

الحمد لله



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

کشاورزی حفاظتی و لزوم کاربرد آن

(ویژه احیای دریاچه ارومیه)

سرشناسه	: زابلستانی، مسعود، ۱۳۳۷ -
عنوان و نام پدیدآور	: کشاورزی حفاظتی و لزوم کاربرد آن در احیای دریاچه ارومیه/نویسنده مسعود زابلستانی؛ سرویراستار وجیهه سادات فاطمی؛ ویراستار ادبی سمیرا میرنظامی؛ تهیه شده در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی، دفتر شبکه دانش و رسانه های ترویجی.
مشخصات نشر	: کرج: سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، معاونت ترویج، نشر آموزش کشاورزی، ۱۳۹۷.
مشخصات ظاهری	: ۴۰ص.
شابک	: 978-964-520-488-2
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
یادداشت	: کتابنامه: ص.۳۶.
موضوع	: خاکورزی
موضوع	: Tillage
موضوع	: خاک -- حفاظت
موضوع	: Soil conservation
موضوع	: کشاورزی -- حفاظت
موضوع	: Agricultural conservation
شناسه افزوده	: سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی. دفتر شبکه دانش و رسانه های ترویجی
شناسه افزوده	: سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. معاونت ترویج، نشر آموزش کشاورزی
رده بندی کنگره	: ۱۳۹۷ ۵ک ۴/ز ۲ ۶۳۱/۵۱
رده بندی دیویی	: ۶۳۱/۵۱
شماره کتابشناسی ملی	: ۵۴۷۸۰۵

ISBN:978-964-520-488-2

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۵۲۰-۴۸۸-۲



عنوان: کشاورزی حفاظتی و لزوم کاربرد آن (ویژه احیای دریاچه ارومیه)

نویسنده: مسعود زابلستانی

مدیر داخلی: شیوا پارسانیک

سرویراستار: وجیهه سادات فاطمی

ویراستار ادبی: سمیرا میرنظامی

تهیه شده در: مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی، مدیریت

هماهنگی ترویج کشاورزی استان آذربایجان شرقی، دفتر شبکه دانش و رسانه های ترویجی

ناشر: نشر آموزش کشاورزی

شمارگان: ۲۵۰۰ جلد

نوبت چاپ: اول، ۱۳۹۷

قیمت: رایگان

مسئولیت درستی مطالب با نویسنده است.

شماره ثبت در مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع رسانی کشاورزی ۵۴۶۵۹ به تاریخ ۹۷/۹/۲۸ است.

نشانی: تهران- بزرگراه شهید چمران- خیابان یمن، پلاک ۱ و ۲، معاونت ترویج،

ص. پ. ۱۹۳۹۵-۱۱۱۳

تلفکس: ۰۲۱-۲۲۴۱۳۹۲۳

مخاطبان :

کشاورزان پیشرو

مروجان، کارشناسان کشاورزی و آبیاری

اهداف :

- با مطالعه این کتاب از معایب کشاورزی مرسوم در مناطق حاشیه دریاچه ارومیه ایران آگاه می‌شوید.
- با روش‌های کشاورزی حفاظتی آشنا می‌شوید.
- قادر می‌شوید کشاورزی حفاظتی را در شرایط حاضر انجام دهید.

شناسنامه برنامه ترویجی آموزشی احیای دریاچه ارومیه (آذربایجان شرقی)

شناسنامه برنامه: برنامه ترویجی آموزشی احیای دریاچه ارومیه - آذربایجان شرقی
دستگاه مجری: سازمان جهاد کشاورزی آذربایجان شرقی (به نمایندگی مهندس اکبر فتاحی)
کارفرما: ستاد احیای دریاچه ارومیه

دستگاه ناظر ملی: سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (به نمایندگی دکتر کاظم خاوازی)
مجری ملی برنامه: دکتر علیرضا توکلی

مجری استانی: مهندس اکبر فتاحی، رئیس سازمان جهاد کشاورزی آذربایجان شرقی
ناظر ملی: دکتر منیری فر، رئیس مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی
هماهنگ کننده ترویجی: دکتر جواد قاسمی

همکاران ستاد معاونت ترویج: دکتر بهمن امیری لاریجانی، مهندس علیرضا اسحاقی،
مهندس نصیبه پورفاتح

سال شروع: ۱۳۹۶

مجموعه‌های ستاد و استانی فعال در برنامه: معاونت ترویج سازمان تحقیقات آموزش و ترویج
کشاورزی، مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی
استان و بخش خصوصی

فهرست

مقدمه.....	۹
روش های خاک ورزی.....	۱۱
خاک ورزی مرسوم.....	۱۱
خاک ورزی حفاظتی.....	۱۹
روش های خاک ورزی حفاظتی.....	۲۱
بی خاک ورزی.....	۲۱
حداقل خاک ورزی.....	۲۱
کاهش خاک ورزی.....	۲۲
خاک ورزی پشته ای.....	۲۲
چگونگی اعمال کشاورزی حفاظتی در مناطق خشک.....	۲۶
مزایای کشاورزی حفاظتی در مناطق خشک.....	۲۷
حفظ رطوبت خاک.....	۲۷
افزایش درجه حرارت خاک در فصل پاییز و تعدیل آن در فصل تابستان.....	۲۸
افزایش حاصلخیزی خاک.....	۲۹
ماشین های کاشت مناسب روش های حفاظتی.....	۲۹
خاک ورزهای مرکب.....	۳۱
مزایای استفاده از خاک ورزهای مرکب.....	۳۳
خلاصه مطالب.....	۳۴
منابع.....	۳۶

مقدمه

خاک‌ورزی بخش مهمی از مجموعه عملیات تولید است. عملیات خاک‌ورزی، حاصلخیزی و تمامی جنبه‌های کیفی محیطی را به‌طور چشمگیری تحت تأثیر قرار می‌دهد. یکی از تأثیرات نامطلوب تردد و کار ماشین‌ها، فشردن و در معرض فرسایش بادی یا آبی قرار دادن خاک است که بخش عمده‌ای از این رفت‌وآمد و کار مربوط به عملیات خاک‌ورزی است. عملیات خاک‌ورزی در اکثر مناطق ایران به‌وسیله گاواهن برگردان‌دار و بدون وجود بقایای گیاهی انجام می‌شود. به‌کارگیری گاواهن برگردان‌دار در کشاورزی ایران همچنان رایج‌ترین وسیله مورد استفاده کشاورزان است. با وجود همه مزایایی که گاواهن برگردان‌دار نسبت به بقیه گاواهن‌ها دارد، استفاده دائمی از آن بویژه در مناطق خشک مثل حاشیه دریاچه ارومیه مشکلاتی را نیز به همراه داشته است. این مشکلات در بسیاری از مواقع بر مزایای آن پیشی گرفته و لزوم استفاده مداوم آن را با مشکل مواجه ساخته است. ازجمله توصیه‌هایی که در کشاورزی حفاظت‌شده ارائه می‌شود حفاظت از خاک در مقابل فرسایش زودهنگام، حفظ و نگهداری بقایای گیاهان کشت‌شده در مزارع برای کمک به تقویت، حفظ مواد معدنی و آلی خاک و حفظ رطوبت

