بررسی تأثیر خاک ورزی حفاظتی بر برخی پارامترهای ماشین و خصوصیات خاک در منطقه سرد استان خراسان رضوی

سعید ظریف نشاط[۱] ، محمد حسین سعیدی راد[۲] ، صمد نظرزاده اوغاز[۳]

۱-۲-۳- به ترتیب استادیار، دانشیار و مربی بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد ، ایران

چکیده

به منظور بررسی فنی و مکانیکی سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی ، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار طراحی گردید. عوامل آزمایش شامل روش‌های خاک‌ورزی (در سه سطح : بدون خاک ورزی، کم خاک ورزی و خاک ورزی مرسوم) در کرت های اصلی و درصد بقایا (در سه سطح: بدون بقایا، ۳۰ درصد بقایا و ۶۰ درصد بقایا) در کرت های فرعی می باشند، که در قالب تناوب چغندر قند- جو در ایستگاه تحقیقات کشاورزی جلگه رخ (دارای اقلیم سرد) استان خراسان رضوی مورد مطالعه قرار گرفت. پارامترهای مورد اندازه گیری شامل جرم مخصوص ظاهری خاک، فشردگی خاک (شاخص مخروط خاک) و شاخص‌های ساختمان خاک (میانگین وزنی قطر کلوخه)، و همچنین فاکتورهای مرتبط با ماشین شامل درصد برگردان شدن بقایای گیاهی، توان مورد نیاز، مصرف سوخت و کل زمان انجام عملیات خاک ورزی و کاشتبود. نتایج نشان داد که روشهای مختلف خاک ورزی بر توان کششی مورد نیاز، مصرف سوخت، درصد برگردان شدن بقایای گیاهی، درصد سبز شدن بذرها، میانگین قطر کلوخه و زمان انجام عملیات تاثیر معنی دار داشته است. از طرفی میزان بقایای گیاهی نیز بر درصد برگردان شدن بقایای گیاهی، درصد سبز شدن بذرها و میانگین قطر کلوخه اثر معنی دار دارد. اثر متقابل روشهای خاک ورزی و مقدار بقایای موجود در سطح خاک بر پارامترهای مورد مطالعه معنی دار نگردید.

واژه‌های کلیدی:جو، چغندر قند، خاک ورزی حفاظتی، کشت مستقیم

مقدمه

روش های خاک ورزی سنتی موجب تخریب کانال ها و مجاری ساخته شده توسط موجودات داخل خاک می‌شود. این امر با کاهش نفوذ پذیری آب و هوا به عمق زیر ۱۵ سانتیمتری خاک منجر به کاهش فعالیتهای میکرواورگانیسم‌های خاک شده و رشد و تنفس ریشه گیاه را بامشکل روبرو می‌سازد. در روش خاک‌ورزی سنتی با زیر و رو کردن خاک سطحی، خاک نسبت به فرسایش آبی، سله بستن و باد بردگی مستعد می‌شود (Grissoet *al*., 2002).

(Rusu, 2005) دو روش خاک ورزی مرسوم (گاوآهن کلاسیک و دوبار دیسک، گاو آهن برگرداندار و هرس دوار) و چهار روش کم خاک ورزی (دیسک و هرس دوار، دوبار هرس دوار، گاوآهن پارا و هرس دوار، پنجه غازی و هرس دوار) را از نظر خواص خاک، کنترل علف هرز، عملکرد و بازده انرژی بر روی محصولات ذرت، سویا و گندم در یک دوره سه ساله بررسی کرد. نتایج

نشان داد در کم خاک ورزی، مصرف سوخت ۱۲/۴ تا ۲۵/۳ لیتر گازوئیل در هکتار، و توان مورد نیاز ۲۳/۶ تا ۴۲/۸ درصد کاهش داشته است. بازده توان کمی افزایش داشته اما معنی دار نبوده است. پایداری آب متراکم در عمق ۲۰ سانتیمتر ۵/۶ تا ۷/۵ درصد و در عمق ۲۰ تا ۳۰ سانتیمتر ۵ تا ۱۱ درصد افزایش داشته است. بیشترین مقدار فسفات در عمق صفر تا ۱۰ سانتیمتر در روش خاک ورزی با دیسک و هرس دوار و در عمق ۱۰ تا ۲۰ سانتیمتر در روش خاک ورزی با پنجه غازی و گاوآهن پارا وجود داشته است.

(De Vita *et al*. 2007)در تحقیقی تاثیر خاک‌ورزی مرسوم و بی خاک ورزی را بر کیفیت و عملکرد دانه گندم دوروم و محتوای رطوبت خاک مورد مطالعه قرار دادند. آنها نتیجه گرفتند که در دو سال اول آزمایش عملکرد گندم در سیستم بی‌خاک‌ورزی بیشتر از عملکرد در سیستم خاک ورزی مرسوم بوده است. آنها دلیل این امر را به تبخیر کمتر آب از خاک در سیستم بی‌خاکورزی نسبت دادند.

