



به زراعی کشاورزی

دوره ۱۸ ■ شماره ۳ ■ پاییز ۱۳۹۵

صفحه‌های ۵۹۴-۵۸۱

مطالعه روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر برخی خصوصیات خاک، عملکرد دانه و صفات مورفولوژیکی گندم و نخود در شرایط دیم شهرستان سرپل‌ذهاب

حمیدرضا چقازردی^۱، محمدرضا جهانسوز^{۲*}، علی احمدی^۳ و منوچهر گرجی^۴

۱. دانشجوی سابق دکتری گروه زراعت پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج دانشگاه تهران
۲ و ۳. استادان گروه زراعت دانشگاه تهران پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج
۴. دانشیار گروه خاکشناسی دانشگاه تهران پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج

تاریخ پذیرش مقاله: ۹۴/۰۶/۱۹

تاریخ وصول مقاله: ۹۴/۰۴/۲۲

چکیده

به منظور مطالعه روش‌های بی‌خاک‌ورزی، خاک‌ورزی کاهشی و خاک‌ورزی متداول بر برخی ویژگی‌های فیزیکی خاک، عملکرد و برخی صفات گندم و نخود، آزمایشاتی در طول دو سال در منطقه سرپل‌ذهاب استان کرمانشاه اجرا گردید. نتایج تجزیه مرکب داده‌ها نشان داد که روش‌های مختلف خاک‌ورزی تأثیر معنی‌داری ($P \leq 0/01$) بر عملکرد دانه، رطوبت حجمی خاک، وزن مخصوص ظاهری خاک، ماده آلی خاک، ارزش اقتصادی و صفات مورفولوژیکی گندم و نخود داشتند. در سال اول، عملکرد دانه گندم در خاک‌ورزی کاهشی حدود ۸ درصد نسبت به روش بی‌خاک‌ورزی و ۱۰ درصد نسبت به روش خاک‌ورزی متداول بیشتر بود، درحالی‌که در سال دوم، عملکرد دانه گندم در خاک‌ورزی کاهشی حدود ۲ درصد نسبت به روش بی‌خاک‌ورزی و ۱۴ درصد نسبت به روش خاک‌ورزی متداول بیشتر بود. همچنین، عملکرد دانه نخود در خاک‌ورزی کاهشی به ترتیب حدود ۵۶ و ۸ درصد نسبت به روش‌های بی‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی متداول در سال اول بهتر بوده و در سال دوم، این روش خاک‌ورزی به ترتیب حدود ۵۱ و ۲۰ درصد نسبت به روش‌های بی‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی و خاک‌ورزی متداول بهتر بود. به‌طورکلی، نتایج نشان داد روش خاک‌ورزی کاهشی مطلوب[□] بوده و استفاده از آن به جای روش خاک‌ورزی متداول به کشاورزان دیم‌زارهای سرپل‌ذهاب استان کرمانشاه پیشنهاد می‌گردد.

کلیدواژه‌ها: خاک‌ورزی، خواص خاک، شرایط دیم، عملکرد، گندم، نخود

۱. مقدمه

تهیه زمین امری ضروری است زیرا با افزایش روزافزون سطح زیرکشت محصولات مختلف در کشور، باید پاسخگوی نیازهای کشاورزان درخصوص شیوه خاک‌ورزی مناسب باشیم. به‌کارگیری ادوات مختلف به منظور آماده‌سازی زمین تأثیر به‌سزایی بر بهبود خاک، حفظ رطوبت در شرایط دیم، کنترل علف‌های هرز و عملکرد محصول دارد [۳۳]. سامانه‌های خاک‌ورزی کاهشی بخاطر صرفه‌جویی در زمان خاک‌ورزی، کاهش تراکم خاک‌ورزی ناشی از عملیات کشاورزی سال‌های قبل، کاهش هزینه‌های خاک‌ورزی و امکان کنترل مؤثر فرسایش مفید می‌باشند [۷].

گندم یکی از مهمترین غلات است که در مساحت وسیعی از زمین‌های کشاورزی جهان از محدوده عرض جغرافیایی ۶۷ درجه شمالی (مناطق شمالی روسیه) تا ۴۵ درجه عرض جنوبی (آرژانتین) کشت می‌گردد [۱۱]. در ایران نیز، گندم از نظر تولید و سطح زیر کشت مهمترین محصول کشاورزی است و طبق آخرین گزارش سازمان غذا و کشاورزی جهانی، در سال ۱۳۹۲، سطح زیرکشت گندم حدود ۷ میلیون هکتار و مقدار کل تولید معادل ۱۴ میلیون هکتار بوده است [۱۴]. همچنین براساس آمار این سازمان، در سال ۱۳۹۲ حدود ۸۰۰ هزار هکتار از اراضی ایران زیر کشت حبوبات قرار گرفته است که حدود ۶۰۰ هزار هکتار آن به صورت دیم و مربوط به دو محصول نخود و عدس دیم است. از این مقدار، سهم نخود بیشتر بوده و حدود ۵۵۰ هزار هکتار گزارش شده است [۱۴]. مدیریت صحیح در تهیه زمین و ایجاد بستر مناسب برای رشد و نمو بذر، یکی از فاکتورهای لازم و مؤثر در بالابردن عملکرد تمام محصولات است در حالیکه برای دستیابی به روش خاک‌ورزی مناسب برای کشت گندم و نخود در تمام مناطق کشور، تحقیقات زیادی انجام نشده است. باقی‌گذارند بقایای گندم در

خاک‌ورزی حفاظتی به آن دسته از عملیات خاک‌ورزی اطلاق می‌شود که طی آن کمترین آسیب به منابع خاک و آب وارد گردد. عملیات خاک‌ورزی در ارتباط مستقیم با دو نوع فرسایش مهم (آبی و بادی) بوده که در حفظ کیفیت خاک و نگهداری مواد آلی خاک و کیفیت آن موثر می‌باشند [۲۴]. نوع خاک‌ورزی مورد استفاده و باقی‌گذاشتن مقداری از بقایای گیاهی در سطح خاک از عوامل موفقیت در کشاورزی محسوب می‌گردند که بر کمیت و کیفیت عملکرد گیاهان زراعی تأثیر دارند [۳۰]. روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی با کاهش صدمات محیطی از طریق کاهش عمق شخم و تعداد دفعات خاک‌ورزی، شرایط بهینه برای رشد و نمو گیاه را فراهم ساخته و با افزایش نفوذپذیری خاک، شرایط مناسبی را برای نفوذ نزولات جوی فراهم می‌سازند. در دیم‌کاری، میزان رطوبت عامل تعیین‌کننده است و بایستی با اجرای روش‌های صحیح، حفظ و ذخیره رطوبت خاک افزایش یابد تا گیاه زراعی بتواند آب مورد نیاز خود را جذب نماید [۹ و ۲۵]. انتخاب روش خاک‌ورزی اهمیت زیادی دارد زیرا که راه‌حل یکسانی برای همه شرایط اقلیمی وجود نداشته و محاسن بعضی از روشهای خاک‌ورزی متناسب با شرایط منطقه تغییر می‌نماید.

