

مطالعه تاثیر کوتاه مدت خاک ورزی حفاظتی بر عملکرد ذرت علوفه‌ای و ویژگی‌های خاک در تناوب با گندم در منطقه دشت ناز

روزبه عباس‌زاده^{۱*}، سید مهدی موسوی^۲ و سید رضا طباطبائی^۳

تاریخ دریافت: ۹۶/۳/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۷/۲/۱۰

۱- پژوهشکده کشاورزی، سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران، احمدآباد مستوفی، تهران، ایران

۲- دانشکده مهندسی زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

۳- دانشکده مهندسی زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

* مسئول مکاتبه: Abbaszadeh@irost.ir

چکیده

روش خاک‌ورزی حفاظتی می‌تواند موجب حفظ بیشتر رطوبت خاک، کاهش فرسایش و استفاده کمتر از ماشین‌های کشاورزی و در نتیجه دستیابی به کشاورزی پایدار و کاهش هزینه‌ها شود. به منظور اعمال خاک‌ورزی حفاظتی نیاز است اثرات جانبی آن بر شاخص‌های عملکرد و خصوصیات خاک بررسی شود. در این پژوهش کشت حفاظتی ذرت علوفه‌ای در تناوب با گندم در کشت و صنعت دشت ناز ساری مورد مطالعه قرار گرفت. تیمارهای مورد ارزیابی علاوه بر روش مرسوم، عملیات بی‌خاک‌ورزی بر روی حالات مختلفی از بقایای گندم (عدم وجود بقایا با جمع‌آوری آن و وجود بقایای خرد شده) بودند. عملکرد، ارتفاع گیاه، تعداد برگ و وزن بلال، میزان پتاسیم، فسفر و نیتروژن، ماده آلی، EC، pH، رطوبت خاک و وزن مخصوص ظاهری آن پس از کاشت و پس از برداشت محصول اندازه‌گیری شدند. اگر چه اثرات خاک‌ورزی حفاظتی در دراز مدت بروز خواهد کرد و در برخی اندازه‌گیری‌ها اختلاف معنی‌داری دیده نشد اما در بعضی از شاخص‌ها نیز تغییراتی مشاهده گردید. در کشت ذرت، کاشت مستقیم در بقایای گندمی که با روش کم‌خاک‌ورزی و کاشت با دستگاه بی‌خاک‌ورزی کشت شده بود، دارای بیشترین فسفر بود. همچنین در بررسی اثر تیمارها بر درصد رطوبت خاک و وزن مخصوص ظاهری آن پس از کاشت محصول، اثر معنی‌داری مشاهده گردید. کشت ذرت به روش بی‌خاک‌ورزی در بقایای خرد شده گندمی که با روش‌های کم‌خاک‌ورزی کشت شده بود نیز حاوی ذرت‌هایی با ارتفاع ساقه بیشتر بود. در این مطالعه عدم اثرگذاری روش‌های کشت حفاظتی به کار رفته بر اکثر کمیت‌های مورد بررسی دیده شد که با توجه به کاهش استفاده از ماشین‌آلات در روش‌های حفاظتی و مزایای اقتصادی و محیطی آن، می‌تواند نقطه قوتی برای پیاده‌سازی کشت حفاظتی در دشت ناز محسوب شود.

واژه‌های کلیدی: بقایای گندم، خاک‌ورزی حفاظتی، خصوصیات خاک، ذرت، عملکرد

۱- مقدمه

خصوصیات خاک بررسی شود. در سال‌های اخیر پژوهش‌های متعددی در مورد اثر این روش بر عملکرد محصولات مختلف کشاورزی انجام شده است. اثر روش بی‌خاک‌ورزی در کشت تناوب ذرت و گندم در شمال چین مورد ارزیابی قرار گرفت. در دراز مدت و در مقایسه با روش مرسوم، مقدار ماده آلی خاک و نیتروژن و فسفر به‌طور معنی‌داری افزایش یافتند. عملکرد ذرت نیز تا ۱/۴٪ افزایش داشت (هه و همکاران، ۲۰۱۱). بررسی اثر خاک‌ورزی مرسوم و کم‌خاک‌ورزی و همچنین مدیریت بقایای گندم برای کشت کلزا در شمال عراق نشان داد تیمارهای بقایا در ابتدا اثر معنی‌داری بر میزان ماده آلی خاک نداشتند ولی در ادامه وجود بقایا منجر به افزایش آن شد. همچنین کم‌خاک‌ورزی همراه با وجود بقایا موجب ۲۴٪ افزایش

کشاورزی حفاظتی روش نوین در کشت محصولات کشاورزی می‌باشد که می‌تواند در راستای کشاورزی پایدار کمک شایانی به حفظ منابع آبی و خاکی و همچنین انرژی نماید. اجرای صحیح کشاورزی حفاظتی، امکان دستیابی به بیشتر رطوبت، کاهش فرسایش خاک و کاهش کاربرد ماشین‌های کشاورزی و به تبع آن کاهش هزینه‌ها وجود دارد. بی‌خاک‌ورزی، مدیریت بقایا و تناوب زراعی از ارکان کشاورزی حفاظتی هستند. برای اعمال این روش و بهره‌گیری از مزایای متعدد زیست محیطی و اقتصادی آن، نیاز است اثرات جانبی اعمال حالات مختلف خاک‌ورزی حفاظتی (از زیر مجموعه‌های کشاورزی حفاظتی) بر شاخص‌های عملکرد و

بررسی شد نتایج مختلفی برای خاک‌ورزی حفاظتی در مناطق گوناگون در منابع ارائه شده است. وجود بقایای محصول قبل از جمله عوامل اثرگذار بر نتایج کشت حفاظتی است و بهتر است این موضوع نیز در تحقیقات مربوط به خاک‌ورزی حفاظتی مد نظر قرار گیرد. همچنین در نظر گرفتن تغییرات فیزیکی و شیمیایی خاک در کنار عملکرد، موجب مطالعه جامع‌تری می‌شود. با توجه به مزایای متنوع کشت حفاظتی، به‌منظور پیاده‌سازی آن نیاز است اثرات این روش در شرایط بومی مورد ارزیابی قرار گیرد. هدف از این پژوهش بررسی اعمال خاک‌ورزی حفاظتی بر ویژگی‌های خاک در منطقه دشت ناز ساری و همچنین تاثیر آن بر عملکرد ذرت علوفه‌ای در تناوب با گندم است.

