ورزی مرکب را باید مطابق با شرایط خاک منطقه انتخاب و به کار گرفت.



شکل ۶- خاک‌ورزهای مرکب متشکل از تیغه‌های چیزل و غلتک



شکل ۷- نمونه خاک‌ورز مرکب (چیزل با تیغه‌های پنجه‌غازی + دیسک + غلتک)

لازم به ذکر است که علاوه بر عمق کار مناسب (۲۰-۱۵ سانتی متر) برای ادوات خاک‌ورزی مرکب (شکل‌های ۶ و ۷) حداکثر سرعت پیشروی مناسب برای خردشدن کلوخه‌ها در کاربرد این گونه ماشین‌ها نیز باید رعایت شود. ساقه خردکن‌ها نیز از جمله ماشین‌هایی هستند که بسته به شرایط بقایای محصول قبلی در این گونه سیستم‌ها استفاده می‌شوند. بذرها مناسب دارای شیار بازکن‌های مختص کشت داخل بقایا و کمبینات‌ها (شکل ۹) برای کشت محصولات مورد نظر از عمده ادواتی هستند که در خاک‌ورزی حفاظتی به کار گرفته می‌شوند.



(ب)

(الف)

شکل ۸- الف) دستگاه خاک‌ورز مرکب چیزل پیلر و ب) سطح خاک بعد از انجام خاک‌ورزی مرکب با دستگاه چیزل پیلر





(ب)

(الف)

شکل ۹- الف) یک نمونه دستگاه کمبینات برای انجام عملیات توام خاک‌ورزی
ثانویه و کاشت و ب) زمین کشت شده با دستگاه کمبینات

نتیجه‌گیری

با عنایت به مطالب ذکر شده به نظر می‌رسد که قابلیت نسبتاً زیادی برای بهبود بهره‌وری و پایداری کشاورزی در مناطق نیمه‌خشک از طریق توسعه و استفاده از سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی مخصوصاً در شرایط خشکسالی وجود دارد. اما موفقیت کلی در استفاده از روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی بستگی به شرایط اقلیمی، خاک، نوع محصول و روش‌های مدیریت اعمال شده دارد.

- در صورتی که تأمین ادوات خاک‌ورزی حفاظتی در زمان عملیات تهیه زمین مقدور نباشد، می‌توان از ادوات موجود مانند گاواهن چیزل و یا دیسک استفاده کرد.

- در شرایط معمولی، تا حد امکان عمق خاک‌ورزی کاهش یابد (عمق بیش از حد باعث اتلاف انرژی و سوخت می‌شود).
- در صورتی که کشت قبلی به صورت جوی-پشته‌ای باشد، به منظور عملکرد بهتر ادوات، با زدن یک دیسک سطحی، نسبت به از بین بردن پشته‌ها و تسطیح نسبی و خرد کردن بقایای سطحی قبل از انجام عملیات خاک‌ورزی می‌توان اقدام کرد.
- با در نظر گرفتن شرایط و نوع ادوات مورد استفاده، عملیات تهیه زمین در سرعت بهینه انجام شود. به عنوان مثال سرعت پیشروی ادوات خاک‌ورزی حفاظتی شامل خاک‌ورزی مرکب و چیزل پکر به دلیل حصول راندمان بهتر ادوات و خرد کردن بهتر کلوخه‌ها ۱۰-۱۲ کیلومتر بر ساعت توصیه می‌شود.
- در صورتی که بقایای گیاهی محصول سال قبل از تراکم بسیار زیادی برخوردار باشد، بهتر است بخشی از آن از مزرعه خارج شود. به گونه‌ای که انجام عملیات خاک‌ورزی به سهولت اجرا و بعد از اتمام کشت حداقل ۳۰ درصد از سطح مزرعه دارای پوشش گیاهی باشد.
- استفاده از ساقه خردکن‌ها به خصوص انواع قابل نصب روی هد برداشت محصول توصیه می‌شود.
- در انتخاب کارنده مناسب، باید اجزاء درگیر با خاک کارنده به خصوص شیار بازکن‌ها مورد توجه قرار گیرند.
- شرایط رطوبتی مزرعه بسته به محصول بعدی و کارنده مورد استفاده مد نظر قرار گیرد.

منابع مورد استفاده

- ۱- آسودار، م. ا. و سبزه‌زار، ه. (مترجمان). ۱۳۸۷. سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی. نشر آموزش کشاورزی.
- ۲- تاکی، ا.، صادق‌نژاد، ح.، اشرفی‌زاده، م. و افضل‌نیا، ص. ۱۳۸۷. گزارش‌های اجرای پایلوت‌های بررسی روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی. مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، بخش تحقیقات ماشین‌های کشاورزی، کرج.
- ۳- خسروانی، ع.، شریفی، ا.، محسنی‌منش، ا.، شهربان‌نژاد، م.، صادق‌نژاد، ح. و زابلسانی، م. ۱۳۸۲. بررسی امکان خاک‌ورزی سطحی در کشت گندم آبی. گزارش نهایی مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، کرج.
- ۴- کرمانی، م. ۱۳۸۷. تک‌نگاشت خاک‌ورزی حفاظتی. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی قزوین.
- 5- Carter, M. R., Rennie, D. A. 1984. Dynamics of soil microbial biomass nitrogen under zero and shallow tillage for spring wheat using N urea. *Plant Soil*. 76, 157-164.
- 6- Mrabet, R., Saber, N., El-Brahi, A., Lahlou, S. and Besam, F. 2001. Total, particulate organic matter and structural stability of a Calcixeroll soil under different wheat rotations and tillage systems in a semi-arid area of Morocco. *Soil Tillage Res.* 57, 225-235.
- 7- Tresseir, S., Peru, C. A., Campbell, C. A., Zenter, R. P. and Dyck, F. B. 1990. Conservation tillage for spring wheat in semi-arid Saskatchewan. *Soil Tillage Res.* 18, 73-90.