یکی از روشهای خاک‌ورزی حفاظتی، خاک‌ورزی کاهشی و عدم برگردان خاک است که توسط گاوآهن قلمی و به منظور سست کردن بخشی از لایه سطحی خاک صورت می‌گیرد. استفاده از این روش بخاطر به‌جا ماندن بقایای گیاهی در سطح و ایجاد لایه حفاظت‌کننده، پوششی را در سطح خاک ایجاد می‌کند که در تمام طول سال توصیه شده است زیرا بقایای گیاهی مانع تبخیر و سله بستن سطح خاک شده و ضمن افزایش نفوذپذیری باعث کاهش فرسایش می‌گردد [۲۳]. دستیابی به شیوه مناسب

به‌زراعی کشاورزی

هرس بشقابی با عملیات پاییزه و روش دست‌پاش و زیر خاک کردن بذر توسط گاوآهن بدون عملیات پاییزه دارای حداقل عملکرد بود [۱]. کاربرد گاوآهن قلمی در مقایسه با گاوآهن برگردان‌دار در کشت نخود، بیشترین مقدار صفات ارتفاع بوته، ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین و رطوبت عمق ۴۰ سانتی متری در مرحله رسیدن محصول را بخود اختصاص داد [۳]. با توجه به اهمیت جلوگیری از فرسایش بی‌رویه منابع آب و خاک، هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر برخی خصوصیات فیزیکی خاک، عملکرد گندم و نخود و سایر صفات این دو محصول در اراضی دیم منطقه سرپل‌ذهاب می‌باشد.

مواد و روش‌ها

محل اجرای آزمایش، شهرستان سرپل‌ذهاب واقع در استان کرمانشاه (غرب ایران) با ارتفاع از سطح دریا ۵۴۵ متر، طول جغرافیایی ۴۵ درجه و ۴۹ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۲۸ دقیقه شمالی با میانگین بارندگی سالانه دراز مدت ۴۲۱ میلی‌متر دارای اقلیم نیمه‌گرمسیری می‌باشد. مقدار بارندگی در سال اول آزمایش ۴۸۸/۳ و در سال دوم آزمایش ۳۹۸/۴ میلی‌متر بود. برای تعیین میزان عناصر خاک محل آزمایش، تعداد شش نمونه از عمق ۰-۳۰ سانتی متری تهیه و پس از به‌دست آوردن نمونه مرکب و ارسال آن به آزمایشگاه، نتایج تجزیه خاک به‌دست آمد (جدول ۱).

سطح خاک در شرایط کشت مداوم گندم به دلیل استقرار نامناسب بذور در بستر کاشت منجر به کاهش تراکم بوته‌ها در واحد سطح شده و در نتیجه افت عملکرد مشاهده خواهد شد، به‌طوری‌که این اثر بازدارندگی بر عملکرد و اجزای عملکرد مشهود است [۲]. تفاوت معنی‌داری بین استفاده از روش خاک‌ورزی مرسوم نسبت به استفاده از روش خاک‌ورزی کاهشی بر عملکرد دانه گندم گزارش شده است [۲۸ و ۳۰]. در تحقیقی حداکثر عملکرد گندم مربوط به شخم با گاوآهن قلمی در مقایسه با شخم با گاوآهن برگردان‌دار و بدون شخم بود [۲۲]. بررسی تناوب حبوبات - غلات با استفاده از روش‌های بدون خاک‌ورزی و خاک‌ورزی مرسوم نشان می‌دهد عملکرد غلات در روش بدون خاک‌ورزی همانند عملکرد آن در تناوب غلات - غلات همراه با مصرف کود نیتروژن بود [۲۰]. تأثیر نوع خاک‌ورزی بر عملکرد گندم معنی‌دار بوده و خاک‌ورزی کاهشی (حداقل) بیشترین اثر را در افزایش عملکرد گندم داشت [۹]. طبق دیگر گزارشات [۴]، استفاده از گاوآهن قلمی نسبت به گاوآهن برگردان‌دار حدود ۴۵ درصد افزایش عملکرد دانه نخود را در پی دارد که احتمالاً به خاطر تأثیر آن در افزایش ذخیره رطوبت در مدیریت بقایای گیاهی می‌باشد [۱۳]. بررسی روش‌های مختلف کاشت نخود نشان داد هر دو روش کاشت مکانیزه (با عملیات پاییزه و بدون عملیات پاییزه) دارای حداکثر عملکرد و روش دست‌پاش و زیر خاک کردن بذر توسط

جدول ۱. برخی ویژگی‌های شیمیایی خاک محل آزمایش (شهرستان سرپل‌ذهاب، استان کرمانشاه)

نیتروژن (%)	ماده آلی (%)	شن	رس	سیلت	فسفر (ppm)	پتاسیم (ppm)	EC (dS/m ⁻¹)	pH	بافت خاک
۰/۱۹۰	۱/۹۰	۵۹/۱۲	۳۲/۸۸	۸/۰۰	۰/۲۰۰	۲۰۰	۰/۱۰۰	۷/۸	Aeric, Haploxerepts

اولین بارندگی پاییز و به صورت منظم انجام شد. مقدار مصرف بذر گندم ۱۸۰ و نخود ۷۵ کیلوگرم در هکتار بود. استقرار بوته‌ها در تمام کرت‌ها یکنواخت بود، اما در فصل بهار، شروع رشد به ترتیب در کرت‌های بی‌خاک ورزی و خاک‌ورزی کاهش با تأخیر همراه بود. کودهای مصرفی برای کرت‌های گندم براساس نتایج آزمایش خاک و بر مبنای مصرف ۱۰۰ کیلوگرم کود سوپرفسفات تریپل به همراه ۵۰ کیلوگرم در هکتار ازت توسط اوره ۴۶ درصد تعیین گردید. برای کرت‌های نخود تنها ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپرفسفات تریپل در زمان کاشت استفاده شد. براساس نتایج آزمایش خاک و با توجه به توان تثبیت ازت در نخود، کود ازت مصرف نشد. همچنین احتمال داشت مصرف ازت به استقرار و رشد سریع علف هرز کمک نماید. برای مبارزه شیمیایی با علف‌های هرز باریک‌برگ نخود از علف‌کش گالانت سوپر و پهن‌برگ‌ها به روش دستی کنترل شدند. در کرت‌های گندم، مخلوط علف‌کش‌های تاپیک (یک لیتر در هکتار) و گرانستار (۱۵ گرم در هکتار) برای مبارزه با علف‌های هرز پهن‌برگ و باریک‌برگ استفاده شد. برای اندازه‌گیری محتوای رطوبت خاک، توسط آگر حجمی یک نمونه از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری برداشت نموده و پس از تعیین وزن آن، به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۱۰۵ درجه در آون قرار گرفت تا خشک شود. پس از تعیین وزن خشک، محتوای رطوبت حجمی خاک با استفاده از روابط مربوطه محاسبه گردید، این کار در مرحله رسیدگی کامل و قبل از برداشت محصول انجام گرفت. برای اندازه‌گیری مقدار کربن آلی خاک از روش اکسایش تر استفاده گردید [۳۶]. برای تعیین وزن مخصوص ظاهری خاک از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک پس از برداشت محصول توسط آگر حجمی نمونه