(Liu *et al*. 2005) تأثیر بی خاک ورزی را روی رشد گندم با کشت بر روی بقایای برنج را در چین بررسی کردند. آنها دریافتند ارتفاع بقایای برنج تأثیر معنی داری بر روی رشد گندم می گذارد و مقدار بهینه آن ۲۰ تا ۳۰ سانتیمتر است. در مورد روزهای آفتابی، بقایای گیاهی باعث کاهش درجه حرارت خاک در شب و کمی افزایش آن در صبح و عصر شد. در روش بی خاک ورزی، میانگین درجه حرارت روزانه خاک نسبت به روش خاک ورزی مرسوم در روزهای ابری بیشتر و در روزهای آفتابی کمتر بود. در بی خاک ورزی جرم حجمی و مقاومت در برابر نفوذ خاک افزایش داشت اما رشد گندم تفاوت چندانی نداشت. محتوای رطوبتی خاک در شرایط خشک در روش بی خاک ورزی بیشتر بود و نفوذپذیری خاک پس از آبیاری بهتر شده بود. وزن هزاردانه گندم افزایش یافت، عملکرد کمی کاهش داشت اما اختلاف آن معنی دار نبود. وجود بقایای گیاهی در روش بی خاک ورزی، میزان علفهای هرز را بطور معنی داری کاهش داد.

(Martinez *et al*. 1988) اثر سیستم های خاکورزی مرسوم و بی خاک ورزی را بر خصوصیات فیزیکی خاک مورد مطالعه قرار دادند. آنها میزان حفظ رطوبت، دانسیته ظاهری ، دانسیته حقیقی، میزان نفوذ پذیری آب در خاک، میانگین قطر وزنی ذرات خاک، مقاومت به نفوذ، دانسیته طول ریشه و عملکرد گندم بهاره را اندازه‌گیری کردند. آنها نتیجه گرفتند که میانگین قطر وزنی، مقاومت به نفوذ آب در خاک و دانسیته و طول ریشه در سیستم بی خاک ورزی بیشتر از خاک‌ورزی مرسوم می‌باشد.

(Merril*et al*. 1996) رشد ریشه گندم در خاک خشک را تحت سه روش خاک ورزی مرسوم، بی خاک ورزی و کم خاک ورزی طی سه سال بررسی کردند. رشد ریشه در روش بی خاک ورزی در سالهای مختلف، ۳۷، ۴۰ و ۱۱۲ درصد بیشتر از روش مرسوم بود و در روش کم خاک ورزی بین آن دو قرار داشت. در روش بی خاک ورزی، مقدار بیومس در مقایسه با روش مرسوم در دو سال ۳۶ و ۴۴ درصد افزایش داشت و در یک سال تفاوت معنی داری نداشت. نفوذ ریشه در خاک خشک کم بود اما در روش بی خاک ورزی بیشتر از دو روش دیگر بود. مقدار آب ذخیره شده در روش های مختلف خاک ورزی تفاوت معنی داری نشان نداد.

(Hobbs *et al*. 1997) خاک ورزی حفاظتی را با خاک ورزی مرسوم بر روی گندم پس از برنج در پاکستان مقایسه کردند. نتایج آنها نشان داد روش خاک ورزی حفاظتی سبب ذخیره ۹۸ لیتر سوخت دیزل در هکتار و نزدیک به ۲۰ درصد کاهش متوسط آب آبیاری شده است. همچنین میزان علفهای هرز بسیار کمتر شد.

(Erensteinand Laxmi, 2008) مزایای استفاده از خاک ورزی حفاظتی در کشت گندم پس از برداشت برنج را امکان زودتر کشت کردن گندم پس از برداشت برنج، کنترل علف هرز فالاریس،کاهش هزینه‌های تولید، صرفه‌جویی در مصرف آب و افزایش درآمد بهره بردار بیان نمودند.

(Jat*et al*. 2009) روش های مختلف خاک ورزی و استقرار گیاه در دو سیستم تسطیح دقیق و تسطیح سنتی، جهت بهبود کارائی مصرف آب، منافع اقتصادی و کیفیت خاک به مدت دو سال مورد بررسی قرار دادند. صرف نظر از روشهای خاک ورزی و استقرار گیاه، تسطیح دقیق میزان سودمندی سیستم تولید گندم– برنج را در مقایسه با روش تسطیح سنتی در سال دوم به میزان ۷/۴ درصد افزایش داد. عملکرد برنج در روش مرسوم در مقایسه با روش حفاظتی بیشتر بود اما در گندم عملکرد کشت مستقیم بیشتر از کشت به روش مرسوم بود. (Botta*et al*. 2009) شدت ترافیک و تراکم خاک را در چهار روش مختلف خاک ورزی شامل کشت مستقیم و سه روش مرسوم مقایسه نمودند. فاکتورهای شاخص مخروط خاک در عمق ۴۵–۰ سانتیمتر، جرم مخصوص ظاهری، تخلخل کل خاک و عمق فرورفتن چرخ تراکتور در خاک اندازه گیری شدند. نتایج نشان داد که خلل و فرج خاک در روش کشت مستقیم ۷ درصد کاهش می یابد در صورتی که کاهش خلل و فرج در روش های مرسوم تا حدود ۱۵ درصد نیز می رسد.

