Archive of SID

مجله پژوهش‌های پنبه ایران
جلد ششم، شماره دوم، ۱۳۹۷
۵۵-۷٤
www.jcri.ir

عملکرد پنبه و برخی از ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی خاک در مقابل روش‌های مختلف خاک‌ورزی

مریم نوروزی قلی‌آباد[۱]، حسینعلی شمس‌آبادی[۲*] و شهرام نوروزیه[۳]
[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران
[۲]استادیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران
[۳]دانشیار موسسه تحقیقات پنبه کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران
تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۳/۶ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۱/۱۳

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر برخی از خصوصیات فیزیکی خاک و عملکرد محصول پنبه، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در مزرعه تحقیقات پنبه هاشم‌آباد گرگان طی سال زراعی ۱۳۹۱ اجرا گردید. روش‌های خاک‌ورزی در سه سطح شامل خاک‌ورزی سطحی (هرس بشقابی)، کم‌خاک‌ورزی (سیکلوتیلر+هرس بشقابی) و خاک‌ورزی مرسوم (گاوآهن برگردان‌دار+هرس بشقابی) بی‌عنوان متغیر مستقل و خصوصیات فیزیکی خاک شامل جرم مخصوص ظاهری، میزان رطوبت و خردشدگی یا میانگین قطر وزنی ذرات خاک (*MWD*) در دو عمق (۱۵-۰ و ۳۰-۱۵ سانتی‌متر)، شاخص مخروطی (*CI*)، دفن بقایای سطحی و عملکرد پنبه به‌عنوان متغیرهای وابسته بررسی شدند. نتایج نشان داد که عمق، اثر معنی داری بر جرم مخصوص ظاهری، خردشدگی و شاخص مخروطی خاک دارد به‌طوری‌که در عمق اول، خاک‌ورزی سطحی دارای بیش‌ترین جرم مخصوص ظاهری (۱/۴ گرم بر سانتی‌مترمکعب)، کمترین خردشدگی و بیشترین شاخص مخروطی (۱۷۲۳ کیلوپاسکال) و خاک‌ورزی مرسوم دارای کم‌ترین جرم مخصوص ظاهری (۱/۱۹ گرم بر سانتی‌مترمکعب)، بیشترین خردشدگی و کمترین شاخص مخروطی (۹۱۲ کیلوپاسکال) بودند. در کلیه مراحل رشد، روش‌های خاک‌ورزی بر میزان رطوبت خاک در دو عمق مورد اندازه‌گیری اثر معنی‌داری نداشتند. کمترین و بیشترین میزان دفن بقایای گیاهی به‌ترتیب به خاک‌ورزی سطحی و خاک‌ورزی مرسوم اختصاص پیدا کرد. بیشترین میزان عملکرد محصول پنبه (۱۵۳۴ کیلوگرم بر هکتار) در خاک‌ورزی سطحی در مقایسه با دو سیستم خاک‌ورزی دیگر حاصل شد.

واژه‌های کلیدی: خاکورزی، فیزیک خاک، شاخص مخروطی، عملکرد پنبه،

* نویسنده مسئول: Hshamsabadi@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

خاک‌ورزی را می‌توان عمل‌آوری مکانیکی خاک عنوان کرد که اهداف اصلی این عملیات ایجاد بستری مناسب برای جوانه زنی بذر، ریشه دوانی گیاه، کنترل علف‌های هرز، افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت یا نفوذ آب در خاک، بهبود و بهسازی ساختمان خاک، تثبیت خاک در حد مورد نیاز برای تماس همه جانبه خاک با بذر، کاهش مقاومت و پیوستگی خاک، کنترل فرسایش و رطوبت خاک، اختلاط سموم، کودهای شیمیایی و کودهای دامی با خاک و مخلوط کردن بقایای گیاهی با خاک می‌باشد (شفیعی، ١٩٩٢).

یکی از ماشین‌های خاک‌ورزی اولیه گاوآهن برگردان‌دار است که لایه خاک را بریده، برگردان کرده و در حین برگردان کردن، لایه خاک جابه‌جا شده و شروع به خردشدن می‌کند و بقایای گیاهی سطحی را مدفون می‌سازد. برگرداندن بقایای گیاهی محصولات بعد از برداشت به خاک، مقادیر قابل توجهی پتاسیم قابل جذب برای گیاه اصلی فراهم می‌کند (مبارک و همکاران، ٢٠٠٣؛ فاگریا و همکاران، ١٩٩٠). همچنین زیر و رو کردن خاک می‌تواند باعث از بین رفتن جمعیت و فعالیت جامعهمیکروبی خاک گردد (محمدی و همکاران، ٢٠١٢). شخم با گاوآهن برگردان‌دار منجر به کاهش شاخص مخروطی خاک (شیرانی و همکاران، ٢٠١٠)، افزایش تلفات رطوبت خاک (عظیم زاده و همکاران، ٢٠٠٢) و افزایش کوتاه مدت نفوذ آب در خاک می‌شود، ولی بعد از چند نوبت بارندگی معمولاً سطح خاک سله می‌بندد و باعث کاهش نفوذ آب به داخل خاک می‌شود و همچنین قطرات باران در اثر ضربه زدن به ذرات خاک، آن‌ها را پراکنده ساخته و سبب می‌شود که منافذ خاک بسته و رواناب به وجود آید (راسناک و همکاران، ١٩٨۶).

در سال‌های اخیر توجه به سیستم‌های کم‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی حفاظتی افزایش یافته است. اجرای این سیستم‌ها منجر به افزایش کارایی استفاده از آب برای محصولات زراعی (امیدی و همکاران، ٢٠٠۵)، کاهش تبخیر و رواناب سطحی (گوینک و همکاران، ١٩٨٢)، افزایش ذخیره رطوبتی (هورن و همکاران، ١٩٩٢)، به‌حداقل رساندن تعداد دفعات رفت و آمد ماشین بر روی خاک (شفیعی، ٢٠٠٨)، کاهش مصرف سوخت و توان مصرفی، و افزایش مواد آلی موجود در خاک (یونسی الموتی و شریفی، ٢٠١٢) می‌شود. علاوه بر موارد یاد شده، امکان کشت دوم را نیز برای کشاورزان فراهم می‌سازد (هریدج و هولند، ١٩٩٢).

سامانه‌های کم‌خاکورزی با برجا گذاشتن حداقل ٣٠ درصد بقایا در سطح خاک به‌عنوان روش حفاظتی خاک محسوب می‌گردد و اجرای آن در تمامی طول سال توصیه می‌شود (هایز، ١٩٨٢). بقایا و پوشش گیاهی در سطح خاک منجر به کاهش تبخیر، سله و سفت شدن سطح خاک شده و نفوذ پذیری را افزایش و فرسایش را کاهش می‌دهد (کاسپر و همکاران، ١٩٩٠).

www.SID.ir

Archive of SID

پنبه گیاه صنعتی مهمی در ایران به‌ویژه استان‌های خراسان رضوی و گلستان محسوب می‌گردد. این دو استان با تولید تقریباً نیمی از پنبه کشور، جایگاه مهمی در تولید پنبه را به خود اختصاص داده‌اند. مساحت تحت کشت پنبه از ۱۴۰ هزار هکتار در سال ۱۳۸۱ به ۷۰ هزار هکتار در سال ۱۳۹۵ تنزل یافته است. از میزان فعلی سطح زیرکشت، ۶۰ درصد آن به‌صورت دیم و مابقی بصورت آبی کشت می‌گردد و استان گلستان بیشترین مساحت و بیشترین عملکرد پنبه تحت کشت دیم کشور را دارا می باشد. از طرفی تحقیقات نشان داده است که خاک‌ورزی حفاظتی در تولید محصول پنبه فوایدی از جنبه کنترل فرسایش و سلامت خاک را دارد (بومن و همکاران، ۲۰۰۵).