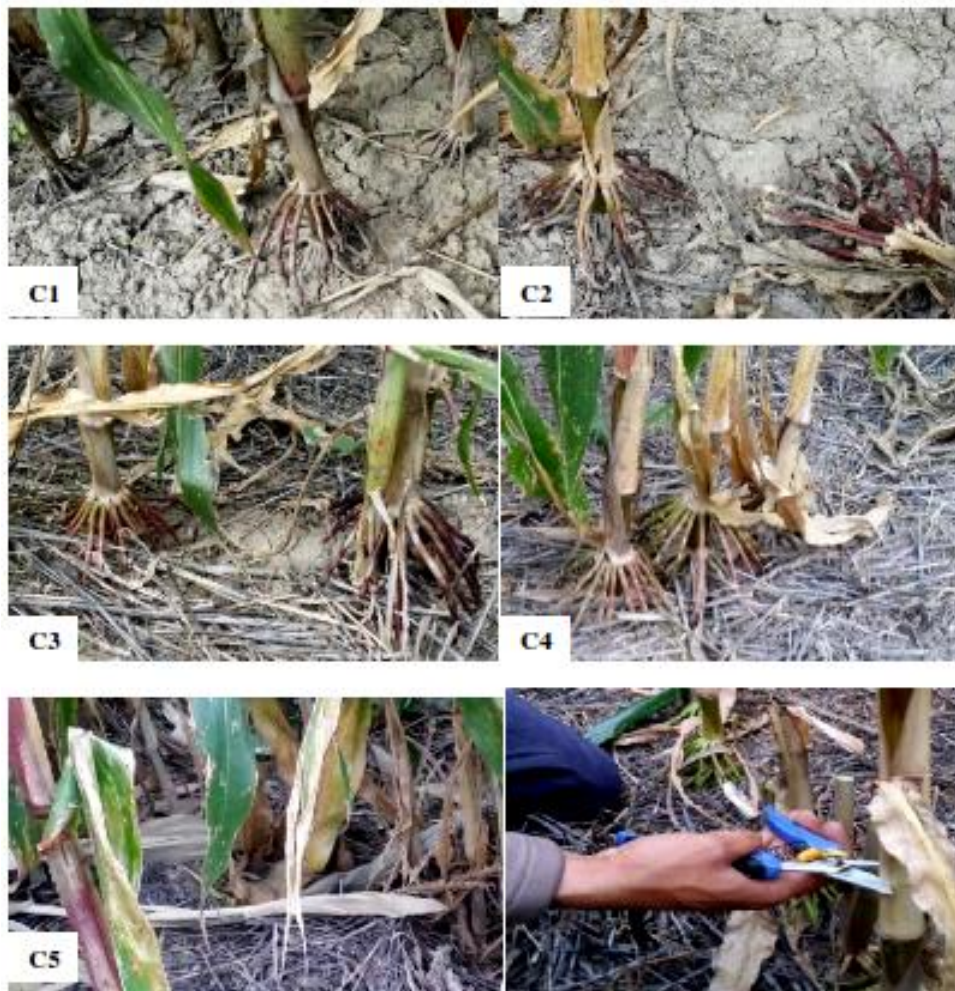
۲- مواد و روش‌ها

این پژوهش در منطقه دشت ناز شهرستان میاندوود در ۲۹ کیلومتری شمال شرق ساری و با همکاری شرکت زراعی دشت ناز طی سال زراعی ۹۳-۹۴ به‌اجرا درآمد. کشت ذرت علوفه‌ای در قطعه ۱۶ جنوبی این کشت و صنعت و پس از برداشت گندم انجام گرفت. نمونه‌برداری و آزمایش بافت نشان داد زمین تحت آزمایش دارای خاک متوسط از لحاظ بافت خاک است که به‌طور متوسط حاوی حدود ۲۵٪ رس، ۳۳٪ سیلت و ۴۲٪ شن می‌باشد. در این آزمایش کشت ذرت با روش بی‌خاک‌ورزی (کاشت مستقیم) در شرایط مختلف بقایای کشت محصول قبلی (گندم) با روش مرسوم مقایسه شد. در روش بی‌خاک‌ورزی از دستگاه کاشت مستقیم سماتو (SEMEATO NO TILL SHM 11/13) استفاده گردید. ابعاد هر کرت حدود ۳۵ متر در ۵۰ متر بود. همچنین فواصل بین ردیف‌ها ۷۵ سانتی‌متر بود و بر این اساس تعداد ردیف کشت در هر کرت حدود ۴۷ ردیف بود. تیمارهای کشت ذرت عبارت بودند از: ۱- استفاده از دوبار دیسک+سیکلوتیلر+کاشت با ردیف‌کار مرسوم (C1)، محصول قبلی گندم بود، ۲- کاشت ذرت به روش مستقیم (C2)، در زمینی که قبل از آن گندم نیز با همین روش کشت شده بود. در این تیمار بقایای گندم قبل از کاشت ذرت جمع‌آوری شده بود. ۳- کاشت ذرت به روش مستقیم (C3)، در زمینی که کشت گندم با روش کم‌خاک‌ورزی صورت گرفته بود. در این تیمار کاشت گندم با دستگاه کمبینات بود و بقایای گندم با استفاده از ساقه خردکن، خرد شده بودند، ۴- کاشت ذرت به روش مستقیم (C4)، در زمینی که کشت گندم با روش کم‌خاک‌ورزی و توسط دستگاه بی‌خاک‌ورز کشت شده بود، ۵- کاشت ذرت به روش مستقیم (C5)، در زمینی که کشت گندم به روش بی‌خاک‌ورزی در بقایا انجام شده و بقایای گندم نیز با ساقه خردکن، خرد شده بود. مقایسه عملکرد تیمارهای کشت حفاظتی ذرت با روش مرسوم با در نظر گرفتن تفاوت در الگوی کاشت (تفاوت در تعداد خطوط کاشت در هر ردیف و همچنین در فاصله بوته‌ها) انجام شد. برای اندازه‌گیری فاصله متوسط بوته‌ها،

