Archive of SID

علوم گیاهان زراعی ایران
دورهٔ ۴۶، شمارهٔ ۴، زمستان ۱۳۹۴ (ص ۶۹۸-۶۸۷)

تأثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود وگندم و ویژگی‌های فیزیکی خاک در شرایط دیم کرمانشاه

حمیدرضا چقازردی[۱]، محمدرضا جهانسوز[۲*]، علی احمدی[۳] و منوچهر گرجی[۴]
۱، ۲، ۳ و ۴. دانشجوی دکتری رشتهٔ اکولوژی گیاهان زراعی، استادان و دانشیار،
پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۲/۲۹ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۴/۵/۲۲)

چکیده

به منظور بررسی سامانه‌های مختلف خاک‌ورزی متداول و حفاظتی (بی‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی کاهشی) بر عملکرد و برخی صفات گندم و نخود و ویژگی‌های فیزیکی خاک، آزمایش‌هایی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم سرارود کرمانشاه به مدت سه سال زراعی(۱۳۹۳-۱۳۹۰) اجرا شد. در سال اول نخود در آزمایشی با استفاده از سه سامانهٔ خاک‌ورزی مختلف در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تکرار کشت شد. در سال‌های دوم و سوم آزمایشی به‌صورت کرت‌های یکبارخردشده در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تکرار اجرا شد. سامانه‌های خاک‌ورزی در کرت‌های اصلی، گیاهان زراعی در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. نتایج سال اول نشان داد به استثنای کربن آلی خاک، همهٔ صفات تحت تأثیر سامانه‌های خاک‌ورزی قرار گرفتند ($P \leq ۰/۰۱$). بیشترین درصد رطوبت حجمی خاک در کرت‌های بی‌خاک‌ورزی نخود در سال دوم و بیشترین مقادیر عملکرد و اجزای عملکرد در سامانهٔ خاک‌ورزی کاهشی در سال سوم مشاهده شد. سامانه‌های بی‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی کاهشی توانستند بیشترین میزان صفات عملکرد، وزن هزاردانه و ارتفاع گندم را تولید کنند. به‌طورکلی، بیشتر صفات مورد بررسی تحت تأثیر نوع خاک‌ورزی قرار گرفت. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده و برتری‌های هر یک از سامانه‌های مختلف خاک‌ورزی، می‌توان سامانهٔ خاک‌ورزی کاهشی را به جای سامانهٔ خاک‌ورزی متداول به کشاورزان مناطق دیم کرمانشاه پیشنهاد کرد.

واژه‌های کلیدی: **خاک‌ورزی کاهشی، خاک‌ورزی متداول، رطوبت ذخیره‌شده، سامانهٔ بی‌خاک‌ورزی، فرسایش خاک.**

مقدمه

عملیات خاک‌ورزی سنتی با استفاده از گاوآهن برگردان‌دار در مناطق دیم، افزون بر آسیب رساندن به بافت خاک، ممکن است موجب افت عملکرد محصول نیز شود. در برخی مناطق دیم که تناوب غلات-حبوبات متداول است، اجرای عملیات خاک‌ورزی سنتی پس از برداشت حبوبات برای تهیهٔ بستر بذر غلات موجب ایجاد کلوخه‌های درشت شده و این امر موجب بالا آمدن بذرهای غلات پیشین و علف‌های هرز به ویژه در خاک‌های رسی می‌شود (Hemmat & Eskandari, 2004b). از سوی دیگر، استفاده از ادوات عملیات خاک‌ورزی سنتی با عمق کار بیشتر به دلیل

* تلفن: ۰۹۱۲۵۸۶۵۲۷۷
E-mail: jahansuz@ut.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

افزایش مقاومت کششی، موجب هدررفت انرژی نیز می‌شود (Helm, 2005; Sharma *et al.*, 2011). درحالی‌که در سامانه‌های خاک‌ورزی حفاظتی اعم از بدون خاک‌ورزی و کم‌خاک‌ورزی مقداری از بقایای کشت پیشین روی سطح خاک حفظ می‌شود، لذا افزون بر افزایش مواد آلی خاک و حفظ بیشتر رطوبت خاک، مسئلهٔ فرسایش خاک نیز کاهش می‌یابد.

در خاک‌های زراعی مناطق دیم، هر سال مقادیر شایان توجهی از مواد غذایی خاک به صورت محصول یا کاه و کلش از زمین خارج می‌شود و در نتیجه منابع تأمین انرژی و مواد غذایی به ویژه مواد آلی در خاک دچار کاهش شده و در نهایت حاصلخیزی خاک کاهش می‌یابد. حفظ بقایای گیاهی در دیمزارها اهمیت ویژه‌ای دارد، زیرا امکان حفظ بیشتر رطوبت در خاک و بالا بردن مادهٔ آلی خاک را فراهم می‌آورد. در تحقیقی برای دستیابی بهتر تولید پایدار، مشخص شد حفظ دست‌کم نیمی از بقایای گیاهی در سطح خاک ضروری است (Forrestal *et al.*, 2014). بقایای گیاهی در یک محیط اشباع از بخار آب می‌توانند تا ۹۰ درصد وزن خود آب جذب کنند، درحالی‌که مواد رسی تنها تا ۲۰ درصد وزن خود آب جذب می‌کنند (Arshad *et al.*, 1999). بنابراین حفظ بقایای گیاهی در سطح خاک برای ایجاد محیطی مناسب برای نفوذپذیری آب در خاک و کاهش تبخیر از سطح خاک به ویژه در مناطق دیم بسیار مؤثر است.

خاک‌ورزی بر بیشتر ویژگی‌های خاک مانند دما، پراکنش رطوبت و تراکم خاک تأثیر دارد (Simon *et al.*, 2009) و گزینش و اجرای بهینهٔ یک سامانهٔ خاک‌ورزی مناسب می‌تواند بستر مناسبی برای بذر فراهم آورده و در نهایت منجر به ایجاد عملکرد مطلوب شود (Hemmat & Eskandari, 2006). هرچند سامانه‌های خاک‌ورزی مرسوم با شکستن لایه‌های نفوذناپذیر خاک و قطع چرخهٔ زندگی علف‌های هرز، آفات و بیماری‌ها بستری مناسبی برای رشد گیاه فراهم می‌کنند (Mulumba & Lal, 2008)، ولی این سامانه‌ها هم به انرژی زیادی نیاز دارند و هم در درازمدت ویژگی‌های فیزیکی خاک را تخریب می‌کنند (Sharma *et al.*, 2011).

کمبود آب یکی از عامل‌های مهم محدودکنندهٔ تولید غلات و حبوبات در اراضی دیم است. عامل‌های زیادی در بهبود ذخیره و استفاده از رطوبت خاک نقش دارند که از جمله می‌توان به استفاده از روش خاک‌ورزی مناسب، به کارگیری میزان مناسب بذر و کود با توجه به میزان آب در دسترس، بهره‌گیری از روش کاشت مناسب و مبارزهٔ بهینه و بهنگام با علف‌های هرز اشاره کرد (Brengle, 1982). ساختار ضعیف و نامطلوب خاک به ویژه از نظر ویژگی‌های فیزیکی موجب اعمال اثرگذاری‌های نامطلوب بر جوانه‌زنی، استقرار، رشد و در نهایت عملکرد محصول به ویژه در حبوبات می‌شود.

بررسی تأثیر روش‌های بدون‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی مرسوم بر عملکرد در تناوب حبوبات- غلات در کانادا نشان داد عملکرد محصول غلات در روش بدون‌خاک‌ورزی همانند عملکرد آن در تناوب غلات- غلات به اضافه کاربرد کود نیتروژن بود و استفاده از تناوب حبوبات- غلات با روش بدون‌خاک‌ورزی افزون بر تأمین نیاز نیتروژن غلات موجب بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک شده و از نظر اقتصادی نیز به صرفه بود (Izaurralde *et al.*, 2001). در تحقیق همسانی در مرکز بین‌المللی تحقیقات کشاورزی در مناطق خشک (ICARDA) در سوریه مشخص شد تأثیر نوع خاک‌ورزی بر عملکرد گندم معنی‌دار بوده و خاک‌ورزی کاهشی (کمینه) بیشترین تأثیر را در افزایش عملکرد گندم دارد (Arnon, 2012). تحقیق در زمینهٔ اثرگذاری‌های بلندمدت روش‌های متفاوت خاک‌ورزی نشان می‌دهد روش بدون خاک‌ورزی موجب افزایش شایان توجه عملکرد گندم (۷۸ درصد) نسبت به روش خاک‌ورزی حفاظتی در شرایط دیم می‌شود (Mejahed & Sander, 1998).