شم‌آبادی و همکاران (۲۰۰۹)، تأثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر خواص فیزیکی خاک منطقه شاهرود را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج بیانگر این بود که میانگین درصد رطوبت در عمق ۲۰-۱۰ سانتی‌متری در تیمارهای کم‌خاکورزی بیش‌تر از شخم رایج و در عمق ۷۰-۵۰ سانتی‌متری در تیمار بی‌خاک‌ورزی کم‌تر از سایر تیمارها بود. علاوه بر این، کم‌ترین میزان مقاومت به نفوذ خاک در عمق ۲۰-۰ سانتی‌متری مربوط به تیمار کشت رایج بدون جمع‌آوری کلش و بیش‌ترین آن مربوط به تیمار حداقل شخم بود.

نتایج تحقیق دیگری در بررسی تأثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر خواص خاک رسی بیانگر این بود که سیستم بی‌خاک‌ورزی با میانگین ۱/۳۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب بیش‌ترین میزان جرم مخصوص ظاهری را دارا بود. تیمارهایی که کم‌ترین جرم مخصوص ظاهری را داشتند، نسبت به تیمارهای دیگر دارای رطوبت بیش‌تری بودند و از نظر عملکرد محصول گندم دیم اختلاف بین تیمارها معنی‌دار نشد (رحیم‌زاده و نوید، ۲۰۱۱). در گزارش تحقیقات صادق‌نژاد و اسلامی (۲۰۰۶) آمده است که عملیات خاک‌ورزی تأثیر مهمی در افزایش یا کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک در طی دوره رشد گیاه ندارد. حاج‌عباسی و همکاران (۱۹۹۹) تأثیر دو نوع خاک‌ورزی (مرسوم و بی‌خاک‌ورزی) بر خصوصیات فیزیکی خاک و عملکرد ذرت را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج حاکی از این بود که جرم مخصوص ظاهری و شاخص نفوذپذیری در دو سیستم برابر بوده است. در تحقیقی ۱۱ ساله بر روی گندم زمستانه در شمال چین، ذخیره رطوبتی خاک در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری در روش بی‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی مرسوم، به‌ترتیب ۶۰ و ۵۵/۸ میلی‌متر بوده است که در روش بی خاک‌ورزی ۱۹ درصد بهبود پیدا کرد (جین و همکاران، ۲۰۱۱).

در برخی از تحقیقات نیز به اندازه‌گیری مصرف سوخت و عملکرد محصول در حین تغییرات خصوصیات خاک اشاره شده است. نوروزیه و همکاران (۲۰۰۲) درتحقیقی از زیرشکن‌های L شکل و C شکل در فصل بهار استفاده کردند و از نظر عملکرد پنبه، اختلاف معنی‌داری مشاهده نکردند. مک

www.SID.ir

Archive of SID

کلوسکی و همکاران (۲۰۰۳) فواید خاک‌ورزی حفاظتی را روی محصول پنبه بررسی کرده و دریافتند که روش‌های کم‌خاکورزی و بی خاک‌ورزی اثر منفی روی درصد سبز گیاه ندارد.

با بررسی منابع در دسترس، ضرورت تحقیقی کامل با در نظر گرفتن خصوصیات فیزیکی خاک و همچنین اندازه‌گیری عملکرد محصول در تولید پنبه بی‌عنوان محصولی استراتژیک در شرایط بومی استان گلستان به‌عنوان یکی از قطب‌های تولید این محصول تحت روش‌های مختلف خاک‌ورزی و با تأکید بر مقایسه خاک‌ورزی مرسوم و حفاظتی، محسوس بود.

مواد و روش‌ها

مشخصات محل آزمایش: این مطالعه در سال ۱۳۹۱ در ایستگاه تحقیقات پنبه هاشم‌آباد واقع در استان گلستان، شهرستان گرگان اجرا شد. ایستگاه هاشم آباد در ۱۱ کیلومتری شمال غرب گرگان در عرض جغرافیایی ۵۴ درجه و ۲۰ دقیقه، طول جغرافیایی ۳۶ درجه و ۵۵ دقیقه و ارتفاع ۱۴ متر از سطح دریا دارای متوسط بارندگی سالانه ۵۰۰ میلی‌متر می‌باشد. بافت خاک مزرعه لومی رسی بوده و بقایای گیاهی محصول گندم از فصل قبل در آن موجود بود. سایر خصوصیات خاک مزرعه در جدول۱ ارائه شده است.

جدول ۱: بعضی از خصوصیات خاک در مزرعهٔ تحقیقاتی

خصوصیت	مقدار
شن (درصد)	۴۰
سیلت (درصد)	۲۸
رس (درصد)	۳۲
مادهٔ آلی (درصد)	۰/۲۹
اسیدیته	۷/۶۲
هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	۰/۴۱
ظرفیت مزرعه ای بر پایهٔ وزن خشک (درصد)	۱۰/۱۳
جرم مخصوص ظاهری خاک (گرم برسانتی‌متر مکعب) (۲۵-۰ سانتی‌متری)	۱/۳۵
جرم مخصوص ظاهری خاک (گرم برسانتی‌متر مکعب) (۵۰-۲۵ سانتی‌متری)	۱/۴۶
رطوبت بر پایهٔ وزن خشک (درصد) (۲۵-۰ سانتی‌متری)	۹/۳
رطوبت بر پایهٔ وزن خشک (درصد) (۵۰-۲۵سانتی‌متری)	۱۲/۴

مشخصات ماشین‌های کشاورزی: تراکتورهای مورد استفاده در این طرح شامل تراکتور جاندیر ۴۴۵۰ برای عملیات خاک‌ورزی، تراکتور مسی فرگوسن ۲۸۵ با چرخ‌های باریک برای عملیات داشت

www.SID.ir

Archive of SID

شامل سم‌پاشی، کوددهی و ... بودند. ادوات خاک‌ورزی مورد استفاده شامل گاوآهن برگردان‌دار سه خیش (عمق به‌کار گرفته شده ۱۰ تا ۳۵ سانتی‌متر)، سیکلوتیلر (عمق ۱۰ تا ۲۰ سانتی‌متر) و هرس بشقابی (دیسک) دو زانویی (عمق ۱۰تا ۱۵ سانتی‌متر)، ماشین ردیف‌کار چهار ردیفه با موزع پنبه‌کار و ماشین‌های داشت مشتمل بر سمپاش پشت تراکتوری بوم‌دار، کودپاش سانتریفیوژ پشت تراکتوری و جوی و پشته ساز یا شیارکن بودند.

مشخصات طرح آزمایشی: آزمایش فاکتوریل مورد نظر در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا شد. روش‌های خاک‌ورزی در سه سطح اعمال شد که عبارت بودند از: الف) استفاده از گاوآهن برگردان‌دار سه خیش همراه با هرس بشقابی سبک به‌عنوان روش مرسوم (شاهد)، ب) استفاده از سیکلوتیلر همراه با هرس بشقابی سبک به‌عنوان روش کم‌خاکورزی، ج) استفاده از هرس بشقابی سبک به تنهایی به‌عنوان روش خاک‌ورزی سطحی. خاک‌ورزی با دیسک و سیکلوتیلر به‌صورت سطحی و کم عمق اجرا شد.

