علوم کاربردی سیب‌زمینی
سال سوم شماره ۲، پائیز و زمستان ۱۳۹۹

اثر مدیریت بقایای گیاهی و خاک‌ورزی بر مقاومت خاک و عملکرد سیب‌زمینی

احمد حیدری [*1]

۱- استادیار بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران

[*] **پست الکترونیک نویسنده مسئول:** heidari299@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰٤/۱٤
تاریخ انجام اصلاحات: ۱۳۹۹/۰٦/۰۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰٦/۱۵

چکیده

خاک‌ورزی مرسوم به‌طور گسترده در مناطق سیب‌زمینی‌کاری استفاده می‌شود. استفاده مداوم از این روش خاک‌ورزی (شخم با گاوآهن برگردان‌دار) در درازمدت باعث کاهش ماده آلی خاک، کاهش میکروارگانیسم‌های مفید خاک، کاهش حاصلخیزی خاک، تخریب ساختمان خاک، تشکیل سله و شکل‌گیری لایه سخت شخم می‌شود. به‌علاوه این روش باعث افزایش هزینه تولید به‌دلیل نیاز به مصرف بالای انرژی می‌گردد. بنابراین اگر بتوان سامانه‌های خاک‌ورزی حفاظتی را جایگزین خاک‌ورزی مرسوم نمود، از نظر حفظ و پایداری خاک و نیز کاهش هزینه‌های تولید حائز اهمیت خواهد بود. اثرات مدیریت‌های مختلف بقایای گندم و خاک‌ورزی (شامل: ۱- خردکردن بقایا با دستگاه ساقه خردکن و مدفون کردن آن با گاوآهن برگردان‌دار ۲- خردکردن بقایا با ساقه خردکن و به دنبال آن شخم با گاوآهن قلمی (چیزل) و تهیه بستر بذر به‌وسیله روتیواتور ۳- سوزاندن بقایا+ شخم با گاوآهن برگردان‌دار و ۴- حفظ بقایا در سطح خاک (بدون خاک‌ورزی)+ خاک‌ورزی با گاوآهن قلمی) در بهار بر روی بقایای ایستاده گندم و پس از خارج کردن بقایای ریخته‌شده از کمباین در مزرعه بر مقاومت خاک و عملکرد سیب‌زمینی بررسی شد. نتایج نشان داد که بیش‌ترین کاهش مقاومت خاک در خاک‌ورزی با گاوآهن برگردان‌دار و کم‌ترین کاهش مقاومت در گاوآهن قلمی مشاهده شد. از نظر عملکرد سیب‌زمینی به‌ترتیب تیمار ساقه خردکن+ چیزل در پائیز+ روتیواتور در بهار و تیمار حفظ بقایا+ گاوآهن قلمی (چیزل) در بهار بیشترین عملکرد را نسبت به بقیه روش‌ها داشتند.

واژگان کلیدی: *گاوآهن برگردان‌دار، گاوآهن قلمی، خاک‌ورزی حفاظتی، سوزاندن بقایا، سیب‌زمینی*

مقدمه

در خاک‌های مناطق خ شک و نیمه‌خ شک عموماً میزان ماده آلی پائین ا ست و بر این ا ساس، خاک‌های این مناطق دارای ساختمان ضعیفی می‌باشند (۲۱). به‌نظر می‌رسد حفظ بقایای گیاهی با حفظ عملکرد محصول بتواند باعث افزایش مواد آلی، بهبود ساختمان خاک، افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌های مفید خاک و اثرات زیست‌محیطی شود.

مدیریت بقایای گیاهی در بهبود پایداری ساختمان خاک و حفظ حاصلخیزی آن اهمیت زیادی دارد (۱۵). روش های مختلف مدیر یت بقا یا شا مل: سوزا ندن، جمع‌آوری، رها کردن در سطح و مدفون کردن یا مخلوط کردن با خاک، هر کدام مزایا و معایبی را به‌همراه دارند. روش متداول مدیریت بقایای گندم در ایران در کشت آبی که معمولاً دارای حجم زیاد کلش می‌باشد، خارج نمودن قسمت‌های بریده‌شده توسط کمباین از زمین و دفن کردن بقایای ایستاده با شخم (گاوآهن برگردان‌دار) می‌باشد و در بعضی مواقع متأسفانه کشاورزان مبادرت به سوزاندن بقایا می‌کنند. این روش اگر چه ارزان، سریع و آسان بوده و کنترل علف های هرز، آ فات و بیماری ها را نیز آسان‌تر می‌کند، لیکن باعث کاهش میزان مواد غذایی، کربن و مواد آلی خاک می شود و پایداری ساختمان خاک را به مخاطره انداخته، هم‌چنین نیاز به آبیاری را در مناطق خشک تشدید می‌کند (به‌دلیل عدم پوشش بقایای گیاهی و در نتیجه تشدید تبخیر سطحی و کاهش ظرفیت نگهداری رطوبت).