بررسی اثرگذاری‌های چندین سامانهٔ خاک‌ورزی بر عملکرد محصول در تناوب گندم- نخود در اراضی دیم شمال‌غرب کشور نشان داد بیشترین عملکرد گندم با سامانهٔ خاک‌ورزی کاهشی به‌دست آمد، ولی بیشترین عملکرد نخود با روش بدون خاک‌ورزی به‌دست آمد (Hemmat & Eskandari, 2004a). در تحقیق دیگری روش‌های مختلف خاک‌ورزی در تناوب نخود- گندم

www.SID.ir

Archive of SID

در مناطق سردسیری کشور بررسی و مشخص شد که تأثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی در مناطق سردسیر بر عملکرد گندم دیم معنی‌دار نبود ولی بر ویژگی‌های فیزیکی خاک تأثیرگذار بودند (Rahimzadeh *et al.*, 2011). بررسی تأثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم در کشت پی‌درپی گندم در شمال‌غرب کشور (مرکز تحقیقات دیم مراغه) نشان داد روش‌های مختلف خاک‌ورزی تأثیر معنی‌داری بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم دارند و بیشترین عملکرد گندم در روش خاک‌ورزی کاهشی در مقایسه با روش خاک‌ورزی مرسوم به‌دست آمد (Hemmat & Eskandari, 2006).

با توجه به اهمیت حفظ منابع تولید به ویژه خاک در طول مراحل تولید محصول و جلوگیری از فرسایش بی‌رویهٔ آن، و نظر به اهمیت موفقیت‌آمیز بودن به کارگیری سامانه‌های خاک‌ورزی حفاظتی در زراعت دیم در جهان و دیگر مناطق ایران، این پژوهش با هدف بررسی تأثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر برخی ویژگی‌های فیزیکی خاک، عملکرد گندم، عملکرد نخود و دیگر صفات این دو محصول در اراضی دیم منطقهٔ کرمانشاه اجرا شد.

مواد و روش‌ها

محل اجرای آزمایش، ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم سرارود واقع در شهرستان کرمانشاه با ارتفاع از سطح دریا ۱۳۲۰ متر، طول جغرافیایی ۴۷ درجه و ۱۷ دقیقهٔ شرقی، عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۲۰ دقیقهٔ شمالی با میانگین بارندگی سالانه ۴۴۴ میلی‌متر و اقلیم معتدل بود. به منظور تعیین میزان عناصر خاک محل آزمایش، شش نمونه خاک از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری با روش استاندارد تهیه و پس از مخلوط کردن آنها، نمونهٔ مرکب به آزمایشگاه ارسال شد که نتایج آن در جدول ۱ آورده شده است. به منظور تأمین بقایای غلات دانه‌ریز، زمین گزینش‌شده همراه با بقایای (جار) گندم بود که در زمان اجرای آزمایش دست‌کم ۳۰ درصد بقایا روی سطح خاک قرار داشت. آزمایش سال اول (۱۳۹۱-۱۳۹۰) کشت نخود (رقم ILC482) به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تیمار خاک‌ورزی با پنج تکرار بود. تیمارهای خاک‌ورزی شامل بی‌خاک‌ورزی، خاک‌ورزی کاهشی (شخم حفاظتی توسط گاوآهن مرکب) و خاک‌ورزی متداول (شخم با گاوآهن برگردان‌دار و ۲-۱ بار دیسک‌زنی) بودند.

جدول ۱. برخی ویژگی‌های شیمیایی خاک محل آزمایش (ایستگاه تحقیقات دیم سرارود)

نیتروژن (٪)	مادهٔ آلی (٪)	شن	رس	سیلت	فسفر (ppm)	پتاسیم (ppm)	EC ($ds\ m^{-1}$)	pH
۰/۱۳۶	۱/۳۶	۴۵/۶۸	۳۵/۷۶	۱۸/۵۶	۰/۱۰۰	۸۰۰	۰/۱۰۰	۷/۸

آزمایش‌های سال دوم و سوم به صورت طرح کرت‌های یکبار خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تکرار در سال‌های زراعی ۹۲-۱۳۹۱ و ۹۳-۱۳۹۲ اجرا شد. سامانه‌های مختلف خاک‌ورزی در کرت‌های اصلی، گندم و نخود در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. طول و عرض کرت‌های اصلی به ترتیب ۱۰ و ۸ متر و کرت‌های فرعی به اندازهٔ عرض کار دستگاه (۲/۲۰ سانتی‌متر) با رعایت فاصلهٔ ۲ متری بین کرت‌های فرعی در نظر گرفته شد. گیاهان گندم (رقم آذر ۲) و نخود (رقم ILC482) با رعایت تناوب در بقایای گیاه سال پیشین در پاییز کشت شدند.

سامانه‌های مختلف خاک‌ورزی شامل سه تیمار به شرح زیر بودند: کرت‌های بی‌خاک‌ورزی که بدون هرگونه عملیات خاک‌ورزی انجام شده و نخود و گندم با دستگاه کشت مستقیم کشت شدند (تیمار بی‌خاک‌ورزی).

کرت‌های خاک‌ورزی کاهشی شامل یک مرحله شخم حفاظتی توسط گاوآهن مرکب، نخود و گندم با خطی کار عمیق کار کشت‌گستر کشت شدند (تیمار خاک‌ورزی کاهشی). کرت‌های خاک‌ورزی متداول شامل یک مرحله شخم با گاوآهن برگردان‌دار و یک مرحله دیسک که در صورت لزوم تا دو مرحله تکرار شده و پس از آن با دستگاه عمیق کار کشت‌گستر

www.SID.ir

Archive of SID

عملیات کاشت همزمان گندم و نخود انجام شد (تیمار خاک‌ورزی متداول).

برای مبارزهٔ شیمیایی با علف‌های هرز نازک‌برگ نخود از علف‌کش گالانت سوپر و برای کنترل پهن‌برگ‌ها به روش دستی اقدام شد. در کرت‌های گندم، مخلوط علف‌کش‌های تاپیک و گرانستار برای مبارزه با علف‌های هرز پهن‌برگ و نازک‌برگ استفاده شد. نمونهٔ خاک در مرکز تحقیقات آب و خاک استان کرمانشاه تجزیه شد. با توجه به نتایج، برای گندم میزان ۱۰۰ کیلوگرم کود سوپر فسفات تریبل به همراه ۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره در پاییز و ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره نیز در بهار به صورت سرک توصیه و استفاده شد و همچنین برای کرت‌های نخود تنها ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپر فسفات تریبل در زمان کاشت استفاده شد.

برای اندازه‌گیری محتوای رطوبت خاک، توسط آگر حجمی یک نمونه از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری برداشت کرده و پس از تعیین وزن آن، به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۱۰۵ درجهٔ سلسیوس در آون قرار گرفت تا خشک شود. پس از تعیین وزن خشک، محتوای رطوبت حجمی خاک با استفاده از رابطهٔ زیر به‌دست آمد:

$$\text{رطوبت وزنی} = \frac{\text{وزن خاک خشک‌شده} - \text{وزن خاک نمونه}}{\text{وزن خاک خشک‌شده}}$$

$$\text{وزن مخصوص ظاهری} = \frac{\text{وزن خاک خشک‌شده}}{\text{حجم آگر حجمی}}$$

$$\text{رطوبت حجمی} = \text{رطوبت وزنی} \times \text{وزن مخصوص ظاهری}$$

به منظور اندازه‌گیری میزان کربن آلی خاک از روش اکسایش تر استفاده شد (Walkley & Black, 1934). برای تعیین وزن مخصوص ظاهری خاک از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک پس از برداشت محصول توسط آگر حجمی نمونه، دست‌نخورده برداشت شده و در آون بمدت ۲۴ ساعت در دمای ۱۰۵ درجهٔ سلسیوس خشک شد. پس از یافتن وزن خاک خشک، با در نظر گرفتن حجم نمونه، وزن مخصوص ظاهری خاک با رابطهٔ زیر به‌دست آمد:

$$\text{وزن مخصوص ظاهری} = \frac{\text{وزن خاک نمونه (خشک‌شده)}}{\text{حجم خاک دست‌نخورده}}$$