در عملکرد دانه نسبت به روش مرسوم بدون وجود بقایا شد (عبدالله، ۲۰۱۴). مطالعاتی در مورد کشت گندم در فرانسه و سوییس با گاوآهن برگردان‌دار و کم‌خاک‌ورزی نشان دادند اثر کم‌خاک‌ورزی بر عملکرد دانه گندم تا حد زیادی متأثر از عواملی نظیر نوع خاک و شرایط آب و هوایی است و اثر آن بر کیفیت گندم ناچیز می‌باشد (پیچنه و همکاران، ۲۰۱۴). با توجه به تغییرات آب و هوایی، در بررسی اثرات کشت حفاظتی، روش بی‌خاک‌ورزی به‌عنوان سازگارترین روش برای محیط زیست گزارش شده است (بوساری و همکاران، ۲۰۱۵). به‌منظور کشت گندم و ذرت در نواحی شمال چین سه روش خاک‌ورزی حفاظتی همراه با پوشش بقایا با روش متداول مقایسه شد. این روش‌ها شامل بی‌خاک‌ورزی، کشت روی پشته و کاربرد زیرشکن در برای ذرت و بی‌خاک‌ورزی برای گندم بودند. تیمارهای حفاظتی موجب افزایش معنی‌دار فسفر خاک شدند. افزایش عملکرد محصولات نیز مشاهده شد. به‌طور کلی استفاده از زیرشکن و کشت بر روی پشته نتایج بهتری را نسبت به روش مرسوم داشتند (شائو و همکاران، ۲۰۱۶). در ایران نیز در سال‌های اخیر تحقیقاتی در مورد اثر خاک‌ورزی حفاظتی در مناطق مختلف کشور انجام شده است. در بررسی اثر روش‌های خاک‌ورزی و میزان پوشش بقایا در کشت گندم در مرودشت فارس مشخص شد که بیشترین عملکرد دانه در روش کم‌خاک‌ورزی و پوشش ۳۰ درصد بقایا در سطح خاک حاصل شد (امینی و همکاران، ۱۳۹۳). اثر اعمال سامانه‌های مختلف خاک‌ورزی و مدیریت بقایای جو بر عملکرد علوفه و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای در کرمان نشان داد که حفظ بقایا در سطح خاک و سامانه بدون خاک‌ورزی بالاترین تأثیر را بر اجزای عملکرد ذرت داشت (بنی اسدی و همکاران، ۱۳۹۴). همچنین در تحقیقی که به‌منظور مطالعه تاثیر خاک‌ورزی حفاظتی بر استفاده از سوخت و بارندگی در منطقه کالپوش شاهرود انجام شد، با توجه به عملکرد گندم و به‌منظور حفظ رطوبت خاک در شرایط دیم و استفاده بهینه از سوخت، استفاده از روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی (کم‌خاک‌ورزی و کاشت مستقیم) به‌جای شخم با گاوآهن برگردان‌دار توصیه شد (شم‌آبادی و همکاران، ۱۳۹۴). اثر روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی و آبیاری بر بهره‌وری مصرف آب و عملکرد گندم در تناوب با پنبه در داراب فارس مورد بررسی قرار گرفت. در این مطالعه روش‌های خاک‌ورزی (مرسوم، کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی) اثر معنی‌داری بر عملکرد گندم و بهره‌وری مصرف آب گندم نداشتند (افضلی نیا و همکاران، ۱۳۹۵). به‌منظور کشت سویا اعمال سه روش خاک‌ورزی حفاظتی و روش متداول در استان گلستان نیز مورد ارزیابی قرار گرفت. تیمارها شامل عملیات کم‌خاک‌ورزی، عملیات بی‌خاک‌ورزی با ردیف‌کار بی‌خاک‌ورز و عملیات بی‌خاک‌ورزی با خطی‌کار بی‌خاک‌ورز بود. نتایج اندازه‌گیری عملکرد محصول نشان دادند روش‌های بی‌خاک‌ورزی می‌توانند جایگزین مناسبی برای خاک‌ورزی مرسوم باشند (شریفی و همکاران، ۲۰۱۶). همان‌طور که

توانایی آن در نگهداری رطوبت، پس از کاشت و پس از برداشت محصول از عمق های صفر تا ۱۰ سانتی متر، ۱۰ تا ۲۰ سانتی متر و ۲۰ تا ۳۰ سانتی متر خاک نمونه برداری شد. با استفاده از اندازه گیری های نمونه های بدست آمده، وزن مخصوص ظاهری و درصد وزنی رطوبت خاک در زمان های ذکر شده محاسبه شده و تغییرات مورد بررسی قرار گرفتند. پس از انجام آزمایش ها داده ها در نرم افزار Excel وارد شدند. طرح آماری مورد استفاده در این آزمایش طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار بود که پس از انتخاب بلوک ها عمود بر شیب تغییرات احتمالی زمین، به منظور پیاده سازی بهتر آزمایش، کرت های مربوط به هر تیمار در بلوک ها در یک راستا در نظر گرفته شدند. داده ها توسط نرم افزار SPSS تحلیل شدند. آزمون معنی داری با روش تجزیه واریانس انجام و مقایسه میانگین ها به روش آزمون دانکن صورت پذیرفت.

تعداد بوته در طول دو متر از ردیف کاشت اندازه گیری شد. از هر تکرار سه نمونه برداشت شد که مساحت نمونه به طور میانگین ۰/۸۶ مترمربع بود. ذرت کاشته شده در بقایای گندم و روش نمونه برداری در شکل ۱ نشان داده شده است. به منظور برآورد عملکرد ذرت (تن در هکتار) نمونه برداری در تکرارها در سه ردیف به طول یک متر در نقاط مختلف هر کرت به صورت تصادفی انجام گرفت. سپس علوفه برداشت شده از هر تکرار توزین شد. هم چنین ارتفاع گیاه، تعداد برگ و وزن بلال نیز مورد اندازه گیری قرار گرفتند. جهت حذف اثرات حاشیه ای از ردیف های ابتدایی و انتهایی نمونه برداری نشد. علاوه بر این، میزان پتاسیم، فسفر و نیتروژن، کربن آلی، ماده آلی، EC و pH نیز در آزمایشگاه مورد سنجش قرار گرفتند. هم چنین قبل از اعمال تیمارهای کشت گندم، ویژگی های خاک مورد ارزیابی قرار گرفت. به منظور بررسی اثر کشت حفاظتی بر خصوصیات خاک و هم چنین



شکل ۱- تصاویری از تیمارها و روش نمونه برداری برای اندازه گیری عملکرد علوفه

گندم در جدول ۱ آمده است. نتایج تجزیه واریانس خاک نشان دادند که به جز فسفر تیمارهای خاک ورزی بر سایر خصوصیات خاک تاثیر معنی داری نداشتند (جدول ۲).

