به زراعی کشاورزی
دوره ۱۸ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۵
صفحه‌های ۹۰۵-۸۹۳

اثر سیستم‌های خاک‌ورزی و سطوح بقایای گندم بر شاخص‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک

الناز ابراهیمیان[۱]، علیرضا کوچکی[۲*]، مهدی نصیری محلاتی[۲]، سرور خرم‌دل[۳]، علیرضا بهشتی[۴]

۱. دانشجوی دکتری اگرواکولوژی، دانشکده کشاورزی، پردیس بین‌الملل دانشگاه فردوسی مشهد ، مشهد – ایران
۲. استاد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد – ایران
۳. استادیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد – ایران
۴. دانشیار، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، مشهد – ایران

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۴/۰۹/۰۴ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۱۰/۱۹

چکیده

به منظور بررسی تأثیر سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی و سطوح بقایای گندم بر شاخص‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد، در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ به صورت اسپلیت بلوک بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. نوع مدیریت خاک‌ورزی در ۴ سطح (دیسک، گاوآهن برگردان‌دار + دیسک، گاوآهن پنجه غازی + دیسک و گاوآهن قلمی + دیسک) به عنوان فاکتور عمودی و مدیریت بقایای گندم در ۵ سطح (صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد عملکرد کاه گندم) به عنوان فاکتور افقی آزمایش در نظر گرفته شدند. به دلیل ۳ بار نمونه‌برداری از خاک (اردیبهشت ۱۳۹۲، آبان ۱۳۹۲ و خرداد ۱۳۹۳)، داده‌های آزمایش به صورت اسپلیت بلوک در زمان آنالیز شدند. طبق نتایج آزمایش، کمترین میزان نیتروژن کل (۰/۰۹۴ درصد)، فسفر قابل جذب (۱۲/۵۰ میلی گرم بر کیلوگرم) و کربن آلی خاک (۰/۵۲ درصد) درنتیجه استفاده از شخم برگردان‌دار و بیشترین میزان این شاخص‌ها در شرایط کاربرد گاو آهن قلمی + دیسک مشاهده شد. با افزایش سطوح بقایای گندم در هر سه زمان، نیتروژن کل، فسفر و پتاسیم قابل جذب و کربن آلی خاک به‌طور معنی‌داری رو به افزایش گذاشت. همچنین، کاربرد بقایای گیاهی نقش معنی‌داری در کاهش اسیدیته (تا ۰/۴۵ واحد) و نیز افزایش زیست توده و تنفس میکروبی خاک (تا ۲۰/۶ درصد) داشت.

کلیدواژه‌ها: تنفس خاک، زیست توده میکروبی، کربن آلی، گاوآهن برگردان‌دار، گاو آهن قلمی

* نویسنده مسئول Email: akooch@um.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

۱. مقدمه

امروزه عقیده بر این است که کشاورزی نباید تنها بر افزایش عملکرد تکیه کند، بلکه باید پایداری تولید و کیفیت محصولات را نیز مدنظر قرار دهد باشد [۵]. با این وجود، خاک‌ورزی بیش از حد و حذف بقایای گیاهی که عموماً جهت افزایش تولید صورت می‌گیرد، فرسایش خاک را تسریع نموده و سبب افزایش آلودگی محیط زیست می‌شود که در نهایت عملکرد اکوسیستم زراعی را به شکلی منفی تحت تأثیر قرار می‌دهد [۲۴ و ۲۸]. بنابراین، سازگار نمودن عملیات زراعی با محیط زیست مانند حفظ و بازگرداندن بقایای گیاهی به خاک [۱ و ۶] و کاربرد اصولی شخم حفاظتی می‌تواند در کاهش این مشکلات مفید باشد [۱۸ و ۲۶].

از جمله مزایای خاک‌ورزی حفاظتی می‌توان به کاهش فرسایش، کنترل رواناب و سله سطحی، افزایش ثبات خاکدانه‌ها، نفوذپذیری و بهبود محتوی رطوبتی خاک اشاره نمود [۱۶ و ۲۶]. مزایای سیستم بدون شخم اساساً تحت تأثیر نگهداری بقایا در سطح خاک می‌باشد [۱۷]. خاک‌ورزی حداقل منجر به افزایش میزان رطوبت و حفظ و افزایش هرچه بیشتر فعالیت‌های زیستی در خاک می‌گردد [۲۵]. همچنین، استفاده از گاوآهن برگردان‌دار منجر به افزایش تلفات رطوبتی خاک شد [۱۹].

شخم کاهش یافته توسط ادواتی نظیر گاوآهن قلمی و یا پنجه غازی می‌تواند علاوه بر حفظ هرچه بیشتر بقایای گیاهی و ذخیره رطوبتی در خاک، ساختمان خاک و فعالیت‌های زیستی میکروارگانیسم‌های ناحیه ریزوسفر را در مقایسه با گاوآهن برگردان‌دار کمتر تحت تأثیر قرار دهد [۳ و ۷]. همچنین، بیشترین درصد تخلخل در لایه صفر تا ۱۵ سانتی‌متری خاک و در شرایط اجرای خاک‌ورزی با گاوآهن قلمی مشاهده شده است [۲۳].

در کنار کاهش عملیات خاک‌ورزی، وجود ماده آلی در خاک نیز عاملی کلیدی در ایجاد و بهبود ساختار خاکدانه‌ها، تحریک فعالیت‌های زیستی، کاهش رواناب سطحی و نیز فرسایش خاک می‌باشد [۹]. به‌طورکلی، بقایای گیاهی تازه از طریق افزایش فعالیت میکروبی، هسته‌ای مرکزی برای تشکیل خاک‌دانه‌های جدید به شمار می‌روند [۱۵ و ۲۲]. نقش بقایای گیاهی به عنوان مالچ برای کاهش تبخیر از خاک، کاهش روزانه دمای خاک و افزایش هدایت هیدرولیکی خاک به خوبی شناخته شده است [۱۴].

