



مجموعه نشریات تجارب دنیا در
بخش کشاورزی و منابع طبیعی

مقایسه بهبود توسعه کمی و کیفی کشاورزی حفاظتی

در ایران با سایر کشورها

(شماره ۷)

سرشناسه :	رستمی، محمدعلی، ۱۳۵۱ -
عنوان و نام پدیدآور :	مقایسه بهبود توسعه کمی و کیفی کشاورزی حفاظتی در ایران با سایر کشورها/ نویسنده محمدعلی رستمی؛ ویراستار علمی حسین نوری؛ تهیه شده در مؤسسه آموزش و ترویج کشاورزی.
مشخصات نشر : تهران :	سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مؤسسه آموزش و ترویج کشاورزی، نشر آموزش کشاورزی، ۱۳۹۹.
مشخصات ظاهری :	۴۸ ص.
فروست :	مجموعه نشریات تجارب دنیا در بخش کشاورزی و منابع طبیعی؛ شماره ۷.
شابک :	۹۷۸-۹۶۴-۵۲۰-۷۴۶-۳
وضعیت فهرست نویسی :	فیا
یادداشت:	کتابنامه.
موضوع :	کشاورزی -- ایران -- حفاظت
موضوع :	Agricultural conservation -- Iran
موضوع :	کشاورزی -- حفاظت
موضوع :	Agricultural conservation
موضوع :	کشاورزی پایدار
موضوع :	Sustainable agriculture
موضوع :	خاک‌ورزی
موضوع :	Tillage
موضوع :	خاک -- حفاظت
موضوع :	Soil conservation
شناسه افزوده :	نوری، حسین، ۱۳۴۵ - ویراستار
شناسه افزوده :	سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مؤسسه آموزش و ترویج کشاورزی
شناسه افزوده :	سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مؤسسه آموزش و ترویج کشاورزی، نشر آموزش کشاورزی
رده بندی کنگره :	۵۶۰۴۶۴ S6
رده بندی دیویی :	۶۳۱/۴۵۰۹۵۵
شماره کتابشناسی ملی :	۷۳۵۳۱۱۵
وضعیت رکورد :	فیا

ISBN: 978-964-520-746-3

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۵۲۰-۷۴۶-۳



عنوان: مجموعه نشریات تجارب دنیا در بخش کشاورزی و منابع طبیعی؛ مقایسه بهبود توسعه کمی و کیفی کشاورزی حفاظتی در ایران با سایر کشورها (شماره ۷)

نویسنده: محمدعلی رستمی

ویراستار علمی: حسین نوری

مدیر داخلی: شیوا پارسانیک

تهیه شده در: مؤسسه آموزش و ترویج کشاورزی

طراحی و آماده سازی: دفتر شبکه دانش و رسانه های ترویجی

ناشر: نشر آموزش کشاورزی

صفحه آرا: سبا سادات کرمانی پوربقائی | **نمونه خوان:** افسانه شایسته

شمارگان: ۱۰۰۰ جلد | **نوبت چاپ:** اول، ۱۳۹۹

قیمت: رایگان

مسئولیت درستی مطالب با نویسنده است.

شماره ثبت در مرکز فن آوری اطلاعات و اطلاع رسانی کشاورزی ۵۸۴۰۲ به تاریخ ۹۹/۰۸/۰۳ است.

نشانی: تهران، خیابان آزادی، بین نواب و رودکی، پلاک ۲۰۵، مؤسسه آموزش و ترویج کشاورزی، طبقه ۱۲

تلفن: ۶۶۴۳۰۴۶۵ | تلفکس: ۶۶۴۳۰۴۶۴ | کد پستی: ۱۴۵۷۸۹۶۶۸۱

فهرست

عنوان	صفحه
تعریف مسئله	۵
وضعیت موجود کشور	۶
تجارب کشور کانادا	۹
دلایل گرایش به کشاورزی حفاظتی در کانادا	۱۰
تاریخچه شروع کشاورزی حفاظتی در کانادا	۱۱
انواع خاک ورزی حفاظتی رایج در کانادا	۱۱
میزان تمایل کشاورزان در کانادا به خاک ورزی حفاظتی	۱۲
آموزش و ترویج کشاورزی حفاظتی در کانادا	۱۳
تأثیر مؤسسات خصوصی و کشاورزان پیشرو در آموزش و ترویج خاک ورزی حفاظتی در کانادا	۱۳
سرمایه گذاری و حمایت دولتی از خاک ورزی حفاظتی در کانادا	۱۵
چگونگی توسعه فناوری های مورد نیاز خاک ورزی حفاظتی در کانادا	۱۶
تجارب کشور آمریکا	۱۷
انواع خاک ورزی حفاظتی رایج در آمریکا	۱۹
میزان عملیاتی شدن سه رکن کشاورزی حفاظتی در آمریکا	۲۰
میزان تمایل کشاورزان در آمریکا به خاک ورزی حفاظتی	۲۰
تجارب کشور برزیل	۲۲
تجارب کشور هند	۲۴
تجارب کشور چین	۲۷
تجارب کشور ترکیه	۲۹
تجارب کشور آرژانتین	۳۲
تجارب کشور آفریقای جنوبی	۳۴
تجارب کشور پاکستان	۳۶
تجارب کشور استرالیا	۳۹
نتیجه گیری	۴۱
منابع	۴۵

تعریف مسئله

اکنون دو دهه از آغاز اجرای کشاورزی حفاظتی در کشور می‌گذرد. در این راستا پژوهش‌ها، دوره‌های آموزشی-ترویجی و سایت‌های الگویی متعددی توسط پژوهشگران، کارشناسان و مروجین اجرا شده است. انتظار می‌رود اکنون کشاورزی حفاظتی در کشور عمومی‌سازی شده و روزه روز بیش‌تر مورد توجه قرار گیرد. اما آمارهای رسمی و بررسی‌های میدانی نشان می‌دهد که کشاورزی حفاظتی در کشور آن‌گونه که انتظار می‌رود توسعه نیافته و کشاورزان رغبت چندانی برای اجرای آن ندارند. در برخی نقاط کشور نیز اگرچه کشاورزان ظاهراً کشاورزی حفاظتی انجام می‌دهند ولی عملاً همه‌ی الزامات، در آن لحاظ نمی‌شود. در برنامه ششم توسعه سالیانه ۵۰۰ هزار هکتار توسعه کشاورزی حفاظتی در کشور پیش‌بینی شده است. به همین دلیل؛ لازم است عوامل بازدارنده یا محدود کننده توسعه کشاورزی حفاظتی در کشور بررسی شده و از تجارب کشورهای پیشرو در این زمینه استفاده نمود؛ تا در سال‌های انتهایی برنامه ششم توسعه بتوان گام‌های سریع‌تری در خصوص اجرای کشاورزی حفاظتی برداشت.

در این نشریه عملیات کشاورزی و خاک‌ورزی حفاظتی در ایران، کانادا، آمریکا، برزیل، هند، چین و ترکیه با تکیه بر تجارب کشورهای کانادا و آمریکا به عنوان کشورهای پیشرو در اجرای کشاورزی حفاظتی بررسی شده و نقاط قوت کشورهای هدف و ضعف‌های احتمالی این عملیات در کشور بررسی و پیشنهادات لازم به منظور بهبود عملیات کشاورزی حفاظتی به منظور رسیدن به اهداف برنامه پنج‌ساله کشور ارائه شده است. برای مقایسه گام به گام وضعیت کشاورزی حفاظتی در ایران با کشورهای هدف لازم است ابتدا وضعیت زراعی کشور، وضعیت خاک و مواد آلی آن و میزان بارش در ایران و کشورهای پیشرو هدف روشن گردد. این اطلاعات به تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی در خصوص

چگونگی اجرای کشاورزی حفاظتی و انتخاب روش مناسب خاک ورزی حفاظتی در هر یک از این کشورها و مقایسه آن ها کمک می کند.

وضعیت موجود کشور

در ایران سطح زیر کشت محصولات زراعی در سال ۱۳۹۶ حدود ۱۱ میلیون هکتار، میانگین سطح اراضی کشاورزی ۴/۹ هکتار و متوسط بارش در کشور ۲۳۰ میلی متر بوده است. وضعیت ماده آلی خاک، میانگین بارش و اراضی زیر کشت در برخی استان های کشور در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱- وضعیت کربن آلی خاک، میانگین بارش و اراضی زیر کشت در برخی استان های کشور (سازمان هواشناسی، ۱۳۹۹ و احمدی و همکاران، ۱۳۹۸)

استان	خوزستان	بوشهر	فارس	هرمزگان	زنجان	آذربایجان شرقی	مازندران
کربن آلی (درصد)	۰/۶۷	۰/۴۱	۰/۹۹	۰/۳۹	۰/۷۴	۰/۸۶	۱/۴۷
میانگین بارندگی	۳۰۱	۲۶۱	۲۸۴	۱۵۸	۲۲۳	۲۸۴	۴۵۵
اراضی زیر کشت (هزار هکتار)	۸۵۰	۵۰	۶۰۰	۸۰	۴۲۰	۷۵۰	۴۰۰

در ایران از سال ۱۳۰۰ شمسی میزان آب در دسترس به علت افزایش جمعیت و کاهش نزولات جوی از میزان ۱۴۰۰۰ مترمکعب به ازای هر نفر به ۲۰۰۰ مترمکعب به ازای هر نفر در سال های اخیر رو به کاهش نهاد. پایین رفتن سطح آب های زیرزمینی، استفاده بی رویه از کودهای شیمیایی، کشت مکرر زمین های زراعی، کمبود مواد آلی و فرسایش خاک باعث گردید که

کشاورزی حفاظتی از سوی وزارت جهاد کشاورزی و مؤسسات پژوهشی به عنوان یک الزام به منظور حفاظت از منابع خاک و آب مطرح شده و در برنامه های پنج ساله برای اجرای آن تمهیداتی اندیشیده شود.

تفکر و برنامه ریزی کشاورزی حفاظتی از سال ۱۳۸۳ با اعزام تعدادی از کارشناسان به کشور مکزیک آغاز شد. این برنامه در سال ۱۳۸۶ شش استان را پوشش می داد و در سال های ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ به ترتیب ۱۷ و ۳۱ استان را در بر گرفت. در سال ۱۳۸۳، روش های بی خاک ورزی و کم خاک ورزی در دو استان خوزستان و کرمانشاه توسط وزارت کشاورزی معرفی شد. در سال ۱۳۸۶، نخستین برنامه توسعه کشاورزی حفاظتی توسط وزارت جهاد کشاورزی در شش استان اصفهان، فارس، خوزستان، همدان، قزوین و گلستان آغاز شد. در حال حاضر، دولت برنامه هایی برای ارتقاء آن در کلیه استان ها دارد. کشاورزی حفاظتی هنوز به طور گسترده ای در بین جمعیت کشاورزان ایرانی رواج ندارد. سطح پذیرش در ایران کم است و کم تر از ۵ درصد از اراضی قابل کشت تحت کشاورزی حفاظتی قرار دارند. مرجع علمی کشاورزی حفاظتی در دنیا مرکز فناوری اطلاعات حفاظتی^۱ می باشد. از نظر این مرکز اصول ثابت کشاورزی حفاظتی؛ حداقل به هم خوردگی خاک و تردد ماشین، حفظ و نگهداری مقدار کافی بقایای زنده یا مرده در سطح خاک و رعایت تناوب زراعی مناسب است. خاک ورزی حفاظتی در ایران به سه روش انجام می شود:

کم خاک ورزی؛ در این روش، خاک ورزی با کولتیواتور کلشی (در کشور به نام خاک ورز مرکب شناخته می شود) انجام شده و عمل کشت با کمبینات یا کارنده های دیگر انجام می شود.

بی خاک ورزی؛ در این روش، خاک از زمان برداشت محصول قبل تا کشت محصول بعدی از هم گسیخته نشده ولی در حین کشت، خاک توسط شیار بازکن ماشین کاشت شکافته می شود.

ورز کاشت؛ در این روش، خاک از زمان برداشت محصول قبل تا کشت محصول بعدی از هم گسیخته نشده ولی در حین کشت، خاک توسط واحدهای خاک ورز در جلوی شیار بازکن ها از هم گسیخته شده و بذر به کمک شیار بازکن ها کشت می شود. خاک ورزهای یاد شده کم ترین بهم خوردگی خاک را در جلوی شیاربازکن ها ایجاد می کنند.

در ایران طبق نظر دفتر کشاورزی حفاظتی وزارت جهاد کشاورزی، راهبردهای کلیدی کشاورزی حفاظتی؛ حداقل کردن جابه جایی خاک، پوشش دائمی خاک از بقایای گیاهی و تناوب زراعی بیان شده است. اگرچه اصول یادشده به بخش های اجرایی و کشاورزان ابلاغ شده و دوره های آموزشی و ترویجی متعددی برای اجرایی نمودن آن برگزار شده است اما در عرصه، نسبت به کشاورزی حفاظتی دیدگاه ماشینی وجود دارد و مدیریت بقایا و تناوب زراعی کمرنگ می باشد.