حفظ بقایا باعث کاهش تبخیر از سطح خاک از طریق کاهش درجه حرارت، جلوگیری از انتشار بخار، جذب بخار آب توسط بافت بقایای مانده در سطح و کاهش سرعت باد در سطح تماس خاک با هوا می‌شود (۲۰). نتایج مطالعه دیگری نشان داد که وجود بقایا عامل کاهش تبخیر به‌میزان ۳۴ تا ۵۰ درصد می‌باشد و ایجاد نوارهای ۱۵ سانتی‌متری عاری از بقایا بر روی ردیف‌های کاشت تنها ۷ درصد میزان تبخیر را نسبت به حالت پوشیده‌شده از بقایا افزایش می‌دهد (۳۰). سامانه‌های خاک‌ورزی شدید برای نیل به حداکثر عملکرد منجر به کاهش چشمگیر در کیفیت خاک می‌شوند (۲۸).

عملیات خاک‌ورزی مرسوم یکی از مهم‌ترین عوامل کاهش‌دهنده سطح ماده آلی خاک است. تجزیه ماده آلی و آزادسازی کربن، فرایندی هوازی است. در این فرایند اکسیژن باعث تشدید فعالیت میکروب‌ها که از ماده آلی تغذیه می‌کنند، می‌شود. به‌عبارت دیگر، با هر بار خاک‌ورزی تماس بقایای گیاهی با میکروب‌ها زیاد می‌شود و تهویه نیز افزایش می‌یابد (نسبت اکسیژن به دی اکسید کربن زیاد می‌شود). در این شرایط، شدت تجزیه سریع‌تر شده که نتیجه آن، تشکیل هوموس با پایداری کمتر و نیز آزادسازی دی اکسید کربن در جو زمین است اما چنانچه بقایای گیاهی در سطح خاک باقی بمانند (با تغییر سیستم از خاک-ورزی مرسوم به کم‌خاک‌ورزی و یا بی‌خاک‌ورزی)، تماس بقایا با میکروب‌ها کمتر و بنابراین تجزیه نیز کندتر صورت می‌گیرد (نسبت دی اکسید کربن به اکسیژن بیشتر است). در این حالت، هوموس پایدار تشکیل می‌شود (۱۳).

برگرداندن بقایای گیاهی به خاک سبب افزایش خلل و فرج و کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک و به‌تبع آن، افزایش ظرفیت ذخیره‌سازی آب و تبادل هوا در خاک خواهد شد. در صورت تداوم آن در درازمدت، این عمل منجر به افزایش ماده آلی و برگشت عناصر به خاک و در نهایت حاصلخیزی خاک می‌شود (۹).

از طرفی آزمایش‌های مختلف، گویای اثر مثبت برگشت بقایای گیاهی در بهبود عملکرد و ثبات تولید در درازمدت است. نمونه این تأثیر در فراهمی بیشتر نیتروژن و افزایش عملکرد دانه گندم و ذرت در درازمدت است. البته میزان تأثیر بقایای گیاهی به عوامل مختلفی مانند: خصوصیات خاک، نسبت C/N بقایای گیاهی، میزان ذخایر عناصر غذایی در بافت‌های گیاهی، دما و رطوبت محیط بستگی دارد (۹).

برگشت بقایای گیاهی به‌جا مانده از هر محصول، عامل مهمی در تشکیل مواد آلی خاک است که به‌تبع آن اثر مثبت در بهبود ساختمان خاک، نفوذپذیری خاک نسبت به آب و هوا، افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک، کاهش فرسایش، تعدیل دمای خاک و فراهم بودن عناصر مختلف به‌خصوص نیتروژن در خاک دارد (۹). برگرداندن بقایای گندم به خاک، سبب افزایش میزان مواد آلی و نسبت C/N شد (۱۲).

یکی از راه‌های ممکن، ارزان و قابل اجرا برای افزایش مواد آلی در اراضی کشاورزی، برگرداندن بقایای محصولات زراعی به خاک است. تقریباً بلافاصله پس از برگشت بقایای سیب-زمینی به خاک (C/N مساوی ۱۳)، فرایند تجزیه بقایا و معدنی شدن نیتروژن آلی موجود در بقایا آغاز می‌شود (۹).

برگشت بقایای سیب‌زمینی موجب افزایش عملکرد بیولوژیکی گندم می‌شود. به‌نظر می‌رسد حجم کمتر بقایای سیب‌زمینی، نسبت C/N پائین و سرعت بالای تجزیه بقایای سیب‌زمینی عامل بروز این نتیجه باشد. سرعت معدنی شدن نیتروژن موجود در بقایای سیب‌زمینی، ۳۰ تا ۵۰ درصد بیش‌تر از سرعت معدنی شدن نیتروژن موجود در بقایای ذرت است (۹).

نتایج تیمارهای برگشت بقایا نشان داد که در اثر برگشت بقایا به خاک، میزان کربن آلی و نیتروژن قابل دسترس افزایش می‌یابد. میزان کربن آلی خاک با میزان بقایای گیاهی برگشت داده‌شده به خاک، رابطه مستقیم دارد (۹).

نتایج بررسی‌های سهرابی و همکاران (۱۰) نشان داد که برگرداندن بقایا حتی در کوتاه‌مدت یعنی دوره رشد گیاه، توانسته است اثرات مثبتی بر خاک داشته و تا حدی باعث افزایش عناصر شود. حداکثر میزان کارایی جذب نیتروژن، در استفاده از روش برگرداندن بقایا به‌همراه مصرف ۷۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره به‌دست آمد. سوزاندن بقایای گیاهی نیز تأثیر مثبتی بر شاخص کارایی مصرف و به-کارگیری نیتروژن داشت. قابل ذکر است که برای تمام شاخص‌های نیتروژن اندازه‌گیری‌شده، تیمار حذف بقایا کمترین کارایی را نشان داد.