انجام عملیات‌های مختلف زراعی: عملیات تهیه بستر بذر بر اساس تیمارهای مختلف خاک‌ورزی پس از برداشت گندم در اواسط تیرماه انجام شد و پس از کرت بندی، بذر پنبه رقم گلستان با ماشین کاشت معرفی‌شده در هر کرت کشت گردید. مجموعاً ۱۲ کرت ایجاد و آزمایشات اجرا شد. هر کرت دارای ۸ خط کشت به طول ۱۵ متر با فاصله ردیف کاشت ۸۰ سانتی‌متر و فاصله بین بوته‌ها روی ردیف ۳۰ سانتی‌متر بود. فاصله بین کرت‌ها ۳ متر و فاصله بین تکرارها ۵ متر در نظر گرفته شد. عملیات‌های مختلف داشت از جمله آبیاری، کوددهی، مبارزه با علف‌های هرز، سله‌شکنی در زمان‌های معین و با معیارهای مرسوم انجام شد. عملیات برداشت وش پنبه به‌صورت دستی در اواسط آذرماه انجام شد. برای به دست آوردن عملکرد هر کرت، پس از حذف حاشیه‌ها از هر کرت، ۲ متر مربع به صورت تصادفی برداشت شد و عملکرد (کیلوگرم) نسبت به هکتار محاسبه گردید.

اندازه‌گیری‌ها: خصوصیات فیزیکی خاک شامل رطوبت، جرم مخصوص ظاهری، خردشدگی، دفن بقایای سطحی و شاخص مخروطی تحت تأثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی اندازه‌گیری شدند. رطوبت خاک با استفاده از روش وزنی تعیین گردید. نمونه خاک از عمق‌های ۱۵-۰ و ۳۰-۱۵ سانتی‌متری توسط مته نمونه‌برداری از تیمارهای مختلف خاک‌ورزی گرفته شد و پس از وزن کردن با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۱ گرم در کوره با دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شد. رطوبت خاک در هر پلات اصلی از دو عمق، در تاریخ‌های ۱۴ تیرماه (قبل از خاک‌ورزی)، ۲۵ تیرماه (بعد از خاک‌ورزی و کاشت)، ۱۸ شهریورماه (بعد از آبیاری به روش غرقابی)، ۱۰ مهرماه و ۱۶ آذرماه اندازه‌گیری شد.

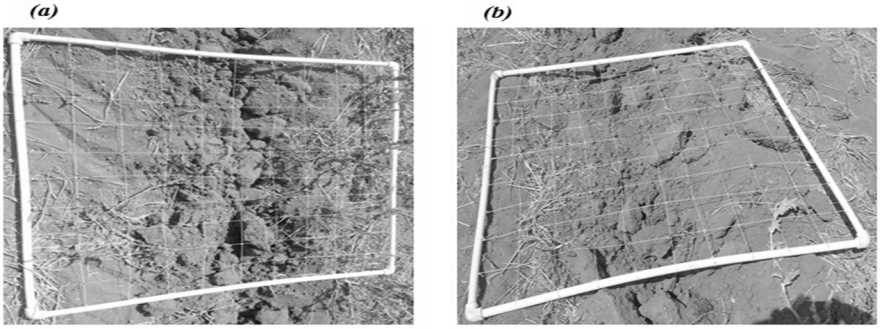
www.SID.ir

Archive of SID

برای تعیین جرم مخصوص ظاهری خاک از استوانه‌های نمونه‌برداری استاندارد (قطر داخلی ۴/۷۶ سانتی‌متر و ارتفاع ۵/۵۷ سانتی‌متر) استفاده شد. بدین منظور، پس از نمونه‌برداری از تمام پلات‌ها از دو عمق یادشده، نمونه‌های خاک به‌مدت ۲۴ ساعت در کوره و در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد حرارت داده شدند. پس از وزن کردن خاک خشک شده با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۱ و با توجه به مشخص بودن حجم نمونه‌ها، وزن مخصوص ظاهری خاک محاسبه گردید (تولنر و همکاران، ۱۹۸۴). برای تعیین تغییرات این کمیت، **Error! Bookmark not defined.**وزن مخصوص ظاهری خاک در ۱۴ تیرماه (قبل از خاک‌ورزی)، ۲۶ تیرماه (بعد از خاک‌ورزی و کاشت) و ۱۰ مهرماه اندازه‌گیری شد.

برای اندازه‌گیری مقاومت به نفوذ خاک از دستگاه نفوذسنج مخروطی با نام تجاری *Spectrum-SC 900* استفاده شد. بدین منظور از هر پلات به صورت تصادفی پنج بار نمونه‌گیری انجام شد. نمونه‌گیری در ۱۲ تیرماه (قبل از خاک‌ورزی)، ۲۵ تیرماه (بعد از خاک‌ورزی و کاشت)، ۱۸ شهریورماه، ۱۷ مهرماه و ۱۶ آذرماه (بعد از برداشت پنبه) اجرا شد.

میزان دفن بقایای سطحی تحت تأثیر عملیات خاک‌ورزی به‌روش وزنی اندازه‌گیری شد. با جمع-آوری کلش موجود در کادر ۰/۵×۰/۵ متر و توزین نمونه‌ها با ترازویی با دقت ۰/۱ گرم، کلش سطحی خاک تعیین گردید. روشی دیگری نیز معرفی می‌گردد که مورد استفاده رشته منابع طبیعی در ارزیابی میزان درصد پوشش گیاهی در منطقه‌ای خاص است. در روش جدید از پلات استفاده می‌شود. بدین صورت که با قراردادن پلات یک متر مربعی که با نخ مخصوص به صد مربع با ابعاد ۱۰ سانتی‌متری در ۱۰ سانتی‌متری تقسیم شده بود (هر مربع بیانگر یک درصد می‌باشد) در نقطه‌ای ثابت در طول مسیر ادوات خاک‌ورز در هر کرت قبل و بعد از عبور ادوات و شمارش مربع‌های حاوی بقایای گیاهی، درصد بقایای مدفون شده به دست آمد (شکل۱).



شکل ۱: استفاده از پلات یک متر مربعی برای اندازه‌گیری درصد دفن بقایای گیاهی
(a- بعد از عبور شاخه و b- قبل از عبور شاخه)

www.SID.ir

Archive of SID

برای تعیین میزان خردشدگی خاک تحت تأثیر خاک‌ورزی‌های مختلف از اندازه‌گیری میانگین قطر وزنی خاک‌دانه‌ها (*MWD*) استفاده شد. بدین منظور از هر دو عمق مورد مطالعه، نمونه‌هایی قبل و بعد از خاک‌ورزی تهیه و از ۴ الک با مش‌بندی ۲، ۱/۵، ۱ و ۰/۵ اینچی برای الک کردن دستی نمونه‌ها استفاده شد. خاک باقی‌مانده روی هر الک با ترازوی یادشده توزین شد. سپس اعداد به‌دست آمده در رابطه زیر قرار گرفت:

$$MWD = \frac{\Sigma\,(wi.di)}{wt} \qquad (۱)$$

در این رابطه:

MWD: میانگین قطر وزنی خاکدانه‌ها (میلی‌متر)

wi: وزن خاک باقیمانده بر روی الک مورد نظر (گرم)

di: اندازه روزنه الک (میلی‌متر)

wt: وزن اولیه نمونه خاک مورد الک قرار گرفته (گرم)

نتایج و بحث

با جمع آوری داده‌های مزرعه‌ای و تجزیه و تحلیل آنها، نتایج زیر به دست آمد:

تأثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر جرم مخصوص ظاهری خاک: بر اساس جدول۲، تأثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر جرم مخصوص ظاهری خاک در دو عمق ۱۵-۰ و ۳۰-۱۵ سانتی‌متری در مرحله قبل از خاک‌ورزی معنی‌دار نبود. این نتیجه مؤید و تأکیدی بر عدم اختلاف و شرایط یکسان برای تمام کرت‌های مورد آزمون می‌باشد. اختلاف جرم مخصوص ظاهری خاک در هر دو عمق مورد اندازه‌گیری پس از اعمال روش‌های مختلف خاک‌ورزی، در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول۲)، به طوری‌که در عمق اول، سیستم خاک‌ورزی سطحی دارای بیش‌ترین جرم مخصوص ظاهری (۱/۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب) و سیستم خاک‌ورزی مرسوم دارای کم‌ترین جرم مخصوص ظاهری (۱/۱۹ گرم بر سانتی‌متر مکعب) بودند. افزایش جرم مخصوص ظاهری خاک در سیستم خاک‌ورزی سطحی بدین دلیل است که در این سیستم، عملیات تهیه بستر بذر در لایه بسیار سطحی انجام شده و در عمق‌های پایین‌تر نه‌تنها بهم خوردگی خاک ایجاد نشده، بلکه تردد ماشین آلات برای کاشت محصول نیز باعث افزایش وزن مخصوص ظاهری خاک گردید. این نتایج با نتایج محمدی و همکاران (۲۰۰۹)، عظیم زاده و همکاران (۲۰۰۲) و موسوی بوگر و همکاران(۲۰۱۲) همخوانی دارد. همانگونه که در جدول۳ ملاحظه می‌گردد، سیستم‌های کم‌خاکورزی و خاک‌ورزی مرسوم اثر معنی‌داری بر وزن مخصوص ظاهری خاک نداشتند. در عمق دوم در مرحله بعد از خاک‌ورزی و کاشت، کم‌ترین وزن مخصوص ظاهری مربوط به خاک‌ورزی

www.SID.ir

Archive of SID

مرسوم (۱/۳۷ گرم بر سانتی‌متر مکعب) بود چون در این سیستم خاک‌ورزی عمیق‌تر اجرا شد که در مقایسه با دو روش دیگر دارای اختلاف معنی‌داری بود (جدول۳). در هر دو روش خاک‌ورزی سطحی و کم‌خاکورزی، خاک‌ورزی انجام شده فقط مربوط به عمق اول بوده است.

جدول ۲: تجزیه واریانس وزن مخصوص ظاهری خاک در دو عمق و سه مرحله مختلف رشد

منابع تغییر	درجه آزادی	۰-۱۵ سانتی‌متر			۱۵-۳۰ سانتی‌متر		
		قبل از خاک‌ورزی	بعد ازخاک‌ورزی و کاشت	اواسط دوره رشد	قبل از خاک‌ورزی	بعد از خاک‌ورزی و کاشت	اواسط دوره رشد
بلوک	۲	۰/۰۰۰۹	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۳۳	---	۰/۰۰۴۰	۰/۰۰۳۷
خاک‌ورزی	۲	۰/۰۰۰۳ ns	۰/۰۳۳۶**	۰/۰۲۷۸*	---	۰/۰۱۴۳**	۰/۰۱۴ ns
خطا	۴	۰/۰۰۲۰	۰/۰۰۱۵	۰/۰۰۵۴	---	۰/۰۰۲۱	۰/۰۰۴۴
ضریب‌تغییرات	-	۳/۴۳	۳/۰۵	۵/۵۶	---	۱/۵۸	۴/۵۸

ns، **، * به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح ۱ و ۵ درصد

در اندازه‌گیری وزن مخصوص ظاهری خاک برای عمق اول و مرحله اواسط دوره رشد اختلاف معنی‌داری (در سطح ۵ درصد) بین سیستم‌های خاک‌ورزی مشاهده شد. سیستم خاک‌ورزی سطحی و مرسوم به‌ترتیب دارای بیشترین (۱/۴۳ گرم بر سانتی‌متر مکعب) و کمترین وزن مخصوص ظاهری (۱/۲۶ گرم بر سانتی‌متر مکعب) بودند و در سیستم کم‌خاکورزی اختلافی با این دو سیستم مشاهده نشد (جدول۳). تأثیر سیستم‌های خاک‌ورزی بر وزن مخصوص ظاهری خاک در عمق دوم و اواسط دوره رشد اختلاف معنی‌داری نشان نداد. زیرا خاک‌ورزی‌های صورت گرفته بیشتر در عمق اول بوده و تخلخل ایجاد شده در عمق دوم به‌دلیل رفت آمد ادوات و تراکتور برای عملیات داشت و بارندگی و آبیاری تقریباً به‌حالت قبل از خاک‌ورزی برگشته است (جدول۲). در این خصوص، رحیم‌زاده و نوید (۲۰۱۱) گزارش نمودند که تیمار استفاده از گاوآهن برگردان‌دار نسبت به تیمار سیکلوتیلر دارای میانگین وزن مخصوص ظاهری کمتری بوده و اختلاف معنی‌دار آماری بین این دو تیمار مشاهده نشد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳: مقایسه میانگین وزن مخصوص ظاهری خاک (گرم بر سانتی‌متر مکعب) در دو عمق

منابع تغییر	۱۵-۰ سانتی‌متر			۳۰-۱۵ سانتی‌متر		
	قبل از خاک‌ورزی	بعد از خاک‌ورزی و کاشت	اواسط دوره رشد	قبل از خاک‌ورزی	بعد از خاک‌ورزی و کاشت	اواسط دوره رشد
خاک‌ورزی سطحی	۱/۳۱ [a]	۱/۴۰ [a]	۱/۴۳ [a]	۱/۴ [a]	۱/۴۶ [a]	۱/۵ [a]
کم‌خاک‌ورزی	۱/۳۳ [a]	۱/۲۵ [b]	۱/۲۷ [ab]	۱/۴ [a]	۱/۵۱ [a]	۱/۴۷ [a]
خاک‌ورزی مرسوم	۱/۳۳ [a]	۱/۱۹ [b]	۱/۲۶ [b]	۱/۴ [a]	۱/۳۷ [b]	۱/۳۷ [a]
LSD (۰/۰۵)	۰/۱۰۳۳	۰/۰۸۸۸	۰/۱۶۶۸	۰	۰/۰۵۲۱	۰/۱۵۰۴

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار برمبنای آزمون LSD در سطح ۵ درصد است.

تأثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر درصد رطوبت خاک: در کلیه مراحل رشد تیمارهای مختلف، روش خاک‌ورزی تأثیر معنی‌داری بر درصد رطوبت در دو عمق ۱۵-۰ سانتی‌متر و ۳۰-۱۵ سانتی‌متری خاک نداشت (جدول ۴).

جدول۴: تجزیه واریانس درصد رطوبت خاک در دو عمق و سه مرحله مختلف

منابع تغییر	درجه آزادی	۱۵-۰ سانتی‌متر			۳۰-۱۵ سانتی‌متر		
		قبل از خاک‌ورزی	بعد از خاک‌ورزی و کاشت	اواسط دوره رشد	قبل از خاک‌ورزی	بعد از خاک‌ورزی و کاشت	اواسط دوره رشد
بلوک	۲	۲/۱۵۱	۱۶/۸۹۸	۳/۱۰۸	---	۱۱/۶۰۱	۴/۲۷۱
خاک‌ورزی	۲	۰/۵۳۸ [ns]	۰/۶۲۲ [ns]	۲/۱۲۱ [ns]	---	۰/۰۲۷ [ns]	۶/۸۸۹ [ns]
خطا	۴	۵/۶۸۱	۳/۱۰۸	۱/۹۶۷	---	۳/۴۶۹	۲/۹۱۵
ضریب تغییرات	-	۱۰/۶۲	۸/۴۱	۱۱/۴	---	۹/۰۱	۱۰/۴۷

ns، **، *بترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح ۱ و ۵ درصد

نتایج نشان می‌دهد اگرچه اختلاف معنی‌داری بین تیمارها وجود ندارد، اما در هر دو عمق درصد رطوبت خاک در روش خاک‌ورزی مرسوم کمتر از سایر تیمارها می‌باشد. علت آن می‌تواند تبخیر بیشتر آب از سطح این تیمار به‌دلیل اختلاط بقایای گیاهی با خاک زیر سطحی باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

تأثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر میزان خردشدگی یا میانگین قطر وزنی خاک (MWD): در کلیه مراحل رشد تیمارهای مختلف، روش خاک‌ورزی تأثیر معنی‌داری بر خردشدگی خاک در دو عمق ١٥-٠ سانتی‌متر و ٣٠-١٥ سانتی‌متری خاک نداشت (جدول ۵).

