

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



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

اصول مدیریت بقایای گیاهی، خاک ورزی و تناوب در کشاورزی حفاظتی

(روش های محاسبه درصد پوشش سطح زمین توسط بقایا تحت تأثیر خاک ورزی)

سرشناسه	: آسودار، محمدامین، ۱۳۳۸ -
عنوان و نام پدیدآور	: اصول مدیریت بقایای گیاهی، خاک‌ورزی و تناوب در کشاورزی حفاظتی: (روش‌های محاسبه درصد پوشش سطح زمین توسط بقایا تحت تأثیر خاک‌ورزی) / نویسندگان محمدامین آسودار، فرزاد زلّقی، سیدعلی شهرستانی؛ ویراستار گیتی زمانی‌زاده؛ تهیه شده در معاونت امور زراعت، دفتر شبکه دانش و رسانه‌های ترویجی؛ [به سفارش] وزارت جهاد کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، معاونت ترویج.
مشخصات نشر	: کرج: سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، معاونت ترویج، نشر آموزش کشاورزی، ۱۳۹۶.
مشخصات ظاهری	: ۴۷ ص: مصور (رنگی)، جدول (رنگی).
شابک	: ۹۷۸-۹۶۴-۵۲۰-۳۲۹-۸
وضعیت فهرست‌نویسی	: فیبا
عنوان دیگر	: روش‌های محاسبه درصد پوشش سطح زمین توسط بقایا تحت تأثیر خاک‌ورزی.
موضوع	: خاک — حفاظت
موضوع	: Soil conservation
موضوع	: کشاورزی — حفاظت
موضوع	: Agricultural conservation
موضوع	: خاک‌ورزی
موضوع	: Tillage
شناسه افزوده	: زلّقی، فرزاد، ۱۳۴۶ -
شناسه افزوده	: شهرستانی، سیدعلی، ۱۳۵۰ -
شناسه افزوده	: سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. معاونت ترویج. نشر آموزش کشاورزی
شناسه افزوده	: سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. معاونت ترویج
شناسه افزوده	: ایران. وزارت جهاد کشاورزی. معاونت زراعت
شناسه افزوده	: ایران. وزارت جهاد کشاورزی. دفتر شبکه دانش و رسانه‌های ترویجی
رده‌بندی کنگره	: ۱۳۹۶ الف۶/آ۵ S۶۲۶
رده‌بندی دیویی	: ۶۳۱/۴
شماره کتابشناسی ملی	: ۴۷۵۳۹۹۱

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۵۲۰-۳۲۹-۸

ISBN : 978-964-520-329-8



نشر آموزش کشاورزی

عنوان : اصول مدیریت بقایای گیاهی، خاک‌ورزی و تناوب در کشاورزی حفاظتی

(روش‌های محاسبه درصد پوشش سطح زمین توسط بقایا تحت تأثیر خاک‌ورزی)

نویسندگان : محمدامین آسودار، فرزاد زلّقی، سیدعلی شهرستانی

ویراستاران ترویجی : علیمراد سرافرازی، مصطفی احمدی

ویراستار ادبی : گیتی زمانی‌زاده

مدیر داخلی : شیواپارسانیک

تهیه شده در : معاونت امور زراعت - دفتر شبکه دانش و رسانه‌های ترویجی

ناشر : نشر آموزش کشاورزی

شمارگان : ۲۰۰۰ جلد

نوبت چاپ : اول / ۱۳۹۶

قیمت : رایگان

مسئولیت صحت مطالب با نویسندگان است.

شماره ثبت در مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع رسانی کشاورزی ۵۱۷۶۲ به تاریخ ۹۶/۳/۱۲ است.

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

صندوق پستی: ۱۱۱۳-۱۹۳۹۵، تلفکس: ۲۱-۲۲۴۱۳۹۲۳

مخاطبان:

کارشناسان و مروجان مسئول پهنه

اهداف:

آشنایی با اصول مدیریت بقایای گیاهی، خاکورزی و تناوب در کشاورزی حفاظتی
(روش‌های محاسبه درصد پوشش سطح زمین توسط بقایا تحت تأثیر خاکورزی)

فهرست

عنوان	صفحه
پیشگفتار.....	۵
مقدمه.....	۶
شرح سیستم‌های خاک‌ورزی.....	۷
خاک‌ورزی حفاظتی.....	۷
بی‌خاک‌ورزی.....	۱۰
کشت پشته‌ای.....	۱۰
حذف برخی عملیات خاک‌ورزی و اصلاح بازده مزرعه.....	۱۲
اثرات سیستم‌های کشاورزی حفاظتی.....	۱۳
توسعه برنامه کشاورزی حفاظتی.....	۱۵
مراحل ویژه‌ای که باید برای انتخاب و به‌کارگیری یک سیستم حفاظتی دنبال شود.....	۱۶
ارزیابی شرایط موجود.....	۱۶
پایه‌گذاری اجرای اهداف کلی.....	۱۶
تشخیص بهسازی‌های اختصاصی.....	۱۷
تشخیص جایگزین‌های موجود.....	۱۷
انتخاب شیوه‌های حفاظتی.....	۱۷
ارزیابی پیشرفت.....	۱۷
تغییر یا بازنگری اهداف.....	۱۷
تکرار مراحل انجام کار.....	۱۸
برنامه‌ریزی حفاظتی.....	۱۸
تأثیر مدیریت و حفظ بقایای گیاهی در مزارع کشاورزی.....	۱۸
فواید وجود بقایای گیاهی در سطح خاک.....	۲۰
ماده آلی خاک.....	۲۵
تاریخچه‌ای از مدیریت بقایای گیاهی.....	۲۶
میزان بقایای گیاهی و مدیریت آن.....	۲۸
تعیین درصد پوشش بقایای گیاهی.....	۳۰
روش برش عرضی خطی.....	۳۱
روش مقایسه تصویری.....	۳۳
روش پیش‌بینی.....	۳۴
بقایای محصول شکننده و غیرشکننده.....	۳۵
میزان بقایای گیاهی به‌جامانده.....	۳۶
پیش‌بینی پوشش گیاهی باقی‌مانده در یک سیستم خاک‌ورزی.....	۳۷
جمع‌بندی مطالب.....	۴۳
تصاویر نمونه از برخی مزارع کشاورزی حفاظتی در مناطق مختلف کشور.....	۴۵

پیشگفتار

مجموعه پیش‌رو، همراه با یافته‌های جدید در کشاورزی حفاظتی دنیا و ایران تا سال ۱۳۹۵ دربردارنده محتوای بخشی از آخرین ویرایش کتاب "Tillage" است که توسط انتشارات شرکت John Deere سری FMO به چاپ رسیده است.

انگیزه انتخاب این مجموعه، ظهور تغییرات گسترده در باورها و مفاهیم مربوط به خاک‌ورزی حفاظتی و در نهایت کشاورزی حفاظتی است که از واپسین سال‌های دهه هشتاد میلادی آغاز و موجب تغییر روش‌ها و سیستم‌های کشاورزی سنتی به سمت کشاورزی حفاظتی شده است. این مجموعه، تلاشی است برای آشنایی بیشتر خوانندگان عزیز با مفاهیم اساسی و بنیادی کشاورزی حفاظتی.

اهمیت خاک‌ورزی حفاظتی در ایالات متحده آمریکا:

- در ایالات متحده، زمین‌های زیر کشت بالغ بر ۱۱۲ میلیون هکتار است.
- بیش از ۳۰ میلیون هکتار (۲۷ درصد) از کل زمین‌های زیر کشت، تحت سیستم بی‌خاک‌ورزی کشت شده‌اند.
- ۴۶ میلیون هکتار (۴۰ درصد) از کل زمین‌های زیر کشت، تحت یکی از سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی است به‌طوری‌که پس از کشت محصول، بیش از ۳۰ درصد سطح زمین از بقایای گیاهی کشت قبلی حفظ شده است.
- استفاده از سیستم بی‌خاک‌ورزی نسبت به سال ۱۹۸۹، ۳/۵ برابر افزایش یافته است.
- در نتیجه جایگزینی خاک‌ورزی مرسوم با سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی بیش از ۲ میلیارد و ۱۸۰ میلیون لیتر گازوئیل صرفه‌جویی شده است.

در تهیه این نشریه حداکثر تلاش در راستای هدایت خوانندگان محترم به سمت روش‌های تولید پایدار انجام شده است. با این وجود، مجموعه فرارو را خالی از عیب و نقص نمی‌دانیم و هرگونه پیشنهاد یا انتقاد استادان و کارشناسان گرانقدر را ارج می‌نهمیم و امیدواریم نشریه حاضر مورد توجه کارشناسان، دانشجویان، محققان و علاقه‌مندان گرامی قرار گیرد.

با تشکر محمدامین آسودار

مقدمه

سیستم‌های خاک‌ورزی

اگرچه تا به حال مفاهیم و اهداف خاک‌ورزی عمدتاً بدون تغییر باقی مانده‌اند، اما از سال‌های آغازین دهه هشتاد میلادی تغییرات اساسی در سیستم‌های خاک‌ورزی به وجود آمده است. برای تأمین نیازهای این سیستم جدید، پیشرفت‌هایی در ادوات خاک‌ورزی صورت گرفته یا مورد بازنگری قرار گرفته‌اند.

بزرگترین دگرگونی در سیستم‌های خاک‌ورزی، تغییر جهت چشمگیر آن به سمت کشاورزی حفاظتی^۱ بوده است. این تغییر جهت در پاسخ به نگرانی‌های مربوط به افزایش هزینه انرژی، فرسایش خاک، مصرف کودهای شیمیایی و علف‌کش‌ها، آلودگی آب و افزایش مواد آلی خاک بوده است. گرایش عمومی به سمت کشاورزی حفاظتی، با قانون مصوب فدرال که حفاظت خاک را الزامی می‌کند، تشدید شد. بنابر تخمین سرویس حفاظت خاک در دپارتمان کشاورزی آمریکا ۲۵ درصد زمین‌های زیر کشت آمریکا به نوعی تحت مدیریت بقایای گیاهی هستند (البته هم‌اکنون این میزان به بالای ۳۵ درصد افزایش یافته است). تخمین انجمن ملی نواحی حفاظتی مرکز تکنولوژی حفاظتی نشان می‌دهد که در ۳۱/۲ درصد از کل زمین‌هایی که در سال ۱۹۹۲ زیر کشت بوده‌اند، خاک‌ورزی حفاظتی به کار رفته و میزان آن از ۲۵/۶ درصد در سال ۱۹۸۹ به ۲۶/۱ درصد در سال ۱۹۹۰ و ۲۸/۱ درصد در سال ۱۹۹۸ افزایش یافته است. قانون حفاظت ممکن است باعث تسری سیستم کشاورزی حفاظتی به حدود نیمی از زمین‌های زیر کشت شود.

پذیرش سیستم‌های حفاظتی توسط کشاورزان، تأثیر زیادی بر میزان استفاده از انواع مختلف تجهیزات خاک‌ورزی داشته است. برای مثال بین سال‌های ۱۹۶۷ تا ۱۹۹۰ سفارش گاواهن‌های برگردان‌دار و دیسک‌ها از ۷۷ درصد کل سفارش‌ها به ۲۵ درصد کاهش یافت. در همین زمان تجهیزات خاک‌ورزی اولیه و ثانویه‌ترکیبی که در سال ۱۹۶۷ به میزان کمی در دسترس بودند، در سال ۱۹۹۰، ۳۰ درصد سفارش محموله‌های کشاورزی را تشکیل می‌دادند. همچنین فروش گاواهن‌های چيزل و کولتیواتورهای مزرعه به حدود ۳۰ درصد کل تجهیزات خاک‌ورزی رسید. این روند تغییرات، نشانگر پذیرش بیشتر سیستم‌های خاک‌ورزی است که میزان خاک‌ورزی را کاهش می‌دهد.

۷ ♦ اصول مدیریت بقایای گیاهی، خاک ورزی و تناوب در کشاورزی حفاظتی

شکل ۱ مزایای آرایش و الگوی کشت روی پشته در پایداری نظام زراعی را نشان می‌دهد که شامل ارتقاء کارایی آبیاری، کنترل تردد ماشین در مزرعه، کنترل آسانتر علف‌های هرز، تعدیل مصرف بذر و کاهش هزینه‌هاست.