مدیریت سوزاندن بقایای گیاهی از یک طرف به‌دلیل آزادسازی سریع عناصر غذایی در خاک و کنترل نسبی آفات و علف‌های هرز، سبب افزایش محصول می‌شود اما از طرف دیگر به‌دلیل اثرات مخربی هم‌چون افزایش فرسایش، کاهش مواد آلی، به‌هم خوردن ساختار و نفوذپذیری، به‌هم خوردن

تعادل و جمعیت میکروارگانیسم‌های خاک و نیز آلودگی‌های زیست‌محیطی، در نهایت کاهش محصول را به‌همراه دارد (۹).

در کشاورزی مکانیزه حدود ۶۰ درصد از انرژی مصرفی، صرف عملیات خاک‌ورزی و تهیه بستر بذر می‌شود (۲۳). انتخاب صحیح ادوات، انجام خاک‌ورزی در رطوبت مناسب و به‌کارگیری روش‌های کم‌خاک‌ورزی از جمله عواملی هستند که می‌توانند سبب کاهش انرژی مصرفی شوند (۸). انرژی مصرفی در عملیات خاک‌ورزی به عوامل مختلفی مانند: نوع خاک و شرایط آن (رطوبت و بافت)، عمق خاک-ورزی و سرعت عملیات بستگی دارد (۸).

روش‌های خاک‌ورزی اثر قابل توجهی بر مصرف سوخت دارند. مطالعات زیادی حاکی از کاهش مصرف سوخت در روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی در مقایسه با خاک‌ورزی مرسوم می‌باشد. به‌عنوان مثال: نتایج پژوهشی در استان فارس، صرفه‌جویی ۷۷ درصدی در مصرف سوخت و ۸۴ درصدی در زمان مورد نیاز جهت تهیه زمین را در خاک-ورزی حفاظتی نسبت به خاک‌ورزی مرسوم نشان می‌دهد (۱۴). نتایج پژوهشی در کشور رومانی نشان داد که روش-های کم‌خاک‌ورزی در مقایسه با خاک‌ورزی مرسوم، مصرف سوخت را ۱۲/۴ تا ۲۵/۳ لیتر در هکتار کاهش می‌دهد (۲۷). میزان سوخت مصرفی جهت انجام عملیات خاک‌ورزی اولیه توسط گاوآهن قلمی، نصف مقدار سوخت مصرفی به هنگام استفاده از گاوآهن برگردان‌دار می‌باشد (۲۶). مطالعات نشان داد که گاوآهن قلمی نسبت به گاوآهن برگردان‌دار به‌ترتیب ۳۳/۵ درصد انرژی کمتر، ۵۰/۶ درصد سوخت کمتر و ۵۰/۱ درصد زمان کمتر استفاده می‌کند (۲۲). بررسی‌ها نشان داده که میزان سوخت مصرفی برای گاوآهن برگردان‌دار بیشتر از گاوآهن قلمی بود. احتیاجات سوختی برای روش‌های خاک-ورزی مرسوم (گاوآهن برگردان‌دار) ۲۵/۸ تا ۴۵/۷ لیتر در هکتار و برای کم‌خاک‌ورزی ۱۷/۲ تا ۲۵/۳ لیتر در هکتار تعیین شده است (۱۷). اکبرنیا (۲) میانگین سوخت مصرف‌شده در روش مرسوم را ۵۸/۴۸، روش کم‌خاک‌ورزی ۲۸/۲۵ و در روش بی‌خاک‌ورزی ۱۵/۶۲ لیتر در هکتار گزارش کرد.

میزان رطوبت خاک در زمان عملیات خاک‌ورزی اولیه، تأثیر معنی‌داری بر روی شاخص‌های عملکردی ادوات از جمله: مقدار مصرف سوخت می‌گذارد (۸). مطالعات روزبه و همکاران (۸) نشان داد که بیشترین مقدار سوخت مصرفی مربوط به شرایطی بود که عملیات خاک‌ورزی اولیه به‌وسیله گاوآهن برگردان‌دار در رطوبت ۸/۶۵ درصد انجام شد و کمترین مقدار نیز مربوط به حالتی بود که این عملیات به‌وسیله گاوآهن قلمی در رطوبت ۱۶ تا ۱۸ درصد صورت گرفت.

ضرورت و اهمیت

سیب‌زمینی از محصولات مهم استان همدان می‌باشد که هر ساله سطح قابل ملاحظه‌ای از اراضی استان به کشت این محصول اختصاص می‌یابد. سطح زیرکشت و تولید این محصول در استان همدان در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ به-ترتیب ۲۳۰۸۲ هکتار و ۹۸۹۲۰۷ تن بوده است (۱). سیب‌زمینی معمولاً در تناوب با گندم کشت می‌شود. با توجه به خشک‌سالی‌های اخیر و کاهش منابع آبی، استفاده از روش‌های خاک‌ورزی که درصدی از بقایا را بر سطح خاک نگه دارد، باعث کاهش تبخیر سطحی از سطح خاک شود و

از طرف دیگر باعث کاهش فرسایش خاک و در نتیجه افزایش حاصلخیزی آن شود، حائز اهمیت می‌باشد.