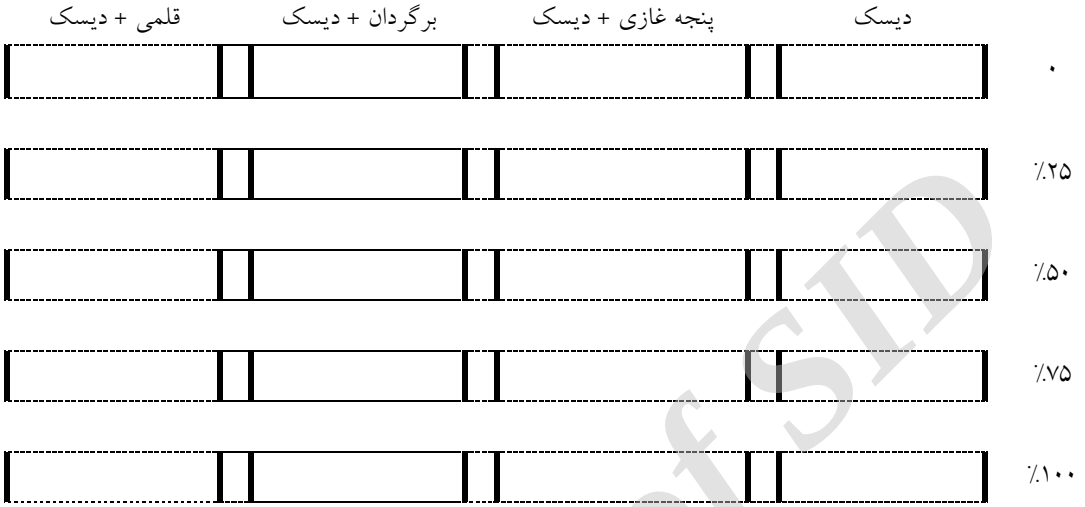
کاربرد اصولی بقایا در زراعت گندم در کنار مدیریت شخم کاهش یافته از مهمترین عوامل در بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک می‌باشد. هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی تأثیر سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی و سطوح بقایای گندم بر شاخص‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک خاک در طی دوره کشت گندم می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت اسپلیت بلوک بر پایه طرح بلوک-های کامل تصادفی با ۳ تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد (واقع در ۱۰ کیلومتری شرق مشهد با طول و عرض جغرافیایی به ترتیب برابر با ۲۸°۵۹ شرقی، ۱۵°۳۶ شمالی و ارتفاع ۹۸۵ متر از سطح دریا)، در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ انجام شد. در این آزمایش، نوع مدیریت خاک‌ورزی در ۴ سطح (۱ - خاک-ورزی رایج بر پایه ۲ نوبت شخم با استفاده از گاوآهن برگردان‌دار + دیسک، ۲ - خاک‌ورزی با گاوآهن پنجه غازی + دیسک، ۳ - خاک‌ورزی با گاوآهن قلمی + دیسک و ۴ - دیسک به تنهایی) به عنوان فاکتور عمودی و مدیریت بقایای گندم در ۵ سطح (صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد عملکرد کاه گندم) به عنوان فاکتور افقی درنظر

Archive of SID
www.SID.ir

گرفتـه شـدند (شـکل ۱). همچنـین، بـه دلیـل ۳ بـار نمونه‌برداری از خاک (شروع آزمـایش در اردیبهشـت مـاه ۱۳۹۲، پیش از کشت گندم در آبـان مـاه ۱۳۹۲ و در زمـان برداشت گندم در خرداد ماه ۱۳۹۳)، داده‌هـای آزمـایش بـه صورت اسپلیت بلوک در زمان و قالـب طـرح بلـوک هـای کامل تصادفی آنالیز شدند.



شکل ۱ . شمایی از نقشه تیمارهای مورد مطالعه براساس طرح اسپلیت بلوک در آزمایش

(در این آزمایش، شخم با استفاده از گاوآهن برگردان‌دار + دیسک معادل خاک‌ورزی رایج، شخم با گاوآهن پنجه غازی + دیسک و نیز شخم با گاوآهن قلمی + دیسک معادل نظام خاک‌ورزی متوسط و دیسک به تنهایی معادل نظام خاک‌ورزی حفاظتی (عدم خاک‌ورزی) درنظر گرفته شدند.)

پـیش از اجـرای آزمـایش جهـت تعیـین خصوصـیات فیزیکی و شیمیایی خاک نمونه‌برداری از عمق صفر تـا ۳۰ سانتی‌متر خاک محل اجرای آزمایش انجام گرفت که نتایج آن در جدول ۱ ارائه شده است:

جدول ۱ . خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

بافت	نیتروژن کل (٪)	فسفر قابل جذب (mg/kg)	پتاسیم قابل جذب (mg/kg)	کربن آلی (٪)	اسیدیته	هدایت الکتریکی (dS/m)
لومی – سیلتی	۰/۰۸	۸/۴۳	۱۴۲/۳۱	۰/۴۳	۸/۲۴	۱/۰۹

در سـال اول آزمـایش، میـزان بقایـای گنـدم (درصـد نیتروژن، فسفر، پتاسیم و کربن آلی بـه‌ترتیـب ۰/۴۷، ۰/۲۷، ۰/۶۲ و ۳۵/۰۳) براساس تولید کاه و کلـش منطقـه (۵۲۵۰ کیلوگرم در هکتار) تعیین و سپس مقادیر مـوردنظر بقایـای گیاهی براساس تیمارهـا در ۳۱ اردیبهشـت مـاه بـه خـاک افزوده شد.

ابعاد هر یک از کرت‌های آزمایش ۳ × ۳ متـر انتخـاب شد. به منظور جلوگیری از اختلاط اثر تیمارها، یک ردیـف

Archive of SID
www.SID.ir

نکاشت بین کرت‌های فرعی، یک متر فاصله بین کرت های اصلی و یک متر فاصله بین تکرارها به عنوان راهرو درنظر گرفته شد. پیش از اجرای عملیات کاشت گندم، نمونه‌گیری از خاک توسط اوگر و به تعداد ۴ نمونه از هر کرت انجام و براساس شاخص‌های مورد مطالعه خاک مجدداً اندازه‌گیری شد.