صفات اندازه‌گیری‌شده برای گندم شامل عملکرد، شاخص برداشت، زیست‌تودهٔ (بیوماس) کل، شاخص سطح برگ، وزن هزاردانه، ارتفاع بوته، طول سنبله، شمار دانه در سنبله و شمار سنبله در مترمربع بودند. صفات اندازه‌گیری‌شدهٔ نخود شامل عملکرد، شاخص برداشت، زیست‌تودهٔ کل، شاخص سطح برگ، وزن هزاردانه، شمار غلاف در بوته، شمار دانه در بوته، نسبت دانه به غلاف، شمار شاخه‌های اصلی، میانگین طول شاخه‌های اصلی، شمار شاخه‌های فرعی و میانگین طول شاخه‌های فرعی بودند. همچنین ارزش اقتصادی محصول بر مبنای قیمت تضمینی گندم و نخود در سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ و کسر تفاوت هزینه‌های مراحل کاشت، داشت و برداشت، محاسبه شد. برای تجزیهٔ داده‌های به‌دست‌آمده شامل تجزیهٔ واریانس، مقایسهٔ میانگین‌ها به روش حداقل اختلافات معنی‌دار برای صفات معنی‌دار در جدول تجزیهٔ واریانس و روش چنددامنه‌ای دانکن برای صفات غیرمعنی‌دار در جدول تجزیهٔ واریانس از نرم‌افزار SAS نسخهٔ ۹/۱ (SAS Institute Inc.) استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیهٔ واریانس صفات اندازه‌گیری‌شدهٔ نخود در سال اول (۱۳۹۱) نشان داد روش‌های مختلف خاک‌ورزی تأثیر معنی‌داری ($P\leq ۰/۰۱$) بر همهٔ صفات داشتند (جدول‌های ۲ و ۳). همچنین نتایج تجزیهٔ واریانس ویژگی‌های فیزیکی خاک در این سال نشان داد روش‌های مختلف خاک‌ورزی تأثیر بسیار معنی‌داری ($P\leq ۰/۰۱$) بر رطوبت حجمی خاک و وزن مخصوص ظاهری خاک داشتند درحالی‌که کربن آلی خاک تحت تأثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی قرار نگرفت (جدول ۲). بیشترین درصد رطوبت حجمی خاک و بالاترین وزن مخصوص ظاهری خاک در سامانهٔ بی‌خاک‌ورزی مشاهده شد (جدول ۴). کمترین وزن مخصوص ظاهری خاک مربوط به سامانهٔ خاک‌ورزی متداول بود و به نظر می‌رسد استفاده از گاوآهن برگردان‌دار در خاک‌ورزی متداول با ایجاد کلوخه و برگرداندن خاک عمقی به سطح خاک، منجر به ایجاد خلل و فرج زیاد در لایهٔ شخم شده و وزن

www.SID.ir

Archive of SID

مخصوص ظاهری خاک را کاهش می‌دهد. نتایج آزمایش‌های ۱۱ سالهٔ خاک‌ورزی متداول با گاوآهن برگردان‌دار در شمال چین، کاهش معنی‌دار وزن مخصوص ظاهری خاک را تأیید می‌کنند (Jin *et al.*, 2011). همچنین سامانه‌های بی‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی کاهشی از نظر دو ویژگی درصد رطوبت حجمی خاک و وزن مخصوص ظاهری خاک، به‌طور معنی‌داری بیشتر از سامانهٔ خاک‌ورزی متداول بودند. بالا بودن درصد رطوبت حجمی خاک در دو سامانهٔ بی‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی کاهشی نسبت به سامانهٔ خاک‌ورزی متداول به خاطر برگردان نکردن خاک و باقی‌گذاشتن مقداری از بقایای گیاه پیشین در سطح خاک است که بازدارندهٔ بروز فرسایش شده و تبخیر سطحی را کاهش می‌دهد و در نهایت منجر به حفظ محتوای رطوبتی خاک می‌شود. یافته‌های همسانی نیز توسط دیگر محققان گزارش شده است (Triplett & Dick, 2008; Alvarez & Steinbach, 2009). میزان کربن آلی خاک در سه سامانهٔ خاک‌ورزی مورد بررسی از نظر آماری یکسان بوده و تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت (جدول ۴).

نتایج مقایسهٔ میانگین صفات نخود در سال ۱۳۹۱ نشان داد که بیشترین وزن هزاردانه، شمار شاخهٔ فرعی و میانگین طول شاخهٔ اصلی مربوط به سامانهٔ خاک‌ورزی کاهشی بودند (جدول ۴). در مقابل برای بیشتر صفات اندازه‌گیری‌شدهٔ نخود شامل عملکرد دانه، شاخص برداشت، زیست‌تودهٔ کل، نسبت سطح برگ، ارزش اقتصادی، شمار غلاف در بوته، شمار دانه در بوته، نسبت دانه به غلاف، شمار شاخهٔ اصلی و میانگین طول شاخهٔ فرعی، تفاوت معنی‌دار آماری بین سامانه‌های خاک‌ورزی کاهشی و متداول وجود نداشته و این دو سامانه بهتر از سامانهٔ بی‌خاک‌ورزی بودند (جدول ۴). به عبارت دیگر به نظر می‌رسد سامانهٔ بی‌خاک‌ورزی موجب کاهش معنی‌دار بیشتر صفات نخود نسبت به سامانه‌های خاک‌ورزی کاهشی و متداول می‌شود، هر چند تفاوت معنی‌داری بین دو سامانهٔ خاک‌ورزی کاهشی و متداول وجود نداشت. در تحقیقی برای بررسی اثرگذاری‌های انواع سامانه‌های خاک‌ورزی روی کشت نخود در خرم‌آباد مشخص شد، عملکرد نخود در سامانهٔ خاک‌ورزی کاهشی به‌طور معنی‌داری بیشتر از سامانهٔ خاک‌ورزی متداول بود (Barzegar *et al.*,2004). همچنین گزارش شده است سامانهٔ خاک‌ورزی کاهشی با نگهداری میزانی از بقایا در سطح خاک موجب افزایش محصول در سال بعد خواهد شد (Olaoye, 2002; Guy & Cox, 2002).

جدول ۲. تجزیهٔ واریانس صفات اندازه‌گیری‌شدهٔ نخود و برخی ویژگی‌های فیزیکی خاک در سال ۱۳۹۱

منابع تغییر	درجهٔ آزادی	عملکرد دانه ($kg\ ha^{-1}$)	شاخص برداشت (٪)	زیست‌تودهٔ کل ($kg\ ha^{-1}$)	نسبت سطح برگ	وزن هزاردانه (گرم)	رطوبت حجمی خاک (٪)	کربن آلی خاک (٪)	وزن مخصوص ظاهری خاک
تکرار	۴	۷۵۵۱/۹۳^{ns}	۲/۵۸۹^{ns}	۲۳۶۹۴/۰^{ns}	۰/۰۲۶۲۸^{ns}	۳۱/۱۰*	۱/۱۰۲^{ns}	۰/۰۰۰۰۷۶۷^{ns}	۰/۰۰۰۴۴۳*
تیمار	۲	۱۲۷۶۷۵۶/۴۷**	۶۸۱/۱۰۵**	۸۰۳۵۰۰۹/۳**	۶/۰۱۸۵۹**	۱۷۷۸/۴۰**	۹۷/۴۴۵**	۰/۰۰۰۲۴۶۷^{ns}	۰/۰۴۵۳۲۶۷**
خطا	۸	۵۱۱۲/۸۸	۲/۶۰۶	۳۸۲۵۱/۹	۰/۰۱۶۷۸	۸/۱۵	۱/۵۶۴	۰/۰۰۰۰۹۶۷	۰/۰۰۰۰۹۳۳
ضریب تغییرات		۱۱/۳۸	۵/۳۲	۱۱/۳۹	۹/۱۰	۱/۱۰	۱۲/۵۰	۰/۷۳	۰/۷۴

**، * و ns به ترتیب دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و عدم وجود اختلاف معنی‌دار.

جدول ۳. تجزیهٔ واریانس دیگر صفات اندازه‌گیری‌شدهٔ نخود در سال ۱۳۹۱

منابع تغییر	درجهٔ آزادی	ارزش اقتصادی (× هزار ریال)	شمار غلاف در بوته	شمار دانه در بوته	نسبت دانه به غلاف	شمار شاخهٔ اصلی	میانگین طول شاخهٔ اصلی (cm)	شمار شاخهٔ فرعی	میانگین طول شاخهٔ فرعی (cm)
تکرار	۴	۱۶۹۹۱۸۵/۰^{ns}	۲/۷۱۹^{ns}	۶/۲۳^{ns}	۰/۰۰۲۳^{ns}	۰/۱۱۷^{ns}	۱/۵۶۸*	۰/۲۰۸^{ns}	۲/۰۲۱*
تیمار	۲	۲۶۸۲۳۴۹۷۱/۷**	۳۸۹/۶۳۴**	۵۵۲/۷۲**	۰/۳۵۴۷**	۴/۸۶۶**	۶۰/۸۵۳**	۳۶/۴۵۶**	۸۸/۴۲۲**
خطا	۸	۱۱۵۰۳۹۸/۷	۱/۵۲۲	۳/۲۱	۰/۰۱۶۳	۰/۰۷۲	۰/۳۴۹	۰/۰۹۰	۰/۵۰۵
ضریب تغییرات		۱۲/۱۴	۱۱/۰۴	۱۳/۹۴	۱۲/۶۹	۹/۴۴	۳/۶۶	۷/۱۲	۹/۸۹