با توجه به رشد جمعیت و نیاز به تأمین غذا، استفاده پایدار از منابع آب و خاک بیش از پیش اهمیت پیدا کرده است. کشاورزی حفاظتی به‌دلیل حفظ خاک و تقویت حاصلخیزی آن و نیز افزایش کارایی مصرف آب و دوستدار محیط‌زیست بودن، در شرایط حاضر یکی از روش‌های مناسب جهت حفاظت از منابع آب و خاک می‌باشد (۲۴و ۲۵). خاک‌ورزی مرسوم به‌طور گسترده در مناطق سیب-زمینی‌کاری استفاده می‌شود. به هر حال خاک‌ورزی مرسوم نیروی کارگری و ماشینی بیشتری استفاده می‌کند و اثرات منفی روی خاک و محیط‌زیست می‌گذارد. برای حل این مسائل، مطالعه روی قابلیت خاک‌ورزی حفاظتی در تولید سیب‌زمینی اهمیت دارد. براساس اطلاعات مرکز اطلاعات خاک‌ورزی حفاظتی (۱۹)، در خاک‌ورزی حفاظتی لازم است که حداقل ۳۰ درصد سطح مزرعه بعد از کاشت با بقایا پوشانده شود. هم‌چنین یکی از اهداف خاک‌ورزی حفاظتی، خرد شدن کمتر خاک می‌باشد. در خصوص امکان به-کارگیری روش‌های حفاظتی در تولید سیب‌زمینی به‌عنوان یک گیاه غده‌ای نسبت به غلات، توجه کمتری شده است. بنابراین مطالعه روی امکان استفاده از خاک‌ورزی حفاظتی در محصولاتی مانند: سیب‌زمینی حائز اهمیت می‌باشد. بدین منظور برای دست‌یابی به مدیریت مناسب بقایای گیاهی و خاک‌ورزی در زراعت سیب‌زمینی (تناوب گندم - سیب‌زمینی)، مطالعه‌ای در ایستگاه تحقیقاتی اکباتان مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان با خاکی دارای بافت متوسط (لوم) اجرا شد. سیستم آبیاری از نوع بارانی (کلاسیک نیمه‌ثابت) بود. با توجه به فصل رشد سیب‌زمینی در منطقه (خرداد تا مهر)، آب مورد نیاز سیب‌زمینی با آبیاری تأمین شد (میزان بارندگی در این بازه زمانی ناچیز می‌باشد).

نتایج کاربردی

مدیریت‌های مختلف بقایای گندم و خاک‌ورزی شامل:

۱-خردکردن بقایا با ساقه خردکن (شکل۱) و مدفون کردن آن با گاوآهن برگردان‌دار (شکل۲)

۲- خردکردن بقایا با ساقه خردکن و به‌دنبال آن شخم با گاوآهن قلمی(چیزل) (شکل۳) و مخلوط کردن بقایا با خاک به‌وسیله روتیواتور (شکل۴)

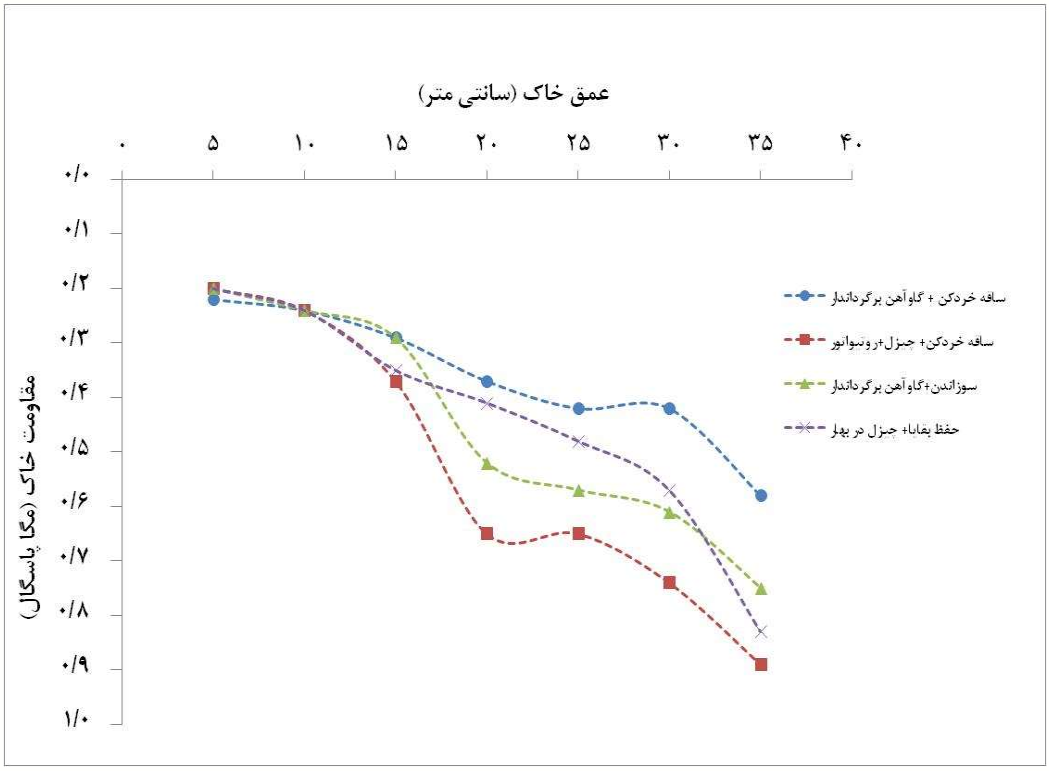
۳- حفظ بقایا در سطح خاک+ خاک‌ورزی با گاوآهن قلمی در بهار اثرات مشابهی بر کاهش مقاومت خاک در لایه‌های سطحی خاک (۱۵-۰ سانتی‌متر) از خود نشان دادند (۵ و ۶). در لایه‌های میانی و زیرین خاک (عمق‌های بیشتر از ۱۵سانتی‌متر)، گاوآهن برگردان‌دار، بیشترین تأثیر را در کاهش مقاومت خاک داشت (شکل‌های ۵ و ۶). با این حال مقاومت خاک در تمام روش‌های خاک‌ورزی، کمتر از ۱/۶ مگاپاسگال شد و این مقدار کمتر از آستانه مقاومت ۲ مگاپاسگال می‌باشد که می‌تواند اثرات منفی روی جوانه‌زنی و توسعه ریشه داشته باشد (۱۶). بنابراین گاوآهن قلمی توانسته است، حداقل گستگی لازم را در خاک برای توسعه ریشه و غده‌های سیب‌زمینی ایجاد کند.