برای تأمین بقایای غلات دانه‌ریز، زمین به صورت جار گندم بود و حداقل ۳۰ درصد بقایا بر روی سطح خاک قرار داشت. بدین منظور، چند سطح مشخص از مزرعه قبل از کاشت به صورت تصادفی انتخاب شده و با وزن‌کشی بقایا و محاسبه براساس هکتار مشخص گردید که مقدار ۱۲۰۰ کیلوگرم در هکتار یا بیشتر بقایای گیاهی (۳۰ درصد) زمین وجود داشت [۵]. آزمایش در دو سال (۹۲-۱۳۹۱ و ۹۳-۱۳۹۲) به صورت طرح کرت‌های یک بار خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۵ تکرار اجرا گردید. سامانه‌های مختلف خاک‌ورزی در کرت‌های اصلی و گندم رقم کوه‌دشت (رقم اصلاح شده پرمحصول مناسب برای کشت در مناطق دیم گرمسیری کشور) و نخود رقم ILC482 (پابلند، مقاوم به برق‌زدگی نخود و مخصوص مناطق سردسیر تا گرمسیر)، در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. طول و عرض کرت‌های اصلی به ترتیب ۱۰ و ۸ متر و کرت‌های فرعی به اندازه عرض کار دستگاه (۲/۲۰ سانتی‌متر) با رعایت فاصله ۲ متری بین کرت‌های فرعی در نظر گرفته شد. کرت‌های خاک‌ورزی شامل تیمار بی‌خاک‌ورزی (بدون هر گونه عملیات خاک‌ورزی انجام شده و نخود و گندم با دستگاه کشت مستقیم کشت شدند)، تیمار خاک‌ورزی کاهشی (یک مرحله شخم حفاظتی توسط گاواهن مرکب و کاشت نخود و گندم با خطی کار کشت گستر انجام شد)، و تیمار خاک‌ورزی متداول (یک مرحله شخم با گاواهن برگردان‌دار و یک مرحله دیسک که در صورت لزوم تا دو مرحله تکرار گردیده و پس از آن با دستگاه کشت گستر عملیات کاشت همزمان گندم و نخود انجام شد. عملیات کاشت هر دو محصول طبق عرف منطقه در دهه اول آذرماه در هر دو سال به صورت دیم انجام شد. کشت بعد از

و تحلیل داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۱) انجام شد [۳۲].

نتایج و بحث

تجزیه واریانس مرکب صفات گندم در دو سال آزمایش نشان داد اثر اصلی سال در تمام صفات گندم به‌جز عملکرد دانه و طول سنبله معنی‌دار بود، درحالی‌که اثر اصلی خاک‌ورزی در تمام صفات گندم به‌جز شاخص برداشت غیرمعنی‌دار بود. اثر متقابل خاک‌ورزی × سال به‌جز صفات عملکرد زیستی و وزن هزاردانه در سایر صفات معنی‌دار گردید. روش خاک‌ورزی کاهشی در مقایسه با دو روش دیگر، توانست بیشترین میزان صفات عملکرد دانه گندم (۲۲۷۸/۰ کیلوگرم در هکتار)، شاخص برداشت (۳۲/۶)، عملکرد زیستی (۷۸۴۸/۶ کیلوگرم در هکتار)، نسبت سطح برگ (۲/۵۱) و تعداد سنبله در مترمربع (۲۰۵/۸) را در سال اول تولید نماید (جدول ۲). در سال اول دو روش بی‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی کاهشی بیشترین وزن هزاردانه گندم (به ترتیب ۳۲/۹۰ و ۳۱/۵۶ گرم) را به خود اختصاص دادند، درحالی‌که در این سال دو روش خاک‌ورزی کاهشی و متداول بیشترین ارتفاع بوته گندم (به ترتیب ۷۹/۰ و ۷۷/۸ سانتی‌متر) را ایجاد کردند (جدول ۲). اگرچه برتری روش خاک‌ورزی کاهشی بر دو روش دیگر در بیشتر صفات گندم در سال اول مشهود بود، ولی در سال دوم تفاوت معنی‌داری بین دو روش بی‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی کاهشی از نظر تمام صفات گندم به‌جز طول سنبله وجود نداشت. این دو روش برتر از روش خاک‌ورزی متداول بودند، به‌طوری‌که عملکرد دانه در مجموع حدود ۳۲ درصد و وزن هزار دانه حدود ۱۱ درصد بیشتر بود (جدول ۲). در سال اول، دو صفت تعداد دانه در سنبله و طول سنبله و در سال دوم طول سنبله تحت تأثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی قرار نگرفتند (جدول ۲).

دست نخورده برداشت شده و در آون به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد خشک گردید. پس از حصول وزن خاک خشک، با در نظر گرفتن حجم نمونه وزن مخصوص ظاهری خاک و وزن مخصوص حقیقی (۲/۶۵)، درصد تخلخل محاسبه گردید [۶].

در کرت‌های گندم صفت سطح برگ در مرحله گلدهی و سایر صفات شامل عملکرد دانه، شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیک، وزن هزاردانه، ارتفاع بوته، طول سنبله، تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبله در مترمربع در مرحله بلوغ فیزیولوژیک اندازه‌گیری شدند. همچنین در کرت‌های نخود، صفات عملکرد دانه، شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیک، وزن هزاردانه، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، نسبت دانه به غلاف، تعداد شاخه‌های اصلی، میانگین طول شاخه‌های اصلی، تعداد شاخه‌های فرعی و میانگین طول شاخه‌های فرعی در مرحله بلوغ فیزیولوژیک یادداشت‌برداری شدند ولی شاخص سطح برگ در مرحله گلدهی اندازه‌گیری گردید. عملکرد دانه نخود بعد از کاداندازی در مرحله بلوغ فیزیولوژیک در سه مرحله و جداسازی کاه از دانه اندازه‌گیری شد. صفت ارزش اقتصادی محصول بر مبنای قیمت تضمینی گندم و نخود در سال‌های ۹۲ و ۹۳ و کسر تفاوت هزینه‌های مراحل کاشت، داشت و برداشت به‌دست آمد. داده‌های حاصل با در نظر گرفتن دو سال آزمایش و تصادفی بودن اثر سال، تجزیه مرکب شده و سپس با رعایت معنی‌داری یا عدم معنی‌داری اثرات متقابل مورد مقایسه میانگین قرار گرفتند. برای مقایسه میانگین با توجه به معنی‌داری یا عدم معنی‌داری هر صفت در تجزیه واریانس به ترتیب از روش حداقل اختلافات معنی‌دار (برای صفاتی که آزمون تجزیه واریانس آنها معنی‌دار بود) یا روش چنددامنه‌ای دانکن (برای صفاتی که آزمون تجزیه واریانس آنها معنی‌دار نگردید) استفاده گردید. تمامی روش‌های تجزیه