جدول ۵: تجزیه واریانس میزان خردشدگی یا میانگین قطر وزنی خاک در دو عمق و سه مرحله مختلف

منابع تغییر	درجه آزادی	١٥-٠ سانتی‌متر			٣٠-١٥ سانتی‌متر		
		قبل از خاک‌ورزی	بعد از خاک‌ورزی و کاشت	اواسط دوره رشد	قبل از خاک‌ورزی	بعد از خاک‌ورزی و کاشت	اواسط دوره رشد
بلوک	٢	۴/٢٧١	١۵/۵٢٠	۴/٣١٢	---	٩/١١٢	٣/٣۵١
خاک‌ورزی	٢	٠/٢٣٠ ns	٠/۴۵٩ns	٣/٢٣٩ns	---	٠/٢١٠ ns	۴/٠۵٢ ns
خطا	۴	۴/١٨٩	۴/٢١۶	٢/٩٢۵	---	٢/۶١٩	٣/۵۶۵
ضریب‌تغییرات	-	٩/٢٣٢	٧/٣٢۵	١٢/٣۶	---	٨/٧١	٩/۶٧

ns، **، *بترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح ١ و ۵ درصد

نتایج نشان می‌دهد اگرچه اختلاف معنی‌داری بین تیمارها وجود ندارد، اما در هر دو عمق اندازه‌گیری‌شده میانگین وزنی قطر خاک‌دانه‌ها در روش خاک‌ورزی مرسوم کمتر از سایر تیمارها می‌باشد که علت آن استفاده از ابزارهای خاک ورز بیشتر و تقابل بیشتر و طولانی مدت ماشین و خاک در این روش خاک‌ورزی است.

جدول۶ نتایج مربوط به تجزیه واریانس اثر سیستم خاک‌ورزی بر شاخص مخروطی، دفن بقایای سطحی و عملکرد پنبه را نشان می‌دهد. همانگونه که ملاحظه می‌گردد، نوع سیستم خاک‌ورزی اثر معنی‌داری بر پارامترهای تحت بررسی دارد ($P<0.01$).

جدول۶: تجزیهٔ واریانس اثر نوع خاک‌ورزی بر پارامترهای تحت بررسی

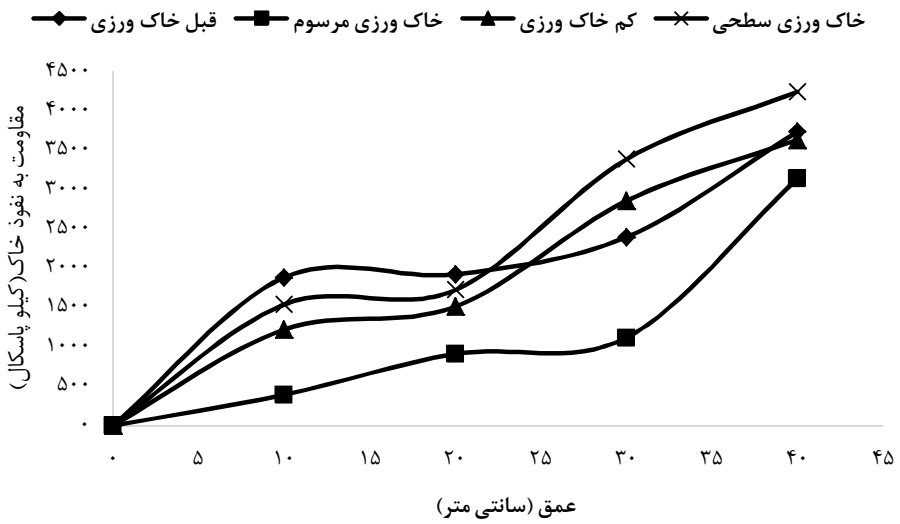
منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		شاخص مخروطی	دفن بقایا	عملکرد
نوع خاک‌ورزی	٢	١٣/٣٢٣**	١/۵٠۶**	٢١/٧٣۴**
خطا	٩	٠/٠٠١	٠/٠٠	٠/٠٠
کل	١١	-	-	-

**معنی‌داری در سطح ١ درصد

www.SID.ir

Archive of SID

تأثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر شاخص مخروطی خاک (مقاومت به نفوذ خاک): شکل ۳ شاخص مخروطی خاک مربوط به سه سیستم خاک‌ورزی را قبل و بعد از عملیات خاک‌ورزی (۲۵ مرداد ماه) نشان می‌دهد. میزان رطوبت خاک قبل از اجرای عملیات خاک‌ورزی در عمق اول (۱۵-۰ سانتی‌متر) ۲۲/۲ درصد و در عمق دوم (۳۰-۱۵ سانتی‌متر) ۱۹/۷ درصد بوده است. رطوبت خاک بعد از انجام عملیات خاک‌ورزی برای دو عمق مورد اندازه‌گیری به‌ترتیب ۲۲ درصد و ۲۱/۳ درصد بود. قبل از اجرای سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی در تمام کرت‌ها مقاومت به نفوذ خاک تقریباً مقداری برابر داشت و با افزایش عمق، مقاومت خاک نیز افزایش پیدا کرد. در خاک‌ورزی سطحی پس از انجام عملیات خاک‌ورزی و کاشت، مقاومت به نفوذ خاک نسبت به قبل از عملیات خاک‌ورزی تغییر چندانی نداشته است. در عمق ۱۰ سانتی‌متری خاک شاخص مخروطی خاک‌ورزی سطحی تفاوت بیشتری با قبل از خاک‌ورزی داشته، اما در عمق ۲۰ سانتی‌متری این تفاوت کاهش پیدا کرده است.بطوریکه در عمق های بیشتر از ۲۰ سانتی‌متری مقاومت به نفوذ خاک بیشتر از قبل از عملیات خاک‌ورزی شده است. این شرایط برای سیستم کم‌خاکورزی نیز برقرار بود.



