

اثر تیمارهای خاک‌ورزی و مقادیر مختلف بقایا بر عملکرد نخود دیم در شرایط کرمانشاه

مختار داشادی*

موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور، معاونت سرارود، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران

چکیده

کشاورزی حفاظتی فرسایش خاکی را کاهش و با افزایش ماده آلی و حفظ ساختمان خاک موجب پایداری عملکرد در درازمدت می‌گردد. به منظور ارزیابی تاثیر کشاورزی حفاظتی بر عملکرد نخود دیم رقم عادل، آزمایشی طی سه سال زراعی ۹۹-۱۳۹۶ در معاونت موسسه تحقیقات کشاورزی دیم (سرارود) به صورت کرت‌های خرد شده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه سطح خاک‌ورزی شامل خاک‌ورزی متداول (گاواهن برگردان‌دار+ دیسک)، خاک‌ورزی کاهش‌یافته (گاواهن قلمی + دیسک) و بی‌خاک‌ورزی (کارنده کشت مستقیم) به عنوان کرت اصلی و سه سطح کلش شامل تیمار بدون کلش (۰)، ۵۰-۳۰ و ۷۰-۵۰ درصد کلش به عنوان کرت فرعی در سه تکرار اجرا شد. نتایج تجزیه واریانس داده‌های آزمایش نشان داد که اثر خاک‌ورزی بر میزان عملکرد دانه در سطح ۵ درصد معنی‌دار است. بیش‌ترین عملکرد دانه (۱۰۳۴ کیلوگرم در هکتار) از تیمار کم‌خاک‌ورزی بدست آمد که نسبت به تیمار خاک‌ورزی متداول (۹۳۶/۷ کیلوگرم در هکتار) و بدون خاک‌ورزی (۸۳۳/۷ کیلوگرم در هکتار) به ترتیب ۱۰ و ۲۴ درصد افزایش داشت، به طوری که این افزایش عملکرد بیش‌تر ناشی از افزایش تعداد غلاف در بوته بود. اثر میزان کلش بر ارتفاع بوته در سطح ۱ درصد و بر میزان عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد. بیش‌ترین عملکرد دانه از تیمار S1 (بدون کلش) با میزان ۹۹۰/۶ کیلوگرم در هکتار بدست آمد که با تیمار S2 (میزان کلش ۳۰ تا ۵۰ درصد) با میزان ۹۵۳ کیلوگرم در هکتار اختلاف معنی‌داری نداشت. بیش‌ترین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک از تیمار خاک‌ورزی کاهش‌یافته و میزان ۳۰ تا ۵۰ درصد کلش به ترتیب با میزان ۱۱۳۶ و ۲۴۳۳ کیلوگرم در هکتار بدست آمد. بنابراین خاک‌ورزی کاهش‌یافته توأم با حفظ بقایای گیاهی به میزان ۳۰ تا ۵۰ درصد در سطح مزرعه می‌تواند عملکرد محصول را افزایش دهد.

واژه‌های کلیدی: نخود دیم، عملکرد دانه، سیستم خاک‌ورزی، بقایای گیاهی

مقدمه

زراعی است که به ترتیب ۱۷۱۹۰۳ و ۶۲۳۶۶۰ هکتار بصورت آبی و دیم می باشد. از مزارع دیم این استان حدوداً ۱۴۷۲۹۵ هکتار به جوبات اختصاص دارد که ۹۶ درصد از آن تحت کشت نخود دیم است (بی نام، ۱۳۹۶). در کشت دیم، عوامل متعددی مانند میزان و پراکندگی بارش و دمای هوا در مراحل مختلف رشد گیاه، در تولید مؤثر بوده و برنامه ریزی جهت دستیابی به عملکرد مطلوب را با مشکل مواجه می سازند. بنابراین پایداری عملکرد محصولات زراعی به ویژه در شرایط بحرانی و خشک سالی نظیر شرایط خاص اقلیمی ایران که خشکی و پراکنش نامناسب زمانی و مکانی بارندگی، واقعیت انکارناپذیر آن است، متأثر از عوامل متعددی از جمله مدیریت زراعی می باشد و از جمله راه کارهای بهینه کردن مدیریت زراعی، کشاورزی حفاظتی است (2012 Friedrich *et al.*). واژه کشاورزی حفاظتی در اولین کنگره جهانی سازمان غذا و کشاورزی ملل متحد و اتحادیه کشاورزی حفاظتی اروپا مورد پذیرش قرار گرفت. بر اساس گزارش فائو در سال ۲۰۱۱ میلادی نزدیک به ۱۲۵ میلیون هکتار از اراضی دنیا (۹ درصد از کل اراضی تحت کشت دنیا)، تحت سیستم کشاورزی حفاظتی (کشت مستقیم) قرار داشتند (Rockstrom *et al.*, 2009). در سیستم های کشاورزی حفاظتی با رعایت تناوب به مرور آفات و بیماری ها کاهش می یابند (Blank, 2008). لافوند و همکاران (۲۰۰۸) گزارش نمودند، کشت مستقیم باعث کاهش مصرف انرژی در واحد سطح و کاهش میزان استهلاک ماشین های کشاورزی می گردد.

امروزه یکی از معضلات و تهدیدهای پیش روی تحقق امنیت غذایی در جوامع بشری افزایش روز افزون جمعیت و وضعیت رو به کاهش منابع تولید است. برآوردها نشان می دهند که در پانزده سال آینده نیاز بشر به آب، انرژی و مواد غذایی به ترتیب ۳۰، ۵۰ و ۵۰ درصد بیشتر خواهد شد (میرمجیدی هشتجین و همکاران، ۱۳۹۵). جوبات بعد از گندم و برنج از مهمترین محصولات کشاورزی هستند که به مصرف تغذیه مردم جهان می رسند و از محصولات رایج دیمزارهای مناطق خشک و نیمه خشک محسوب می شوند. بذور رسیده و خشک جوبات دارای ۱۹ تا ۳۲ درصد پروتئین می باشند (مجنون حسینی، ۱۳۸۷). این محصولات نه تنها در تأمین پروتئین بلکه در ایجاد تنوع در رژیم غذایی انسان مطرح بوده و نقش مکمل برای غلات را نیز دارد (Singh and Saxena, 2000). همچنین از طریق بهبود حاصلخیزی خاک و کاهش احتمال وقوع بیماری ها، آفات و علف های هرز نیز اهمیت دارند (Erskine and Saxena, 1993).

هشتاد درصد از اراضی زیر کشت دنیا به صورت دیم بوده که بالغ بر دو سوم غذای جهان را تولید می نمایند (Oweis and Hachum, 2012). حدود ۶۵ درصد اراضی زراعی ایران، به صورت دیم کشت می شوند (جلال کمالی و همکاران، ۱۳۹۱). استان کرمانشاه با داشتن حدود ۲۳ درصد از سطح زیر کشت جوبات، دارای رتبه اول در کشور است. این استان دارای ۷۹۵۵۶۳ هکتار اراضی

انرژی سامانه‌های مختلف خاک‌ورزی در هندوستان مشخص شد، سامانه خاک‌ورزی کاهشی ۳۴/۳ درصد انرژی کمتری نسبت به سامانه خاک‌ورزی متداول بکار می‌گیرد و میزان صرفه‌جویی انرژی آن ۲/۵ برابر بیش‌تر است (Sharma *et al.*, 2011).

خاک بزرگترین مخزن کربنی است که نسبت به تغییرات آب و هوایی و همچنین تغییر در استفاده از روش‌های مدیریت اراضی و کشاورزی مانند خاک‌ورزی و کوددهی حساس است (Haddaway *et al.*, 2017). هرگونه تغییر در مدیریت بقایا می‌تواند بر میزان کربن آلی خاک مؤثر باشد (Singh and Kaur, 2012). از آنجایی که مقدار کربن خاک تابعی از ورود بقایای گیاهی و تلفات آن از خاک است، در صورتی که میزان کربن آلی خاک به مقدار قابل توجهی کاهش یابد به دلیل تخریب بسیاری از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و زوال کیفیت خاک، تولید محصولات کشاورزی با مشکل جدی روبرو خواهد شد (Lou *et al.*, 2012). باقی‌گذاشتن بقایا در سطح خاک سبب تعدیل درجه حرارت می‌گردد به‌طوری‌که در تابستان سطح خاک خنک‌تر و در زمستان گرم‌تر می‌شود (حبیبی اصل، ۱۳۹۶). حفظ بقایا موجب افزایش نگاه‌داشت رطوبت و کاهش تبخیر از سطح خاک مزرعه می‌گردد (Guenet *et al.*, 2010). صفری (۲۰۰۳) در آزمایشی نشان داد که حفظ بقایای گیاهی در خاک در روش خاک‌ورزی حفاظتی در مقایسه با سوزاندن و یا جمع‌آوری کامل بقایای گیاهی، بر

تحقیقات نشان می‌دهند که عملکرد محصول در سیستم کشاورزی حفاظتی در مقایسه با کشاورزی متداول، حداقل معادل یا حتی بیشتر از آن است (Friedrich and Kassam, 2009) گزارش شده است که کم‌خاک‌ورزی در درازمدت باعث بهبود حاصلخیزی خاک، کاهش فرسایش خاک، ذخیره آب و کاهش هزینه‌های سوخت و ادوات و افزایش عملکرد را در پی دارد (Sanchez *et al.*, 2007). در سوره مشخص شد تاثیر نوع خاک‌ورزی بر عملکرد گندم معنی‌دار بوده و خاک‌ورزی کاهشی (کمینه) بیشترین تاثیر را در افزایش عملکرد گندم دارد (Arnon, 2006).