جدول ۲. مقایسه میانگین ترکیبات تیماری سال در خاک و ریزی (اثر متقابل) صفات گندم در سال‌های ۹۲ و ۹۳

تعداد دانه در سنبله	طول سنبله (cm)	تعداد سنبله	ارتفاع بوته (cm)	وزن هزار دانه (gr)	نسبت		شاخصی		روش خاک ریزی	سال
					تعداد سنبله در متر مربع	سطح برگ (cm)	عملکرد زیستی (Kg/ha)	عملکرد دانه (Kg/ha)		
^a ۲۸/۲	^a ۷/۲	^b ۱۹/۸۴	^{bc} ۷۵/۴	^a ۳۲/۹۰	^{bc} ۲/۳۹	^c ۷۰۳۳/۶	^b ۳۰/۸	^{bc} ۲۱۰۰/۰	بی خاک ریزی	۱۳۹۲
^a ۲۹/۸	^a ۷/۶	^a ۲۰۵/۸	^a ۷۹/۰	^{ab} ۳۱/۵۶	^a ۲/۵۱	^a ۷۸۴۸/۶	^a ۳۲/۶	^a ۲۲۷۸/۰	خاک ریزی کاهشی	۱۳۹۲
^a ۲۹/۲	^a ۷/۲	^b ۲۰۰/۸	^{ab} ۷۷/۸	^b ۳۰/۵۶	^b ۲/۴۳	^b ۷۵۸۵/۰	^b ۲۹/۸	^c ۲۰۶۷/۲	خاک ریزی متناوب	۱۳۹۲
^b ۲۵/۴	^a ۷/۴	^c ۱۸۷/۰	^c ۷۳/۸	^{ab} ۳۱/۵۰	^d ۲/۲۷	^b ۷۴۶۹/۸	^b ۲۹/۲	^{bc} ۲۱۶۷/۰	بی خاک ریزی	۱۳۹۲
^b ۲۵/۶	^a ۷/۶	^c ۱۹۰/۴	^c ۷۴/۶	^b ۳۰/۹۴	^{cd} ۲/۳۳	^b ۷۵۱۲/۸	^b ۳۰/۲	^{ab} ۲۱۹۳/۲	خاک ریزی کاهشی	۱۳۹۲
^c ۲۲/۸	^a ۷/۴	^d ۱۷۶/۰	^d ۶۷/۸	^c ۲۸/۱۶	^e ۲/۱۶	^d ۶۴۴۹/۴	^c ۲۷/۲	^d ۱۹۲۵/۴	خاک ریزی متناوب	۱۳۹۲
۱/۸۹	۰/۶۷۰	۴/۵۵	۲/۷۱	۱/۶۶	۰/۷۲	۲۱۶/۸	۱/۷۵	۱۰۰/۴۵		LSD

میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آماری اختلاف معنی‌داری ندارند.

منجر به برتری بیشتر صفات مورد بررسی شد. اگرچه این خصوصیات در روش بی‌خاک‌ورزی هم وجود دارد، اما به دلیل فشردگی خاک حاصل از کاربرد این روش، به‌ویژه برای نخود که به عنوان یک عامل محدودکننده رشد عمل می‌نماید و لذا روش خاک‌ورزی کاهشی برتری نسبی نشان داده است. تجزیه واریانس مرکب صفات گیاه نخود در دو سال نشان داد اثر اصلی خاک‌ورزی در تمام صفات به‌جز وزن هزاردانه و شاخص برداشت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود، ولی اثر اصلی سال تنها در صفات عملکرد دانه، وزن هزاردانه، نسبت سطح برگ و شاخص برداشت معنی‌دار گردید. اثر متقابل خاک‌ورزی × سال در تمام صفات نخود به‌جز شاخص برداشت، عملکرد زیستی، نسبت سطح برگ و تعداد شاخه اصلی در بوته معنی‌دار بود. روش خاک‌ورزی کاهشی توانست بیشترین مقادیر صفات عملکرد دانه (۱۳۲۲/۰ و ۱۲۵۰/۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب در سال اول و دوم)، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در بوته را در نخود در هر دو سال تولید نماید (جدول ۳ - الف).

صفات تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در بوته در نخود از جمله صفات مهم و از اجزای عملکرد می‌باشند که تیمار خاک‌ورزی کاهشی در سال اول ۴۰/۶ غلاف در بوته و در سال دوم ۳۸/۴ غلاف در بوته تولید نمود که نسبت به روش بی‌خاک‌ورزی سال اول و دوم به ترتیب ۱۰۰ و ۷۵ درصد افزایش نشان داد. همچنین این مقادیر نسبت به خاک‌ورزی متداول به ترتیب دو سال آزمایش، ۳۱ و ۲۶ درصد زیاد بود. از نظر تعداد دانه در بوته، تیمار خاک‌ورزی کاهشی در سال اول و دوم به ترتیب ۸ و ۷۶ درصد نسبت به روش بی‌خاک‌ورزی و ۲۳ و ۲۰ درصد نسبت به روش خاک‌ورزی متداول بیشتر بود. مقایسه میانگین صفات شاخص برداشت و نسبت سطح برگ در سال اول نشان داد که تفاوتی بین روش‌های خاک‌ورزی کاهشی و متداول