عملیات کاشت گندم پاییزه (رقم گاسکوژن) در ۲۵ آبان ماه روی ۶ ردیف ۳ متری با فاصله بین ردیف ۵۰ سانتی‌متر و تراکم ثابت ۴۰۰ بوته در مترمربع انجام شد [۶]. در طول اجرای مراحل آزمایش نیز از هیچ‌گونه کود شیمیایی، علف‌کش و یا آفت‌کش شیمیایی استفاده نشد.

جهت تعیین محتوی کربن آلی خاک از روش اکسایش با دی‌کرومات استفاده شد. همچنین، میزان نیتروژن با استفاده از روش کجلدال، زیست‌توده میکروبی براساس روش تدخین-انکوباسیون، تنفس میکروبی خاک با استفاده از روش تیتراسیون با اسید کلریدریک ۰/۰۵ نرمال، وزن مخصوص ظاهری خاک با استفاده از روش کلوخه و پارافین، میزان فسفر و پتاسیم نمونه خاک به ترتیب با استفاده از روش اولسن و وارلی، اسیدیته در گل اشباع و تعیین هدایت الکتریکی خاک در عصاره گل اشباع با استفاده از روش مک لین اندازه‌گیری شد. همزمان با زرد شدن سنبله‌ها و عملیات برداشت گندم در ۳۰ خرداد ماه، شاخص‌های خاک مشابه مرحله قبل اندازه‌گیری شد.

تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۳) انجام گرفت. میانگین-ها نیز با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) و در سطح ۵ درصد مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج و بحث

وزن مخصوص ظاهری

طبق نتایج تجزیه واریانس، وزن مخصوص ظاهری خاک تحت تأثیر خاک‌ورزی، سطوح کاربرد بقایای گندم و نیز زمان نمونه‌برداری از خاک قرار نگرفت (جدول ۲). عدم تأثیر خاک‌ورزی و افزایش میزان بقایای گندم بر وزن مخصوص ظاهری خاک ممکن است در ارتباط با دوره نسبتاً کوتاه اعمال این تیمارها در خاک (از اردیبهشت ۱۳۹۲ تا خرداد ۱۳۹۳) باشد. افزایش میزان ماده آلی در خاک در درازمدت می‌تواند منجر به کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک شود [۴].

محتوی عناصر غذایی و کربن آلی خاک

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که خاک‌ورزی تأثیر معنی-داری بر میزان نیتروژن کل، فسفر قابل جذب و کربن آلی خاک داشت. با این وجود، پتاسیم قابل جذب خاک تحت تأثیر روشهای خاک‌ورزی قرار نگرفت (جدول ۲).

از سوی دیگر، سطوح کاربرد بقایای گندم، زمان نمونه‌برداری و اثر متقابل زمان نمونه‌برداری و سطوح بقایای گندم تأثیر معنی‌داری بر شاخص‌های ذکر شده داشتند (جدول ۲). طبق نتایج به‌دست آمده، کمترین میزان نیتروژن کل، فسفر قابل جذب و کربن آلی خاک درنتیجه استفاده از شخم برگردان‌دار و بیشترین میزان این شاخص‌ها در شرایط کاربرد گاوآهن قلمی + دیسک مشاهده شد (جدول ۳).

به‌طورکلی، نقش مؤثر اجرای خاک‌ورزی کاهش یافته و حفاظتی در مقایسه با خاک ورزی رایج از نظر افزایش میزان نیتروژن، فسفر قابل جذب و کربن آلی خاک ممکن است ناشی از برهم زدن و تخریب کمتر ساختار فیزیکی و شیمیایی خاک باشد. اجرای خاک ورزی کاهش یافته یا حفاظتی در مقایسه با خاک ورزی رایج سبب افزایش پایداری خاک‌دانه‌ها، افزایش نفوذپذیری، بهبود محتوی رطوبتی خاک، فراهمی مواد آلی و عناصر غذایی می‌شود [۱۶، ۲۰ و ۲۹].

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۲. تجزیه واریانس شاخص‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک خاک تحت تأثیر تیمارهای مورد مطالعه در آزمایش

منابع تغییرات	درجه آزادی	شاخص فیزیکی		شاخص‌های شیمیایی					شاخص‌های بیولوژیک		
		وزن مخصوص ظاهری	نیتروژن کل	فسفر قابل جذب	پتاسیم قابل جذب	کربن آلی	اسیدیته	هدایت الکتریکی	زیست توده میکروبی	تنفس میکروبی
تکرار	۲	ns	**	**	ns	*	**	ns	**	ns
خاک‌ورزی	۳	ns	*	*	ns	*	**	ns	**	**
خطای ۱	۶	-	-	-	-	-	-	-	-	-
سطوح بقایا	۴	ns	**	**	**	**	**	**	**	**
خطای ۲	۸	-	-	-	-	-	-	-	-	-
خاک‌ورزی × سطوح بقایا	۱۲	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns
خطای ۳	۲۴	-	-	-	-	-	-	-	-	-
نمونه‌برداری	۲	ns	**	**	**	**	**	**	**	ns
زمان نمونه‌برداری × خاک ورزی	۶	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns
زمان نمونه‌برداری × سطوح بقایا	۸	ns	**	**	*	**	**	**	**	**
زمان نمونه‌برداری × خاکورزی × سطوح بقایا	۲۴	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
خطای ۴	۸۰	-	-	-	-	-	-	-	-	-

*، ** و ns – به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، ۱ درصد و عدم اختلاف معنی‌دار

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۳. اثر خاک‌ورزی، سطوح کاربرد بقایای گندم و زمان نمونه‌برداری بر شاخص‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک خاک