برخی پژوهشگران افزایش عملکرد تحت شرایط کشاورزی حفاظتی را در مقایسه با کشت متداول به کاهش تبخیر از سطح و افزایش رطوبت خاک در لایه ۰ تا ۳۰ سانتی‌متر خاک نسبت داده‌اند (Machado *et al.*, 2008). اصغری میدانی و همکاران (۱۳۹۲) تاثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر میزان رطوبت خاک و عملکرد گلرنگ در تناوب با گندم در مناطق دیم را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج آنها گویای تاثیر معنی‌دار تیمارهای خاک‌ورزی بر میزان رطوبت و جرم مخصوص ظاهری خاک و پیامد آن بر عملکرد گلرنگ در شرایط دیم بود.

سیستم‌های خاک‌ورزی نقش مهمی در حفظ خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک خاک دارند به‌طوری‌که کشاورزی حفاظتی با تغییر در رفتار کشاورزان با رعایت حداقل خاک‌ورزی منجر به اقتصادی شدن و پایداری تولید می‌گردد (Friedrich *et al.*, 2012). در بررسی نیازهای

خشک در سوریه و عراق نشان داد، کشاورزان با استفاده از دستگاه‌های کشت مستقیم، به ترتیب ۸۴۰۰۰ و ۱/۲ میلیون دلار از محل کاهش مصرف نهاده‌های کشاورزی سود کرده‌اند. بر اساس گزارش ارائه شده این مرکز در سال ۲۰۱۲، در هر هکتار تحت کشاورزی حفاظتی (کشت مستقیم) از حذف عملیات خاک‌ورزی اولیه و ثانویه و مدیریت مصرف منابع کود و بذر در سوریه حدود ۲۲۰ دلار و در عراق ۳۵۵ دلار نسبت به روش کشت متداول، صرفه جویی داشته است (Friedrich and Kassam, 2009).

دیچ (۲۰۰۸) در یک مطالعه ده ساله در پاراگوئه گزارش نمود که عملکرد محصولات در کشاورزی حفاظتی ۵ تا ۱۵ درصد نسبت به کشاورزی متداول بیشتر است. در پژوهشی دیگر دیچ و فریدریچ (۲۰۱۴) در برزیل در بررسی ۱۷ ساله‌ای گزارش کردند، عملکرد محصولات ذرت و سویا در کشاورزی حفاظتی نسبت به کشاورزی متداول به ترتیب ۸۶ و ۵۶ درصد بیشتر است. همچنین فائو (۲۰۱۴) کاهش مصرف سوخت در کشاورزی حفاظتی را تا ۷۰ درصد گزارش نموده است. حمزه‌ئی و بوربور (۱۳۹۳) در آزمایشی یکساله، در بررسی روش‌های مختلف خاک‌ورزی و گیاهان پوششی بر عملکرد و برخی ویژگی‌های خاک، گزارش کردند که بیشترین میزان ماده آلی و کمترین میزان جرم مخصوص ظاهری خاک در تیمار مربوط به کشت گیاه پوششی و خاک‌ورزی حداقل به دست آمد. تحقیقاتی که در سیمیت انجام شده نشان می‌دهد اعمال بی‌خاک‌ورزی بدون

کشت ذرت دانه‌ای به صورت کشت دوم در درون بقایای گندم (۳۰ تا ۵۰ درصد)، عملکرد دانه ذرت را افزایش داد. رادفورد و تورنتون (۲۰۱۱) در یک بررسی ۲۰ ساله سیستم‌های مختلف شخم در کوینزلند استرالیا و در شرایط دیم گزارش کردند در ۵ سال اول بررسی عملکرد سیستم کم خاک‌ورزی از بی‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی متداول بیشتر بود. آنها این افزایش را به دلیل ذخیره رطوبتی بیشتر و کارآیی مصرف آب بیشتر در شرایط بی‌خاک‌ورزی گزارش کردند. در آزمایشی دیگر که با چهار سطح خاک‌ورزی شامل بی‌خاک‌ورزی، خاک‌ورزی متداول، دیسک و کمبینات و مدیریت بقایای گندم در سه سطح حذف کامل بقایا، بقایای ایستاده و حفظ کامل بقایا بود مشخص شد که در تمام نظام‌های خاک‌ورزی، بیشترین عملکرد از تیمار حفظ کامل بقایا به دست آمد و حذف کامل بقایا سبب کاهش معنی‌دار عملکرد نسبت به دو تیمار مذکور شد (Mall et al., 2004). پایین و همکاران (۲۰۰۳) در تحقیقی گزارش کردند که حفظ بقایا سبب حفظ رطوبت خاک و کاهش اثرات منفی مقاومت فیزیکی از جمله افزایش جرم مخصوص ظاهری خاک می‌شود. سیتوله و مگوازا (2019) نیز عنوان کردند با اعمال کشاورزی حفاظتی از میزان ظرفیت تبادل کاتیونی کاسته شده است. در استرالیا در حد فاصل سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۰ با استفاده از کودهای شیمیایی، رعایت تناوب زراعی و کشاورزی حفاظتی تولید گندم دیم از ۲ تن به ۳ تن در هکتار افزایش یافت (Friedrich et al., 2012). تحقیقات مرکز تحقیقات بین‌المللی مناطق

اثرات تیمارهای مختلف شخم بر عملکرد دانه گندم و نخود در یک سیستم تناوبی گندم-نخود در منطقه سرد استان کرمانشاه (شهرستان سنقر) به این نتیجه رسیدند که عملکرد دانه در سیستم بی خاک وری کمتر از سیستم شخم متداول بود، اگرچه رطوبت حجمی خاک در سیستم بی خاک وری بیشتر از سیستم های خاک وری متداول و کم خاک وری گزارش شد. آنها همچنین نشان دادند میزان رطوبت حجمی تیمار بی خاک وری نسبت به تیمار خاک وری متداول در سال آخر بیشتر از سال اول بود. لذا به منظور دستیابی هر چه بیشتر به مستندات علمی تاثیر انواع خاک وری و مقادیر مختلف بقایای حاصل از کلس غلات بر عملکرد نخود دیم در شرایط کرمانشاه این تحقیق در معاونت موسسه تحقیقات کشاورزی دیم سرارود به مدت سه سال زراعی اجرا گردید.

مواد و روش ها

به منظور بررسی تاثیر سطوح مختلف کاه و کلس غلات در خاک وری های متفاوت بر تشکیل گره، تثبیت نیتروژن و عملکرد نخود دیم در شرایط کرمانشاه آزمایشی در معاونت موسسه تحقیقات کشاورزی دیم (سرارود) با مساحت ۱۶۵/۷ هکتار، طول جغرافیایی ۴۷ درجه و ۱۹ دقیقه، عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۲۰ دقیقه، ارتفاع از سطح دریا ۱۳۵۱ متر، متوسط بارندگی ۴۴۰ میلیمتر، متوسط درجه حرارت سالیانه ۱۵/۵ درجه سانتی گراد، آب و هوای سرد و معتدل، ویژگی زمین ناهموار موجدار، بافت خاک سیلتی کلی لوم

وجود بقایای گیاهی نه تنها موجب افزایش عملکرد نمی شود بلکه مقداری از عملکرد را نیز کاهش خواهد شد (Sayre et al., 2006).

میرزایی و محمودآبادی (۱۳۹۳) گزارش کردند که نوع و مدیریت بقایای گیاهی، تاثیر معنی داری بر ویژگی های مورد مطالعه دارد. تیمار مخلوط یک درصد بقایای جو باعث بیشترین افزایش کربن آلی تا ۷۰ درصد، تخلخل کل 23 درصد، نفوذپذیری نهایی ۸۲ درصد و بیشترین کاهش جرم مخصوص ظاهری ۴۰ درصد نسبت به تیمار شاهد شد. شخم حفاظتی همراه با بقایای گیاهی در حفاظت از خاک سطحی جهت بهبود مواد آلی و جلوگیری از فرسایش و نفوذ آب موثر است (Boys, 2013). در تحقیقی چغازردی و همکاران (۱۳۹۴) گزارش کردند که بیشترین درصد رطوبت حجمی در شرایط بی خاک وری کشت نخود و بیشترین عملکرد و اجزای عملکرد نیز در شرایط کم خاک وری دیده شد. استفاده از بقایای گیاهی در اراضی کشاورزی، ساختمان و ظرفیت نگهداری آب در خاک را بهبود بخشیده و همچنین میزان نفوذپذیری را افزایش می دهد (Bhattacharyya et al., 2007). به طور کلی، برگرداندن بقایا به خاک باعث کاهش چگالی ظاهری، افزایش تخلخل و نفوذپذیری و همچنین بهبود کارایی مصرف آب در مزرعه می شود (Friedrich, 2010). سائری و همکاران (۲۰۰۶) گزارش کردند که بسیاری از مزایا و سودمندی های سیستم بی خاک وری نتیجه پوشش دائمی خاک است. چغازردی و همکاران (۱۳۹۴) نیز در بررسی

مستقیم (ASKE 2200 سازه گستر بوکان) در بازه زمانی ۱۵ آبان تا ۱۵ آذر هر سال کشت گردید. با توجه به بالا بودن میزان عناصر غذایی مخصوصاً فسفر و پتاسیم (جدول ۱)، کودهای حاوی این عناصر به خاک اضافه نشد، فقط ۲۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره همزمان با کاشت و به بصورت جایگذاری مصرف گردید.