اگرچه مقدار بارش دو سال آزمایش یکسان نبود، ولی پاسخ صفات مختلف به کاهش بارندگی در سال دوم (سال اول ۴۸۸/۳ و سال دوم ۳۹۸/۴ میلی‌متر)، روند مشابهی نداشت، ولی به‌طور کلی می‌توان ادعان داشت که در بیشتر صفات گندم به استثنای برخی صفات از قبیل عملکرد دانه و وزن هزاردانه، تظاهر در سال اول بهتر از سال دوم بوده است. در سال اول آزمایش، عملکرد دانه گندم در خاک‌ورزی کاهشی حدود ۸ درصد نسبت به روش بی‌خاک‌ورزی و ۱۰ درصد نسبت به روش خاک‌ورزی متداول بیشتر بود. در سال دوم آزمایش، عملکرد دانه گندم در خاک‌ورزی کاهشی حدود ۲ درصد نسبت به روش بی‌خاک‌ورزی و ۱۴ درصد نسبت به روش خاک‌ورزی متداول بیشتر بود. در یک بررسی اثرات متقابل خاک‌ورزی و تناوب در شرایط دیم معنی‌دار بوده و تناوب نخود - گندم نسبت به روش خاک‌ورزی متداول از عملکرد بالایی برخوردار بوده است [۲۶]. در شرایط دیم استفاده از روشهای خاک‌ورزی حفاظتی تا ۷۸ درصد باعث افزایش عملکرد گندم می‌گردد [۲۹]. به‌طور کلی، می‌توان استنباط نمود که در بیشتر صفات مورد مطالعه گندم در طول دو سال آزمایش، روش خاک‌ورزی کاهشی توانست به ترتیب ۴ و ۷ درصد برتر از روش‌های بی‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی متداول باشد. نتایج مشابهی برای صفات عملکرد دانه و اجزای عملکرد در آزمایشات دیم گندم در شمال غرب کشور در خصوص تأثیر سامانه‌های خاک‌ورزی حفاظتی گزارش شده است [۱۹].

بنابراین می‌توان استنباط نمود که در گیاه گندم نیز بیشتر صفات مورد مطالعه تحت تأثیر نوع خاک‌ورزی قرار گرفته و سیستم خاک‌ورزی کاهشی توانست در بیشتر موارد تأثیر بهتر و مطلوبی روی صفت گندم بگذارد. روش خاک‌ورزی کاهشی به دلیل حفظ بقایای گیاهی در سطح خاک و ذخیره رطوبت به ویژه برای اواخر فصل مناطق دیم

خاک‌ورزی متداول در سال دوم بود. از نظر شاخص برداشت تفاوت معنی‌داری بین سه روش مختلف خاک‌ورزی مشاهده نگردید (جدول ۳ - الف). با توجه به کاهش بارندگی در سال دوم (سال اول ۴۸۸/۳ و سال دوم ۳۹۸/۴ میلی‌متر)، پاسخ صفات نخود روند مشابهی نداشت، ولی در برخی صفات مثل شاخص برداشت کاهش در سال دوم مشاهده شد.

وجود نداشت و این دو روش بهتر از روش بی‌خاک‌ورزی بودند ولی از نظر وزن هزارانه نخود، روش بی‌خاک‌ورزی بهتر از دو روش دیگر در سال اول بود (جدول ۳ - الف). در سال دوم، روش خاک‌ورزی کاهش‌ی در صفات عملکرد زیستی و نسبت سطح برگ بهتر از دو روش دیگر بود، ولی از نظر نظر وزن هزار دانه نخود، روش‌های بی‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی کاهش‌ی بهتر از روش

جدول ۳ - الف . مقایسه میانگین ترکیبات تیماری سال در خاک‌ورزی (اثر متقابل) صفات نخود در سال‌های ۹۲ و ۹۳

سال	روش خاک‌ورزی	عملکرد دانه (Kg/ha)	شاخص برداشت (%)	عملکرد زیستی (Kg/ha)	نسبت سطح برگ (cm ²)	وزن هزارانه (gr)	تعداد غلاف در بوته
	بی‌خاک‌ورزی	۸۴۶/۴ ^d	۴۴/۰ ^{bc}	۲۰۰۷/۶ ^c	۲/۰۰۲ ^{bc}	۲۷۴/۸ ^a	۲۰/۳ ^c
۱۳۹۲	خاک‌ورزی کاهش‌ی	۱۳۲۲/۰ ^a	۴۵/۸ ^a	۲۷۳۰/۲ ^a	۲/۸۱۶ ^a	۲۷۰/۲ ^b	۴۰/۶ ^a
	خاک‌ورزی متداول	۱۲۲۵/۸ ^b	۴۵/۶ ^{ab}	۲۴۳۱/۸ ^b	۲/۶۰۸ ^a	۲۵۰/۸ ^d	۳۱/۰ ^b
	بی‌خاک‌ورزی	۸۲۶/۶ ^d	۴۲/۳ ^d	۱۸۹۸/۰ ^c	۱/۷۵۴ ^c	۲۷۴/۴ ^a	۲۲/۰ ^c
۱۳۹۳	خاک‌ورزی کاهش‌ی	۱۲۵۰/۰ ^b	۴۲/۸ ^{cd}	۲۸۵۶/۰ ^a	۲/۶۴۸ ^a	۲۷۳/۰ ^{ab}	۳۸/۴ ^a
	خاک‌ورزی متداول	۱۰۴۴/۰ ^c	۴۲/۶ ^{cd}	۲۴۰۰/۳ ^b	۲/۱۹۲ ^b	۲۶۳/۰ ^c	۳۰/۴ ^b
	LSD	۷۱/۴۵	۱/۷۹	۱۶۷/۱	۰/۲۹۵	۳/۵۵	۲/۳۵

میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آماری اختلاف معنی‌دار آماری ندارند.

عملکرد دانه نخود در دیمزارهای استرالیا با استفاده از سامانه‌های خاک‌ورزی حفاظتی تا ۱۰ درصد بهتر از سامانه‌های خاک‌ورزی متداول بود [۱۵]. روش خاک‌ورزی کاهش‌ی توانست بیشترین مقادیر صفات نسبت دانه به غلاف، تعداد شاخه اصلی، میانگین طول شاخه اصلی، تعداد شاخه فرعی و میانگین طول شاخه فرعی را در نخود در هر دو سال ۹۲ و ۹۳ تولید نماید (جدول ۳ - ب).
باتوجه به اینکه صفات مذکور از اجزای عملکرد نخود بوده و یا به‌طور غیرمستقیم بر عملکرد دانه در نخود تأثیر دارند، لذا بالا بودن آنها در روش خاک‌ورزی کاهش‌ی نسبت به دو روش دیگر حاکی از تأثیر مثبت و مناسب این روش خاک‌ورزی بر تظاهر صفات نخود است. جالب است

به‌طورکلی، می‌توان اذعان داشت که در بیشتر صفات مورد بررسی در هر دو سال آزمایش روش خاک‌ورزی کاهش‌ی مطلوب‌تر از دو روش خاک‌ورزی دیگر بود، به‌طوری‌که با در نظر گرفتن عملکرد دانه به عنوان مهمترین صفت مورد مطالعه، روش خاک‌ورزی کاهش‌ی به ترتیب حدود ۵۶ و ۸ درصد نسبت به روش‌های بی‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی متداول در سال اول بهتر بود. در سال دوم، این روش خاک‌ورزی به ترتیب حدود ۵۱ و ۲۰ درصد نسبت به روش‌های بی‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی متداول بهتر بود. در تحقیق مشابهی در دیمزارهای شمال‌غرب کشور، عملکرد نخود در خاک‌ورزی حفاظتی به طور متوسط ۳۲ درصد بهتر از روش خاک‌ورزی متداول بود [۱۷]. همچنین

مطالعه روش های مختلف خاک ورزی بر برخی خصوصیات خاک، عملکرد دانه و صفات مورفولوژیکی گندم و نخود در ...