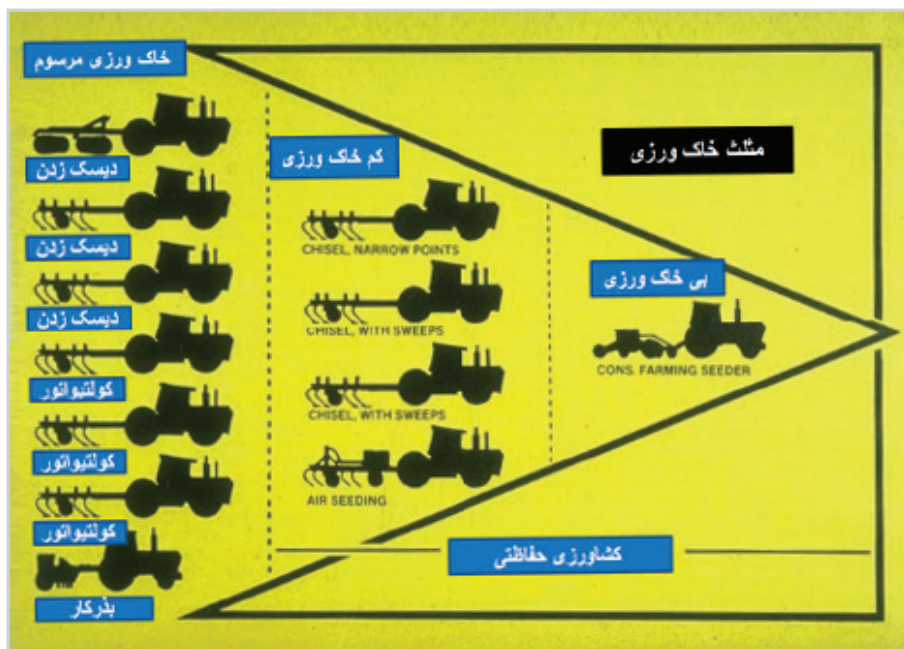
شکل ۱- مزایای آرایش و الگوی کشت در پایداری نظام زراعی

شرح سیستم‌های خاک‌ورزی

انجام هر نوع عمل مکانیکی روی خاک را می‌توان «خاک‌ورزی» نامید. انواع مختلفی از ادوات خاک‌ورزی جهت به هم زدن خاک موجود است. یک سیستم خاک‌ورزی، توالی عملیات خاک‌ورزی است که برای تولید محصول به کار گرفته می‌شود. انجام عملیات در بسیاری از سیستم‌های خاک‌ورزی به دو بخش خاک‌ورزی اولیه و ثانویه تقسیم می‌شود.

خاک‌ورزی حفاظتی

خاک‌ورزی حفاظتی شامل نوعی عملیات زراعی است که برای سوددهی محصول تولیدی لازم است، در حالی که کمترین فرسایش بادی و آبی خاک را به همراه داشته باشد. در این جا تأکید بر حفاظت خاک است. حفظ رطوبت خاک، انرژی، نیروی کار، افزایش ماده آلی خاک و حتی کاهش تعداد ادوات از دیگر مزایای این روش است. شکل ۲ سیر تکاملی گذر از نظام‌های مرسوم خاک‌ورزی به سیستم‌های پایدار مانند نظام‌های حفاظتی در مثلث خاک‌ورزی را نشان می‌دهد.



شکل ۲- سیر تکاملی گذر از نظام‌های مرسوم خاک‌ورزی به سیستم‌های پایدار

مانند نظام‌های حفاظتی

برای اینکه سیستمی، حفاظتی محسوب شود، باید شرایطی را روی خاک یا درون آن به وجود آورد تا خاک بتواند در مقابل اثرات فرسایش باد، باران و جریان آب ایستادگی کند. چنین پایداری با یکی از دو حالت زیر به دست می‌آید:

۱- حفاظت سطح خاک به وسیله باقی مانده محصول یا گیاهان در حال رشد

۲- افزایش ناهمواری و نفوذپذیری سطح خاک

هر سیستم کشاورزی که یکی از موارد زیر را تأمین کند، حفاظتی نامیده می‌شود:

- پوشش حداقل ۳۰ درصد سطح زمین از بقایای گیاهی بعد از عملیات کاشت به منظور کاهش فرسایش خاک توسط آب و حفظ مواد آلی در خاک.
- وجود حداقل ۱۱۰۰ کیلوگرم در هکتار از بقایای گیاهی دانه ریز یا معادل آن روی سطح خاک در دوره بحرانی فرسایش. این عمل سبب کاهش فرسایش خاک توسط باد می‌شود.

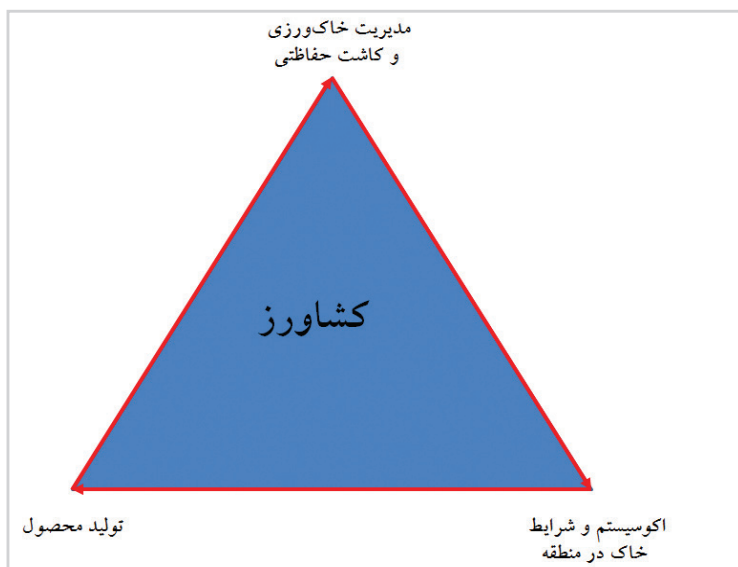
کشاورزی حفاظتی عموماً معرف طیف وسیعی از سیستم‌های خاک‌ورزی و کاشت

۹ ♦ اصول مدیریت بقایای گیاهی، خاک ورزی و تناوب در کشاورزی حفاظتی

است. سیستم‌های حفاظتی در خاک‌ورزی، بسته به نوع محصول قبلی، شامل یکی از سیستم‌های اختصاصی زیر است:

- گاواهن چیزل یا زیرشکن
- گاواهن تیغه‌ای
- خاک‌ورز مرکب
- خاک‌ورز نواری
- بی‌خاک‌ورزی
- خاک‌ورز پشته‌ای دائمی

از بین این سیستم‌های حفاظت خاک، دو مورد آخر در بخش بعدی توضیح داده شده است. ممکن است سیستم‌های دیگر حفاظت خاک هم وجود داشته باشند که شما درباره آنها می‌دانید و بدون شک در آینده سیستم‌های جدید دیگری هم معرفی خواهند شد. مدیریت خاک‌ورزی و کاشت حفاظتی یکی از ارکان مهم کشاورزی است که کشاورزان باید به‌طور کامل از اجرای آن آگاه باشند و در مراحل تولید، آن را در دستور کار خود قرار دهند. شکل ۳ چارچوب مفهومی کشاورزی حفاظتی و اجزای مرتبط و کارکردهای متقابل را نشان می‌دهد.



شکل ۳- چارچوب مفهومی کشاورزی حفاظتی - اجزای مرتبط و کارکردهای متقابل

۱۰ اصول مدیریت بقایای گیاهی، خاک ورزی و تناوب در کشاورزی حفاظتی

بی خاک‌ورزی^۱: در این روش که گاهی خاک‌ورزی صفر^۲ یا کاشت در شکاف^۳ هم نامیده می‌شود، خاک از زمان برداشت تا کاشت بذرواز کاشت بذر تا برداشت بعدی دست نخورده باقی می‌ماند (شکل ۴).



شکل ۴- کشت مستقیم در بقایای گیاهی (بی خاک‌ورزی)

■ تنها عمل «خاک‌ورزی» به هم زدن خاک توسط ردیف کارها و خطی کارهاست. کولترهای پیش‌بر تعبیه شده روی ماشین کاشت، نوار یا خط باریکی را شکاف می‌دهند یا ایجاد شیری می‌کنند که بذر در آن کاشته می‌شود. در برخی از ردیف کارها و خطی کارها از کولترهای پیش‌بر استفاده نمی‌شود بلکه برای برش بقایای گیاهی و ایجاد شیار باریک از شیار باز کن استفاده می‌شود. به کارگیری ردیف کار یا خطی کار، تنها عملیاتی است که باعث به هم زدن خاک می‌شود. در بعضی موارد، سیستم بی خاک‌ورزی پایه‌ای به استفاده از دستگاه‌های چنگه کششی، پنجه دوار، کولتیواتور ردیفی یا تیغه‌هایی جهت شیار برای کود شیمیایی خلاصه می‌شود.

کشت پشته‌ای^۴: در این روش که گاهی خاک‌ورزی پشته‌ای^۵ یا کشت- خاک‌ورزی^۶ نیز نامیده می‌شود، خاک از مرحله برداشت تا کاشت بعدی، به جز برای تزریق احتمالی کود شیمیایی دست نخورده باقی می‌ماند. محصول روی پشته‌ها کشت می‌شود و رشد می‌کند. پشته‌ها معمولاً در کشت قبلی هنگام کولتیواتور زدن یا هنگام کشیدن جوی و پشته‌بند (فاروئر) برای آبیاری نشتی ایجاد می‌شوند. معمولاً پشته‌ها هنگام کولتیواتور زدن و به کار بردن جوی و پشته‌بند، هرساله

1 -No-till

2 -Zero-till

3 -Slat-planting

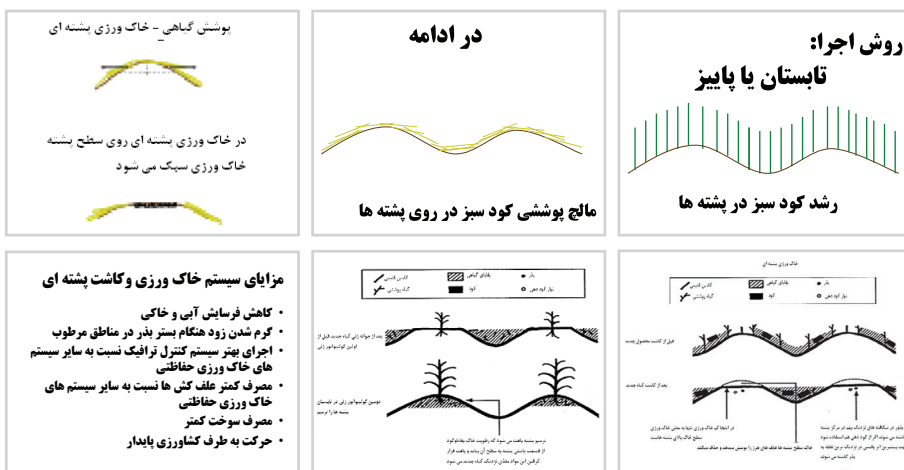
4 - Ridge till-Plant

5 - Ridge-till

6 - Till-Planting

۱۱ ♦ اصول مدیریت بقایای گیاهی، خاک ورزی و تناوب در کشاورزی حفاظتی

بازسازی می‌شوند. ارتفاع پشته‌ها باید ۲۵-۱۵ سانتی‌متر باشد. به منظور کنترل فرسایش، پشته‌ها باید بعد از کاشت، حداقل ۷/۵ سانتی‌متر بالاتر از سطح باشند (شکل ۵).



شکل ۵- کشت با استفاده از سیستم پشته‌ای و کشت روی پشته‌های ثابت

در بسیاری از سیستم‌های خاک‌ورزی پشته‌ای، دستگاه کاشت به پنجه‌گازی، تمیزکننده‌های ردیفی دیسکی، کولترهای پیش‌بر یا دیسک‌های افقی مجهز می‌شود. این ضمائم‌تمیزکننده ردیف‌ها، در عمق حدود ۷/۵-۲/۵ سانتی‌متری، بقایا و بذره‌ای علف هرز خاک را از هر ردیف برمی‌دارند و یک نوار خاک مرطوب عاری از علف هرز را در بالای پشته به جای می‌گذارند که بذر درون آن کشت می‌شود (شکل ۶).



شکل ۶- کشت مستقیم گندم بر روی پشته‌های دائمی

حذف برخی عملیات خاک‌ورزی و اصلاح بازده مزرعه

اهداف اصلی در نظام حفاظتی شامل حذف یک‌سری عملیات خاک‌ورزی و افزایش بقایای گیاهی سطحی در کشت است. حداکثر بازده مزرعه، در انتخاب ادوات برای به‌دست آوردن این اهداف بسیار مهم است.