(Madejon*et al*. 2009) اثرات خاک ورزی حفاظتی را بر خواص شیمیائی خاک و فعالیت های میکروبی در خاک در شرایط نیمه خشک مدیترانه ای بررسی نمودند. نتایج نشان داد که خاک ورزی حفاظتی (کم خاک ورزی و بی خاک ورزی) در مقایسه با خاک ورزی مرسوم باعث افزایش مواد آلی خاک، کربن بیومس میکروبی و فعالیتهای آنزیمی در لایه های سطحی خاک می شود. بین مقدار نسبت لایه بندی[1]برخی خواص بیوشیمیائی خاک و عملکرد محصول ارتباط معنی داری وجود داشت.

(Gruber and Claupein, 2009) اثر روش های خاک ورزی را بر جمعیت علف های هرز در کشاورزی عاری از سموم علف کش بررسی نمودند. نتایج نشان داد که استفاده از گاوآهن قلمی به عنوان خاک ورز اولیه در مقایسه با خاک ورزی اولیه به وسیله گاو آهن برگردان دار دارای بیشترین شدت تراکم علفهای هرز یکساله بود. کاهش عمق شخم اولیه توسط گاوآهن برگردان دار نیز باعث کاهش قدرت کنترل علف های هرز توسط گاوآهن شد.

هدف از انجام این تحقیق بررسی اثر خاک ورزی حفاظتی بر بعضی خصوصیات خاک و ماشین و همچنین محصول می باشد.

مواد و روشها

این آزمایش در سال زراعی ۹۳–۹۲ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی جلگه رخ استان خراسان رضوی بعنوان سال اول اجرای پروژه (تناوب چغندر قند– جو) اجرا گردید. ایستگاه تحقیقات کشاورزی جلگه رخ تربت حیدریه با طول جغرافیایی ۵۹ درجه شرقی و عرض

[1]- Stratification Ratio

جغرافیایی ۳۵ درجه و ۵۰ دقیقه شمالی در ۱۳۵ کیلومتری جنوب شرقی مشهد قرار داشته و دارای زمستان های سرد و طولانی(با میانگین ۱۲۳ روز یخبندان در طی سال) ، بهار خشک و تابستان های معتدل می باشد. ارتفاع از سطح دریا در این ایستگاه ۱۷۲۱ متر و میانگین بارندگی سالیانه ۲۲۵ میلی متر می باشد. حداکثر درجه حرارت مطلق ۳۶/۵ درجه سانتی گراد و حداقل درجه حرارت مطلق ۲۳- درجه سانتی گراد و میانگین درجه حرارت سالیانه آن ۱۰/۷ درجه سانتی گراد است.

آزمایش به‌صورت کرت های خرد شده در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. عوامل آزمایش شامل روش‌های خاک ورزی (در سه سطح: بدون خاک ورزی، کم خاک ورزی و خاک ورزی مرسوم) در کرت های اصلی ودرصد بقایا (در سه سطح: بدون بقایا، ۳۰ درصد بقایا و ۶۰ درصد بقایا) در کرت های فرعی می باشند، که بعنوان قسمتی از تناوب اصلی چغندر قند- جو -ذرت- گندم مورد مطالعه قرار گرفت. جزئیات تیمارهای خاک ورزی عبارتند از:

۱- خاک ورزی با گاوآهن قلمی غلتک دار (چیزل پکر) و کشت با ردیفکار (کم خاک ورزی)

۲- کشت مستقیم محصول با استفاده از ردیفکار کاشت مستقیم (بی خاک ورزی)

۳- خاک ورزی مرسوم (شخم با گاوآهن برگردان دار، دیسک، لولر و کشت با ردیف کار) به عنوان شاهد می‌باشد.

در سیستم کاشت بدون خاک ورزی، هیچ گونه عملیات خاک ورزی صورت نمی گیرد. برای انجام عملیات کاشت در تمام تیمارها از ردیف کار کشت مستقیم ۴ ردیفه ساخت شرکت تراشکده استفاده شد.

در تیماربدون بقایای گیاهی، بقایای محصول قبلی (شبدر) حذف و از سطح خاک جمع آوری شد. در سایر تیمارهای مدیریت بقایا، بر اساس تیمارهای تعریف شده ۳۰٪ و یا ۶۰٪ بقایای گیاهان زراعی این سیستم تناوبی بر روی سطح خاک حفظ گردید. یعنی با محاسبه میزان عملکرد بیولوژیک محصولات زراعی این سیستم تناوبی مقادیر متناسب بقایا با اعمال تیمارهای مدیریت بقایا بر روی سطح خاک به صورت ایستاده و خوابیده (بقایای ریخته شده روی زمین پس از عملیات برداشت) بر روی سطح خاک حفظ شد.

ابعاد پروژه در هر تناوب مورد مطالعه۱۲۰ ×۱۲۶ متر (کرت اصلی ۴۲×۱۲۰ متر و کرت فرعی ۴۰×۱۴ متر) می باشد. برای مقایسه روش های مختلف، فاکتورهایی مانند خصوصیات فیزیکی خاک شامل در صد رطوبت قبل و بعد از خاک ورزی، جرم مخصوص ظاهری خاک، بافت خاک، نفوذ پذیری خاک (شاخص مخروط خاک) و شاخص‌های ساختمان خاک (میانگین وزنی قطر کلوخه ها)، و همچنین فاکتورهای دیگری شامل درصد برگردان شدن بقایای گیاهی، مصرف سوخت، اندازه گیری و با هم مقایسه گردید.