استفاده از گاوآهن قلمی نسبت به گاوآهن برگردان دار حدود ۴۵ درصد عملکرد دانه نخود را افزایش می دهد که احتمالاً ناشی از تأثیر مثبت بقایای محصول قبلی در ذخیره و حفظ بارندگی در زمستان باشد [۳]. نتایج بررسی تأثیر روش خاک ورزی در سامانه کشت حبوبات و گندم بر عملکرد محصول و برخی خواص فیزیکی نشان داد که استفاده از پنجه غازی نسبت کاربرد گاوآهن برگرداندار، به میزان ۱۳ درصد عملکرد را افزایش می دهد [۱۲].

که برای تمامی صفات جداول ۳ الف و ۳ ب، روش خاک ورزی متداول بهتر از روش بی خاک ورزی در دو سال آزمایش بود، لذا براساس نتایج حاصل می توان نتیجه گیری نمود که بیشتر صفات مربوط به نخود در سامانه خاک ورزی کاهشی دارای مقدار مناسب و قابل قبول (بهتر و یا در حد روش های دیگر) در مقایسه با سامانه های بی خاک ورزی و متداول بودند که در تطابق خوبی با یافته های سایر محققین است [۱۰، ۱۸ و ۳۱].

جدول ۳ - ب. مقایسه میانگین ترکیبات تیماری سال در خاک ورزی (اثر متقابل) صفات نخود در سال های ۹۲ و ۹۳

سال	روش خاک ورزی	تعداد دانه در بوته	نسبت دانه به غلاف	تعداد شاخه اصلی	میانگین طول شاخه اصلی (cm)	تعداد شاخه فرعی	میانگین طول شاخه فرعی (cm)
	بی خاک ورزی	۲۲/۳ ^c	۱/۱۰۰ ^d	۴/۲۸ ^{cd}	۱۸/۲۶ ^d	۴/۸ ^d	۱۲/۲۴ ^c
۱۳۹۲	خاک ورزی کاهشی	۲۴/۰ ^a	۱/۵۵۸ ^a	۶/۹۰ ^a	۲۸/۴۲ ^a	۱۰/۷ ^a	۲۴/۰ ^a
	خاک ورزی متداول	۱۹/۵ ^b	۱/۲۱۴ ^c	۴/۷۶ ^b	۲۶/۵۰ ^{bc}	۶/۳ ^c	۱۹/۵ ^b
	بی خاک ورزی	۱۲/۹ ^c	۱/۱۱۸ ^{cd}	۴/۲۲ ^d	۱۹/۲۰ ^d	۵/۱ ^d	۱۲/۹ ^c
۱۳۹۳	خاک ورزی کاهشی	۲۲/۷ ^a	۱/۳۶۶ ^b	۶/۵۴ ^a	۲۷/۰۸ ^{ab}	۱۰/۱ ^b	۲۲/۷ ^a
	خاک ورزی متداول	۱۸/۹ ^b	۱/۲۰۶ ^c	۴/۷۲ ^{bc}	۲۵/۲۸ ^c	۶/۱ ^c	۱۸/۹ ^b
	LSD	۴/۷۵	۰/۱۰۲	۰/۴۵۱	۱/۴۷۰	۰/۴۶۹	۱۲/۲۴

میانگین های دارای حروف مشترک از نظر آماری اختلاف معنی دار آماری ندارند

رطوبت حجمی خاک در روش بی خاک ورزی بیشتر از روش خاک ورزی کاهشی بوده و این صفت در روش خاک ورزی متداول از دو روش قبلی کمتر بود. روند افزایش درصد رطوبت حجمی خاک با کاهش عملیات خاک ورزی به خاطر عدم برگردان خاک و باقی گذاشتن مقداری از بقایای گیاه قبلی در سطح خاک در روش های خاک ورزی حفاظتی است که تبخیر سطحی را کاهش داده و باعث حفظ محتوای رطوبتی خاک می گردد. نتایج تحقیق حاضر در راستای یافته های سایر محققین در این زمینه

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد در صفت رطوبت حجمی خاک، اثر متقابل روش خاک ورزی × محصول، در صفت وزن مخصوص ظاهری خاک اثر متقابل سال × محصول و در صفت ارزش اقتصادی تمام اثرات متقابل معنی دار بودند، در حالی که در صفت کربن آلی خاک هیچکدام از اثرات متقابل نگردید. بیشترین درصد رطوبت حجمی خاک در روش بی خاک ورزی کرت های نخود در سال اول (۱۳/۳۶) مشاهده گردید (جدول ۴). به طور کلی، در هر دو سال آزمایش و در هر دو محصول،

می باشد [۸ و ۳۵]. همچنین نتایج مشابهی در آزمایشات تعیین روش‌های مناسب خاک‌ورزی برای کشت گندم - نخود در اسپانیا [۲۷]، کشت گندم - ذرت در هندوستان [۳۴] گزارش شده است که براساس آنها روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی برتر از سامانه خاک‌ورزی متداول در زمینه حفظ درصد رطوبت حجمی خاک بوده اند. نتایج مقایسه میانگین مقدار ماده آلی خاک نشان داد بجز کرت‌های گندم سال دوم، تفاوت معنی‌داری بین روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی (بی‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی کاهشی) و روش خاک‌ورزی متداول وجود داشت (جدول ۴).

برتری روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی بر خاک‌ورزی متداول منطقی است، زیرا عدم استفاده یا استفاده محدود از ماشین‌آلات کشاورزی باعث فعالیت مناسب میکروارگانیسم‌ها شده و مقدار ماده آلی خاک افزایش می‌یابد. از طرف دیگر، عدم برگردان کردن خاک موجب تماس کمتر مواد آلی خاک با نور آفتاب شده و سرعت تجزیه این مواد را کاهش می‌دهد. کمترین وزن مخصوص ظاهری خاک در روش خاک‌ورزی متداول مشاهده گردید، هرچند به‌جز کرت‌های نخود سال دوم، تفاوت معنی‌داری بین این روش خاک‌ورزی متداول و روش خاک‌ورزی کاهشی وجود نداشت. برتری روش خاک‌ورزی متداول از نظر وزن مخصوص ظاهری خاک منطقی است، زیرا استفاده از گاواهن برگردان‌دار با ایجاد کلوخه و برگرداندن خاک عمقی به سطح خاک، منجر به ایجاد خلل و فرج زیاد در لایه شخم شده و وزن مخصوص ظاهری خاک را کاهش می‌دهد. نتایج آزمایشات طولانی مدت خاک‌ورزی متداول با گاواهن برگردان‌دار در چین نشان می‌دهد وزن مخصوص ظاهری خاک در این شرایط کاهش معنی‌داری را تجربه می‌نماید [۲۱].