اراضی کشاورزی است. سیستم متداول خاک‌ورزی معایب متعددی چون صرف وقت و هزینه و انرژی زیاد دارد و می‌تواند موجب کاهش ذخیره رطوبتی خاک، افزایش فرسایش خاک، مستهلک شدن سریع ماشین‌های کشاورزی، کاهش توانایی کشت‌پذیری خاک زراعی در بلندمدت شود. کشاورزی حفاظتی می‌تواند عوارض مذکور را کاهش دهد و تولید پایدار را تضمین کند. کشاورزی حفاظتی مفهومی گسترده است و شامل عملیات مختلف مدیریتی می‌شود. این نوع کشاورزی متشکل از مجموعه عملیاتی است که از کاهش تعداد عبور و مرور وسایل در مزرعه تا پرورش محصول بدون خاک‌ورزی اولیه و ثانویه را دربر می‌گیرد.

روش‌های خاک‌ورزی

نحوه برخورد با بقایای گیاهی محصول قبلی، یکی از عوامل مهم در کشاورزی پیشرفته است. با توجه به نوع مدیریت، شرایط آب‌وهوایی و تناوب محصول‌های زراعی یکی از دو روش خاک‌ورزی مرسوم یا خاک‌ورزی حفاظتی انتخاب می‌شود.

خاک‌ورزی مرسوم

خاک‌ورزی مرسوم عبارت است از عملیات خاک‌ورزی متداول و سنتی که در یک منطقه جغرافیایی مشخص برای ایجاد بستر مناسب بذر و تولید یک محصول معین به کار می‌رود. عملیات به کاررفته برای محصولات مختلف و از منطقه‌ای به منطقه دیگر حتی درون یک ناحیه به‌طور چشمگیری تغییر پیدا می‌کند؛ ولی در کشور ایران به‌صورت استفاده از گاوآهن برگردان‌دار است که به‌طور معمول نحوه برخورد با بقایای گیاهی در آن به یکی از حالت‌های زیر است:

روش‌های گاوآهن برگردان‌دار

• سوزاندن بقایای گیاهی محصول قبل

سوزاندن بقایای گیاهی محصول قبل (سوزاندن بقایای گیاهی محصول قبل)، یکی از مرسوم‌ترین روش‌های برخورد با بقایای گیاهی در ایران است (شکل ۱). از معایب عمده این روش می‌توان به آلودگی محیط‌زیست در اثر آتش‌زدن بقایای گیاهی و کاهش درصد ماده آلی خاک اشاره کرد.



شکل ۱- سوزاندن بقایای گیاهی محصول قبل در مزرعه

• مخلوط کردن بقایای گیاهی با خاک

مخلوط کردن بقایای گیاهی با خاک (یکی دیگر از روش‌های خاک‌ورزی مرسوم، مخلوط کردن بقایای گیاهی با خاک است.) به‌طور معمول نخست بقایای گیاهی به‌وسیله دیسک یا ساقه‌خردکن به قطعه‌های کوچک‌تر خرد شده و سپس با انجام عملیات شخم در زیر خاک مدفون می‌شوند (شکل ۲).



شکل ۲- مخلوط کردن بقایای گیاهی با خاک

یکی از روش‌های مناسب برای خرد کردن بقایای گیاهی، استفاده از کمباین‌های مجهز به ساقه خردکن است. در این روش به وسیله این نوع کمباین‌ها همزمان با عملیات برداشت محصول، بقایای گیاهی را خرد کرده و در سطح مزرعه پخش می‌کنند. اگر حجم بقایای گیاهی زیاد باشد یا برای مصرف دام مورد نیاز باشد، می‌توان قسمتی از بقایای گیاهی را از زمین خارج کرد. به این منظور می‌توان حجم زیادی از بقایای گیاهی را که از پشت کمباین به روی سطح مزرعه می‌ریزد، به وسیله دستگاه بسته‌بند جمع‌آوری و سپس از مزرعه خارج کرد (شکل ۳).



شکل ۳- جمع‌آوری بقایای گیاهی به‌وسیله بسته‌بندکن

از مزایای مخلوط‌کردن بقایای گیاهی با خاک در خاک‌ورزی مرسوم می‌توان به این موارد اشاره کرد: افزایش درصد ماده آلی خاک، حفظ رطوبت خاک، افزایش دور آبیاری و جلوگیری از آلودگی محیط‌زیست. از معایب این سیستم هم می‌توان به تردد زیاد ماشین‌های کشاورزی در مزرعه، افزایش هزینه خاک‌ورزی و زمان طولانی مورد نیاز برای تهیه بستر بذر اشاره کرد (بویژه برای کشت‌های متوالی که زمان کمی برای تهیه بستر بذر وجود دارد).

مشکلات خاک‌ورزی مرسوم در اثر استفاده از گاوآهن برگردان‌دار

۱- کلوخه‌ای شدن خاک

خشک بودن خاک در مناطق خشک به‌علت محدودیت منابع آب در زمان شخم از یک سو و نیاز به تسریع در کشت محصول بعدی از سوی

دیگر موجب انجام عملیات خاک‌ورزی در رطوبت نامناسب می‌شود. این کار سبب ایجاد کلوخه‌های بزرگ و سخت می‌شود. وجود کلوخه‌های بزرگ و سخت بعد از انجام شخم یکی از موانع کشت مکانیزه محصولات زراعی است.

۲- نیاز به وقت و انرژی زیاد

استفاده از گاوآهن برگردان‌دار برای انجام عملیات خاک‌ورزی نیاز به وقت و انرژی زیاد دارد، یعنی سرعت انجام کار این گاوآهن کم و میزان مصرف انرژی آن زیاد است. علاوه بر این در مناطق خشک عملیات آماده‌سازی بستر بذر به‌منظور کشت مکانیزه محصولات به‌علت کلوخه‌های ایجادشده بعد از شخم، زمان و انرژی مورد نیاز برای تهیه بستر بذر را افزایش می‌دهد که از مشخصات این روش خاک‌ورزی در مناطق خشک است.