شکل ۱- تصویری از دستگاه ساقه خردکن

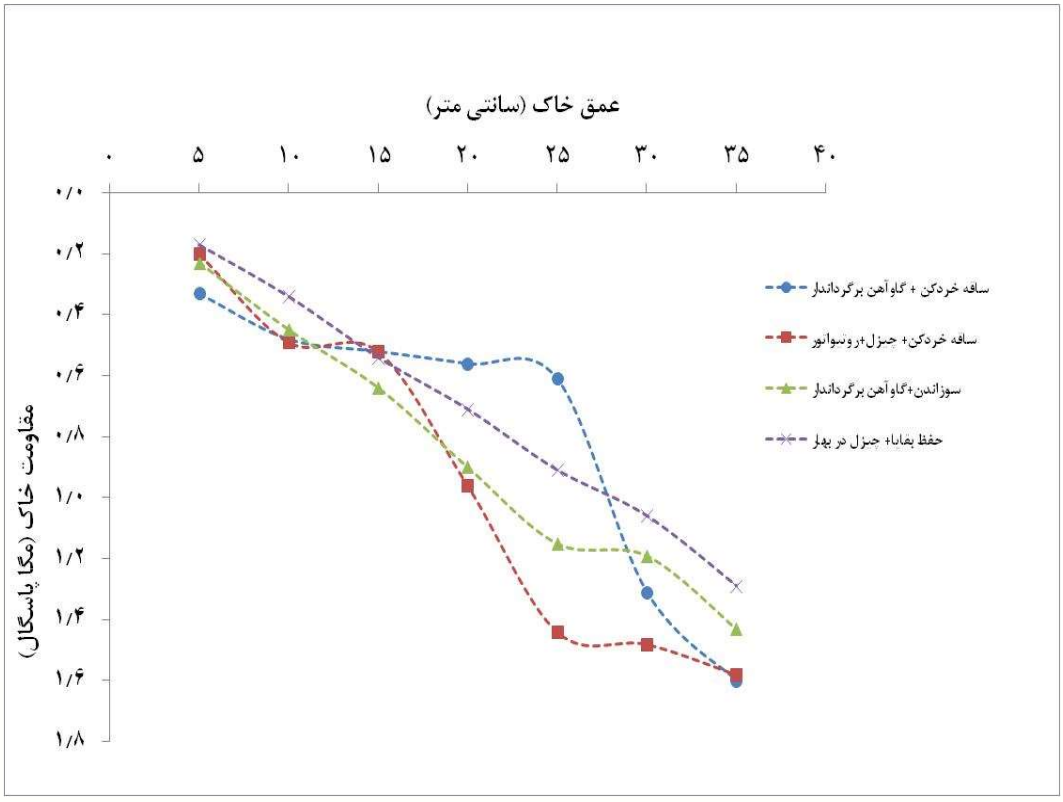
شکل ۲-استفاده از گاوآهن برگردان‌دار برای مخلوط کردن بقایا باخاک

شکل ۳- استفاده از گاوآهن قلمی مجهز به غلتک به منظور مخلوط کردن بقایا باخاک

شکل ٤- تصویری از دستگاه روتیواتور



شکل ۵- اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر مقاومت خاک در منطقه پشته