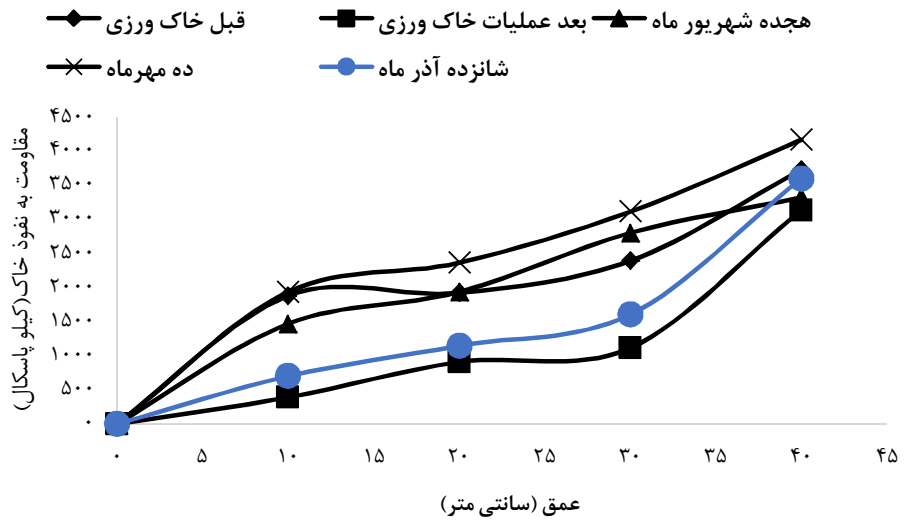
شکل۲: تغییرات شاخص مخروطی خاک به ازای روش‌های مختلف خاک‌ورزی

با توجه به شکل۲ با اعمال خاک‌ورزی مرسوم مقاومت بـه نفـوذ خـاک در عمـق‌هـای۱۰، ۲۰ و ۳۰ سانتی‌متری خاک به طور چشمگیری کاهش یافت، ولی در عمق ۴۰ سانتی‌متری مقاومت به نفوذ خاک

www.SID.ir

Archive of SID

کاهش کمتری داشته است. پس از اجرای سیستم‌های خاک‌ورزی، شاخص مخروطی خاک در سیستم‌های خاک‌ورزی سطحی و کم‌خاکورزی نسبت به سیستم خاک‌ورزی مرسوم بیش‌تر شد، به‌طوری‌که بعد از خاک‌ورزی و کاشت در سیستم خاک‌ورزی مرسوم و در عمق‌های ۱۰، ۲۰ و ۳۰ سانتی‌متری از سطح خاک حدوداً کمتر از نصف میزان تراکم در دو سیستم دیگر گردید. خاک‌ورزی عمیق‌تر، کم‌تر بودن وزن مخصوص ظاهری خاک و میانگین قطر وزنی خاک‌دانه‌ها (اختلاف جزئی) و بیش‌تر بودن تخلخل خاک نسبت به دو سیستم دیگر می‌تواند دلایلی بر این موضوع باشد. وورهیز (۱۹۸۳) نیز گزارش داد که خاک‌ورزی با گاوآهن برگردان‌دار باعث کاهش شدید شاخص مخروطی خاک گردیده است. همچنین شاخص مخروطی خاک در سیستم کم‌خاکورزی کم‌تر از سیستم خاک‌ورزی سطحی بود؛ هر چند که اختلاف زیادی بین دو سیستم وجود نداشت. شم‌آبادی و همکاران (۲۰۰۹) گزارش نمودند که کمترین میزان شاخص مخروطی در عمق ۲۰-۰ سانتی‌متری خاک مربوط به تیمار کشت رایج و بیش‌ترین آن مربوط به تیمار حداقل شخم بوده است.



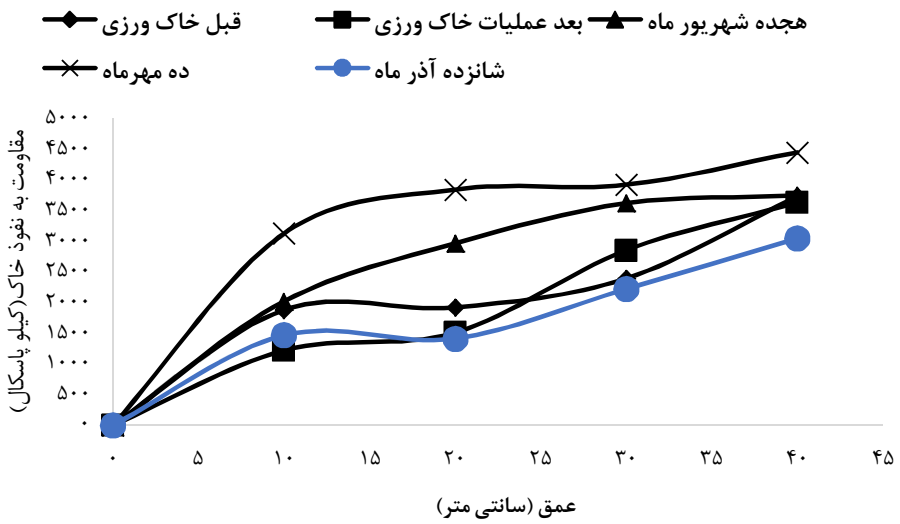
شکل ۳: تغییرات مقاومت به نفوذ خاک در طی دوره رشد پنبه مربوط به سیستم خاک‌ورزی مرسوم

شکل‌های ۳، ۴ و ۵ بیانگر مقادیر شاخص مخروطی خاک طی دوره رشد گیاه پنبه در سه سیستم خاک‌ورزی می‌باشد. رطوبت خاک قبل خاک‌ورزی، بعد عملیات خاک‌ورزی، هجده شهریور، ده مهر و شانزده آذر برای دو عمق مورد اندازه‌گیری به‌ترتیب (۲۲/۲، ۱۹/۷)، (۲۲، ۲۱/۳)، (۱۹/۲، ۱۹/۳)، (۱۳،

www.SID.ir

Archive of SID

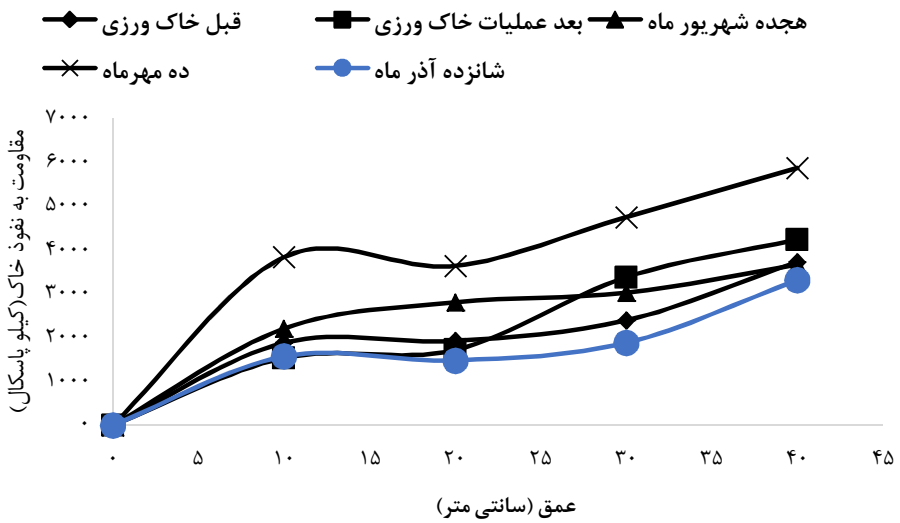
۱۵/۵) و (۲۳/۷، ۲۲/۶) بود. همانگونه که ملاحظه می‌گردد، مقاومت به نفوذ خاک در هر سه سیستم خاک‌ورزی طی دوره رشد گیاه با گذشت زمان افزایش یافته است. تاثیر خاک‌ورزی با گذشت زمان به‌دلیل عبور و مرور تراکتور و ادوات و انسان و آبیاری و ... از بین می رود. فقط در شانزده آذر ماه مقاومت به نفوذ کاهش چشمگیری داشته است که به‌دلیل رطوبت بالای زمین بخاطر بارش‌های پاییزی بوده است و رطوبت بالای زمین باعث نرم تر شدن خاک و نفوذ راحت تر نفوذسنج شده است. دهم مهر ماه رطوبت خاک به‌نسبت سایر زمان‌ها بسیار پایین‌تر و مقاومت به نفوذ هم از تمام مراحل بیشتر بوده است. در برخی تحقیقات مانند تحقیق شیرانی و همکاران(۲۰۱۰) ذکر شده است که با گذشت زمان، مقاومت مکانیکی خاک افزایش یافته و نشان دهنده تراکم مجدد خاک در طول فصل رشد است.