۳- هزینه زیاد

به‌طور متوسط حدود یک‌دوم تا یک‌سوم هزینه‌های ماشینی محصولات زراعی در ایران مربوط به عملیات خاک‌ورزی است. در صورت حذف یا کاهش این عملیات می‌توان به کاهش هزینه عملیات ماشینی کمک کرد.

۴- تخریب ساختمان خاک

انجام عملیات خاک‌ورزی به روش رایج، کاری سنگین و پرهزینه است، به‌طوری که حدود ۱۰۰۰ مترمکعب خاک توسط گاوآهن برگردان‌دار (به عمق ۲۰ و عرض کار ۱۰۰ سانتی‌متر) در یک ساعت جابه‌جا می‌شود. این میزان جابه‌جایی خاک برای شخم یک هکتار زمین زراعی حدود ۳۵۰۰ مترمکعب

است. انجام عملیات تکمیلی در آماده‌سازی بستر بذر (خاک‌ورزی ثانویه) و مبارزه با علف‌های هرز (ماشین‌های وجین‌کن) نیز شدت عملیات خاک‌ورزی را افزایش می‌دهد. این امر در طی سالیان متوالی باعث تخریب ساختمان خاک و جلوگیری از تشکیل خاکدانه‌ها خواهد شد.

۵- به‌هم‌زدن تسطیح زمین

استفاده از گاوآهن برگردان‌دار نیاز به راننده تراکتوری ماهر دارد تا بتواند تنظیمات آن را رعایت کند. رعایت‌نکردن این تنظیمات به‌مرور باعث به‌هم‌زدن تسطیح اراضی شده است. یکی از دلایل پایین‌بودن بازده آبیاری، ناهمواری‌های ایجادشده در اثر استفاده از گاوآهن برگردان‌دار است. هرچند عملیات زراعی با گاوآهن برگردان‌دار شرایط فیزیکی مناسب از نظر تهویه و نگهداری آب را فراهم می‌سازد، آبیاری‌های سنگین که به‌علت عدم تسطیح اراضی و کلوخه‌ای بودن سطح خاک قبل از رسیدن گیاه به مرحله توسعه ریشه صورت می‌گیرد، شرایط فیزیکی ایجادشده بعد از خاک‌ورزی را از بین می‌برد و خاک به شرایط اولیه خود قبل از شخم برمی‌گردد.

۶- مصرف زیاد آب

کمبود آب یکی از مشکلات زراعت در مناطق خشک و نیمه‌خشک است. هر روشی که بتواند در حفظ رطوبت خاک و افزایش کارایی آبیاری کمک کند، به افزایش سطح زیر کشت محصولات زراعی در این مناطق منجر خواهد شد. کاهش شدت تبخیر بویژه در فصل تابستان، با نگهداری بقایای گیاهی در سطح یا نزدیک سطح خاک می‌تواند به حفظ رطوبت خاک کمک کند. خاک‌ورزی مرسوم به‌علت نبود امکان مدیریت بقایای گیاهی در سطح یا نزدیک سطح خاک، شرایط محیطی را برای حفظ رطوبت خاک فراهم نمی‌سازد. شخم رایج،

باعث آمدن خاک مرطوب زیرین به سطح و اتلاف رطوبت ذخیره شده خاک می شود. همچنین افزایش زبری سطح خاک پس از عملیات خاک‌ورزی مرسوم عامل کاهش بازدهی آبیاری است.

۷- فرسایش بادی و آبی

همان‌طور که پیش‌تر ذکر شد تهیه بستر کاشت به روش خاک‌ورزی مرسوم عملیاتی سنگین است که باعث جابه‌جایی زیاد ذرات خاک و پودر شدن آن‌ها می‌شود. خشک بودن خاک در فصل تابستان در مناطق خشک و شخم آن با گاوآهن برگردان‌دار باعث به‌وجود آمدن کلوخه‌های بزرگ می‌شود. نرم کردن این کلوخه‌ها به منظور کشت مکانیزه نیاز به تردد زیاد ادوات خاک‌ورزی ثانویه دارد. چنین کاری به پودر شدن ذرات خاک و جابه‌جایی آن‌ها با جریان باد منجر می‌شود که فرسایش بادی را به دنبال دارد. در سال‌های اخیر به منظور تسریع در عملیات خاک‌ورزی ثانویه اقدام به واردات و ساخت کمبینات، روتوتیلر و سیکلوتیلر و ترویج آن در داخل کشور شده است؛ ولی استفاده از این ادوات فعال به علت شرایط خشک خاک باعث افزایش شدت فرسایش بادی شده است و افزایش غبار محلی در هوای شهرهای مجاور این اراضی را به همراه داشته است. همچنین ذرات پودر شده خاک در سیستم خاک‌ورزی مرسوم در اثر آبیاری سطحی جابه‌جا می‌شود و تجمع ذرات در قسمت‌های گود زمین را به همراه دارد. این تجمع ذرات ریز سله‌بستن سطحی و فرسایش آبی را در مناطق شیب‌دار به دنبال دارد. فرسایش خاک‌های زراعی در مناطق خشک باعث متضرر شدن نسل‌های آینده می‌شود.

۸- کاهش مواد آلی خاک و آلودگی هوا ناشی از سوزاندن بقایای گیاهی

بقایای محصولات زراعی معمولاً توسط کشاورزان یا از مزرعه خارج می‌شوند یا برای چرای دام استفاده می‌شوند یا سوزانده می‌شوند. وجود بقایای گیاهی پس از برداشت محصولات زراعی، کار با تراکتور برای شخم را (چون چرخ‌های عقب بخوبی با خاک درگیر نمی‌شود) مشکل می‌کند و حرکت تراکتور را مختل می‌سازد. کشاورزان برای رفع مزاحمت بقایای گیاهی راحت‌ترین روش یعنی سوزاندن آن را انتخاب می‌کنند.

بقایای گیاهی یکی از منابع تأمین مواد آلی خاک است؛ اما سوزاندن آن‌ها باعث فقیرتر شدن خاک مناطق خشک از مواد آلی و رسیدن میزان آن به کم‌تر از یک درصد در خاک‌های ایران شده است. به‌طور کلی آلودگی‌های زیست‌محیطی، تصادفات جاده‌ای و کاهش حاصلخیزی خاک از عوارض سوزاندن بقایای گیاهی است.