کاهش تعداد عملیات در مزرعه، باعث صرفه‌جویی در هزینه‌های مربوط به سوخت و کارگر می‌شود و معمولاً امکان کشت زودتر را فراهم می‌کند. اگر بتوان بعضی از عملیات را حذف کرد، هزینه سرمایه‌گذاری ماشین‌های کشاورزی نیز پایین می‌آید. همچنین کاهش رفت و آمد چرخ‌های تراکتور روی خاک، فشردگی خاک را کاهش می‌دهد. میزان صرفه‌جویی در هزینه سوخت و کارگر بستگی به تعداد دفعات رفت و آمد روی زمین و نوع عملیات حذف‌شده دارد. مثلاً حذف عملیات شخم، صرفه‌جویی بیشتری را نسبت به حذف عملیات پنجه (هارو) زدن به دنبال دارد.

تغییر خاک‌ورزی مرسوم به روش بی‌خاک‌ورزی، می‌تواند سبب صرفه‌جویی ۷۵ درصدی انرژی خاک‌ورزی شود. البته قسمتی از این صرفه‌جویی ممکن است برای استفاده از سموم شیمیایی بیشتر به منظور کنترل آفات و علف هرز مصرف شود. ظرفیت ماشین در مزرعه می‌تواند به دو صورت ظرفیت تئوری^۱ مزرعه و یا ظرفیت مؤثر مزرعه^۲ تعریف شود.

ظرفیت تئوری مزرعه (TFC) مساحتی است که می‌تواند در یک ساعت خاک‌ورزی شود؛ در صورتی که برای عملیاتی مانند دور زدن در انتهای مزرعه و یا تنظیمات یا تعمیرات، هیچ زمانی تلف نشود.

$$TFC \left(\text{ظرفیت تئوری مزرعه} \right) = \frac{w \times v}{10}$$

V = (کیلومتر در ساعت) سرعت

W = (متر) عرض کار

ظرفیت مؤثر مزرعه (EFC) عبارت است از میزان کاری که ادوات مختلف می‌توانند در

1 - Theoretical Field Capacity (TFC)

2 - Effective Field Capacity (EFC)

۱۳ ♦ اصول مدیریت بقایای گیاهی، خاک ورزی و تناوب در کشاورزی حفاظتی

شرایط واقعی مزرعه انجام دهند. این میزان با مطالعات دقیق حرکت و زمان و یا صرفاً با مشاهدات دقیق در مزرعه مشخص می‌شود.

بازده مزرعه^۱ (FE) نسبت مساحتی است که یک وسیله به صورت عملی می‌تواند در یک ساعت پوشش دهد (EFC) به مساحت نظری پوشش داده شده (TFC). این رابطه را می‌توان به صورت درصد با فرمول زیر بیان کرد:

$$E \% = \frac{EFC}{TFC} \times 100$$

ظرفیت مؤثر مزرعه (EFC) برحسب هکتار در ساعت

$$EFC \left(\frac{ha}{h} \text{ ظرفیت مؤثر مزرعه} \right) = \frac{w \times v \times FE\%}{10}$$

که در آن :

عرض کار ماشین بر حسب متر = w

سرعت حرکت بر حسب کیلومتر بر ساعت = v

بازده اغلب ادوات خاک‌ورزی حدود ۷۰-۹۰ درصد است. عوامل مؤثر بر بازده مزرعه عبارتند از:

ساختار و اندازه ادوات، سرعت حرکت، شکل مزرعه، شرایط و وضعیت کارایی ادوات، شرایط خاک، تجربه و سلامت راننده.^۲

اثرات سیستم‌های کشاورزی حفاظتی

یک سیستم کشاورزی حفاظتی می‌تواند اثرات گوناگونی داشته باشد و پوششی از بقایای گیاهی، تبخیر و هدر رفتن سطحی آب را کاهش دهد. بنابراین خاک‌های مستعد فرسایش، در اولویت اول استفاده از سیستم حفاظتی قرار دارند. یک سیستم خاک‌ورزی که بقایای محصول را حفظ می‌کند ولی زمین را ناهموار باقی می‌گذارد، ممکن است میزان روان آب را بیشتر از سیستم بی‌خاک‌ورزی کاهش دهد.

سیستم حفاظتی در مقایسه با سیستم مرسوم، نیاز به مدیریت بیشتر در حاصلخیزی

1 - Field Efficiency (FE)

۲ - برای اطلاع دقیق درباره انتخاب و استفاده از ادوات به منظور به دست آوردن حداکثر بازده مزرعه، کتاب "مدیریت ماشین‌های کشاورزی" از انتشارات شرکت جان دیر (FMO) را مطالعه نمایید.

خاک و کنترل علف هرز، آفات و بیماری‌ها دارد. به عنوان مثال آهک، فسفر و پتاسیم در خاک تحرک چندانی ندارند زیرا تمایل دارند در یک سطح باقی بمانند. اگر این مواد از طریق شخم مخلوط نشوند یا به صورت لایه‌ای زیر سطح خاک فرستاده نشوند، ممکن است میزان مصرف مورد نیاز افزایش یابد.

همچنین سطوح ناهموار و همراه با بقایای گیاهی، شرایط محیطی نامساعدی برای جوانه زدن بذر علف‌های هرز به وجود می‌آورد، اما در عمل استفاده از علف‌کش‌ها و سله‌شکن‌های مکانیکی را مشکل‌تر می‌کند. با کاهش عملیات خاک‌ورزی، جوانه‌زدن سطحی و کنترل علف‌های هرز چندساله، دشوارتر می‌شود اما با به‌کارگیری تناوب و مدیریت حفاظتی در رابطه با انتخاب چرخه تناوبی و استفاده مناسب از آفت‌کش‌ها و کشت گونه‌های مقاوم گیاهی، می‌توان بر مشکلات ناشی از حشرات و امراض که به خاطر کشت حفاظتی افزایش می‌یابد، غلبه کرد.

کاهش خاک‌ورزی می‌تواند سبب صرفه‌جویی در زمان در طول دوره کاشت شود و همچنین هزینه‌های مربوط به ادوات، سوخت و کارگر را کاهش دهد. اما مقداری از این صرفه‌جویی‌ها به دلیل افزایش هزینه‌های آفت‌کش‌ها و کودهای شیمیایی هزینه می‌شود. واکنش‌های بازده محصول به سیستم‌های حفاظتی با توجه به نوع خاک و محل، متفاوت است.

کاهش خاک‌ورزی در خاک‌های گرم و خشک مستعد فرسایش و یا خاک‌هایی که تحت فشردگی قرار دارند، ممکن است باعث افزایش بازده شود. دلیل این است که زمین‌های ناهموار و پوشیده از بقایای گیاهی در بهار، کندتر گرم می‌شوند. خاک‌های دارای زهکشی مناسب که اغلب سریع گرم و خشک می‌شوند، در شرایط به‌کارگیری ادوات متنوع خاک‌ورزی، معمولاً محصول یکسانی تولید می‌کنند اما خاک‌هایی که زهکشی ضعیفی دارند، بخصوص در نواحی سردتر، اغلب با کاهش خاک‌ورزی محصول کمتری می‌دهند. شرایط مرطوب، غالباً زمان اجرای عملیات زراعی را به تأخیر می‌اندازد که باعث تأخیر در رشد اولیه گیاهان نیز می‌شود. متخصصان و کارشناسان مأمور حفاظت خاک می‌توانند اطلاعات سیستم‌های خاک‌ورزی خاص را برای نوع بخصوصی از خاک فراهم و توصیه کنند. شکل ۷ اثرات شدت خاک‌ورزی در روش مرسوم و میزان فشردگی خاک را نشان می‌دهد.



شکل ۷- اثرات شدت خاک‌ورزی بر میزان فشردگی خاک در روش مرسوم

توسعه برنامه کشاورزی حفاظتی

اگرچه کشاورزان به ابتکارات کشاورزی حفاظتی علاقه‌مندند، اما پیش از تصمیم‌گیری در مورد یک روش خاص از کشت حفاظتی، باید برخی مسائل را مد نظر قرار داد. انجام یک تغییر ممکن است روی بسیاری از عملیات دیگر تأثیر قابل ملاحظه‌ای داشته باشد. همچنین روشی که در یک مزرعه بهترین انتخاب است، ممکن است برای زمین دیگری اقتصادی نباشد. مدیریت خوب، شامل انتخاب بهترین سیستم متناسب با نوع خاک و شرایط آب و هوایی خاص است. انتخاب و به‌کارگیری ادوات، در صورتی که با درک سیستم و اعتقاد به درستی آن همراه باشد، بسیار مهم است. به عنوان مثال اگر دیدن بقایای گیاهی و کاه و کلش روی سطح خاک قبل از کاشت و کولتیواتور زدن، کشاورز را نگران کند، ممکن است از اجرای این سیستم خودداری کند. برخی کشاورزان تغییر عادات سنتی درباره انجام کار و چگونگی شکل ظاهری آن را بزرگترین مانع می‌دانند.

انتخاب یک سیستم حفاظتی باید با توجه به بافت کلی سیستم کشت، مورد بررسی قرار گیرد. یک سیستم حفاظتی ممکن است بر اثر عملکرد قسمتی از مزرعه تأثیر بسیار خوبی داشته باشد ولی اگر این تأثیر را با کل واحد زراعی مقایسه کنیم، ممکن است مقدار ناچیزی باشد.

مراحل ویژه‌ای که باید برای انتخاب و به کارگیری یک سیستم حفاظتی دنبال شود، عبارتند از:

- ارزیابی شرایط موجود
- پایه‌گذاری اجرای اهداف کلی
- تشخیص بهسازی‌های اختصاصی
- تشخیص جایگزین‌های موجود
- انتخاب شیوه‌های حفاظتی
- ارزیابی پیشرفت در جهت اهداف
- تغییر یا بازنگری اهداف، در صورت نیاز
- تکرار مراحل انجام کار، در صورت نیاز

ارزیابی شرایط موجود

تصویری از مزرعه و حرکت ماشین‌های کشاورزی و انتقال تمامی مواد به داخل و خارج مزرعه را تهیه کنید. اطلاعات دیگری را مانند انواع خاک‌های موجود، شیب زمین، شرایط جوی، فهرست محصولات تولیدی، فهرست ماشین‌های موجود، فعالیت‌های رایج حفاظتی، میزان کاربرد کودهای شیمیایی، موادآلی در زمین، مشکلات مربوط به آفات، حاصلخیزی و PH خاک و مانند اینها را جمع‌آوری کنید. مشکلات عمده از جمله در معرض فرسایش آبی یا بادی بودن ناحیه، باید مورد توجه قرار گیرد. این اطلاعات را برای تثبیت و ادامه برنامه به کار ببرید. برای ارزیابی پیشرفت، نتایج را با این اطلاعات زیربنایی مقایسه کنید.

پایه‌گذاری اجرای اهداف کلی

مثال‌هایی از اجرای اهداف کلی:

- ممانعت از فرسایش خاک بیش از میزان ۹/۴ تن در هکتار
- کاهش ۵ درصدی مصرف انرژی در سال اول

۱۷ اصول مدیریت بقایای گیاهی، خاک ورزی و تناوب در کشاورزی حفاظتی

- افزایش مواد آلی در خاک با مدیریت حفاظتی
 - کاهش ۷ درصدی مصرف سوخت طی یک سال
 - ثابت ماندن بازده محصول و یا افزایش آن به میزان بالاتر
 - اهداف دیگری در زمینه استفاده از آفت کش ها، بازده کودهای شیمیایی و...
- در اینجا تعداد اهداف مهم نیست اما باید به گونه ای کنار هم قرار داده شوند تا امکان ارزشیابی را فراهم کنند.

تشخیص بهسازی های اختصاصی

مواردی که به کارهای اختصاصی نیاز دارند مانند قسمت هایی از ادوات، مراحل از تولید و یا مواردی که به وضوح کم بازده هستند و روند افزایش مواد آلی خاک باید مورد توجه قرار گیرد. بهسازی های اختصاصی به راحتی قابل ارزشیابی است و توجه به این موارد ضامن پیشرفت است.

تشخیص جایگزین های موجود

برای دستیابی به اهداف (اجرایی) ممکن است چندین انتخاب وجود داشته باشد. به عنوان مثال، جایگزین های حفاظت از انرژی ممکن است شامل کاهش سوخت مصرفی از طریق کاهش تعداد رفت و آمدها در مزرعه، کاهش میزان خشک کردن محصول پس از برداشت و یا در صورت امکان، روی آوردن به منبع انرژی جایگزین برای برخی از عملیات باشد.

انتخاب شیوه های حفاظتی

شیوه های حفاظتی را جداگانه ارزیابی کنید. ترکیبی از روش ها و ادوات تکمیلی که دستیابی به اهداف را تضمین می کنند انتخاب نمایید.

ارزیابی پیشرفت

مجموعه برنامه را به صورت سالیانه ارزیابی کنید. فهرستی از اصلاحات را برای اطمینان از تکمیل آنها مرور کنید و جمع کل اهداف اجرایی را بررسی نمایید.