روش اندازه‌گیری پارامترها

در صد رطوبت وزنی قبل و بعد از خاک ورزی: به منظور مقایسه حفظ رطوبت خاک در تیمارهای مختلف، این فاکتور در زمان خاک ورزی و چند مرحله در طول فصل رشد محصول با نمونه برداری از خاک مزرعه در اعماق ۱۰-۰ ، ۲۰-۱۰ و ۳۰-۲۰ سانتیمتری

خاک و خشک کردن نمونه ها در آون اندازه گیری شد. برای محاسبه مقدار رطوبت خاک از فرمول (۱) استفاده شد (اسمیت و همکاران، ۱۹۹۴):

$$MC = \frac{W_w - W_d}{W_w} \times 100 \quad (۱)$$

که در آن :MC = درصد رطوبت خاک، W_w = جرم خاک مرطوب (gr) و W_d = جرم خاک خشک (gr) می باشد.

۴-۱-۲- جرم مخصوص ظاهری خاک: جهت تعیین جرم مخصوص ظاهری خاک، قبل از عملیات خاک ورزی و کاشت و همچنین در زمان برداشت محصول با استفاده از استوانه های نمونه گیری از اعماق ۱۰-۰، ۲۰ -۱۰ و ۳۰-۲۰ سانتی متری هر کرت نمونه برداری شد. نمونه های دست نخورده به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۱۰۵ درجه سانتیگراد درآون خشک شده و با استفاده از فرمول (۲) جرم مخصوص ظاهری بر مبنای خاک خشک محاسبه گردید (اسمیت و همکاران، ۱۹۹۴):

$$BD = \frac{W_d}{V} \quad (۲)$$

که در آن :BD = جرم مخصوص ظاهری خاک ($gr.cm^{-3}$)، Wd = جرم خاک خشک (gr) و V= حجم کل خاک (cm^3) می باشد.

شاخص مخروط خاک:

به منظور بررسی تغییرات مقاومت خاک در بعد از عملیات خاک ورزی (مرحله حداکثر رشد رویشی گیاه) شاخص مقاومت به نفوذ تعیین گردید. روش آزمایش نفوذ سنجی استاتیکی و بر اساس نفوذ یک مخروط در زمین و اندازه گیری نیروی لازم جهت این امر استوار است. از رابطه (۳) برای محاسبه مقاومت به نفوذ استفاده گردید (اسمیت و همکاران، ۱۹۹۴):

$$q = \frac{F \times 9.81}{A} \quad (۳)$$

که در آن: q= مقاومت به نفوذ(مگا پاسکال)، A=سطح مقطع شاخص(میلی متر مربع) و F=نیروی قرائت شده بوسیله نفوذ سنج(کیلو گرم) می‌باشد.

در تعدادی از مناطق از نفوذ سنج های اتوماتیک استفاده می گردد این دستگاه بطور مستقیم تغییرات نفوذ پذیری خاک را در اعماق مختلف بر حسب مگا پاسکال(MPa) نشان می دهد. شاخص مخروط خاک در هر کرت بعد از کاشت (بعد از اعمال تیمارها) و بعد از برداشت اندازه گیری شد .در نهایت دستگاه بصورت خودکار متوسط شاخص مخروط خاک را در اعماق مختلف نشان می دهد.

قطر کلوخه ها (پایداری خاک دانه ها): اندازه‌گیری توزیع اندازه ای پایداری خاکدانه‌ها بعد از اعمال تیمارهای خاک ورزی با استفاده از الک های مخصوص انجام شد. الک‌های مورد استفاده در این آزمایش از کوچک به بزرگ به ترتیب شامل اندازه‌های ۵ ، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ میلی متر هستند. قطر متوسط وزنی کلوخه‌ها (MWD) که نشان دهنده مقدار پایداری خاکدانه است نیز از رابطه (۴) محاسبه می گردد (اسمیت و همکاران، ۱۹۹۴):

$$MWD = \sum_{i=1}^{n} \overline{X}\ i.\ Wi \qquad (۴)$$

در این رابطه میانگین قطر کلوخه های باقیمانده بر روی الک و Wi نسبت وزن خاکدانه های باقیمانده بر روی هر الک به وزن کل نمونه و n تعداد الکها می باشد.

درصد برگردان شدن بقایای گیاهی: قبل و بعد از انجام عملیات، بقایای گیاهی در یک سطح یک متر مربعی (قاب ۱ متر مربعی) جمع آوری و با استفاده از فرمول (۵) درصد برگردان شدن بقایای گیاهی محاسبه شد (اسمیت و همکاران، ۱۹۹۴):

$$IR = \frac{W_a - W_b}{W_a} \times 100 \qquad (۵)$$

که در آن:IR = درصد برگردان شدن بقایای گیاهی، W_a= وزن خشک بقایای گیاهی قبل از انجام عملیات (kg) و W_b= وزن خشک بقایای گیاهی بعد از انجام عملیات می باشد (kg)

ظرفیت مزرعه ای مؤثر ماشین: کار انجام شده توسط یک ماشین در مدت یک ساعت را ظرفیت مزرعه ای ماشین می نامند. برای محاسبه آن از رابطه (۶) استفاده گردید (الماسی و همکاران، ۱۳۷۸):

$$C_e = \frac{W \times S \times e}{10} \qquad (۶)$$

که در آن:C_e= ظرفیت مزرعه ای (هکتار بر ساعت)، S= سرعت پیشروی (کیلومتر بر ساعت)، W = عرض ماشین (متر) و E= راندمان زمانی (اعشار) می باشد.