تیمارهای مورد مطالعه	شاخص فیزیکی	شاخص‌های شیمیایی					شاخص‌های بیولوژیک	
	وزن مخصوص ظاهری (g/cm^3)	نیتروژن کل (٪)	فسفر قابل جذب (mg/kg)	پتاسیم قابل جذب (mg/kg)	کربن آلی (٪)	اسیدیته	هدایت الکتریکی (dS/m)	زیست توده میکروبی (mg/100g soil)	تنفس میکروبی ($mg\ CO_2/g\ soil$)
خاک‌ورزی									
دیسک	۱/۳۴	۰/۰۹۶	۱۲/۶۲	۱۵۵/۷۳	۰/۵۸	۸/۰۴	۱/۱۷	۳۴/۵۶	۰/۰۳۷
پنجه غازی + دیسک	۱/۳۴	۰/۰۹۹	۱۳/۷۲	۱۵۴/۰۳	۰/۶۰	۷/۹۵	۱/۱۵	۴۱/۳۰	۰/۰۳۹
برگردان‌دار + دیسک	۱/۳۴	۰/۰۹۴	۱۲/۵۰	۱۵۵/۹۹	۰/۵۲	۸/۰۵	۱/۱۵	۳۰/۹۹	۰/۰۳۶
قلمی + دیسک	۱/۳۳	۰/۱۰۱	۱۴/۱۶	۱۶۰/۵۸	۰/۵۷	۷/۹۴	۱/۱۶	۴۲/۵۲	۰/۰۴۰
LSD (0.05)	۰/۰۲۵	۰/۰۰۴	۱/۱۲۶	۹/۷۲۱	۰/۰۴۸	۰/۰۷۰	۰/۰۲۳	۳/۲۳۰	۰/۰۰۲
سطوح بقایای گندم (٪)									
۰	۱/۳۴	۰/۰۸۷	۹/۶۴	۱۴۱/۰۲	۰/۴۴	۸/۲۲	۱/۱۱	۱۷/۷۷	۰/۰۳۴
۲۵	۱/۳۴	۰/۰۹۳	۱۱/۱۶	۱۴۷/۷۹	۰/۵۲	۸/۰۹	۱/۱۲	۲۳/۹۶	۰/۰۳۷
۵۰	۱/۳۴	۰/۰۹۹	۱۲/۳۷	۱۵۹/۰۲	۰/۵۴	۸/۰۱	۱/۱۶	۳۴/۹۶	۰/۰۳۹
۷۵	۱/۳۴	۰/۱۰۲	۱۵/۵۱	۱۶۲/۴۹	۰/۶۴	۷/۸۷	۱/۲۰	۵۰/۹۹	۰/۰۴۰
۱۰۰	۱/۳۴	۰/۱۰۴	۱۷/۵۷	۱۷۰/۵۹	۰/۷۰	۷/۷۷	۱/۲۰	۵۹/۰۲	۰/۰۴۱
LSD (0.05)	۰/۰۲۸	۰/۰۰۵	۱/۲۵۹	۱۰/۸۶۸	۰/۰۵۴	۰/۰۷۸	۰/۰۲۶	۳/۶۱۱	۰/۰۰۲
زمان نمونه‌برداری									
اردیبهشت ۱۳۹۲	۱/۳۳	۰/۰۸۰	۸/۴۳	۱۴۲/۳۱	۰/۴۳	۸/۲۴	۱/۰۹	۱۳/۸۶	۰/۰۳۱
آبان ۱۳۹۲	۱/۳۵	۰/۱۱۰	۱۶/۳۰	۱۸۲/۹۵	۰/۶۸	۷/۹۴	۱/۲۱	۴۶/۳۹	۰/۰۴۱
خرداد ۱۳۹۳	۱/۳۴	۰/۱۰۲	۱۵/۰۲	۱۴۴/۴۸	۰/۵۹	۷/۸۰	۱/۱۷	۵۱/۷۸	۰/۰۴۳
LSD (0.05)	۰/۰۲۲	۰/۰۰۴	۰/۹۷۵	۸/۴۱۹	۰/۰۴۲	۰/۰۶۱	۰/۰۲۰	۲/۷۹۷	۰/۰۰۱

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴. اثر متقابل زمان نمونه‌برداری و سطوح کاربرد بقایای گندم بر شاخص‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک خاک

زمان نمونه‌برداری	شاخص فیزیکی		شاخص‌های شیمیایی						شاخص‌های بیولوژیک	
	سطوح کاربرد بقایای گندم (٪)	وزن مخصوص ظاهری (g/cm^3)	نیتروژن کل (٪)	فسفر قابل جذب (mg/kg)	پتاسیم قابل جذب (mg/kg)	کربن آلی (٪)	اسیدیته	هدایت الکتریکی (dS/m)	زیست توده میکروبی (mg/100g soil)	تنفس میکروبی ($mg\ CO_2/g\ soil$)
اردیبهشت ۱۳۹۲	۰	۱/۳۳	۰/۰۸۰	۸/۴۳	۱۴۲/۳۱	۰/۴۳	۸/۲۴	۱/۰۹	۱۳/۸۶	۰/۰۳۱
	۲۵	۱/۳۳	۰/۰۸۰	۸/۴۳	۱۴۲/۳۱	۰/۴۳	۸/۲۴	۱/۰۹	۱۳/۸۶	۰/۰۳۱
	۵۰	۱/۳۳	۰/۰۸۰	۸/۴۳	۱۴۲/۳۱	۰/۴۳	۸/۲۴	۱/۰۹	۱۳/۸۶	۰/۰۳۱
	۷۵	۱/۳۳	۰/۰۸۰	۸/۴۳	۱۴۲/۳۱	۰/۴۳	۸/۲۴	۱/۰۹	۱۳/۸۶	۰/۰۳۱
	۱۰۰	۱/۳۳	۰/۰۸۰	۸/۴۳	۱۴۲/۳۱	۰/۴۳	۸/۲۴	۱/۰۹	۱۳/۸۶	۰/۰۳۱
آبان ۱۳۹۲	۰	۱/۳۵	۰/۰۹۴	۱۰/۲۲	۱۵۵/۷۵	۰/۴۹	۸/۲۷	۱/۱۶	۱۷/۵۷	۰/۰۳۴
	۲۵	۱/۳۵	۰/۱۰۳	۱۲/۸۸	۱۷۴/۹۱	۰/۵۹	۸/۱۰	۱/۱۴	۲۵/۸۹	۰/۰۳۹
	۵۰	۱/۳۶	۰/۱۱۲	۱۴/۹۶	۱۸۶/۰۵	۰/۶۲	۷/۹۸	۱/۲۰	۴۲/۵۹	۰/۰۴۱
	۷۵	۱/۳۶	۰/۱۱۸	۲۰/۰۰	۱۹۳/۲۸	۰/۸۱	۷/۷۸	۱/۲۷	۶۶/۸۰	۰/۰۴۴
	۱۰۰	۱/۳۶	۰/۱۲۲	۲۳/۴۷	۲۰۴/۷۸	۰/۹۲	۷/۵۷	۱/۲۸	۷۹/۱۱	۰/۰۴۶
خرداد ۱۳۹۳	۰	۱/۳۵	۰/۰۸۷	۱۰/۲۸	۱۲۵/۰۱	۰/۴۰	۸/۱۷	۱/۰۹	۲۱/۸۹	۰/۰۳۶
	۲۵	۱/۳۶	۰/۰۹۷	۱۲/۱۷	۱۲۶/۱۶	۰/۵۵	۷/۹۳	۱/۱۲	۳۲/۱۴	۰/۰۴۱
	۵۰	۱/۳۵	۰/۱۰۵	۱۳/۷۲	۱۴۸/۶۹	۰/۵۶	۷/۸۱	۱/۱۸	۴۸/۴۴	۰/۰۴۳
	۷۵	۱/۳۶	۰/۱۰۸	۱۸/۰۹	۱۵۷/۸۷	۰/۶۷	۷/۶۰	۱/۲۴	۷۲/۳۱	۰/۰۴۶
	۱۰۰	۱/۳۵	۰/۱۰۸	۲۰/۸۲	۱۶۴/۶۷	۰/۷۶	۷/۴۹	۱/۲۳	۸۴/۱۰	۰/۰۴۷
LSD (0.05)		۰/۰۲۱	۰/۰۰۳	۰/۹۷۰	۸/۱۲۰	۰/۰۴۱	۰/۰۵۷	۰/۰۱۹	۲/۸۱۴	۰/۰۰۱