تغییر یا بازنگری اهداف

اگر یکی از اصلاحات کامل شده باشد، آن را از فهرست خارج کنید. اگر یکی از اهداف برآورده شده است، آن را بازبینی کنید و اصلاحات بعدی را روی آن انجام دهید.

تکرار مراحل در صورت نیاز

پیشرفت کار را هر سال مقایسه کنید و در صورت لزوم برای اصلاح بیشتر، سیستم را تغییر دهید. نتیجه یک‌سری از اصلاحات را به صورت پیوسته بررسی کنید.

برنامه‌ریزی حفاظتی

برنامه‌ریزی حفاظتی باید بر هر تصمیمی مبنی بر پذیرش یک سیستم خاص حفاظتی، مقدم باشد. پیشنهاد می‌شود با کارشناسان کشاورزی حفاظتی جهت توصیه‌های خاص هر مزرعه مشورت کنید.

تأثیر مدیریت و حفظ بقایای گیاهی در مزارع کشاورزی

بقایای گیاهی^۱ روی سطح خاک در کاهش فرسایش^۲ بسیار مؤثرند. فرسایش سطحی خاک هنگامی آغاز می‌شود که آب، ذرات پراکنده سطحی را با خود می‌برد. تأثیر ضربه ناشی از برخورد یک قطره باران ممکن است بی‌اهمیت به نظر برسد اما مجموع قطره‌های باران طی یک طوفان شدید با نیروی زیادی به زمین ضربه می‌زند. هنگام رگبارهای شدید در زمین‌های شیب‌دار بدون پوشش گیاهی، دو مشکل عمده پدید می‌آید:

- سرعت بارش از میزان نفوذپذیری خاک فراتر می‌رود.
- میزان نفوذپذیری با توجه به سله تشکیل شده روی سطح خاک، کاهش می‌یابد. هنگامی که میزان بارش باران از میزان نفوذپذیری خاک بیشتر می‌شود، آب شروع به حرکت روی سطح خاک می‌کند. زمانی که به علت سله تشکیل شده روی سطح خاک، نفوذ آب به درون خاک کاهش می‌یابد، روان‌آبی روی سطح خاک افزایش می‌یابد. حرکت آب در هنگام روان‌آبی^۳، مقدار زیادی خاک را با خود حمل می‌کند، در نتیجه پتانسیل فرسایش سطح خاک در زمین‌های شیب‌دار عاری از پوشش گیاهی، بسیار زیاد است. شکل ۸ آرایش و شیوه کاشت مرسوم و اثر آن بر مدیریت مصرف آب را نشان می‌دهد.

1 - Plant residues

2 - Soil erosion

3 - Run off



شکل ۸- آرایش و شیوه کاشت مرسوم و اثر آن بر مدیریت مصرف آب

عمده‌ترین دلیل استفاده از سیستم‌های حفاظتی این است که بقایای گیاهی را روی زمین حفظ می‌کند و سبب کاهش فرسایش و افزایش ماده آلی خاک می‌شود. به راستی بقایای گیاهی روی سطح خاک، چقدر در کاهش فرسایش خاک مؤثرند؟ وجود بقایای گیاهی و ناهمواری سطح خاک، فرسایش را کاهش می‌دهد. اثرات وجود بقایای گیاهی سطحی، بر فرسایش خاک با به‌کارگیری باران‌سازهای مصنوعی اندازه گرفته شده است. در دانشگاه ایلی‌نویز از باران‌ساز مصنوعی برای مقایسه تأثیر سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی بر فرسایش خاک و روان‌آبی استفاده شد. سیستم‌های خاک‌ورزی عبارت بودند از:

(۱) استفاده از گاواهن برگردان‌دار در پاییز

(۲) استفاده از گاواهن چیزل در پاییز

(۳) بی‌خاک‌ورزی

آزمایش‌های باران‌ساز مصنوعی در مزارع پرورش ذرت و سویا در فصل بهار، بعد از رشد ذرت و سویا پیش از هرگونه خاک‌ورزی و کشت نیز انجام شد. استفاده از باران مصنوعی در قطعه‌ای که سال گذشته برای کشت ذرت مورد استفاده قرار گرفته و بعد از آن در پاییز با گاواهن برگردان‌دار شخم شده بود، نشان داد که سطح خاک در معرض ضربه قطره‌های باران قرار دارد و روان‌آبی و فرسایش خاک در آن بالاست.

۲۰ اصول مدیریت بقایای گیاهی، خاک ورزی و تناوب در کشاورزی حفاظتی

خاک مزرعه پس از برداشت ذرت در پاییز با گاوآهن چیزل شخم خورد. برای این کار یک گاوآهن چیزل با ساق‌های تابدار (مورب) به کار برده شد و عملیات روی خطوط تراز انجام شد. مرزهایی (پشته‌هایی) که توسط تیغه‌های تابدار گاوآهن چیزل ایجاد شد در نگهداری رطوبت و کاهش فرسایش خاک بسیار مؤثر بود. در حقیقت با افزایش میزان بارندگی و جمع شدن آب به سبب شکستن مرزها و یا به کار بردن ماشین‌های خاک‌ورزی ثانویه که باعث از بین رفتن مرزها می‌شد، میزان فرسایش خاک افزایش یافت.

فواید وجود بقایای گیاهی در سطح خاک

- بقایای گیاهی، انرژی ضربه‌ای قطره‌های باران را جذب می‌کند و به این وسیله فرسایش را به طرز قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌دهد.
- در مقابل حرکت آب، مانع ایجاد می‌کند و سرعت روان آبی را کاهش می‌دهد. بنابراین آب برای نفوذ در خاک، زمان بیشتری در اختیار دارد.
- زمینه تشکیل سله در سطح خاک را که باعث کاهش نفوذپذیری خاک می‌شود، کم می‌کند.

شکل های ۹ و ۱۰ استفاده از آب باران را در فصل بهار در زمین‌هایی که سال گذشته برای کشت سویا مورد استفاده قرار گرفته‌اند، نشان می‌دهد. به راحتی می‌توان مشاهده کرد که چرا شخم زدن با گاوآهن برگردان‌دار پس از برداشت سویا به ویژه اگر مشکلات فرسایش آبی وجود داشته باشد، توصیه نمی‌شود زیرا میزان فرسایش و روان آبی، هر دو بالاست.



شکل ۹- تأثیر مدیریت صحیح بقایای گیاهی در بهبود کارکرد آبیاری

و ارتقاء کارایی مصرف آب باران یا آبیاری



شکل ۱۰- مقایسه دو شیوه مدیریت بقایای گیاهی و تأثیر آن بر میزان روان آب

در مقایسه با گاوآهن برگردان دار، شخم زدن به وسیله گاوآهن چیزل با ساق های تابدار در امتداد خطوط تراز، روان آبی و فرسایش را به میزان قابل ملاحظه ای کاهش می دهد. کاهش فرسایش، نتیجه ایجاد پشته هایی در امتداد خطوط تراز توسط گاوآهن چیزل و نیز باقی ماندن مقدار زیادی بقایای سطحی است که حاصل شخم زدن با گاوآهن چیزل است.

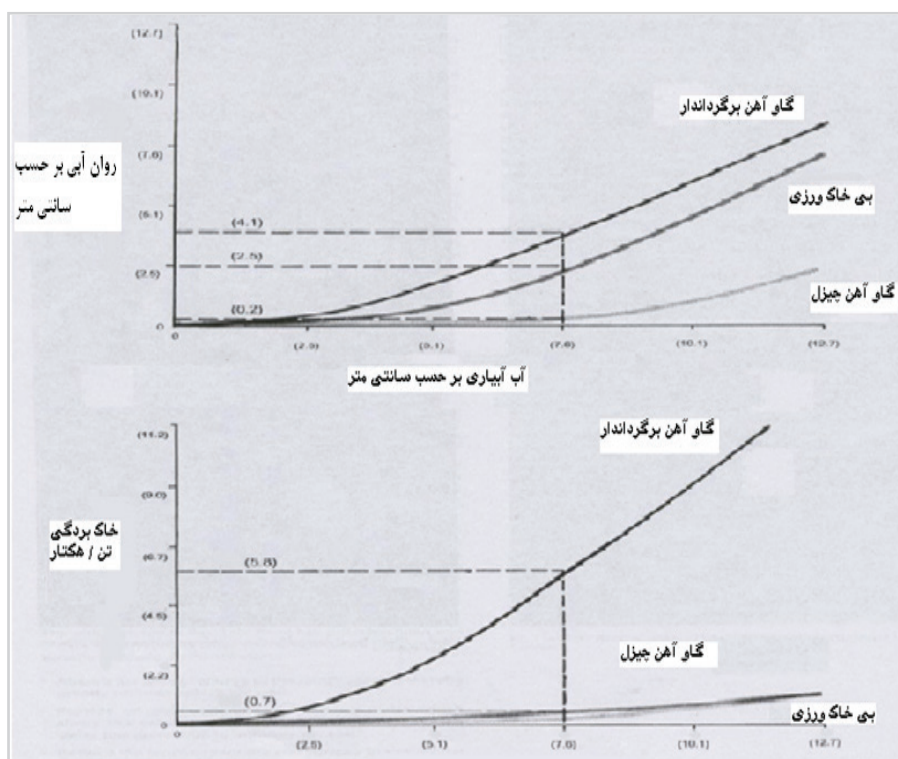
مشکل اصلی فرسایش در استفاده از گاوآهن چیزل و باقی ماندن بقایای کشت سویا در بهار، هنگامی ایجاد می شود که خاک به منظور تهیه بستر بذر، تحت عملیات خاک ورزی قرار می گیرد. خاک ورزی بهاره که ممکن است با یک یا چند عملیات انجام شود، سطح خاک را نرم می کند و روی بقایای گیاهی را کاملاً با خاک می پوشاند و خاک عاری از پوشش گیاهی را مستعد فرسایش می کند (شکل ۱۱).



شکل ۱۱- فرسایش تحت تأثیر خاک ورزی مرسوم

۲۲ اصول مدیریت بقایای گیاهی، خاک ورزی و تناوب در کشاورزی حفاظتی

در روش بی خاک‌ورزی میزان فرسایش خاک به طور چشمگیری کاهش می‌یابد. بقایای گیاهی، انرژی ضربه‌ای قطره‌های باران را جذب می‌کند و سرعت روان‌آبی را کاهش می‌دهد. در مقایسه سیستم‌های خاک‌ورزی از لحاظ روان‌آبی، قطعه زمین‌هایی که در آنها از گاوآهن برگردان‌دار استفاده شده بود، بیشترین میزان روان‌آبی را داشتند (شکل ۱۲). یعنی از اولین بارندگی به میزان $7/6$ سانتی‌متر، $4/1$ سانتی‌متر از آن به صورت روان‌آب از زمین خارج شد. برای سیستم بی خاک‌ورزی، $7/6$ سانتی‌متر باران باعث $2/54$ سانتی‌متر روان‌آبی شد. پشته‌هایی که توسط گاوآهن چیزل ایجاد شده بودند، روان‌آبی را به $0/25$ سانتی‌متر کاهش دادند.



شکل ۱۲- آزمایش روان‌آب ناشی از باران‌سازهای مصنوعی پس از برداشت سویا با سه سیستم خاک‌ورزی گاوآهن برگردان‌دار در پاییز، گاوآهن چیزل و بی خاک‌ورزی

۲۳ ♦ اصول مدیریت بقایای گیاهی، خاک ورزی و تناوب در کشاورزی حفاظتی ...

در مطالعه انجام شده، قطعه زمین‌هایی که در آنها از گاواهن برگردان دار استفاده شده بود، بیشترین میزان روان‌آبی را داشتند. البته پس از انجام خاک‌ورزی ثانویه که برای تسطیح زمین و ایجاد بستر بذر به کار رفت، آن میزان روان‌آب را که از گاواهن‌های چیزل انتظار می‌رود، ایجاد نشد (شکل ۱۳).

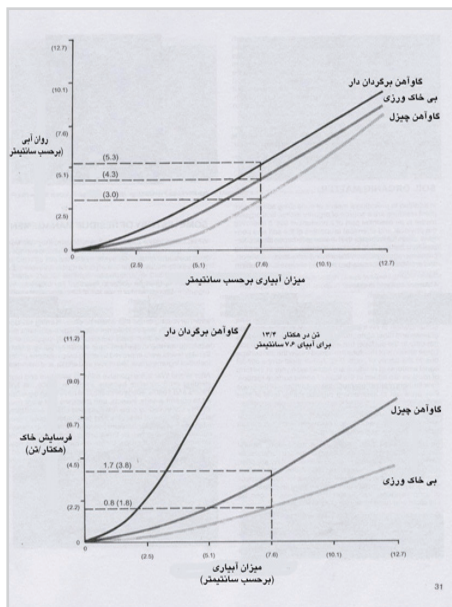


شکل ۱۳- حداقل انجام خاک‌ورزی که برای تهیه و ایجاد بستر بذر به کار می‌رود.