مصرف سوخت: میزان سوخت مصرفی برای انجام عملیات در هر تیمار به روش باک پر اندازه گیری شد و با توجه به مساحت کرتها، مقدار مصرف سوخت در هر هکتار بدست آمد.

درصد سبز شدن بذر: با توجه به اینکه وزن مقدار بذر کاشته شده در واحد سطح مشخص است، از روی وزن هزار دانه تعداد بذر کاشته شده در واحد سطح تعیین گردید. بنابراین با انداختن یک کادر مستطیلی به ابعاد ۰/۵ × ۱ متر و شمارش تعداد بوته های سبزشده در چند نقطه بطور تصادفی و با استفاده از فرمول (۷) درصد سبز محاسبه می شود (اسمیت و همکاران، ۱۹۹۴):

$$E = \frac{P}{S * G} \times 100 \qquad (۷)$$

E= درصد سبز بوته (٪)، P= تعداد بوته سبز شده، S = تعداد بذر کاشته شده و G=قوه نامیه بذر (اعشار) می باشد.

مقاومت کششی ادوات:

به منظور تعیین توان کششی مورد نیاز، مقاومت کششی خاک ورزها و کارنده ها تعیین شد. مقاومت کششی معمولا با دستگاه دینامومتر اتصال سه نقطه اندازه گیری می شود اما بعلت عدم دسترسی به این دستگاه از نوع مالبندی (تبدیل لود سل فشاری به کششی) به روش ذیل استفاده شد:

مقاومت کششی در دو مرحله با بار و بی بار اندازه گیری شد. در مرحله بی بار دینامومتر بین دو تراکتور قرار گرفت تراکتور جلو کشنده و تراکتور عقب حامل گاو آهن و یا کارنده در وضعیت خلاص بود در این مرحله گاو آهن و یا پیش برها و شیار بازکن های بذرکار در زمین نفوذ نکرده وفقط توسط تراکتور دوم حمل می شود. با قرائت میزان نیروی کششی در این مرحله مقاومت غلطشی تراکتور حامل گاوآهن و یا کارنده(R) تعیین گردید. در مرحله بعد گاوآهن در شرایط شخم و یا بذرکار در شرایط کاشت قرار گرفته و سپس میزان نیروی کششی قرائت شد در این مرحله میزان نیروی کششی لازم برای گاو آهن و کارنده مقاومت غلطشی تراکتور دوم تعیین می گردد(P+R). از تفاضل نیروی کششی در طی این دو مرحله مقاومت کششی خالص گاو آهن و بذرکارها تعیین می شود این شاخص در هر مزرعه سه بار اندازه گیری شد و میانگین آن بعنوان مقاومت کششی ماشین خاک ورز و یا کارنده در نظر گرفته می شود. با ضرب نیروی کششی در سرعت پیشروی ماشین توان مالبندی مورد نیاز محاسبه گردید (الماسی و همکاران، ۱۳۷۸).

در هنگام کاشت با بذرکارهای کاشت مستقیم برای افزایش کارایی و همچنین برش بهتر بقایای گیاهی بایستی از سرعت های پیشروی بالا استفاده کرد. بدین منظور بنا به توصیه سازندگاه این نوع کارنده ها سرعت پیشروی۸-۷ کیلومتر در ساعت انتخاب گردید. برای دستیابی به سرعت ذکر شده با توجه به کتابچه راهنمای تراکتور، دنده مورد نظر انتخاب و با استفاده از گاز دستی و دور موتور، سرعت‌های مورد نظر حاصل شد.

برای آبیاری با توجه به طول شیارها، احتمال نداشتن یکنواختی توزیع مناسب وجود دارد لذا برای داشتن یکنواختی توزیع مناسب آب، از سیستم آبیاری تحت فشار (تیپ) استفاده شد. دور آبیاری نیز با توجه به بافت خاک و ظرفیت نگهداری آن تعیین شد. تاریخ کاشت، میزان بذر مصرفی و مصرف عناصر غذایی برای کلیه تیمارها یکسان و همگن بود و میزان کود مصرفی بر اساس نتایج آزمون خاک مزرعه محاسبه و مصرف شد. تجزیه و تحلیل نتایج این تحقیق با استفاده از نرم افزار SPSS انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصله از اجرای سال اول این آزمایش در جداول ۱، ۲ و ۳ بیان شده است. همانطور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود روش های خاک ورزی بر میزان توان کششی مورد نیاز، مصرف سوخت، میانگین قطر کلوخه، درصد برگردان شدن بقایای گیاهی و زمان کل عملیات (خاک ورزی و کاشت) تاثیر معنی داری داشته است ولی بر مقاومت به نفوذ خاک (شاخص مخروط) و جرم مخصوص خاک اثر معنی داری نداشته است. از طرف دیگر تیمار میزان بقایای گیاهی روی سطح خاک فقط بر سه پارامتر درصد برگردان شدن بقایا، درصد سبز شدن بذر و میانگین قطر کلوخه اثر معنی دار داشته است. همچنین اثر متقابل تیمارها (نوع خاک ورزی و میزان بقایا) بر پارامترهای مورد مطالعه، معنی دار نبوده است.