۳- نتایج و بحث

ویژگی های اندازه گیری شده خاک پیش از اعمال تیمارهای کشت

جدول ۱- میانگین خصوصیات خاک قطعه مورد آزمایش

نام قطعه	EC (mmohs/cm)	pH	P (mg/kg)	K (mg/kg)	%N	OM	رطوبت خاک (%)	وزن مخصوص ظاهری (g/cm ³)
۱۶ جنوبی	۰/۴۷	۷/۴	۱۵/۵۴	۳۸۵/۲۶	۰/۱۳	۲/۲۴	۲۳/۷۱	۱/۲۷

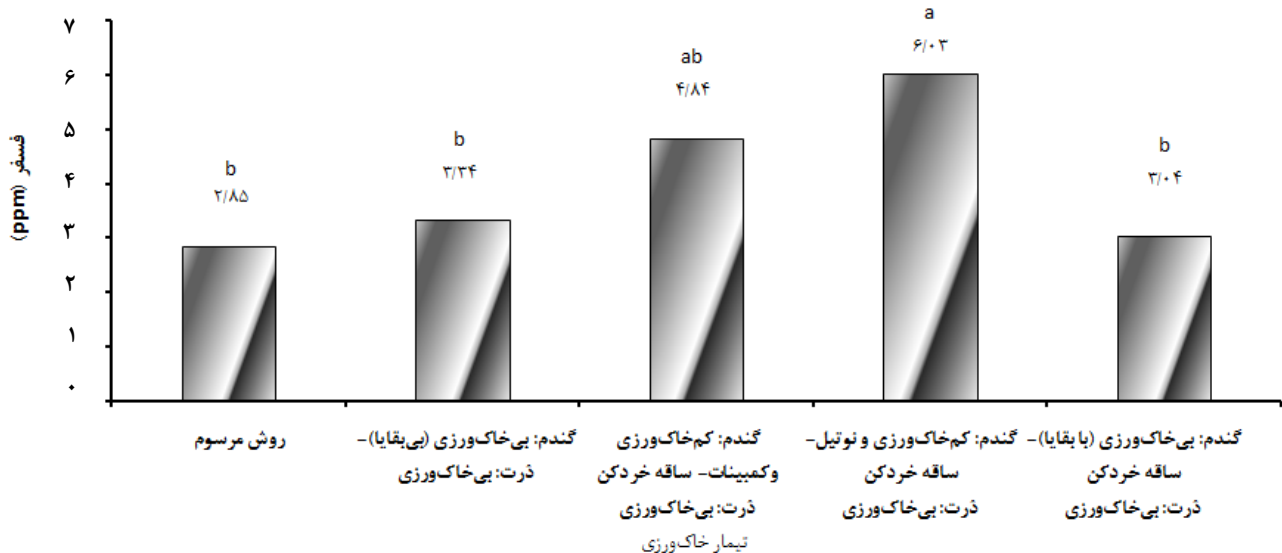
جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف خاک‌ورزی ذرت بر خصوصیات مختلف خاک

میانگین مربعات (MS)							اثرات	درجه آزادی
EC (mmohs/cm)	pH	P (ppm)	K (ppm)	%N	%OM	درجه آزادی		
۰/۰۴۳	۶/۷۳۴	۰/۰۳۶	۷۷۲/۰۶۷	۰/۰۰۰	۰/۰۵۱	۲	بلوک	
۰/۰۹۳	۶/۶۲۴	۵/۶۲۸*	۶۹۳/۲۳۳	۰/۰۰۱	۰/۲۷۲	۴	تیمار	
۰/۰۷۲	۶/۸۲۸	۰/۹۸۸	۳۶۱۸/۲۳۳	۰/۰۰۰	۰/۲۸۱	۸	خطا	
						۱۴	کل	

*: معنی‌دار در سطح ۵ درصد، **: معنی‌دار در سطح ۱ درصد

روش کم خاک‌ورزی) خردشده بود. کمترین مقدار فسفر نیز مربوط به روش مرسوم بود (شکل ۲).

مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیشترین مقدار فسفر خاک مربوط به کشت ذرت به روش بی‌خاک‌ورزی در بقایای گندم (کاشت شده به



شکل ۲- اثر تیمارهای مختلف خاک‌ورزی در کشت ذرت بر فسفر خاک

انجام شده بود بیشترین غلظت فسفر در روش‌های بی‌خاک‌ورزی مشاهده شده بود (کوشوا و همکاران، ۲۰۱۶). اعمال خاک‌ورزی حفاظتی (با حفظ بقایا) در کوتاه‌مدت می‌تواند موجب کاهش درصد نیتروژن خاک شود. علت این امر مصرف نیتروژن برای تجزیه بقایا است ولی در این آزمایش کاهش نیتروژن خاک مشاهده نشد. در بلندمدت پوسیدگی بقایا و تجمع ماده آلی می‌تواند به افزایش نیتروژن خاک منجر شود. هم‌چنین وجود ماده آلی در خاک و تجزیه

به‌طور کلی اگر چه اثرات خاک‌ورزی حفاظتی به تدریج و در دراز مدت بروز خواهد داشت اما در بعضی از صفات و شاخص‌ها تغییراتی مشاهده شد. تیمارهایی که شامل کاشت مستقیم ذرت با دستگاه بی‌خاک‌ورزی در بقایای خرد شده گندم بوده با روش کم‌خاک‌ورزی کشت شده بود، نیز دارای بیشترین میزان فسفر بودند. در تحقیقی که به‌منظور مقایسه روش‌های خاک‌ورزی متداول، برگردان‌دار، کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی در سطوح مختلف نیتروژن

تجزیه واریانس اثر روش های کاشت بر وزن مخصوص ظاهری و رطوبت خاک، در مراحل پس از کاشت و پس از برداشت محصول در عمق های مختلف خاک بیانگر وجود اختلاف معنی دار بین تیمارها پس از کاشت و عدم وجود اختلاف در مرحله پس از برداشت بود (جدول ۳).

هوموس ناشی از بقایا منجر به تولید اسید هیومیک می شود و این موضوع موجب اسیدی شدن خاک و کاهش pH آن می شود. افزایش pH می تواند موجب کمتر شدن جذب مواد معدنی و فسفر شود. به هم زدن خاک همچنین بر فعالیت میکروارگانیسم ها و در نتیجه حلالیت فسفر اثرگذار است.