مهمترین تفاوت بین سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی، در مواد آلی خاک و میزان فرسایشی است که توسط روان‌آب ایجاد می‌شود. بیشترین میزان فرسایش خاک در زمین‌هایی صورت گرفت که در پاییز با گاواهن برگردان دار شخم شده بودند. در هر هکتار، مقدار $5/8$ تن خاک به ازای هر $7/6$ سانتی‌متر بارندگی حمل شد. با استفاده از گاواهن چیزل و سیستم بی‌خاک‌ورزی، فرسایش خاک به کمتر از $0/67$ تن در هکتار رسید. همانطور که قبلاً ذکر شد، اگر مرزها توسط ماشین‌های خاک‌ورزی ثانویه تسطیح و کشت انجام شده باشد، نمی‌توان انتظار حداقل فرسایش در سیستم خاک‌ورزی با گاواهن چیزل را داشت.

میزان روان‌آب بعد از کشت سویا در زمین‌هایی که از گاواهن برگردان دار استفاده شده بود، اندکی بیشتر از زمین‌هایی بود که در آنها از گاواهن‌های چیزل یا سیستم بی‌خاک‌ورزی استفاده شده بود (شکل ۱۴).

بعد از بارش $7/6$ سانتی‌متر باران مصنوعی؛ میزان روان‌آب با گاواهن برگردان دار $5/3$ سانتی‌متر، با سیستم بی‌خاک‌ورزی $4/3$ سانتی‌متر و با گاواهن چیزل 3 سانتی‌متر اندازه‌گیری شد.



شکل ۱۴- آزمایش روان آب ناشی از باران سازهای مصنوعی پس از برداشت سویا با سه سیستم خاک ورزی گاوآهن برگردان دار در پائیز، گاوآهن چیزل و بی خاک ورزی. تأثیر خاک ورزی در روان آبی و فرسایش خاک

میزان فرسایش خاک بعد از کاشت سویا در مقایسه با ذرت بیشتر بود. پس از بارش ۷/۶ سانتی متر باران مصنوعی و بعد از کشت سویا، میزان فرسایش در زمین هایی که با گاوآهن برگردان دار شخم شده بودند ۱۳/۴ تن در هکتار بود. در زمین هایی که با گاوآهن چیزل شخم شده بودند، میزان فرسایش خاک ۳/۸ تن در هکتار بود و در زمین های پس از کشت ذرت هم که با گاوآهن برگردان دار شخم شده بودند، تقریباً وضع مشابه را داشتند. با سیستم بی خاک ورزی میزان فرسایش در اولین ۷/۶ سانتی متر بارندگی ۱/۸ تن در هکتار بود.

علت بیشتر بودن فرسایش خاک پس از کشت سویا در مقایسه با ذرت به دلایل زیر بود:

- بقایای گیاهی سویا بسیار نرودتر و شکننده تر از بقایای ذرت هستند و مقدار آن هم کمتر است. پوشیده شدن این بقایای شکننده توسط خاک بسیار راحت تر است و سریعتر از بین می رود.
- خاک بعد از برداشت سویا، سست تر و مستعد فرسایش است.

ماده آلی خاک^۱

بقایای گیاهی علاوه بر اینکه زمینه کنترل فرسایش خاک را فراهم می‌کند، منبع ماده آلی خاک هم به حساب می‌آیند. ماده آلی، یکی از اجزای ضروری خاک حاصلخیز است. ماده آلی سبب بهبود خواص فیزیکی و شیمیایی خاک می‌شود و دارای مواد مغذی مورد نیاز خاک حاصلخیز است که این مواد پس از تجزیه، آزاد می‌شوند. ظرفیت نگهداری آب، دانه‌بندی، حاصلخیزی، نفوذپذیری آب، تهویه و قابلیت فرسایش خاک تحت تأثیر ماده آلی خاک است.

در کشاورزی دو منبع بقایای آلی وجود دارد:

■ بقایای مواد آلی روی خاک

■ بقایای مواد آلی زیر خاک

گیاهان چندساله مانند درختان و درختچه‌ها، زمانی که برگ‌های آنها به زمین می‌ریزد، بقایای مواد آلی اولیه خاک را تأمین می‌کنند. این برگ‌ها روی سطح خاک انباشته می‌شوند. گونه‌های گیاهی یکساله از جمله علف‌ها و اغلب محصولات کشاورزی، بقایای آلی را نه تنها به سطح خاک، بلکه در زیر سطح خاک نیز اضافه می‌کنند (شکل ۱۵).



شکل ۱۵- بقایای گیاهی زیر و روی سطح خاک زراعی

مبحث مدیریت بقایای گیاهی، مربوط به اعمالی است که بعد از برداشت با بقایای محصول انجام می‌شود.

بقایای گیاهی سطح خاک یک منبع عظیم ماده آلی طبیعی است. بقایای گیاهی که پس از برداشت روی سطح خاک باقی می‌مانند، آن گونه که اغلب پنداشته می‌شود، خاشاک یا مواد

دورریختنی نیستند. از منظر کشاورزی حفاظتی، مدیریت بقایای محصول، استفاده از بقایای گیاهی برای بهبود کیفیت خاک و حفاظت در مقابل فرسایش است. بقایای گیاهی کاربردهای دیگری هم دارند. برای مثال می‌توان از آنها برای تغذیه حیوانات و بستر آنان استفاده کرد (شکل ۱۶).



شکل ۱۶- کاربردهای مختلف بقایای گیاهی مزرعه (تغذیه و جایگاه نگهداری دام و طیور)

مدیریت بقایای محصول^۱ یک سیستم است که با انتخاب محصولی که باید پرورش داده شود آغاز می‌شود و شامل چگونگی پرورش و برداشت محصول و چگونگی رسیدگی به بقایای محصول پس از برداشت است. مدیریت بقایای محصول شامل تمام عملیات اجرایشده در زمین است که بر میزان بقایای گیاهی سطح خاک اثر می‌گذارد.

تاریخچه‌ای از مدیریت بقایای گیاهی

زمانی که خاک‌های فعلی شروع به شکل‌گیری کردند، دارای مقدار بسیار ناچیز مواد آلی بودند. با رشد گیاهان، ریشه و شاخ و برگ آنها به عنوان بقایای گیاهی به خاک برگردانده شد. با پوسیدن این بقایا، ماده‌آلی خاک شکل گرفت. هنگامی که خاک دست‌نخورده، تحت کشت و زرع قرار می‌گیرد، میزان مواد آلی آن کاهش می‌یابد. به عنوان مثال، مواد آلی در سه نوع خاک ایالت داکوتای شمالی^۲ پس از ۴۳ سال کشت و زرع، به میزان ۲۵ درصد کاهش یافت. در روش‌های قدیمی، سوزاندن بقایای گیاهانی مانند گندم یا ذرت پس از برداشت، امری معمول بود. سوزاندن بقایا، آنها را از سر راه برمی‌داشت و مانع حرکت ادوات خاک‌ورزی که به طور همزمان مورد استفاده قرار می‌گرفت، نمی‌شد.

1 - Crop residue management

2 - North Dakota

اصول مدیریت بقایای گیاهی، خاک ورزی و تناوب در کشاورزی حفاظتی ... ۲۷

خاک به اندازه کافی از مواد غذایی برای رشد محصول تأمین می‌شد. میزان حاصلخیزی خاک با استفاده از تناوب زراعی شامل محصولات خانواده حبوبات مانند شبدر و یونجه و نیز با استفاده از کود حیوانی، بهبود می‌یافت.

پس از جنگ جهانی دوم، کودهای شیمیایی ارزان قیمت و نیز واریته‌های پرمحصول در دسترس قرار گرفت. در اواخر سالهای ۱۹۵۰ و اوایل ۱۹۶۰ میلادی، سموم و آفت‌کش‌های مؤثری برای کنترل علف‌های هرز، حشرات و بیماری‌ها که قبلاً با کمک تناوب کشت و خاک‌ورزی کنترل می‌شدند، تولید شد. در دسترس بودن و استفاده از کودهای شیمیایی و آفت‌کش‌ها، کشت محصولات ردیفی را به طور متمرکز و فشرده امکان‌پذیر کرد. همچنین اغلب کشاورزان در کشت دو یا سه محصول تخصص پیدا کردند. به عنوان مثال، محصولات عمده در بیشتر مزارع کنونی مناطق غربی و مرکزی آمریکا، ذرت و سویاست که هر دو از محصولات یکساله هستند (شکل ۱۷).



شکل ۱۷- کشت متراکم و فشرده در سیستم کشاورزی مرسوم (راست)،
تمرکز بر خاک‌ورزی شدید توسط گاواهن برگردان‌دار (چپ)

انجام کشت ردیفی به طور متمرکز و فشرده، موجب مستعدتر شدن خاک برای فرسایش می‌شد. زیرا هر ساله زمین‌های زیادی با گاواهن برگردان‌دار شخم می‌شدند. گاواهن برگردان‌دار تمام بقایای گیاهی محصول قبلی را به زیر خاک می‌برد و بستر بذر نرم و مناسب کشت را به وجود می‌آورد. همچنین با پذیرفتن کشت متمرکز و فشرده اختصاصی^۱ در کشاورزی، اغلب بادشکن‌ها و حصارهای ردیفی جمع‌آوری شد. یک حرکت

گسترده رو به عقب به سمت تناوب‌های دیگر زراعی که شامل یونجه و شبدر است، زیان اقتصادی شدیدی را به کشاورز تحمیل می‌کرد. بنابراین نیاز به توسعه تکنیک‌های تولید محصولی که فرسایش آبی و بادی را به شکلی مؤثر کنترل کند، محسوس بوده است؛ البته بدون اینکه کشاورز سودی را که نتیجه تولید فشرده محصولات یکساله است، از دست بدهد. این نیاز به ویژه برای محصولات اصلی مانند ذرت، سویا و گندم وجود داشته است. مهمترین فناوری که به منظور کاهش فرسایش خاک گسترش پیدا کرد و ارزان قیمت و مورد قبول عموم بود، کشاورزی حفاظتی است. به یاد داشته باشید که سیستم‌های کشاورزی حفاظتی قابلیت فرسایش خاک را به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌دهند. اغلب سیستم‌های حفاظتی برای کاهش قابلیت فرسایش خاک، به بقایای گیاهی که روی سطح خاک و یا نزدیک آن وجود دارند متکی هستند. به دلیل اهمیت میزان بقایای گیاهی در خاک‌ورزی حفاظتی، در ادامه به مقدار بقایای گیاهی که محصولات مختلف بر جای می‌گذارند می‌پردازیم.

میزان بقایای گیاهی و مدیریت آن

در گذشته که از نظر مدیریت برای حل مسائل مربوط به بقایای گیاهی ضعیف بودیم، بقایای گیاهی از سه طریق سوزاندن، دفن کردن و جمع‌آوری کنترل می‌شد. برای رها شدن از دست بقایای گیاهی و راحت‌تر شدن خاک‌ورزی بعدی، آنها را می‌سوزانند (شکل ۱۸).



شکل ۱۸- اعمال مدیریت ناپایدار و ضعیف بقایای گیاهی
با آتش زدن کاه و کلش محصول قبلی در شیوه مرسوم

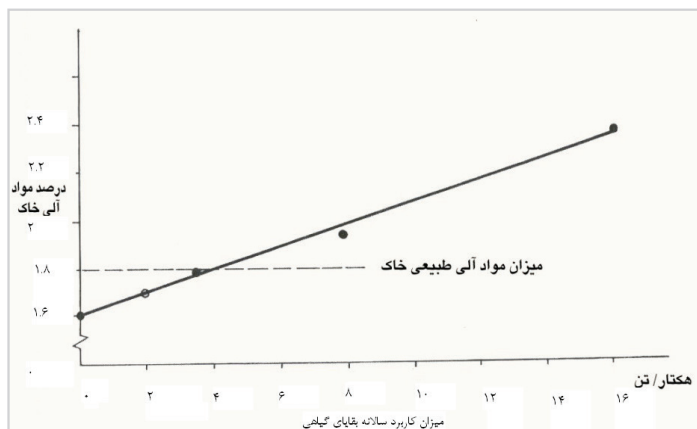
عده‌ای نیز معتقد بودند در صورتی که بقایای گیاهی سوزانده نشوند، در طول مدتی که می‌پوسند، رطوبت و مواد غذایی با ارزش خاک را جذب می‌کنند. بقایای گیاهی که سوزانده نمی‌شدند، عموماً با گاوآهن برگردان‌دار زیر خاک دفن می‌شدند و یا برای تغذیه یا استفاده در بستر دام جمع‌آوری می‌شدند. گاهی اوقات تمام مزرعه به طور کلی درو می‌شود؛ مانند زمانی که ذرت را به منظور سیلو کردن برداشت می‌کند (شکل ۱۹).