۹- ایجاد لایه سخت در کفه شخم

استفاده مداوم از گاوآهن برگردان‌دار در تهیه بستر بذر در یک عمق ثابت و تماس تیغه آن با این قسمت خاک بتدریج یک لایه سخت و نفوذناپذیر در زیر کف شخم ایجاد می‌کند که ممکن است مشکلاتی در نفوذ و تغذیه ریشه گیاه ایجاد کند. شکستن این لایه سخت با ادواتی نظیر زیرشکن بعد از چندین سال توصیه می‌شود که هزینه اضافی دربر خواهد داشت.

خاک‌ورزی حفاظتی

خاک‌ورزی حفاظتی شامل عملیات زراعی است که برای سوددهی محصول تولیدی لازم است، در عین حالی که کم‌ترین فرسایش بادی و آبی خاک را به‌همراه داشته باشد. تأکید روی حفاظت خاک است؛ ولی حفظ رطوبت خاک، انرژی، نیروی کار و حتی ادوات نیز گاهی اوقات از مزایای این روش است. هدف از خاک‌ورزی حفاظتی کاهش شدت عملیات خاک‌ورزی و مدیریت بقایای گیاهی موجود در سطح خاک است. هرگونه تلاش در کم کردن شدت عملیات خاک‌ورزی، کاهش عمق شخم یا سست و لق کردن خاک بدون زیر و رو (برگرداندن) کردن آن، خاک‌ورزی حفاظتی محسوب می‌شود. در این سیستم پس‌مانده‌های محصول قبلی تماماً یا قسمتی از آن (حداقل ۳۰ درصد) در سطح یا نزدیک سطح خاک نگهداری می‌شود. حفظ بقایای گیاهی در سطح یا نزدیک سطح خاک در روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی باعث حفظ رطوبت خاک، جلوگیری از شست‌وشوی ذرات خاک بر اثر ضربات باران در اراضی شیب‌دار و کاهش فرسایش آبی می‌شود. همچنین کاهش شدت برهم‌زدن خاک در سیستم خاک‌ورزی حفاظتی از خرد شدن و جابه‌جایی زیاد ذرات خاک و پودر شدن آن جلوگیری می‌کند و باعث کاهش فرسایش بادی می‌شود (شکل ۴).



شکل ۴- باقی گذاشتن بقایای گیاهی در سطح مزرعه

خاک‌ورزی حفاظتی از دهه ۱۹۴۰ در اروپا و آمریکا به‌عنوان یک سیستم جایگزین گاوآهن برگردان‌دار، به‌علت خشکسالی‌های به‌وجودآمده و به‌منظور جلوگیری از فرسایش آبی و بادی مورد توجه قرار گرفت و کشاورزی بدون شخم برای اولین بار معرفی شد. علاوه بر حفظ و نگهداری منابع آب و خاک، سلامتی مواد غذایی، حفظ طبیعت و محیط‌زیست از موارد دیگری است که در شرایط کنونی توجه کشورهای پیشرفته را در استفاده از سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی به خود معطوف داشته است. با توجه به شرایط اقلیمی مناطق خشک و نیمه‌خشک و وجود مشکلاتی نظیر محدودیت منابع آب، فقیربودن خاک‌های این مناطق از مواد آلی

و آسیب‌پذیری ساختمان آن‌ها و دیگر معایب اشاره‌شده در استفاده از خاک‌ورزی مرسوم، خاک‌ورزی حفاظتی به‌عنوان سیستم جایگزین بایستی مورد توجه کشاورزان قرار گیرد.

روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی

به‌طورمعمول برای خاک‌ورزی حفاظتی از چهار روش استفاده می‌شود: ۱- بی‌خاک‌ورزی؛ ۲- حداقل خاک‌ورزی؛ ۳- کاهش خاک‌ورزی؛ ۴- خاک‌ورزی پشت‌های.

بی‌خاک‌ورزی

در روش بی‌خاک‌ورزی هیچ نوع عملیات خاک‌ورزی صورت نمی‌پذیرد و تنها ماشین کاشت کود و بذر را با حداقل به‌هم‌خوردگی در خاک قرار می‌دهد. در روش بی‌خاک‌ورزی بقایای گیاهی در سطح خاک (روی خاک) رها می‌شوند. در این روش کارنده به‌طور مستقیم وارد زمین می‌شود و با ایجاد شکافی در داخل خاک، بذر و کود را در داخل خاک قرار می‌دهد. مهار علف‌های هرز در روش بی‌خاک‌ورزی با استفاده از علف‌کش‌ها و در ابتدای کاشت انجام می‌شود؛ ولی ممکن است از عملیات خاک‌ورزی (با توجه به نوع شیاربازکن) نیز برای مهار علف‌های هرز استفاده شود.

حداقل خاک‌ورزی

در روش کم‌خاک‌ورزی عملیات برحسب نوع گیاه و میزان بقایای محصول قبلی تا عمق کافی (۸ تا ۱۵ سانتی‌متر) برای قراردادن کود

و بذر و مخلوط کردن بقایا با لایه سطحی انجام می‌گیرد. در این روش خاک‌ورزی، برای تهیه بستر بذر از حداقل عملیات خاک‌ورزی استفاده می‌شود. در این روش عملیات خاک‌ورزی به‌منظور کاهش انرژی مصرفی، حفظ ساختمان خاک و حفظ رطوبت خاک، تعداد عملیات یا شدت انجام عملیات کاهش می‌یابد. پس از کاشت ۱۵ تا ۳۰ درصد سطح خاک با بقایای گیاهی پوشیده می‌شود. مهار علف‌های هرز با استفاده از علف‌کش‌ها یا خاک‌ورزی انجام می‌شود.

کاهش خاک‌ورزی

کاهش خاک‌ورزی عبارت است از هر سیستمی که با شدت و فعالیت کم‌تری نسبت به خاک‌ورزی مرسوم انجام شود. در این سیستم تعداد عملیات خاک‌ورزی کاهش یافته است یا ادوات خاک‌ورزی که نیروی کم‌تری به‌ازای واحد سطح نیاز دارند، جایگزین ادواتی شده‌اند که نوعاً در سیستم خاک‌ورزی مرسوم به‌کار می‌روند و بقایای گیاهی با خاک مخلوط می‌شود. به‌طور معمول در مراحل مختلف رشد محصول برای مهار علف‌های هرز از علف‌کش استفاده می‌شود.