آمار دقیقی از میزان کشاورزی حفاظتی و خاک ورزی حفاظتی انجام شده در کشور در دسترس نیست و فائو آمار خاک ورزی حفاظتی در ایران در سال ۲۰۱۶ را ۱۵۰ هزار هکتار اعلام نموده است. آخرین آمارهای داخلی حاکی از اجرای یک میلیون هکتار کشاورزی حفاظتی است که البته در منابع معتبر آماری ارائه نشده است. تفاوت آمار فائو و آمارهای داخلی از نظر برخی کارشناسان می تواند به دلیل عدم اجرای کامل اصول سه گانه کشاورزی حفاظتی در این مزارع باشد. بیش تر طرح های اجراشده، تحت حمایت و نظارت های فنی بخش های اجرایی دولتی انجام شده و به محض کاهش نظارت ها، کشاورزان مجدداً از روش های معمول خاک ورزی یا کم خاک ورزی استفاده می کنند. به منظور تعیین راهبردهای کشاورزی حفاظتی، ستاد عالی کشاورزی حفاظتی در وزارت جهاد کشاورزی و کمیته فنی در سازمان های جهاد کشاورزی استان ها و شهرستان ها پیش بینی شده است که سیاست گذاری، آموزش، ترویج و هدایت امور کشاورزی حفاظتی در کشور را بر عهده دارند. در هریک از این کمیته ها

نمایندگان بخش‌های مختلف اجرایی و تحقیقات دولتی، نمایندگان صنایع و کشاورزان پیشرو حضور دارند.

در دهه‌ی اول شروع اجرای کشاورزی حفاظتی در کشور؛ واردات انواع خاک ورز مرکب و چیزل پکر به منظور اجرای خاک ورزی حفاظتی با مبنای کم خاک ورزی و ادوات کاشت مانند دستگاه‌های کمبینات و کشت مستقیم انجام شد که بیش‌تر آن‌ها با شرایط خاک زراعی کشور (رطوبت و ماده آلی کم) ناسازگار بوده و عدم وجود یا کمبود خردکن‌ها و مدیریت ضعیف بقایا نیز در طرح‌های اجراشده به چشم می‌خورد. در دهه‌ی دوم و اکنون دهه سوم رویکرد سازندگان و شرکت‌ها به تولید ماشین‌های بومی افزایش یافته است. اکنون در آغاز دهه‌ی سوم اجرای کشاورزی حفاظتی لازم است راهبردهای کشاورزی و خاک ورزی حفاظتی در کشور متناسب با شرایط زراعی، وضعیت خاک، ماشین‌های مخصوص خاک ورزی حفاظتی بازتعریف شده و از تجارب کشورهای پیشرو و طرح‌های موفق داخلی و خارجی برای توسعه هر چه سریع‌تر آن بهره‌گیری نمود.

تجارب کشور کانادا

در کانادا ۳۸ میلیون هکتار زمین قابل کشت وجود دارد که ۳۲ میلیون هکتار آن در بخش پریری^۱ واقع شده است. منطقه پریری؛ جنوب آلبرتا، مانیتوبا و ساسکاچوان^۲ را شامل می‌شود و به پنج منطقه آب و هوایی با نوع خاک خاکستری، قهوه‌ای، قهوه‌ای تیره، سیاه، خاکستری تیره و خاکستری تقسیم می‌شود.^۳ در حدود ۵۷ درصد از اراضی زراعی پریری در مناطق خاک سیاه، خاکستری تیره و خاکستری قرار دارد. حدود ۲۲ درصد در منطقه قهوه‌ای تیره و بقیه در منطقه خاک قهوه‌ای واقع شده‌اند. نشانه‌گذاری رنگ خاک نشانه‌ای از محتوای ماده آلی خاک است که در داخل خاک انباشته می‌شود. مقدار

1- Prairies

2- Manitoba and Saskatchewan

3- Brown, Dark Brown, Black, Dark Grey and Grey

ماده آلی موجود در ۳۰ سانتی متر از خاک سطحی مناطق خاک قهوه‌ای، قهوه‌ای تیره و سیاه به ترتیب ۲، ۴ و ۷ درصد می باشد. در مناطق خاکستری، مقدار ماده آلی خاک بین ۱ تا ۱۰ درصد متغیر است. متوسط بارش سالیانه در منطقه قهوه‌ای ۳۵۰ میلی متر و در منطقه سیاه و خاکستری ۴۷۰ میلی متر است. متوسط مساحت اراضی در کانادا ۳۱۴ هکتار گزارش شده است. در کانادا تعریف کشاورزی حفاظتی به شرح زیر است:

کشاورزی حفاظتی را می توان به عنوان یک روش پایدار تولید محصول تعریف کرد که حداقل ۳۰ درصد از سطح خاک، از بقایای گیاهی محصول قبل پوشانده شده باشد، یا حداقل ۱/۱ تن در هکتار از بقایای غلات دانه ریز در طی دوره بحرانی فرسایش خاک، روی سطح خاک باقی بماند. در این سامانه کشاورزی، کاشت بذر با استفاده از کارنده های مخصوص (با شیار بازکن کاردی یا بشقابی) انجام می شود که حین قرار دادن بذر و کود در خاک، حداقل به هم خوردگی در خاک را ایجاد کنند. کنترل علف های هرز توسط علف کش ها یا با حداقل عملیات دفع علف هرز (با کولتیواتورها) به همراه علف کش ها انجام می شود و از تناوب زراعی؛ برای کمک به شکستن چرخه زندگی آفات و بیماری ها و کنترل علف های هرز استفاده می شود.

دلایل گرایش به کشاورزی حفاظتی در کانادا

کانادا در دهه ۱۹۳۰، در منطقه پریری دوره ای از خشک سالی شدید و طوفان های گردوغبار را تجربه کرد. در نتیجه، این دوره «سی کثیف»^۱ نام گذاری و منطقه به عنوان بخشی از «کاسه گرد و غبار»^۲ شناخته شد. شبیه این اتفاق در بسیاری از مناطق میانه غربی و شمالی ایالات متحده آمریکا نیز افتاده است. در دهه ۱۹۳۰، در فصل تابستان وزش بادهای شدید، میلیون ها تن خاک سطحی از مزارع را به حرکت درآورد. در آن زمان دلیل اصلی این فرسایش خاک،

1- Dirty Thirties

2- Dust Bowl

فرهنگ شخم زدن معرفی شد که بدون هیچ گونه ملاحظات زیست محیطی در منطقه پریری کانادا و مزارع ایالات متحده آمریکا انجام می شد. این روش خاک ورزی با انگیزه مکانیزه کردن تولید، در دوره خشک سالی و افزایش قیمت محصولات کشاورزی طی جنگ جهانی اول حاکم شد. به همین دلیل از دهه ۱۹۳۰ در کانادا و آمریکا جستجو برای یافتن و ترویج روش های خاک ورزی و کاشت که فرسایش خاک را کاهش داده و ساختمان و رطوبت خاک در آن حفظ شود آغاز شد.

تاریخچه شروع کشاورزی حفاظتی در کانادا

در اواخر دهه ۱۹۷۰ خاک ورزی حفاظتی در کانادا شروع شد اما به دلیل برخی مسائل اقتصادی، فناوری، سیاسی و اجتماعی تا قبل از ۱۹۹۰ این سامانه خاک ورزی در مقیاس وسیع مورد پذیرش قرار نگرفت. طبق آمار (۲۰۱۱) بیش از ۷۵ درصد زمین های زراعی در کانادا به ویژه در بخش پریری (Prairies) که از استان های مانیتوبا، ساسکاچوان و آلبرتا تشکیل شده و بیش تر زمین های این ناحیه صاف و بارور می باشند و برای کشاورزی ایده آل و غنی از منابع انرژی هستند یکی از انواع روش های خاک ورزی حفاظتی اجرا می شود که سهم بی خاک ورزی بیش از ۵۰ درصد می باشد.

انواع خاک ورزی حفاظتی رایج در کانادا

خاک ورزی حفاظتی در کانادا به سه روش انجام می شود؛
کم خاک ورزی: خاک ورزی در حد کم انجام شده ولی ۳۰ درصد یا بیش تر از سطح خاک از بقایا پوشیده شده است.
بی خاک ورزی: در این روش، خاک از زمان برداشت محصول قبل تا کشت محصول بعدی از هم گسیخته نشده و کشت بذر با کمک شیار بازکن های تیغه ی باریک یا بشقابی^۱ انجام می شود.

1-narrow knives/hoes or discs

کشت مستقیم: در این روش، خاک از زمان برداشت محصول قبل تا کشت محصول بعدی از هم گسیخته نشده ولی در حین کشت بذر، با ابزار خاک ورز ماشین کاشت (کارنده ای که علاوه بر شیار بازکن های اصلی مجهز به عوامل خاک ورز نیز می باشد)، از هم گسیخته می شود. در این روش، گسیختگی خاک بیش از روش بی خاک ورزی می باشد.

میزان تمایل کشاورزان در کانادا به خاک ورزی حفاظتی

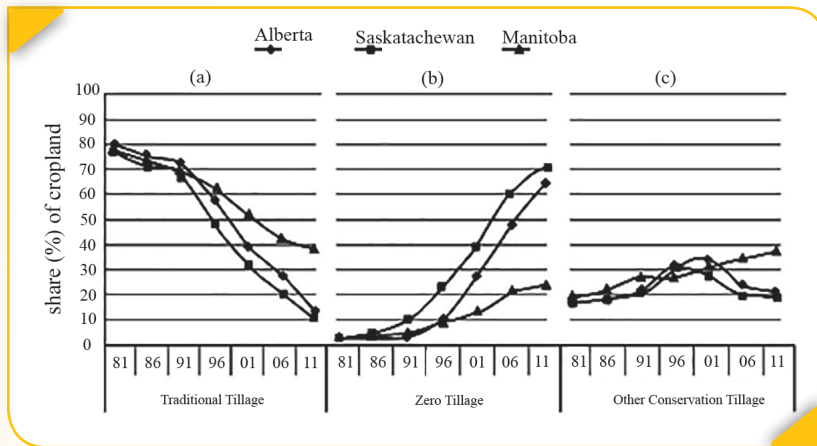
در سال ۲۰۱۲ در یک نظرسنجی از ۹۹۶ کلزا کار در غرب کانادا، ۸۷ درصد گفته اند که از خاک ورزی حفاظتی در زراعت کلزا استفاده می کنند. روش های خاک ورزی حفاظتی که این کشاورزان به کار برده اند در سه گروه زیر خلاصه می شود:

کم خاک ورزی: ۳۰ درصد کشاورزان از این روش استفاده کرده اند.

بی خاک ورزی: ۴۰ درصد کشاورزان از این روش استفاده کرده اند.

کشت مستقیم: ۱۷ درصد کشاورزان از این روش استفاده کرده اند.

شکل ۱ روند اجرای روش های مختلف خاک ورزی در پریری کانادا را از ۱۹۸۱ تا ۲۰۱۱ نشان می دهد. نتایج شکل ۱ نشان می دهد که در دهه ۱۹۸۰، محصولات زراعی که تحت روش بی خاک ورزی کشت شده اند بین ۳ تا ۱۰ درصد تخمین زده شده است. بین سال های ۱۹۹۱ تا ۲۰۱۱، درصد سطح زیر کشت تحت بی خاک ورزی در آلبرتا، ساسکاچوان و مانیتوبا به ترتیب از ۳٪، ۱۰٪ و ۵٪ به ۶۵٪، ۷۰٪ و ۲۵٪ افزایش یافته است. به موازات آن، شکل ۱ (a) کاهش در استفاده از خاک ورزی سنتی را نشان می دهد که نشانگر گذر از خاک ورزی سنتی به حفاظتی در همان مدت است. در همین مدت روش های دیگر خاک ورزی حفاظتی نیز افزایش داشته اند.



شکل ۱- روند توسعه خاک ورزی حفاظتی در کانادا طی سال های ۱۹۸۱ تا ۲۰۱۱ (Awada et al., 2014)

آموزش و ترویج کشاورزی حفاظتی در کانادا

توسعه و مقبولیت کشاورزی حفاظتی در کانادا مرهون مشارکت کشاورزان پیشرو، مهندسين، دانشمندان و انجمن های کشاورزانی بود که باهم همکاری می کردند و به مدت بیش از پنج دهه در تعامل بودند. در این مدت فعالیت های نوآوری مشارکت کنندگان مختلف توسط مجموعه ای از عوامل محیطی، اقتصادی، فناوری، سیاست گذاری و اجتماعی هدایت می شد. هفته ملی حفاظت از خاک در هفته سوم آوریل هر سال در کانادا برگزار می شود. این هفته یک فرصت عالی برای کانادایی ها است که اهمیت سلامت خاک و علوم خاک را برای اقتصاد و آینده شان برجسته کنند.