نتایج مقایسه میانگین پارامترهای مورد مطالعه با توجه به نوع خاک ورزی در جدول ۲ بیان شده است. بیشترین میزان توان کششی صرف شده مربوط به استفاده از گاوآهن برگردان دار به میزان ۳۱/۸۸ اسب بخار میباشد و بعد از آن گاو آهن قلمی غلتک دار (چیزل پکر) و ردیف کار کاشت مستقیم با توان مصرفی ۲۵/۶۶ و ۱۰/۵۵ اسب بخار در رده های بعد قرار می گیرند.

میزان مصرف سوخت در یک هکتار در روش های مختلف خاک ورزی نیز با هم متفاوت و معنی دار است بطوری که این مقدار در خاک ورزی مرسوم، کم خاک ورزی و بی خاک ورزی بترتیب برابر ۷۸/۱۱، ۳۱/۸۸ و ۱۹/۵۵ لیتر می باشد. در روش خاک ورزی مرسوم علاوه بر این که از گاوآهن برگردان دار استفاده می شود، از هرس بشقابی و لولر نیز برای آماده سازی زمین و خاک ورزی ثانویه نیز استفاده می گردد. اما در روش کم خاک ورزی عملیات تهیه زمین بصورت یک مرحله ای و با استفاده از گاو آهن قلمی غلتک دار (چیزل پکر) انجام می گیرد بنابراین تعدد عملیات و توان بر بودن آنها در روش خاک ورزی مرسوم باعث مصرف سوخت بیشتر در هکتار می گردد.

شاخص مخروط خاک (فشردگی خاک) نیز پارامتر مهمی در بررسی های فنی سیستم های خاک ورزی حفاظتی می باشد. نتایج حاصل از جدول ۲ نشان می دهد که روش های خاک ورزی بر این پارامتر تاثیر معنی داری نداشته است. همانطور که در قسمت بررسی منابع اشاره گردید محققان مختلف نظیر بوتا و همکاران (۲۰۰۹) تاثیر روشهای مختلف خاک ورزی را بر پارامترهای فیزیکی خاک مطالعه کرده اند و تاثیر معنی دار روشهای خاک ورزی را بر این پارامترها را نشان داده اند. احتمالا تاثیر پذیری پارامترهای فیزیکی خاک ناشی از بهبود خواص بیولوژیک و ماده آلی خاک بوده که آنهم مستلزم تکرار آزمایشات در سالهای متوالی می باشد. لذا تفاوت نتایج این تحقیق با یافته های سایر محققان مربوط به اجرای سال اول آزمایش می باشد.

میزان برگردان شدن بقایای گیاهی نیز در روشهای مختلف خاک ورزی نیز با یکدیگر متفاوت است. بیشترین مقدار برگردان شدن بقایا مربوط به خاک ورزی مرسوم بمیزان ۸۹/۲۲ درصد بوده و بعد از آن کم خاک ورزی و بی خاک ورزی با مقادیر ۳۰/۶ درصد و ۲/۲ درصد در رده های بعد قرار می گیرد.

جدول ۱- تجزیه واریانس پارامترهای اندازه گیری شده (میانگین مربعات (Ms))

منابع تغییر	درجه آزادی	توان کششی	مصرف سوخت	فشردگی خاک (مقاومت به نفوذ)	درصد برگردان شدن بقایا	درصد جوانه زنی بذور	میانگین قطر کلوخه	جرم مخصوص خاک	کل زمان عملیات
تکرار (بلوک)	۲	۱۳/۴۵۴**	۰/۲۵۹ ^{ns}	۰/۴۸ ^{ns}	۰/۲۵۹ ^{ns}	۱/۰۳۷^{ns}	۱/۸۱۵ *	۰/۰۰۲^{ns}	۲۷/۱۱ ^{ns}
تیمار A (روشهای خاک ورزی)	۲	۱۰۸۳/۲۵۹ **	۸۵۷۶/۰۴**	۰/۳۸۷ ^{ns}	۱۷۷۱۰/۲۵**	۸۲/۳۷**	۲۲۳/۹۵**	۰/۰۰۳ ^{ns}	۹۵۸۴۴/۷۵**
تیمارB (درصد بقایا)	۲	۲/۶۸ ^{ns}	۳/۳۷ ^{ns}	۰/۴۳۱ ^{ns}	۳۰/۴۸*	۲۵/۱۴۸**	۱۲/۲۸**	۰/۰۰۳ ^{ns}	۲۰/۱۱۱ ^{ns}
اثر متقابل تیمارها A×B	۴	۱/۷۳ ^{ns}	۱/۴۸ ^{ns}	۰/۲۴۲ ^{ns}	۵/۸۷ ^{ns}	۲/۵۹ ^{ns}	۰/۲۵۹ ^{ns}	۰/۰۱۱ ^{ns}	۱۴/۵۶ ^{ns}
خطا	۱۲	۱/۲۳	۴/۸۹	۰/۲۴	۷/۵۱	۱	۰/۳۵۲	۰/۰۱۵	۱۵/۹۰