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف خاک ورزی در کشت ذرت بر رطوبت و وزن مخصوص ظاهری خاک

منابع تغییر	درجه آزادی	رطوبت خاک (%)		وزن مخصوص ظاهری (g/cm ³)	
		پس از برداشت	پس از کاشت	پس از برداشت	پس از برداشت
بلوک	۲	۱۰/۱۱۱**	۴/۰۹۹	۰/۰۳۸*	۰/۰۰۴
تیمار	۴	۱۵/۷**	۳/۵۱۷	۰/۰۵۱**	۰/۰۱۹
عمق	۲	۱/۴۲۷	۵/۰۰۵	۰/۱۰۸**	۰/۰۷۸**
تیمار×عمق	۸	۰/۷۸۳	۰/۵۳۳	۰/۰۰۸	۰/۰۰۳
خطا	۲۸	۱/۸۶۱	۱/۷۷۳	۰/۰۰۸	۰/۰۰۹
کل	۴۴				

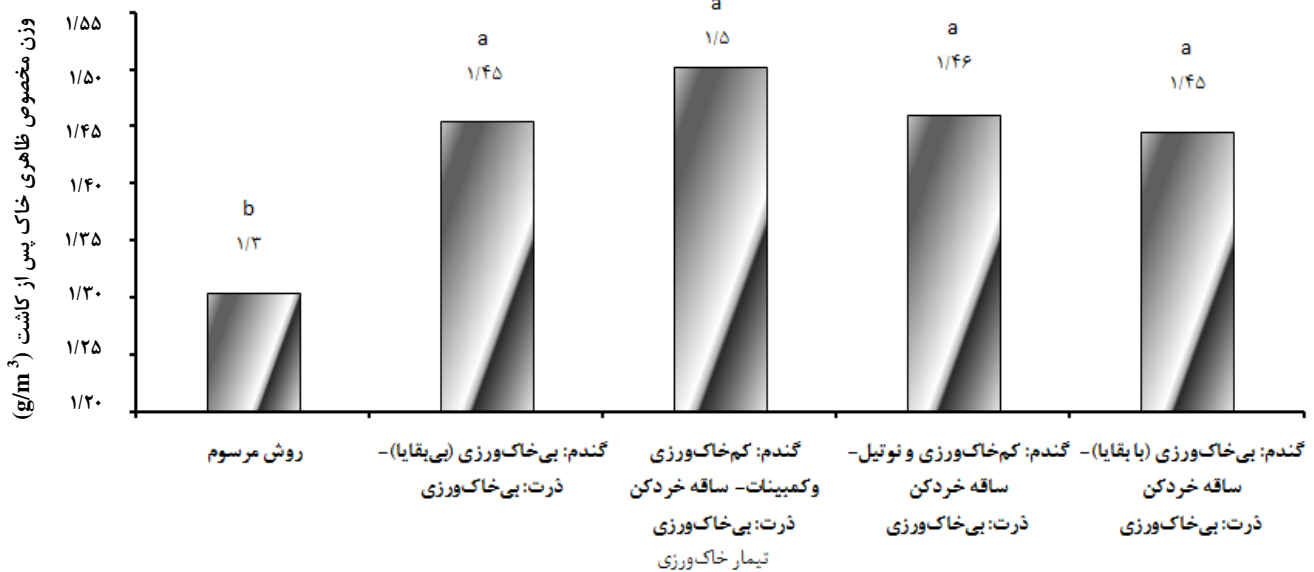
*: معنی دار در سطح ۵ درصد، **: معنی دار در سطح ۱ درصد

پیش بینی است (اشکال ۳ و ۴). اما در طول زمان به علت افزایش میزان بقایا می توان انتظار بهبود میزان رطوبت و وزن مخصوص ظاهری خاک را در روش های حفاظتی داشت (بحرپور و همکاران، ۱۳۹۵).

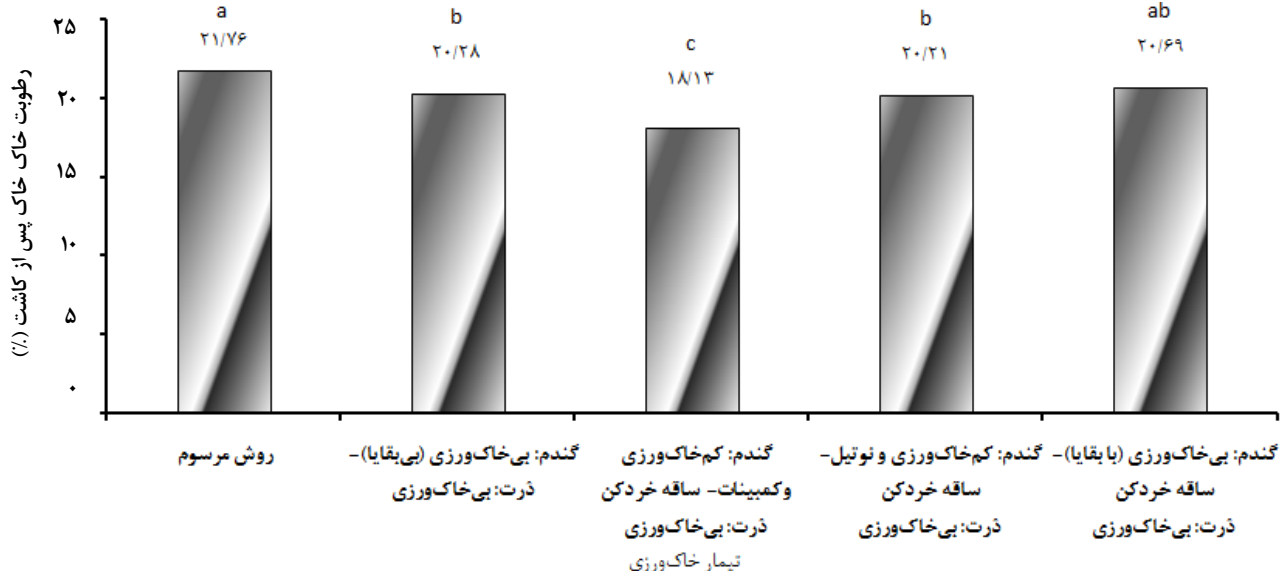
در مرحله پس از کاشت مقایسه میانگین درصد رطوبت نشان داد که بیشترین مقدار مربوط به تیمار متداول بود. هم چنین تیمار مذکور موجب کاهش وزن مخصوص خاک در مرحله مذکور گردید. این امر با توجه به بیشترین میزان بهم خوردگی خاک قابل