هر کرت شامل ۵ ردیف ۱۰ متری به فواصل ۵۰ سانتی متر از یکدیگر بود (مساحت هر کرت ۲۵ مترمربع) فاصله بین کرت‌های فرعی و اصلی و تکرارها به ترتیب ۰/۵، ۵ و ۱۰ متر منظور شد. جهت کنترل گندم‌های سبز شده حاصل از ریزش محصول سال قبل، در اواخر اسفند ماه از علف کش سوپر گالانت به میزان یک لیتر در هکتار استفاده شد. در نیمه دوم فروردین ماه وجین علف‌های هرز پهن برگ به صورت دستی صورت گرفت. در مرحله گله‌ای اقدام به برداشت تعداد ۱۰ بوته به صورت تصادفی در هر کرت نموده و وزن گره‌های تثبیت کننده نیتروژن در هر قطعه مشخص و نیز درصد نیتروژن کل برگ با روش کجلدال در نمونه‌ها اندازه گیری شد. در پایان دوره رشد در تیر ماه اقدام به برداشت ۱۰ بوته در هر کرت نموده و شاخص‌هایی نظیر ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته، وزن صد دانه اندازه گیری گردید. جهت تعیین عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد کاه محصول با حذف دو ردیف حاشیه و یک متر از ابتدا و انتهای هر کرت، سه ردیف وسطی به طول ۸ متر به صورت دستی برداشت و در هر تیمار تعیین گردید. همچنین پس از برداشت

تا سیلتی لوم، در دامنه رشته کوه‌های زاگرس اجرا گردید (طیعی، ۱۳۷۷). تحقیق به صورت کرت‌های خرد شده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه سطح خاک‌ورزی، شامل خاک‌ورزی متداول (گاو آهن برگردان‌دار+دیسک)، خاک‌ورزی کاهش یافته (گاو آهن قلمی+دیسک) و بی خاک‌ورزی (کشت مستقیم) به عنوان کرت اصلی و سه سطح متفاوت کلش گندم شامل تیمار بدون کلش در سطح زمین (۰)، ۵۰-۳۰ و ۷۰-۵۰ درصد کلش به عنوان کرت فرعی در سه تکرار و به مدت سه سال زراعی از سال ۱۳۹۶ اجرا شد. در سال اول به منظور تعیین تیمارهای فرعی ۵۰-۳۰ و ۷۰-۵۰ بر اساس ارتفاع متوسط گندم کشت شده و با تنظیم ارتفاع برش و نصب کیسه برزنت در انتهای کمباین، کلش مازاد از کرت‌ها خارج گردید. در سال‌های دوم و سوم اجرای پروژه جهت اعمال تیمارهای متفاوت کلش اقدام به کشت گندم در قطعه مجاور شد، سپس محاسبه میزان کاه و کلش تیمارهای ۵۰-۳۰ و ۷۰-۵۰ درصد از طریق تناسب و تبدیل وزن به درصد کاه و کلش صورت گرفت و به هر کرت‌ها اضافه گردید. جهت این کار میزان کل کلش در واحد سطح یک متر مربع برداشت و توزین شد و عدد آن ۱۰۰ در نظر گرفته شد و بر این اساس به طور تقریب مقادیر ۵۰-۳۰ و ۷۰-۵۰ درصد کلش محاسبه گردید. عملیات خاک‌ورزی مطابق با تیمارهای مورد نظر بعد از اولین بارندگی موثر در هر سال انجام شد. در این پروژه نخود رقم عادل با تراکم ۴۰ دانه در متر مربع در عمق ۵-۷ سانتی متری و به صورت مکانیزه به وسیله دستگاه کارنده کشت

جدول ۱- میانگین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

عمق (سانتی‌متر)	هدایت الکتریکی		اسیدیته	منگنز	مس	روی	آهن	فسفر	پتاسیم	کربن آلی (درصد)
	بافت	(دسی‌زیمنس بر متر)								
۰-۳۰	سیلتی-لوم	۱/۲۱	۷/۵۱	۹/۴	۰/۳۴	۱/۳	۶/۱۴	۱۳	۴۸۰	۱/۰۴

تجزیه و تحلیل اثرات تیمارها بر پارامترهای اندازه‌گیری شده با استفاده از نرم افزار آماری MSTAT-C صورت گرفت و مقایسه میانگین‌ها بوسیله آزمون چند دامنه ای دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه مرکب داده‌های سه سال اجرای این پژوهش نشان داد که اثر سال بر بیشتر شاخص‌های اندازه‌گیری شده نظیر ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته، عملکرد دانه، عملکرد کاه، عملکرد بیولوژیک و وزن گره ریشه در سطح یک درصد معنی‌دار می‌باشد (جدول ۳). بیشترین ارتفاع بوته (۴۲/۷۹ سانتی‌متر) در سال دوم اجرای تحقیق بدست آمد (نمودار ۱) میزان عملکرد دانه در سال دوم اجرای تحقیق ۱۱۶۳ کیلوگرم بر هکتار بود که نسبت به سال اول (عملکرد دانه ۸۲۲/۶ کیلوگرم در هکتار) و نسبت به سال سوم (عملکرد دانه ۸۱۸ کیلوگرم در هکتار) برتری نسبی به ترتیب ۴۱ و ۴۲ درصدی داشت (نمودار ۲). این افزایش عملکرد بیشتر متأثر از اجزاء عملکرد نظیر تعداد غلاف در بوته و تا حدودی وزن صد دانه بود. بیشترین تعداد غلاف در بوته (۳۷/۸) نیز در سال دوم اجرای تحقیق بدست آمد که با سال‌های اول و سوم به ترتیب با

محصول اقدام به نمونه‌برداری از خاک هر تیمار در عمق زراعی ۳۰ سانتی‌متری کرده و برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی از قبیل رطوبت خاک، جرم مخصوص ظاهری، pH و CEC خاک نیز تعیین گردید. برای تعیین جرم مخصوص ظاهری نمونه‌های دست‌نخورده خاک پس از برداشت توسط استوانه‌هایی با حجم مشخص، به مدت ۲۴ ساعت در ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد در آون گذاشته و پس از توزین، توسط معادله زیر مقدار عددی آن‌ها به دست آمد:

$$bd = \frac{ws}{V} \quad (1)$$

bd = جرم مخصوص ظاهری خاک (gr.cm⁻³)

ws = جرم خاک خشک (gr)

V = حجم استوانه (cm³)

برای محاسبه درصد رطوبت وزنی خاک از فرمول زیر استفاده گردید:

$$Mc = \frac{(Ww - Wd)}{Wd} \times 100 \quad (2)$$

Mc = درصد رطوبت وزنی خاک

Ww = وزن خاک مرطوب (gr)

Wd = وزن خاک خشک (گرم) پس از ۲۴ ساعت

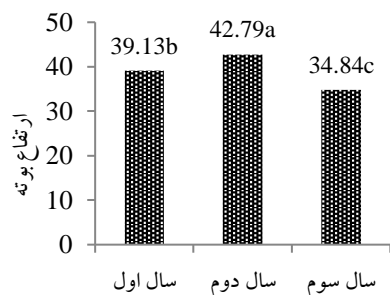
در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد در آون (زرین کفش، ۱۳۷۲).

جدول ۲- اطلاعات دما و بارندگی ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم سرارود در سال های زراعی ۹۷-۹۶ (سال اول) ۹۸-۹۷ (سال دوم) ۹۹-۹۸ (سال سوم)