تأثیر مؤسسات خصوصی و کشاورزان پیشرو در آموزش و ترویج خاک ورزی حفاظتی در کانادا

در کانادا اواخر دهه ۱۹۷۰ تعدادی از کشاورزان مانند Jim McCutcheon که پدر بی خاک ورزی شناخته می شود، خاک ورزی حفاظتی را پذیرفته و آن را

اجرا کردند. در مصاحبه ای که با این کشاورزان انجام شد آن ها گزارش کردند که باوجود محدودیت تجهیزات و قیمت بالای علف کش ها، تولید محصولات زراعی تحت روش های خاک ورزی حفاظتی سودآور است. آن ها همچنین، پیشرفت قابل توجهی در کیفیت خاک را مشاهده نمودند. این کشاورزان نقش مهمی در توسعه فناوری خاک ورزی حفاظتی و ترویج مزایا و فواید آن داشتند. آن ها این کار را با به اشتراک گذاشتن دانش و تجربه خود از طریق شبکه های رسمی و غیررسمی با انجمن های خاک ورزی حفاظتی، بخش های اجرایی، دانشمندان، نمایندگان شرکت های سازنده تجهیزات و سایر کشاورزان انجام دادند. برای مثال شبکه ها و انجمن های زیر تأثیر بسزایی در آموزش، ترویج، برنامه ریزی و اصلاح گام به گام عملیات اجرایی خاک ورزی حفاظتی در کانادا داشتند:

شبکه Lucien Lepage's شامل نمایندگان شرکت های سازنده تجهیزات مانند جان دیر و کانسرواپک و شرکت تجهیزات سم پاشی راگز (ConservaPak/John Deere/Rogers Spraying Equipment)، نمایندگان ایستگاه تحقیقاتی کشاورزی کانادا^۱ انجمن حفاظت خاک ساسکاچوان (SSCA)، شبکه Gerry Willerth's شامل نمایندگان مدیریت نوسازی مزارع پیری^۲ (PFRA) و انجمن حفاظت خاک ساسکاچوان و نماینده کمپانی هی بوستر^۳ و دیگران. شبکه John Bennett's شامل انجمن خاک ورزی مانیتوبا^۴، انجمن حفاظت خاک ساسکاچوان و نماینده انجمن بی خاک ورزی منداک^۵ و نمایندگان سازمان های بین المللی خاک ورزی حفاظتی. شبکه Jim McCutcheon's شامل برخی محققان، نماینده انجمن بی خاک ورزی منداک و دیگران. شبکه Bob McNabb's شامل برخی محققان سرشناس، نمایندگان بخش های دولتی، سازندگان ایالت های مانیتوبا و داکوتای

1- Agriculture Canada research station

2- Prairie Farm Rehabilitation Administration

3- Haybuster

4- Manitoba Tillage Association

5- ManDak Zero Till Association

شمالی، انجمن بی خاک ورزی مانیتوبا-داکوتای شمالی، انجمن بی خاک ورزی منداک. شبکه Murray Sankey's شامل انجمن خاک ورزی حفاظتی آلبرتا (ACTS)، کشاورزان سرشناسی که به تازگی اجرای خاک ورزی حفاظتی را آغاز کرده اند و نمایندگان انجمن های کم خاک ورزی (RTL) و سایرین.

در دهه ۱۹۷۰ دو سازمان مهم وجود داشته اند که در ساخت وساز ابزار در ساسکاچوان خدمت کرده اند. اولین آن ها انجمن سازندگان ادوات پیری^۱ (PAMI) بود که در سال ۱۹۷۰ بنیان گذاری شد تا برنامه هایی را برای آموزش، به اشتراک گذاشتن تجارب و مهارت ها و تسهیل ارتباطات بین اعضای خود فراهم کند. سازمان مهم دیگر، مؤسسه ماشین های کشاورزی پیری^۲ (PAMI) بود که یک انجمن تحقیقاتی، توسعه و تست و آزمون است که در سال ۱۹۷۱ برای تسهیل ارتباط بین تولیدکنندگان و کشاورزان برای طراحی، توسعه، ساخت و ارزیابی تجهیزات و خدمات قطعات تشکیل شد.

سرمایه گذاری و حمایت دولتی از خاک ورزی حفاظتی در کانادا

در کانادا از سال ۱۹۹۱ تا ۲۰۱۱ دو موضوع اقتصادی نیز کشاورزی حفاظتی را تحت الشعاع قرار داده و منافع آن را افزایش داد. اولین موضوع کاهش قیمت علف کش رانداپ^۳ از ۳۳ دلار در سال ۱۹۸۵ به ۱۰ دلار در سال ۱۹۹۲ و ۶/۶ دلار در سال ۲۰۱۱ بود. دومین موضوع کاهش سود وام بانکی برای خرید ماشین های کشاورزی از ۱۳ درصد در سال ۱۹۸۹ به ۷ درصد در سال ۱۹۹۹ و ۵ درصد در سال ۲۰۱۱ بود که باعث کاهش هزینه های خرید ماشین های کشاورزی و سموم شد. موضوع دیگر افزایش قیمت سوخت بود که هزینه کشاورزی به شیوه سنتی را افزایش داد.

1- Prairie Implement Manufacturers Association

2- Prairie Agricultural Machinery Institute

3- Roundup

چگونگی توسعه فناوری های مورد نیاز خاک ورزی حفاظتی در کانادا

در کانادا در طول دهه ۱۹۹۰، شرکت هایی نظیر Conserva Pak / John Deere و شرکت های دیگری مانند شرکت Seed Hawk و Seed Master توانستند تعداد زیادی از کارنده های پنوماتیکی که خاک را به میزان کم گسیخته و بذرو کود را با دقت در عمق مورد نظر قرار می دادند تولید کنند. تعدادی از شرکت ها هم به منظور اعمال مدیریت بقایا و جلوگیری از گیر کردن ابزار کشت در لابه لای بقایا اقدام به تولید انواع خردکن و پخش کننده های کاه و بقایا و ماشین های جمع آوری کاه کردند. به علت تنوع نوع خاک و بقایا و نیاز به برش خاک توسط شیار بازکن های دستگاه کارنده، تعدادی از سازندگان نیز اقدام به تولید انواع شیار بازکن های پنجه غازی باریک، تیغه باریک و بشقابی کردند. تعداد دیگری از شرکت ها از جمله Dutch Industries, K-Hart Industries, and Valley Packing اقدام به ساخت تجهیزات فشار دهنده بستر بذر، به منظور چسبیدن بذر به خاک و تضمین سبز شدن بذر کردند. بنابراین می توان برنامه ریزی در خصوص تولید و بهینه سازی ماشین های مورد نیاز را در ۴ مورد زیر خلاصه نمود که همه ی نیازهای یک ماشین مناسب خاک ورزی حفاظتی را در بر می گیرد:

۱. طراحی و ساخت کارنده های پنوماتیکی برای کشت بذر در شرایط کم خاک ورزی و بی خاک ورزی؛
۲. طراحی و ساخت خردکن ها، پخش کن ها و جمع آوری کننده های کاه و بقایا به منظور مدیریت بقایا؛
۳. طراحی و ساخت شیار بازکن های مناسب برای باز کردن شیار در میان بقایا؛
۴. طراحی و ساخت فشردن کننده های بستر بذر به منظور چسبیدن بذر به خاک و بهبود سبز شدن بذر؛

با توجه به مطالب بیان شده تقویم شروع و بلوغ خاک ورزی حفاظتی در کانادا به شرح زیر می باشد:

۱. دهه های ۱۹۳۰ و ۱۹۴۰؛ دهه های کثیف، فرسایش خاک و جستجو برای روش های کشاورزی پایدار؛

۲. دهه ۱۹۵۰ تا اوایل دهه ۱۹۷۰؛ آزمایش اولیه کاشت بذر مستقیم با حداقل به هم خوردگی خاک؛

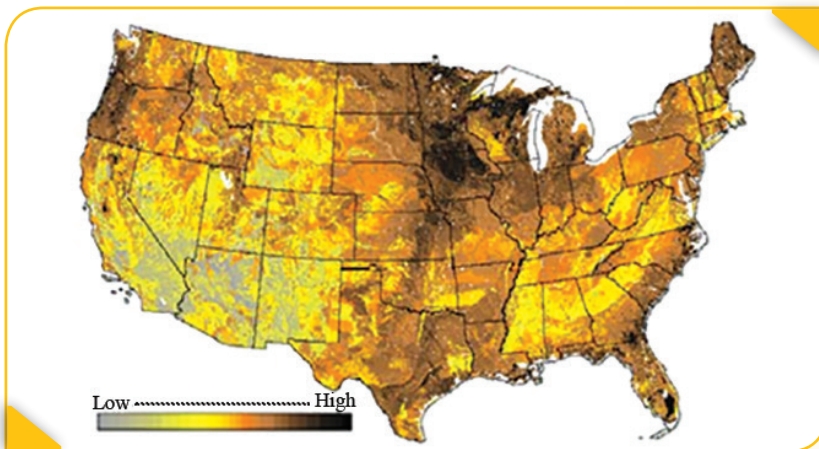
۳. از ۱۹۵۳ تا ۱۹۷۳ به وجود آمدن موانع ابتدایی برای کشت مستقیم بذر با حداقل به هم خوردگی خاک (الف: موانع اقتصادی و فنی مانند گرانی کارنده ها و رشد علف های هرز پهن برگ در مزرعه ب: موانع سیاست گذاری)؛
۴. اوایل دهه ۱۹۷۰ تا ۱۹۸۰ روش خاک ورزی حفاظتی در پیری شکل گرفت؛ ابتدا برخی کشاورزان پیشرو این کار را انجام دادند. این کشاورزان نقش مهمی در توسعه فناوری خاک ورزی حفاظتی و ارتقاء مزایای آن داشتند.

۵. افزایش آگاهی عمومی درباره آثار زیان بار تخریب خاک؛

۶. دهه ۱۹۹۰ و ۲۰۱۰؛ کشاورزان کارنده های پنوماتیکی و کشت بدون خاک ورزی را توسعه دادند؛

تجارب کشور آمریکا

در آمریکا ۳۷۳ میلیون هکتار زمین زراعی وجود دارد که متوسط مساحت هر مزرعه حدود ۱۶۹ هکتار با متوسط بارش سالیانه ۷۱۵ میلی متر است. شکل ۲ نقشه میزان ماده آلی خاک را در زمین های زراعی ایالات متحده آمریکا نشان می دهد. بر اساس شکل ۲ بیش تر زمین های زراعی در آمریکا دارای مواد آلی بیش از متوسط بوده و شرایط خوبی را دارا هستند.



شکل ۲- نقشه میزان ماده آلی خاک در زمین های زراعی ایالات متحده آمریکا
(Hargrove and Luxmore, 1988)

آژانس خدمات کشاورزی وزارت کشاورزی آمریکا (FSA) بر تعدادی از برنامه های مربوط به کشاورزی حفاظتی داوطلبانه نظارت دارد. این برنامه ها به طور فزاینده ای بر کاهش خاک ورزی و ترویج شیوه های کشت (مانند کشت های پوششی^۱ و تناوب محصولات زراعی) متمرکز شده است که می توانند سلامت خاک را بهبود بخشند.

اصول کشاورزی حفاظتی از دهه ۱۹۶۰ مطرح گردید و به تدریج مورد قبول واقع شد. کاربرد گاواهن برگردان دار از دهه ۱۹۷۰ در آمریکا کاهش یافت. در آمریکا کم خاک ورزی از دهه ۱۹۳۰ در واقعه The Dust Bowl شروع شد. در آن سال ها پس از خشک سالی های مداوم و شدید و فرسایش بادی در برخی مناطق، خاک صدمات جدی خورده و تولید محصولات کاهش چشمگیر داشت. در این مناطق به منظور مقابله با فرسایش بادی خاک، کم خاک ورزی متداول شد. این روش کاملاً مناسب برای مناطق نیمه خشک و خشک است که تبخیر را کاهش داده و آب در دسترس را افزایش می دهد. عرضه علف کش های

1- Cover crops

پیش رویشی و دستگاه های کاشت در اوائل دهه ۱۹۶۰ موجب اجرایی شدن کشاورزی حفاظتی به خصوص بی خاک ورزی در آمریکا گردید. در دهه ۱۹۸۰ سطح کشاورزی حفاظتی در آمریکا ۵ میلیون هکتار بود و در سال ۲۰۰۰ به ۲۲ میلیون و در سال ۲۰۱۵ به ۴۳ میلیون هکتار رسید. برنامه ریزی شده است که تا سال ۲۰۲۰ این مقدار به ۷۵ درصد کل زمین های زراعی این کشور افزایش یابد.

انواع خاک ورزی حفاظتی رایج در آمریکا

خاک ورزی حفاظتی در آمریکا به سه روش انجام می شود؛

بی خاک ورزی؛ در این روش هیچ گونه خاک ورزی از برداشت محصول قبلی تا برداشت محصول فعلی انجام نمی شود.

خاک ورزی نواری؛ در این روش خاک ورزی در نوارهای باریک انجام می شود که بذرها روی آن ردیف کشت می شوند. میزان گسیختگی و به هم خوردن خاک نیز کم است (نرخ شدت خاک ورزی^۱ کم تر از ۸۰). نرخ شدت خاک ورزی یک شاخص عددی است که توسط وزارت کشاورزی آمریکا تعریف شده و نشان دهنده نوع و شدت به هم خوردن خاک ناشی از عملیات خاک ورزی است. مقدار این شاخص شامل نوع، سرعت و عمق به هم خوردن خاک می شود. این شاخص به توصیه وزارت کشاورزی آمریکا به جای استفاده از میزان باقی مانده گیاهی روی سطح خاک به عنوان شاخص بهم خوردن خاک استفاده می شود.