Archive of SID
www.SID.ir

در سیستم خاک‌ورزی حفاظتی منافذی کـه بـه صـورت طبیعـی توسـط موجـودات زنـده و ریشـه‌هـای گیاهـان در لایه‌های مختلف خاک ایجـاد شـده‌انـد، بـه صـورت دسـت نخورده باقی می‌ماند. در ایـن حالـت، آب و عناصـر غـذایی محلـول بـه صـورت آهسـته و تـدریجی در خـاک منتشـر می‌شوند [۱۷]. اعمال خاک‌ورزی شدید، با خرد کردن بـیش از حد خاکدانه‌ها باعث میشود که خاک با اولـین آبیـاری یـا بارندگی، شسته شده و رواناب و سله ایجاد شود که می‌تواند درنهایت سبب کاهش فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیـاه گردد [۴]. گاوآهن قلمی برخلاف گاوآهن برگردان‌دار، خاک را زیر و رو نمی‌کند. این امر ضمن آنکه منجر به تغییر اندک ساختمان خاک می‌شود، سبب کاهش تلفات رطوبـت و نیـز عناصر غذایی می‌گـردد [۳ و ۸]. همچنـین برتـری گـاوآهن قلمی نسبت به گاوآهن برگردان‌دار به دلیل کاهش فرسـایش خاک، نیاز به نیروی کشش کمتر، تخریب کمتر خاک دانه‌هـا و کاهش فشردگی خاک عنوان شده است [۷].

طبق نتایج به‌دسـت آمـده، بـا افـزایش سـطوح کـاربرد بقایای گندم در نمونه‌گیری دوم و سوم، نیتروژن کل، فسفر و پتاسیم قابل جذب و کربن آلی خاک به طور معنـی‌داری رو به افزایش گذاشت. به عنوان مثال، در زمان نمونه‌گیـری دوم، کاربرد ۱۰۰ درصد بقایای گندم در مقایسـه بـا شـاهد (عدم کاربرد بقایا)، میزان فسفر قابل جـذب و کـربن آلـی خاک را تا حدود دو برابر افزایش داد (جدول ۴).

همان‌طورکه ذکر گردید، بقایای گندم مورد اسـتفاده در این آزمایش دارای میزان متعادلی از عناصـر غـذایی اسـت. کاربرد این بقایـا در خـاک و آزاد شـدن تـدریجی عناصـر غذایی می‌تواند نقش مؤثری در افزایش میزان حلالیت هـر یک از این عناصر در خاک داشته باشد. مشـابه ایـن نتـایج، دیگر محققین نیز فراهمی ماده آلـی و آزاد شـدن تـدریجی عناصر غذایی در خـاک را از مهـم‌تـرین فوایـد اسـتفاده از بقایای گندم در سطح خاک دانستند [۱].

در بین ۳ زمان نمونه‌برداری، بیشـترین میـزان نیتـروژن کل، فسفر و پتاسیم قابل جذب و کربن آلی خـاک در آبـان مـاه ۱۳۹۲ (نمونـه‌بـرداری دوم) و کمتـرین میـزان ایـن شاخص‌ها در اردیبهشت ماه ۱۳۹۲ (زمـان پـیش از اعمـال بقایا) مشاهده شد. همچنین، در زمان نمونـه‌بـرداری سـوم، میزان نیتروژن کل، فسفر و پتاسیم قابل جذب و کربن آلـی خاک، در مقایسه با نمونه‌برداری دوم بـه طـور معنـی‌داری کمتر بود. از آنجایی‌که نمونه‌برداری سوم در انتهـای فصـل رشد گندم صورت گرفت، کاهش معنـی‌دار شـاخص‌هـای ذکر شده در زمان نمونـه‌گیـری سـوم در مقایسـه بـا زمـان نمونه‌برداری دوم می‌تواند به دلیل جذب عناصر توسط گیاه گندم در طی فصل رشد و نیز آبشـویی احتمـالی (بـه‌ویـژه نیتروژن) باشد.