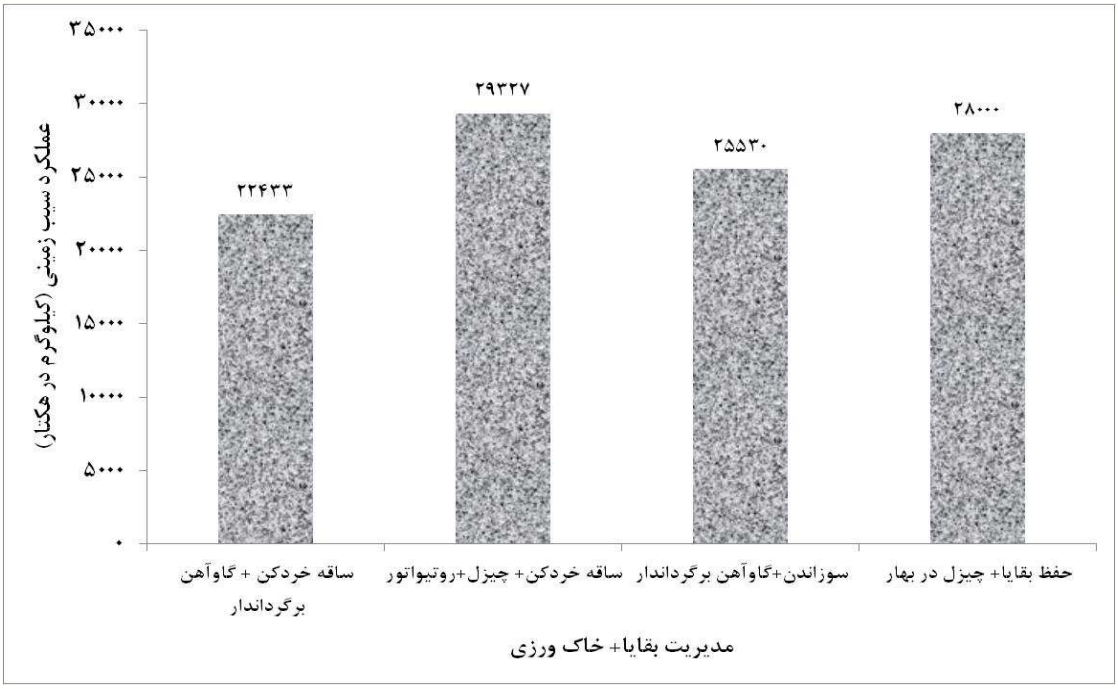
شکل ۶- اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر مقاومت خاک در منطقه کف جوی

استفاده از ساقه خردکن برای خردکردن بقایای ایستاده گندم (بلافاصله بعد از برداشت گندم) و سپس شخم با گاوآهن قلمی در همان زمان و استفاده از روتیواتور یا سیکلوتیلر (شکل۷) در بهار سال آینده برای تهیه بستر بذر و کنترل علف‌های هرز، بیشترین عملکرد سیب‌زمینی را در بین دیگر روش‌های خاک‌ورزی داشت (شکل۸).

این روش خاک‌ورزی در مقایسه با روش خاک‌ورزی مرسوم (استفاده از گاوآهن برگردان‌دار) نه‌تنها باعث کاهش عملکرد سیب‌زمینی نشد بلکه حدود ۲۲ درصد عملکرد را افزایش داد (۷). لازم به توضیح است که این نتیجه براساس آزمایش یک‌ساله است. نتیجه قطعی در طی تکرار در سال‌های بیشتر به‌دست می‌آید.

نتایج مطالعات دیگر محققین نشان داد که استفاده از گاوآهن قلمی به‌جای گاوآهن برگردان‌دار نه‌تنها باعث کاهش عملکرد سیب‌زمینی نشد بلکه موجب افزایش عملکرد نیز شد (۳، ۵، ۶ و ۱۱).

شکل ۷- کلوخه خردکن دوار و بسترساز (سیکلوتیلر)



شکل ۸- مقایسه عملکرد سیب‌زمینی در مدیریت‌های مختلف بقایا ی گیاهی گندم و خاک‌ورزی

دستورالعمل کاربردی

با توجه به این‌که بین روش ساقه خردکن+ گاوآهن قلمی در پائیز+ روتیواتور در بهار+ کاشت سیب‌زمینی با کارنده و روش گاوآهن قلمی در بهار+ کاشت سیب‌زمینی با کارنده تفاوت معنی‌دار وجود نداشت (شکل ۸)، می‌توان از یکی از دستورالعمل‌های زیر با توجه به ماشین‌های موجود در منطقه برای تهیه زمین سیب‌زمینی بعد از برداشت گندم استفاده کرد (این دو روش در مقایسه با روش مرسوم علاوه بر افزایش عملکرد سیب‌زمینی باعث کاهش مصرف سوخت نیز می‌شوند):

دستورالعمل ۱:

۱- بعد از برداشت گندم با کمباین، ابتدا کاه و کلش خارج‌شده از عقب کمباین، جمع‌آوری و از مزرعه خارج شود.

۲- با ساقه خردکن، بقایای ایستاده گندم خرد شود.

۳- پس از خرد شدن بقایا، بلافاصله با گاوآهن قلمی در همان زمان شخم زده شود (با توجه به اینکه خاک مزرعه بعد از برداشت محصول گندم هنوز مرطوب بوده و کاملاً خشک نشده است، بنابراین توصیه می‌شود که عملیات خاک‌ورزی با گاوآهن قلمی بلافاصله بعد از برداشت گندم انجام شود به‌علت اینکه هر چه زمان بگذرد، خاک خشک‌تر می‌شود).

۴- از روتیواتور یا سیکلوتیلر در بهار سال آینده در رطوبت مناسب خاک (گاورو)، برای تهیه بستر بذر و کنترل علف‌های هرز استفاده شود.

۵- کاشت سیب‌زمینی با کارنده انجام شود.