خاک ورزی پوششی؛ در این روش خاک ورزی با یکی از ادوات کم خاک ورزی مانند گاوآهن چیزل یا دیسک و با حفظ بقایای گیاهی روی سطح خاک انجام می شود اما میزان گسیختگی و به هم خوردن خاک کم است (نرخ شدت خاک ورزی کم تر از ۸۰).

1- Soil Tillage Intensity Rating (STIR)

میزان عملیاتی شدن سه رکن کشاورزی حفاظتی در آمریکا

در آمریکا؛ کشاورزی حفاظتی با اصل کاهش به هم خوردن خاک آغاز شده و با تأکید بر حفظ پوشش خاک (بقایای محصول قبل یا پوشش زنده^۱ سطح خاک)، تناوب زراعی و روش دو کشتی ادامه می یابد. سرویس حفاظت منابع طبیعی وزارت کشاورزی ایالات متحده آمریکا چهار اصل اساسی را به کشاورزان برای مدیریت سلامتی خاک، حفاظت از خاک و تغذیه آن توصیه کرده است:

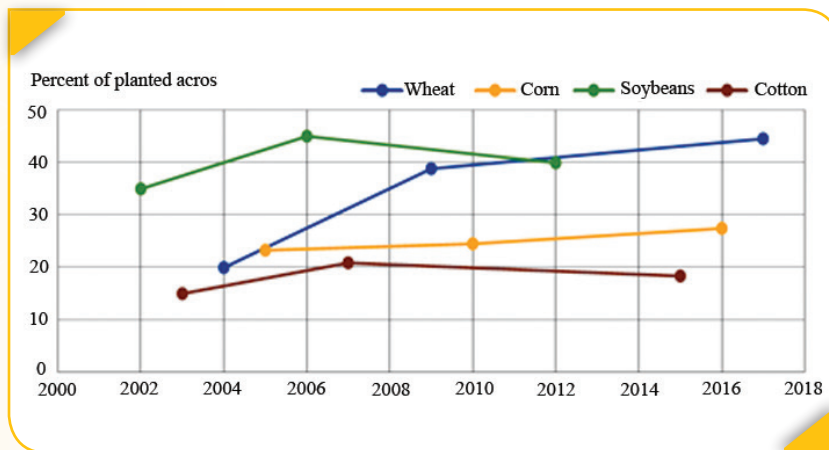
- خاک را بپوشانید (حفاظت از خاک)؛
 - به هم خوردگی و از هم گسیختگی خاک را کاهش دهید (حفاظت از خاک)؛
 - ریشه های زنده را در خاک نگه دارید (تغذیه خاک)؛
 - با استفاده از تناوب زراعی و روش دو کشتی تنوع ایجاد کنید (تغذیه خاک)؛
- بنابراین در آمریکا کشاورزی حفاظتی به عنوان یکی از اجزای حفاظت و سلامت خاک مطرح بوده و بیش تر دیدگاه مدیریت مزرعه بر آن حاکم است. تأکید بر این است که خاک کم به هم خورده و دارای پوشش باشد و اثرات این دو رویکرد با تناوب زراعی و روش های دو کشتی پایدار بماند.

میزان تمایل کشاورزان در آمریکا به خاک ورزی حفاظتی

در آمریکا تقریباً در ۷۰ درصد از مزارع سویا، ۶۵ درصد ذرت، ۶۷ درصد گندم و ۴۰ درصد پنبه از سامانه خاک ورزی حفاظتی استفاده شده است. سهم بی خاک ورزی از کل خاک ورزی حفاظتی ۶۷ درصد در گندم (۴۵ درصد از کل مزارع گندم)، ۵۶ درصد در سویا (۴۰ درصد از کل مزارع سویا)، ۴۴ درصد در پنبه (۱۸ درصد از کل مزارع پنبه) و ۴۲ درصد در ذرت (۲۷ درصد از کل زمین های ذرت) می باشد. بنابراین حدود ۵۲ درصد از خاک ورزی حفاظتی انجام شده در مزارع گندم، سویا، پنبه و ذرت

از نوع بی خاک ورزی و بقیه خاک ورزی نواری^۱ و خاک ورزی پوششی^۲ بوده‌اند. برخلاف توسعه سریع خاک ورزی حفاظتی (بر مبنای کم خاک ورزی) در مزارع گندم در سال های ۲۰۰۴ تا ۲۰۰۹ و مزارع سویا در سال های ۲۰۰۲ و ۲۰۰۶ اطلاعات جدید نشان می دهند که در سال های ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۷ بی خاک ورزی در مزارع گندم رشد کم تری داشته و در مزارع سویا کاهش یافته است. این اطلاعات در تعیین روش مناسب خاک ورزی حفاظتی در کشور ما اطلاعات بسیار مهمی به شمار می رود زیرا بیانگر کاهش رغبت کشاورزان به بی خاک ورزی به مرور زمان می باشد.

شکل ۳ روند توسعه روش های بی خاک ورزی در آمریکا را از ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۷ نشان می دهد. روند توسعه بی خاک ورزی در ۴ محصول اساسی گندم، ذرت، سویا و پنبه با ۵ تا ۲۵ درصد افزایش در سال ۲۰۱۷ نسبت به ۲۰۰۲ به ترتیب به ۴۵، ۴۰، ۲۰ و ۲۸ درصد از کل سطح زیر کشت رسیده است.



شکل ۳- روند توسعه بی خاک ورزی در آمریکا طی سال های ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۷

(Claassen et al., 2018)

1- Strip tillage

2- Mulch tillage

خلاصه تجارب کشورهای کانادا و آمریکا

در اولین گام مشخص شد که زمین های زراعی در کانادا و آمریکا دارای قطعات بزرگ (۳۱۴ و ۱۶۹ هکتار) و در ایران ۴/۹ هکتار می باشد. همچنین میزان بارش در دو کشور کانادا و آمریکا ۲ تا ۳ برابر ایران و میزان ماده آلی خاک در ایران بسیار پایین (کم تر از ۱ درصد) و در کانادا و آمریکا مطلوب می باشد (۲ تا ۱۰ درصد). با این شرایط در کانادا و آمریکا نفوذ هر نوع خاک ورز در خاک به علت ماده آلی بالا و رطوبت مناسب بسیار آسان تر از شرایطی که در زمین های زراعی کشور با آن روبه رو هستیم انجام می شود، زیرا نفوذ هر نوع وسیله ی خاک ورز در خاک در زمین های زراعی کشور با رطوبت پایین و ماده آلی کم با مشکل روبه رو است. یکی از مواردی که توسط کشاورزان و کارشناسان استان های مختلف در خصوص عدم رغبت کشاورزان به خاک ورزی حفاظتی گزارش می شود عدم نفوذ خاک ورزهای مرکب یا شیار بازکن های ادوات کشت مستقیم در خاک می باشد. بنابراین در گام اول باید به این نکته توجه شود که خاک زراعی در کشور با محدودیت رطوبت و مواد آلی روبه روست، بنابراین ادوات خاک ورزی و کاشت حفاظتی مورد استفاده و روش اجرای عملیات خاک ورزی و کاشت باید به گونه ای انتخاب شود که این محدودیت برطرف گردد. در بخش های بعدی به این نکته توجه شده است که در کانادا تمایل بیش تر به سمت پیش برها و شیار بازکن های تیغه باریک است. در زمینه آموزش و ترویج کشاورزی حفاظتی در کانادا بیش تر بر همکاری انجمن های صنفی (زراعی، خاکشناسی، گیاه پزشکی و سازندگان ماشین های کشاورزی) و کشاورزان پیشرو تکیه شده است که می تواند در کشور ما مطرح شود.

تجارب کشور برزیل

بی خاک ورزی یکی از پایه های اصلی حفاظت از خاک در برزیل است. پذیرش فلسفه و فن آوری بی خاک ورزی و کشاورزی حفاظتی که در حال

حاضر در بیش از ۵۰٪ از سطح محصولات کشاورزی انجام می شود مدیون کار، تلاش و نوآوری کشاورزان پیشگام، کارشناسان زراعت، محققان و مشاورانی است که در این تلاش ها شرکت داشته اند. این پذیرش گسترده بی خاک ورزی و کشاورزی حفاظتی پس از تلاش های ناموفق بسیاری که برای کاهش اثرات مخرب فرسایش خاک که کل صنعت کشاورزی در برزیل را تهدید می کرد، رخ داد. کارشناسان و کشاورزان فهمیدند که کنترل فرسایش به پوشش مداوم خاک نیاز دارد تا در مقابل طوفان ها و باران های سیل آسای رایج در این مناطق از فرسایش خاک محافظت کند. این امر باعث شده است که تلاش پیشگامان حفظ خاک در نقاط مختلف برزیل انجام شود.

در جنوب برزیل، هربرت بارتز^۱، فرسایش خاک سطحی مزارع خود را به علت رواناب، مشاهده می کرد. این امر او را به فکر و جستجوی گزینه های جایگزین کشاورزی سنتی انداخت، در نتیجه وی کشاورزی حفاظتی و بی خاک ورزی را در سال ۱۹۷۲ پذیرفت و اجرا کرد. ده سال بعد در ساوان مرکزی و غربی برزیل (Cerrado biome) کشاورزان، محققان، مشاوران زراعت و صنعت کشاورزی تلاش های خود را برای گسترش کشت حفاظتی آغاز کردند. این کار با موفقیت از طریق کار یک شخص پیشگام که خود کارشناس زراعت بود به نام جان لندرز^۲ حاصل شد. او تجربه ای را که از شبکه های انجمن کشاورزان در جنوب کسب کرده بود پیاده کرد. این ها نقاط عطفی در توسعه پایدار کشاورزی در برزیل بودند. امروزه جامعه نقش این پیشگامان را کلید دستیابی به پایداری اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی می داند. کشاورزی حفاظتی و بی خاک ورزی، باعث معکوس شدن تخریب مواد آلی و ساختمان خاک با رها کردن خاک ورزی سنتی شد، بنابراین ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک بهبود پیدا کرد. این کار با ترویج گیاهان پوششی^۳ و پوشش دائمی خاک با

1- Herbert Bartz

2- John Landers

3- Cover cropping

بقایای محصول، تناوب زراعی و فن آوری های مدیریت خاک مناسب مکمل و سازگار با محیط زیست انجام شد. خاک ورزی حفاظتی به عنوان یکی از برنامه های اصلی در توسعه ملی کشاورزی برزیل لحاظ شده و با سیاست های مناسب و برنامه های ملی سازمانی پشتیبانی می شود. در برزیل الگوی کشاورزی حفاظتی و بی خاک ورزی؛ مفاهیم کنترل فرسایش خاک را با تناوب زراعی، پوشش دائمی خاک، مدیریت یکپارچه آفات، بیماری ها و علف های هرز، توسعه گونه ها و ارقام سازگارتر و روش های کوددهی بهتر ادغام کرده است. سطح خاک ورزی حفاظتی در برزیل در سال ۲۰۱۶ حدود ۳۲ میلیون هکتار گزارش شده است.

خلاصه تجارب کشور برزیل

بررسی ها نشان می دهد کشور برزیل در زمینه اجرای خاک ورزی حفاظتی از سال ۱۹۷۴ تا سال ۱۹۹۵ توفیق چندانی نداشته است اما از این سال به بعد با تکیه بر ترویج خاک ورزی حفاظتی به کمک کشاورزان پیشرو پیشرفت قابل توجهی را به دست آورده است. در برزیل کشاورزی حفاظتی و بی خاک ورزی در استفاده از ماشین های خاک ورزی حفاظتی یا کشت مستقیم خلاصه نشده بلکه ارکان بسیار مهم دیگر روش حفاظتی با تناوب زراعی، پوشش دائمی خاک، مدیریت یکپارچه آفات، بیماری ها و علف های هرز، توسعه گونه ها و ارقام سازگارتر و روش های کوددهی بهتر ادغام شده و جدی گرفته شده است.

تجارب کشور هند

در هند کشاورزی حفاظتی شامل طیف وسیعی از روش های کشت بر اساس ترکیبی از سه اصل اساسی است: (۱) حداقل بهم خوردگی در خاک، (۲) پوشش دائمی خاک از طریق بقایای محصول یا محصولات پوششی (۳) تناوب زراعی محصول برای دستیابی به بهره وری بالاتر. روش حفاظتی به عنوان راهی برای

کاهش هزینه های تولید، فرسایش خاک و کاهش باروری خاک در هر دو شرایط گرمسیری و معتدل تبلیغ شده است. در هند، تلاش برای توسعه، پالایش و انتشار فن آوری های کشاورزی مبتنی بر خاک ورزی حفاظتی تقریباً دو دهه در جریان بوده و قابل توجه شده است. از آن زمان به بعد در زمینه اجرای خاک ورزی حفاظتی پیشرفت های زیادی حاصل شده، اگرچه محدودیت های زیادی هم وجود داشته است. در هند به ویژه، تلاش های زیادی در مورد کشت بدون خاک ورزی گندم تحت تناوب برنج - گندم در دشت های هندوژنگ^۱ انجام شده است.