اسیدیته و هدایت الکتریکی

براساس نتـایج حاصـل از تجزیـه واریـانس، خـاک‌ورزی، سطوح بقایا و زمان نمونه‌برداری تأثیر معنی‌داری بر اسیدیته خاک داشتند. همچنین اثـر متقابـل زمـان نمونـه‌بـرداری و سطوح بقایا بر شاخص ذکر شده معنی‌دار بود (جـدول ۲). در بین روشهای خاک‌ورزی، کمترین میزان اسـیدیته خـاک درنتیجه استفاده از گاوآهن قلمی + دیسـک مشـاهده شـد. همچنین، با افزایش سطح کاربرد بقایای گیـاهی در خـاک، میزان اسیدیته خاک به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۳). به عنوان مثال، در زمان نمونه‌برداری دوم، کاربرد سطح ۱۰۰ درصد بقایای گندم در مقایسه با شاهد (عـدم کـاربرد بقایا) منجر به کـاهش اسـیدیته خـاک تـا ۰/۷ واحـد شـد. به‌طورکلی، تولید دی‌اکسیدکربن در طی فرآیند تجزیه مـواد آلی [۴]، تجزیه ترکیبات آلی و تولید اسـیدهای آلـی ماننـد اسید سیتریک و اسید اگزالیک در طی فرآیند تجزیه بقایـای گیاهی [۱۲] از جمله عواملی است که ممکن اسـت منجـر به کاهش موضعی اسیدیته خاک می‌شـود. از سـوی دیگـر،

Archive of SID
www.SID.ir

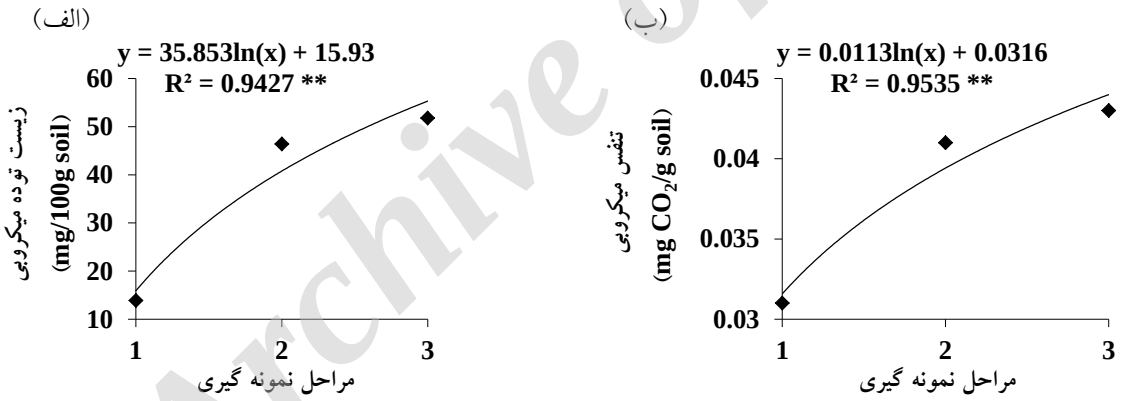
کاهش معنی‌دار اسیدیته خاک، در زمان نمونه‌گیری سوم (خرداد ماه ۱۳۹۳) در مقایسه با نمونه‌برداری دوم (آبان ماه ۱۳۹۲)، می‌تواند ناشی از تنفس ریشه گیاه و نیز تجزیه هرچه بیشتر بقایای گیاهی در خاک باشد.

با وجود عدم تأثیر روشهای خاک‌ورزی بر هدایت الکتریکی خاک، اثر سطوح بقایای گندم، زمان نمونه‌برداری و اثر متقابل زمان نمونه‌برداری و سطوح بقایای گندم بر هدایت الکتریکی خاک معنی‌دار بود (جدول ۲). طبق نتایج آزمایش بیشترین میزان هدایت الکتریکی خاک، در زمان نمونه‌برداری دوم و درنتیجه کاربرد سطوح ۷۵ و ۱۰۰ درصد بقایای گندم به‌دست آمد (جدول ۴).

هدایت الکتریکی در خاک در واقع بیانگر مقدار املاح معدنی محلول بوده و متناسب با غلظت یون‌ها در محلول خاک می‌باشد، به نحوی که هرچه غلظت یون‌ها در یک محلول خاک بیشتر باشد، هدایت الکتریکی آن نیز بیشتر خواهد بود [۴]. به دلیل وجود عناصر غذایی در بقایای گندم، اعمال این عناصر ممکن است منجر به افزایش نسبی هدایت الکتریکی در خاک شود (جدول ۱). از سوی دیگر، به نظر می‌رسد کاهش میزان هدایت الکتریکی خاک در زمان نمونه‌برداری سوم در مقایسه با زمان دوم ممکن است به دلیل آبشویی و جذب برخی عناصر از خاک توسط ریشه گیاه باشد.

زیست‌توده و تنفس میکروبی

طبق نتایج حاصل از تجزیه واریانس، خاکورزی، سطوح بقایا و زمان نمونه‌برداری تأثیر معنی‌داری بر زیست‌توده و تنفس میکروبی در خاک داشتند (جدول ۲).



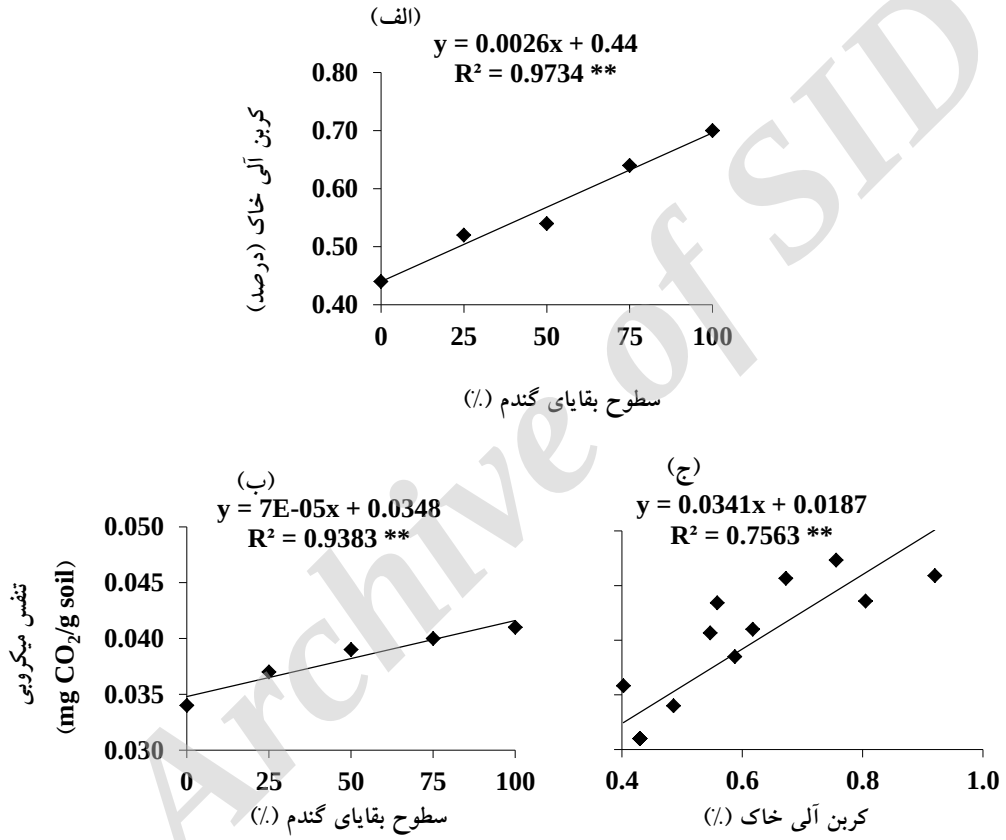
شکل ۲ . تغییرات زیست‌توده میکروبی (الف) و تنفس میکروبی خاک (ب) در طی مراحل نمونه‌گیری
نمونه‌گیری در مراحل ۱، ۲ و ۳ به‌ترتیب در اردیبهشت ۱۳۹۲، آبان ۱۳۹۲ و خرداد ۱۳۹۳ انجام شد.