جدول ۴- مقایسه میانگین خصوصیات خاک در روش های مختلف خاک ورزی

روش مرسوم	گندم: بی خاک ورزی (بی بقایا)	گندم: کم خاک ورزی	گندم: کم خاک ورزی و کمبینات - ساقه خردکن	گندم: بی خاک ورزی (با بقایا) - ساقه خردکن	ذرت: بی خاک ورزی
وزن مخصوص پس از کاشت (g/cm ³)	۱/۳ ^a	۱/۴۵ ^b	۱/۵ ^b	۱/۴۶ ^b	۱/۴۵ ^b
رطوبت پس از کاشت (%)	۲۱/۷۶ ^a	۲۰/۲۸ ^b	۱۸/۱۳ ^c	۲۰/۲۱ ^b	۲۰/۶۹ ^{ab}
وزن مخصوص پس از برداشت (g/cm ³)	۱/۳ ^a	۱/۴ ^a	۱/۴ ^a	۱/۳ ^a	۱/۴ ^a
رطوبت پس از برداشت (%)	۲۵/۶ ^a	۲۴/۴ ^a	۲۴/۴ ^a	۲۴/۶ ^a	۲۳/۸ ^a
PH	۷/۶ ^a	۷/۶ ^a	۷/۷ ^a	۷/۷ ^a	۷/۷ ^a
EC (mmohs/cm)	۱/۳ ^a	۱/۲ ^a	۰/۹ ^a	۱ ^a	۱ ^a
OM	۲/۵ ^a	۲/۷ ^a	۲/۸ ^a	۲/۳ ^a	۲/۱ ^a
OC	۱/۵ ^a	۱/۶ ^a	۱/۶ ^a	۱/۳ ^a	۱/۲ ^a
%N	۰/۱ ^a	۰/۱ ^a	۰/۱ ^a	۰/۱ ^a	۰/۱ ^a
P (ppm)	۲/۸۵ ^b	۳/۳۴ ^b	۴/۸۴ ^{ab}	۶/۰۳ ^a	۳/۰۴ ^b
	۲۸۰ ^a	۲۹۱/۷ ^a	۲۹۰/۳ ^a	۲۸۹ ^a	۲۵۵/۳ ^a



شکل ۳- اثر تیمارهای مختلف خاک‌ورزی در کشت ذرت بر وزن مخصوص ظاهری خاک پس از کاشت محصول



شکل ۴- اثر تیمارهای مختلف خاک‌ورزی در کشت ذرت بر رطوبت خاک پس از کاشت محصول

هایی با ارتفاع ساقه بیشتر باشد. اگرچه در اندازه‌گیری‌های مربوط به عملکرد و وزن بلال اختلاف معنی‌داری ملاحظه نشد اما بیشترین مقدار دو شاخص مذکور در کاشت ذرت به روش بی‌خاک‌ورزی در تناوب با کاشت گندم به‌روش بی‌خاک‌ورزی (همراه با بقایای محصول قبل) مشاهده شد. این موضوع با نتیجه تحقیق بنی اسدی و همکاران (۱۳۹۴) که کشت ذرت را در بقایای جو انجام داده بودند مطابقت دارد.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد تیمارها اثر معنی‌داری بر عملکرد ذرت و شاخص‌های مورد اندازه‌گیری آن (غیر از ارتفاع ساقه) نداشتند (جدول ۵).

میانگین ارتفاع ساقه در همه تیمارهای کشت حفاظتی بیشتر از روش مرسوم بود. این موضوع در مورد وزن علوفه در واحد سطح نیز (علیرغم عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین تمامی روش‌ها) مشاهده شد (جدول ۵). اما ارتفاع ساقه، در تیمارهایی که در آنها کشت گندم به‌روش کم‌خاک‌ورزی و کشت ذرت به‌روش بی‌خاک‌ورزی در بقایای خردشده گندم انجام شده بود اختلاف معنی‌داری با روش متداول داشت (شکل ۵). به‌نظر می‌رسد کشت ذرت به‌روش بی‌خاک‌ورزی و بدون به‌هم خوردگی خاک در بقایای خردشده گندمی که با روش‌های کم‌خاک‌ورزی کشت شده بود دارای ذرت-

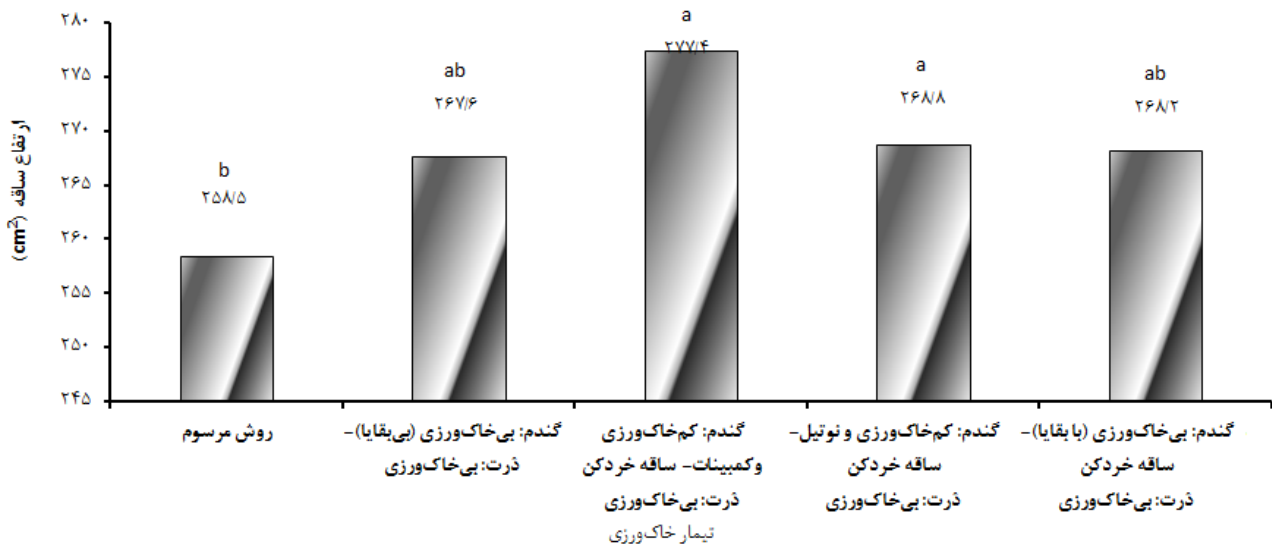
جدول ۵- نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف خاک ورزی بر عملکرد ذرت و برخی شاخص های آن