شکل ۱۹- مدیریت بقایای گیاهی، درمزارع آبی با جمع‌آوری و انتقال مازاد آن به خارج از مزرعه

امروزه کشاورزان به ندرت بقایای محصول را می‌سوزانند و استفاده از گاوآهن برگردان‌دار نیز در بسیاری از مناطق کاهش یافته است. همچنین مزارعی که تمام بقایای گیاهی آنها خارج شود نیز زیاد نیستند به همین دلیل میزان بقایای گیاهی تولید شده که پس از برداشت روی زمین باقی می‌ماند، بسیار زیاد است. در یک آزمایش برای مدت ۱۱ سال متوالی از صفر تا ۱۶ تن در هکتار بقایای گیاهی ذرت یا یونجه به خاک اضافه شد و ذرت هر سال کشت شد. افزایش میزان بقایای گیاهی پس از ۱۱ سال سبب افزایش کربن خاک شد. در ابتدای بررسی میزان مواد آلی اصلی خاک ۱/۸ درصد بود. وقتی که هر ساله تمام بقایای گیاهی برداشت شد، میزان مواد آلی به ۱/۶ درصد کاهش یافت (شکل ۲۰).

۳۰ اصول مدیریت بقایای گیاهی، خاک ورزی و تناوب در کشاورزی حفاظتی



شکل ۲۰- اثر مدیریت حفظ بقایای گیاهی بر روند تغییرات مواد آلی خاک زراعی در یک دوره یازده ساله

با اضافه کردن سالانه ۱۶ تن در هکتار بقایای گیاهی به خاک، میزان مواد آلی به ۲/۴ درصد افزایش یافت. نتایج این آزمایش نشان می‌دهد که ایجاد تغییرات زیاد در میزان مواد آلی خاک، چقدر مشکل است. مقدار ۵ تن در هکتار از بقایای گیاهی یا در حدود ۲/۵ تن در هکتار بقایای ذرت مورد نیاز است تا میزان درصد کربن آلی اولیه خاک به ۱/۸ درصد برسد. مقدار بیشتر محصول ذرت نیز به میزان بالاتری مواد آلی ایجاد می‌کند. البته بسیاری از محصولات به اندازه ذرت، بقایای گیاهی تولید نمی‌کنند.

تعیین درصد پوشش بقایای گیاهی

به عنوان بهترین سیستم ارزان قیمت، جهت کاهش فرسایش زمین‌های کشاورزی شیوه‌های مدیریت بقایای گیاهی فراوانی که در زمره سیستم‌های کشاورزی حفاظتی قرار دارند معرفی شده‌اند. کشاورزان در راستای اجرای قانون امنیت غذایی در سال ۱۹۸۵ خاک‌ورزی حفاظتی را به عنوان قسمتی از برنامه کشاورزی حفاظتی خود انتخاب کردند.

کشاورزی حفاظتی به این معنی است که حداقل ۳۰ درصد سطح خاک - پس از کشت - پوشیده از بقایای گیاهی باشد. در برخی موارد میزان بیش از ۳۰ درصد توصیه شده است. اصطلاح نسبتاً جدید «مدیریت بقایا» به سیستم‌هایی اشاره می‌کند که میزان بقایای گیاهی در آنها بیشتر از سیستم‌های خاک‌ورزی مرسوم است.

۳۱ ♦ اصول مدیریت بقایای گیاهی، خاک ورزی و تناوب در کشاورزی حفاظتی

به منظور کنترل بهتر فرسایش خاک، کشاورزان باید از میزان پوشش گیاهی مزرعه خود آگاه باشند. بنابراین برای مدیریت بقایای گیاهی، آگاهی از میزان پوشش گیاهی، اهمیت حیاتی دارد (شکل ۲۱).



شکل ۲۱- در کشاورزی حفاظتی، اندازه گیری و تخمین نوع، مقدار و نسبت بقایای گیاهی بسیار مهم است (۱۰ تن در هکتار).

برای اندازه گیری و یا تخمین میزان پوشش بقایای گیاهی چند روش وجود دارد که عبارتند از:

■ برش عرضی خطی^۱

■ مقایسه تصویری^۲

■ پیش بینی^۳

دو روش برش عرضی خطی و مقایسه تصویری را می توان برای اندازه گیری مقدار سطح خاکی که توسط بقایای گیاهی پوشش داده شده به کار برد.

روش پیش بینی، زمانی به کار می رود که بخواهیم مقدار بقایای گیاهی را که پس از یک یا چند عملیات در مزرعه باقی می ماند تخمین بزنیم.

روش برش عرضی خطی

برش عرضی خطی یک راه ساده و دقیق اندازه گیری میزان پوشش گیاهی است. یک طناب سبک به طول حدوداً ۲۰ متر تهیه کنید. ۱۰۰ گره که فاصله بین آنها ۱۵ سانتی متر باشد، روی طناب

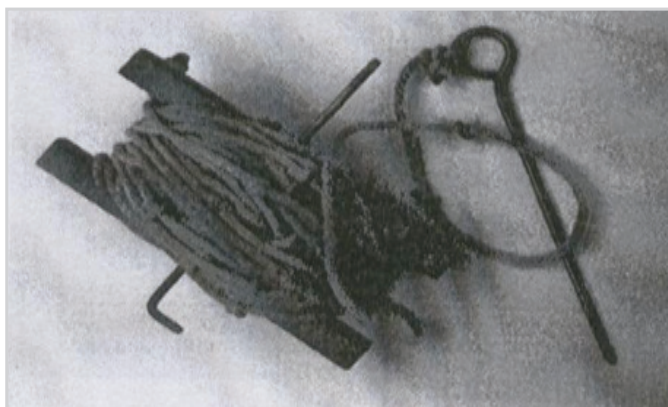
1 - Line- transect

2 - Photo comparison

3 - Prediction

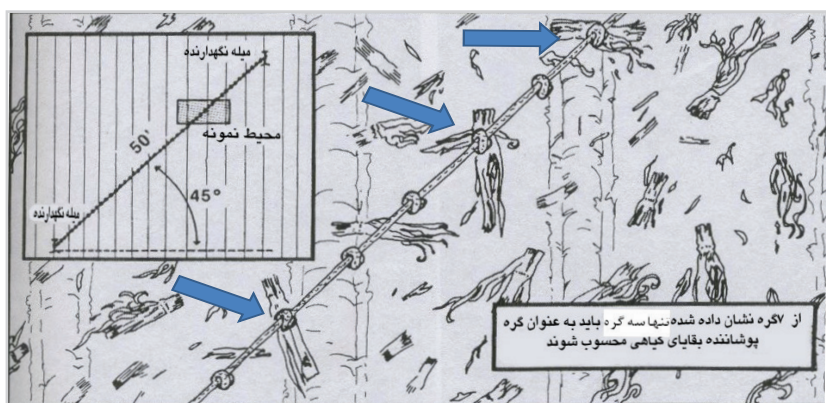
۳۲ اصول مدیریت بقایای گیاهی، خاک ورزی و تناوب در کشاورزی حفاظتی

بزینید. به جای طناب می‌توان از یک متر نواری که روی آن ۱۰۰ نقطه به فاصله مساوی وجود دارد استفاده کنید (شکل ۲۲). مراحل زیر شیوه قدم به قدم برای استفاده از روش برش عرضی خطی است.



شکل ۲۲- اندازه گیری مقدار بقایای گیاهی به روش برش عرضی خطی:
روی یک طناب سبک به طول حدود ۲۰ متر ۱۰۰ گره که فاصله بین آنها ۱۵ سانتی متر باشد بزینید.

مرحله اول: ناحیه‌ای از مزرعه را که نمونه‌ای از کل مزرعه باشد، انتخاب کنید.
مرحله دوم: طناب یا نوار را از میان ردیف‌های محصول به طور مورب بکشید تا حداقل یک عرض از ادوات به کار رفته در مزرعه را قطع کند (شکل ۲۳).



شکل ۲۳- نحوه پیمایش در مزرعه برای اندازه گیری کمی بقایای گیاهی به روش برش عرضی خطی: طناب را از میان ردیف‌های محصول به طور مورب بکشید تا حداقل یک عرض از ادوات به کار رفته در مزرعه را قطع کند.

اصول مدیریت بقایای گیاهی، خاک ورزی و تناوب در کشاورزی حفاظتی ... ۳۳

مرحله سوم: تعداد گره‌های طناب را که مستقیماً از روی یک قطعه از بقایای گیاهی رد شده است، بشمارید.

- برای اندازه‌گیری دقیق در هنگام شمارش به موارد زیر دقت کنید:
 - هنگام شمارش، متر نواری را حرکت ندهید.
 - از بالا به صورت مستقیم به برآمدگی یا گوشه هر گره نگاه کنید. خم شدن به این طرف و آن طرف موجب تخمین بیش از اندازه پوشش گیاهی می‌شود.
 - فقط آن دسته از گره‌ها یا علامت‌های روی متر نواری را بشمارید که مستقیماً در زیر برآمدگی یا گوشه گره‌ای که از بالا به آن نگاه می‌کنید دارای بقایای گیاهی باشند.
 - فقط آن دسته از بقایای گیاهی را بشمارید که برای پراکنده کردن انرژی قطره‌های باران در طی یک طوفان شدید به اندازه کافی بزرگ باشند.
- نقطه‌ای با قطر ۲۵ میلی‌متر، کوچکترین اندازه پیشنهادی برای یک قطعه از بقایای گیاهی قابل شمارش است.
- مرحله چهارم:** درصد پوشش گیاهی برابر با نقاط شمارش شده است.
- مرحله پنجم:** برای اندازه‌گیری دقیق، مراحل یک تا چهار را حداقل سه بار دیگر در مزرعه تکرار کنید و میانگین آنها را محاسبه نمایید.

روش مقایسه تصویری

با مقایسه عکس‌های گرفته شده از درصدهای معین پوشش گیاهی در شرایط دقیق مزرعه، می‌توان پوشش گیاهی را به طور تقریبی تخمین زد. تعدادی عکس از سطوح مختلف پوشش گیاهی برای ذرت و سویا نشان داده شده است (شکل ۲۴).

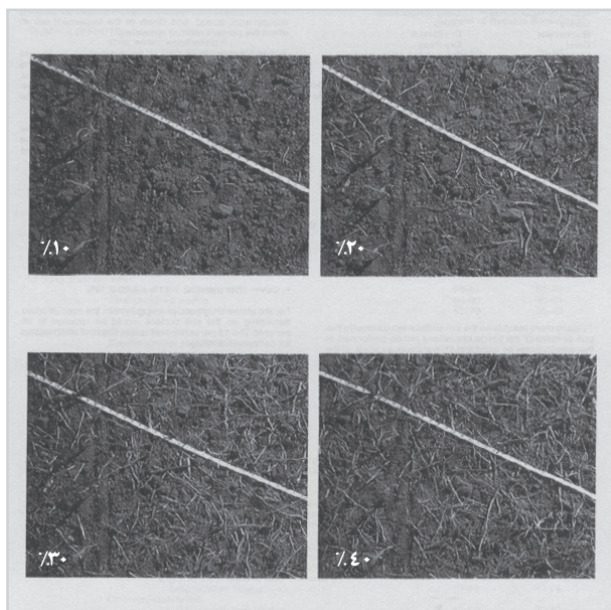


شکل ۲۴- مقایسه تصاویر در صد پوشش بقایای ذرت بر روی خاک زراعی

برای استفاده از روش مقایسه تصویری، در مزرعه بایستید، مستقیماً به سطح خاک نگاه کنید و پوشش گیاهی را که مشاهده می کنید با عکس ها مقایسه کنید. درجه دقت این روش به اندازه روش برش عرضی خطی نیست.

روش پیش بینی

این روش را می توان برای پیش بینی مقدار بقایای گیاهی که شما با استفاده از یک سیستم خاک ورزی خاص در مزرعه خواهید داشت، به کار برد. اساس این روش بر این واقعیت استوار است که یک عملیات مزرعه، خاک ورزی- کاشت تنها درصدی از بقایای گیاهی را که قبل از عملیات وجود داشته، روی سطح خاک باقی می گذارد (شکل ۲۵).



شکل ۲۵- عکس‌هایی از پوشش بقایای سویا که برای استفاده در روش پیش‌بینی قبلاً اندازه‌گیری شده‌اند.

برای استفاده از این روش باید:

- مشخص کنید بقایای گیاهی که روی زمین وجود دارد، تُرد و شکننده است یا خیر.
- درصد پوشش گیاهی را که بعد از عملیات روی سطح خاک باقی می‌ماند تخمین بزنید.
- ممکن است لازم باشد میزان تجزیه بقایا را در خلال زمستان در نظر بگیرید.