**، * و ns به ترتیب دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و عدم وجود اختلاف معنی‌دار.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴. تجزیهٔ واریانس صفات اندازه‌گیری‌شدهٔ نخود و برخی ویژگی‌های فیزیکی خاک در سال ۱۳۹۱

خاک‌ورزی	عملکرد دانه ($kg\ ha^{-1}$)		شاخص برداشت (٪)		زیست‌تودهٔ کل ($kg\ ha^{-1}$)		نسبت سطح برگ	
بی‌خاک‌ورزی	۴۵/۶۰	B	۱۶/۸۸	B	۲۵۵/۸۰	B	۰/۱۶	B
خاک‌ورزی کاهشی	۹۴۲/۲۰	A	۳۷/۳۶	A	۲۵۱۸/۴۰	A	۲/۱۱	A
خاک‌ورزی متداول	۸۹۷/۸۰	A	۳۶/۸۲	A	۲۳۷۷/۸۰	A	۲/۰۰	A
	وزن هزاردانه (گرم)		رطوبت حجمی خاک (٪)		کربن آلی خاک (٪)		وزن مخصوص ظاهری خاک	
بی‌خاک‌ورزی	۲۳۸/۸۰	C	۱۴/۳۰	A	۱/۳۶	A	۱/۳۹	A
خاک‌ورزی کاهشی	۲۷۶/۰۰	A	۱۰/۲۴	B	۱/۳۵	A	۱/۳۱	B
خاک‌ورزی متداول	۲۶۲/۸۰	B	۵/۴۸	C	۱/۳۶	A	۱/۲۰	C
	ارزش اقتصادی (× هزار ریال)		شمار غلاف در بوته		شمار دانه در بوته		نسبت دانه به غلاف	
بی‌خاک‌ورزی	۴۰۴/۰۰	B	۱/۰۰	B	۰/۷۵	B	۰/۷۰	B
خاک‌ورزی کاهشی	۱۳۶۳۳/۰۰	A	۱۶/۷۲	A	۱۹/۷۶	A	۱/۱۸	A
خاک‌ورزی متداول	۱۲۴۶۷/۰۰	A	۱۵/۸۲	A	۱۸/۰۴	A	۱/۱۴	A
	شمار شاخهٔ اصلی		میانگین طول شاخهٔ اصلی (cm)		شمار شاخهٔ فرعی		میانگین طول شاخهٔ فرعی (cm)	
بی‌خاک‌ورزی	۱/۷۲	B	۱۲/۱۸	C	۱/۱۸	C	۲/۳۶	B
خاک‌ورزی کاهشی	۳/۵۸	A	۱۸/۷۸	A	۶/۳۴	A	۱۰/۱۰	A
خاک‌ورزی متداول	۳/۲۲	A	۱۷/۴۴	B	۵/۱۴	B	۹/۰۸	A

میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آماری اختلاف معنی‌داری ندارند (سطح احتمال ۵ درصد).

نتایج تجزیهٔ واریانس مرکب (جدول ۵) ویژگی‌های فیزیکی خاک و صفت ارزش اقتصادی در سال‌های دوم و سوم (۱۳۹۲ و ۱۳۹۳) نشان داد روش‌های مختلف خاک‌ورزی تأثیر بسیار معنی‌داری ($P\leq ۰/۰۱$) بر رطوبت حجمی خاک، وزن مخصوص ظاهری خاک و ارزش اقتصادی محصول داشتند درحالی‌که بر کربن آلی خاک تأثیر معنی‌داری نداشتند. نوع محصول (گندم یا نخود) بر رطوبت حجمی خاک و ارزش اقتصادی تأثیر بسیار معنی‌داری داشت درحالی‌که بر وزن مخصوص ظاهری خاک و میزان کربن آلی خاک تأثیر معنی‌داری نداشت (جدول ۵). بیشترین درصد رطوبت حجمی خاک (۱۴/۲۷) در کرت‌های بی‌خاک‌ورزی نخود در سال ۱۳۹۲ مشاهده شد درحالی‌که کمترین درصد رطوبت حجمی خاک در کرت‌های خاک‌ورزی متداول گندم و نخود (به ترتیب ۵/۴۷ و ۵/۶۱) در سال ۱۳۹۲ مشاهده شد (جدول ۶). به‌طورکلی سامانهٔ بی‌خاک‌ورزی در مقایسه با دو سامانهٔ دیگر، بیشترین درصد رطوبت حجمی خاک را به خود اختصاص دادند. نتایج همسانی در آزمایش‌های تعیین سامانه‌های مناسب خاک‌ورزی برای کشت گندم- نخود در اسپانیا (Lopez-Bellido *et al.*, 1998)، کشت گندم- ذرت در هندوستان (Sharma *et al.*, 2011) گزارش شده است که بر پایهٔ آنها همهٔ سامانه‌های خاک‌ورزی حفاظتی برتر از سامانهٔ خاک‌ورزی متداول در زمینهٔ حفظ درصد رطوبت حجمی خاک بوده‌اند.

از نظر وزن مخصوص ظاهری خاک، سامانهٔ خاک‌ورزی متداول کمترین میزان را بدون توجه به نوع محصول و سال آزمایش به خود اختصاص داد و در رتبهٔ بعدی سامانهٔ خاک‌ورزی کاهشی قرار گرفت (جدول ۶). یکی از علل عمدهٔ افزایش وزن مخصوص ظاهری خاک در روش سامانهٔ بی‌خاک‌ورزی این است که در این روش، عملیات کشت بذر تنها با ایجاد شیار در محل و عمق مناسب کاشت، توسط دستگاه بذرکار انجام گرفته و نه تنها موجب به هم‌خوردگی خاک نمی‌شود ، بلکه در تأثیر تردد ماشین‌ها و ادوات مربوطه، میزانی فشردگی خاک نیز ایجاد می‌شود، لذا به نظر می‌رسد یکی از علل مهم افزایش وزن مخصوص ظاهری خاک ناشی از این مسئله است. از سوی دیگر در سامانهٔ خاک‌ورزی کاهشی نیز به هم‌خوردگی خاک به صورت کامل رخ نداده و این امر موجب افزایش وزن مخصوص ظاهری خاک می‌شود. این یافته با گزارش‌های همسان دیگر همخوانی دارد (Tarkalson *et al.*, 2006).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵. تجزیهٔ واریانس مرکب صفت ارزش اقتصادی و برخی ویژگی‌های فیزیکی خاک در سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳

منابع تغییر	درجهٔ آزادی	رطوبت حجمی خاک (٪)	کربن آلی خاک (٪)	وزن مخصوص ظاهری خاک	ارزش اقتصادی (× هزار ریال)
سال	۱	۷/۳۲۱**	۰/۰۱۵۸۶۷^{ns}	۰/۰۹۶۶۱**	۴۵۷۲۳۵۷۱۹/۲**
تکرار / سال	۸	۱/۶۵۰	۰/۰۰۰۷۱۶	۰/۰۰۰۸۸	۱۶۸۳۲۴۲/۶
خاک‌ورزی	۲	۵۷۸/۹۳۹**	۰/۰۱۲۱۴۱^{ns}	۰/۳۶۳۹۱**	۳۳۸۰۱۱۵۷۸/۲**
سال × خاک‌ورزی	۲	۶۴/۸۱۶**	۰/۰۰۱۳۰۷^{ns}	۰/۰۰۹۷۸**	۱۴۶۸۱۷۱/۸^{ns}
تکرار × خاک‌ورزی / سال	۱۶	۰/۴۲۵	۰/۰۰۰۳۰۰	۰/۰۰۰۴۲	۱۶۰۱۲۵۶/۱
محصول	۱	۲۶/۵۲۷**	۰/۰۰۰۳۴۷^{ns}	۰/۰۰۳۲۹^{ns}	۷۰۹۳۸۸۸۸/۹**
محصول × خاک‌ورزی	۲	۱/۵۴۸^{ns}	۰/۰۰۰۷۴۴^{ns}	۰/۰۰۰۱۴^{ns}	۳۰۴۶۷۲۱۹۲/۶**
محصول × سال	۱	۰/۰۳۵^{ns}	۰/۰۰۰۶۰۵^{ns}	۰/۰۰۲۲۱^{ns}	۱۳۳۷۹۹۶۴۵/۰**
محصول × سال × خاک‌ورزی	۲	۰/۷۲۷^{ns}	۰/۰۰۰۴۵۵^{ns}	۰/۰۰۰۸۳^{ns}	۷۱۷۲۱۶۸/۶^{ns}
خطا	۱۴۴	۱/۱۵۹	۰/۰۷۶۸۰۴	۰/۰۰۱۲۳	۵۹۰۷۶۵۴/۰
ضریب تغییرات	-	۱۰/۹۵	۱۷/۷۰	۲/۶۸	۱۳/۵۴