در کشور هند با توجه به مشارکت بسیار نزدیک مراکز تحقیقاتی و سیمیت دستگاه های کشت مستقیم کوچک با قابلیت کار در انبوه بقایای برنج ساخت شده است. شرکت Land force در این زمینه بسیار فعال می باشد. این شرکت کارنده های کشت مستقیم که بدون انجام عملیات خاک ورزی بذر را در خاک قرار می دهد، ماشین مخصوص کشت مستقیم گندم در بقایای برنج، ماشین های مدیریت بقایا مانند دروگر-خردکن بقایا که ضمن درو کردن بقایای سر پا آن ها را خرد و در یک تریلی جمع آوری می کند، مالچر (خردکن - پخش کن) برای خرد کردن بقایای انواع محصولات مانند بقایای گندم، برنج، سورگوم و آفتاب گردان در مزرعه را ساخته است.

فن آوری های کشاورزی حفاظتی برای کاهش هزینه های تولید، صرفه جویی در مصرف آب و مواد مغذی، افزایش بازده، افزایش تنوع زراعی، بهبود استفاده کارآمد از منابع و بهره مندی از محیط زیست را فراهم می کند. با این وجود، هنوز محدودیت هایی در جهت ارتقاء فن آوری های حفاظتی وجود دارد، از جمله عدم وجود بذر مناسب برای کشاورزان در مقیاس کوچک و متوسط، رقابت باقیمانده محصولات زراعی بین مصرف در روش های بی خاک ورزی و تغذیه دام، سوزاندن بقایای زراعی، در دسترس نبودن نیروی انسانی ماهر و علمی و غلبه

1- Indo-Gangetic plains

بر تعصب یا طرز فکر در مورد خاک ورزی سنتی، تدوین چارچوب سیاست ها و استراتژی ها برای ارتقاء کشاورزی حفاظتی در هند ضروری است.

در هند بیش از یک دهه کارهای تحقیقاتی زیادی در مورد کشاورزی حفاظتی انجام شده است. این تحقیقات بیش تر در انستیتوی تحقیقات کشاورزی هند متمرکز است. باین حال، میزان نفوذ آن به عرصه زمین های زراعی و کشاورزان بسیار محدود است. بنابراین لازم است در مورد مشکلات پیش بینی شده در سطح اجرایی فکر شده و استراتژی لازم تهیه شود. فائو در سال ۲۰۰۱ گزارش کرده است که این تا حدی به دلیل آن است که سیاست گذاری ها مطلوب نیستند. یکی از دلایل ضعف؛ عدم نفوذ این فناوری به کشاورزان، تعصب یا طرز تفکر گذشته در مورد خاک ورزی توسط اکثریت کشاورزان بود. در چنین شرایطی، در هند، تلاش هایی برای اجرای پروژه های حفاظتی در مزارع کشاورزان و در پی آن مزارع نمایشی در مقیاس بزرگ آغاز شد. توسعه، بهبود و استانداردسازی تجهیزات لازم جهت کاشت بذر و کود و برداشت محصول برای حصول اطمینان از کم ترین بهم خوردگی خاک و مدیریت بقایا کلید اصلی موفقیت کشاورزی حفاظتی خواهد بود. به عنوان مثال، در بسیاری از موقعیت ها، در دامنه های مرتفع، برای دارندگان زمین های کوچک تجهیزات قابل استفاده در زمین های کوچک اهمیت بیش تری دارند. تضمین کیفیت و در دسترس بودن تجهیزات از طریق مشوق های مناسب اهمیت زیادی دارد. در این شرایط، حمایت یارانه ای از طرف دولت به بنگاه ها برای تولید ماشین آلات کم هزینه در ارتقاء فن آوری های کشاورزی حفاظتی کمک می کند.

خلاصه تجارب کشور هند

در کشور هند خاک ورزی حفاظتی تا سال ۲۰۱۶ در سطح ۱/۵ میلیون هکتار گزارش شده و علی رغم تلاش ها، تغییر فرهنگ و گذر از خاک ورزی سنتی به خاک ورزی حفاظتی با مشکل مواجه بوده است. برای غلبه بر این مشکل اجرای

پروژه‌های حفاظتی در مزارع کشاورزان و در پی آن مزارع نمایشی در مقیاس بزرگ در دستور کار قرار گرفته است. همچنین در مزارع کوچک استفاده از ماشین‌ها و تجهیزات متناسب با زمین‌های کوچک مورد توجه قرار گرفته و حمایت یارانه‌ای از بنگاه‌ها برای تولید این ماشین‌ها پیشنهاد شده است.

تجارب کشور چین

در چین، تحقیقات کشاورزی حفاظتی با پشتیبانی وزارت کشاورزی چین و مرکز تحقیقات بین‌المللی کشاورزی در استرالیا در سال ۱۹۹۲ آغاز شد. در پایان دهه ۱۹۹۰، تحقیقات در سراسر چین گسترش یافت و به نتایج مهم زیادی رسید. در سال ۱۹۹۹، وزارت کشاورزی چین مرکز تحقیقات خاک‌ورزی حفاظتی را برای رهبری برنامه‌های تحقیقاتی ملی کشاورزی حفاظتی تأسیس کرد و از سال ۲۰۰۲ برخی از پروژه‌های نمایشی در شمال چین به اجرا درآمد. در اواخر سال ۲۰۰۸، کشاورزی حفاظتی در ۲۲۶ پروژه نمایشی ملی و ۳۶۵ پروژه نمایشی استانی اجرا شد. مرکز تحقیقات خاک‌ورزی حفاظتی برای نظارت بر نتایج پروژه‌ها، ۱۰ سایت را در این مناطق ایجاد کرده است. برخی از سایت‌ها به طور مداوم نشان داده‌اند که استفاده از خاک‌ورزی حفاظتی منجر به بازده بیش‌تر و درآمد خالص، کاهش فرسایش خاک و بهبود شرایط خاک شده است. خاک‌ورزی حفاظتی در چین به طور گسترده‌ای پذیرفته شده است و با تولید بذر کارهای بومی به صورت گسترده‌تر نیز مورد استفاده قرار خواهد گرفت.

وزارت کشاورزی چین وظیفه ارزیابی فعالیت‌های توسعه، ارائه راه‌حل‌های عملی برای مشکلات در مزرعه، تقویت همکاری‌های تحقیقاتی، استانداردسازی روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی و توسعه مدیریت این برنامه را بر عهده دارد. در ۷ سال گذشته، وزارت کشاورزی مجموعه‌ای از کارهای عملی را منتشر کرده است، اسنادی که از اجرای خاک‌ورزی حفاظتی پشتیبانی می‌کنند، شامل:

- نکات مهم اجرای فناوری حفاظتی؛
 - اجرای برنامه های پروژه های حفاظتی؛
 - نظارت میدانی بر مقررات اجرای خاک ورزی حفاظتی در مزارع نمایشی؛
 - مواد آموزشی فن آوری حفاظتی؛
 - اسناد زیر در وزارت بررسی و تصویب شده است:
 - کتاب آموزش فن آوری حفاظتی؛
 - سؤالات و پاسخ های دانش حفاظتی؛
 - لیست توصیه شده ماشین آلات و لوازم جانبی حفاظتی؛
 - فیلم هایی در خصوص روش حفاظتی؛
 - کتاب عکس در زمینه روش حفاظتی؛
 - تهیه محتوای آموزشی فن آوری حفاظتی؛
- تحقیقات انجام شده نشان می دهد در همه جای چین یک روش خاک ورزی حفاظتی قابل توصیه نیست بلکه بر اساس شرایط هر منطقه نوعی از خاک ورزی حفاظتی یا روش های دیگر حفاظت خاک توصیه شده است. در یک مطالعه ۸۱ نشریه اخیر در مورد کنترل فرسایش توسط خاک ورزی حفاظتی در چین بررسی شد. این کار برای بررسی تفاوت منطقه ای خاک ورزی حفاظتی و شناسایی روش های بهینه خاک ورزی هر منطقه انجام شد. نتایج نشان داد که مزایای خاک ورزی حفاظتی برای کنترل رواناب و کاهش رسوبات، به دلیل شرایط خاص محیطی هر منطقه، متفاوت است. خاک ورزی حفاظتی پایین ترین راندمان را در منطقه فلات شمال غربی چین و بالاترین در منطقه کوهستانی شمال چین نشان داد. پس از گذشت بیش از ۱۷ سال آزمایش، اجرا و نمایش خاک ورزی حفاظتی، چین روش خاص خود را برای توسعه روش های حفاظتی پیدا کرده است. دولت چین اهمیت خاک ورزی حفاظتی را به رسمیت می شناسد و بیش تر و بیش تر کشاورزان آن را می پذیرند. تعداد فزاینده ای از شرکت های سازنده ماشین آلات دریافته اند

که روش های حفاظتی، بازارهای جدیدی را برای آنها به ارمغان می آورد. سطح زیر کشت حفاظتی در سال ۲۰۱۶ حدود ۹ میلیون هکتار بوده است که اعتقاد بر این است که در آینده نزدیک این روش خاک ورزی در مناطق وسیع تری پذیرفته می شود.

خلاصه تجارب کشور چین

در کشور چین پژوهشگران دریافته اند که اجرای کشاورزی حفاظتی زمانی پایدار است که با شرایط مناطق مختلف این کشور سازگار و در واقع بومی باشد. به همین دلیل بومی سازی ماشین های مورد نیاز، بذرو سایر اصول کشاورزی حفاظتی دنبال شده است. برای ترویج این فناوری در بین کشاورزان استفاده از مزارع نمایشی پایدار و سایت های خاک ورزی حفاظتی در مناطق مختلف که بتواند به مرور مزایای این فناوری را به کشاورزان آموزش دهد دنبال شده است.

تجارب کشور ترکیه

در مقایسه با سایر کشورهای منطقه، به نظر می رسد ترکیه از نظر خاک ورزی حفاظتی مزایای بسیاری دارد. ترکیه دارای ظرفیت تولید پیشرفته و پرکاربرد ماشین های کشاورزی با جدیدترین فناوری است. همچنین؛ تولیدکنندگان ماشین های کشاورزی در سال های اخیر تولید ماشین های کاشت مستقیم را تسریع کرده و مقادیر تولید آنها به میزان قابل توجهی رسیده است. علاوه بر این، تولیدکنندگان ماشین ها همچنین با همکاری نزدیک با دانشگاه ها و کشاورزان، مشغول تحقیق و توسعه هستند تا اطمینان حاصل شود که دستگاه های تولیدی مناسب برای خاک کشور هستند. در ترکیه مؤسسات تحقیق، توسعه و نشر کشاورزی وجود دارد. وزارت غذا، کشاورزی و دامداری دارای شبکه خدمات گسترده ای در سراسر کشور است. بیش تر تحقیقات کشاورزی حفاظتی در این مؤسسات انجام شده است.

می توان گفت بزرگ ترین سازمان های کشاورزی ترکیه، اتاق های کشاورزی هستند که در همه استان ها و تقریباً در هر شهرداری مستقر می باشند. آن ها پتانسیل عظیمی برای ترویج استفاده از کشاورزی حفاظتی دارند. برخی از اتاق های کشاورزی، خدمات آزمایشگاهی تجزیه و تحلیل خاک و خدمات مشاوره فنی را به کشاورزان ارائه می دهند. سطح مکانیزاسیون تراکتور و ماشین های کاشت در ترکیه جزء بالاترین ها در جهان است. ترکیه در زمینه توان تراکتور در هر هکتار نهمین کشور در جهان است اما بیش تر تراکتورهای موجود عمر اقتصادی خود را تمام کرده اند.

برخلاف سایر کشورها که در آن ها محدودیت دسترسی به سموم وجود دارد، کشاورزان ترکیه به همه سموم دفع آفات برای اجرای موفقیت آمیز روش حفاظتی دسترسی دارند. در ترکیه تناوب زراعی در کشاورزی حفاظتی بسیار مهم ارزیابی شده است. تمام بذرها مناسب برای تناوب زراعی در ترکیه در بازار موجود است. همچنین در مرحله تجارت در سراسر کشور برای اقدامات خاک ورزی حفاظتی هیچ ممنوعیت و محدودیتی وجود ندارد. علاوه بر این ها، ترکیه با بسیاری از کشورها توافق های تجاری گسترده ای دارد. مطالعات تحقیق و توسعه روش های حفاظتی در ترکیه سابقه نزدیک به سی سال دارد. مطالعات علمی زیادی در این زمینه انجام شده است. علاوه بر این، بسیاری از مؤسسات تحقیقاتی و دانشگاه ها در سراسر کشور پروژه های مربوط به آن را انجام می دهند. برنامه های مختلف یارانه ای برای خرید خدمات کشاورزی پایدار مانند شیوه های حفاظتی و ماشین های خاص کشاورزی مانند کارنده های کشت مستقیم، از کشاورزان حمایت می کند.