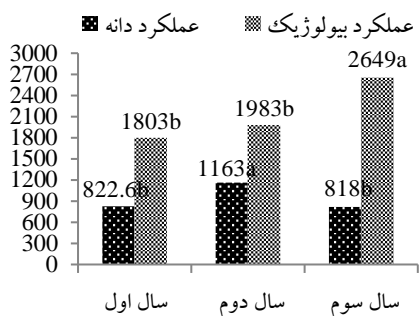
ماه	بارندگی (میلی متر)		دمای حداقل مطلق			دمای متوسط حداکثر سانتی گراد			دمای حداکثر مطلق			دمای متوسط حداقل			دمای متوسط		
	۹۷-۹۸	۹۸-۹۹	۹۶-۹۷	۹۷-۹۸	۹۸-۹۹	۹۶-۹۷	۹۷-۹۸	۹۸-۹۹	۹۶-۹۷	۹۷-۹۸	۹۸-۹۹	۹۶-۹۷	۹۷-۹۸	۹۸-۹۹	۹۶-۹۷	۹۷-۹۸	۹۸-۹۹
مهر	۲۵/۶	۱۸/۹	۰	۷/۸	۶/۸	۳۳	۳۳/۲	۳۴/۳	۲۳	۲۸/۲	۲۹/۶	۱۱/۲	۱۱/۵	۹/۹	۱۷/۱	۱۹/۸	۱۹/۷
آبان	۴۰	۱۴۰	-۱/۶	۰/۶	-۳/۴	۲۹/۴	۲۴/۴	۲۳/۹	۲۰/۸	۱۷/۱	۱۷/۴	۸/۷	۷/۸	۴/۴	۱۴/۷	۱۲/۴	۱۰/۹
آذر	۱۷/۴	۱۵۲/۱	-۵/۶	-۳/۲	-۵/۴	۱۶/۸	۱۶/۲	۱۷/۲	۱۰/۷	۱۱/۸	۱۱	۱/۷	۲/۶	۱/۵	۶/۲	۷/۲	۶/۳
دی	۵۳/۵	۵۶/۴	-۶	-۱۲	-۶	۱۹/۴	۱۵/۲	۱۶/۶	۱۲/۸	۸/۴	۱/۵	۱/۵	-۳	-۱	۷/۱۵	۲/۷	۴/۸
بهمن	۱۲۷/۶	۱۱۷/۱	-۸/۴	-۶/۲	-۱۳/۲	۱۷/۸	۱۵/۸	۱۷/۶	۱۲/۹	۱۰/۴	۹/۲	-۳/۶	-۲	-۱/۷	۴/۶	۴/۲	۳/۸
اسفند	۴۲	۶۳/۸	-۲/۶	-۵/۲	-۱/۴	۲۲	۱۸/۸	۲۲/۴	۱۴/۲	۱۱/۷	۱۶/۱	۵/۲	-۱/۴	۳/۷	۹/۷	۵/۱	۹/۸
فروردین	۷۴/۴	۲۰۸/۵	-۰/۲	-۲/۳	-۰/۲	۲۸/۲	۲۳/۳	۲۲/۴	۱۸/۹	۱۵/۹	۱۷/۲	۸/۴	۳/۳	۴/۳	۱۳/۶	۹/۶	۱۰/۶
اردیبهشت	۱۵۹/۸	۱۸/۶	۲/۴	-۰/۹	۳/۴	۲۸/۲	۳۱/۶	۳۲/۲	۱۹/۲	۲۴/۴	۲۴/۷	۹/۶	۶/۷	۸/۸	۱۴/۴	۱۵/۵	۱۶/۸
خرداد	۶/۵	۰/۴	۹/۴	۷/۷	۸/۸	۳۴/۲	۳۷/۹	۳۷/۲	۲۴/۶	۳۳/۷	۳۳/۴	۱۸/۷	۱۳/۳	۱۲/۷	۲۱/۷	۲۳/۵	۲۳/۱
تیر	۰	۰	۱۱	۱۱/۵	۱۰/۴	۴۱	۴۳	۴۰/۴	۳۳	۳۸/۲	۳۶/۹	۲۳	۱۵/۷	۱۷/۱	۲۸	۲۶/۹	۲۷
مجموع / میانگین	۵۲۱/۲	۷۸۲/۵	-۰/۱۶	-۰/۲۲	۰/۰۲	۲۷	۲۵/۹۴	۲۳/۲	۱۹	۱۹/۹۸	۱۹/۲۸	۸/۲	۵/۴۵	۵/۹۷	۱۳/۷	۱۲/۶۹	۱۳/۲۸

جدول ۳- میانگین مربعات برای شاخص‌های اندازه‌گیری شده در سه سال

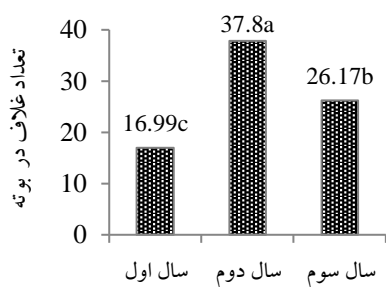
میانگین مربعات													
درصد	PH	CEC	جرم مخصوص ظاهر خاک	درصد نیتروژن	وزن گرهک	عملکرد بیولوژیک	عملکرد کاه	عملکرد دانه	وزن صد دانه	تعداد غلاف در بوته	ارتفاع بوته	درجه آزادی	منابع تغییرات
۱/۰۴ ^{ns}	۰/۰۰ ^{ns}	۰/۸۹۲ ^{ns}	۰/۰۱۰ ^{ns}	۰/۱۲۷*	۰/۰۴۵**	۵۳۷۰۸۸۱/۷۹**	۷۹۶۹۳۰۴/۹۳**	۱۰۵۷۰۰۰/۳**	۵۲/۴۸۷ ^{ns}	۲۹۳۶/۸۰۴**	۴۲۷/۳۱**	۲	سال (Y)
۰/۱۵۶ ^{ns}	۰/۰۲۲ ^{ns}	۱/۹۵۴ ^{ns}	۰/۰۷۶ ^{ns}	۰/۰۶۱ ^{ns}	۰/۰۰۲ ^{ns}	۵۵۱۴۶/۶ ^{ns}	۳۰۰۴۹/۳۸ ^{ns}	۲۳۷۰۳/۳۹ ^{ns}	۴۷/۴۷۱ ^{ns}	۵۶/۰۸۵ ^{ns}	۳۵/۳۵*	۶	تکرار × سال
۰/۵۷۱ ^{ns}	۰/۰۲۴ ^{ns}	۱۵/۸۰۵**	۰/۰۴۲ ^{ns}	۰/۲۶۴ ^{ns}	۰/۰۰۴ ^{ns}	۱۴۶۰۷۹/۰۱ ^{ns}	۹۲۲۰۷/۷۱ ^{ns}	۲۷۱۵۶۶/۹۷*	۱۴/۳۰۵ ^{ns}	۱۵/۳۰۳ ^{ns}	۱۳۸/۹۱**	۲	خاکورزی (T)
۰/۴۰۴ ^{ns}	۰/۰۱۴	۱/۵۶۲ ^{ns}	۰/۰۱۰ ^{ns}	۰/۰۲۱ ^{ns}	۰/۰۰ ^{ns}	۴۲۸۱۲۹/۰۱ ^{ns}	۵۳۴۱۳۲/۷۱*	۸۹۳۱۰/۴۹ ^{ns}	۳۲/۵۸۱ ^{ns}	۱۲۵/۷۳۸ ^{ns}	۳۳/۶۴*	۴	Y × T
۰/۳۱۸	۰/۰۲۴	۱/۷۶۷ ^{ns}	۰/۰۲۸	۰/۲۴۶	۰/۰۰۳	۱۶۸۵۵۱/۲۳	۱۷۲۳۶۳/۲۷	۵۹۶۹۱/۸۲	۱۷/۳۸۵	۸۶/۲۰۵	۹/۳۴	۱۲	اشتباه اصلی (Ea)
۳۳/۷۸**	۰/۰۱۷	۵/۷۵۲ ^{ns}	۰/۰۰۲ ^{ns}	۰/۱۲۴ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۵۵۸۱۹۱/۰۴*	۲۲۲۱۴۸/۴۵*	۱۱۹۷۲۶/۲۳*	۰/۹۲۸ ^{ns}	۹۳/۲۸۵ ^{ns}	۴۴/۳۷**	۲	میزان کلش (S)
۱/۲۰*	۰/۰۰۹	۲/۸۸۳ ^{ns}	۰/۰۱۳ ^{ns}	۰/۲۱۲ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۱۵۹۲۷۹/۹۳ ^{ns}	۶۸۰۴۸/۴۵ ^{ns}	۵۳۵۳۳/۶۴ ^{ns}	۳۹/۳۰۵ ^{ns}	۷۶/۶۳۷ ^{ns}	۲۴/۷۷*	۴	Y × S
۰/۷ ^{ns}	۰/۰۱۷	۱/۲۷۷ ^{ns}	۰/۰۰۸ ^{ns}	۰/۲۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۲ ^{ns}	۲۱۱۶۹۱/۰۴ ^{ns}	۱۸۴۹۹۲/۹*	۶۴۴۰۳/۰۸*	۳۱/۰۵۰ ^{ns}	۸/۹۳۸ ^{ns}	۲۸/۲۳*	۴	T × S
۰/۸۱ ^{ns}	۰/۰۰۳	۲/۳۰۵ ^{ns}	۰/۰۰۶ ^{ns}	۰/۰۳۶ ^{ns}	۰/۰۰۲ ^{ns}	۳۴۲۳۶/۸۸ ^{ns}	۳۶۶۲۶/۲۳ ^{ns}	۲۵۱۶۷/۴۳ ^{ns}	۲۲/۰۷۸ ^{ns}	۱۵/۸۳۲ ^{ns}	۵۲/۶۱**	۸	Y × T × S
۰/۴۲	۰/۰۵۲	۲/۹۱۰	۰/۰۲۷	۰/۵۳۵ ^{ns}	۰/۰۰۲	۱۰۸۴۵۷/۰۹	۶۹۳۳۳/۶۴	۳۸۶۹۷/۵۳	۲۶/۳۰۰	۴۵/۶۲۰	۷/۶۳	۳۶	خطای فرعی (Eb)
۴/۷۹	۳/۰۹	۷/۴۳	۱۲/۰۹	۱۸/۷۸	۲۵/۸۳	۱۵/۳۵	۲۱/۷۶	۲۱/۰۴	۱۶/۰۱	۲۵/۰۳	۷/۱	-	ضریب تغییرات (%)



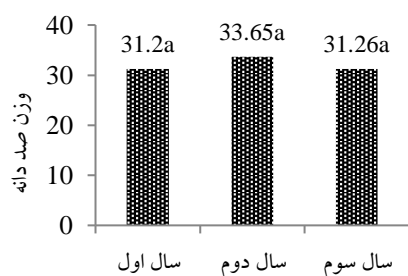
نمودار ۱- تاثیر سال بر ارتفاع بوته (سانتی متر)



نمودار ۲- تاثیر سال بر عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)

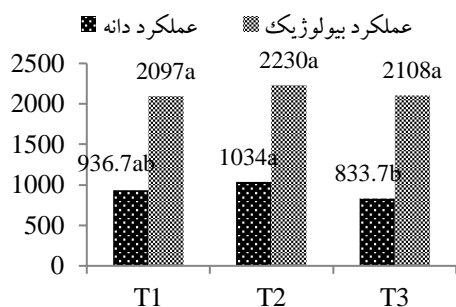


نمودار ۳- تاثیر سال بر تعداد غلاف در بوته



نمودار ۴- تاثیر سال بر وزن صد دانه (گرم)