* و ** :به ترتیب اختلاف معنی دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns : عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد

جدول ۲- مقایسه میانگین پارامترهای اندازه گیری شده در سطوح مختلف خاک ورزی

میزان بقایای گیاهی	توان کششی (اسب بخار)	مصرف سوخت (لیتر بر هکتار)	مقاومت به نفوذ خاک (مگا پاسکال)	میزان برگردان شدن بقایا (درصد)	میزان جوانه زنی بذور (درصد)	میانگین قطر کلوخه (میلیمتر)	جرم خصوص خاک (گرم بر سانتیمتر مکعب)	کل زمان عملیات (دقیقه)
صفر	۲۲/۵۸ ^{a}	۴۳/۷۷ ^{a}	۱/۵۴ ^{a}	۳۸/۷۷ ^{a}	۷۱/۵۵ ^{a}	۲۴/۷۷ ^{a}	۱/۶۴ ^{a}	۱۲۹/۷۷ ^{a}
۳۰ درصد	۲۲/۳۳ ^{a}	۴۳/۲۲ ^{a}	۱/۹۷ ^{a}	۴۲/۴۴ ^{b}	۷۳ ^{b}	۲۳/۵ ^{b}	۱/۶۴ ^{a}	۱۳۱/۱۱ ^{a}
۶۰ درصد	۲۳/۳۳ ^{a}	۴۳۷۸/۵۵ ^{a}	۱/۸۴ ^{a}	۴۰/۸۸ ^{bc}	۷۴/۸۸ ^{c}	۲۲/۴۴ ^{c}	۱/۶۸ ^{a}	۱۳۱/۸۸ ^{a}

جدول ۳- مقایسه میانگین پارامترهای اندازه گیری شده در سطوح مختلف بقایای گیاهی

تیمارها (روشهای خاک ورزی)	توان کششی (اسب بخار)	مصرف سوخت (لیتر بر هکتار)	مقاومت به نفوذ خاک (مگا پاسکال)	میزان برگردان شدن بقایا (درصد)	میزان جوانه زنی بذور (درصد)	میانگین قطر کلوخه (میلیمتر)	جرم خصوص خاک (گرم بر سانتیمتر مکعب)	کل زمان عملیات (دقیقه)
خاک ورزی مرسوم	۳۱/۸۸ ^{a}	۷۸/۱۱ ^{a}	۲ ^{a}	۸۹/۲۲ ^{a}	۷۶/۵۵ ^{a}	۱۸/۸۳ ^{a}	۱/۶۷ ^{a}	۲۴۴/۷۷ ^{a}
کم خاک ورزی	۲۵/۶۶^{b}	۳۱/۸۸ ^{b}	۱/۵۹ ^{a}	۳۰/۶۶ ^{b}	۷۲/۱۱ ^{b}	۲۳/۱۱ ^{b}	۱/۶۴ ^{a}	۱۰۳/۳۳ ^{b}
بی خاک ورزی	۱۰/۵۵ ^{c}	۱۹/۵۵ ^{c}	۱/۷۶ ^{a}	۲/۲۲ ^{c}	۷۰/۷۷ ^{c}	۲۸/۷۷ ^{c}	۱/۶۵ ^{a}	۴۳/۸۸ ^{c}

۲۱

اعداد با حروف مشابه برای هر تیمار در هر ستون حاکی از عدم اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد است

روش های مختلف خاک ورزی بر مقدار سبز شدن بذر نیز تاثیر معنی دار داشته است. روشهای خاک ورزی مرسوم، کم خاک ورزی و بی خاک ورزی بترتیب با ۷۶/۵، ۷۲/۱۱ و ۷۰/۷ درصد سبز شدن بذر بیشترین مقادیر را داشته اند. ترتیب تاثیر روشهای خاک ورزی بر میانگین وزنی قطر کلوخه نیز مشابه درصد سبز شدن بذر می باشد بطوری که بعد از اعمال روشهای خاک ورزی مرسوم، کم خاک ورزی و بی خاک ورزی، کلوخه هایی بمیزان ۱۸/۸، ۲۳/۱ و ۲۸/۷ میلیمتر ایجاد شدند. عوامل موثر زیادی از جمله قوه نامیه بذر، نوع بذرکار، شرایط آماده سازی زمین، رطوبت خاک، مقدار بقایای روی سطح خاک بر میزان سبز شدن بذر تاثیر می

گذارند. علت بالا بودن میزان سبز شدن بذر در روش خاک ورزی مرسوم خرد شدن بیشتر خاک و نتیجتا تماس بهتر خاک با بذر می باشد. از طرف دیگر با توجه به جدول ۳ می توان گفت میزان بقایای بیشتر تاثیر مثبتی بر میزان سبز شدن بذر دارد زیرا وجود بقایا باعث حفظ رطوبت سطحی خاک، و سست تر شدن خاک گردیده و سبز شدن بذر را تسهیل می کند.