خاک‌ورزی پشته‌ای

خاک‌ورزی پشته‌ای به‌عنوان روش جدید خاک‌ورزی حفاظتی در پی آلودگی‌های زیست‌محیطی ناشی از مبارزه شیمیایی با علف‌های هرز در سیستم بی‌خاک‌ورزی و کم‌خاک‌ورزی در کمر بند کشت ذرت در آمریکا ابداع شد. در این روش در ابتدا زمین را پس از آماده‌سازی در حد مطلوب تسطیح می‌کنند و محل کاشت و قراردادن بذر را از محیط اطراف آن

مرتفع‌تر می‌سازند، طوری که پشته‌هایی به ارتفاع ۱۰ تا ۱۵ سانتی‌متر و به پهنای ۱۵ سانتی‌متر ایجاد شود تا متعاقب آن کشت بذر بر روی پشته‌ها انجام شود (شکل ۵).



شکل ۵- خاک‌ورزی پشته‌ای

برای تهیه این پشته‌ها با فواصل ۷۰ تا ۹۰ سانتی‌متر (بسته به نوع محصول) اقدام می‌شود. این پشته‌ها در سال‌های بعد بر جای می‌مانند و فقط روی آن‌ها خاک‌ورزی سطحی صورت می‌گیرد. بذرکار در حین عمل، سطح پشته را اتو می‌کشد. پشته‌ها در عملیات بعدی وجین، که یک یا دو ماه بعد صورت می‌گیرد، دوباره‌سازی می‌شوند. بدین ترتیب که پس از برداشت محصول قبلی سرپشته‌ها تا عمق نسبتاً کمی که احتمال

وجود بذر علف‌های هرز در اثر ریزش در خلل و فرج خاک وجود دارد، بریده شده و به همراه بقایای موجود بر روی پشته به داخل جویچه‌ها ریخته می‌شود. با این عمل امکان سبز شدن علف‌های هرز در مجاورت خطوط کاشت که کولتیواتور زدن مشکل است، به حداقل می‌رسد. سپس عمل بذرکاری بر سر پشته‌ها انجام می‌گیرد. خشک شدن سریع‌تر سرپشته‌ها بعد از آبیاری و موجود نبودن بقایا باعث گرم شدن بیش‌تر این قسمت می‌شود و بذر گیاه اصلی نسبت به علف‌های هرز سریع‌تر جوانه می‌زند. در این حالت بذر علف‌های هرز معمولاً در نزدیکی ردیف کاشت وجود ندارد و بذور جوانه‌زده در کف جویچه‌ها به‌علت تأخیر در سبز شدن نمی‌تواند با گیاه اصلی رقابت کند. علف‌های هرز سبز شده در کف جویچه‌ها در مرحله‌ای که گیاه اصلی نسبتاً قوی شده است، توسط عمل کولتیواتور زدن از بین می‌روند و با خاک و بقایای گیاهی موجود در کف جویچه‌ها مخلوط می‌شوند. در این حین بازسازی پشته‌ها (انتقال خاک کف بر روی پشته‌ها) نیز انجام می‌پذیرد.

در مناطق خشک که استفاده از دو شکل متفاوت بستر کاشت در توالی غلات و محصولات ردیفی (غلات بر روی بستر مسطح و محصول بعدی بر روی پشته) عاملی محدودکننده در اعمال خاک‌ورزی حفاظتی محسوب می‌شود، این نوع خاک‌ورزی توصیه می‌شود. در این حالت برای اعمال خاک‌ورزی حفاظتی بایستی شکل بستر کاشت گندم از سطح به پشته‌ای تغییر بیابد و گندم و ذرت هر دو بر روی پشته‌های یکسان کشت کرد.

خاک مورد نیاز برای ترمیم پشته‌ها از سطح بین ردیف‌ها برداشته می‌شود و بقایای سرپا (ایستاده) را نیز برای تسهیل در کاشت خرد می‌کند و به داخل جوی‌ها می‌ریزد. در زمان کاشت، نخست خاک سطح بالایی

پشته‌ها خراشیده و همراه با بقایای گیاهی به داخل جویچه‌ها ریخته می‌شود و پس از آن عملیات کاشت انجام می‌شود. در این روش خاک‌ورزی، خاک از زمان برداشت محصول تا زمان کاشت گیاه بعدی به صورت دست‌نخورده باقی می‌ماند و برای افزودن عناصر غذایی و سست کردن خاک از خاک‌ورز استفاده می‌شود. تهیه بستر بذر در زمان کاشت و با استفاده از پنجه‌غازی‌ها، شیاربازکن‌ها، کولتیواتورها یا ردیف‌سازها انجام می‌شود. مهار علف‌های هرز به‌طور معمول با استفاده از علف‌کش‌ها و کولتیواتورها انجام می‌شود. از مزایای روش خاک‌ورزی پشته‌ای می‌توان به کنترل فرسایش، بهبود وضعیت زهکشی و گرم شدن سریع‌تر خاک، کاهش تراکم خاک، حفظ رطوبت خاک و همچنین کاهش هزینه خاک‌ورزی برای تهیه بستر بذر اشاره کرد. پوشش بقایای گیاهی در روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی سبب عایق شدن و کاهش دمای خاک در هنگام دوره گرم شدن می‌شود، به این معنی که در اوایل فصل رشد، خنک‌تر بودن خاک، رشد گیاه را متوقف می‌کند؛ ولی رطوبت ذخیره‌شده اضافی که از کاهش رواناب و تبخیر حاصل شده است، می‌تواند بعدها رشد از دست‌رفته گیاه را جبران کند. اما خاک‌های ریزبافت که برای مدت زیادی می‌توانند خیس باشند، در شرایط کم‌خاک‌ورزی و بقایای گیاهی زیاد در سطح خاک، اغلب شرایط رشد خوبی را تأمین نمی‌کنند. بقایای سطحی در روش بی‌خاک‌ورزی، تبخیر را در دوره بارندگی کاهش می‌دهد. از طرف دیگر، پیوستگی لوله‌های مویین بین سطح و خاک زیرین زمین حفظ می‌شود، به طوری که حرکت آب به طرف پایین محدود نمی‌شود. ترکیب این دو عامل می‌تواند ذخیره رطوبت را در این روش افزایش دهد.