تعداد ۱۶/۹۹ و ۲۶/۱۷ غلاف در بوته اختلاف معنی دار داشت (نمودار ۳). بیشترین وزن صد دانه ۳۳/۶۵ گرم نیز در سال دوم اجرای تحقیق بدست آمد که با سال های اول و سوم ترتیب با میزان های ۳۱/۲ و ۳۱/۲۶ گرم اختلاف معنی داری نداشت (نمودار ۴). بیشترین عملکرد بیولوژیک با مقدار ۲۶۴۹ کیلوگرم در هکتار در سال سوم اجرای پروژه بدست آمد (نمودار ۲). علی رغم رشد رویشی مناسب گیاه در سال سوم اجرای پروژه نسبت به سال دوم میزان عملکرد دانه در سال سوم کمتر بود. همان طوری که در جدول مربوط به هواشناسی دیده می شود (جدول ۲) میزان بارندگی در سال دوم اجرای تحقیق (سال زراعی ۹۸-۹۷) نسبت به سال اول (سال زراعی ۹۷-۹۶) و سال سوم (سال زراعی ۹۹-۹۸) به میزان ۵۰ درصد افزایش داشت. این نتایج می تواند مبین این حقیقت باشد که در سال های مرطوب محصول نخود می تواند پتانسیل عملکرد بیشتری داشته باشد. همچنین میانگین دما در سال دوم کمتر از سال های اول و سوم بود. در سال دوم متوسط دمای حداکثر بیشتر و متوسط دمای حداقل کمتر از سال های اول و سوم بود به عبارتی رنج نوسانات تغییرات دمایی در سال دوم بیشتر از سال های اول و سوم بود. اصولاً در کشت دیم، عوامل مختلفی از جمله تغییرات میزان بارش و پراکنندگی آن و دمای هوا در مراحل مختلف رشد گیاه و اثرات متقابل آنها بر تولید مؤثر می باشد. زرع کانی و همکاران (۲۰۱۴) نشان دادند که رابطه معنی داری

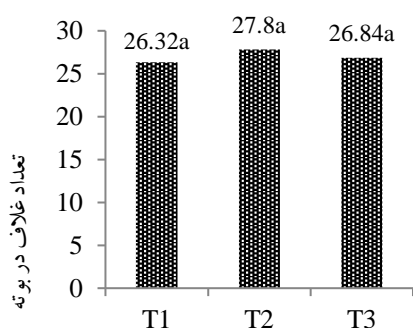


نمودار ۵- تاثیر خاک‌ورزی بر عملکرد دانه و عملکرد

بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)

T1: خاک‌ورزی متداول T2: خاک‌ورزی کاهش یافته T1: بی

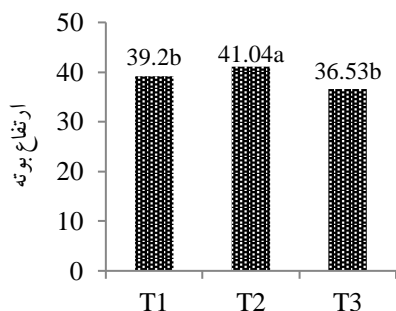
خاک‌ورزی



نمودار ۶- تاثیر خاک‌ورزی بر تعداد غلاف در بوته

T1: خاک‌ورزی متداول T2: خاک‌ورزی کاهش یافته T1: بی

خاک‌ورزی



نمودار ۷- تاثیر خاک‌ورزی بر ارتفاع بوته (سانتی متر)

T1: خاک‌ورزی متداول T2: خاک‌ورزی کاهش یافته T1: بی

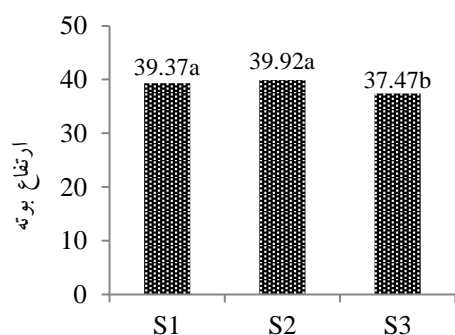
خاک‌ورزی

بین لگاریتم پارامترهای دمای حداقل، دمای حداکثر و بارندگی سالیانه با عملکرد گندم دیم وجود دارد. رشد و عملکرد گیاهان زراعی به میزان زیادی به وسیله شرایط آب و هوایی در طول فصل رشد تعیین می‌شود حتی تغییرات بسیار اندک شرایط اقلیمی بر توان تولید گیاهان زراعی اثرات شگرف خواهد گذاشت تحقیقات مال و همکاران (۲۰۰۴) نیز مویب این موضوع می‌باشد. همچنین این نتایج می‌تواند به دلیل انطباق بهتر رشد گیاه در شرایط دیم با ذخیره آبی بیشتر در سال پرباران و کاهش دوره تنش خشکی انتهای فصل رشد و نهایتاً تکمیل مراحل رشدی گیاه و پر شدن بهتر غلاف باشد.

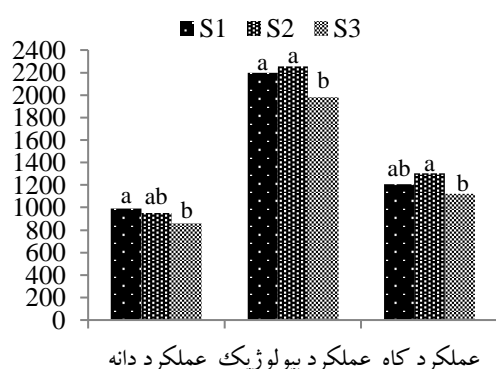
نتایج تجزیه مرکب این تحقیق نشان داد که اثر خاک‌ورزی بر عملکرد دانه در سطح پنج درصد معنی دار می‌باشد (جدول ۳). بیشترین عملکرد دانه (۱۰۳۴ کیلوگرم در هکتار) از تیمار خاک‌ورزی کاهش یافته بدست آمد که نسبت به تیمار خاک‌ورزی متداول (۹۳۶/۷ کیلوگرم در هکتار) و بدون خاک‌ورزی (۸۳۳/۷ کیلوگرم در هکتار) به ترتیب ۱۰ و ۲۴ درصد افزایش نشان داد (نمودار ۵) و این افزایش بیشتر متاثر از تعداد غلاف در بوته بود (نمودار ۶). این نتایج با نتایج تحقیق آرنون (۲۰۰۶) مطابقت دارد. همچنین اثر خاک‌ورزی بر ارتفاع بوته در سطح ۱ درصد معنی دار بود (جدول ۳). بیشترین ارتفاع بوته در تیمار خاک‌ورزی کاهش یافته با ارتفاع ۴۱/۰۴ سانتی متر بدست آمد که نسبت به تیمارهای خاک‌ورزی متداول (۳۹/۲ سانتی متر) و بدون خاک‌ورزی (۳۶/۵۳ سانتی متر) از نظر آماری تفاوت معنی داری داشت (نمودار ۷).

خصوصیات فیزیکی خاک روی نخواهد داد و به تبع آن حتی ممکن است عملکرد دانه چندان تحت تاثیر قرار نگیرد.

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که اثر متقابل خاک‌ورزی در کلش بر ارتفاع بوته معنی‌دار است. بیشترین ارتفاع بوته از تیمار T2S2 (تیمار کم‌خاک‌ورزی و میزان ۳۰ تا ۵۰ درصد کلش) با ارتفاع ۴۳/۱۳ سانتی متر بدست آمد که اختلاف معنی‌داری با تیمار T2S1 (تیمار کم‌خاک‌ورزی و



نمودار ۸- تاثیر میزان کلش بر ارتفاع بوته (سانتی متر)



نمودار ۹- تاثیر میزان کلش بر عملکرد دانه، عملکرد

بیولوژیک و عملکرد کاه

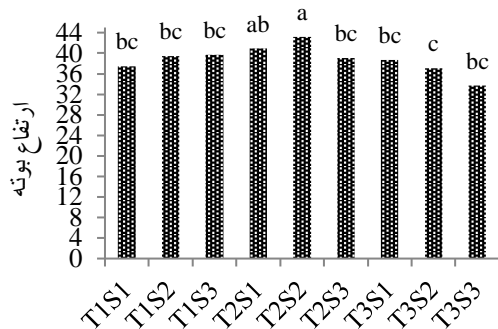
S1: بدون کلش (۰); S2: ۳۰-۵۰ درصد کلش S3

:۵۰-۷۰ درصد کلش

این افزایش می‌تواند ناشی از افزایش ذخیره رطوبتی در تیمار خاک‌ورزی کاهش یافته نسبت به خاک‌ورزی متداول و بی‌خاک‌ورزی به ترتیب به میزان ۲/۱ و ۱/۱ درصد باشد. این نتایج با نتایج رادفورد و تورنتون (۲۰۱۱) مطابقت دارد.