میانگین مربعات (MS)					اثرات	درجه آزادی
وزن بلال (g)	تعداد برگ	ارتفاع ساقه (cm)	وزن علوفه در m^2 (g)	میانگین مربعات (MS)		
۱۸۸۵/۴۱۷	۰/۱۰۴	۲۴/۹۹۵	۴۸۶/۸۵۶	۲	بلوک	
۶۶۱/۴۵۸	۰/۰۷۳	۱۳۵/۰۳۱*	۱۵۲/۰۵۴	۴	تیمار	
۱۶۳۸/۰۲۱	۰/۱۲۷	۲۵/۳۷۵	۳۶۴۱۸۱۰/۶۵۵	۸	خطا	
				۱۴	کل	

*: معنی دار در سطح ۵ درصد، **: معنی دار در سطح ۱ درصد

جدول ۶- مقایسه میانگین عملکرد و برخی اجزا عملکرد ذرت در روش های مختلف خاک ورزی

روش مرسوم	گندم: بی خاک ورزی (بی بقایا)	گندم: کم خاک ورزی و نوتیل - ساقه خردکن	گندم: کم خاک ورزی و کمبینات - ساقه خردکن	گندم: بی خاک ورزی (بی بقایا) - ساقه خردکن	گندم: بی خاک ورزی (بی بقایا) - ساقه خردکن
	ذرت: بی خاک ورزی	ذرت: بی خاک ورزی	ذرت: بی خاک ورزی	ذرت: بی خاک ورزی	ذرت: بی خاک ورزی
وزن بلال (g)	۲۷۵ ^a	۲۶۲/۵ ^a	۲۶۶/۷ ^a	۲۵۸/۳ ^a	۲۹۵/۸ ^a
تعداد برگ	۱۳ ^a	۱۳ ^a	۱۳ ^a	۱۳ ^a	۱۳ ^a
ارتفاع ساقه (cm)	۲۵۸/۵ ^b	۲۶۸/۸ ^a	۲۷۷/۴ ^a	۲۶۷/۶ ^{ab}	۲۶۸/۳ ^{ab}
وزن علوفه در واحد سطح (t/ha)	۱۳۲/۴۶۴ ^a	۱۴۵/۴۵۱ ^a	۱۴۵/۸۴۳ ^a	۱۴۷/۴۱۲ ^a	۱۵۱/۳۳۳ ^a



شکل ۵- اثر تیمارهای مختلف خاک ورزی بر ارتفاع ساقه ذرت

بی‌خاک‌ورزی در بقایای محصول قبل کشت شده‌اند و تحت اعمال ساقه خردکن قرار گرفته‌اند.

سپاسگزاری

بدین وسیله از توجه شرکت زراعی دشت ناز ساری به پژوهش در زمینه خاک‌ورزی حفاظتی و حمایت‌های مدیریت و کارکنان شرکت مورد سپاس و قدردانی قرار می‌گیرد.

در این پژوهش سامانه بدون خاک‌ورزی بیشترین اثر را بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت داشت و عملکرد محصول در حالت حفظ بقایا نیز بیشتر از عملکرد در حالت جمع‌آوری یا حفظ نصف بقایا بود. هم‌چنین معنی‌دار نبودن اثر سامانه‌های خاک‌ورزی بر عملکرد ذرت نیز قبلاً مشاهده شده است (دویکر و همکاران، ۲۰۰۶). در حالی که در تحقیق دیگری اثر کوتاه‌مدت بی‌خاک‌ورزی موجب کاهش معنی‌دار عملکرد دانه‌ای ذرت در مقایسه با روش مرسوم شده بود (سالم و همکاران، ۲۰۱۵). در یک آزمایش ۱۲ ساله در شمال شرقی چین، در سه سال اول کشت ذرت، اختلافی از نظر عملکرد بین روش بی‌خاک‌ورزی (همراه با زیرشکن و پوشش بقایا) و روش مرسوم (استفاده از گاواهن برگرداندار و خارج ساختن بقایا) وجود نداشت ولی در سال‌های بعد به دلیل کاهش تنش شوری و افزایش سلامت خاک، عملکرد روش بی‌خاک‌ورزی به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (وانگ و همکاران، ۲۰۱۴). در بررسی اثر تیمارها بر درصد رطوبت خاک و وزن مخصوص ظاهری آن پس از برداشت محصول، اثر معنی‌داری مشاهده نشد. در مورد وزن مخصوص ظاهری اختلاف معنی‌داری بین عمق‌های خاک مشاهده شد (جدول ۳). به‌علت تاثیر وجود بقایا می‌توان انتظار داشت در طول زمان اثرگذاری بر رطوبت و وزن مخصوص ظاهری خاک افزایش یابد. در مطالعه‌ای کشت ذرت در اسپانیا در یک فصل انجام شد و اثرات کوتاه‌مدت چهار روش خاک‌ورزی (روش مرسوم، کم‌خاک‌ورزی، کشت مخزنی^۱ و بی‌خاک‌ورزی) بر وزن مخصوص، دما و پتانسیل آبی خاک مورد بررسی قرار گرفت. وزن مخصوص خاک تحت روش بی‌خاک‌ورزی به‌طور معنی‌داری بیشتر از سایر روش‌ها بود و کمترین وزن مخصوص متعلق به روش مرسوم بود. پتانسیل آبی و دمای خاک نیز در روش‌های بی‌خاک‌ورزی و کشت مخزنی به‌ترتیب بیشتر و کمتر نسبت به دو روش دیگر بودند.