طبق نتایج آزمایش، کمترین زیست‌توده و تنفس میکروبی در خاک درنتیجه استفاده از گاوآهن برگردان‌دار به‌دست آمد. به عنوان مثال، میزان زیست‌توده میکروبی خاک درنتیجه استفاده از گاو آهن برگردان‌دار تا ۲۷ درصد کمتر از گاوآهن قلمی بود. برای مثال، در زمان نمونه‌گیری سوم، میزان زیست توده میکروبی خاک در سطح ۱۰۰ درصد کاربرد بقایا تا ۴ برابر بیش از شاهد (عدم کاربرد بقایا) بود. همان طورکه پیشتر به آن اشاره شد، این امر می‌تواند به دلیل نقش مؤثر فراهمی بقایای گندم بر فعالیت جامعه میکروبی از طریق بهبود میزان کربن آلی خاک باشد.

Archive of SID
www.SID.ir

به بیانی دیگر، با افزایش سطح کاربرد بقایای گندم، میزان کربن آلی خاک افزایش یافته که این امر منجر به ایجاد بستری مناسب تر برای تسریع سرعت رشد و فعالیت میکروارگانیسم‌های سودمند خاک می‌شود. همچنین، بیشترین میزان زیست توده و تنفس میکروبی و خاک در زمان نمونه‌گیری سوم مشاهده شد (شکل ۱ – الف، ب).

به‌طورکلی، افزایش میزان ماده آلی در خاک، از مهمترین عوامل در تحریک فعالیت میکروارگانیسم‌های مفید در خاک می‌باشد [۲، ۹ و ۲۷]. ارتباط مثبت و معنی‌دار بین سطوح بقایای گندم با کربن آلی خاک (شکل ۲ – الف)، بین سطوح بقایای گندم با تنفس میکروبی خاک (شکل ۲ – ب) و نیز بین کربن آلی با تنفس میکروبی خاک (شکل ۲ – ج) می‌تواند توجیهی در این ارتباط باشد.



شکل ۳ . ارتباط بین سطوح بقایای گندم با کربن آلی خاک (الف)، سطوح بقایای گندم با تنفس میکروبی خاک (ب) و کربن آلی با تنفس میکروبی خاک (ج)

از سوی دیگر، زیست‌توده میکروبی خاک به عنوان شاخصی مفید و حساس برای پایش کیفیت خاک پیشنهاد شده است [۴]. از این‌رو، افزایش زیست‌توده و تنفس میکروبی خاک درنتیجه اجرای خاک‌ورزی حفاظتی همراه با مصرف بقایای گندم می‌تواند اساساً وابسته به فراهمی مواد آلی باشد. به بیان دیگر، هر گونه عاملی که منجر به افزایش میزان کربن آلی در خاک شود، می‌تواند در نهایت فعالیت‌های زیستی در خاک را تحت تأثیر قرار دهد [۱۱].

Archive of SID
www.SID.ir

مشابه نتایج تحقیق حاضر، طبق دیگر گزارشات نیز حفظ بقایای گیاهی در مزرعه را به عنوان عامل مهمی در تحریک زیست‌توده و فعالیت میکروبی خاک درنظر گرفته شد [۲۱].

نتیجه‌گیری

طبق نتایج آزمایش، اجرای خاک‌ورزی کاهش یافته به‌ویژه بر پایه گاوآهن قلمی در مقایسه با گاوآهن برگردان نقش مؤثری در افزایش میزان عناصر غذایی قابل جذب از خاک و همچنین افزایش فعالیت جامعه میکروبی خاک از نظر شدت تفس داشت. همچنین نتایج نشان داد که استفاده از بقایای گندم، ضمن کاهش اسیدیته خاک و نیز افزایش فراهمی عناصر غذایی موردنیاز گیاه، می‌تواند منجر به تحریک فعالیت‌های زیستی خاک در طی دوره رشد گندم شود. از این‌رو، می‌توان در نواحی خشک و نیمه خشک کشور، حفظ و یا اعمال بقایای گیاهی گندم همراه با استفاده از گاوآهن قلمی را در راستای زراعت این گیاه توصیه نمود.

منابع

۱. آزادشهرکی ف، نقوی ه و نجفی‌نژاد ح (۱۳۸۹) تأثیر روش خاکورزی و مدیریت بقایای گندم بر برخی خصوصیات خاک و عملکرد ذرت دانه‌ای در کرمان. دانش نوین کشاورزی. ۶: ۹-۱.

۲. رضوانی‌مقدم پ، کوچکی ع، ملافیلابی ع و سیدی س م (۱۳۹۲) اثرات تاریخ و مقادیر کاربرد کاه و کلش گندم بر خصوصیات بنه‌های دختری و گل‌انگیزی زعفران (*Crocus sativus* L.) در سال دوم. زراعت و فناوری زعفران. ۱: ۷۰-۵۵.

۳. عظیم‌زاده م، کوچکی ع و بالا م (۱۳۸۱) بررسی اثر روشهای مختلف شخم بر وزن مخصوص ظاهری، تخلخل، رطوبت خاک و عملکرد گندم در شرایط دیم. علوم زراعی ایران. ۴: ۲۲۴-۲۰۹.

۴. فروغی‌فر ح و پورکاسمانی م ا (۱۳۸۱) علوم و مدیریت خاک. جلد اول، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد. ۳۳۶ ص.

۵. کوچکی ع و برومند رضازاده ز (۱۳۸۸) خاک‌ورزی در بوم نظام‌های زراعی. انتشارات داشگاه فردوسی مشهد، مشهد. ۴۳۷ ص.

۶. کوچکی ع، فلاح‌پور ف، خرم‌دل س و جعفری ل (۱۳۹۲) بررسی کشت مخلوط گندم و کلزا بر عملکرد و اجزای عملکرد و تنوع و تراکم علف‌های هرز. بوم‌شناسی کشاورزی. ۶: ۲۰-۱۱.

۷. محمدی خ، نبی‌اللهی ک، آقاعلیخانی م و خرمالی ف (۱۳۸۸) بررسی تأثیر روشهای مختلف خاک‌ورزی بر خصوصیات فیزیکی خاک و عملکرد و اجزای عملکرد گندم دیم. پژوهش‌های تولید گیاهی. ۱۶: ۹۱-۷۷.

۸. مظاهری د و مجنون حسینی ن (۱۳۸۶) اصول زراعت عمومی. انتشارات دانشگاه تهران، تهران. ۳۲۰ ص.

۹. نصیری محلاتی م، کوچکی ع، رضوانی مقدم پ و بهشتی ع (۱۳۸۶) اگرواکولوژی. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد. ۴۵۹ ص.

10. Aoyama M, Angers DA and N'Dayegamiye A (1999) Particulate and mineral-associated organic matter in water-stable aggregates as affected by mineral fertilizer and manure application. Canadian Journal of Soil Sciences. 79: 295-302.

Archive of SID
www.SID.ir

11. Bastian F, Bouziri L, Nicolardot B and Ranjard L (2009) Impact of wheat straw decomposition on successional patterns of soil microbial community structure. Soil Biology and Biochemistry. 41: 262-275.

12. Biswas DR and Narayanasamy G (2006) Rock phosphate enriched compost: An approach to improve low-grade Indian rock phosphate. Bioresource Technology. 97: 2243-2251.

13. Blair N, Faulkner RD, Till AR and Poulton PR (2006) Long-term management impacts on soil C, N and physical fertility. Part I: broadbalk experiment. Soil and Tillage Research. 91: 30-38.

14. Dahiya R, Ingwersen J and Streck T (2007) The effect of mulching and tillage on the water and temperature regimes of a loess soil: Experimental findings and modelling, Soil and Tillage Research. 96: 52-63.

15. De Gryze S, Six J, Brits C and Merckx R (2005) A quantification of short-term macro aggregate dynamics: influences of wheat residue input and texture. Soil Biology and Biochemistry. 37l: 55-66.

16. Farooq M, Flower KC, Jabran K, Wahid A and Siddique KHM (2011) Crop yield and weed management in rainfed conservation agriculture. Soil and Tillage Research. 117: 172-183.

17. Franzluebbers AJ and Hons FM (1996) Soil-profile distribution of primary and secondary plant available nutrients under conventional and no tillage. Soil and Tillage Research. 39: 229-239.

18. Gale WJ and Cambardella CA (2000) Carbon dynamics of surface residue- and root derived organic matter under simulated no-till. Soil Science Society of American Journal. 64: 190-195.

19. Halvorson AD, Black AL, Krupinsky JM, Merrill SD, Wienhold BG and Tanaka DL (2000) Spring wheat response to tillage and nitrogen fertilization in rotation with sunflower and winter wheat. Agronomy Journal. 92: 136-144.

20. Hobbs PR, Sayre K and Gupta R (2008) The role of conservation agriculture in sustainable agriculture. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. 363: 543-555.

21. Limon-Ortega A, Govaerts B and Sayre KD (2008) Straw management, crop rotation, and nitrogen source effect on wheat grain yield and nitrogen use efficiency. European Journal of Agronomy. 29: 21-28.

22. Liu X, Herbert SJ, Hashemi AM, Zhang X and Ding G (2006) Effects of agricultural management on soil organic matter and carbon transformation – a review. Plant Soil Environment. 52: 531-543.

23. Mahboubi AA, Lal R and Favsey NR (1993) Twenty-eight years of tillage effect on two soils in Ohio. Soil Science. 57: 506-512.

24. Mohamed A, Hardtle W, Jirjahn B, Niemeyer T and Von Oheimb G (2007) Effects of prescribed burning on plant available nutrients in dry heathland ecosystems. Plant Ecology. 189: 279-289.

25. Singh BR and Haile M (2007) Impact of tillage and nitrogen fertilization on yield, nitrogen use efficiency of tef (*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter) and soil properties. Soil and Tillage Research. 94: 55-63.

26. Six J, Elliott ET and Paustian K (2000) Soil macroaggregate turnover and microaggregate formation: a mechanism for C sequestration under no-tillage agricultural. Soil Biology and Biochemistry. 32: 2099-2103.

27. Six J, Elliott ET, Paustian K and Doran JW (1998) Aggregation and soil organic matter accumulation in cultivated and native grassland soils. Soil Science Society of American Journal. 62: 1367-1377.

Archive of SID

www.SID.ir

28. Srinivasan V, Maheswarappa HP and Lal R (2012) Long term effects of topsoil depth and amendments on particulate and non-particulate carbon fractions in a Miamian soil of Central Ohio. Soil and Tillage Research. 121: 10-17.

29. Thierfelder C and Wall PC (2010) Rotation in conservation agriculture systems of Zambia: effects on soil quality and water relations. Experimental Agriculture. 46: 309-325.

Archive of SID

www.SID.ir