یکی از علل عمده افزایش وزن مخصوص ظاهری

خاک در روش بی‌خاک‌ورزی، عدم به‌هم خوردگی خاک و فشردگی ناشی از تردد ماشین‌آلات است، درحالی‌که در روش خاک‌ورزی کاهشی و متداول، مقداری به‌هم خوردگی خاک وجود دارد که باعث کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک می‌گردد [۳۵]. نتایج این تحقیق نیز در همین راستا بوده و کمترین وزن مخصوص ظاهری متعلق به تیمارهای خاک‌ورزی متداول بود، درحالی‌که بیشترین وزن مخصوص ظاهری در تیماری بی‌خاک‌ورزی مشاهده شده و کرت‌های خاک‌ورزی کاهشی در حد وسط بودند. بیشترین ارزش اقتصادی کرت‌های نخود مربوط به روش خاک‌ورزی کاهشی در سال دوم بود. همچنین کرت‌های نخود با روش خاک‌ورزی کاهشی در سال اول، کرت‌های گندم با روش بی‌خاک‌ورزی در سال دوم و کرت‌های گندم با روش خاک‌ورزی کاهشی در سال دوم دارای بیشترین ارزش اقتصادی بودند (جدول ۴).

به‌طورکلی، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که از نظر ارزش اقتصادی استفاده از روش خاک‌ورزی کاهشی مناسب‌تر از دو روش دیگر بود. با توجه به مصرف کمتر انرژی در روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی در مقایسه با روش خاک‌ورزی متداول و با عنایت به نتایج حاصل در خصوص صفت ارزش اقتصادی، مزیت اقتصادی این روش‌ها مضاعف می‌گردد. در بررسی نیازهای انرژی سامانه‌های مختلف خاک‌ورزی در هندوستان مشخص گردید روش خاک‌ورزی کاهشی ۳/۳۴ درصد انرژی کمتری نسبت به روش خاک‌ورزی متداول مصرف می‌نماید و میزان صرفه‌جویی انرژی آن ۲/۵ برابر بیشتر است [۳۴]. لذا با توجه به افزایش هزینه سوخت و توجه به لزوم صرفه‌جویی در مصرف آن، سامانه‌های خاک‌ورزی حفاظتی جایگزین مناسبی می‌باشند هرچند که منافع استفاده از این روش‌ها، تنها محدود به بحث انرژی نیست.

مطالعه روش های مختلف خاک ورزی بر برخی خصوصیات خاک، عملکرد دانه و صفات مورفولوژیکی گندم و نخود در ...

جدول ۴. مقایسه میانگین برخی خصوصیات فیزیکی خاک و صفت ارزش اقتصادی در سال های ۹۲ و ۹۳

سال ۹۳		سال ۹۲		
نخود	گندم	نخود	گندم	
رطوبت حجمی خاک				
(%)				
۱۰/۲۶ ^{cd}	۹/۲۸ ^{ef}	۱۳/۳۶ ^a	۱۲/۱۶ ^b	بی خاکورزی
۹/۷۸ ^{de}	۸/۷۰ ^f	۱۰/۸۸ ^c	۹/۸۲ ^{de}	خاک ورزی کاهشی
۶/۴۸ ^e	۶/۰۸ ^g	۵/۹۰ ^{gh}	۵/۱۸ ^h	خاک ورزی متداول
			۰/۸۹۴	LSD
کرین آلی خاک				
(%)				
۱/۹۴ ^{ab}	۱/۹۳ ^{abc}	۱/۹۲ ^c	۱/۹۱ ^{cd}	بی خاکورزی
۱/۹۴ ^a	۱/۹۲ ^{bc}	۱/۹۱ ^{cde}	۱/۹۱ ^{cde}	خاک ورزی کاهشی
۱/۸۹ ^{ef}	۱/۹۲ ^{bc}	۱/۸۹ ^{def}	۱/۸۹ ^f	خاک ورزی متداول
			۰/۰۱۹	LSD
وزن مخصوص ظاهری خاک				
(mgr/cm ³)				
۱۲/۳۵ ^b	۱/۳۹ ^a	۱/۳۱ ^{cd}	۱/۳۲ ^c	بی خاکورزی
۱/۳۲ ^{cd}	۱/۳۶ ^b	۱/۲۴ ^f	۱/۲۲ ^f	خاک ورزی کاهشی
۱/۲۸ ^e	۱/۳۰ ^d	۱/۱۹ ^g	۱/۱۹ ^g	خاک ورزی متداول
			۰/۰۲۰	LSD
ارزش اقتصادی (× ۱۰۰۰ ریال)				
۱۵۳۰۵ ^f	۲۲۷۵۳ ^a	۱۴۰۶۹ ^f	۱۴۲۲۶ ^f	بی خاکورزی
۲۳۱۵۰ ^a	۲۲۴۲۸ ^{ab}	۲۱۸۷۹ ^{abc}	۱۸۳۰۷ ^{de}	خاک ورزی کاهشی
۱۸۶۳۶ ^{de}	۱۹۰۱۶ ^{cd}	۱۹۶۳۹ ^{bcd}	۱۵۹۵۸ ^{ef}	خاک ورزی متداول
			۲۹۵۷/۹	LSD

میانگین های دارای حروف مشترک از نظر آماری اختلاف معنی دار آماری ندارند.

نتیجه گیری

می تواند صحت بیشتر این توصیه را آشکار سازد. این روش خاک ورزی علاوه بر تأمین اهداف درازمدت در خصوص حفظ منابع خاک و آب و جلوگیری از فرسایش آنها، می تواند در بهبود عملکرد دانه و تولید قابل قبول دو محصول مهم گندم و نخود در دیمزارهای غرب کشور در شهرستان سرپل ذهاب مفید باشد.