چگونگی اعمال کشاورزی حفاظتی در مناطق خشک

برگردان نکردن خاک و حفظ بقایای گیاهی در سطح که نشانه‌های فقدان مدیریت صحیح هستند، می‌تواند موجب بروز موانعی در کشت محصول بعدی شود. وجود زیاد علف‌های هرز، یکی از مشکلات مشاهده‌شده در سیستم خاک‌ورزی حفاظتی است. دانه‌های باقی‌مانده محصول قبلی و بذور علف‌های هرز به‌علت حفظ بقایای گیاهی در سطح خاک و برگردان نشدن خاک، شرایط مساعدی برای سبز شدن در این روش خاک‌ورزی را دارند. این مشکل در تناوب غلات با محصولات ردیفی به‌علت ریزش بذور غلات از کمباین و قرارگرفتن در ترک‌های زمین و سبز شدن سریع‌تر آن‌ها نسبت به محصول اصلی بیش‌تر مشاهده می‌شود.

علاوه بر آن حفظ بقایای گیاهی در سطح خاک در خاک‌ورزی حفاظتی در طی کشت‌های متوالی بویژه در مناطق با نظام دو کشتی که فرصت کم‌تری برای پوسیدن بقایا وجود دارد، تجمع بقایای گیاهی در سطح را به‌دنبال خواهد داشت. حجم زیاد بقایای گیاهی در سطح خاک، خطر ابتلا به بیماری‌ها و حمله آفات را افزایش می‌دهد. در این فرایند عمل کاشت و مبارزه با علف‌های هرز با افزایش حجم بقایا به مرور زمان مشکل می‌شود.

همچنین متفاوت بودن شکل بستر کاشت در دو محصول متوالی (بستر پشته‌ای و مسطح) از موانع دیگر در اعمال روش حفاظتی است. به‌طور مثال غلات در برخی استان‌های کشور به‌صورت مسطح و ذرت بر روی پشته کاشته می‌شود. بنابراین برای اعمال خاک‌ورزی حفاظتی نیاز به نوعی مدیریت خاص است که بتواند مشکلات اشاره‌شده را تا حد زیادی

کاهش دهد. مطالعات و آزمایش‌های انجام‌شده در ایران مشخص کرده که در بین روش‌های مختلف مدیریتی که در دنیا در دست اجراست، روش خاک‌ورزی پشته‌ای با شرایط مناطق خشک ایران تطابق بیش‌تری دارد.

مزایای کشاورزی حفاظتی در مناطق خشک

حفظ رطوبت خاک

یکی از مشخصات آب و هوای مناطق خشک و نیمه‌خشک، پایین بودن رطوبت نسبی هواست. پایین بودن رطوبت موجود در هوا، موجب افزایش شدت تبخیر و تعرق و در نتیجه افزایش آب مورد نیاز گیاهان می‌شود. به‌طور مثال حدود ۵۰ تا ۷۰ درصد آب آبیاری در فصل تابستان از طریق تبخیر و تعرق از دسترس گیاه خارج می‌شود.

یکی از راه‌های کاهش تبخیر، قبل از سایه‌انداختن کامل گیاه اصلی پوشش خاک با بقایای گیاهی حاصل از محصول قبلی است. حفظ بقایای گیاهی در سطح یا نزدیک سطح خاک با عملیات بی‌خاک‌ورزی یا کم‌خاک‌ورزی باعث کاهش تبخیر از سطح خاک می‌شود که از طریق کاهش درجه حرارت، جلوگیری از انتشار بخار آب و کاهش سرعت باد در سطح تماس خاک با هوا صورت می‌گیرد. وجود بقایا در سطح خاک می‌تواند حدود ۳۴ تا ۵۰ درصد تبخیر از سطح خاک را کاهش دهد.

با حفظ بقایای گیاهی در سطح یا نزدیک سطح خاک می‌توان در مناطق خشک بویژه در فصل تابستان دور آبیاری را افزایش داد. این عملیات کاهش شوری خاک را در پی خواهد داشت.

افزایش درجه حرارت خاک در فصل پاییز و تعدیل آن در فصل تابستان

یکی از عوامل محیطی مؤثر بر سبز شدن و رشد و نمو گیاهان زراعی در روش بی خاک‌ورزی یا کم‌خاک‌ورزی درجه حرارت خاک است. هوای معمولاً صاف مناطق خشک باعث دریافت حداکثر گرمای خورشید در روز و دفع سریع گرما در شب می‌شود. میزان این تغییرات در فصل تابستان گاهی به ۳۰ تا ۴۰ درجه سانتی‌گراد می‌رسد. مدیریت بقایای گیاهی با خاک‌ورزی حفاظتی در تعدیل درجه حرارت در مناطق خشک کمک می‌کند. بقایای سطحی به‌عنوان عایق‌های حرارتی عمل می‌کنند که به‌دلیل انعکاس نور، کاهش تبخیر و کاهش تماس باد با سطح خاک است. در بهار در مناطق خشک که هوا رو به گرم شدن است، وجود بقایا در سطح یا نزدیک سطح خاک سبب کاهش متوسط دمای خاک در تمام عمق‌ها می‌شود. از طرف دیگر، با سرد شدن خاک (در پاییز) وجود بقایای گیاهی، خاک را گرم‌تر از خاک بدون پوشش نگه می‌دارد. می‌توان از این پدیده در سبز کردن بذوری مانند پیاز، در فصل پاییز که در روش رایج برای سبز کردن آن مقادیر زیادی شن مصرف می‌شود، استفاده کرد. برای استفاده از شن دلایل گوناگونی نظیر جلوگیری از سله‌بستن خاک، حفظ رطوبت خاک، جذب حرارت و گرم کردن خاک توسط کشاورزان بیان می‌شود. حفظ بقایای گیاهی در سطح نیز می‌تواند این شرایط را ایجاد کرده و مانند شن عمل کند و از مصرف بی‌رویه شن در مزارع جلوگیری کند.

افزایش حاصلخیزی خاک

همان‌طور که قبلاً ذکر شد، یکی از مشخصات خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک فقیربودن خاک این مناطق از مواد آلی است. کشاورزان بقایای گیاهی را از مزرعه خارج می‌کنند و می‌سوزانند. سوزاندن بقایای گیاهی هرچند روشی ارزان، سریع و آسان است و کنترل علف‌های هرز، آفات و بیماری‌ها را امکان‌پذیر می‌سازد، باعث فقیرشدن خاک‌های مناطق خشک از مواد آلی شده است. مدیریت بقایای گیاهی، از روش‌های اصلاح و حاصلخیزی خاک محسوب می‌شود. مدیریت بقایای گیاهی، با خاک‌ورزی حفاظتی میسر است. 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 بهبود می‌بخشد.