با توجه به عملکرد روتیواتور و امکان پودر شدن خاک (شکل ۹) در شرایطی که خاک خشک باشد، توصیه می‌شود عملیات روتیواتورزنی در شرایط رطوبتی مناسب (گاورو) انجام شود. با توجه به کارآیی بهتر کلوخه خردکن دوار و

بسترساز (سیکلوتیلر) (شکل ۷) نسبت به روتیواتور، بهتر است در صورت دسترسی از این ماشین به جای روتیواتور جهت عملیات خاک‌ورزی ثانویه (تهیه بستر بذر) استفاده شود.

دستورالعمل۲:

۱- بعد از برداشت گندم با کمباین، ابتدا کاه و کلش خارج‌شده از عقب کمباین، جمع‌آوری و از مزرعه خارج شود.

۲- در بهار سال آینده در زمانی که خاک گاورو می‌باشد، از گاوآهن چیزل برای تهیه زمین استفاده شود.

۳- کاشت سیب‌زمینی با کارنده انجام شود.

شکل ۹- انجام عملیات روتیواتورزنی در شرایط خشکی خاک

منابع

۱- احمدی، کریم؛ حمیدرضا عبادزاده؛ فرشاد حاتمی؛ هلدا عبدشاه و آرزو کاظمیان. ۱۳۹۸. آمارنامه کشاورزی سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶. جلد اول (محصولات زراعی). وزارت جهاد کشاورزی. معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی. مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات. ۹۵ صفحه.

۲- اکبرنیا، عباس. ۱۳۹۲. بررسی سوخت مصرف‌شده و میزان عملکرد محصول جو در سه روش خاک‌ورزی. *مجله پژوهش‌های تولید گیاهی*، دوره ۲۰، شماره ۱: صفحه ۲۰۳-۲۱۰.

۳- امیدمهر، زین‌العابدین؛ علیرضا محمدی و ابوالفضل هدایتی‌پور. ۱۳۹۵. اثر خاک‌ورزی حفاظتی با رویکرد حفظ بقایا بر عملکرد ارقام سیب‌زمینی. *نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار*، دوره ۲۶، شماره ۴: صفحه ۹۱-۱۰۱.

۴- تاکی، اورنگ؛ احمد حیدری؛ رضا عادل‌زاده و محمدعلی به‌آیین. ۱۳۸۹. بررسی اثر مدیریت بقایای گیاهی در کشت متناوب گندم آبی با محصولات ردیفی بر عملکرد محصول، مواد آلی و پایداری خاکدانه‌ها. گزارش نهایی پروژه ملی. مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. شماره ۷۹/۱۰۷۲/۳۸.

۵- حسن‌پناه، داود؛ محمد حسنی؛ سلیمان اصغری؛ محمد شادخاطر؛ علیرضا خواجوی؛ حسن روحی؛ لعیا موسوی و فاطمه اکبری. ۱۳۹۴. کم‌خاک‌ورزی در زراعت سیب‌زمینی. مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی سازمان جهاد کشاورزی استان اردبیل. نشریه فنی، شماره ۷۱: ۱۵ صفحه.

۶- حسن‌پناه، داود؛ پیمان عصرانقلاب؛ حسین کربلایی خیاوی؛ مقصود ضیاچهره و نیکروز دشتی. ۱۳۹۵. افزایش عملکرد سیب‌مینی و کارآیی مصرف آب در شرایط کم خاک‌ورزی. مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی سازمان جهاد کشاورزی استان اردبیل. نشریه فنی، شماره ۱۰۶: ۱۷ صفحه.

۷- حیدری، احمد و نارنج حیدری. ۱۳۸۷. اثر مدیریت بقایای گندم بر عملکرد سیب‌زمینی. پنجمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون. ۶ و ۷ شهریور ۱۳۸۷. انجمن مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون ایران، دانشگاه فردوسی مشهد. مشهد. ایران.

۸- روزبه، مجید؛ مرتضی الماسی و عباس همت. ۱۳۸۱. ارزیابی و مقایسه میزان انرژی مورد نیاز در روش‌های مختلف خاک‌ورزی ذرت. *مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی*. دوره ۹، شماره ۱: صفحه ۱۱۷-۱۲۸.

۹- زارع فیض‌آبادی، احمد. ۱۳۹۶. تأثیر برگشت بقایای گیاهی محصولات مختلف بر عملکرد و پایداری تولید گندم در اقلیم سرد. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. دفتر شبکه دانش و رسانه‌های ترویجی. نشریه شماره ۵۱۹۹۵. ۲۴ صفحه.

۱۰- سهرابی، سیده سمانه؛ اسفندیار فاتح؛ امیر آینه‌بند و افراسیاب راهنما. ۱۳۹۳. برآورد شاخص‌های کارآیی نیتروژن و تغییرات عناصر غذایی در گندم تحت تأثیر مدیریت بقایا و منابع مختلف کود نیتروژنه. *نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار*، دوره ۲۴، شماره ۳: صفحه ۱۷-۳۳.

۱۱- غلامی پرشکوهی، محمد؛ صائب تبریزی نمینی؛ مهرداد سلیمی بنی و امیرحسین احمدبیگی. ۱۳۹۵. اثر چند روش خاک‌ورزی بر عملکرد و اجزای عملکرد سیب‌زمینی رقم سانته. *فصل‌نامه بوم‌شناسی گیاهان زراعی*، دوره ۱۲، شماره ۱، شماره پیاپی ۴۳: صفحه ۱-۸.

