

تأثیر روش خاک‌ورزی و مدیریت بقایای گندم بر برخی خصوصیات خاک و عملکرد ذرت دانه‌ای در کرمان

فرزاد آزاد شهرکی^{۱*}، هرمزد نقوی^۱ و حمید نجفی‌نژاد^۱

چکیده

مدیریت روش های خاک‌ورزی و بقایای گیاهی بر برخی خصوصیات خاک و به تبع آن بر عملکرد محصول تأثیر می‌گذارد. هدف از این تحقیق مقایسه اثر سیستم‌های خاک‌ورزی مرسوم، کم خاک‌ورزی و بدون خاک‌ورزی و همچنین اثر کاربرد بقایای گندم بر برخی خصوصیات خاک در زراعت ذرت دانه ای در یک سال زراعی در کرمان بود. برای این منظور چهار سطح تیمارهای خاک‌ورزی و دو سطح تیمارهای کاربرد بقایای گندم در مزرعه تحقیقاتی شهید زنده‌روح کرمان اعمال گردید. سطوح تیمارهای خاک‌ورزی عبارت بودند از: ۱- خاک‌ورزی مرسوم (CT) ۲- کم خاک‌ورزی (RT) ۳- بدون خاک‌ورزی و کشت روی شیار (NT₁) ۴- بدون خاک‌ورزی و کشت کف شیار (NT₂). تیمارهای مدیریت بقایای گندم در دو سطح: ۱- حفظ بقایای گندم سال قبلی در مزرعه و ۲- جمع‌آوری و خروج بقایای گندم سال قبلی از مزرعه اعمال شدند. این آزمایش با سه تکرار در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و به صورت کرت‌های خرد شده اجرا گردید. کربن آلی (OC)، جرم مخصوص ظاهری (BD) و شاخص مخروط خاک، ارتفاع بوته‌ها، عملکرد و اجزاء عملکرد در طی آزمایش اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد خاک مزرعه در تیمار CT و RT کمترین OC و در تیمارهای NT₁ و NT₂ بیشترین OC را داشت. BD خاک تحت تأثیر تیمارها قرار نگرفت. شاخص مخروط خاک در تیمار CT حداقل و در تیمارهای NT₁ و NT₂ حداکثر شد. عملکرد دانه در RT بیشترین (۱۳/۹۹ تن در هکتار) و در تیمارهای NT₁ و NT₂ به حداقل معادل ۱۰/۵۹ و ۹/۹۹ تن در هکتار رسید. اجزای عملکرد (تعداد ردیف در بلال و وزن هزار دانه) تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. به نظر می‌رسد اعمال تیمارهای مورد مطالعه در مدت زمان طولانی احتمالاً بتواند خصوصیات بیشتری از خاک را تحت تأثیر قرار بدهد و در عملکرد ذرت نقش بیشتری داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: بقایای گیاهی، خاک‌ورزی، ذرت، عملکرد

تاریخ دریافت مقاله: ۸۷/۹/۱۹ تاریخ پذیرش: ۸۸/۱۲/۱۳

۱. اعضای هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کرمان.

* مسئول مکاتبات: farzad_shahrekian@yahoo.com

مقدمه و بررسی منابع

کشت دو محصول در سال مستلزم کاهش عملیات خاک‌ورزی به دلیل صرفه‌جویی در وقت و هزینه‌های تولید و کاهش فرسایش خاک است. هم‌چنین سوزاندن مداوم بقایای محصول قبلی به ویژه در شرایط کشت دوگانه، کمبود مواد آلی خاک و کاهش حاصل‌خیزی خاک‌های زراعی را در پی خواهد داشت (Jamshidian and Khajehpour, 1998). این در حالی است که کاهش عملیات خاک‌ورزی و نبود فرصت کافی برای پوسیدن بقایای محصول قبلی ممکن است مشکلاتی مانند سفت شدن خاک، تداخل بقایای گیاهی در استقرار محصول، غیریکنواختی در عمق کاشت بذر، محدود شدن نفوذ واحدهای بذرکار به داخل خاک، کاهش عمق توسعه ریشه، کاهش انتشار اکسیژن در خاک و اختلال در تنفس ریشه را به همراه داشته باشد (Jamshidian and Khajehpour, 1998).

حیدری (Heidari, 2004) با بررسی تأثیر مدیریت بقایای گیاهی ذرت و عمق شخم بر عملکرد گندم و ماده آلی خاک در تناوب ذرت دانه‌ای و گندم آبی گزارش نمود که در کرت‌هایی که بقایای گیاهی به خاک برگردانده شده بود، پس از گذشت ۱۸ ماه، کربن آلی حدود ۷/۲ درصد افزایش یافته و در کرت‌هایی که بقایای گیاهی خارج شده، تغییری در ماده آلی خاک مشاهده نشد. در کرت‌هایی که بقایای گندم و ذرت به خاک برگردانده شده بود، کربن آلی خاک حدود ۲۵ درصد و در کرت‌هایی که بقایای ذرت خارج و تنها بقایای گندم به خاک اضافه شدند، حدود ۱۶ درصد افزایش یافت. در این تحقیق تأثیر مدیریت بقایا و عمق شخم بر عملکرد معنی‌دار نبود. بحرینی و همکاران (Bahrani et al., 2007) با بررسی تأثیر ۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد بقایای گندم بر عملکرد ذرت، بیشترین عملکرد ذرت (۱۵/۷۳ تن در هکتار) را هنگامی که ۲۵ تا ۵۰ درصد بقایای گندم در خاک باقی می‌ماند گزارش کردند. اسدی (Asadi, 2004) افزایش مواد آلی خاک و عدم کاهش عملکرد محصول هنگام حفظ بقایا را گزارش نمود. گومن و سور (Ghuman and Sur, 2001) تأثیر سه روش خاک‌ورزی (حداقل خاک‌ورزی با حفظ بقایای گیاهی، حداقل خاک‌ورزی بدون وجود بقایای گیاهی و خاک‌ورزی مرسوم) در کیفیت و عملکرد دانه ذرت و گندم را به پنج سال بررسی کردند. این محققان نشان دادند کاهش خاک‌ورزی با حفظ بقایای گیاهی، عملکرد و کیفیت محصول را بهبود می‌بخشد.

سوزاندن یا حذف بقایای گیاهی می‌تواند موجب تسهیل عملیات خاک‌ورزی گردد. ولی سوزاندن کاه و کلش به میکروارگانیزم‌های مفید آسیب رسانده و باعث فرسایش خاک نیز می‌گردد. بر خلاف آن بقایای گیاهی باقی‌مانده در سطح خاک، فرسایش خاک را کاهش داده و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و بیولوژیکی خاک را بهبود می‌بخشد (Logsdon and Karlen, 2004).

کمپل و هنشال (Campbell and Henshal, 1991) از جرم مخصوص ظاهری و مقاومت به نفوذ برای تخمین مقاومت خاک استفاده کردند. آن‌ها اظهار داشتند جرم مخصوص ظاهری به طور کلی با تخلخل کل خاک رابطه معکوس دارد. جرم مخصوص ظاهری بالای خاک، تهویه خاک را کاهش داده و مقاومت به نفوذ را افزایش می‌دهد و محدودیت رشد ریشه را به همراه دارد. چن و همکاران (Chen et al., 2004) طی تحقیقی با بررسی تأثیر شش نوع خاک‌ورزی بر عملکرد ذرت در کانادا چنین گزارش کردند که بی‌خاک‌ورزی بهترین عملکرد و دیسک تاندوم بیشترین سرعت جوانه‌زنی بذر را نسبت به سایر روش‌ها داشت. دام و همکاران (Dom et al., 2004) با بررسی اثر سه روش خاک‌ورزی (بی‌خاک‌ورزی، کم‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی مرسوم) و تیمار بقایا (با بقایا و بدون بقایای ذرت) بر خاک گزارش نمودند که جرم مخصوص ظاهری خاک به ویژه در عمق ۱۰-۰ سانتی‌متر در روش بی‌خاک‌ورزی ۱۰ درصد بیشتر از خاک‌ورزی مرسوم بود.

رایمبولت و وین (Raimbault and Vyn, 1991) تأثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر رشد ذرت را بررسی کرده و گزارش نموده‌اند که عملکرد ذرت دانه‌ای در شرایط بدون خاک‌ورزی کمتر از سایر روش‌های خاک‌ورزی است. گریفیت و همکاران (Griffith et al., 1988) گزارش نمودند که سیستم‌های حداقل خاک‌ورزی در مقایسه با روش‌های مرسوم خاک‌ورزی در شرایط تک‌کشتی ذرت و در خاک‌هایی با بافت لومی رسی و رسی کاهش عملکرد را در پی خواهد داشت، ولی در شرایطی که ذرت در تناوب باشد، چنین کاهش عملکردی مشاهده نمی‌شود. برخی از مشکلات مربوط به سیستم‌های حداقل خاک‌ورزی عبارتند از: بالا بودن جرم مخصوص ظاهری خاک، کاهش سطح اکسیژن خاک، اختلال در تنفس ریشه‌ها (Burenside et al., 1980; Karlen and Sojka, 1985 and sharralt, 1996).

سه تکرار انجام گردید. کرت‌های اصلی متعلق به تیمارهای خاک‌ورزی و کرت‌های خرد شده به تیمارهای مدیریت بقایای گندم بودند. هر کرت اصلی شامل ۱۶ خط کشت و هر کرت فرعی دارای ۸ خط کشت بود. فاصله خطوط کشت ۷۵ سانتی‌متر، فاصله کشت روی خطوط ۲۰ سانتی‌متر (تراکم کشت ۶۶۶۰۰ بوته در هکتار)، طول هر خط ۲۰ متر، عمق کاشت ۵ سانتی‌متر و رقم مورد آزمایش ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ انتخاب گردید. براساس نتایج آزمون خاک ۱۰۰ کیلوگرم K_2O از منبع سولفات پتاسیم، ۷۵ کیلوگرم P_2O_5 از منبع سوپر فسفات تریپل و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن از منبع اوره در هر هکتار به خاک اضافه شد (Najafinezhad *et al.*, 2005). تمام کود حاوی فسفر و پتاسیم در زمان کاشت و کود اوره در سه قسط به مزرعه مورد آزمایش اضافه گردید. آبیاری در سه ماه ابتدای رشد با دور ۸ روز و در پایان فصل با دور ۱۲ روز انجام گردید (Najafinezhad *et al.*, 2005). سایر عملیات زراعی در زمان مناسب انجام شد.

پس از برداشت محصول از عمق ۱۵-۰ سانتی‌متری خاک هر کرت نمونه‌هایی دست خورده و دست نخورده تهیه شدند. کربن آلی خاک^۴ (OC) نمونه‌ها براساس روش والکلی و بلک (Walkley and Black, 1934) و جرم مخصوص ظاهری خاک^۵ (BD) با استفاده از روش کلوخه و پارافین تعیین گردید. شاخص مخروط خاک توسط دستگاه نفوذ سنج مدل SP1000 در عمق ۱۵-۰ سانتی‌متری خاک پس از آخرین آبیاری و در رطوبت ظرفیت مزرعه‌ای معادل با مکش ۰/۳۳ اتمسفر اندازه‌گیری شد (Solhjou and Niazi, 2001). برای این منظور از یک مخروط با زاویه ۳۰ درجه و قطر ۱۲/۸۳ میلی‌متر که برابر استاندارد انجمن مهندسين کشاورزی آمریکا ساخته شده است، استفاده گردید (Anonymous, 1995). اندازه‌گیری شاخص مخروط خاک در ۱۰ نقطه از هر کرت که نیمی از آن‌ها روی شیار و نیم دیگر کف شیار قرار داشتند، انجام شد (Jamshidian and Khajehpour, 1998). میانگین کلیه نیروهای قرائت شده توسط دستگاه مربوط به اعماق ۱۵-۰ سانتی‌متری هر کرت بر سطح مقطع مخروط تقسیم گردید و به عنوان شاخص مخروط هر کرت بیان شد (Solhjou and Niazi, 2001).

علی‌رغم انجام کشت دوم ذرت پس از گندم در شرایط کرمان هیچگونه اطلاعات علمی در زمینه تأثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی و مدیریت استفاده از بقایای گندم بر عملکرد ذرت وجود ندارد، هدف از این تحقیق مطالعه تأثیر برخی روش‌های خاک‌ورزی و مدیریت بقایای گندم (محصول سال قبل) بر تعدادی از خصوصیات خاک در زراعت ذرت دانه‌ای بوده است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ در مزرعه تحقیقاتی شهید زنده روح وابسته به مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کرمان اجرا گردید. ایستگاه فوق دارای ارتفاع ۱۷۵۴ متر از سطح دریا و مختصات جغرافیایی $30^{\circ} 03' 30''$ طول شرقی و $22^{\circ} 07' 30''$ عرض شمالی می‌باشد.

قبل از شروع آزمایش از خاک مزرعه نمونه‌برداری و هدایت الکتریکی عصاره اشباع، pH گل اشباع، بافت و جرم مخصوص ظاهری طبق دستورالعمل مؤسسه تحقیقات خاک و آب تعیین گردید (جدول ۱).

در این آزمایش دو تیمار خاک‌ورزی و مدیریت بقایای گیاهی در مزرعه اعمال گردید. تیمارهای خاک‌ورزی در چهار سطح: ۱- ابتدا آبیاری مزرعه، شخم به وسیله گاو آهن برگردان‌دار تا عمق ۲۵-۲۰ سانتی‌متر، دیسک زدن، کودپاشی، دیسک زدن، ایجاد شیار و کاشت دستی ذرت (خاک‌ورزی مرسوم^۱ CT)، ۲- آبیاری مزرعه، کودپاشی، دو نوبت دیسک زدن تا عمق ۱۵-۱۰ سانتی‌متر، ایجاد شیار و کاشت دستی ذرت (کم خاک‌ورزی^۲ RT) ۳- آبیاری و کاشت دستی ذرت بر روی شیارهای محصول سال قبل (بدون خاک‌ورزی^۳ NT₁) ۴- آبیاری و کاشت دستی ذرت کف شیارها (بدون خاک‌ورزی^۴ NT₂) (این تیمار به دلیل این‌که تعداد زیادی از کشاورزان منطقه کاشت ذرت را کف شیار انجام می‌دادند انتخاب شد).

دو روش مصرف بقایای گیاهی: ۱- جمع‌آوری بقایای گندم سال قبلی و خارج کردن از مزرعه و ۲- حفظ بقایای گیاهی گندم سال قبلی در مزرعه، به کار رفت. آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با

1. Conventional Tillage
2. Reduced Tillage
3. No Tillage

4. Organic Carbon
5. Bulk Density

جدول ۱- نتایج برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه مورد مطالعه

Table 1. The result of some physical and chemical properties of field soil

pH	EC dSm ⁻¹	جرم مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی متر مکعب) Bulk density (gcm ⁻³)	رطوبت نقطه پژمردگی دائم (درصد) Permanent wilting point (%)	رطوبت ظرفیت			عمق خاک (سانتی متر) Soil depth (cm)	
				مزرعه‌ای (درصد) Field capacity (%)	رس Clay	سیلت Silt درصد (%)		شن Sand
6.7	1.3	1.65	5.84	16.3	6	8	86	0-30
6.6	1.3	-	6.6	16.5	10	9	81	30-60
6.6	1.2	-	7.3	17.2	9	11	80	60-90

می‌گردد و با افزایش شدت خاک‌ورزی کاهش OC بیشتر می‌گردد. یو و همکاران (Yoo *et al.*, 2006) اعلام کردند که هوادهی و شکستن خاکدانه‌ها در سیستم خاک‌ورزی مرسوم (شخم و دیسک) موجب کاهش OC می‌شود. آن‌ها گزارش کردند که میزان خروجی CO₂ از خاک‌های NT کمتر از خاک‌هایی است که CT در آن‌ها اتفاق می‌افتد. بونو و همکاران (Bono *et al.*, 2008) اعتقاد دارند در شرایط NT مقدار ورودی OC به خاک بیشتر از CT می‌شود. از این رو مقدار OC و همچنین عملکرد گیاهان در این مزارع بیشتر می‌گردد.

تیمار حفظ بقایای گیاهی در مزرعه نیز موجب افزایش OC در عمق ۰-۱۵ سانتی متری گردید (جدول ۲). جمشیدیان و خواجه‌پور (Jamshidian and Khajehpour, 1999) و حیدری (Heidari, 2004) نتایج مشابه این تحقیق گزارش کردند. طبق نتایج این تحقیق به نظر می‌رسد حفظ بقایای گیاهی در سطح مزرعه موجب افزایش بقایای مذکور به خاک شده و میزان OC را بالا می‌برد. هم‌چنین اعمال تیمار NT₁ و تیمار NT₂ به همراه تیمار حفظ بقایا موجب شده است که میزان OC به صورت معنی‌داری نسبت به تیمار خروج بقایا از مزرعه افزایش یابد. اما این اختلاف در تیمار CT و تیمار RT مشاهده نشد (شکل ۱). به نظر می‌رسد به هم نخوردن خاک در سیستم NT دلیل این اختلاف باشد. این عمل ضمن حفظ مواد آلی قبلی خاک، شرایط محیطی مناسب‌تری برای فعالیت موجودات زنده ایجاد می‌کند. از این رو بقایای گیاهی جدید نیز در خاک به موادی که شباهت بیشتری به هوموس (OC) دارند تبدیل می‌شوند.

در طی آزمایش، ارتفاع بوته‌ها از سطح زمین تا محل انشعاب گل تاجی در مرحله گرده‌افشانی اندازه‌گیری شد. عملیات برداشت در زمان مناسب انجام گردید برای این منظور دو متر از ابتدا و انتها و دو خط از دو طرف حاشیه کرت حذف و بوته‌های چهار خط میانی جهت اندازه‌گیری صفات مورد نظر برداشت شدند. عملکرد دانه بر مبنای ۱۴ درصد رطوبت محاسبه و تعداد ردیف دانه در بلال و وزن هزار دانه بر مبنای رطوبت مذکور برای هر کرت اندازه‌گیری شد. داده‌های به‌دست آمده طبق قالب طرح آماری با نرم‌افزار MSTATC مورد آنالیز واریانس و مقایسه میانگین قرار رفتند. میانگین داده‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

خصوصیات خاک

تیمارهای خاک‌ورزی موجب اختلاف معنی‌دار مقدار کربن آلی در عمق ۰-۱۵ سانتی متر خاک مزرعه شدند. به نحوی که تیمارهای CT و RT در یک گروه و دارای کمترین OC و تیمارهای NT₁ و NT₂ نیز در گروه دیگر و دارای OC بیشتری بودند (جدول ۲). مقدار بیشتر OC در تیمارهای NT₁ و NT₂ به دلیل به هم نخوردن خاک مزرعه تحت این تیمارها می‌باشد. در اثر شخم و دیسک مزرعه، مواد آلی خاک به سطح آمده و در معرض اکسیژن هوا قرار می‌گیرند که این امر موجب اکسید شدن مواد آلی و از دست رفتن آن می‌شود. حسین و همکاران (Hussain *et al.*, 1999) گزارش کردند فعالیت‌های خاک‌ورزی موجب کاهش OC نسبت به عدم خاک‌ورزی

جدول ۲- میانگین کربن آلی، جرم مخصوص ظاهری و شاخص مخروط خاک تحت تأثیر تیمارهای مورد آزمایش

Table 2. Mean of soil organic carbon, soil bulk density and soil cone index under the treatments of study

تیمارهای آزمایشی Treatments	کربن آلی (درصد) Organic carbon (%)	جرم مخصوص ظاهری خاک (گرم بر سانتی متر مکعب) Bulk density (gcm ⁻³)	شاخص مخروط خاک (مگا پاسکال) Cone index (Mpa)
Tillage خاک‌ورزی			
Conventional (CT) مرسوم	0.34 ^b	1.59 ^a	0.35 ^c
Minimum tillage (RT) کم خاک‌ورزی	0.34 ^b	1.66 ^a	0.62 ^b
بدون خاک‌ورزی و کشت روی شیارها (NT ₁)	0.36 ^a	1.66 ^a	0.87 ^a
No tillage and planting at the top of furrows			
بدون خاک‌ورزی و کشت کف شیارها (NT ₂)	0.36 ^a	1.63 ^a	0.86 ^a
No tillage and planting on the base of furrows			
Residual بقایا			
Residual retention حفظ بقایا	0.36 ^a	1.62 ^a	0.69 ^b
Removal residues جمع‌آوری بقایا	0.34 ^b	1.65 ^a	0.72 ^a

حروف متفاوت در هر ستون نمایانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ می‌باشد.

Different letters in each column shows significant difference, at 5% of probability level.

معنی‌دار بیشتری نسبت به تیمار CT بود (۰/۶۲ مگاپاسکال)، در انتها تیمار NT₁ و تیمار NT₂ از نظر شاخص مخروط با هم اختلاف معنی‌داری نداشتند ولی هر دو دارای اختلاف معنی‌دار با تیمارهای CT و RT و دارای بیشترین شاخص مخروطی بودند (جدول ۲). این امر می‌تواند به علت به هم نخوردن خاک در تیمار NT₁ و تیمار NT₂ در این سال باشد. اتول و همکاران (Atwell *et al.*, 1993) در تحقیق خود نشان دادند که کاهش یا عدم خاک‌ورزی مقاومت خاک را در کوتاه مدت افزایش می‌دهد. لمپولانس و مارتینز (Lampulanes and Martinz, 2003) نیز در آزمایشات خود نشان دادند که شاخص مخروط خاک در صورت عدم خاک‌ورزی از سایر روش‌ها بیشتر است. نتایج آزمایشات این محققین با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

شاخص مخروط خاک تحت تأثیر تیمار بقایای گیاهی قرار گرفت و تیمار حفظ بقایا شاخص مخروط را به میزان ۰/۰۲۹

جرم مخصوص ظاهری در عمق ۱۵-۰ سانتی‌متری خاک تحت تأثیر تیمارهای خاک‌ورزی و تیمارهای مدیریت بقایای گندم و اثر متقابل آن‌ها قرار نگرفت (جدول ۲ و شکل ۱). البته گزارش‌هایی وجود دارد که NT موجب کاهش BD شده است (McVay *et al.*, 2006). دلیل اصلی کاهش BD را نیز افزایش OC گزارش می‌کنند. بنیامن و همکاران (Benjamin *et al.*, 2008) افزایش ماده آلی در سال‌های اول سیستم NT را حتماً موجب کاهش BD در شرایط نیمه خشک نمی‌دانند، آن‌ها اعتقاد دارند باید زمان بیشتری بگذرد تا افزایش OC موجب کاهش BD بشود. به نظر می‌رسد در این آزمایش نیز علی‌رغم افزایش ماده آلی خاک در تیمار NT₁ و تیمار NT₂ هنوز کاهش BD در طول این آزمایش اتفاق نیفتاده است. کمترین شاخص مخروط در تیمار CT مشاهده گردید که طبق جدول ۲ اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها داشت (۰/۴۷۳ مگاپاسکال). تیمار RT دارای شاخص مخروطی

مگا پاسکال و به صورت معنی‌داری کاهش داد (جدول ۲). جمشیدیان و خواجه‌پور (Jamshidian and Khajepour, 1998) نیز افزایش نفوذپذیری خاک (کاهش شاخص مخروط خاک) را در مرحله گل‌دهی هنگام حفظ بقایا در عمق ۱۵-۳ سانتی‌متر نسبت به سایر روش‌ها گزارش نموده‌اند. اثر متقابل خاک‌ورزی و مدیریت بقایا بر شاخص مخروط خاک در عمق ۱۵-۰ سانتی‌متر معنی‌دار نبود (شکل ۱). زلیها و اکبولات (Zeliha and Akbolat, 2005) در تحقیقات خود بهبود خواص فیزیکی از قبیل جرم مخصوص ظاهری و شاخص مخروط خاک را هنگام خاک‌ورزی با حفظ بقایای گیاه گزارش نمودند. نتایج آزمایشات این محققین نشان داد شاخص مخروط خاک در همه تیمارهای آزمایش کمتر از ۲ مگا پاسکال است.

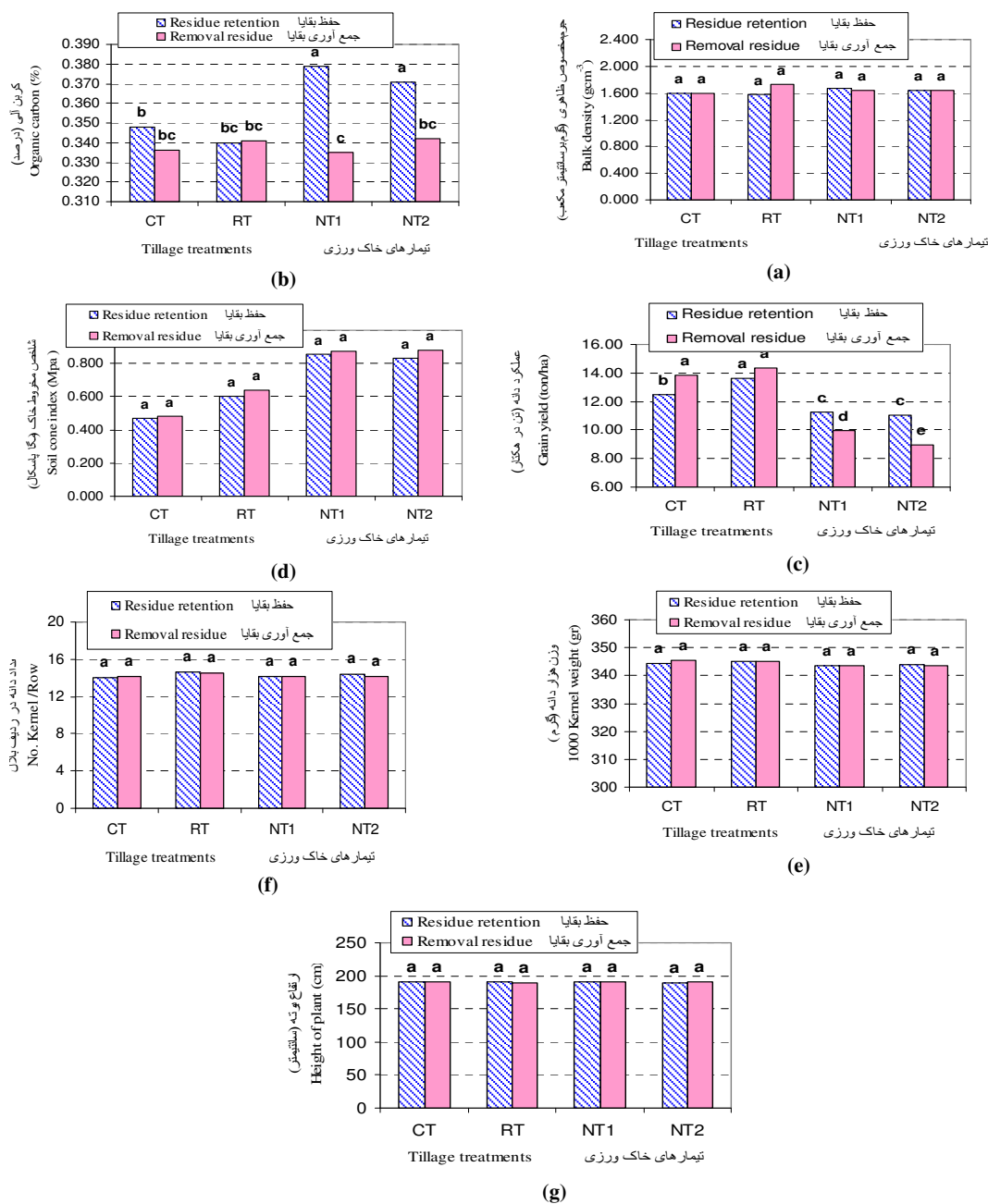
ارتفاع بوته

اعمال تیمارهای خاک‌ورزی و مدیریت بقایای گیاهی و اثر متقابل آن‌ها موجب تغییر معنی‌دار ارتفاع بوته‌ها در سال اول نشده است (جدول ۳ و شکل ۱). مویوس-کلون و همکاران (Moebius-clune et al., 2008) اثر مدیریت بقایا و خاک‌ورزی را بر ۲۵ خصوصیت خاک اندازه‌گیری کردند در این تحقیق که از نتایج ۳۲ سال بهره‌گرفته است، گزارش می‌شود که بقایای گیاهی تنها توانسته است هشت خصوصیت خاک را تحت تأثیر قرار بدهد و خصوصیات مورد مطالعه آن‌ها بیشتر تحت تأثیر تیمار NT قرار گرفته است. از این رو به نظر نمی‌رسد برخی از خصوصیات خاک و گیاه (مانند ارتفاع بوته) طی این آزمایش تحت تأثیر تیمارهای مورد آزمایش قرار گیرد.

عملکرد و اجزای عملکرد

تیمارهای خاک‌ورزی اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه داشته و تأثیری بر اجزای عملکرد نداشتند، همچنین تیمارهای مدیریت بقایا تأثیر معنی‌داری بر عملکرد و اجزای آن نداشتند (جدول ۳). تیمار کم خاک‌ورزی (RT) دارای بیشترین عملکرد در مقایسه با سایر تیمارها بود. این تیمار نسبت به تیمار CT، ۰/۸۴ تن در هکتار و نسبت به تیمار NT₁ و تیمار NT₂ به ترتیب ۳/۴ و ۴ تن در هکتار افزایش عملکرد داشته است (جدول ۳). نجفی‌نژاد و همکاران (Najafinezhad et al.,

ممکن است افزایش OC در تیمار NT₁ و تیمار NT₂ موجب افزایش C/N به علت فقدان زمان کافی برای تجزیه از یک طرف و مقاومت بیشتر خاک (شاخص مخروط) از طرف دیگر در تیمارهای مذکور، میزان عملکرد در اولین سال آزمایش را نسبت به تیمارهای CT و RT کمتر کرده باشند (Benjamin et al., 2008). گزارش‌های پژوهشی اغلب استفاده از سیستم NT را موجب افزایش عملکرد گزارش کرده‌اند (Havlin et al. 1990; Christensen et al., 1994; Hussain et al., 1999 and Tarkalson et al., 2006). اما همه این گزارش‌ها اثرهای درازمدت NT را مشخص کردند. نتایجی که مربوط به زمان کوتاه استفاده از سیستم NT می‌باشد، چنین اختلافاتی را گزارش نمی‌کند و یا نوعاً نتایج متضادی را ارائه کرده‌اند (Benjamin et al., 2008). روش‌های مختلف خاک‌ورزی از طریق تأثیر بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و نیز تأثیر بر دما و رطوبت خاک بر رشد و نمو گیاه اثرات مثبت یا منفی دارند به همین دلیل نتایج به‌دست آمده در رابطه با تأثیر روش‌های خاک‌ورزی بر عملکرد گیاهان برخی اوقات متفاوت می‌باشد (Lal et al., 1994).



شکل ۱- اثر متقابل تیمارهای آزمایشی بر میانگین جرم مخصوص ظاهری (a)، کربن آلی (b) و شاخص مخروط خاک (d) و عملکرد دانه (c)،

وزن هزار دانه (e)، تعداد ردیف دانه در بلال (f) و ارتفاع بوته (g)

Figure 1- Interaction effect of experimental treatments on the bulk density (a), organic carbon (b), cone index (d) and grain yield (c), 1000 kernel weight (e), no. kernel/row (f) and plant height (g).

Conventional tillage

CT: خاک‌ورزی مرسوم

Minimum tillage

RT: کم خاک‌ورزی

No tillage and planting at the top of furrows

NT₁: بدون خاک‌ورزی و کشت روی شیارها

No tillage and planting on the base of furrows

NT₂: بدون خاک‌ورزی و کشت کف شیارها

میانگین‌هایی که دارای حروف یکسان هستند، تفاوت آماری در سطح احتمال ۱٪ ندارند.

Means with similar letters are not significant difference at 5% of probability level according to Duncan's Multiple Range Test.

جدول ۳- مقایسه میانگین عملکرد دانه، وزن هزار دانه، تعداد ردیف دانه در بلال و ارتفاع بوته تحت تأثیر تیمارهای مورد آزمایش

Table 3. Mean of grain yield, 1000 Kernel weight, no. kernel/row and height of plant under the treatments.

تیمارهای آزمایشی Treatments	عملکرد دانه (تن در هکتار) grain yield (ton/ha)	وزن هزار دانه (گرم) 1000 Kernel weight	تعداد ردیف دانه در بلال no. kernel/row	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) height of plant (cm)
Tillage خاک‌ورزی				
Conventional (CT) مرسوم	13.15 ^b	345.00 ^a	14.07 ^a	191.21 ^a
Minimum tillage کم خاک‌ورزی (RT)	13.99 ^a	345.20 ^a	14.59 ^a	190.60 ^a
بدون خاک‌ورزی و کشت روی شیارها (NT ₁) No tillage and planting at the top of furrows	10.59 ^c	343.60 ^a	14.90 ^a	190.32 ^a
بدون خاک‌ورزی و کشت کف شیارها (NT ₂) No tillage and planting on the base of furrows	9.99 ^c	343.91 ^a	14.23 ^a	189.89 ^a
Residual بقایا				
Residual retention حفظ بقایا	12.09 ^a	344.27 ^a	14.30 ^a	190.69 ^a
Removal residues جمع‌آوری بقایا	11.77 ^a	344.59 ^a	14.24 ^a	190.31 ^a

حروف متفاوت در هر ستون نمایانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ می‌باشد.

Different letters in each column shows significant difference at 5% of probability level.

منابع

- Anonymous (1995) Soil cone penetrometer. ASAE standard S313. 2. Agricultural Engineering Year Book, pp. 683.
- Asadi A (2004) Effect of barrenly residue management on some soil properties and yield in forage corn – barerly rotation. Agricultural and Natural Resources Center of Isfahan. Final Report. No.85-889. [In Persian with English Abstract].
- Atwell BJ (1993) Response of roots to mechanical impedance. Environmental and Experimental Botany 33: 27- 40.
- Bahrani M, Raufat MB, Ghadiri H (2007) Influence of wheat residue management on irrigated corn grain production in a reduced tillage system. Soil and Tillage Research 94: 305-309.
- Benjamin JG, Mikha MM, Merle FR (2008) Organic carbon effects on soil physical and hydraulic properties in a semi arid climate. Soil Science Society of America Journal 72: 1357-1362.
- Bono A, Alvarez R, Buschiazzo DE, Cantet RJC (2008) Tillage effects on soil carbon balance in a semiarid agroecosystem. Soil Science Society of America Journal 72: 1140-1149.
- Burnside OC, Wicks GA, Carlson DR (1980) Control of weeds in oat (*Avena sativa*), soybean (*Glycine max*) in ecofarming rotation. Weed Science 28: 1256-1260.
- Campbell DJ, Henshall K (1991) Bulk density. p. 329–366. In K.A. Smith and C.E. Mullins (ed.) Soil analysis. Physical methods. Marcel Dekker, New York.
- Chen YM, Monero FV, Lobb D, Tessier S, Cavers C (2004) Effects of six tillage methods on residue incorporation and crop performance in a heavy clay soil. ASAE Journal. 47: 1003-1010.
- Christensen NB, Lindemann WC, Sosa ES, Gill LR (1994) Nitrogen and carbon dynamics in no-till and stubble mulch tillage systems. Agronomy Journal 86: 298-303.
- Dom RF, Mehdi BB, Burgress MSE, Madramootoo CA, Mehuys GR, Callum IR (2004) Soil bulk density and crop yield under eleven consecutive years of corn with different tillage and residue practices in a sandy loam soil in central Canada. Soil and Tillage Research 84: 41-53.
- Ghuman BS, Sur HS (2001) Tillage and residue management effects on soil properties in a direct drill tillage system. Soil and Tillage Research 42: 209-219.

- Griffith DR, Kladirko EJ, Mannerling JV, West TD, Parsons SD (1988) Long term tillage and rotation effects on corn growth and yield on high and low organic mater, poorly drained soils. *Agronomy Journal* 80: 599-605.
- Havlin PJ, Kissel DE, Maddux LD, Claassen MM, Long JH (1990) Crop rotation effect on soil organic carbon and nitrogen. *Soil Science Society of America Journal* 54: 448-452.
- Heidari A (2004) The effects of crop residue management and tillage depth on wheat yield and soil organic carbon in corn-wheat rotation. *Journal of Agricultural Engineering Research* 2(7): 65-79. [In Persian with English Abstract].
- Hussain I, Olson KR, Ebelhar SA (1999) Long- term tillage effect on soil chemical properties and organic matter fractions. *Soil Science Society of America Journal* 63: 1335- 1341.
- Jamshidian R, Khajehpour MR (1998) Effects of seedbed preparation methods on compaction and nutrients contents of soil and on establishment of mungbean after wheat. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources* 2(3): 35-47. [In Persian with English Abstract].
- Jamshidian R, Khajehpour, MR (1999) Effects of seedbed preparation methods on vegetative growth, yield and yield components of mungbean. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources* 3(1): 9-19. [In Persian with English Abstract].
- Karlen DL, Sojka RE (1985) Hybrid and irrigation effects on conservation tillage corn in the coastal plains. *Agronomy Journal* 77: 591-567.
- Lal R, Mohboubi A, Fausey NR (1994) Long- term tillage and rotation effects on properties of central Ohio soils. *Soil Science Society of America Journal* 58: 517-522.
- Lampulanes J, Cantero- Martinez C (2003) Soil bulk density and penetration resistance under different tillage and crop management systems and their relationship with barely root growth. *Agronomy Journal* 95: 526-536.
- Logsdon SD, Karlen DL (2004) Bulk density as a soil quality indicator during conversion to no-tillage. *Soil and Tillage Research* 78:143-149.
- McVay KA, Budd JA, Fabrizzi BK, Plikha MM, Rice CW, Schlegel AL, Peterson DE, Sweeney DW, Thompson C (2006) Management effects on soil physical properties in long- term tillage studies in Kansas. *Soil Science Society of America Journal* 70: 434-438.
- Moebius- clune BN, Vanes HM, Idowu OJ, Schindelbeck RR, Moebius- clune DJ, Abawi WES, Thies JE, Gugino BK, Luceq R. (2008) Long- term effects on harvesting maize stover and tillage on soil quality. *Soil Science Society of America Journal* 72: 960-964.
- Najafinezhad H, Rashidi N, Ravari SZ (2005) Effect of seedbed preparation methods on yield of grain maize and some soil properties in double cropping system. *Seed and Plant* 21: 315-330. [In Persian with English Abstract].
- Raimbault BA, Vyn TJ (1991) Crop rotation and tillage effects on corn growth and soil structural stability. *Agronomy Journal* 83: 979-985.
- Sharralt BS (1996) Tillage and straw management for modifying physical properties of a sub arctic. *Soil and Tillage Research* 38: 239-250.
- Solhjou AA, Niazi Ardakani J (2001) Effect of sub soiling on soil physical properties and irrigated wheat yield. *Journal of Agricultural Engineering Research* 2(7): 65-79. [In Persian with English Abstract].
- Tarkalson DD, Hergert G, Cassman KG (2006) Long- term effect of tillage on soil chemical properties and grain yields of a dray land winter wheat- sorghum/corn- fallow rotation in the great plains. *Agronomy Journal* 98: 26-33.
- Walkley A, Black I (1934) An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science Society of America Journal* 37: 29-38.
- Yoo G, Nissen TM, Wander MM (2006) Use of physical properties to predict the effects of tillage practices on organic matter dynamics three Illinois soils. *Journal of Environmental Quality*: 35: 1567-1583.
- Zeliha BB, Akbolat D (2005) Evaluation of conventional and conservation tillage system for maize. *Journal of Agronomy* 4 (2): 122-126.