در ترکیه برخی از مشکلات در زمینه استفاده از خاک ورزی حفاظتی و بی خاک ورزی وجود دارد. کنترل علف های هرز یکی از مشکلات جدی است. تراکم علف های هرز در روش بدون خاک ورزی بسیار زیاد است، زیرا خاک شخم زده نمی شود. برای حل این مشکل تناوب زراعی مؤثر محصول

انجام می شود. برنامه هایی که ناآگاهانه و ناقص انجام می شوند باعث کاهش عملکرد محصول و دلسرد شدن کشاورزان در همان ابتدای کار می شود.

باقی مانده های گیاهی که روی سطح مزرعه باقی می ماند برای حفاظت از خاک بسیار اهمیت دارند اما باقی مانده گیاهی لازم برای اجرای موفقیت آمیز خاک ورزی حفاظتی در سراسر کشور به اندازه کافی وجود ندارند یا یکنواخت توزیع نمی شوند. این وضعیت فشار علف های هرز را بعد از کاشت بذر افزایش می دهد. مشکل دیگری که اغلب با آن روبه رو می شوند این است که کشاورزان باید محصول قبلی را با ماشین هایی برداشت کنند که مجهز به خردکن-پخش کن بقایا هستند.

بیش تر اراضی کشاورزی ترکیه تحت تأثیر خاک ورزی شدید، رژیم بیش از حد آبیاری و روش تک کشتی قرار داشته اند. تنوع کم در تناوب محصولات زراعی در سراسر کشور باعث ضعف هوموس خاک و کاهش قابل توجه ریز مغذی ها شده است. تعداد مطالعات مربوط به تناوب محصول در ترکیه بسیار اندک است. شیوه های حفاظتی سهم قابل توجهی در احیای خاک و اکوسیستم تخریب شده دارند و می توان گفت مناسب ترین نقطه شروع استراتژی کشاورزی ترکیه، اقدام به خاک ورزی حفاظتی است. بر اساس گزارش ها تا سال ۲۰۱۵ در ترکیه ۴۵۰۰۰ هکتار از اراضی به صورت حفاظتی کشت شده اند.

موانع بسیاری وجود دارد که مانع اجرای روش های حفاظتی در ترکیه می شود. مهم ترین آن ها عدم آگاهی کشاورزان در مورد این شیوه خاک ورزی است. کمبود اطلاعات منجر به عدم آگاهی از فواید روش حفاظتی می شود. واحدهای برنامه ریزی و هماهنگی کافی در سراسر کشور وجود ندارد. علاوه بر این، هزینه های سرمایه گذاری اولیه در کشاورزی حفاظتی بالاتر از سایر برنامه ها است. تکه تکه شدن زمین های کشاورزی مانع از اجرای

شیوه‌های حفاظتی می‌شود. کاهش عملکرد محصول در سال‌های اول اجرا یکی دیگر از عوامل مؤثر در عدم گسترش آن است. کشاورزی حفاظتی باید در برنامه اقدام ملی لحاظ شود. بنابراین، می‌توان اطمینان داد که به طور مؤثر در سراسر کشور گسترش می‌یابد. به منظور حل مشکلات در روش‌های حفاظتی کشاورزی؛ ایجاد بخش کشاورزی حفاظتی در وزارت غذا، کشاورزی و دامداری باید مدنظر قرار گیرد، خدمات آموزشی و نشر باید مؤثرتر شود و مشوق‌ها در سطح دلگرم‌کننده‌ای قرار بگیرند. آموزش کشاورزی در ترکیه در دبیرستان‌های فنی حرفه‌ای، برنامه‌های دوره دوساله کاردانی و چهار سال دانشکده‌های کشاورزی در دانشگاه‌ها قرار دارد، اما؛ در حال حاضر هیچ یک از این مدارس برنامه یا بخش حفاظتی ندارند. این مهم است که آموزش روش حفاظتی در تمام سطوح آموزشی درسی قرار گیرد. برای تولیدکنندگانی که با سامانه حفاظتی محصول تولید می‌کنند، باید حمایت مالی بیش تری ارائه شود.

خلاصه تجارب کشور ترکیه

وجود انواع ماشین‌های کشاورزی و سازندگان در سطح بین‌المللی، دسترسی به سموم و بذر و امکانات لازم نتوانسته است کشاورزی حفاظتی را در ترکیه گسترش دهد. کوچک شدن زمین‌های زراعی و عدم آگاهی کشاورزان از مزایای خاک‌ورزی حفاظتی و برنامه‌هایی که ناآگاهانه و ناقص انجام شده و باعث کاهش عملکرد محصول و دلسرد شدن کشاورزان در همان ابتدای کار شده است؛ از عوامل محدودکننده گسترش روش حفاظتی در ترکیه بوده و در کشور ما نیز دیده می‌شوند.

تجارب کشور آرژانتین

پذیرش بی خاک‌ورزی یک نقطه عطف مهم در دگرگونی کشاورزی در

آرژانتین بود. پیش از این، فرسایش خاک به حدی شدید و فراگیر بوده است که بقای کشاورزی را تهدید می کرد اما امروز با کشت محصولات، تحت روش بی خاک ورزی تولیدات کشاورزی در آرژانتین هیچ گاه در این حد نبوده است. کشاورزی حفاظتی باعث تولید اقتصادی و پایدار شده است. بر اساس آمار در سال ۲۰۱۶ آرژانتین با ۳۱ میلیون هکتار سطح زیر کشت، تحت روش خاک ورزی حفاظتی بعد از آمریکا و برزیل سومین کشور در زمینه توسعه این روش خاک ورزی بوده و مانند برزیل بالاترین نرخ توسعه خاک ورزی حفاظتی در جهان را از آن خود کرده است.

روش تولید محصولات کشاورزی در آرژانتین در اصل با الگویی مشابه با اروپا و آمریکا تکامل یافته است. این فرآیند در این فرضیه ریشه دارد که لازم است خاک برای تهیه بستر مناسب بذرو کنترل علف های هرز شخم شود. در مناطق استوایی و نیمه گرمسیری، که در آن اغلب باران های کوتاه مدت متداول هستند، این روش منجر به فرسایش جدی خاک و همچنین فرسایش بادی خاک در دوره های خشک می شود. در نهایت فرسایش آن قدر جدی و سنگین بود که پایداری صنعت کشاورزی را تهدید می کرد. در دهه ۱۹۶۰، گروهی از کشاورزان مبتکر برای مقابله با این مشکل گرد هم آمدند. باهم و با پشتیبانی مؤسسات تحقیقاتی و دانشگاه ها تصمیم گرفتند که گزینه بی خاک ورزی را که در ایالات متحده آمریکا در حالت آزمایشی قرار داشت امتحان کنند. این تصمیم و فعالیت های پیگیر، کشاورزی را در آرژانتین دگرگون کرد. ظرف مدت ۱۵ سال بی خاک ورزی از کم تر از ۱۵ درصد کل محصولات زراعی در آرژانتین به حدود ۸۰ درصد در سال ۲۰۱۱ رسید.

در آرژانتین یک سامانه صدور گواهینامه مدیریت کیفیت کشاورزی برای تولیدات کشاورزی که تحت روش حفاظتی تولید می شوند تأسیس شده است. فرآیند صدور

گواهینامه داوطلبانه است. نظارت بر سامانه توسط شرکت های تخصصی صدور گواهینامه انجام می شود و فرآیند صدور گواهینامه باعث ارتقاء و تسهیل توسعه دانش جدید خواهد شد. شبکه ها (انجمن های کشاورزان و انجمن های مصرف کننده) برای ترویج پذیرش این الگوی جدید در کشاورزی در حال برنامه ریزی هستند. حرکت به سمت بی خاک ورزی در آرژانتین از سوی بخش تولید ماشین های کشاورزی که در این زمینه بسیار قوی ظاهر شدند تقویت شد. ساخت ماشین های سازگار با بی خاک ورزی اکنون بخشی از یک صنعت سراسری در کشور شده است که تقاضای بازار داخلی و جهانی را تأمین می کند.

در سال ۲۰۱۷، این بخش به رکورد فروش ۲/۱ میلیون دلار رسیده است. در همان سال صادرات ماشین های کشاورزی آرژانتین به بیش از ۳۰ کشور از جمله آفریقای جنوبی از ۱۴۹ میلیون دلار فراتر رفت. این صنعت به تدریج با روندهای جهانی اتوماسیون سازگار شده و به زودی روباتیک و ماشین های باهوش مصنوعی نیز در این زمینه تولید خواهند شد.

خلاصه تجارب کشور آرژانتین

در آرژانتین رشد سریع استفاده از بی خاک ورزی مدیون مشارکت کشاورزان و تولید ماشین های مخصوص خاک ورزی حفاظتی و کارنده های کشت مستقیم مطمئن و سازگار با شرایط بومی است. متأسفانه در کشور ما وجود ایراداتی در ماشین های تولیدی موجب دلسردی برخی از کشاورزان می شود.

تجارب کشور آفریقای جنوبی

سامانه های کشاورزی در آفریقای جنوبی به خاطر عواملی از جمله خاک ماسه ای غیر حاصلخیز در بعضی مناطق، خشک سالی و دسترسی محدود به استفاده از کودهای معدنی و آلی دچار محدودیت هستند. متوسط مصرف سالانه کودهای NPK در کشورهای جنوب صحرای آفریقا زیر ۱۰ کیلوگرم در هکتار است که

به طور قابل توجهی کم تر از آسیا و آمریکای لاتین است. کشاورزان دارای اراضی نسبتاً کوچکی هستند. به عنوان مثال، در مالاوی متوسط مساحت مزارع ۱/۲ هکتار است. غالباً روش تک کشتی ذرت در تناوب با تعدادی از لگوم ها کشت می شود. اگرچه عملکرد کشاورزی حفاظتی می تواند مزایای بسیاری برای کشاورزان خرده مالک در آفریقای جنوبی به وجود آورد اما پذیرش آن در مقیاس بزرگ به دلایلی محدود شده است. این محدودیت ها شامل رقابت بین استفاده از بقایا در خاک ورزی حفاظتی و استفاده از بقایا به عنوان خوراک دام (به علت خشک سالی ها نیاز به استفاده از بقایا در خوراک دام بسیار شدید بالا رفته است. مانند شرایطی که در سال های اخیر در ایران وجود دارد)، نیاز به تناوب زراعی و کشت های مخلوط، تشدید رویش علف های هرز و نیاز به کنترل آن، محدودیت های نیروی کار و عدم دسترسی به برخی نهاده های تکمیلی مانند علف کش ها، آفت کش ها و کودها می باشد. آگاهی پایین کشاورزان درباره کشاورزی حفاظتی یکی از موانع عمده پذیرش گسترده روش حفاظتی در آفریقای جنوبی بوده است. بر اساس گزارش فائو کشاورزی حفاظتی در سال ۲۰۱۶ در سطح ۴۳۴ هزار هکتار از اراضی کشاورزی آفریقای جنوبی انجام شده است.

چالش اصلی اجرای خاک ورزی حفاظتی در مزارع خرده مالکی در آفریقای جنوبی مربوط به علف های هرز و مدیریت آن ها است. پویایی جمعیت علف های هرز در خاک ورزی حفاظتی با خاک ورزی سنتی متفاوت است و اثر متقابل پیچیده تری بین محصول و علف های هرز در روش های حفاظتی برقرار است. استفاده از علف کش ها قبل از جوانه زنی علف هرز می تواند مفید باشد، اگرچه مشکلات احتمالی مقاومت به علف کش ها در علف های هرز وجود دارد. در مطالعه ای که در زیمبابوه انجام شده است، استفاده از علف کش ها به همراه کنترل دستی علف های هرز، مفید واقع شده است.

بررسی ها نشان می دهد که راه حل واحدی برای حل همه مشکلات کشاورزان در روش های حفاظتی در آفریقا نمی توان یافت و اغلب نیاز به انعطاف پذیری در

پذیرش به کارگیری آن توسط کشاورزان وجود دارد. بنابراین روش حفاظتی نمی تواند در آفریقای جنوبی به عنوان یک دستورالعمل باشد بلکه مجموعه ای از اصولی است که باید مورد نیاز کشاورزان قرار بگیرد و به مرور بر اساس نیاز آن ها تنظیم شود.

خلاصه تجارب کشور آفریقای جنوبی

کشاورزی حفاظتی در آفریقا همانند ایران به خوبی گسترش نیافته و چالش های موجود در این خصوص؛ رشد علف های هرز در مزارع تحت روش حفاظتی، آگاهی پایین کشاورزان و کمبود نهاده ها، از جمله سموم، گزارش شده است. لذا پیشبرد روش حفاظتی در آفریقای جنوبی به دلایل فرهنگی، کمبود غذای دام و استفاده از بقایا به عنوان غذای دام مانند آنچه در کشور ما اتفاق افتاده است و نیاز به آموزش و ترویج بیش تر مزایای این روش نیاز به برنامه ریزی دراز مدت دارد.

تجارب کشور پاکستان

دشت های پاکستان با مشکلات بی شماری از جمله بیابان زایی، تخریب ساختمان خاک، بی ثباتی ساختاری و از بین رفتن منابع طبیعی روبه رو است. تبخیر بالاتر از میزان بارش، قلیایی خاک، تجمع نمک بیش از حد و پوسته پوسته شدن سطح خاک از دیگر مشکلات جدی در این مناطق است. معمولاً یک لایه سخت در زیر سطح خاک به دلیل خاک ورزی شدید و شخم زدن مداوم در عمق یکسان مشاهده می شود که باعث می شود حرکت آب در خاک و مواد مغذی گیاهان در لایه های پروفایل عمیق تر محدود شود. لایه سخت ناشی از شخم با گاواهن، نفوذ آب در خاک را کاهش می دهد و باعث افزایش رواناب می شود. حفظ آب در خاک مهم ترین چالش در سیستم های زراعی دیم در پاکستان است.