۱۲- فرهودی، روزبه؛ محمدرضا چایی‌چی؛ ناصر مجنون حسینی و غلامرضا ثواقبی. ۱۳۸۷. تأثیر مدیریت بقایای گیاهی گندم بر خصوصیات خاک و عملکرد آفتابگردان در سیستم کشت دوگانه. *نشریه علوم گیاهان زراعی ایران*، دوره ۳۹، شماره ۱، شماره پیاپی ۱۲۲۳۷۰: صفحه ۱۱-۲۱.

۱۳- میرزا شاهی، کامران و کامبیز بازرگان. ۱۳۹۴. مدیریت ماده آلی خاک. مؤسسه تحقیقات خاک و آب. نشریه فنی شماره ۵۳۵. ۱۹ صفحه.

14- Afzalinia, S., Dehghanian, E. and Talati, M.H. 2009. Effect of conservation tillage on soil physical properties, fuel consumption, and wheat yield. In 4th Conference on Energy Efficiency and agricultural Engineering. Proc. of Conf., Rousse, Bulgaria. 1-3 Oct. 2009. Rousse, Bulgaria.

15- Beiderbeck, V. O., Campbell. C. A., Bowren. K. E., Schnitzer, M. and Mclver, R. N. 1980. Effect of burning cereal straw on soil properties and grain yields in Saskathewan. *Soil. Sci. Soc. Am. J,* 44:103-111.

16- Bengough, G., Mckenzie, B. M., Hallett, P. D., and Valentine, T. A. 2011. Root elongation, water stress, and mechanical impedance: a review of limiting streeses and beneficial root tip traits. J. EXP. Bot, 62: 59-68.

17- Bowers, C. G. 1986. Tillage energy requirements. Paper. ASAE, No. 86:15-24.

18- Cerdan, C., Govers, G., Le Bissonnais, Y., Van Oost, K., Poesen, J., Saby, N. P. A., Gobin, A., Vacca, A., Quinton, J. N., Auerswald, K., Klik, A., Kwaad, K. J. P. M., Raclot, D., Ionite, I., Rejman, J., Rousseva, S., Muxart, T., Roxo, M. J. and Dostal, T. 2010. Rates and spatial variations of soil erosion in Europe: a study based on erosion plot data. *Geomorphology*, 122: 167-177.

19- Conservation Tillage Information Center (CTIC), M. T. 2004. National crop residue management survey. West Lafayette, IN: Conservation Technology Information Center.

20- Greb, B. W. 1966. Effect of surface-applied wheat straw on soil water losses by solar distillation. *Soil. Sci. Soc. Am. Proc,* 30:786-788.

21- Hajabasi, M. A. and Hemmat, A. 2000. Tillage impacts on aggregate stability and crop productivity in clay- loam soil in central Iran. *Soil &Tillage Research,* 56: 205-212.

22- Hets, H., Riquelme, E., and Canto, S. 1992. Energy requirements for the production of autos in rotation with wheat under three tillage systems and four nitrogen levels the Andean foothills of noble. *Agro. Giencia,* 8 (1): 33-39.

23- Jacobs, C. O., and Harrel, W. R. 1983. Agricultural power and machinery. McGraw Hill Book Co. New York.

24- Li, L. L., Huang, G. B., and Zhang, R. Z. 2005. Effects of conservation tillage on soil water regimes in rainfed areas. *Acta Ecologica Sinica,* 25 (9): 2323-2332.

25- Mcway, K. A., Budde, J. A., Fabrizzi, K., Mikha, M. M., Ric, C. W., and Schlegel, A. J. 2006. Management effects on soil physical properties in long-term tillage studies in Kansas. *Soil Science Society of America Journal,* 70: 434-436

26- Michel, A., and Borelli, K. J. 1885. Energy requirement of two tillage system for irrigation sugarbeet, drybean and corn. *Trans. Of the ASAE*, 28 (6): 1731-1736.

27- Rusu, T. 2005. The influence of minimum tillage systems upon the soil properties, yield and energy efficiency in some arable crops. *J. Central Eur. Agr*, 6 (3): 287-294.

28- Salinas Carcia, J. R. Valazuez. Carcia, J. de J., Callarado Valdez, M. 2002. Tillage effects on microbial biomass and nutrient distribution in soils under rain- fed corn production in central – western Mexico. *Soil Till. Res,* 66: 143-152.

29- Saraukis, E., Buragience, S., Romaneckas, K., Sakalauskas, A., Jasinskas, A., Vaiciukevius, E., and Karayel, D. 2012. Working time, fuel consumption and economic analysis of different tillage and sowing systems in Lithuania. Proceedings of 11th International Scientific Conference on Engineering for Rural Development 11, Jelgava, 24-25 May 2012. pp: 52-59.

30- Sauer, T. J., Hatfield, J. L and Prueger, J. H. 1996. Corn residue age and placement effects on evaporation and soil thermal regime. *Soil. Sci. Soc. Am. J,* 60:1558-1564.

31- Withers, P. J., and Lord, E.I. 2002. Agricultural nutrient inputs to rivers and ground waters in the UK: policy, environment and research needs. *Sci. Total Environ*, 282-283 (2002): 9-24.