بقایای شکننده و غیر شکننده محصول

در جدول ۱ محصولات گوناگون با توجه به نوع بقایای شکننده یا غیر شکننده‌ای که تولید می‌کنند، فهرست شده‌اند. این فهرست یک نوع طبقه‌بندی است که اساس آن طبیعت بقایای گیاهی در رابطه با موارد زیر است:

- سهولت تجزیه در شرایط آب و هوایی منطقه
- سهولت ایجاد پوشش گیاهی به‌وسیله عملیات خاک‌ورزی

مشخصه‌های بقایای گیاهی از جمله ترکیب و اندازه برگ‌ها و ساقه‌ها، چگالی و

میزان بقایای تولیدشده، در تعیین شکننده یا غیرشکننده بودن بقایای یک محصول خاص مدنظر قرار می‌گیرند. بقایای محصولی مانند سویا، شکننده به حساب می‌آید زیرا اصولاً تمام بقایای سویا در حین عبور از دستگاههای کمباین آسیب می‌بینند. این گیاه دارای برگ‌های کوچکی است که قبل از برداشت از گیاه جدا می‌شود و می‌ریزد.

همچنین بسیاری از بقایای شکننده حاوی مقدار زیادی نیتروژن هستند که در تجزیه میکروبی مفیدند. در مقابل، بقایای ذرت غیرشکننده هستند. ساقه‌ها، برگ‌ها و چوب‌های بالال ذرت هر کدام به تنهایی از نظر اندازه بزرگ و بادوام هستند و حجم کلی بقایای تولیدی ذرت در واحد سطح بالاست.

میزان بقایای گیاهی به‌جامانده

زمانی که نوع بقایای گیاهی - شکننده و غیرشکننده - مشخص شد، آنگاه شما آماده تخمین درصد بقایای گیاهی روی خاک هستید که پس از یک یا چند مرحله کار کشاورزی در مزرعه باقی می‌ماند. فاکتورهای زیادی بر درصد بقایای گیاهی به‌جا مانده بر روی سطح خاک بعد از یک حرکت تراکتور و ماشین‌های خاک‌ورزی یا ادوات کاشت تأثیر می‌گذارند. علاوه بر نوع بقایای گیاهی، فاکتورهای اصلی تأثیرگذار به شرح زیر است:

- درصد سطحی از خاک که پیش از عملیات، پوشیده از بقایای گیاهی بوده است.
- سرعت و عمق عملیات کشاورزی
- وضعیت بقایای گیاهی (خشک یا تر بودن آنها)
- وضعیت خاک (مرطوب یا خشک)
- ضمائم ادوات خاک‌ورزی و کاشت
- وضعیت خرد شدن بقایا یا به عبارتی مقاومت آنها در برابر برش
- هر عملیات خاک‌ورزی یا کاشت، تنها درصدی از بقایایی را که قبل از عملیات موجود بوده است، روی سطح زمین باقی می‌گذارد. مقادیری که در شکل ۲۱ دیده می‌شود، تخمینی از این درصد باقی مانده است.

پیش بینی پوشش گیاهی باقی مانده در یک سیستم خاک ورزی

پوشش گیاهی باقی مانده پس از کشت برای یک سیستم انتخابی خاک ورزی یا کاشت را با استفاده از نوع بقایای داده شده و همچنین ارزش باقی ماندن پوشش گیاهی می توان تخمین زد. مثال زیر چگونگی استفاده از این کمیت ها را نشان می دهد.

فرض کنیم قرار است خاک ورزی با چهار حرکت (۱) استفاده از گاو آهن چیزل در پاییز (۲) دیسک زدن در بهار (۳) استفاده از کولتیواتر و در نهایت (۴) ماشین کاشت در مزرعه ای انجام شود که دارای بقایای ذرت است. درصد پوشش بقایای گیاهی ذرت که در زمین باقی خواهد ماند برای هر یک از چهار حالت فوق به شرح زیر خواهد بود:

- ۱) دیسک ها و گاو آهن چیزل با تیغه های تابدار در پاییز ۶۰ درصد
- ۲) دیسک تاندوم مجهز به دیسک هایی به فاصله ۱۹ سانتی متر ۵۵ درصد
- ۳) کولتیواتر مزرعه با پنجه هایی به عرض ۲۵/۴ سانتی متر ۷۵ درصد
- ۴) کاشت با بذر کار مرسوم مجهز به شیار باز کن های دو دیسکی ۹۰ درصد

برای اینکه مقدار بیشتری از بقایای گیاهی روی سطح خاک باقی بماند، لازم است که یک یا چند عملیات خاک ورزی انجام نشود، یا اینکه از ضائمی استفاده شود که بقایای گیاهی زیادی را به زیر خاک نبرند. به عنوان مثال، در گاو آهن چیزل به جای تیغه های تابدار و مورب، می توان از پنجه غازی استفاده کرد. البته در صورت استفاده از سیستم بی خاک ورزی، مقادیر بیشتری از بقایا روی سطح خاک باقی می ماند.

در روش پیش بینی، دقت تخمین پایین است زیرا عوامل متعددی در آن دخیل هستند. وقتی از یک وسیله خاص استفاده می شود، نوع و شرایط بقایای گیاهی و خاک، تنظیمات، سرعت و عمق کار ادوات، همه بر روی درصد بقایای گیاهی باقی مانده مؤثرند.

میزان دقیق پوشش بقایای گیاهی باید با اندازه گیری های درون مزرعه ای مانند روش برش عرضی خطی تعیین شود. اعداد محاسبه شده در جدول ۲ برای برنامه ریزی عملیات خاک ورزی مفیدند. با این اعداد می توان به یک ایده کلی دست یافت و آن اینکه پس از انجام یک سری عملیات خاک ورزی و کاشت چه مقدار بقایای گیاهی باقی بماند، مفید است.

جدول ۱- نوع بقایای گیاهی تولید شده توسط گیاهان متفاوت

شکننده	غیرشکننده
کلزا	یونجه یا علوفه بقولات
پنبه	جو
لوبیا خشک شده	گندم
نخود خشک شده	ذرت
محصولات پوششی که در پاییز بذر می‌دهند	گیاه کتان
بذر گل	بذر علوفه
انگور	علوفه‌های سیلو کردنی
نخودسبز	علوفه خشک
گوار	ارزن
عدس	یولاف
نعنا	علوفه مرتع
خردل	آناناس
بادام زمینی	ذرت پاپ کورن
سیب‌زمینی	برنج
گلرنگ	چاودار
سویا	سورگوم
چغندر قند	نیشکر
آفتابگردان	تنباکو
سبزیجات	تریتیکاله

- چنانچه کمباین مجهز به چاپرکاه باشد و یا کاه به قطعات ریز تبدیل شود، بقایای گیاهان دانه‌ریز به عنوان شکننده محسوب می‌شوند. اگر محصول گیاهان غیرشکننده کم باشد، آنها را به عنوان شکننده محسوب می‌کنند. با فرض اینکه بقایای گیاهی به اندازه ۹۵ درصد باشد و این بقایا بعد از گذراندن زمستان به میزان ۹۰ درصد بقایای قبل از زمستان کاهش یابد، پیش‌بینی پوشش بقایای گیاهی پس از کاشت به روش زیر محاسبه می‌شود:

- پوشش پس از برداشت، ۹۵ درصد
- پوشش پس از استفاده از گاواهن چیزل، $۰/۶ \times ۹۵ = ۵۷\%$
- پوشش پس از هوازدگی (فرسایش) و زمستان‌گذرانی، $۰/۹ \times ۵۷ = ۵۱\%$
- پوشش پس از کار با دیسک تاندوم، $۰/۵۵ \times ۵۱ = ۲۸\%$
- پوشش پس از کار با کولتیواتور مزرعه، $۰/۷۵ \times ۲۸ = ۲۱\%$
- پوشش پس از عملیات کاشت، $۰/۹ \times ۲۱ = ۱۹\%$

اصول مدیریت بقایای گیاهی، خاک ورزی و تناوب در کشاورزی حفاظتی ... ۳۹

(ضرایب اعمال شده، مربوط به عملکرد ادوات مورد استفاده برای آماده سازی زمین است.)
به این ترتیب برای سیستم خاک ورزی و کاشت فوق، پوشش گیاهی باقی مانده روی سطح خاک به ۱۹ درصد کاهش می یابد.

این پوشش ۱۹ درصدی، کمتر از ۳۰ درصدی است که برای کشاورزی حفاظتی مورد نیاز است.

جدول ۲ - نوع و نسبت بقایای گیاهی در شرایط مختلف محیطی و زراعی

نوع بقایای گیاهی		تأثیر شرایط آب و هوا بعد از زمستان گذرانی
شکننده	غیرشکننده	
درصد باقی مانده بقایای گیاهی		
۶۵-۸۵	۷۰-۹۰	بعد از برداشت تابستانه
۷۰-۸۰	۸۰-۹۵	بعد از برداشت پاییزه

شرایط آب و هوایی شمال آمریکا با یک دوره طولانی پوشیده از برف و یخبندان، ممکن است تأثیر بسیار جزئی در کاهش بقایا داشته باشد. در صورتی که در شرایط گرما، افت دما ممکن است در کاهش میزان بقایا به طور معنی دار تأثیر گذار باشد.

■ گاواهن ها:

۰-۱۰۰	۰-۵۰	گاواهن برگردان دار
۳۰-۴۰	-	گاواهن برگردان دار - شیار در شیب تپه (منطقه شمال غربی اقیانوس آرام)
۱۰-۲۰	۵-۱۵	گاواهن بشقابی

■ زیرشکن ها:

۸۰-۹۰	۷۵-۸۵	خاک همزن نواری - شخم نواری
۷۰-۸۰	۶۰-۸۰	زیرشکن - ریپر V شکل (عمق ۳۶-۳۰ سانتی متر، فاصله ۵۰ سانتی متر)

■ ادوات ترکیبی:

۵۰-۷۰	۴۰-۵۰	چیزل - زیرشکن
۳۰-۵۰	۱۰-۲۰	زیرشکن - دیسک

■ گاواهن های چیزل همراه با:

۷۰-۸۵	۵۰-۶۰	پنجه غازی ها
۶۰-۸۰	۴۰-۶۰	شیار باز کن های مستقیم و میخی
۵۰-۷۰	۳۰-۴۰	شیار باز کن های تابدار یا بیلچه ای

۴۰. اصول مدیریت بقایای گیاهی، خاک ورزی و تناوب در کشاورزی حفاظتی

■ گاواهن های چيزل مرکب:

کولتر و گاواهن چيزل همراه با:

۶۰-۸۰	۴۰-۵۰	شيار بازکن های پنجه غازی
۵۰-۷۰	۳۰-۴۰	شيار بازکن های مستقيم و ميخی
۴۰-۶۰	۲۰-۳۰	شيار بازکن های تابدار بيلچه ای

■ ديسک و گاواهن های چيزل همراه با:

۶۰-۷۰	۳۰-۵۰	شيار بازکن های پنجه غازی
۵۰-۶۰	۳۰-۴۰	شيار بازکن های مستقيم و ميخی
۳۰-۵۰	۲۰-۳۰	شيار بازکن های تابدار يا بيلچه ای

■ برش دهنده های زيرين خاک:

پنجه غازی های پوششی - کلسی يا گاواهن های تيغه ای همراه با:

۸۵-۹۵	۷۰-۸۰	پنجه غازی ها و يا تيغه های پهن و V شکل با عرض ۷۶ سانتی متر
۸۰-۹۰	۶۵-۷۵	پنجه غازی های عريض ۷۵-۵۰ سانتی متری

■ ديسک ها:

۲۵-۵۰	۱۰-۲۵	افست: شخم عميق، فاصله بشقاب ها ۲۵ سانتی متر
۳۰-۶۰	۲۰-۴۰	شخم اوليه، فاصله بشقاب ها ۲۳ سانتی متر
۴۰-۷۰	۲۵-۴۰	شخم تکميلی، فاصله بشقاب ها ۲۳-۱۸ سانتی متر
۲۵-۵۰	۱۰-۲۵	تاندوم: شخم عميق، فاصله بشقاب ها ۲۵ سانتی متر
۳۰-۶۰	۲۰-۴۰	شخم اوليه، فاصله بشقاب ها ۲۳ سانتی متر
۴۰-۷۰	۲۵-۴۰	شخم تکميلی، فاصله بشقاب ها ۲۳-۱۸ سانتی متر
۷۰-۸۰	۴۰-۵۰	ديسک زدن سبک پس از برداشت محصول و قبل از هرگونه عمليات خاک ورزی ديگر
۴۰-۵۰	۲۰-۴۰	ديسک يکطرفه همراه با: بشقاب های ۴۰-۳۰ سانتی متری
۲۰-۴۰	۱۰-۳۰	بشقاب های ۷۶-۴۶ سانتی متری