۴- نتیجه‌گیری

به‌طور کلی پس از کشت ذرت، علاوه بر اثر مثبت مشاهده شده در مورد میزان فسفر و ارتفاع ساقه، نتایج اندازه‌گیری‌ها عدم اثرگذاری کوتاه‌مدت روش‌های کشت حفاظتی به‌کار رفته را بر اکثر کمیت‌های مورد بررسی نشان داد؛ با توجه به مزایای اقتصادی و محیطی ناشی از روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی و هم‌چنین مشکل محدودیت زمان برای انجام عملیات به‌ویژه در فصول مرطوب، کشت حفاظتی می‌تواند به‌عنوان راه‌حلی مناسب مدنظر قرار گیرد. پیشنهاد می‌شود برای اطمینان از نتیجه‌گیری، انجام آزمایش در چند فصل مداوم انجام شود. روشی که احتمالاً می‌تواند به نتیجه مطلوبی منجر شود کشت ذرت با روش بی‌خاک‌ورزی در بقایای گندمی است که با روش

¹ Reservoir Tillage

منابع

- افضلی نیا ص، ضیایی ع، دهقانیان س. الف. و علوی منش، س. م. ۱۳۹۵. اثر خاک‌ورزی حفاظتی و روش‌های آبیاری بر بهره‌وری مصرف آب و عملکرد گندم در تناوب با پنبه (مطالعه موردی در استان فارس). تحقیقات سامانه‌ها و مکانیزاسیون کشاورزی، ۱۷(۶۶): ۵۷-۷۰.
- امینی ع، رجایی م. و فارسی‌نژاد ک. ۱۳۹۳. تاثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی و مدیریت بقایای گیاهی بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم، اکوفیزیولوژی گیاهی. ۶(۱۶): ۲۷-۳۷.
- بحریپور و، روحانی ع، عباسپورفرد م. ح، ظریف نشاط. س. و آق‌خانی م. ح. ۱۳۹۵. اثر روش خاک‌ورزی و مدیریت بقایا بر برخی خصوصیات خاک. مکانیزاسیون کشاورزی. ۳(۲): ۹۷-۱۰۹.
- بنی‌اسدی ر، توحیدی‌نژاد ع. و محمدی‌نژاد ق. ۱۳۹۴. ارزیابی روش‌های مختلف خاک‌ورزی و مدیریت پسماندهای جو در تولید ذرت. دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۲۴(۴): ۶۱-۶۹.
- شم‌آبادی ز. ۱۳۹۴. بررسی اثر خاک‌ورزی حفاظتی بر بهره‌وری سوخت مصرفی و عملکرد گندم دیم. زراعت دیم ایران، ۴(۱): ۱۷-۲۸.
- Abdullah A. S. 2014. **Minimum tillage and residue management increase soil water content, soil organic matter and canola seed yield and seed oil content in the semiarid areas of Northern Iraq.** Soil and Tillage Research, 144, 150-155.
- Busari M. A., Kukal S. S., Kaur A., Bhatt R. and Dulazi A. A. 2015. **Conservation tillage impacts on soil, crop and the environment.** International Soil and Water Conservation Research, 3(2), 119-129.
- Duiker S. W., Haldeman J. F. and Johnson D. H. 2006. **Tillage×maize hybrid interactions.** Agronomy journal, 98(3), 436-442.
- He J., Li H., Rasaily R. G., Wang Q., 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(1), 48-54.
- Kushwa V., Hati K. M., Sinha N. K., Singh R. K., Mohanty M., Somasundaram J., Chaudhary R. S., Biswas A. K. and Patra A. K. 2016. **Long-term Conservation Tillage Effect on Soil Organic Carbon and Available Phosphorous Content in Vertisols of Central India.** Agricultural Research, 5(4), 353-361.
- Peigné J, Messmer M., Aveline A., Berner A., Mäder P., Carcea M., Narducci V., Samson M. F., Thomsen I. K., Celette F. and David C. 2014. **Wheat yield and quality as influenced by reduced tillage in organic farming.** Organic agriculture, 4(1), 1-13.
- Salem H. M., Valero C., Muñoz M. Á., Rodríguez M. G. and Silva L. L. 2015. **Short-term effects of four tillage practices on soil physical properties, soil water potential, and maize yield.** Geoderma, 237, 60-70.
- Shao Y., Xie Y., Wang C., Yue J., Yao Y., Li X., Liu W., Zhu Y. and Guo T. 2016. **Effects of different soil conservation tillage approaches on soil nutrients, water use and wheat-maize yield in rainfed dry-land regions of North China.** European Journal of Agronomy, 81, 37-45.
- Sharifi A., Sadeghnezhad H. R. and Faraji A. 2016. **Effect of conservation tillage systems on growth, yield and yield components of soybean.** Agricultural Engineering International: CIGR Journal, 18(3), 74-83.
- Wang Q., Lu C., Li H., He J., Sarker K. K., Rasaily R. G., Liang Z., Qiao X., Li H. and Mchugh A. D. J. 2014. **The effects of no-tillage with subsoiling on soil properties and maize yield: 12-Year experiment on alkaline soils of Northeast China.** Soil and Tillage Research 137, 43-49.

The Short-Term Effect of Conservation Tillage on Maize Yield and Soil Properties in Rotation with Wheat in Dasht-e Naz

R. Abbaszadeh^{1*}, S. M. Mousavi² and S. R. Tabatabaee³

Received: 10 June 2017

Accepted: 30 April 2017

¹Institute of Agricultural, Iranian research Organization of Science and Technology, Ahmadabad Mostoufi, Tehran, Iran

²Faculty of Agricultural Engineering, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

³Faculty of Agricultural Engineering, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

*Corresponding author: Abbaszadeh@irost.ir

Abstract

Conservation tillage method can lead to sustainable agriculture and reduce soil erosion, soil moisture and costs. For conservation tillage application, its effects on yield indicators and soil characteristics should be investigated. This study was carried out to evaluate the effects of conservation systems on maize production in rotation with wheat in Dasht-e- Naz Sari agro-industry. In addition to the conventional method, evaluated treatments were applied to different conditions of wheat residue (absence and presence of crushed residues). Plant height, leaf number and ear weight, potassium content, phosphorus and nitrogen, organic matter, EC, pH, soil moisture and bulk density were measured after planting and harvesting. Although the effects of conservation tillage would occur in a long term, there were no significant differences in some measurements but some changes in different indices. Direct planting of maize in wheat residues showed the highest soil phosphorus content. Also, the effect of treatments on soil moisture content and bulk density after planting showed a significant discrepancy. On the farm with shredded wheat residue and considering that reduced tillage had been applied for wheat planting, corn plant produced larger stem height. In this study, the lack of negative effectiveness of conservation system on the most of the studied quantities was observed. Considering the decrease in use of machinery in conservation methods and its economic and environmental benefits, it can be a strong point for implementation of conservation tillage in Dasht-e Naz Sari agro-industry.

Keywords: Conservation tillage, Maize, Wheat residue, Yield, Soil characteristics