یکی از دلایل عمده مشکلات ذکر شده کم بودن میزان مواد آلی خاک است. از بین رفتن مواد آلی در این مناطق به دلیل بالا بودن درجه حرارت در تابستان، چرای زیاد، جنگل زدایی، خاک ورزی بدون پوشش و خاک ورزی

شدید، بسیار سریع است. علاوه بر این، تراکم پایین محصولات کشت شده و زیست توده کم تر محصولات زراعی ناشی از تنش آبی، در دسترس نبودن مواد مغذی ضروری، آلودگی به علف‌های هرز که در نهایت منجر به بازگشت کم تر مواد آلی به خاک می شود از مشکلات دیگری است که در کشاورزی پاکستان وجود دارد. این عوامل انسانی و طبیعی نه تنها باعث کاهش کیفیت خاک می شوند بلکه به انتشار گازهای گلخانه‌ای و در نتیجه تغییر آب و هوا کمک می کنند که در نهایت منجر به جاری شدن سیل، خشک سالی و برخی وقایع شدید دیگر می شود. افزایش هزینه سوخت و سایر نهاده‌ها نیز از موضوعات مهم برای کشاورزان فقیر در پاکستان است. تمام موارد ذکر شده در نهایت در تولید محصول تأثیر می گذارد و به دلیل آن بازدهی بالقوه در مناطق دیم پاکستان نسبت به سایر کشورها بسیار کم است.

یکی از مزایای خاک ورزی حفاظتی که در پاکستان مهم ارزیابی شده است صرفه جویی در وقت و هزینه سوخت می باشد که برای کشاورزان خرده مالک در کشورهای در حال توسعه مانند پاکستان بسیار مهم است. با این حال، مزایای خاک ورزی حفاظتی به خصوصیات خاک، وضعیت آب و هوایی منطقه و سال‌های اجرای روش خاک ورزی بستگی دارد.

بررسی‌ها به وضوح احتمال استفاده موفقیت آمیز از خاک ورزی حفاظتی در پاکستان را نشان می دهند، با این وجود، چالش‌های بزرگی وجود دارد که مانع پذیرش سریع این سامانه توسط کشاورزان می شود که می توان آن‌ها را به شرح زیر خلاصه کرد:

مانع اجتماعی: برداشت کشاورز یکی از مهم ترین مشکلات برای پذیرش خاک ورزی حفاظتی است. کشاورزان پاکستان به طور سنتی معتقدند که حداکثر شخم برای تولید حداکثر محصول مفید است. کشاورزانی که غالباً شخم نمی زنند؛ در جامعه محلی به عنوان تنبل و غیرفعال شناخته می شوند. باقی گذاشتن بقایا در سطح خاک به عنوان دومین عامل اصلی برای موفقیت در زمینه خاک ورزی حفاظتی موفق است اما کشاورزان پاکستانی هیچ گونه

باقیمانده ای برای پوشش سطح خاک ندارند. آن ها از کاه برای تغذیه حیوانات خود استفاده می کنند و از مزارع آیش برای اهداف چرا استفاده می کنند. روش های حفاظتی به کارنده هایی مثل کارنده های کشت مستقیم نیاز دارند که در بازار محلی موجود نیست. همچنین کشیدن کارنده های سنگین ممکن است به تراکتور قدرتمندی نیاز داشته باشد که مقرون به صرفه نباشد.

کشاورزان پاکستانی هیچ تجربه فنی برای شروع روش حفاظتی ندارند. این پیشرفت جدید برای انتقال از رویه سنتی به روش جدید نیاز به تخصص دارد. همچنین سامانه ترویج کشاورزی در کشور آن قدر قوی نیست که بتواند به کشاورزان در درک اصول کشاورزی حفاظتی کمک کند. علف کش های شیمیایی مورد استفاده برای کنترل علف های هرز در روش حفاظتی پرهزینه و عموماً تقلبی هستند. کشاورزان مناطق دیم فاقد دانش در مورد تهیه و استفاده صحیح از این مواد شیمیایی هستند. دولت فاقد سیاست مشخص برای ارتقاء کشاورزی حفاظتی است. همچنین هیچ مؤسسه تحقیقاتی مستقلی در مورد کشاورزی حفاظتی وجود ندارد تا شکاف تحقیقاتی بین پاکستان و سایر کشورهای پیشگام در خصوص این روش را برطرف کند. برای موفقیت در مورد کشاورزی حفاظتی نیاز به تحقیقات طولانی مدت، جامع و مشارکتی وجود دارد که دانشمندان خاک، کارشناسان زراعت، کشاورزان، مهندسان کشاورزی و کارگران را در کنار هم قرار می دهد. آشکار شدن فواید روش حفاظتی در خاک و تولید محصولات زراعی حداقل پنج سال به طول می انجامد، بنابراین برای کشاورزان فقیر دشوار است که منتظر بمانند و مزایای این روش را مشاهده کنند.

خلاصه تجارب کشور پاکستان

در پاکستان بیش از هر کشور دیگری نیاز به اجرای کشاورزی حفاظتی و به ویژه در مزارع دیم می باشد اما وجود مشکلات ساختاری مانند در دسترس

نبودن نهاده‌هایی مثل ماشین‌های بومی، سموم و همچنین عدم برنامه‌ریزی دولت و سامانه تحقیقات و ترویج ضعیف باعث می‌شود که سامانه حفاظتی رشد بسیار کندی داشته باشد که باید تقویت شود. میزان کشاورزی حفاظتی در پاکستان در سال ۲۰۱۶ حدود ۶۰۰ هزار هکتار گزارش شده است.

تجارب کشور استرالیا

خشک‌سالی یک ویژگی مهم و منظم برای کشاورزی استرالیا است و بسیاری از استراتژی‌های مدیریت کشاورزی باهدف به حداقل رساندن خطرات ناشی از بارندگی کم و نامنظم در نظر گرفته شده‌اند. بنابراین، جذابیت کشاورزی حفاظتی در بین کشاورزان استرالیا تا حد زیادی به دلیل بهبود دسترسی به آب موجود در خاک تحت این روش است. امروزه، اکثریت قابل توجهی از کشاورزان استرالیایی غلات زمستانی را با استفاده از اصول کشاورزی حفاظتی تولید می‌کنند. این اصول شامل خاک‌ورزی حداقل یا صفر، حفظ جزئی یا کامل بقایای گیاهی برای حفظ پوشش خاک و تناوب غلات، دانه‌های روغنی و حبوبات باگذشت زمان است. یادگیری کشاورز به کشاورز^۱ یکی از ویژگی‌های اصلی پذیرش کشاورزی حفاظتی در استرالیا بوده است.

سه تحول مهم، کشاورزی استرالیا را از کشاورزی مبتنی بر خاک‌ورزی که از دهه ۱۸۰۰ تا ۱۹۸۰ در استرالیا حاکم بود را به انقلاب کشاورزی حفاظتی رهنمون کرد:

الف) توسعه علف‌کش‌ها؛ این مواد شیمیایی اصلاح شده و اکنون در هدف قرار دادن علف‌های هرز خاص، با حداقل تأثیرات محیطی مؤثر هستند. قبل از علف‌کش‌ها، تنها گزینه کشاورزان برای کنترل علف‌های هرز، شخم زدن خاک برای از بین بردن علف‌های هرز بود. خاک باید به طور مکرر شخم زده می‌شد زیرا هر بار علف‌های هرز تازه ظاهر می‌شد.

1- Farmer-to-farmer learning

ب) تکامل ماشین‌های کارآمدتر برای کاشت بذر در بقایای محصول در خاکی که بهم نخورده است؛ علف‌کش‌ها اجازه کشت محصولات زراعی را بدون شخم می‌دهند، اما ماشین‌های طراحی شده برای کاشت در خاک نرم و لخت باید بازطراحی می‌شدند تا در خاک بهم نخورده و مالچ باقی مانده از محصول قبلی عمل کشت را انجام دهند. کشاورزان برای ایجاد این امر نوآوری در ماشین‌ها را هدایت کردند.

ج) معرفی محصولات تناوبی پهن برگ (نخودفرنگی، کلزا و...) برای پی‌ریزی کنترل علف‌های هرز و کنترل بیماری در روش‌های کشاورزی حفاظتی؛ چرخش محصولات کشاورزی برای حفظ کشاورزی حفاظتی ضروری است. علف‌های هرز و بیماری‌ها در بقایا جمع می‌شوند و سال به سال از یک محصول به محصول دیگر منتقل می‌شوند. بعلاوه، اگر هرساله استفاده از یک علف‌کش تکرار شود، علف‌های هرز به زودی به علف‌کش‌ها مقاوم می‌شوند. با تناوب انواع محصولات زراعی، بیماری‌های یک محصول نمی‌تواند ایجاد شود و انواع علف‌کش‌های مورد استفاده برای علف‌های هرز هرساله قابل تغییر است. حبوبات (مثل نخود) نیز ازت مورد نیاز خود را تهیه می‌کنند که باعث کاهش نیاز به کود می‌شود. ترافیک کنترل شده یعنی عبور و مرور تراکتور و ماشین‌ها در مسیرهای مشخصی در مزرعه باعث می‌شود تا تراکم خاک در مزرعه کاهش یابد که این موضوع در استرالیا انجام شده و در روش‌های حفاظتی کارآمدی خود را نشان داده است.

خلاصه تجارب کشور استرالیا

ترویج کشاورزی حفاظتی در استرالیا مرهون یادگیری کشاورز به کشاورز بوده و این روش یکی از ویژگی‌های اصلی پذیرش کشاورزی حفاظتی در استرالیا بوده است. توسعه علف‌کش‌ها، تکامل کارنده‌ها و ابزار خاک‌ورزی و معرفی محصولات برای اجرای پروتکل‌های تناوبی و ترافیک کنترل شده از جمله عوامل بسیار مؤثر بر پذیرش کشاورزی و خاک‌ورزی حفاظتی در استرالیا بوده و اجرای روش حفاظتی را تا سال ۲۰۱۶ به بیش از ۲۲ میلیون هکتار افزایش داده است.

نتیجه گیری

در این مطالعه وضعیت کشاورزی حفاظتی در ۱۰ کشور بررسی شد تا بتوان از تجارب این کشورها برای بهبود توسعه کمی و کیفی کشاورزی و خاک ورزی حفاظتی در کشور بهره گرفت. کشورهای کانادا و آمریکا به عنوان کشورهای پیشرو در اجرای کشاورزی حفاظتی، کشور برزیل و آرژانتین که دارای سریع ترین نرخ رشد در اجرای روش حفاظتی بوده اند، کشور چین به عنوان تجربه ی موفق در بومی سازی همه ی ارکان کشاورزی حفاظتی و کشورهای هند، ترکیه، پاکستان که از برخی مشکلات ساختاری شبیه کشور ما رنج می برند و در تلاش برای حل این مشکلات هستند و کشور استرالیا که از روش آموزشی و ترویجی ویژه ای بهره گرفته است در این مطالعه بررسی شدند.

مشخص گردید که مواد آلی موجود در خاک زراعی دو کشور کانادا و آمریکا در اکثر نقاط در وضعیت مطلوب بوده ولی خاک زراعی در ایران دارای مواد آلی بسیار کمی می باشد. وضعیت بارش باران و در نتیجه رطوبت خاک نیز در دو کشور یادشده ۲ تا ۳ برابر ایران است. در کشورهایی که خاک دارای مواد آلی کافی بوده و در زمان شخم یا کشت دارای رطوبت کافی می باشد انجام کشت مستقیم موفق بوده و مورد استقبال قرار گرفته است اما پایین بودن رطوبت و مواد آلی خاک در کشور ما باعث می شود نفوذ شیار بازکن در کارنده های کشت مستقیم با دشواری هایی همراه باشد و روش کشت مستقیم کم تر مورد استقبال قرار گیرد. انجام بی خاک ورزی و کشت مستقیم مستلزم مدیریت مناسب بقایا و نفوذ مناسب شیار بازکن های کارنده در داخل خاک است که با پژوهش های انجام شده روی دستگاه های کشت مستقیم هم از نظر پارامترهای ماشینی (فنی) و هم از نظر پارامترهای مربوط به گیاه از طرف محققین ماشین های کشاورزی، زراعت و هم چنین کارشناسان مرکز آزمون و تست ماشین های کشاورزی پیشرفت های چشمگیری انجام شده و شرایط

به کارگیری این ماشین ها در مزارع ایران در حال آماده شدن است. از نظر تشکیلاتی، مدیریت و مداخله آموزشی، ترویجی و سیاست گذاری در کشورهای پیشرو مانند کانادا، آمریکا، آرژانتین و استرالیا نقش کشاورزان پیشرو، انجمن ها و شرکت های سازنده ادوات بسیار پررنگ است اما در ایران این موضوع بیش تر دولتی بوده است که باید این تجربه در ایران نیز عملیاتی شود. برای مثال در استرالیا آموزش ها بیش تر مبتنی بر روش آموزش کشاورز به کشاورز بوده و در سایر کشورها نیز کشاورزان پیشرو در ترویج این روش خاک ورزی نقش فوق العاده ای داشته اند. نقش مزارع نمایشی در ترویج خاک ورزی حفاظتی بی بدیل بوده است.