اثر میزان کلش بر ارتفاع بوته در سطح ۱ درصد و عملکرد دانه، عملکرد کاه و عملکرد بیولوژیک در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). بیشترین ارتفاع بوته از تیمار S2 (میزان کلش ۳۰ تا ۵۰ درصد) با ارتفاع ۳۹/۹۲ سانتی متر بدست آمد که از لحاظ آماری با تیمار S1 (تیمار بدون کلش) تفاوت معنی‌داری نداشت (نمودار ۸). بیشترین عملکرد بیولوژیک و عملکرد کاه به تبع ارتفاع بوته، به ترتیب با میزان ۲۲۵۶ و ۱۳۰۳ از تیمار S2 (میزان کلش ۳۰ تا ۵۰ درصد) بدست آمد (نمودار ۹). بیشترین عملکرد دانه از تیمار S1 (بدون کلش) به میزان ۹۹۰/۶ کیلوگرم در هکتار بدست آمد که با تیمار S2 (میزان کلش ۳۰ تا ۵۰ درصد) با میزان ۹۵۳ کیلوگرم در هکتار اختلاف معنی‌داری نداشت (نمودار ۹). این نتیجه ممکن است به این دلیل باشد که بقایای گیاهی گندم به دلیل خشبی بودن، ممکن است استقرار مناسب بذرها را با مشکل مواجه نماید و به همین دلیل بایستی به طریقی خرد و با خاک مخلوط شوند و مدت زمان کافی و شرایط مناسب برای تجزیه آنها فراهم گردد. پیچ و همکاران (۲۰۲۰) نیز گزارش نمودند که معمولاً ۵ سال اول خاک‌ورزی سال‌های اولیه محسوب شده و طی آن تغییرات محسوسی در میزان مواد آلی و

خلل و فرج خاک بیشتر باشد به تبع آن جرم مخصوص ظاهری خاک کاهش و تراکم و مقاومت به نفوذ ریشه و شرایط توسعه گره نیز فراهم تر می شود این استدلال بوسیله ارشد و همکاران (۱۹۹۶) تایید شده است.

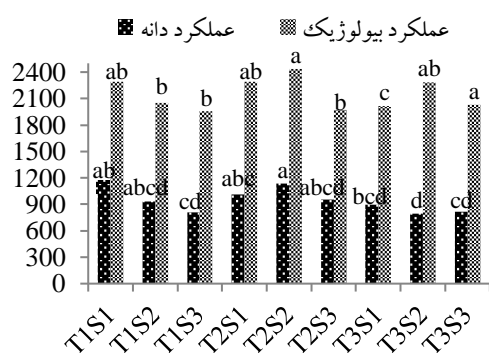


نمودار ۱۰- اثر متقابل میزان کلس و خاکورزی بر ارتفاع بوته (سانتی متر)

T1: خاک ورزی متداول T2: خاک ورزی کاهش

یافته T1: بی خاک ورزی. S1: بدون کلس (۰): S2:

۳۰-۵۰ درصد کلس S3: ۵۰-۷۰ درصد کلس



نمودار ۱۱- اثر متقابل میزان کلس و خاکورزی بر

عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم بر هکتار)

T1: خاک ورزی متداول T2: خاک ورزی کاهش

یافته T1: بی خاک ورزی

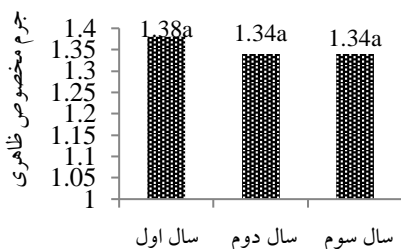
S1: بدون کلس (۰): S2: ۳۰-۵۰ درصد کلس S3:

۵۰-۷۰ درصد کلس

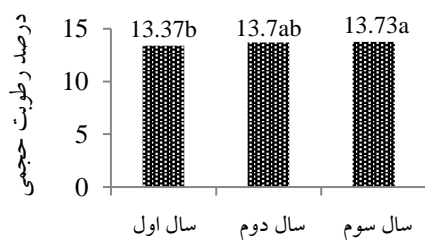
بدون مصرف کلس) نداشت (نمودار ۱۰). بیشترین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک از تیمار T2S2 یعنی تیمار کم خاکورزی و میزان ۳۰ تا ۵۰ درصد کلس به ترتیب با میزان ۱۱۳۶ و ۲۴۳۳ کیلوگرم در هکتار بدست آمد (نمودار ۱۱) که با نتایج پیچ و همکاران (۲۰۲۰) که گزارش نمودند انجام بی خاک ورزی به تنهایی سبب کاهش جهانی عملکرد ۹/۹ درصد و انجام بی خاک ورزی همراه با بقایای گیاهی، سبب کاهش ۵/۲ درصد جهانی عملکرد شده است مطابقت دارد. سائری و همکاران (۲۰۰۶) نیز بسیاری از مزایا و سودمندی های سیستم بی خاک ورزی را به پوشش دائمی خاک نسبت دادند. پیچ و همکاران (۲۰۱۹) در یک سیستم کشت مداوم گندم در استرالیا از برتری عملکرد در سیستم کشاورزی حفاظتی نسبت به کشاورزی متداول به میزان ۲۳ درصد خبر دادند. با این حال عملکرد تحت شرایطی خاصی قابل افزایش است. به عنوان مثال وقتی کشت در شرایط دیم و اقلیم های خشک صورت گرفته است، اجرای کشاورزی حفاظتی به طور متوسط سبب افزایش ۷/۲ درصدی در سطح جهان شده است.

نتایج نشان داد که اختلاف بین وزن گره ریشه در طول سه سال معنی دار است. بیشترین میزان وزن گره ریشه گیاه در سال سوم اجرای پروژه با وزن ۰/۲ گرم بدست آمد. این افزایش نسبی در وزن گره ریشه می تواند به دلیل کاهش نسبی جرم مخصوص ظاهری خاک و کاهش مقاومت خاک در سال سوم اجرای پروژه باشد. معمولا هر چه

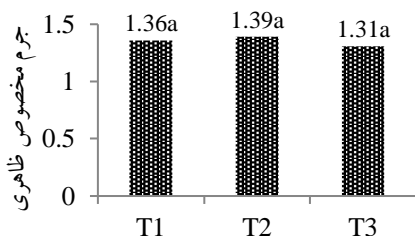
(۲۰۱۲) که گزارش کردند جرم مخصوص ظاهری خاک در کشاورزی حفاظتی نسبت به کشاورزی متداول بیشتر است مطابقت دارد. با کاهش بیشتر شدت خاکورزی (تیمار بدون خاکورزی) جرم مخصوص ظاهری کاهش بیشتری یافته است. این نتایج با نتایج برخی محققان که معتقدند کشاورزی حفاظتی باعث کاهش جرم مخصوص ظاهری می شود هم سو می باشد (Blanco-Canqui and Ruis, 2018).



نمودار ۱۲- تاثیر سال بر جرم مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی متر مکعب)



نمودار ۱۳- تاثیر سال بر درصد رطوبت حجمی



نمودار ۱۴- تاثیر خاکورزی بر جرم مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی متر مکعب)

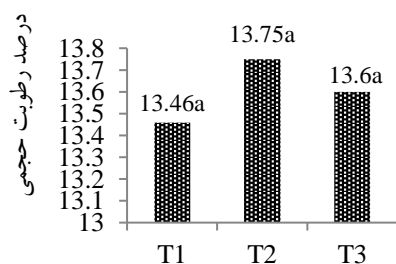
T1: خاکورزی متداول T2: خاکورزی کاهش یافته T3: بی خاکورزی

هر چند اختلاف بین جرم مخصوص ظاهری خاک در طول سه سال معنی دار نشد، اما کمترین جرم مخصوص ظاهری خاک (۱/۳۴) گرم بر سانتی متر مکعب) در سال سوم اجرای تحقیق بدست آمد که نسبت به سال اول (۱/۳۸) گرم بر سانتی متر مکعب) حدود ۳ درصد کاهش یافته است (نمودار ۱۲). جرم مخصوص خاک با نوع محصول و مدیریت مزرعه تغییر می کند و متاثر از پوشش خاک، مواد آلی، ساختار و میزان تخلخل خاک است. ارشد و همکاران (۱۹۹۶) نیز بیان کردند هر سیستم خاکورزی که در آن سبب حفظ پوشش خاک توسط بقایا گردد (خاکورزی حفاظتی) سبب افزایش مواد آلی خاک می گردد که این عمل به سهم خود سبب کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک می گردد.

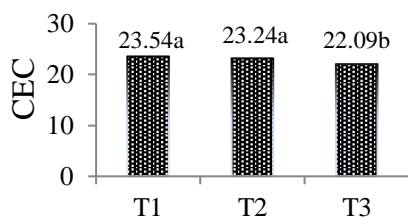
نتایج مقایسه میانگین ها در طول سه سال نشان داد که اختلاف معنی دار بین رطوبت حجمی خاک وجود دارد بیشترین میزان رطوبت حجمی (۱۳/۷۳ درصد) در سال سوم بود که با میزان رطوبت حجمی در سال دوم (۱۳/۷ درصد) اختلاف معنی دار نداشت (نمودار ۱۳).

نتایج تاثیر خاکورزی بر وزن مخصوص ظاهری نشان داد که جرم مخصوص ظاهری خاک در تیمارهای خاکورزی متداول، کاهش یافته و بدون خاکورزی به ترتیب ۱/۳۶، ۱/۳۹ و ۱/۳۱ گرم بر سانتی متر مکعب بود (نمودار ۱۴). همانطوریکه داده ها نشان می دهند با عبور از خاکورزی متداول به خاکورزی کاهش یافته جرم مخصوص ظاهری افزایش و سپس در تیمار بدون خاکورزی کاهش یافته است. این نتایج با یافته های سوان و همکاران

(CEC) خاک کاهش یافته است که با نتایج سیتوله و مگوازا (۲۰۱۹) هم سو می‌باشد. بایستی توجه داشت که ظرفیت کل تبادل کاتیونی در خاک مجموع نقاط تبدالی کلونید های آلی و معدنی خاک است و مواد آلی در اغلب خاک‌ها بیشترین سهم ظرفیت تبادل کاتیونی را تشکیل می‌دهند، طبیعی است که با افزایش درجه تجزیه مواد آلی و شدت هموسی شدن CEC افزایش یابد. بعضی از محققان اثر کشاورزی حفاظتی را روی CEC افزایشی دانسته و گزارش کردند که با اعمال کشاورزی حفاظتی ظرفیت تبادل کاتیونی خاک افزایش می‌یابد (Duiker and Beegle, 2006).