**، * و ns به ترتیب دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و عدم وجود اختلاف معنی‌دار.

جدول ۶. مقایسهٔ میانگین صفت ارزش اقتصادی و برخی ویژگی‌های فیزیکی خاک در سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳

	سال زراعی ۱۳۹۲-۱۳۹۱				سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲			
	گندم		نخود		گندم		نخود	
رطوبت حجمی خاک (٪)								
بی‌خاک‌ورزی	۱۳/۰۹	B	۱۴/۲۷	A	۱۰/۸۵	DE	۱۱/۶۵	C
خاک‌ورزی کاهشی	۱۰/۴۳	EF	۱۱/۳۲	CD	۹/۹۰	F	۱۰/۸۳	DE
خاک‌ورزی متداول	۵/۴۷	H	۵/۶۱	H	۶/۹۴	G	۷/۵۹	G
کربن آلی خاک (٪)								
بی‌خاک‌ورزی	۱/۵۶۴	A	۱/۵۶۶	A	۱/۵۸۱	A	۱/۵۹۷	A
خاک‌ورزی کاهشی	۱/۵۵۹	A	۱/۵۵۷	A	۱/۵۷۷	A	۱/۵۸۷	A
خاک‌ورزی متداول	۱/۵۴۷	A	۱/۵۴۵	A	۱/۵۵۷	A	۱/۵۵۰	A
وزن مخصوص ظاهری خاک								
بی‌خاک‌ورزی	۱/۳۸۱	A	۱/۳۸۰	A	۱/۴۰۴	A	۱/۳۹۴	A
خاک‌ورزی کاهشی	۱/۲۷۳	D	۱/۲۷۷	D	۱/۳۳۹	B	۱/۳۱۳	C
خاک‌ورزی متداول	۱/۲۰۴	E	۱/۱۹۶	E	۱/۲۷۴	D	۱/۲۶۴	D
ارزش اقتصادی (× هزار ریال)								
بی‌خاک‌ورزی	۱۵۶۵۰/۳	EF	۱۱۷۰۸/۲	G	۲۲۲۱۷/۰	A	۱۳۲۷۷/۷	G
خاک‌ورزی کاهشی	۱۷۳۰۶/۷	DE	۲۰۱۹۵/۵	BC	۲۱۸۵۲/۷	AB	۲۲۴۰۵/۲	A
خاک‌ورزی متداول	۱۵۴۰۸/۷	F	۱۷۸۶۸/۳	D	۱۹۰۳۱/۸	CD	۱۸۴۷۸/۹	CD

میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آماری اختلاف معنی‌داری ندارند (سطح احتمال ۵ درصد).

تأثیر متقابل سه جانبهٔ محصول×سال×خاک‌ورزی در مورد هیچ‌کدام از صفات معنی‌دار نبود. اثرگذاری‌های متقابل دو جانبهٔ محصول×سال و محصول×خاک‌ورزی بر ویژگی‌های فیزیکی خاک تأثیر معنی‌داری نداشتند درحالی‌که این اثرگذاری‌ها بر ارزش اقتصادی محصول بسیار معنی‌دار بودند (جدول۵). بیشترین ارزش اقتصادی از کرت‌های گندم با سامانه‌های بی‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی کاهشی در سال ۱۳۹۳ و کرت‌های نخود با سامانهٔ خاک‌ورزی کاهشی در سال ۱۳۹۳ به‌دست آمد. روند نسبی

www.SID.ir

Archive of SID

همسانی نیز البته با شدت کمتر در سال ۱۳۹۲ مشاهده شد (جدول۶). به‌طورکلی می‌توان نتیجه‌گیری کرد که از نظر ارزش اقتصادی استفاده از سامانهٔ خاک‌ورزی کاهشی مناسب‌تر از دو سامانهٔ دیگر بود (بی‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی متداول). با توجه به کاربرد کمتر انرژی در سامانه‌های خاک‌ورزی حفاظتی در مقایسه با سامانهٔ خاک‌ورزی متداول و با عنایت به نتایج به‌دست‌آمده در زمینهٔ صفت ارزش اقتصادی، برتری اقتصادی این سامانه‌ها چند برابر می‌شود. در بررسی نیازهای انرژی سامانه‌های مختلف خاک‌ورزی در هندوستان مشخص شد، سامانهٔ خاک‌ورزی کاهشی ۳۴/۳ درصد انرژی کمتری نسبت به سامانهٔ خاک‌ورزی متداول کاربرد می‌کند و میزان صرفه‌جویی انرژی آن ۲/۵ برابر بیشتر است (Sharma *et al.*, 2011). لذا با توجه به افزایش هزینهٔ سوخت و توجه به لزوم صرفه‌جویی در کاربرد آن، سامانه‌های خاک‌ورزی حفاظتی می‌تواند گزینهٔ مناسبی باشند هرچند سودمندی‌های استفاده از این روش‌ها، تنها محدود به بحث انرژی نیست.

تجزیهٔ واریانس مرکب صفات گیاه نخود در طی سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ (جدول‌های ۷ و ۸) نشان داد اثرگذاری اصلی روش خاک‌ورزی بر همهٔ صفات در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. تأثیر متقابل خاک‌ورزی× سال تنها در مورد صفات وزن هزاردانه و زیست‌تودهٔ کل نخود تأثیر معنی‌داری داشت و بر دیگر صفات تأثیری نداشت. بیشترین مقادیر صفات عملکرد، شمار غلاف در بوته، شمار دانه در بوته، نسبت دانه به غلاف، شمار شاخهٔ اصلی، میانگین طول شاخهٔ اصلی، شمار شاخهٔ فرعی و میانگین طول شاخهٔ فرعی را در نخود و در هر دو سال ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ مربوط به سامانهٔ خاک‌ورزی کاهشی بود (جدول ۹). در تحقیقی در شمال‌غرب ایران، مشخص شد استفاده از چندین سامانهٔ خاک‌ورزی حفاظتی، به‌طور میانگین موجب افزایش ۳۲ درصدی عملکرد نخود می‌شود (Hemmata & Eskandari, 2004a). بررسی عملکرد نخود در دیمزارهای استرالیا نشان داد سامانه‌های خاک‌ورزی حفاظتی تا ۱۰ درصد می‌توانند موجب افزایش عملکرد نسبت به سامانهٔ خاک‌ورزی متداول شوند (Felton *et al.*, 1998).