در کانادا، آمریکا، برزیل، آرژانتین و چین به کشاورزی حفاظتی بیش تر از منظر مدیریت مزرعه نگریسته می شود و ارکان کشاورزی حفاظتی همگی دارای اهمیت یکسانی هستند. بنابراین حداقل بهم خوردن خاک، پوشش سطح خاک و تناوب زراعی و کشت های پوششی هر سه به عنوان ارکان کشاورزی حفاظتی هستند که می توانند در کنار هم به حفظ خاک، حفظ رطوبت، کنترل علف های هرز و حفظ و افزایش عملکرد کمک کنند اما در ایران به سامانه کشاورزی حفاظتی بیش تر از دیدگاه ماشینی نگریسته می شود و در بسیاری موارد استفاده از ماشین های خاک ورز مرکب و ماشین های کشت مستقیم پایان کار تلقی می گردد که این دیدگاه باید اصلاح شده و برای اجرای روش حفاظتی پایدار، باید بر اجرای هر سه رکن کشاورزی حفاظتی همت گماشت و این موضوع را به کارشناسان، مروجان و کشاورزان آموزش داد. یکی از موضوعاتی که در کانادا باعث کاهش اقبال به خاک ورزی سنتی شده افزایش قیمت سوخت بود که هزینه کشاورزی به شیوه سنتی را افزایش داد که در کشور ما نیز می تواند با آموزش مزایای خاک ورزی حفاظتی در خصوص کاهش مصرف سوخت اقبال عمومی کشاورزان به این روش را افزایش دهد. یکی از مشکلاتی که خاک ورزی حفاظتی را در کشور ما با چالش مواجه

کرده است رشد علف‌های هرز در مزارع حفاظتی است که در همه‌ی کشورهای مورد مقایسه گزارش شده است. روش‌هایی که برای مبارزه با علف‌های هرز در این کشورها بکار رفته و موفقیت‌آمیز بوده است اجرای تناوب زراعی برای کاهش تراکم و بانک علف‌هرز، کشت‌های پوششی و استفاده از علف‌کش‌ها به همراه روش‌های مکانیکی است. تولید علف‌کش‌های مؤثر و کم‌خطر و همچنین کاهش قیمت این علف‌کش‌ها برای تشویق کشاورزان به پذیرش سامانه‌های حفاظتی در دستور کار دولت‌ها بوده است.

شرکت‌های سازنده ماشین‌ها در کانادا، برزیل و آرژانتین نقش بسیار مهمی در توسعه خاک‌ورزی حفاظتی داشته‌اند و در چین هم برنامه‌ریزی برای بومی‌سازی ماشین‌ها انجام شده و پژوهش‌ها نشان داده‌اند که بومی‌سازی ماشین‌های حفاظتی توسعه خاک‌ورزی حفاظتی در چین را تسریع خواهند کرد. در کانادا در چهار گام، کیفیت تولید ماشین‌های سازگار با خاک و شرایط بقایا را در کشتزارهای کانادا بهبود بخشیدند و در چین بنگاه‌ها در پی بومی‌سازی ماشین‌های موردنیاز مطابق با شرایط هر منطقه هستند، تولید ماشین‌های سازگار با نوع خاک و بقایا در ایران نیز باید دنبال شود زیرا در نوع خاک و میزان رطوبت و بقایا در کشور ما تنوع زیادی وجود دارد.

در کانادا اجرای خاک‌ورزی حفاظتی موجب کاهش نیاز به ماشین‌ها اما افزایش نیاز به علف‌کش‌ها شد. کاهش استفاده از ماشین، باعث کاهش نیاز به نیروی کار و سوخت شد. پژوهش‌ها نشان می‌دهند که نیاز به علف‌کش در خاک‌ورزی حفاظتی نسبت به خاک‌ورزی مرسوم به میزان ۴۸ درصد افزایش یافت اما نیاز به نیروی کار ۳۱ درصد، نیاز به سوخت ۳۹ درصد و ساعت کار ماشین‌ها به میزان ۴۵ درصد کاهش یافت. در کشور ما مشکل علف‌هرز در طرح‌های کشاورزی حفاظتی به‌ویژه در کشت مستقیم گزارش شده است که باید با اجرای مدیریت تلفیقی آن را کنترل نمود. تجارب آموزش عمومی و اجرای سایت‌های الگویی و مزارع نمایشی در چین می‌تواند برای ترویج کشاورزی

حفاظتی در ایران مدنظر قرار گیرد. متأسفانه آموزش های کشاورزی در کشور ما فراگیر و عمومی نیست.

وجود انواع ماشین های کشاورزی و سازندگان در سطح بین المللی، دسترسی به سموم و بذر و امکانات لازم نتوانسته است کشاورزی حفاظتی را در ترکیه گسترش دهد. ازجمله عواملی که به عنوان عوامل محدودکننده گسترش کشاورزی حفاظتی در ترکیه بیان شده است می توان به؛ کوچک شدن زمین های زراعی، عدم آگاهی کشاورزان از مزایای خاک ورزی حفاظتی و کشت های حفاظتی که بدون آگاهی و ناقص انجام شده است نام برد. کشت های حفاظتی که بدون اطلاع و آگاهی از چگونگی اجرای این روش کشت به صورت ناقص انجام شده، باعث کاهش عملکرد محصول و دلسرد شدن کشاورزان در همان ابتدای کار شده است. این عوامل یعنی کوچک شدن زمین ها بر اثر قانون ارث و اطلاعات ناکافی کشاورزان از روش های حفاظتی در کشور ما نیز دیده می شوند. لذا در صدد هستند که به منظور حل مشکلات در روش های حفاظتی کشاورزی؛ بخش کشاورزی حفاظتی در وزارت غذا، کشاورزی و دامداری ایجاد نموده و خدمات آموزشی و نشر مؤثرتر و مشوق ها را در سطح دلگرم کننده ای بالا ببرند.

منابع

- ۱- احمدی، ک.، عبادزاده، ح. ر.، حاتمی، ف.، عبدشاه، ه. و کاظمیان، آ. ۱۳۹۸. آمارنامه کشاورزی سال ۹۷-۱۳۹۶. جلد اول، محصولات زراعی. انتشارات وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه ریزی اقتصادی.
- ۲- جمشیدی، م. ۱۳۹۱. پهنه بندی کربن آلی خاک به منظور بررسی توان خاک ها در انتقال و نگهداری عناصر آلاینده در استان های خوزستان و فارس. گزارش نهایی مؤسسه تحقیقات خاک و آب. شماره ثبت ۴۲۵۶۱.
- ۳- زوله، م. ۱۳۹۰. ارزیابی میزان کربن آلی خاک در استان های جنوبی ایران. اولین همایش ملی مباحث نوین در کشاورزی. دانشگاه آزاد ساوه-آبان.
- ۴- سازمان هواشناسی. ۱۳۹۹. محصولات و خدمات سازمان هواشناسی. [HTTP://WWW.IRIMO.IR](http://WWW.IRIMO.IR).
- ۵- ساعی آهن، ج.، قیسی پور، ح.، شریفی، ا. و محمدی اسدی، ن. ۱۳۸۸. طرح جامع کشاورزی حفاظتی. وزارت کشاورزی. معاونت تولیدات گیاهی.
- ۶- شوکتی آماقانی، م.، کلانتری، خ.، اسدی، ع. و شعبانعلی فمی، ح. ۱۳۹۷. مروری بر وضعیت خردی و پراکندگی اراضی کشاورزی در جهان و ایران. نشریه علمی ترویجی مدیریت اراضی/ جلد ۶/ شماره ۱.
- ۷- الفتی، م.، ملکوتی، م. ج. و بلالی، م. ر. ۱۳۷۹. تعیین حد بحرانی پتاسیم برای محصول گندم در ایران (مجموعه مقالات). چاپ اول. نشر آموزش کشاورزی. کرج، ایران. ص ۸۵-۹۷.
- ۸- میرزاشاهی، ک. و بازرگان، ک. ۱۳۹۴. مدیریت ماده آلی خاک. وزارت جهاد کشاورزی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، نشریه فنی شماره ۵۳۵.
- 9- Agriorbit. 2020. Argentina – global leader in no-till agriculture. <https://www.agriorbit.com/argentina-global-leader-in-no-till-agriculture>.

10- Alticat, S., Kus, E., Kucukerdem, H.K. and Gulbe, A. 2018. The Importance of the Conservation Agriculture for Turkey. J. Inst. Sci. & Tech. 8(2):73-80.

11- Awada, L., Lindwall, C.W. and Sonntag, B., 2014. The development and adoption of conservation tillage systems on the Canadian Prairies. International Soil and Water Conservation Research, 2(1): 47-65.

12- Bhadu, K., Choudhary, R., Poonia, T., Patidar, P., Choudhary, K.M. and Kakraliya, S.K., 2018. A review paper on concept, benefits and constraints of conservation agriculture in India. IJCS, 6(4): 36-40.

13- Bhan, S. and Behera, U.K., 2014. Conservation agriculture in India-Problems, prospects and policy issues. International Soil and Water Conservation Research, 2(4):1-12.

14- Campbell, C. A., Zentner, R. P., Janzen, H. H. and Bowren, K. E. 1990. Crop rotation studies on the Canadian Prairies. Publ.1841/E. Ottawa: Canadian Government Publication Center, Supply and Services Canada.

15- Canola Council of Canada. 2017. Canola tillage. Canadian Canola Growers Association, <https://www.canolacouncil.org/canola-encyclopedia/field-characteristics/tillage/>.

16- Carter, M. R. 2017. Conservation tillage in temperate agroecosystems. Boca Raton, Florida: CRC Press.

17- Claassen, R., Bowman, M., McFadden, J., Smith, D. and Wallander, S. 2018. Tillage Intensity and Conservation Cropping in the United States (No. 1476-2018-5723).

18- De Freitas, P.L. and Landers, J.N., 2014. The transformation of

agriculture in Brazil through development and adoption of zero tillage conservation agriculture. International Soil and Water Conservation Research, 2(1): 35-46.

19- FAO. 2020. Conservation Agriculture. <http://www.fao.org/conservation-agriculture/en/>.

20- FAO. 2020. Top 5 need-to-knows about Conservation Agriculture. <http://www.fao.org/zhc/detail-events/en/c/238478>.

21- Hargrove, W.W. and R.J. Luxmore. 1988. Soil organic matter content across the United States, From: A New High-Resolution National Map of Vegetation Ecoregions Produced Empirically Using Multivariate Spatial Clustering, released to the USDA, public domain.

22- He, J., Li, H.W., Wang, Q.J., Gao, H.W., Li, W.Y., Zhang, X.M. and McGiffen, M., 2010. The adoption of conservation tillage in China. Annals of the New York Academy of Sciences, 1195: 96-106.

23- Jia, L., Zhao, W., Zhai, R., Liu, Y., Kang, M. and Zhang, X., 2019. Regional differences in the soil and water conservation efficiency of conservation tillage in China. Catena, 175: 18-26.

24- Kassam, A., Friedrich, T. and Derpsch, R., 2019. Global spread of conservation agriculture. International Journal of Environmental Studies, 76(1): 29-51.

25- Ketchell, M. 2012. From dust bowls to food bowls: Australia's conservation farming revolution. <https://theconversation.com/from-dust-bowls-to-food-bowls-australias-conservation-farming-revolution-6020>.

26- Lal R. 1997. Residue management, conservation tillage and soil restoration for mitigating greenhouse effect by CO-enrichment. Soil Tillage Research, 43: 81- 107.

27- Lindwall, C. W., and Sonntag, B. (Eds). 2010. Landscapes transformed: The history of conservation tillage and direct seeding. University of Saskatchewan, Saskatoon, Sk. S7N 5B8.

28- Peiretti, R. and Dumanski, J., 2014. The transformation of agriculture in Argentina through soil conservation. International Soil and Water Conservation Research, 2(1): 14-20.

29- Sharif, M., Ijaz, S.S., Ansar, M., Latif, R., Hassan, A. and Nasir, M. 2017. Conservation Agriculture: Research Status, Opportunities and Challenges in dryland areas of Pakistan, J. Bio. Env. Sci., 11(3):102-112.

30- Thierfelder, C., Rusinamhodzi, L., Ngwira, A.R., Mupangwa, W., Nyagumbo, I., Kassie, G.T. and Cairns, J.E., 2015. Conservation agriculture in Southern Africa: Advances in knowledge. Renewable Agriculture and Food Systems, 30(4): 328-348.

31- USDA. 2019. USDA agricultural resource management survey data for 2002-2017.

32- Vilsack, T. and Clark, C., 2014. United States summary and state data. United States Department of Agriculture: Washington, DC, USA, 1(Part 51).