ماشین‌های کاشت مناسب روش‌های حفاظتی

پیشرفت تکنولوژی در دهه‌های اخیر به ساخت ماشین‌های کاشت مخصوص سیستم بی‌خاک‌ورزی منجر شده است. این ماشین‌ها بایستی بقایای سطحی را ببرند، در خاک شیار ایجاد کنند، بذر و کود را در داخل آن قرار دهند و خاک روی بذر را فشرده کنند. مقاومت بالای خاک مخصوصاً در فصل تابستان به‌علت خشکی و سختی آن مانع نفوذ شیاربازکن‌های مورد استفاده در ماشین‌های کاشت معمول می‌شود. بنابراین در ماشین‌هایی که به‌منظور کار در شرایط بی‌خاک‌ورزی و در زمین‌های پوشیده از بقایای گیاهی ساخته شده است، شیاربازکن‌های نسبتاً بزرگ دیسکی که لبه‌های

آن‌ها به صورت موج یا کنگره‌دار است، استفاده می‌شود (شکل ۶). این شیاربازکن‌ها با اعمال نیروی نسبتاً زیادی که از طریق وزن سنگین دستگاه به آن‌ها وارد می‌شود، بقایای گیاهی را می‌برد و شیار باریکی در خاک ایجاد می‌کند. بقایای گیاهی در جلو این شیاربازکن‌ها جمع نمی‌شود و کود و بذر به‌نحو مطلوبی در دو عمق مختلف جای‌گذاری می‌شود.



شکل ۶- ماشین کشت مستقیم مورد استفاده در کشاورزی حفاظتی

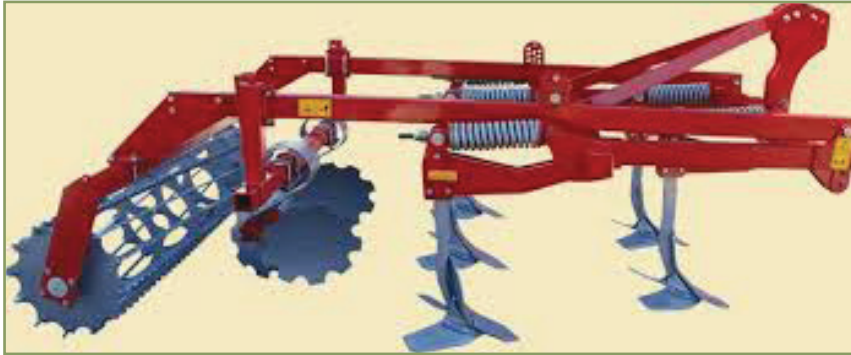
به‌منظور کاشت محصولات ردیفی به روش بی‌خاک‌ورزی در بقایای ایستاده غلات، پیش‌برهای دیسکی موج می‌تواند در جلوی واحدهای کاشت ردیف‌کارهای مرسوم تعبیه شود. پیش‌برهای موج تعبیه‌شده در جلوی هر واحد کاشت، قادر به برش بقایای گیاهی و سست کردن یک نوار باریک خاک به‌منظور حرکت شیاربازکن‌های اصلی دستگاه در عمق مطلوب هستند.

خاک‌ورزهای مرکب

در برخی از مزارع کشاورزی اجرای عملیات خاک‌ورزی برای تهیه بستر بذر با زیاده روی همراه است، به‌نحوی که در برخی از موارد فشردگی خاک به‌دلیل تکرار تردد تراکتور و ادوات (در مجموعه عملیات خاک‌ورزی ثانویه) ممکن است در عمل اثر عملیات خاک‌ورزی اولیه را نیز خنثی کند. بنابراین برای کاهش تردد ماشین‌های کشاورزی در مزرعه، خاک‌ورزی‌های مرکب ساخته شد (شکل ۷ و ۸).



شکل ۷- خاک‌ورز مرکب
(بالا با تیغه قلمی - پایین با تیغه پنجه‌غازی)



شکل ۸- خاک‌ورز مرکب
(چیزل با تیغه‌های پنجه‌غازی + دیسک + غلتک)

در خاک‌ورزی مرسوم (سنتی) در ایران، تردد ماشین‌های کشاورزی در مزرعه بسیار زیاد است، به طوری که در برخی از مزارع برای تهیه بستر بذر گندم از ۱ تا ۲ مرتبه عملیات شخم، ۲ تا ۶ مرتبه عملیات دیسک، ۱ تا ۲ مرتبه عملیات لولر، یک مرتبه کودپاشی و بذرپاشی، یک مرتبه دیسک برای مخلوط کردن بذر و کود با خاک، یک مرتبه فاروئر، یک مرتبه مرزبند و یک مرتبه نهرکن استفاده می‌شود. بنابراین در مجموع برای تهیه بستر بذر حدود ۱۰ تا ۱۵ مرتبه ماشین‌های کشاورزی در مزرعه تردد می‌کنند که سبب تخریب ساختمان خاک و تلفات زمان برای کاشت محصول بعدی می‌شود. استفاده از خاک‌ورزهای مرکب که با یک یا دو بار عبور و با یک کاهش زمانی بستر بذر را تهیه می‌کنند، اهمیت دارد. استفاده از خاک‌ورزهای مرکب بویژه در مزارعی که دارای سیستم دو کشتی در یک سال زراعی هستند و زمان لازم برای تهیه بستر بذر برای کاشت دوم کوتاه است، اهمیت بیش تری پیدا می‌کند. برخی از خاک‌ورزهای مرکب، ساده و برخی دیگر پیچیده، سنگین و گران هستند؛

ولی در مجموع استفاده از آن‌ها سبب کاهش هزینه، افزایش عملکرد و در نهایت افزایش درآمد کشاورزان می‌شود.

مزایای استفاده از خاک‌ورزهای مرکب

همان‌طور که گفته شد خاک‌ورزهای مرکب از ترکیب خاک‌ورزهای اولیه، ثانویه یا هر دو تشکیل شده است. دستگاه‌های مختلفی به‌عنوان خاک‌ورز مرکب ساخته شده است که کارایی متفاوتی دارند.

به‌طور کلی مزایای زیر برای استفاده از خاک‌ورزهای مرکب در نظر گرفته می‌شود:

- کاهش زمان اجرای عملیات خاک‌ورزی و تهیه بستر بذر؛

- کاهش تردد ماشین‌های کشاورزی در سطح مزرعه؛

- حفظ بقایای گیاهی در سطح خاک؛

- حفظ رطوبت خاک؛

- کاهش هزینه تهیه بستر بذر؛

- کاهش فرسایش خاک؛

- امکان انجام به‌موقع عملیات خاک‌ورزی.