جدول ۷. تجزیهٔ واریانس مرکب برخی صفات نخود در سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳

منابع تغییر	درجهٔ آزادی	عملکرد دانه ($kg\ ha^{-1}$)	شاخص برداشت (٪)	زیست‌تودهٔ کل ($kg\ ha^{-1}$)	نسبت سطح برگ	وزن هزاردانه (گرم)	شمار غلاف در بوته
سال	۱	۹۷/۲^{ns}	۹۷/۲۰**	۹۵۲۳۰۰/۸**	۱/۰۷۹۲**	۱۰۴/۵۳۳*	۹/۶۳۳^{ns}
تکرار / سال	۸	۷۸۲/۴	۱/۲۰	۴۷۳۰/۵	۰/۰۱۹۱	۲۷/۱۶۷	۶/۶۶۷
خاک‌ورزی	۲	۱۰۰۹۰۶۳/۴**	۱۱/۱۰**	۳۶۴۳۶۴۳/۱**	۴/۴۷۰۷**	۱۳۳۶/۶۳۳**	۸۴۳/۴۳۳**
خاک‌ورزی × سال	۲	۵۰۸۱/۷^{ns}	۲/۱۰^{ns}	۱۹۲۰۶۲/۲**	۰/۰۰۳۱^{ns}	۲۰۵/۸۳۳**	۱/۶۳۳^{ns}
خطا	۱۶	۴۴۶۸/۶	۲/۱۰	۱۶۶۸۹/۵	۰/۰۲۴۳	۱۹/۳۱۶	۳/۲۴۲
ضریب تغییرات	-	۶/۵۳	۳/۲۳	۵/۱۴	۶/۷۰	۱/۶۱	۵/۹۳

**، * و ns به ترتیب دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و عدم وجود اختلاف معنی‌دار.

جدول ۸. تجزیهٔ واریانس مرکب صفات نخود در سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳

منابع تغییر	درجهٔ آزادی	شمار دانه در بوته	نسبت دانه به غلاف	شمار شاخهٔ اصلی	میانگین طول شاخهٔ اصلی (cm)	شمار شاخهٔ فرعی	میانگین طول شاخهٔ فرعی (cm)
سال	۱	۲۸/۰۳۳*	۰/۰۰۰۷۵^{ns}	۰/۱۶۱۳^{ns}	۴۰/۱۸۱۳^{ns}	۰/۲۰۸۳^{ns}	۰/۶۸۷۱^{ns}
تکرار / سال	۸	۱۵/۸۶۷	۰/۰۲۰۰۷	۰/۲۵۱۳	۳/۱۵۴۲	۰/۴۶۲۷	۱/۹۹۲۵
خاک‌ورزی	۲	۲۲۵۰/۵۳۳**	۰/۲۷۵۸۲**	۱۲/۱۴۲۳**	۴۲۸/۱۲۰۳**	۵۶/۷۸۸۰**	۲۵۳/۵۸۳۹**
خاک‌ورزی × سال	۲	۱۴/۵۳۳^{ns}	۰/۰۰۵۵۳^{ns}	۰/۱۶۰۳^{ns}	۳/۳۳۰۳^{ns}	۰/۳۵۷۳^{ns}	۲/۵۵۴۳^{ns}
خطا	۱۶	۴/۸۶۷	۰/۰۰۵۷۷	۰/۳۰۲۶	۲/۰۴۸۷	۰/۵۸۶۴	۱/۵۱۷۷
ضریب تغییرات	-	۶/۰۷	۶/۴۷	۱۲/۱۵	۶/۱۰	۱۲/۲۹	۷/۵۶

**، * و ns به ترتیب دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و عدم وجود اختلاف معنی‌دار.

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج مقایسهٔ میانگین صفت شاخص برداشت نشان داد که در سال ۱۳۹۲، تفاوتی بین سامانه‌های مختلف خاک‌ورزی وجود نداشت در حالی‌که در سال ۱۳۹۳، سامانه‌های خاک‌ورزی حفاظتی از نظر شاخص برداشت برتر از سامانهٔ خاک‌ورزی متداول بودند (جدول ۹). زیست‌تودهٔ کل در سامانهٔ بی‌خاک‌ورزی سال ۱۳۹۲ کمتر از سامانه‌های خاک‌ورزی کاهشی و متداول بود ولی در سال دوم سامانهٔ خاک‌ورزی کاهشی به‌طور معنی‌داری برتر از دو سامانهٔ دیگر بود. نسبت سطح برگ در سامانهٔ خاک‌ورزی کاهشی در هر دو سال برتر از سامانه‌های بی‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی متداول بود. هرچند که میزان آن در سال ۱۳۹۲ به‌طور معنی‌داری کمتر از سال ۱۳۹۳ شد (جدول ۹). وزن هزاردانهٔ نخود سامانه‌های بی‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی کاهشی در هر دو سال بیشتر از سامانهٔ خاک‌ورزی متداول به‌دست آمد. به‌طورکلی می‌توان اذعان داشت که بیشتر صفات مربوط به نخود در سامانهٔ خاک‌ورزی کاهشی دارای میزان مناسب و شایان پذیرش در مقایسه با سامانه‌های بی‌خاک‌ورزی و متداول بودند که تا حدود زیادی با یافته‌های دیگر محققان در این زمینه همخوانی دارد (Barzegar *et al.*, 2004; Hemmata & Eskandari, 2004b; Munoz-Romero *et al.*, 2012).

جدول ۹. مقایسهٔ میانگین صفات نخود در سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳

سال	روش خاک‌ورزی	عملکرد دانه ($kg\ ha^{-1}$)	شاخص برداشت (٪)	زیست‌تودهٔ کل ($kg\ ha^{-1}$)	نسبت سطح برگ	وزن هزاردانه (گرم)	شمار غلاف در بوته
سال ۱۳۹۲	بی‌خاک‌ورزی	۶۵۱/۲ C	۴۶/۰ A	۱۸۰۷/۲ D	۱/۳۶۲ E	۲۸۴/۸ A	۲۰/۲ C
	خاک‌ورزی کاهشی	۱۲۶۸/۰ A	۴۷/۸ A	۲۶۸۵/۶ C	۲/۶۵۲ B	۲۷۵/۸ B	۳۸/۶ A
	خاک‌ورزی متداول	۱۱۴۵/۲ B	۴۶/۰ A	۲۵۱۸/۶ C	۲/۴۰۲ C	۲۵۳/۶ D	۳۴/۰ B
سال ۱۳۹۳	بی‌خاک‌ورزی	۶۸۵/۲ C	۴۳/۴ BC	۱۸۶۲/۲ D	۱/۷۸۰ D	۲۸۰/۲ AB	۲۰/۰ C
	خاک‌ورزی کاهشی	۱۲۹۳/۰ A	۴۴/۰ B	۳۲۸۶/۰ A	۳/۰۲۲ A	۲۷۸/۲ B	۳۷/۰ A
	خاک‌ورزی متداول	۱۰۹۷/۰ B	۴۱/۶ C	۲۹۳۲/۲ B	۲/۷۵۲ B	۲۶۷/۰ C	۳۲/۴ B

سال	روش خاک‌ورزی	شمار دانه در بوته	نسبت دانه به غلاف	شمار شاخهٔ اصلی	میانگین طول شاخهٔ اصلی (cm)	شمار شاخهٔ فرعی	میانگین طول شاخهٔ فرعی (cm)
سال ۱۳۹۲	بی‌خاک‌ورزی	۲۱/۲ D	۱/۰۵۴ B	۳/۴۶ D	۱۵/۷۲ D	۴/۱۶ D	۱۰/۲۶ C
	خاک‌ورزی کاهشی	۵۳/۶ A	۱/۳۹۴ A	۵/۸۸ A	۲۹/۰۸ A	۹/۱۲ A	۲۰/۷۳ A
	خاک‌ورزی متداول	۳۷/۲ C	۱/۰۹ B	۴/۴۶ B	۲۶/۶۶ BC	۵/۶۶ B	۱۸/۳۸ B
سال ۱۳۹۳	بی‌خاک‌ورزی	۲۱/۸ D	۱/۰۹۲ B	۳/۶ CD	۱۶/۳۰ D	۴/۴۲ CD	۱۱/۱۰ C
	خاک‌ورزی کاهشی	۴۹/۴ B	۱/۳۳۸ A	۵/۵۴ A	۲۷/۵۶ AB	۸/۶۶ A	۲۰/۰۶ A
	خاک‌ورزی متداول	۳۵/۰ C	۱/۰۷۸ B	۴/۲۲ BC	۲۵/۳۶ C	۵/۳۶ BC	۱۷/۳۰ B

میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آماری اختلاف معنی‌داری ندارند (سطح احتمال ۵ درصد).

تجزیهٔ واریانس مرکب صفات گیاه گندم در طی سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ (جدول ۱۰) نشان داد تأثیر اصلی خاک‌ورزی بر همهٔ صفات گیاه به‌جز شاخص برداشت، نسبت سطح برگ و طول سنبله، در سطح احتمال ۱درصد معنی‌دار بود. تأثیر متقابل خاک‌ورزی× سال تنها در مورد صفات زیست‌تودهٔ کل و شمار سنبله در مترمربع معنی‌دار بود (جدول ۱۰). سامانه‌های بی‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی کاهشی توانستند بیشترین میزان صفات عملکرد گندم، وزن هزاردانه و ارتفاع را در هر دو سال ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ تولید کنند (جدول ۱۱). تفاوتی بین سه سامانهٔ خاک‌ورزی مورد بررسی از نظر شاخص برداشت در هر دو سال آزمایش وجود نداشت هرچند، به‌طور میانگین درصد شاخص برداشت سال ۱۳۹۲ بهتر از سال ۱۳۹۳ بود. سامانه‌های بی‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی کاهشی توانستند بیشترین زیست‌تودهٔ کل گندم را در سال ۱۳۹۳ تولید کنند در حالی‌که در سال ۱۳۹۲ تنها سامانهٔ خاک‌ورزی کاهشی توانست بیشترین زیست‌تودهٔ کل را تولید کند

www.SID.ir

Archive of SID

(جدول۱۱). گزارش‌های دیگر محققان نیز گویای برتری روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی اعم از سامانه‌های بی‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی کاهشی نسبت به سامانهٔ خاک‌ورزی متداول در مناطق دیم در افزایش عملکرد محصول گندم دارد (Lopez-Bellido *et al.*, 1996; Halvorson *et al.*, 1999).