نمودار ۱۵- تاثیر خاک‌ورزی بر درصد رطوبت حجمی
T1: خاک‌ورزی متداول T2: خاک‌ورزی کاهش یافته T3: بی خاک‌ورزی



نمودار ۱۶- تاثیر خاک‌ورزی بر CEC (میلی اکی والان بر صد گرم خاک)
T1: خاک‌ورزی متداول T2: خاک‌ورزی کاهش یافته T3: بی خاک‌ورزی

با توجه به اینکه جرم مخصوص ظاهری خاک به طور جدی متاثر از میزان مواد آلی خاک است و تغییرات ماده آلی خاک نیز در طول زمان صورت گرفته و مستلزم زمان زیادی است در سال‌های اولیه اعمال سیستم‌های بی خاک‌ورزی معمولاً ماده آلی تغییر محسوسی نخواهد کرد، لذا بر اساس طول دوره تحقیق و شرایط اقلیمی میزان این تغییرات می‌تواند متفاوت باشد.

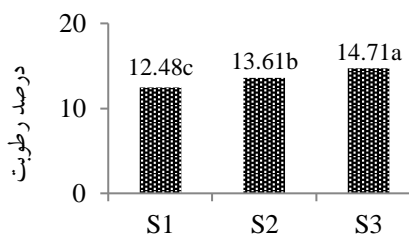
هر چند تاثیر نوع خاک‌ورزی بر رطوبت حجمی خاک از لحاظ آماری معنی دار نشد، میزان رطوبت حجمی در خاک‌ورزی کاهش یافته (۱۳/۷۵ درصد) نسبت به خاک‌ورزی متداول (۱۳/۴۶ درصد) و بی خاک‌ورزی (۱۳/۶ درصد) به ترتیب ۲/۱ و ۱/۱ درصد افزایش داشت (نمودار ۱۵). اصغری میدانی و همکاران (۱۳۹۲) تاثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر میزان رطوبت خاک و عملکرد گلرنگ در تناوب با گندم در مناطق دیم را مورد تایید نمودند. البته بر اساس عمق و زمان نمونه برداری ممکن است اثرات و نتایج بدست آمده متفاوت باشد. نتایج نشان داد که در تیمارهای مختلف خاک‌ورزی بین میزان ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) اختلاف معنی داری در سطح ۱ درصد وجود دارد (جدول ۳). بیشترین میزان CEC در تیمار خاک‌ورزی متداول با میزان ۲۳/۵۴ میلی اکی والان بر صد گرم خاک بود و کمترین مربوط به تیمار بدون خاک‌ورزی با میزان ۲۲/۹ میلی اکی والان بر صد گرم خاک بود (نمودار ۱۶). نتایج تحقیق نشان داد که با اعمال خاک‌ورزی حفاظتی ظرفیت تبادل کاتیونی

نتیجه گیری

به طور کلی، پایداری عملکرد محصولات زراعی به ویژه در شرایط بحرانی و خشک سالی متأثر از عوامل متعددی از جمله مدیریت زراعی است. یکی از این عوامل کشاورزی حفاظتی است که در آن، حفظ ۳۰ درصدی بقایای گیاهی سال قبل جهت حاصلخیزی و باروری خاک در دراز مدت، حفظ و ذخیره رطوبت و همچنین جلوگیری از فرسایش آبی و بادی خاک می باشد. کشاورزی حفاظتی علی رغم بهره‌وری بالا، سازگاری آن در جوامع محلی با مشکلاتی روبرو است. این مشکلات موضوعات اساسی و بنیادین روحی و فکری، اجتماعی، فرهنگی، اشتغال و تکنولوژیکی را در بر می گیرد. کشاورزی حفاظتی برای تأثیر بهتر باید هدفمند و با شرایط خاص بیوفیزیکی هر منطقه سازگار شود. در برخی شرایط کشاورزی حفاظتی حتی می تواند منجر به کاهش رشد گیاه و نهایتاً کاهش عملکرد شود لذا بایستی توجه داشت با تداوم اجرای کشاورزی حفاظتی در دراز مدت تمایل به کاهش عملکرد کمتر می شود. کشاورزی حفاظتی در دراز مدت باعث بهبود حاصلخیزی خاک، کاهش فرسایش خاک، افزایش ذخیره آب سبز و کاهش هزینه‌های سوخت و ادوات و افزایش عملکرد و نهایتاً افزایش بهره‌وری را در پی دارد. بنابراین اجرای کشاورزی حفاظتی (کم خاک و رزی با حفظ بقایای گیاهی به میزان ۳۰ درصد پوشش سطح مزرعه) از طریق نگه داشتن رطوبت و افزایش آب سبز خاک قادر به افزایش عملکرد بوده و در دراز مدت می تواند سودآوری محصول، تولید پایدار و امنیت غذایی را به دنبال داشته باشد.

معمولاً در سال‌های اولیه کشاورزی حفاظتی تغییرات محسوسی در میزان مواد آلی و خصوصیات خاک روی نخواهد داد. لذا انتظار می رود در سیستم کشاورزی حفاظتی که یکی از اصول آن حفظ بقایا در سطح خاک است در دراز مدت با افزایش مواد آلی خاک و افزایش درجه هوموسی شدن مواد آلی میزان CEC خاک نیز افزایش یابد.

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که تفاوت میزان رطوبت حجمی خاک در تیمارهای با مقادیر مختلف کلش معنی دار می باشد (جدول ۳). به طوری که درصد رطوبت حجمی در تیمارهای S3 (میزان کلش ۵۰ تا ۷۰ درصد)، S2 (میزان کلش ۳۰ تا ۵۰ درصد) و تیمار S1 (بدون کلش) به ترتیب ۱۴/۷۱، ۱۳/۶۱ و ۱۲/۴۸ بود. همان طوری که مشاهده می شود با افزایش میزان کلش به میزان رطوبت افزوده شده است (نمودار ۱۷). معمولاً کشاورزی حفاظتی در مقایسه با کشاورزی متداول سبب کاهش تبخیر از سطح و افزایش رطوبت در لایه ۰ تا ۳۰ سانتی متر خاک منجر می شود که این نتیجه با نتایج ماکادو و همکاران (۲۰۰۸) مطابقت دارد.



نمودار ۱۷- تاثیر میزان کلش بر درصد رطوبت حجمی S1: بدون کلش (۰); S2: ۳۰-۵۰ درصد کلش S3: ۵۰-۷۰ درصد کلش

منابع

- اصغری میدانی جلیل، کریمی اسماعیل، پورمحمد، علیرضا. ۱۳۹۲. تاثیر روش های مختلف خاکورزی و کاشت بر رطوبت خاک و عملکرد گلرنگ در تناوب با گندم در مناطق دیم. نشریه دانش آب و خاک. جلد ۲۳ شماره ۱. ص ۲۴۵-۲۳۷.
- بی نام. ۱۳۹۶. آمارنامه کشاورزی، وزارت جهاد کشاورزی <http://www.maj.ir/portal/Home/Default.aspx>
- جعفر حبیبی اصل. ۱۳۹۶. راهنمای حفظ بقایای گیاهی و عدم سوزاندن کاه و کلش. مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی سازمان جهاد کشاورزی خوزستان.
- جلال کمالی محمد رضا، نجفی میرک توحید، اسدی هرمز. ۱۳۹۱. گندم: راهبردهای تحقیقاتی و مدیریتی در ایران. نشر آموزش کشاورزی. ۲۲۷ صفحه.
- چقازردی حمیدرضا، جهانسور محمدرضا، احمدی علی، گرجی منوچهر. ۱۳۹۴. تاثیر روش های مختلف خاکورزی بر عملکرد گندم دیم در اقلیم های سرد، معتدل و نیمه گرمسیری استان کرمانشاه، علوم گیاهان زراعی ایران، دوره ۴۶، شماره ۴، ص ۶۰۵-۶۱۸.
- چقازردی حمیدرضا، جهانسور محمدرضا، احمدی علی، گرجی منوچهر. ۱۳۹۴. تاثیر روش های مختلف خاکورزی بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود و گندم و ویژگی های فیزیکی خاک در شرایط دیم کرمانشاه. نشریه علوم گیاهان زراعی ایران دوره ۴۶ شماره ۴ زمستان ۱۳۹۴ صفحه ۶۸۷-۶۹۸.
- حمزهئی جواد، بوروبور امین. ۱۳۹۳. اثر روش های کوتاه مدت خاکورزی و گیاهان پوششی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت و برخی ویژگی های خاک. دانش کشاورزی و تولید پایدار، ۲۴(۳): ۴۷-۳۵.
- طلیعی علی اشرف. ۱۳۷۷. گزارش نهایی بررسی اثر کودهای شیمیایی در گندم دیم (در شرایط زارعین) مرکز تحقیقات کشاورزی کرمانشاه. نشریه شماره ۱۴۲.
- مجنون حسینی، ناصر. ۱۳۸۷. زراعت و تولید حیوانات. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه تهران. ص ۲۸۳.
- مراد میرزایی، مجید محمودآبادی. ۱۳۹۳. تأثیر نوع و مدیریت های مختلف بقایای گیاهی بر برخی ویژگی های فیزیکی و نفوذ آب در خاک. نشریه پژوهشهای خاک (علوم خاک و آب) الف جلد ۲۸ شماره ۴.
- میرمجیدی هشتجین عادل، فامیل مومن رضا، گودرزی فرزاد. ۱۳۹۵. کاهش ضایعات محصولات کشاورزی راهبرد اصلی در ارتقاء امنیت غذایی. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. دفتر برنامه ریزی و پایش امور پژوهشی. ۴۰ صفحه.
- Arnon I. 2012. Agriculture in Dry Lands: Principles and Practice. Elsevier Science Publishers, Amsterdam, The Netherland. pp 992.
- Arshad MA, Lowery B, Grossman B. 1996. Methods for Assessing Soil Quality. Soil Science Society of America. Special Publication 49, SSSA, Madison, WI, 123-142.