شکل ۴: تغییرات مقاومت به نفوذ خاک در طی دوره رشد پنبه مربوط به سیستم کم‌خاکورزی

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵: تغییرات مقاومت به نفوذ خاک در طی دوره رشد پنبه مربوط به سیستم خاک‌ورزی سطحی

طی دوره رشد، شاخص مخروطی خاک در سیستم کم‌خاکورزی همواره در عمق‌های ۰ تا ۲۰ سانتی‌متری کمتر از شاخص مخروطی خاک در سیستم خاک‌ورزی سطحی بوده است. هرچند اختلاف موجود بسیار ناچیز است. در عمق ۲۰ سانتی‌متری شاخص مخروطی در این دو سیستم تقریبا مقداری برابر داشته است. همچنین در تمام عمق‌ها، شاخص مخروطی خاک در سیستم خاک‌ورزی مرسوم از شاخص مخروطی خاک در دو سیستم دیگر کم‌تر شد. شیرانی و همکاران (۲۰۱۰) نیز گزارش نموده‌اند که تیمار گاوآهن برگردان‌دار در مقایسه با دیسک سطحی، به‌دلیل عمق بیش‌تر خاک نرم، شاخص مخروطی خاک را در عمق بیش‌تری کاهش داده است.

تأثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر دفن بقایای گیاهی: شکل ۶ میزان بقایای گیاهی مربوط به سه سیستم خاک‌ورزی را قبل و بعد از خاک‌ورزی نشان می‌دهد. قبل از انجام عملیات تهیه بستر بذر، میزان بقایای گیاهی در سه سیستم مقداری تقریباً برابر داشت. پس از اعمال خاک‌ورزی سطحی میزان بقایای گیاهی اندکی (۱۲ درصد) کاهش یافت، اما بیش‌تر بقایای گندم (۸۸ درصد) روی سطح زمین باقی ماند. کم‌خاکورزی، بقایای کم‌تری (۴۷ درصد) نسبت به خاک‌ورزی سطحی در مزرعه باقی گذاشت و بیشتر بقایا در این سیستم خاک‌ورزی (۵۳ درصد) دفن شدند. پس از انجام خاک‌ورزی مرسوم تقریباً تمامی بقایای گندم (۹۵ درصد) در خاک مدفون شد و روی سطح زمین چیزی باقی نماند.

www.SID.ir

Archive of SID

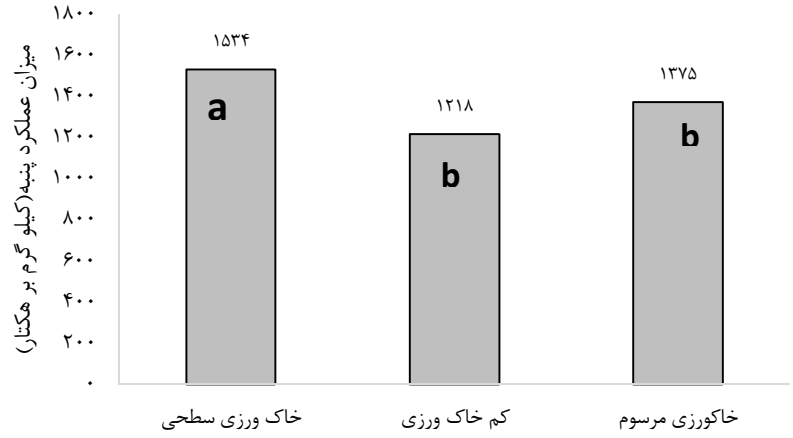
شکل ۶: میزان بقایای گیاهی موجود در سطح مزرعه قبل و بعد از خاک‌ورزی در انواع خاک‌ورزی

شکل ۶ نشان می‌دهد که نوع خاک‌ورزی، تأثیر معنی‌داری بر دفن بقایای گیاهی سطحی داشته است. به‌طوری‌که خاک‌ورزی مرسوم، بیشترین و خاک‌ورزی سطحی، کمترین دفن بقایای گیاهی را در پی داشته‌اند.

تأثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر عملکرد پنبه: شکل۷ میزان عملکرد وش پنبه را در سه سیستم خاک‌ورزی و تراکم گیاهی ۴/۲ بوته در هکتار نشان می‌دهد. بیشترین عملکرد مربوط به سیستم خاک‌ورزی سطحی و کم‌ترین عملکرد مربوط به سیستم کم‌خاک‌ورزی بوده است و خاک‌ورزی مرسوم در رتبه دوم عملکرد قرار می‌گیرد. قادری‌فر و همکاران (۲۰۱۱) گزارش نمودند که سیستم خاک‌ورزی حفاظتی (چیزل و هرس بشقابی) بیشترین مقدار عملکرد وش را دارا بوده است. بلایسی و راویندارن (۲۰۰۳) اعلام داشتند که عملکرد محصول پنبه در سیستم خاک‌ورزی حفاظتی بیشتر از خاک‌ورزی مرسوم بوده است. در تحقیقی دیگر آمده است که خاک‌ورزی سطحی به میزان ۸ تا ۱۰ درصد باعث افزایش عملکرد محصول پنبه نسبت به خاک‌ورزی مرسوم شده بود (ماتوچا، ۱۹۸۸). با توجه به این نتیجه و حساس بودن پنبه به بستر بذر توصیه می‌گردد که برای خاک‌ورزی، به جای سیکلوتیلر یا رتیواتور که خاک را شدیداً بهم می‌زنند، از ادوات دیگر در ترکیب با هرس بشقابی استفاده شود.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۷: عملکرد وش پنبه در تیمارهای مختلف خاک‌ورزی

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی، نتایج این تحقیق نشان داد که خاک‌ورزی سطحی بهترین تیمار تحت بررسی بود. در این سیستم میزان بقایای سطحی به جای مانده از محصول گندم بیشتر از سه سیستم دیگر بوده و برجای ماندن حدود ۸۸ درصد از بقایا بر روی سطح خاک از تبخیر رطوبت خاک جلوگیری کرده و درصد رطوبت بیشتر خاک در بین سه سیستم در زمان جوانه‌زنی گیاه باعث رشد بهتر و عملکرد بهتر محصول پنبه شده است. با افزایش وزن مخصوص ظاهری خاک، شاخص مخروطی خاک نیز افزایش یافت و بالعکس. میزان رطوبت خاک نیز با شاخص مخروطی رابطه عکس داشت. اگرچه شرایط فیزیکی خاک در تیمار خاک‌ورزی مرسوم نسبت به دو تیمار خاک‌ورزی دیگر بهتر به نظر می‌رسد، اما این سیستم علاوه بر مصرف سوخت و صرف زمان بیشتر، تأثیر منفی بر عملکرد محصول پنبه را نیز در پی داشته و استهلاک بیشتر قطعات تراکتور را در بر می‌گیرد. بنابراین، با بکارگیری خاک‌ورزی سطحی از نقطه نظر کاهش مصرف سوخت و انرژی، صرف زمان کمتر، حفظ پایداری و رطوبت خاک، کاهش استهلاک ماشین‌آلات کشاورزی، حفظ بقایای گیاهی در سطح خاک (افزایش ماده آلی) و کاهش بادشویی و آبشویی توصیه می‌شود که با روش خاک‌ورزی سطحی (هرس بشقابی معروف به دیسک)، برای آماده‌سازی زمین استفاده شود. زیرا علاوه بر محاسن یادشده، عملکرد محصول بیشتری را هم به دنبال داشته است و از نظر اقتصادی نیز مقرون به صرفه می‌باشد. این سیستم را با مطالعات جامع و کامل‌تری می‌توان جایگزین سیستم خاک‌ورزی مرسوم نمود. البته برای حصول عملکردهای بالاتر، پیشنهاد

www.SID.ir

Archive of SID

می‌شود آزمایشات تکمیلی را در طی چند سال، چند مکان مختلف، با بکارگیری سیستم‌های دیگر خاک‌ورزی و ادوات دیگر بر روی ارقام مناسب منطقه گلستان اجرا شود.