بنابر نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش تفاوت معنی‌دار آماری از نظر صفت نسبت سطح برگ گندم بین سه سامانهٔ خاک‌ورزی مورد بررسی در هر دو سال آزمایشی وجود نداشت هرچند که این صفت در سال ۱۳۹۳ بهتر از سال پیش از آن بود (جدول ۱۱). سامانهٔ خاک‌ورزی کاهشی توانست بیشترین شمار سنبله در مترمربع و شمار دانه در سنبله را در سال ۱۳۹۲ ایجاد کند در حالی‌که سامانه‌های بی‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی کاهشی توانستند بیشترین میزان این صفات را در سال ۱۳۹۳ تولید کنند. مقایسهٔ میانگین صفات نشان داد که سامانه‌های مختلف خاک‌ورزی در طول دو سال تأثیر معنی‌داری بر طول سنبلهٔ گندم نداشتند (جدول ۱۱). نتایج همسانی برای صفات شمار سنبله در مترمربع و شاخص برداشت در آزمایش‌های دیم گندم در شمال‌غرب کشور در زمینهٔ تأثیر سامانه‌های خاک‌ورزی حفاظتی گزارش شده است (Hemmata & Eskandari, 2006). به‌طورکلی می‌توان استنباط کرد که همانند گیاه نخود، در گیاه گندم نیز بیشتر صفات مورد بررسی تحت تأثیر نوع خاک‌ورزی قرار گرفته و سامانهٔ خاک‌ورزی کاهشی توانست در بیشتر موارد تأثیر بهتر و مطلوبی روی صفات زراعی گیاه بگذارد.

جدول ۱۰. تجزیهٔ واریانس مرکب صفات گندم در سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳

منابع تغییر	درجهٔ آزادی	عملکرد دانه ($kg\ ha^{-1}$)	شاخص برداشت (٪)	زیست‌تودهٔ کل ($kg\ ha^{-1}$)	نسبت سطح برگ	وزن هزاردانه (گرم)	ارتفاع بوته (cm)	شمار سنبله در مترمربع	طول سنبله (cm)	شمار دانه در سنبله
سال	۱	۲۲۶۳۲/۵**	۹۳/۶۳**	۲۳۹۳۶۲۲/۵**	۰/۶۲۲۱**	۸/۸۵۶**	۱۸۲/۵۳۳**	۷۸۰/۳۰**	۰/۱۳۳^{ns}	۰/۳۰^{ns}
تکرار / سال	۸	۴۹۱۲/۸	۲/۰۰	۱۰۸۵۷/۰	۰/۰۳۸۷	۴/۳۷۶	۶/۳۳۳	۶۲/۷۲	۰/۲۵۰	۱/۹۱
خاک‌ورزی	۲	۶۹۱۶۳/۰**	۲/۰۳^{ns}	۸۰۱۸۳۳/۲**	۰/۰۳۳۱^{ns}	۲۸/۲۸۹**	۹۱/۴۳۳**	۶۹۷/۲۳**	۰/۱۰۰^{ns}	۶۲/۶۳**
خاک‌ورزی × سال	۲	۷۴۳۵/۰^{ns}	۱/۲۳^{ns}	۲۶۸۷۴۷/۰**	۰/۰۶۸۰^{ns}	۱/۲۲۱^{ns}	۰/۲۳۳^{ns}	۱۱۵/۹۰**	۰/۰۳۳^{ns}	۳/۱۰^{ns}
خطا	۱۶	۵۶۷۲/۹	۱/۸۰	۱۳۹۸۲/۳	۰/۰۵۶۱	۱/۱۶۸	۴/۵۸۳	۱۶/۴۴	۰/۶۵۰	۳/۲۰
ضریب تغییرات	-	۳/۳۰	۴/۳۲	۱/۶۱	۹/۰۵	۳/۱۴	۲/۴۱	۲/۰۳	۱۰/۳۴	۶/۳۵

**، * و ns به ترتیب دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و عدم وجود اختلاف معنی‌دار.

جدول ۱۱. مقایسهٔ میانگین صفات گندم در سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳

سال	روش خاک‌ورزی	عملکرد دانه ($kg\ ha^{-1}$)		شاخص برداشت (٪)		زیست‌تودهٔ کل ($kg\ ha^{-1}$)		نسبت سطح برگ		وزن هزار دانه (گرم)	
سال ۱۳۹۲	بی‌خاک‌ورزی	۲۲۵۲/۰	BC	۳۲/۴	A	۶۸۵۱/۴	D	۲/۴۲	C	۳۶/۱۲	A
	خاک‌ورزی کاهشی	۲۳۲۶/۰	AB	۳۳/۶	A	۷۴۰۹/۰	B	۲/۴۹	C	۳۵/۲۸	A
	خاک‌ورزی متداول	۲۱۸۷/۰	C	۳۲/۴	A	۶۹۴۴/۸	D	۲/۵۱	BC	۳۳/۴۲	B
سال ۱۳۹۳	بی‌خاک‌ورزی	۲۳۶۵/۰	A	۲۹/۶	B	۷۷۷۷/۴	A	۲/۸۱	AB	۳۵/۲۲	A
	خاک‌ورزی کاهشی	۲۳۷۳/۰	A	۲۹/۴	B	۷۸۹۲/۰	A	۲/۸۶	A	۳۴/۷۸	AB
	خاک‌ورزی متداول	۲۱۹۱/۸	C	۲۸/۸	B	۷۲۳۰/۶	C	۲/۶۱	ABC	۳۱/۵۶	C

		ارتفاع بوته (cm)		شمار سنبله در مترمربع		طول سنبله (cm)		شمار دانه در سنبله	
سال ۱۳۹۲	بی‌خاک‌ورزی	۹۲/۴	A	۲۰۱/۶	B	۷/۸	A	۲۷/۸	BC
	خاک‌ورزی کاهشی	۹۳/۸	A	۲۱۳/۰	A	۸/۰	A	۳۰/۸	A
	خاک‌ورزی متداول	۸۸/۰	B	۲۰۰/۰	B	۷/۸	A	۲۶/۲	CD
سال ۱۳۹۳	بی‌خاک‌ورزی	۸۷/۸	B	۱۹۸/۰	B	۷/۸	A	۲۸/۸	AB
	خاک‌ورزی کاهشی	۸۸/۶	B	۲۰۳/۲	B	۷/۸	A	۳۰/۴	A
	خاک‌ورزی متداول	۸۳/۰	C	۱۸۲/۸	C	۷/۶	A	۲۵/۰	D

میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آماری اختلاف معنی‌دار آماری ندارند (در سطح احتمال ۵ درصد).

www.SID.ir

Archive of SID

بیشتر کشاورزان ایران در مناطق دیم از سامانه‌های خاک‌ورزی متداول استفاده کرده و بقایای گیاهی را روی زمین باقی نمی‌گذارند. این روش کشاورزی، افزون بر افزایش خطر فرسایش خاک موجب کاهش ذخیرهٔ رطوبت خاک شده و در نتیجه کشاورزان ناچارند از سال‌های آیش نیز استفاده کنند. البته در بیشتر مناطق خروج بقایای گیاهی از زمین به خاطر تغذیهٔ دام است و از سوی دیگر به‌سبب پایین بودن سطح مکانیزاسیون در دیمزارها، در عمل امکان کاربرد سامانه‌های خاک‌ورزی حفاظتی وجود ندارد. لذا به‌نظر می‌رسد افزون بر توجیه کشاورزان برای استفاده از سامانه‌های خاک‌ورزی حفاظتی به ویژه سامانهٔ خاک‌ورزی کاهشی، بایستی امکانات مالی برای بهرمندی کشاورزان از تسهیلات ارزان‌قیمت را فراهم کرد. همچنین مسئلهٔ تأمین علوفهٔ دام نیز باید به گونه‌ای مقتضی برطرف شود تا در نهایت با به‌کارگیری مناسب سامانه‌های خاک‌ورزی حفاظتی، افزون بر حفظ منابع تولید، درآمد کشاورزان را نیز تضمین کرد.