- Boys CA. 2013. Cotton comparative analysis 2012 crop. Report prepared by Boys Chartered Accountants Pty Ltd for the cotton research and development corporation, Narrabri, NSW
- Bhattacharyya R, Chandra S, Singh RD, Kundu, S, Srivastva AK, Gupta HS. 2007. Long-term farmyard manure application effects on properties of a silty clay loam soil under irrigated wheat-soybean rotation. *Soil and Tillage Research*. 94: 386-396.
- Blanco-Canqui H, Ruis SJ. 2018. No-tillage and soil physical environment. *Geoderma*, 326: 164-200
- Blank D. 2008. A fresh look at life beneath the surface. In: T. Goddard, M.A. Zoebisch, Y.T. Gan, W. Ellis, A. Watson and S. Sombatpanit (eds), *No-Till Farming Systems: Special Publication No. 3* (pp. 73–81) Bangkok: World Association of Soil and Water Conservation (WASWC).
- Derpsch R. 2008. No-tillage and Conservation Agriculture: a progress report. In: T. Goddard, M.A. Zoebisch, Y.T. Gan, W. Ellis, A. Watson and S. Sombatpanit (eds) *No-Till Farming Systems. Special Publication No.3* (pp. 7–39) Bangkok: World Association of Soil and Water Conservation (WASWC).
- Derpsch R, Friedrich T. 2014. Global overview of conservation agriculture adoption. Food and Agriculture Organization, <http://www.fao.org/ag/ca/doc/derpsch-friedrich-global-overview-ca-adoption3.pdf>.
- Erskine w, Saxena MC. 1993. Lentille in South Asia. Proceedings of the Seminar on Lentils in South Asia, 11-15 March 1991, New Delhi, India. ICARDA. Aleppo, Syria. 236 pp.
- FAO. 2014. Sustainable Agricultural Mechanization and Conservation Agriculture Web. at: <http://www.fao.org/agriculture/crops/thematic-sitemap/theme/spi/scpi-home/managing-ecosystems/samandca/en/>.
- Friedrich T, Kassam AH. 2009. Adoption of conservation agriculture technologies: constraints and opportunities. In: Proceedings of the 4th World Congress on Conservation Agriculture: Innovations for Improving Efficiency, Equity and Environment, 4–7 February. New Delhi, India (<http://www.fao.org/ag/ca/doc/wwcca-leadpapers.pdf>).
- Friedrich T, Derpsch R, Kassam A. 2012. Overview of the Global Spread of Conservation Agriculture, *Field Actions Science Reports*, Special Issue 6, 2012, Online since 06 November 2012, Connection on 06 November 2012. URL: <http://factsreports.revues.org/1941>.
- Guenet B, Neill C, Bardoun G, Abbadie L. 2010. Is there a linear relationship between priming effect intensity and the amount of organic matter input? *Applied Soil Ecology*, 49: 436-442.
- Haddaway NR, Hedlund K, Jackson LE, Kätterer T, Lugato E., Thomsen IK, Jørgensen HB, Isberg PE. 2017. How does tillage intensity affect soil organic carbon? A systematic review. *Environmental Evidence*, 6: 30.
- Lafond GP, Walley H, Schoenau J, May WE, Holzafel CB, McKell J, Halford J. 2008. Long-term vs. short-term conservation tillage. In: Proceedings of the 20th Annual Meeting and Conference of the Saskatchewan Soil Conservation Association, 12–13 February, Regina, Saskatchewan, pp. 28–43.
- Lou Y, Xu M, Chen X, He X, Zhao K. 2012. Stratification of soil organic C, N and C: N ratio as affected by conservation tillage in two maize fields of China. *Catena*, 95: 124-130.
- Machado S. 2008. Tillage effects on water use and grain yield of winter wheat and green pea in rotation. *Agron. J.V.* 100: 225-230.
- Mall RK, Lal M, Bhatia VS, Rathore LS, Singh R. 2004. Mitigating climate change impact on soybean productivity in India: a simulation study. *Agricultural and Forest Meteorology* 121: 113-125.

- Oweis T, Hachum A. 2012. Supplemental irrigation, a highly efficient water-use practice. ICARDA, Aleppo, Syria. IV+28PP.
- Pabin J, Lipiec J, Wodek S, Biskupski A. 2003. Effect of different tillage systems and straw management on some physical properties of soil and on the yield of winter rye in monoculture. *Int. Agrophysics*, 2003, 17: 175–181
- Page KL, Dang YP, Dalal RC. 2020. The ability of conservation agriculture to conserve soil organic carbon and the subsequent impact on soil physical, chemical, and biological properties and yield. *Frontiers in sustainable food systems*, 4.
- Page KL, Dang YP, Dalal RC, Reeves S, Thomas G, Wang W, Thompson J P. 2019. Changes in soil water storage with no-tillage and crop residue retention on a Vertisol: impact on productivity and profitability over a 50 year period. *Soil and Tillage Research*, 194: 104319
- Radford BJ, Thornton C M. 2011. Effects of 27 years of reduced tillage practices on soil properties and crop performance in the semi-arid subtropics of Australia. *International Journal of Energy Environment and Economics*, 19(6): 565.
- Rockstrom J, Kaumbutho P, Mwalley J, Nzabi AW, Temesgen M, Mawenya L, Barron J, Mutua J Damgaard-Larsen S. 2009. Conservation farming strategies in East and Southern Africa: yields and rain water productivity from on-farm action research. *Soil & Tillage Research*, 103: 23–32.
- Safari M. 2003. The effect of different levels of wheat residue and conservation tillage on corn yield in the deficit irrigation condition. Shahid Bahonar University of Kerman. The Eighth Seminar on Irrigation and Reduce Evaporation.
- Sayre K, Govaerts B, Martinez A, Mezzalama M, Martinez M. 2006. Comparison of alternative conservation agriculture technologies for rainfed production in the highlands of Central Mexico, 28 August–3 September 2006. In: *Proc. 17th ISTRO Conf.*, Kiel, Germany, pp. 1012–1018.
- Sharma P, Abrol V, 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.
- Singh A, Kaur J. 2012. Impact of conservation tillage on soil properties in rice wheat cropping system. *Agricultural Science Research Journal*. 2(1): 30-41.
- Singh KB, Saxena M.S. 2000. Breeding for stress tolerance in cool season food legumes. First Edition (Translation: A.R. Baghri, A. Nezami & M. Soltani). Research Organization, Education & Agricultural Extension. P. 444.
- Sithole NJ, Magwaza LS. 2019. Long-term changes of soil chemical characteristics and maize yield in no-till conservation agriculture in a semi-arid environment of South Africa. *Soil and Tillage Research*, 194: 104317.
- Soane BD, Ball BC, Arvidsson J, Basch G, Moreno F, Roger-Estrade J. 2012. No-till in northern, western and south-western Europe: A review of problems and opportunities for crop production and the environment. *Soil and Tillage Research*, 118: 66-87.
- Zarakani F, Kamali GA, Chizari A. 2014. The effect of climate change on the economy of rain fed wheat (a case study in Northern Khorasan). *Journal of Agroecology* 6(2): 301-310.

Effect of tillage treatments and different amounts of crop residues on rainfed chickpea yield in Kermanshah Conditions

Mokhtar Dashadi*

Dryland Agricultural Research Institute, Sararood Branch Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Kermanshah, Iran.

Abstract

Conservation agriculture reduces soil erosion and increases long-term yield by increasing organic matter. Experimental was conducted in order to evaluate the tillage system (T) and crop straw rates (S) effects on seed yield of chickpea Adel cultivar under rainfed conditions in the wheat-chickpea rotation. This experiment was conducted in a split plot based on a randomized complete block design with three replications in three cropping seasons 2017-20 in the dryland agricultural research sub-institute. The tillage system was in the main plots including conventional tillage (CT) (moldboard plow + disk harrow), minimum tillage (MT) (chisel + disk) and no-tillage (NT) (direct drilling), and crop straw rates were in sub-plots including no-straw (S1), 30-50 (S2) and 50-70% (S3) straw. Results revealed that the main effect of T was significant for the grain yield ($P < 0.05$). The highest grain yield (1034 kg ha^{-1}) was obtained from MT which indicated an increase of 10 and 24% compared to CT (936.7 kg ha^{-1}) and NT (833.7 kg ha^{-1}), respectively. The effect of S was significant for plant height ($P < 0.01$), and grain yield, straw yield and biological yield ($P < 0.05$). The highest grain yield was obtained from S1 with 990.6 kg ha^{-1} , which was not significantly different from S2 with 953 kg ha^{-1} . The highest grain yield and biological yield were obtained from MT \times S2 with 1136 and 2433 kg ha^{-1} , respectively. Therefore minimum tillage with 30-50% crop residues in the field could be used to improve yield productivity and stability of chickpea under rainfed conditions.

Key words: Chickpea, grain yield, tillage system, crop residues.