خلاصه مطالب

۱- در سیستم کشاورزی حفاظتی (بویژه در فصل تابستان) امکان صرفه‌جویی در مصرف آب وجود دارد. این روش همچنین از منافع ماندن حفظ منابع خاک و آب، حفظ محیط‌زیست و کاهش هزینه‌های خاک‌ورزی برخوردار است. از مزایای دیگر این سیستم می‌توان افزایش مواد آلی خاک، بهبود ساختمان خاک، تعدیل درجه حرارت خاک و پیش‌رس کردن محصول را نام برد. بنابراین با توجه به این مزایا استفاده از این روش به‌عنوان جایگزینی مطلوب برای خاک‌ورزی مرسوم بویژه در کشت‌های تابستانه توصیه می‌شود.

۲- نتایج تحقیقات در مناطق آذربایجان شرقی نشان داد استفاده از روش‌های کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی بر عملکرد محصول در مناطق خشک و نیمه‌خشک تأثیر منفی ندارد و این در صورتی است که در تناوب زراعی رعایت و تماس کافی بین بذر و خاک فراهم شود.

۳- در روش کشاورزی حفاظتی، حفظ بقایای گیاهی در سطح خاک دارای اهمیت است. در کشاورزی حفاظتی از چهار روش بی‌خاک‌ورزی، حداقل خاک‌ورزی، کاهش خاک‌ورزی و خاک‌ورزی پشته‌ای استفاده می‌شود.

۴- ماشین کاشت مجهز به شیاربازکن فعال مخصوص سیستم بی‌خاک‌ورزی در مناطق خشک، اشکالات ناشی از ناکامی سیستم بی‌خاک‌ورزی در برخی از تحقیقات گذشته را، که ناشی از نبود تماس کافی بین بذر و خاک و استقرار ناکافی گیاه است، برطرف ساخته است.

۵- در سیستم کاشت برای کشاورزی حفاظتی، استفاده از گاواهن برگردان دار منسوخ شده و از روش‌های بی‌خاک‌ورزی یا کم‌خاک‌ورزی استفاده می‌شود و به سمت بی‌خاک‌ورزی در حال تغییر است.

۶- از عوامل مهم در کشاورزی حفاظتی نحوه مناسب مدیریت بقایای گیاهی است که با توجه به نوع محصول، تناوب، شرایط آب و هوایی، نوع خاک، حجم بقایا و امکانات در دسترس می‌توان یکی از سه روش مخلوط کردن بقایای گیاهی با خاک، باقی گذاشتن کامل بقایای گیاهی در مزرعه و خارج کردن قسمتی از بقایای گیاهی در مزرعه را استفاده کرد.

۷- در کشاورزی حفاظتی، شدت عملیات خاک‌ورزی و تعداد عملیات خاک‌ورزی کاهش می‌یابد که سبب کاهش هزینه‌های تهیه بستر بذر می‌شود.

۸- به علت باقی گذاشتن بقایای گیاهی در سطح مزرعه نیاز است تا قبل از عملیات خاک‌ورزی از کود اوره برای ثابت نگه داشتن میزان نسبت C/N استفاده شود. در صورتی که در زمان کاشت، تماس مناسب بین بذر و خاک به علت وجود بقایای گیاهی در سطح خاک حاصل نشود، بهتر است از چرخ‌های فشاردهنده در عقب کارنده‌ها استفاده شود و در صورت نیاز می‌توان بقایای گیاهی را قبل از عملیات کاشت خرد کرد تا مشکلات بقایای گیاهی برای کاشت محصول کم‌تر شود.

۹- از آنجایی که وجود بقایای گیاهی زیاد در سطح خاک سبب کاهش دمای خاک و سرعت سبز شدن محصول می‌شود، پیشنهاد می‌شود در مناطق سردسیر حجم کم‌تری از بقایای گیاهی در سطح خاک حفظ شود یا تاریخ کاشت آن زودتر از تاریخ کاشت مرسوم منطقه باشد.

منابع

- ۱- آسودار، محمدامین. هومن، سبزه‌زار. (۱۳۸۷). سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی. انتشارات نشر آموزش کشاورزی. ۳۴۳ صفحه.
- ۲- بهروزی لار، م.، ش. رفیعی، ح. مبلی و ع. جعفری. (۱۳۸۸). مکانیزاسیون، انرژی و کشاورزی ماهواره‌ای جلد دوم، مکانیزاسیون کشاورزی ۲۴۹ صفحه.
- ۳- تاکی، ا. و ا. اسدی. (۱۳۸۸). خاک‌ورزی حفاظتی در مناطق خشک و لزوم آن در کشاورزی پایدار. سازمان جهاد کشاورزی استان اصفهان.
- ۴- حق‌نیا، غ. ح و ع. کوچکی. (۱۳۷۵). مدیریت پایدار خاک (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۰۴ صفحه.
- ۵- زابلستانی، م. (۱۳۹۴). ارزیابی فنی کشاورزی حفاظتی (خاک‌ورزی و کاشت) در منطقه تیرچای میانه آذربایجان شرقی. گزارش پژوهشی نهایی. شماره ثبت ۴۸۸۵۸.
- ۶- زابلستانی، م. (۱۳۹۴). ارزیابی فنی کشاورزی حفاظتی (خاک‌ورزی و کاشت) در منطقه میانه آذربایجان شرقی. گزارش پژوهشی نهایی. شماره ثبت ۴۸۹۹۴.
- ۷- خسروانی، ع.، م. زابلستانی، ا. شریفی، ا. محسنی منش، م. شهربانونژاد، و ع. همت. (۱۳۸۲). بررسی امکان خاک‌ورزی سطحی در کشت گندم آبی. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی. جلد ۴. شماره ۱۷.
- ۸- زابلستانی، م.، م. س. عابدی و ع. ر. صدقی. (۱۳۸۲). بررسی امکان

خاک‌ورزی سطحی در کشت گندم آبی در شرایط استان آذربایجان شرقی. همایش بررسی مسائل خاک‌ورزی غلات.

۹- همت، ع. و م. ر. مصدقی. (۱۳۸۰). خاک‌ورزی برای تولید محصول در مناطق کم‌باران (ترجمه). انتشارات سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. ۱۶۱ صفحه.

۱۰- یونسی الموتی، م، ع.ا. صلح‌جو، ا. شریفی، ا. جوادی، س. ر. اشرفی‌زاده و اورنگ تاکی. (۱۳۹۴). راهنمای خاک‌ورزی حفاظتی و کاربرد آن.



یادداشت

Ruled area for notes with horizontal dotted lines.