باتوجه به نتایج آزمایشات دوساله روش های خاک ورزی مختلف شامل بی خاک ورزی، خاک ورزی کاهشی و خاک ورزی متداول برای تولید گندم و نخود در دیمزارهای شهرستان سرپل ذهاب در منطقه غرب کشور، به نظر می رسد می توان زارعین را به استفاده از روش خاک ورزی کاهشی توصیه نمود هرچند اجرای سایر آزمایشات مشابه نیز

به زراعی کشاورزی

دوره ۱۸ ■ شماره ۳ ■ پاییز ۱۳۹۵

9. Arnon I (2012) Agriculture in Dry Lands: Principles and Practice. Elsevier Science Publishers, Amsterdam, The Netherland. Pp 992.
10. Barzegar AR, Hashemi AM, Herbert SJ and Asoodar M (2004) Interactive effects of tillage system and soil water content aggregate size distribution for seedbed preparation in Fluvisols southwest Iran. Soil and Tillage Research. 78: 45-52.
11. De Vita P, Di Paolo E, Fecondo G, Di Fonzo N and Pisante M (2007) No-tillage and conventional tillage effects on durum wheat yield, grain quality and soil moisture content in southern Italy. Soil and Tillage Research. 92: 69-78.
12. Durutan N, Meyveci K, Karaca M, Avci M and Eyuboglu H (1990) Annual cropping under dryland in Turkey. In The role of legumes in farming systems of Mediterranean areas. Kluwer Academic Publishers.
13. Epplin FM and Alsakkaf GA (1995) Risk-efficient tillage systems and program participation strategies for land subject to conservation compliance. Review of Agricultural Economics. Oklahoma State University. Stillwater. Oklohoma. USA.
14. FAOSTAT (2013) FAOSTAT data of Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://faostat.fao.org/>.
15. Felton WL, Marcellos H and Herridge DF (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.
16. Halvorson AD, Blak AL, Krupinsky JM and Merrill SD (1999) Dryland winter wheat response to tillage and nitrogen within an annual cropping system. Agronomy Journal. 91: 702-707.

منابع

۱. اسکندری ا (۱۳۷۷) گزارش نهایی بررسی اثرات روش‌های متداول و روش کاشت مستقیم بر روی عملکرد نخود در شرایط دیم. انتشارات مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم. نشریه شماره ۷۷/۴۴۸.
۲. امام ی، خردنام م، بحرانی م ج، آساد م ت، غدیری ح (۱۳۷۹) تأثیر نحوه مدیریت بقایای گیاهی بر عملکرد دانه و اجزای آن در کشت مداوم گندم آبی. علوم کشاورزی ایران. ۳۱(۴): ۸۳۹-۸۵۱.
۳. رحیم‌زاده ر (۱۳۸۴) اثر عملیات زراعی صحیح و مکانیزه بر عملکرد نخود در شرایط دیم. مقالات اولین همایش ملی حبوبات. ۲۹ و ۳۰ آبان ۱۳۸۴. دانشگاه فردوسی مشهد.
۴. رحیم‌زاده ر، شریفی مالواجردی ا و جوادی ا (۱۳۸۸) اثر روش خاکورزی بر عملکرد نخود در شرایط دیم مناطق سرد. تحقیقات مهندسی کشاورزی. ۳(۳): ۶۸-۵۷.
۵. عادل ات ت (۱۳۸۸) خاکورزی در بوم نظام‌های زراعی (ترجمه کوچکی، ع. ر. برومند رضازاده، ز). انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. مشهد، ایران.
۶. فوت ه د (۱۳۸۶) مبانی خاکشناسی هنری (ترجمه محمودی، ش.). مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران. تهران، ایران.
7. Al-Kaisi M and Yin X (2005) Tillage and crop residue effects on soil carbon and carbon dioxide emission in corn-soybean rotations. Journal of Environmental Quality. 34: 437-445.
8. Alvarez R and Steinbach HS (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.

17. Hemmat A and 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: 69-81.
18. Hemmat A and 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.
19. Hemmat A and 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.
20. Izaurralde RC, McGill WB, Robertson JA, Juma NG and Thurston JJ (2001) Carbon balance of the Breton classical plots over half a century. *Soil Science Society of America Journal*. 65: 431-441.
21. Jin H, Li H, Rasaily RG, Qingjie W, Cai G, Su Y, Qiao X and 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.
22. Kyei-Boahen S and Zhang L (2006) Early-maturing soybean in a wheat–soybean double-crop system. *Agronomy Journal*. 98: 295-301.
23. Licht MA and Al-Kaisi M (2005) Strip-tillage effect on seedbed soil temperature and other soil physical properties *Soil and Tillage Research*. 80: 233-249.
24. Lopez MV, Arrue JL, Fuentes JA and Moret D (2005) Dynamics of surface barley residues during fallow as affected by tillage and decomposition in semiarid Aragon (NE Spain). *European Journal of Agronomy*. 23: 26-36.
25. Lopez–Bellide L, Lopez-Bellido RJ, Castillo JE and Lopez-Bellido FJ (2005) Effect of tillage, crop rotation, and nitrogen fertilization on wheat under rainfed Mediterranean conditions. *Agronomy Journal*. 92: 1054-1063.
26. Lopez-Bellido L, Fuentes M, Castillo JE and Fernandez EJ (1996) Longterm tillage, crop rotation, and nitrogen fertilizer effects on wheat yield under rained Mediterranean condition. *Agronomy Journal*. 88: 783-791.
27. Lopez-Bellido L, Fuentes M, Castillo JE and Lopez-Garrido FJ (1998) Effects of tillage, crop rotation and nitrogen fertilization on wheat-grain quality grown under rainfed Mediterranean conditions. *Field Crops Research*. 57: 265-276.
28. Marbet R (2000) Differential response of wheat to tillage management systems in a semi-arid area of morocco. *Field Crops Research*. 66: 165-174.
29. Mejahed EI and Sander KDH (1998) Rotation, tillage and fertilizer effects on wheat-based rainfed crop rotation in semiarid Morocco. *Proceeding of 3rd European Conference on Grain Legumes. Opportunities for high quality, healthy and added-value crops to meet European demands*. Valladolid, Spain. Pp. 442-454.
30. Munoz-Romero V, López-Bellido L and López-Bellido RJ (2012) The effects of the tillage system on chickpea root growth. *Field Crops Research*. 128: 76-81.
31. Pala M, Harris HC, Ryan J, Makboul R and Dozom S (2000) Tillage systems and stubble management in a Mediterranean-type environment in relation to crop yield and soil moisture. *Experimental Agriculture*. 36: 223-242.
32. SAS Institute Inc. (2004) SAS1 9.1. Qualification Tools User’s Guide. SAS Institute Inc., Cary, NC.
33. Sharma P, Abrol V and Sharma RK (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.
34. Tarkalson DD, Hergertb GW and Cassman KG (2006) Long-term effects of tillage on soil chemical properties and grain yields of a dryland winter wheat sorghum, corn-fallow rotation in the greatplains. *Agronomy Journal*. 98: 26-33.
35. Triplett GB and Dick WA (2008) No-tillage crop production: a revolution in agriculture. *Agronomy Journal*. 100: 153-165.
36. Walkley A and Black IA (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.