■ کولتيرواتورهای مزرعه (همراه با تسطیح کننده ها):

۶۰-۸۰	۵۵-۷۵	برای خاک ورزی اوليه: پنجه غازی ها با فاصله ۵۰-۳۰ سانتی متر
۳۵-۷۵	۵۰-۷۵	پنجه غازی ها يا بيلچه ها با فاصله ۳۰-۱۵ سانتی متر
۳۵-۶۰	۳۰-۵۵	شيار بازکن های پا آردي

۴۱ ♦ اصول مدیریت بقایای گیاهی، خاک ورزی و تناوب در کشاورزی حفاظتی

■ کولتیوارهای مزرعه

۸۰-۹۰	۶۰-۷۵	برای خاک ورزی ثانویه: پنجه‌غازی‌های ۳۰-۵۰ سانتی‌متری عریض
۷۰-۸۰	۵۰-۹۰	پنجه‌غازی‌های یا بیلچه‌های ۳۰-۱۵ سانتی‌متری
۶۰-۷۰	۳۵-۵۰	شیار بازکن‌های پنجه‌غازی پهن

■ ادوات تکمیل‌کننده:

۵۰-۷۰	۳۰-۵۰	ادوات تکمیل‌کننده ترکیبی همراه با: دیسک، دندان‌ها و ماله
۷۰-۹۰	۵۰-۷۰	دندان‌های فنری و غلطک‌ها

۶۰-۸۰	۵۰-۷۰	چنگه‌ها: چنگه دندان‌های فنری (حلقوی)
۷۰-۹۰	۶۰-۸۰	چنگه دندان‌های میخی
۷۵-۹۰	۷۰-۸۵	چنگه انعطاف‌پذیر
۶۰-۸۰	۵۰-۷۰	هاروی غلطکی
۹۰-۹۵	۹۰-۹۵	غلطک

۴۰-۶۰	۲۰-۴۰	تیلرهای دوار: به عنوان خاک‌ورز ثانویه در عمق ۱۸ سانتی‌متری
۱۵-۳۵	۵-۱۵	به عنوان خاک‌ورز اولیه در عمق ۱۵ سانتی‌متری

■ علف‌هرزکن‌ها:

۸۰-۹۰	۵۰-۶۰	میل‌ه علف‌هرزکن دوار
۷۰-۸۰	۶۰-۷۰	میل‌ه علف‌هرزکن دوار به همراه تیغه‌های چیزل یا بیلچه‌ای

■ ماشین‌های خاک‌ورزی نواری:

۶۰-۷۵	۵۰-۶۰	تیلرهای دوار با نوارهایی به عرض ۳۰ سانتی‌متری و خاک‌ورزی با ردیف‌های ۱۰۰ سانتی‌متری
-------	-------	---

■ کولتیواتورهای ردیفی (با عرض ۷۶ سانتی‌متر یا بیشتر):

۷۵-۹۰	۵۵-۷۰	یک پنجه‌غازی برای هر ردیف
۷۵-۸۵	۵۵-۶۵	بیش از یک پنجه‌غازی برای هر ردیف
۶۵-۷۵	۵۰-۶۰	کولتیواتور ستاره‌ای
۴۵-۵۵	۴۰-۵۰	کولتیواتور با دیسک‌های غلطان
۲۰-۴۰	۵-۲۵	کولتیواتور خاک‌ورزی روی پشته ۵ تا ۵۲ سانتی‌متری

■ ماشین‌های طبقه‌بندی نشده:

۷۵-۸۵	۴۵-۷۰	پخش کننده کود آمونیوم مایع
۶۰-۷۵	۳۰-۵۰	پخش کننده کود آمونیوم مایع همراه با دیسک‌های پوشش‌دهنده
۶۰-۸۰	۴۰-۶۰	پخش کننده کود دامی
۸۵-۹۰	۸۰-۹۰	چنگه دوار
۱۵-۳۰	۵-۲۰	پشته‌سازها، فاروئر‌ها، مرزکش‌ها
۸۵-۹۵	۷۵-۸۵	مرزکش داخل جوی
۷۰-۸۵	۶۰-۷۵	ساقه خردکن - کاه خردکن

■ خطی کارها:

۵۰-۸۰	۴۰-۶۰	خطی کارهای مجهز به شیار بازکن کفشکی
۷۰-۹۰	۵۰-۸۰	فشاردهنده با فاصله خطوط کاشت ۱۸-۳۰ سانتی‌متری
۶۰-۸۰	۵۰-۸۰	خطی کارهای شیار عمیق با فاصله خطوط کاشت بیش از ۳۰ سانتی‌متر
۸۵-۱۰۰	۷۵-۸۵	خطی کارهای مجهز به شیار بازکن تک دیسکی
۸۰-۱۰۰	۶۰-۸۰	خطی کارهای مجهز به شیار بازکن دو دیسکی (نوع مرسوم)

■ خطی کارهای بی خاک‌ورزی و خطی کارهای قابل استفاده در بقایای ایستاده گیاهی مجهز به:

۸۵-۹۰	۷۰-۸۵	کولتر دوار بی خاک‌ورزی
۸۰-۸۵	۶۵-۸۵	کولترهای دوار دوتایی یا کولتر دنداندار
۷۵-۸۰	۶۰-۸۰	کولترهای دوار شیاردار موجی

■ خطی کارهای بی خاک‌ورزی و خطی کارهای معمولی قابل استفاده در بقایای گیاهی

خوابیده مجهز به:

۶۵-۸۵	۵۰-۷۰	کولترهای دوار بی خاک‌ورزی
۶۰-۷۵	۴۵-۶۵	کولترهای دوار دوتایی یا کولترهای دنداندار
۵۵-۷۰	۴۰-۶۰	کولترهای دوار شیاردار موجی

■ ردیف کارها:

۸۵-۹۵	۸۰-۹۰	شیار بازکن‌های خنجری
۹۰-۹۵	۸۵-۹۵	شیار بازکن‌های دو دیسکی که به صورت جلو و عقب نصب شده‌اند
۸۵-۹۵	۷۵-۸۵	شیار بازکن‌های دو دیسکی

۴۳ اصول مدیریت بقایای گیاهی، خاک ورزی و تناوب در کشاورزی حفاظتی

■ بذرکارهای بی خاک ورزی همراه با:

۸۵-۹۵	۷۵-۹۰	کولترهای دوار لبه صاف
۷۵-۹۰	۷۰-۸۵	کولترهای دوار دنداندار
۶۵-۸۵	۵۵-۸۰	کولترهای دوار شیاردار موجی

■ بذرکارهای خاک ورزی نواری همراه با:

۶۰-۸۰	۵۰-۷۵	۲ تا ۳ کولتر شیاردار موجی
۶۰-۸۰	۵۰-۶۰	مکانیزم های تمیزکننده ردیف کاشت با عرض نوار تمیزشده ۳۶-۲۰ سانتی متر توسط برس ها، دندانها، دیسک های جوی ساز یا پنجه غازی ها
۴-۶	۲۰-۴۰	بذرکار خاک ورز پشته ای

جمع بندی مطالب:

هر سیستمی که با حفظ بقایای گیاهی، موجب پایداری خاک در مقابل فرسایش ناشی از اثرات باد، باران و آب جاری شود، کشاورزی حفاظتی نامیده می شود. کشاورزی حفاظتی اغلب به عنوان هر سیستم تولید محصول گفته می شود که یکی از شرایط زیر را فراهم کند:

■ پوشش گیاهی حداقل ۳۰ درصدی سطح زمین پس از برداشت به منظور کاهش

فرسایش آبی خاک و افزایش ماده آلی خاک

■ به جا گذاشتن حداقل ۱۲۱۰ کیلوگرم در هکتار از بقایای گیاهی دانه ریز به صورت

خوابیده یا چیزی معادل این مقدار، در خلال دوره های بحرانی فرسایش به منظور کاهش فرسایش خاک توسط باد

قابل قبول ترین شیوه مدیریت بقایای گیاهی، کشاورزی حفاظتی است. دلایل اصلی علاقه به پذیرش کشاورزی حفاظتی عبارتند از:

■ کاهش فرسایش آبی و بادی

■ افزایش ماده آلی خاک و در نهایت حاصلخیزی آن

■ کاهش هزینه ماشین های کشاورزی

■ سرعت عمل در انجام عملیات کاشت

■ صرفه جویی در زمان و نیروی انسانی

مدیریت بقایای محصول، مربوط به چگونگی رفتار با بخشی از گیاه است که پس از برداشت محصول روی سطح زمین باقی می ماند و شامل تمام عملیات اجرا شده در مزرعه است که روی مقدار بقایای گیاهی سطح خاک تأثیر می گذارد.

۴۴ ♦ اصول مدیریت بقایای گیاهی، خاک ورزی و تناوب در کشاورزی حفاظتی

درصد پوشش بقایای گیاهی را می‌توان با یکی از روش‌های زیر اندازه‌گیری کرد یا تخمین زد:

- برش عرضی خطی
- مقایسه تصاویر
- پیش‌بینی

بقایای گیاهی روی سطح خاک در کاهش فرسایش آبی و بادی خاک بسیار مؤثر هستند. در آزمایش‌های باران‌سازهای مصنوعی که توسط دانشگاه ایلی‌نویز انجام شد، در زمین‌هایی که توسط گاواهن برگرداندار شخم شده بودند، میزان فرسایش خاک ایجاد شده توسط ۷/۶ سانتی‌متر باران مصنوعی، ۵/۸ تن خاک در هکتار بود.

با گاواهن چیزل و روش بی‌خاک‌ورزی، این مقدار به کمتر از ۰/۶۷ تن در هکتار رسید. پس از کشت سویا، میزان فرسایش خاک ایجاد شده توسط ۷/۶ سانتی‌متر باران در زمین‌هایی که با گاواهن برگرداندار شخم شده بودند ۱۳/۴ تن در هکتار، در زمین‌هایی که با گاواهن چیزل شخم شده بودند ۱۳/۸ تن در هکتار و با روش بی‌خاک‌ورزی ۱/۸ تن در هکتار بود.

سؤال‌هایی برای تفکر بیشتر:

- ۱- مدیریت بقایای محصول را تعریف کنید.
- ۲- دو منبع مواد آلی خاک عبارتند از: و
- ۳- سه روش را برای تخمین درصد پوشش گیاهی نام ببرید.
- ۴- (صحیح، غلط) مصوبه امنیت غذایی سال ۱۹۸۵ تأکید می‌کند که در یک سیستم خاک‌ورزی حفاظتی، حداقل ۴۵ درصد سطح زمین باید پوشیده از بقایای گیاهی باشد.
- ۵- چه عواملی مشخص‌کنندهٔ شکننده یا غیرشکننده بودن بقایای یک محصول هستند؟ برای هر نوع سه مثال ذکر کنید.
- ۶- (صحیح، غلط) ریزه‌های ۷ شکل و یا زیرشکن‌ها، بیشتر از هر وسیله خاک‌ورزی معمولی بقایای شکننده گیاهی را در سطح خاک باقی می‌گذارند.
- ۷- دلایل اصلی افزایش تمایل به خاک‌ورزی حفاظتی عبارتند از: و
- ۸- خاک‌ورزی حفاظتی را تعریف کنید.
- ۹- سه روش را نام ببرید که به وسیله آنها می‌توان فرسایش خاک را کاهش داد.
- ۱۰- کدام سیستم خاک‌ورزی بیشترین مقدار روان‌آبی و فرسایش خاک را به دنبال دارد؟ استفاده از گاواهن برگردان‌دار در پاییز، گاواهن چیزل در پاییز و یا بی‌خاک‌ورزی.

۴۵ ♦ اصول مدیریت بقایای گیاهی، خاک ورزی و تناوب در کشاورزی حفاظتی

تصاویر نمونه از برخی مزارع کشاورزی حفاظتی در مناطق مختلف کشور



استان گلستان: کشت مستقیم سویا در بقایای غلات



استان گلستان: کشت مستقیم آفتابگردان در بقایای گیاهی گندم



استان اصفهان: کشت مستقیم ذرت در بقایای گیاهی غلات



استان خوزستان: کشت مستقیم کنجد در بقایای غلات



استان خراسان جنوبی: کشت مستقیم جو در بقایای ایستاده پنبه



استان خراسان رضوی: کشت مستقیم چغندر قند در بقایای گیاهی

۴۷ ♦ اصول مدیریت بقایای گیاهی، خاک ورزی و تناوب در کشاورزی حفاظتی



شهرستان رامهرمز: کشت کنجد در بقایای گندم



استان سیستان و بلوچستان: کشت ماش در بقایای گندم



استان خراسان جنوبی: کشت پنبه در بقایای گندم