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج این بررسی، به نظر می‌رسد در حال حاضر کاربرد سامانهٔ خاک‌ورزی کاهشی و توصیهٔ آن به کشاورزان دیم‌کار منطقی باشد. این سامانهٔ خاک‌ورزی افزون بر تأمین هدف‌های درازمدت در خصوص حفظ منابع خاک و آب، می‌تواند در تولید عملکرد مناسب و شایان پذیرش دو محصول مهم گندم و نخود در دیمزارهای غرب کشور مؤثر باشد.

REFERENCES

1. Alvarez, R. & Steinbach, H. S. (2009). A review of the effects of tillage systems on some soil physical properties, water content, nitrate availability and crops yield in the Argentine Pampas. *Soil and Tillage Research*, 104, 1-15.
2. Arnon, I. (2012). *Agriculture in Dry Lands: Principles and Practice*. Elsevier Science Publishers, Amsterdam, The Netherland. pp 992.
3. Arshad, M. A., Franzluebbers, A. J. & Gill, K. S. (1999). Improving barley yield on an acidic Boralf with crop rotation, and zero tillage. *Soil and Tillage Research*, 50, 47-53.
4. Brengle, K. C. (1982). Principles and practices of dryland farming. Colorado Associated University press. Boulder. Colorado, USA.
5. Felton, W. L., Marcellos, H. & Herridge, D. F. (1998). Crop rotations increase productivity in no-tillage systems in northern New South Wales. In: Proceedings *of the 9th Australian Agronomy Conference*. Wagga Wagga, NSW. PP. 849-851.
6. Forrestal, P., Meisinger, J. & Kratochvil, R. (2014). Winter wheat starter nitrogen management: a preplant soil nitrate test and site-specific nitrogen loss potential. *Soil Science Society of America Journal*, 78, 1021-1034.
7. Guy, S. O. & Cox, D. B. (2002). Reduced tillage increases residue groundcover in subsequent dry pea and winter wheat crops in Palouse region of Idaho. *Soil and Tillage Research*, 66, 69-77.
8. Halvorson, A. D., Blak, A. L., Krupinsky, J. M. & Merril, S. D. (1999). Dryland winter wheat response to tillage and nitrogen within an annual cropping system. *Agronomy Journal*, 91, 702-707.
9. Helm, V. (2005). Conservation tillage: corn, grain sorghum, and wheat in Dallas County, Texas. *Soil and Tillage Research*, 23, 356-366.
10. Hemmat, A. & Eskandari, I. (2004a). Tillage system effects upon productivity of a dryland winter wheat–chickpea rotation in the northwest region of Iran. *Soil and Tillage Research*, 78, 69-80.
11. Hemmat, A. & Eskandari, I. (2004b). Conservation tillage practices for winter wheat–fallow farming on a clay loam soil (Calcisols) under temperate continental climate of northwestern Iran. *Field Crops Research*, 89, 123-133.
12. Hemmat, A. & Eskandari, I. (2006). Dryland winter wheat response to conservation tillage in a continuous cropping system in northwestern Iran. *Soil and Tillage Research*, 86, 99-109.
13. Izaurralde, R. C., McGill, W. B., Robertson, J. A., Juma, N. G. & Thurston, J. J. (2001). Carbon balance of the Breton classical plots over half a century. *Soil Science Society of America Journal*, 65, 431-441.
14. Jin, H., Li, H., Rasaily, R. G., Qingjiea, W., Cai, G., Su, Y., Qiao, X. & Liu 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*, 113, 48-54.

www.SID.ir

Archive of SID

15. Lopez-Bellido, L., Fuentes, M., Castillo, J. E. & Lopez-Garrido, F. J. (1998). Effects of tillage, crop rotation and nitrogen fertilization on wheat-grain quality grown under rainfed Mediterranean conditions. *Field Crops Research*, 57, 265-276.
16. Lopez-Bellido, L., Fuentes, M., Castillo, J.E. & Fernandez E.J. (1996). Longterm tillage, crop rotation, and nitrogen fertilizer effects on wheat yield under rained Mediterranean condition. *Agronomy Journal*, 88, 783-791.
17. Mejahed, E. I. & Sander, K. D. H. (1998). Rotation, tillage and fertilizer effects on wheat-based rain fed crop rotation in semiarid Morocco. In: Proceeding *of third European conference on grain legumes. Opportunities for high quality, healthy and added-value crops to meet European demands*. *Valladolid*, Spain, 442-454.
18. Mulumb, L. N. & Lal, R. (2008). Mulching effects on selected soil physical properties. *Soil and Tillage Research*, 98, 106-111.
19. Munoz-Romero, V., López-Bellido, L. & López-Bellido, R. J. (2012). The effects of the tillage system on chickpea root growth. *Field Crops Research*, 128, 76-81.
20. Olaoye, J. O. (2002). Influence of tillage on crop residue cover, soil properties and yield components of cowpea in derived savannah ectones of Nigeria. *Soil and Tillage Research*, 64, 179-187.
21. Rahimzadeh, R. & Navid, H. (2011). Different tillage methods impacts on a clay soil properties and wheat production in rotation with chickpea under rainfed condition. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 2, 29-40.
22. SAS Institute Inc. (2004). SAS1 9.1. *Qualification Tools User's Guide*. SAS Institute Inc., Cary, NC.
23. Sharma, P., Abrol, V. & Sharma, R.K. (2011). Impact of tillage and mulch management on economics, energy requirement and crop performance in maize–wheat rotation in rainfed subhumid inceptisols, India. *European Journal of Agronomy*, 34, 46-51.
24. Simon, T., Javurek, M., Mikanová, O. & Vach, M. (2009). The influence of tillage systems on soil organic matter and soil hydrophobicity. *Soil and Tillage Research*, 105, 44-48.
25. Tarkalson, D. D., Hergertb, G. W. & Cassman, K. G. (2006). Long-term effects of tillage on soil chemical properties and grain yields of dryland winter wheat sorghum, corn-fallow rotation in the greatplains. *Agronomy Journal*, 98, 26-33.
26. Triplett, G. B. & Dick, W. A. (2008). No-tillage crop production: a revolution in agriculture. *Agronomy Journal*, 100,153-165.
27. Walkley, A. & Black, I. A. (1934). An examination of the Degtjareff method for determining organic carbon in soils: Effect of variations in digestion conditions and of inorganic soil constituents. *Soil Science*, 63, 251-263.

www.SID.ir

Archive of SID

Iranian Journal of Filed Crop Science, Vol. 46, No. 4, Winter 2016

Effects of different tillage methods on bread wheat and chickpea yield, yield components and soil physical properties under rainfed conditions in Kermanshah

Hamid Reza Chaghazardi[1], Mohammad Reza Jahnsuz[2*], Ali Ahmadi[3] and Manouchehr Gorji[4]

1, 2, 3, 4. MSc. Student, Professors and Associate Professor, University College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

(Received: May 19, 2015 - Accepted: Aug. 13, 2015)

ABSTRACT

In order to evaluate the effects of convention and conservation (no-tillage and reduced tillage) tillage methods on wheat and chickpea yield and yield components and soil physical properties under rainfed conditions in Kermanshah (N: 34°19', E: 47°17'), some experiments were performed in Sararood Dryland Agricultural Research Station during three cropping seasons (2011-2014). In the first year, chickpea was planted in a randomized complete block design (RCBD) with five replications, covering the three tillage methods. In the second and third years, split plot experiments were performed based on RCBD with five replications. The tillage systems located in the main plots while crops, were in sub-plots. Results in the first year showed that, except of soil organic carbon, all studied traits were affected by tillage system ($P \leq 0.01$). In the second year, the highest soil moisture was observed in no-tillage plots of chickpea, and the highest yield and yield components were observed in the reduced tillage system of the third year. The no-tillage and reduced tillage systems produced the maximum yield, thousand grain weight and plant height in bread wheat. In general, most of the traits were influenced by tillage types. Regarding the results of the experiments and the other benefits of conservation tillage, reduced tillage recommended as a good replacement for conventional tillage in dryland areas of Kermanshah.

Keywords: conventional tillage, no-tillage system, reduced tillage, soil erosion, soil moisture.

* Corresponding author E-mail: habbasdokht@yahoo.com Tel: +98 912 5731677

www.SID.ir