منابع

1. Azimzadeh, M., Kocheki, A., and Bala, M. 2002. Effect of different tillage methods on bulk density, prosity, soil moisture content and yield of wheat under dryland conditions. Iranian Journal of Crop Sciences, 4(3): 209-224. (In Persian with English abstract).
2. Blaise, D., and Ravindran, C.D. 2003. Influence of tillage and residue management on growth and yield of cotton grown on a Vertisol over 5 years in a semi-arid region of India. Soil and Tillage Research, 70(1): 163-173.
3. Buman, R.A., Alesi, B.A., Bardley, J.F., Hatfield, J.L. and Karlen, D.L. 2005. Profit and yield of tillage in cotton production system. Journal of Soil and Water Conservation, 60(2): 235-242.
4. Fageria, N.K., Baligar, V.C. and Edward, D.G. 1990. Soil-Plant Nutrient Relationships at Low pH Stress. In: Crops as enhancers of nutrient use, V.C. Baligar and R.R. Duncan (eds.), 475-507. New York: Academic Press.
5. Ghaderifar, F., Ghajari, A., Sadegnejad, H. and Gharanjiki, A. 2011. The effects of tillage methods on yield of cotton following canola. Iranian Journal of Field Crops Research, 9(3): 416-421. (In Persian with English abstract).
6. Hayes, W. 1982. Minimum tillage farming. Brookfield Debbie Lissister. U.S.A.
7. Hajabasi, M., Mirlohi, A. and Sadrarhami, M. 1999. Tillage Effects on Some Physical Properties of Soil and Maize Yield in Lavark Research Farm**.** Journal of Crop production and processing, 3(3): 13-23.
8. Herridge, D.F., and Holland, J.F. 1992. Production of summer crops in northern New South Wales. Australian Journal of Agricultural Research, 4(3): 105-122.
9. Horne, D.J., Ross, C.W. and Hughes, K.A. 1992. Ten years of maize-oats rotation under three tillage system on a silt loam in New Zealand I: A comparison of soe soil properties. Soil and Tillage Research, 22(2): 131-143.
10. Jin, H., Hongwena, L., Rabi, G., Rasaily, A.B., Qingjiea, W., Guohuaa, C., Yanboa, S., Xiaodonga, Q. and Lnijic, L. 2011. Soil properties and crop yields after 11 years of no tillage farming in wheat-maize cropping system in North China Plain. Soil and Tillage Research,11 (3): 48-54.
11. Kaspar, T.C., Erbach, D.C. and Cruse, R.M. 1990. Corn response to seed-row residue removal. Soil Science Society of American Journal, 54(1): 1112-1117.
12. Matocha, J.E. 1988. Conservation tillage of cotton production in south Texas. Preview of 1988 Beltwide Cotton Prod. Res. Conf., Natl. Cotton Council and Cotton Foundation, Memphis, TN., P: 134.

www.SID.ir

Archive of SID

13. Mohammadi, Kh., Nabi Allahi, K., Agha alikhani, M. and Khormali, F. 2009. Study on the effect of different tillage methods on the soil physical properties, yield and yield components of rainfed wheat. Journal of Plant Production, 16(4): 77-94. (In Persian with English abstract).
14. Mohammadi, Kh., Heidari, Gh., Javaheri, M. and Aghaalikhani, M. 2012. The Effect of Tillage and Fertilization Systems on Soil Microbial Biomass and Enzyme Activity in Sunflower Production. Journal of Water and Soil, 26(1): 104-113. (In Persian with English abstract).
15. Mosavi Bogar, A., Jahansoz, M., Mehrvar, M., Hoseyni, R. and Madadi, R. 2012. Study the soil physical properties and some wheat cultivars grain yield under different tillage systems. Journal of Agronomy and Plant breeding 8(2): 11-20. (In Persian with English abstract).
16. Mubarak, A.R., Rosenani, A.B., Anuar, A.R. and Zauyah, D.S. 2003. Effect of incorporation of crop residues on a maizegroundnut sequence in the humid tropics. I. Yield and nutrient uptake. Journal of Plant Nutrition, 26(2): 1841-1858.
17. Omidi, H., Tahmasebi Sarvestani, Z., Ghalavand, A. and Modarres, A. 2005. Evaluation of tillage systems and row distances on grain yield and oil content in two canola (*Brassica napus* L.) cultivars. Iranian Journal of Crop Science, 7(2): 97-111. (In Persian with English abstract).
18. Quincke, J.A., Wortmann, C.S., Mamo, M., Franti, T., Drijber, R.A., Garcia, N., Sidiras, J., Henklain, C. and Derpsch, R. 1982. Comparison of three different tillage systems with respect to some physical properties, the soil and water conservation and the yields of soybean and wheat on an Oxisols. Zeitschrift fur Ackerund Pflanzenbau 151: 137-148.
19. Rahimzadeh, R. and Navid, H. 2011. Different tillage methods impact on a clay soil properties and wheat production in rotation with chickpea under rainfed condition. J. Sci. Sustain. pro. 21 (2): 29-41. (In Persian with English abstract)
20. Rasnak, M., Frye, W.W. Ditsh, D.C. and Belevins, R.L. 1986. Soil erosion whit different tillage and cropping system. Soil Science News and Views. Dep. Agron. University of Kentucky. Lexington.
21. Sadeghnezhad, H.R. and Eslami, K. 2006. The comparison of wheat yield under different tillage methods. Journal of agricultural sciences. 12 (1): 102-113. (In Persian with English abstract).
22. Shafiei, A. 1992. Principles of Agricultural Machinery. Tehran University Publisher. P: 141. (In Persian with English abstract).
23. Shafiei, A. 2008. Tillages Machines. Tehran University of Agricultural Sciences and Natural Resources. P: 5-6. (In Persian with English abstract).
24. Sham Abadi, Z., Faezniya, F. and Mohajer Milani, P. 2009. The effect of tillage on wheat - sunflower and some physico-chemical properties of the soil.

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Agricultural Sciences, 19(1): 165-173. (In Persian with English abstract).
25. Shirani, H., Hajabasi, M., Afyoni, M. and Hemat, A. 2010. The effect of tillage systems and organic fertilizers on the soil penetration resistance under corn planting. Journal of Sciences and Technology of Agriculture and Natural Resources, 14(5): 135-148. (In Persian with English abstract).
26. Tollner, E.W., Hagrove, E.L. and Langdal, G.W. 1984. Influence of conventional and no-tillage practices soil physical properties in the southern Piedmount. Journal of Soil and Water Conservation, 33(3): 45-57.
27. Voorhees, W.B. 1983. Relative effectiveness of tillage and natural forces in alleviating wheel-induced soil compaction. Soil Science Society of American Journal, 47(2): 129-133.
28. Younesi Alamoti, M. and Sharifi, A. 2012. Determine the amount of power, fuel and some physical properties of soil in several tillages methods. Journal of Agricultural Machinery Engineering, 2(1): 11-18.

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir