Archive of SID
DOI: 10.22059/ijswr.2019.275599.668122 تحقیقات آب و خاک ایران، دوره ۵۰، شماره ۹، بهمن ۱۳۹۸ (ص ۲۲۰۰-۲۱۹۳)

Effect of Tillage Methods on Soil Physical Properties and Water Productivity of Wheat Cultivars in Wheat-Corn Rotation

MOAMMAD KHORRAMIAN[1*], SEYED REZA ASHRAFEIZADEH[1]
1. Agricultural Engineering Research Department. Safiabad Agricultural Research and Education and Natural Resources Center, AREEO, Dezful, Iran.
(Received: Feb. 16, 2019- Revised: June. 7, 2019- Accepted: June. 15, 2019)

ABSTRACT

This research is based on the results of a study that was carried out to evaluate the effect of direct drilling of wheat in maize residues on yield and water productivity (WP) for two years of 2016 and 2017. For this purpose, a field experiment was conducted as split plots with a randomized complete block design with three replications in Safiabad Agricultural Research Center located in Dezful, north of Khuzestan province. The main plot treatments were including: No-Tillage (NT), Minimum Tillage (MT), and Conventional Tillage (CT) and sub plots treatments were Chamran 2, Mehregan, Shoosh, Falat, and Darab 2 cultivars. The results showed although there was no significant difference between tillage methods, but the average yield of cultivars in the NT (4830 kg ha^{-1}) was more than the MT (4610 kg ha^{-1}) and CT (4680 kg ha^{-1}). On the other hand, the average yield and WP of both Mehregan and Chamran2 cultivars (5000 kg ha^{-1} and 1.25 kg m^{-3}, respectively) were more than the other cultivars. Although in this research, reducing passes of tillage and planting machinery from 6 to 7 times in MT and CT to only 2 times in NT method (chemigation and planting in maize residues) did not have a significant effect on the soil cone index and soil bulk density, the soil organic carbon increased 16 to 32 percent in NT method in comparison to other tillage methods. Therefore, the use of new wheat cultivars under direct drill planting conditions in maize residues without yield reduction and 3-4 percent WP improvement is recommended in similar areas.

Key words: Wheat cultivars, Water productivity, No-Tillage, Soil bulk density, Cone index

* Corresponding Author's E.mail:khorramy.mohamad@yahoo.com
www.SID.ir

Archive of SID

اثر روش‌های خاک‌ورزی بر خصوصیات فیزیکی خاک و بهره‌وری آب ارقام گندم در تناوب گندم-ذرت

محمد خرمیان*[۱]، سید رضا اشرفی زاده[۲]

۱. بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی صفی‌آباد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، دزفول، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۱/۲۷- تاریخ بازنگری: ۱۳۹۸/۳/۱۷- تاریخ تصویب: ۱۳۹۸/۳/۲۵)

چکیده

این تحقیق برگرفته از نتایج طرحی است که با هدف بررسی اثر کاشت مستقیم ارقام گندم در بقایای ذرت، بر عملکرد و بهره‌وری آب طی دو سال زراعی ۹۶-۹۵ و ۹۷-۹۶ انجام شده است. برای این منظور، آزمایشی به صورت کرت‌های نواری خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در اراضی مرکز تحقیقات کشاورزی صفی‌آباد دزفول اجرا شد. کرت اصلی شامل روش‌های بی‌خاک‌ورزی (NT)، کم‌خاک‌ورزی (MT) و خاک‌ورزی مرسوم (CT) و کرت فرعی شامل ارقام گندم چمران۲، مهرگان، شوش، فلات و داراب۲ بودند. نتایج نشان داد با وجود اینکه اختلاف معنی‌داری بین نتایج روش‌های خاک‌ورزی مشاهده نشد، میانگین عملکرد ارقام در روش NT ($۴۸۳۰\ Kg\ ha^{-1}$) بیش از روش MT ($۴۶۱۰\ Kgha^{-1}$) و CT ($۴۶۸۰\ Kgha^{-1}$) بود. از طرفی میانگین عملکرد و بهره وری آب در ارقام مهرگان و چمران۲ به ترتیب برابر $Kg\ ha^{-1}$ ۵۰۰۰ و $kg\ m^{-3}$ ۱/۲۵ در یک سطح و بالاتر از سه رقم دیگر حاصل شد. اگرچه در این تحقیق، کاهش تردد ماشین‌های خاک‌ورزی و کاشت از ۶ تا ۷ نوبت در روش‌های MT و CT به ۲ نوبت (سم‌پاشی و کاشت همزمان کود و بذر در بقایای ذرت دانه‌ای) در روش NT تاثیر معنی‌داری در شاخص مخروطی و جرم مخصوص ظاهری خاک نداشت، کربن آلی خاک نسبت به دو روش دیگر خاک‌ورزی ۱۶ تا ۳۲ درصد افزایش یافت. ازاین‌رو استفاده از ارقام جدید و کاشت مستقیم در بقایای ذرت بدون کاهش عملکرد و بهبود ۳ تا ۴ درصدی بهره‌وری آب در مناطق مشابه توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: ارقام گندم، بهره‌وری آب، بی‌خاک‌ورزی، جرم مخصوص ظاهری خاک، شاخص مخروطی

مقدمه

تغییر نگرش در نحوه استفاده از منابع آب و خاک در افزایش تولید محصول و درعین‌حال محافظت از این منابع مؤثر است (Godfray and Garnett, 2014). یکی از شیوه‌های تغییر نگرش، رعایت اصول کشاورزی حفاظتی یعنی حفظ بقایا، حذف یا کاهش خاک‌ورزی و استفاده از تناوب‌های پرمنفعت است که اخیراً مورد توجه جدی محققان سازمان خواروبار جهانی (FAO) قرار گرفته است. بهبود سلامتی خاک، کاهش گازهای گلخانه‌ای حاصل از اکسیداسیون مواد آلی خاک و تنفس میکروبی، افزایش تدریجی مواد آلی خاک و درنتیجه بهبود خصوصیات فیزیکی خاک و کاهش فرسایش از مزیت‌های کاشت مستقیم در بقایا است (Gura and Mnkeni, 2019; Nouri *et al*., 2019, Seitz *et al*., 2019; Adimassu *et al*., 2019, Desrochers *et al*., 2019, Pareja-Sanchez *et al*., 2017; Latifmanesh *et al*., 2016; Chu *et al*., 2016; Shi *et al*., 2016; Sheehy *et al*., 2015 Sun *et al*., 2015; Wang *et al*., 2015; Jordán *et al*., 2010). با وجود این، برخی مطالعات به افزایش فشردگی و کاهش تخلخل خاک در روش بی‌خاک‌ورزی اشاره کرده‌اند (Nunes *et al*., 2015; Suzuki *et al*., 2013). با وجود نقش موثر بی‌خاک‌ورزی در کاهش فرسایش خاک حاصل از بارش (Merten *et al*., 2015)، به اعتقاد برخی محققان استفاده از این شیوه تاثیر چندانی در کاهش رواناب و فرسایش خاک نداشته است (Raczkowski *et al*., 2009; Adimassu *et al*. 2019). واضح است که اختلاف در نتایج متاثر از عوامل دیگر همانند نوع گیاه، منطقه، اقلیم و شیوه‌های زراعی و ویژگی‌های مدیریتی است (Wang *et al*., 2018) که باعث شده است ارزیابی کاشت مستقیم در بقایا در نواحی مختلف ایران مورد توجه قرار گیرد.

مطالعات متعددی به بهبود تولید محصول در شرایط کشاورزی حفاظتی به‌ویژه در گندم و ذرت اشاره کرده‌اند (Wang *et al*., 2018, Chandra *et al*., 2018, Pittelkow *et al*., 2015; Brouder and Gomez-Macpherson, 2014). کاهش ۵۰ درصدی زمان کاشت و ۴۰ درصدی سوخت بدون کاهش عملکرد محصول (Allen, *et al*., 1976) و افزایش ۵/۹ درصدی بهره‌وری آب ذرت (Wang *et al*., 2018) نمونه‌ای از این نتایج است که لزوم مطالعه در این زمینه را برای مناطق مختلف ایران از جمله

* نویسنده مسئول: khorramy.mohamad@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

خوزستان دوچندان نموده است.

شبکه آبیاری دز واقع در شمال استان خوزستان، از مناطق مهم تولید گندم به شیوه آبیاری سطحی است. استفاده بیش از حد ماشین‌های خاک‌ورزی در اراضی با بافت سنگین و سوزاندن بقایا که از عوامل مهم از بین رفتن مواد آلی خاک و خاکدانه‌ها (Martín-Lammerding *et al*., 2013) است، در منطقه رایج است. همین امر باعث شده تا رواناب، درصد عمده‌ای از تلفات آب را به خود اختصاص دهد. مطالعات نشان داده با وجود کاهش رواناب در حالت کاشت مستقیم در بقایا (Merten *et al*., 2015)، واکنش ارقام گندم متفاوت است (Honsdorf *et al*., 2014; Mousavi boogar *al*., 2018). ازاین‌رو مطالعه حاضر بر مبنای استفاده از کاشت مستقیم گندم در بقایای ذرت و تأثیر آن در برخی خصوصیات فیزیکی خاک، عملکرد و اجزای عملکرد و بهره‌وری آب ارقام جدید گندم در شرایط اقلیمی شمال خوزستان اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در اراضی مرکز تحقیقات کشاورزی صفی‌آباد دزفول واقع در استان خوزستان اجرا شد. طول و عرض جغرافیایی این مرکز به ترتیب عرض شمالی ´14.436 °32 - ´15.933 °32 و طول جغرافیایی ´25.414 °48 - ´26.471 °48 و ارتفاع از سطح دریا (m) ۱۰۸ است. متوسط بارش و تبخیر سالانه به ترتیب (mm) ۳۱۷ و ۲۴۰۰ است. بافت خاک مزرعه مورد مطالعه لومی رسی سیلتی (جدول۱) بوده و آب مورد نیاز مزرعه از شبکه دز، بدون هیچ‌گونه محدودیت شوری تأمین می‌شود. برای این منظور سه روش خاک‌ورزی (بدون خاک‌ورزی، کم‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی مرسوم) (جدول ۲) در کرت اصلی و پنج رقم گندم (چمران ۲، مهرگان، شوش، فلات و داراب۲) در کرت فرعی به‌صورت کرت‌های یک‌بار خردشده در قالب آزمون بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در دو سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ و ۹۷-۱۳۹۶ اجرا شد. در هر دو سال پس از برداشت ذرت، تیمارهای خاک‌ورزی گندم مطابق جدول (۲) اعمال شد.

برای اجرای مکانیزه، طول هر کرت (m) ۱۰۰ و عرض آن (m) ۱۵ در نظر گرفته شد. مصرف کودهای شیمیایی در هر دو سال آزمایش بر اساس توصیه کودی مبنی بر آزمون خاک (جدول ۱) بود. به این صورت که تمامی کود فسفر و پتاسیم از منبع سوپر فسفات تریپل و سولفات پتاسیم هرکدام به میزان ($kg\ ha^{-1}$) ۱۰۰ و یک‌سوم کود اوره به‌صورت پایه و بقیه آن در دو مرحله اوایل و اواسط رشد رویشی (درمجموع $kg\ ha^{-1}$ ۳۰۰) به‌صورت یکسان به مزرعه داده شد. بذر مصرفی بر مبنای ۴۰۰ دانه در مترمربع برای تمام روش‌های خاک‌ورزی به‌صورت یکسان اعمال شد. برای کنترل علف هرز باریک برگ و پهن‌برگ باقیمانده از کشت قبلی در تیمار NT از علف‌کش توفوردی و گراماکسون به ترتیب ($Lit\ ha^{-1}$ ۲ و ۴) قبل از کاشت استفاده شد. حجم آب ورودی و خروجی کرت‌های اصلی با ۲۴ عدد فلوم WSC تیپ ۴ و ۵ اندازه‌گیری شد. دور آبیاری بر اساس روش تشت تبخیر کلاس الف پس از (mm) ۵۰ تبخیر از تشت تبخیر برای همه تیمارها به‌صورت ثابتی اعمال شد (Khorramian and Salimpour, 2016). عمق آب آبیاری از رابطه (۱) محاسبه شد و با مشخص بودن سطح هر کرت، حجم آب مورد نیاز هر کرت بر حسب مترمکعب با نصب فلوم و کنترل دبی و زمان در اختیار گیاه قرار گرفت:

$$I= [(\theta_{fc}-\theta_i)\times R_z]\div E_a \qquad \text{(رابطه ۱)}$$

I عمق آب آبیاری بر حسب (m)، θfc رطوبت حجمی خاک در ظرفیت مزرعه، θi رطوبت خاک قبل از آبیاری که بر اساس روش وزنی برای دو لایه ۰-۰/۲ و ۰/۲-۰/۴متر اندازه‌گیری شد (Mu *et al*., 2016)، Rz عمق توسعه ریشه گندم بر حسب متر، Ea راندمان کاربرد بر حسب اعشار است که بر اساس آبیاری قبلی محاسبه و اعمال شد. با این توصیف میانگین عمق آب مصرفی گندم برای تیمارهای CT، MT و NT به ترتیب ۳۲۷، ۳۰۴ و ۳۱۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شد.

جدول۱. نتایج مربوط به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه در زمان آماده‌سازی زمین

عمق خاک (m)	کربن آلی (%)	شوری خاک ($dS\ m^{-1}$)	اسیدیته	رطوبت حجمی (درصد)		جرم مخصوص ظاهری ($g\ cm^{-3}$)	بافت خاک	هدایت هیدرولیکی ($mm\ hr^{-1}$)
				ظرفیت زراعی	نقطه پژمردگی			
۰/۰-۰/۲	۰/۵۹	۰/۹	۷/۷	۳۳	۱۷/۹	۱/۶۱	لوم رسی سیلتی	۱/۳۱
۰/۰-۲/۴	۰/۳۷	۰/۵۸	۸	۳۳	۱۸	۱/۶۴	لوم رسی سیلتی	-
۰/۰-۴/۶	۰/۲۳	۰/۵۴	۸/۱	۳۳	۱۸	۱/۶۸	لوم رسی سیلتی	-
۰/۰-۶/۸	۰/۲	۰/۵۴	۸/۱	۳۴/۲	۱۸/۴	۱/۷	لوم رسی سیلتی	-
۰/۱-۸	۰/۱۹	۰/۵۱	۸/۲	-	-	۱/۷	لوم رسی سیلتی	-

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲. مشخصات تیمارهای خاک‌ورزی در کرت اصلی

روش خاک‌ورزی	مخفف	مراحل تهیه زمین تا کاشت
بی خاک‌ورزی	NT	سم‌پاشی، کاشت همزمان بذر و کود در بقایای ذرت با ماشین خطی کار پنوماتیک بی‌خاک ورز (۲ نوبت تردد)
کم‌خاک‌ورزی	MT	دو دیسک سنگین عمود برهم به عمق (m) ۱/۱۵-۰/۰، کودپاشی با کودپاش سانتریفوژ، دیسک سبک برای مخلوط کردن کود با خاک، ایجاد جوی و پشته (m) ۰/۷۵ و کاشت با خطی کار(۶ نوبت تردد)
خاک‌ورزی مرسوم	CT	گاوآهن با عمق مؤثر (m) ۲/۲۵-۰/۰، اجرای مراحل MT (۷ نوبت تردد)

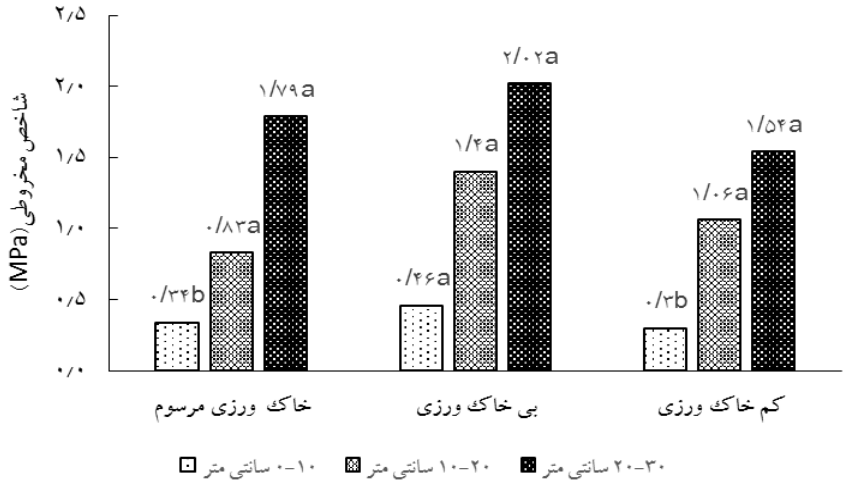
جرم مخصوص ظاهری خاک تیمارهای مختلف در لایه‌های ۰/۱-۰/۰ ، ۰/۲-۰/۱ و ۰/۳-۰/۲ متر اندازه‌گیری شد (Mu *et al.*, 2016). مقاومت نفوذ خاک برحسب مگا پاسکال(MPa) تا عمق (m) ۰/۵ در لایه‌های (mm) ۲۰ با دستگاه نفوذسنج دیجیتالی دستی مدل SP1000 (شماره سریال EH269BU ساخت اسکاتلند) در ۵ نقطه از هر پلات به‌صورت زیگزاگی اندازه‌گیری شد (Mu *et al.*, 2016). به این صورت که در شرایط رطوبتی ظرفیت مزرعه، دستگاه روی پشته قرار گرفته و با اعمال نیروی یکنواخت به دسته‌ها، مخروطک وارد خاک شده و همزمان میزان فشردگی در صفحه دیجیتال ثبت شد.

پس از رسیدن محصول، کادر ۱ مترمربعی در پنج نقطه از هر کرت به صورت تصادفی پرتاب و تعداد خوشه در آن شمارش شد. پس‌ازآن ۵ خوشه از داخل همان سطح انتخاب و در آزمایشگاه تعداد دانه در هر خوشه و وزن هزار دانه شمارش شد. عملکرد کل هر تیمار با برداشت دو خط وسط به طول ۹۰ متر با کمباین آزمایشی و توزین و تبدیل آن به واحد سطح (هکتار) به دست آمد. بهره‌وری آب (WP) بر حسب kg m-3 از نسبت عملکرد دانه به مقدار آب آبیاری و بارندگی مؤثر (مقدار بارش موثر دوره کاشت در هر سال معادل ۸۴ میلی‌متر بود) محاسبه شد. تجزیه مرکب داده‌ها با نرم‌افزار آماریMSTATC، مقایسه میانگین با آزمون دانکن و ترسیم نمودارها با نرم‌افزار Excel صورت گرفت.

نتایج و بحث

الف- اثر خاک‌ورزی بر خصوصیات فیزیکی خاک

مقایسه اعداد دو ساله اندازه‌گیری شاخص مخروطی بیانگر اختلاف معنی‌دار تیمارهای خاک‌ورزی در لایه ۰/۱-۰ متر خاک است، به‌طوری‌که NT با فشردگی بیشتر (۰/۴۶ MPa)، اختلاف معنی‌داری با دو روش MT و CT با مقادیر به ترتیب (۰/۳ MPa و ۰/۳۴) نشان داد (شکل ۱).



شکل ۱- مقایسه میانگین شاخص مقاومت نفوذ در مدیریت‌های مختلف خاک‌ورزی

نتایج سایر مطالعات این موضوع را تأیید می‌کند (Hill, 1990; Pelegrin *et al.*, 1990; Wander and Bollero, 1999) با وجود این، محدوده تغییرات فشردگی در هر سه روش خاک‌ورزی کمتر از حد لازم برای رشد و نمو ریشه گندم (۳MPa-۲) است (Bengough and Mullins,1990). فشردگی خاک در هر سه شیوه خاک‌ورزی با افزایش عمق به‌طور قابل ملاحظه‌ای افزایش یافت، اما اختلاف معنی‌داری بین آنها در عمق‌های ۰/۲-۰/۱ و ۰/۳-۰/۲ متر وجود نداشت (شکل ۱). بنابراین می‌توان استدلال نمود که اثر فشردگی در مدیریت‌های مختلف خاک‌ورزی عمدتاً در لایه سطحی خاک محدود شده و خاک‌ورزی عمیق نقشی در کاهش فشردگی

www.SID.ir

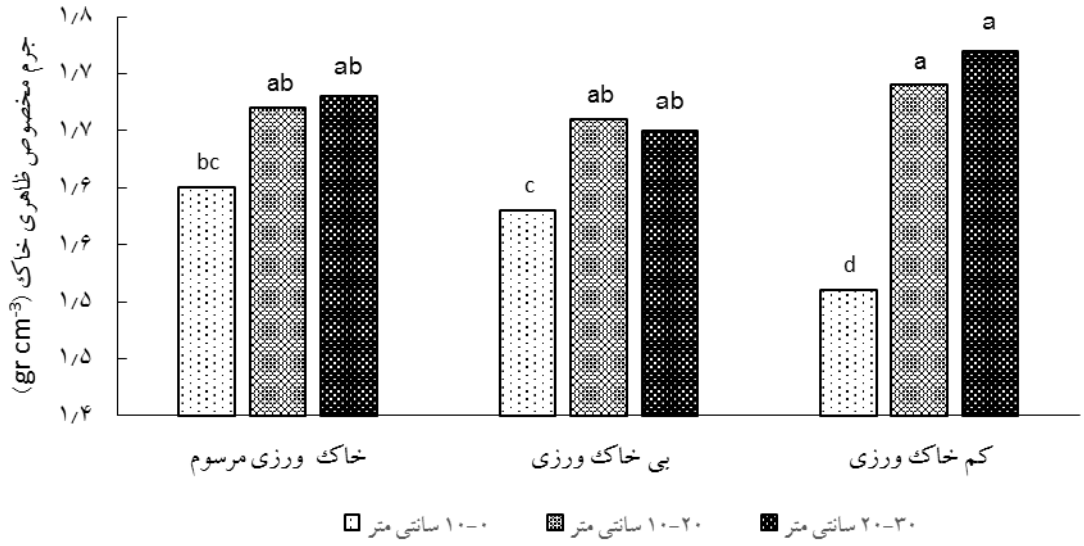
Archive of SID

لایه‌های پایینی خاک نداشته است.

روش خاک‌ورزی تأثیر معنی‌داری بر جرم مخصوص ظاهری خاک نداشت (شکل ۲). با وجود این، بین عمق‌های مختلف تفاوت معنی‌دار بود، به‌طوری‌که با افزایش عمق، جرم مخصوص ظاهری در هر سه روش خاک‌ورزی افزایش یافت.

این نتایج با مطالعات برخی محققان منطبق است (Hill and Cruse, 1985; Hu *et al*., 2018). حال آن که افزایش جرم مخصوص ظاهری خاک در روش NT نسبت به CT توسط برخی محققان دیگر مورد تأیید قرار گرفته است (Gao *et al*., 2016; Singh *et al*., 2016). به‌هرحال جرم مخصوص ظاهری خاک علاوه بر شیوه خاک‌ورزی تحت عوامل مختلفی ازجمله بافت و حجم مواد آلی خاک، اقلیم منطقه و نوع گیاه است که تغییر هرکدام می‌تواند نتایج متفاوتی را ایجاد نماید (Strudley *et al*., 2008).

نتایج شوری، اسیدیته و درصد کربن آلی خاک در عمق ۰/۳-۰ متر در انتهای دوره رشد تیمارهای خاک‌ورزی تفاوت معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۳). با وجود این، برای یک دوره دوساله درصد کربن آلی خاک در تیمار MT و NT به ترتیب ۲۱ و ۳۲ درصد نسبت به CT افزایش یافت (جدول ۳). ازاین‌رو کاربرد طولانی مدت کاشت مستقیم در بقایا (کشاورزی حفاظتی)، در افزایش درصد کربن آلی و بهبود خصوصیات فیزیکی خاک مؤثر است (Hernández *et al*., 2019).



شکل ۲- مقایسه میانگین جرم مخصوص ظاهری خاک برای لایه‌های مختلف

جدول ۳- میانگین مقادیر شوری، اسیدیته و درصد کربن آلی در روش‌های مختلف خاک‌ورزی

روش خاک‌ورزی	شوری (dS m-1)	اسیدیته	کربن آلی (%)
CT	۱/۴	۷/۵۲	۰/۵۹
NT	۱/۳۳	۷/۵۹	۰/۷۵
MT	۱/۵۳	۷/۳۴	۰/۸۷

ب- نتایج عملکرد و اجزای عملکرد

اثر سال

اثر سال بر WP در سطح ۱ درصد و وزن هزار دانه در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). تأخیر در برداشت ذرت و کاشت گندم در سال اول باعث شد تا در سال اول یک نوبت آبیاری بیش از سال دوم صورت گیرد و درمجموع WP در سال اول و دوم به ترتیب ۰/۹۹ و ۱/۳۳ کیلوگرم بر مترمکعب حاصل شد (جدول ۵). توضیح آنکه معمولاً در منطقه کشت گندم پس از ذرت دانه‌ای به دلیل تلاقی مرحله برداشت ذرت با بارش‌ها و همزمانی دوره انتهایی رشد ذرت دانه‌ای با شروع کاشت گندم به تأخیر می‌افتد.

اثر خاک‌ورزی

شیوه خاک‌ورزی تأثیر معنی‌داری بر عملکرد گندم نداشت. با وجود این، عملکرد تیمار NT (۴۸۳۰ Kg ha-1) بیش از CT (۴۶۸۰ Kg ha-1) و هردو بیش از MT (۴۶۰۰ Kg ha-1) بود (جدول ۵). نتایج این مطالعه منطبق بر نتایج Fabizzi, 2005 است. حال‌آنکه مطالعات Mousavi boogar *et al*., 2014 نشان داد که تحت شرایط آبیاری بارانی در روش CT نسبت به دو روش دیگر و روش NT نسبت به روش MT باعث افزایش معنی‌دار عملکرد

www.SID.ir

Archive of SID

گندم شد. بالاتر بودن عملکرد در تیمار NT به دلیل قرارگیری همزمان بذر و کود در عمق لازم بدون مخلوط شدن بقایا با خاک و در نتیجه افزایش کارایی مصرف کود (Halvorson *et al*., 2000) در مقایسه با تیمار MT و CT است که علاوه بر پخش کود در تمام سطح خاک، بقایا با خاک مخلوط شده و در نتیجه بخش مهمی از کود صرف تجزیه بقایا شده است.

برخلاف نتایج Mousavi boogar *et al*., 2014 برخی محققان معتقدند که کاهش خاک‌ورزی در بهبود خصوصیات خاک و درنتیجه افزایش عملکرد گندم موثر است (Wang *et al*., 2015; Chu *et al*., 2016; Latifmanesh *et al*., 2016; Shi *et al*., 2016).

جدول ۴- تجزیه واریانس مرکب اثر خاک‌ورزی بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گندم

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد دانه	سنبله در مترمربع	تعداد دانه در ۵ سنبله	وزن هزار دانه	بهره‌وری آب
سال(L)	۱	۱۸۵۸ns	۳/۳ns	۴۸۵ns	۱۳/۶*	۲/۶**
سال×تکرار	۴	۳۹۱۷ns	۲۶۲۱ns	۳۱۸ns	۲/۸ns	۰/۰۳ns
خاک‌ورزی(A)	۲	۳۸۳۵ns	۱۳۲۶۰ns	۴۴۸ns	۰/۰۶ns	۰/۰۲ns
LA	۲	۹۰۱ns	۱۳۶۱ns	۲۶۵۱ns	۴/۷ns	۰/۰۰۷ns
خطا۱	۸	۱۱۹۱	۱۶۵۱	۱۵۰۷	۱/۹	۰/۰۱
رقم(B)	۴	۱۴۸۱۹**	۱۵۰۴ns	۱۱۰۱*	۱۲/۶*	۰/۰۹**
LB	۴	۳۶۲۵*	۲۳۸۶ns	۵۷۱ns	۱۰ns	۰/۰۲ns
AB	۸	۱۲۶۱ns	۱۸۹۲ns	۸۷۹*	۶/۴ns	۰/۰۰۸ns
LAB	۸	۲۲۱۴ns	۲۰۰۸ns	۳۵۵ns	۵/۴ns	۰/۰۱۵ns
خطا۲	۴۸	۱۲۱۷	۱۲۳۰	۳۸۷	۴/۸	۰/۰۰۸
CV		۷/۴	۹/۱	۸	۶	۷/۹

جدول ۵- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گندم در روش‌های خاک‌ورزی

	عملکرد دانه (g m-2)	سنبله در m-2	وزن توده خشک (g m-2)	تعداد دانه در ۵ سنبله	وزن هزار دانه (g)	بهره‌وری آب (Kg m-3)
CT	a۴۶۸	a۳۷۸	b۱۱۰۳	a۲۴۷	a۳۶/۴	a۱/۱۴
MT	a۴۶۱	a۳۶۷	c۱۰۵۸	a۲۴۱	a۳۶/۴	a۱/۱۵
NT	a۴۸۳	a۳۹۵	a۱۱۵۹	a۲۴۸	a۳۶/۳	a۱/۱۹
چمران	a۴۹۷	a۳۷۰	a۱۱۶۴	a۲۴۹	a۳۷/۱	a۱/۲۲
داراب	b۴۴۷	a۳۹۴	b۱۰۵۹	a۲۳۵	ab۳۶	b۱/۱۱
فلات	b۴۴۳	a۳۷۶	b۱۰۳۵	a۲۳۸	ab۳۶/۳	b۱/۰۹
مهرگان	a۵۰۵	a۳۷۶	a۱۱۵۰	a۲۵۲	a۳۷/۲	a۱/۲۵
شوش	b۴۶۰	a۳۸۴	a۱۱۲۶	a۲۵۱	b۳۵/۲	b۱/۱۴

با وجود معنی‌دار نشدن WP در سه روش خاک‌ورزی، مقدار این شاخص در روش NT (۱/۱۹ Kg m-3) نسبت به دو روش دیگر خاک‌ورزی ۴ درصد بالاتر است. درمجموع می‌توان استدلال نمود اگرچه عملکرد و WP در سه شیوه خاک‌ورزی معنی‌دار نبود، کاشت مستقیم گندم در بقایای ذرت در کوتاه‌مدت به دلیل کاهش مصرف سوخت و سرعت عمل بیشتر (Allen, *et al*., 1976) بهتر از دو روش دیگر خاک‌ورزی است.

اثر رقم

رقم مهرگان و چمران۲ با بیشترین عملکرد (۵۰۰۰ Kg ha-1) و پس‌ازآن رقم شوش با (۴۶۰۰ Kg ha-1) و ارقام داراب و فلات (به ترتیب با ۴۵۰۰ Kg ha-1 و ۴۴۰۰) در یک سطح آماری بودند. بالا بودن تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه باعث شد تا مقدار عملکرد دانه در واحد سطح در دو رقم چمران ۲ و مهرگان بیش از سایر ارقام باشد. شاخص WP متناسب با عملکرد ارقام و مقدار آب مصرفی اختلاف معنی‌داری را نشان داد. ارقام مهرگان و چمران ۲ در یک سطح با بیشترین WP به ترتیب (۱/۲۵ Kg m-3 و ۱/۲۲) بالاتر از سه رقم شوش، داراب و فلات با مقادیر به ترتیب (۱/۱۴ Kg m-3، ۱/۱۱ و ۱/۱) قرار گرفتند.

www.SID.ir

Archive of SID

اثر متقابل روش خاک‌ورزی و ارقام گندم

نتایج حاصل از اثر متقابل نشان داد که تغییر صفات در ارقام و روش‌های خاک‌ورزی برای شرایط اقلیمی شمال استان خوزستان یکسان بود. ازاین‌رو رقم مهرگان و چمران ۲ در روش‌های مختلف خاک‌ورزی عملکرد بالاتری داشتند. درنتیجه کاشت مستقیم این ارقام در بقایای ذرت به دلیل عملکرد و بهره‌وری آب بالاتر توصیه می‌شوند.

نتیجه‌گیری

نتایج دو ساله حاصل از این تحقیق نشان داد که عملکرد و بهره‌وری آب گندم در حالت کاشت مستقیم در بقایای ذرت با روش کم‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی مرسوم اختلاف معنی‌داری نداشت، اما در کاهش تردد ماشین‌های خاک‌ورزی از ۶ تا ۷ نوبت به دو نوبت و به تناسب آن کاهش معنی‌دار در مصرف انرژی موثر بود. شاخص مخروطی و جرم مخصوص ظاهری خاک در هر سه شیوه خاک‌ورزی با افزایش عمق به‌طور چشمگیری افزایش یافت، اما اختلاف معنی‌داری بین سه روش خاک‌ورزی در عمق‌های ۱/۲-۰/۰ و ۰/۳-۰/۲ متر وجود نداشت. واکنش ارقام گندم به شیوه‌های مختلف خاک‌ورزی یکسان بوده و از بین آنها رقم مهرگان و چمران۲ عملکرد بالاتری داشتند. در مجموع استفاده از شیوه کاشت مستقیم گندم در بقایای ذرت با توجه به بهبود نسبی بهره‌وری آب، افزایش درصد کربن آلی خاک و کاهش مصرف انرژی در شرایط اقلیمی مناطق شمالی استان خوزستان توصیه می‌شود.

REFERENCES

Adimassu, Z., Alemu, G., and Tamene, L. (2019). Effects of tillage and crop residue management on runoff, soil loss and crop yield in the Humid Highlands of Ethiopia. Agricultural Systems, 168. 11–18.

Allen, R. R., Musick, J. T., and Wiese, A.F. (1976). Limited tillage of furrow irrigated winter wheat. Transactions of the ASAE, 19(2), 234–236.

Bengough, A.G., and Mullins, C.E. (1990). Mechanical impedance to root growth: a review of experimental techniques and root growth responses. Journal of soil science, 41(3), 341-358.

Brouder, S. M., and Gomez-Macpherson, H. (2014). The impact of conservation agriculture on smallholder agricultural yields: A scoping review of the evidence. Agriculture, ecosystems and environment, 187, 11-32.

Chandra, A., Joshi, B., and Guru, S.K. (2018). A comparative study on tillage practices and their impact on soil properties and root attributes of plants. IJCS, 6(2), 2257-2263.

Chu, P., Zhang, Y., Yu, Z., Guo, Z., and Shi, Y. (2016). Winter wheat grain yield, water use, biomass accumulation and remobilisation under tillage in the North China Plain. Field crops research, 193, 43-53.

Desrochers, J., Brye, K. R., Gbur, E., Pollock, E.D., and Savin, M.C. (2019). Long-term residue and water management practice effects on particulate organic matter in a loessial soil in eastern Arkansas, USA. Geoderma, 337, 792-804.

Gao, W., Whalley, W.R., Tian, Z., Liu, J., and Ren, T. (2016). A simple model to predict soil penetrometer resistance as a function of density, drying and depth in the field. Soil and Tillage Research, 155, 190-198.

Godfray, H.C.J., and Garnett, T. (2014). Food security and sustainable intensification. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 369 (1639), 20120273.

Gura, I., and Mnkeni, P.N.S. (2019). Crop rotation and residue management effects under no till on the soil quality of a Haplic Cambisol in Alice, Eastern Cape, South Africa. Geoderma, 337, 927-934.

Halvorson, A.D., Black, A.L., Krupinsky, J.M., Merrill, S.D., Wienhold, B.J., and Tanaka, D.L. (2000). Spring wheat response to tillage and nitrogen fertilization in rotation with sunflower and winter wheat. Agronomy journal, 92(1), 136-144.

Hernández, T.D.B., Slater, B.K., Corbalá, R.T., and Shaffer, J.M. (2019). Assessment of long-term tillage practices on physical properties of two Ohio soils. Soil and Tillage Research, 186, 270-279.

Hill, R.L., and Cruse, R. M. (1985). Tillage Effects on Bulk Density and Soil Strength of Two Mollisols 1. Soil Science Society of America Journal, 49(5), 1270-1273.

Hill, R.L. (1990). Long-term conventional and no-tillage effects on selected soil physical properties. *Soil Science Society of America Journal*, 54(1), 161-166.

Honsdorf, N., Mulvaney, M.J., Singh, R.P., Ammar, K., Burgueño, J., Govaerts, B., and Verhulst, N. (2018). Genotype by tillage interaction and performance progress for bread and durum wheat genotypes on irrigated raised beds. *Field Crops Research*, 216, 42-52.

Hu, W., Tabley, F., Beare, M., Tregurtha, C., Gillespie, R., Qiu, W., and Gosden, P. (2018). Short-term dynamics of soil physical properties as affected by compaction and tillage in a silt loam soil. *Vadose Zone Journal*, 17(1).

Jordán, A., Zavala, L.M., and Gil, J. (2010). Effects of mulching on soil physical properties and runoff under semi-arid conditions in southern Spain. *Catena*, 81(1), 77-85.

Khorramian, M., Salimpour, S. (2016). 'Effect of different irrigation levels and potash and zinc fertilizers on yield and water use efficiency of wheat in the North of Khuzestan., *Journal of Agricultural Engineering*, 39(1), 55-66.(In Farsi).

www.SID.ir

Archive of SID

Latifmanesh, H., Zheng, C. Y., Song, Z. W., Deng, A. X., Huang, J. L., Li, L., Zhang, W. J. (2016). Integrative impacts of soil tillage on crop yield, N use efficiency and greenhouse gas emission in wheat-corn cropping system. *International Journal of Plant Production*, 10(3), 317–334.

Martín-Lammerding, D., Tenorio, J.L., Albarrán, M.M., Zambrana, E., and Walter, I. (2013). Influence of tillage practices on soil biologically active organic matter content over a growing season under semiarid Mediterranean climate. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 11(1), 232-243.

Merten, G.H., Araújo, A.G., Biscaia, R.C. M., Barbosa, G.M.C., and Conte, O. (2015). No-till surface runoff and soil losses in southern Brazil. *Soil and Tillage Research*, 152, 85-93.

Mousavi boogar, A.A.; Jahansooz, M.R.; Mehrvar, M.R. and Hossainipoor, R. 2014. The effects of no-till, minimum till and conventional till systems in wheat cultivars. *Iranian journal of field crop science*. 44(3):411-418(In Farsi).

Mu, X., Zhao, Y., Liu, K., Ji, B., Guo, H., Xue, Z., and Li, C. (2016). Responses of soil properties, root growth and crop yield to tillage and crop residue management in a wheat–maize cropping system on the North China Plain. *European journal of agronomy*, 78, 32-43.

Nouri, A., Lee, J., Yin, X., Tyler, D. D., and Saxton, A.M. (2019). Thirty-four years of no-tillage and cover crops improve soil quality and increase cotton yield in Alfisols, Southeastern USA. *Geoderma*, 337, 998-1008.

Nunes, M.R., Denardin, J.E., Pauletto, E.A., Faganello, A., and Pinto, L.F.S. (2015). Mitigation of clayey soil compaction managed under no-tillage. *Soil and Tillage Research*, 148, 119-126.

Pareja-Sánchez, E., Plaza-Bonilla, D., Ramos, M. C., Lampurlanés, J., Álvaro-Fuentes, J., and Cantero-Martínez, C. (2017). Long-term no-till as a means to maintain soil surface structure in an agroecosystem transformed into irrigation. *Soil and Tillage Research*, 174, 221-230.

Pittelkow, C.M., Liang, X., Linquist, B.A., Van Groenigen, K.J., Lee, J., Lundy, M.E., and Van Kessel, C. (2015). Productivity limits and potentials of the principles of conservation agriculture. *Nature*, 517 (7534), 365.

Pelegrin, F., Moreno, F., Martin-Aranda, J., and Camps, M. (1990). The influence of tillage methods on soil physical properties and water balance for a typical crop rotation in SW Spain. *Soil and Tillage Research*, 16(4), 345-358.

Raczkowski, C.W., Reyes, M.R., Reddy, G.B., Busscher, W.J., and Bauer, P.J. (2009). Comparison of conventional and no-tillage corn and soybean production on runoff and erosion in the southeastern US Piedmont. *journal of soil and water conservation*, 64(1), 53-60.

Seitz, S., Goebes, P., Puerta, V.L., Pereira, E.I.P., Wittwer, R., Six, J., and Scholten, T. (2019). Conservation tillage and organic farming reduce soil erosion. *Agronomy for Sustainable Development*, 39(1), 4.

Sheehy, J., Regina, K., Alakukku, L., and Six, J. (2015). Impact of no-till and reduced tillage on aggregation and aggregate-associated carbon in Northern European agroecosystems. *Soil and Tillage Research*, 150, 107-113.

Shi, Y., Yu, Z., Man, J., Ma, S., Gao, Z., and Zhang, Y. (2016). Tillage practices affect dry matter accumulation and grain yield in winter wheat in the North China Plain. *Soil and Tillage Research*, 160, 73-81.

Singh, K., Mishra, A.K., Singh, B., Singh, R.P., and Patra, D.D. (2016). Tillage effects on crop yield and physicochemical properties of sodic soils. *Land Degradation & Development*, 27(2), 223-230.

Strudley, M.W., Green, T.R., and Ascough II, J.C. (2008). Tillage effects on soil hydraulic properties in space and time: State of the science. *Soil and Tillage Research*, 99(1), 4-48.

Sun, Y., Zeng, Y., Shi, Q., Pan, X., and Huang, S. (2015). No-tillage controls on runoff: A meta-analysis. *Soil and Tillage Research*, 153, 1-6.

Suzuki, L.E.A.S., Reichert, J.M., and Reinert, D.J. (2013). Degree of compactness, soil physical properties and yield of soybean in six soils under no-tillage. *Soil research*, 51(4), 311-321.

Wander, M.M., and Bollero, G.A. (1999). Soil quality assessment of tillage impacts in Illinois. *Soil Science Society of America Journal*, 63(4), 961-971.

Wang, Y., Zhang, Y., Zhou, S., and Wang, Z. (2018). Meta-analysis of no-tillage effect on wheat and maize water use efficiency in China. *Science of The Total Environment*, 635, 1372-1382.

Wang, H., Guo, Z., Shi, Y., Zhang, Y., and Yu, Z. (2015). Impact of tillage practices on nitrogen accumulation and translocation in wheat and soil nitrate-nitrogen leaching in drylands. *Soil and Tillage Research*, 153, 20-27.

www.SID.ir