جرم مخصوص ظاهری خاک (دانسیته ظاهری) نیز ارتباط نزدیکی و مستقیمی با شاخص مخروط خاک دارد. لذا نتایج حاصله در مورد جرم مخصوص خاک مطابق با نتایج شاخص مخروط (فشردگی خاک) می باشد. نتایج محققان دیگر (جت و همکاران، ۲۰۰۹) نشان میدهند روش خاک ورزی مرسوم به دلیل تردد بیشتر در شرایط مرطوب خاک دارای جرم مخصوص ظاهری و مقاومت به نفوذ بیشتری در لایه های مختلف خاک است اما همان گونه که پیش‌تر ذکر شد حصول این نتایج، مستلزم تکرار چندین ساله آزمایش در سیستم های خاک ورزی حفاظتی و اصلاح حضوصیات فیزیکی، مکانیکی و بیولوژیک خاک می باشد.

زمان کل انجام عملیات تابعی از تعداد عملیات، عرض کار ماشین، سرعت پیشروی و راندمان مزرعه ای می باشد. راندمان مزرعه ای عبارتست از نسبت زمان تئوری عملیات به کل زمان انجام عملیات. هر چند تلفات زمانی برای ماشینهای بزرگتر (با عرض بیشتر) نسبت به ماشین های کوچکتر بحرانی تر است (زمان بیشتر برای تنظیمات، پر کردن مخازن و دور زدنها در انتهای زمین) ولی با این وجود تاثیر عرض بالاتر در افزایش ظرفیت مزرعه ای بیشتر از تلفات زمانی مذکور می باشد. نتایج حاصل از جداول ۱ و ۲ نشان می دهد که زمان انجام عملیات در خاک ورزی مرسوم، کم خاک ورزی و بی خاک ورزی بترتیب ۲۴۴/۷، ۱۰۳/۳ و ۴۸/۸ دقیقه در هکتار می باشد. علت بالا بودن زمان عملیات در خاک ورزی مرسوم عرض کاری کم وسرعت پایین حرکت گاوآهن برگرداندار، تعدد استفاده از ماشینها برای عملیات خاک خاک ورزی و نیاز توانی بالا برای این سیستم خاک ورزی نسبت به کم خاک ورزی و بی خاک ورزی می باشد.

نتیجه گیری کلی و پیشنهادات

۱- در مقایسه با خاک ورزی مرسوم، استفاده از سیستم خاک ورزی حفاظتی (کم خاک ورزی) زمان تهیه عملیات زمین به حدود یک سوم و در سیستم بی خاک ورزی (کشت مستقیم) تقریبا به صفر می رسد.
۲- در مقایسه با خاک ورزی مرسوم، استفاده از سیستم خاک ورزی حفاظتی (کم خاک ورزی) مصرف سوخت را ۴۰ درصد کاهش داده و در سیستم بی خاک ورزی (کشت مستقیم) مصرف سوخت تقریبا به صفر می رسد.
۳- توان مصرفی گاوآهن قلمی غلتک دار (چیزل پکر) حدودا ۳۰ درصد کمتر از گاوآهن برگرداندار می باشد و توان مصرفی بدرکار کاشت مستقیم حدود یک سوم گاوآهن برگرداندار است.

منابع

افضلی نیا، صادق . ۱۳۷۷. ارزیابی ردیف‌کارهای گوجه فرنگی . مجلهتحقیقات مهندسی کشاورزی. شماره۱۲.

تاکی، اورنگ. ۱۳۸۶. طراحی و ساخت دستگاه کاشت با شیار باز کن فعال جهت کشت مستقیم گندم در سیستم بی خاک‌ورزی. گزارش نهایی موسسه فنی و مهندسی کشاورزی، کرج.

otta, G. F., Becerra, A. T. andMelcon, F. B. 2009. Seedbed compaction produced by traffic on four tillage regimes in the rolling Pampas of Argentina. Soil and Tillage Research, 105 (1): 128-134.

De Vita, p. Di Paolo, E. Fecondo, G. Di Fonzo, N. Pisante, M. 2007. No-tillage and conventional tillage effects on durum wheat yield, grain quality and soil moisture content in southern Italy. Soil & Tillage Research 92: 69–78.

Erenstein, O, &Laxmi, V. 2008. Zero tillage impacts in India's rice–wheat systems: A review. Soil & Tillage Research, 100, 1–14.

Grisso, R.D, Holshouser, D and Pitman, R.2002. Equipmentonsiderations for No-till Soybean Seeding, Virginia Cooperative Extension publication. Pp: 442-456.

Gruber, S. and Claupein, W. 2009. Effect of tillage intensity on weed infestation in organic farming. Soil and Tillage Research, 105 (1): 104-111.

Hobbs, P. R., Giri, G. S., & Grace, P. 1997. Reduced and zero tillage options for the establishment of wheat after rice in south Asia. Rice-Wheat Consortium Technical Bulletin, 6.

Jat, M.L., Gathala, M.K., Ladha, J.K., Saharawat, Y.S., Jat, A.S., Kumar, V., Sharma, S.K. Kuma, V., and Gupta, R. 2009. Evaluation of precision land leveling and double zero-till systems in the rice–wheat rotation: Water use, productivity, profitability and soil physical properties. Soil and Tillage Research, 105 (1): 112-121.

Liu, S., Zhang, H., Dai, Q., Huo, Xu, Z. K., &Ruan, H. 2005. Effects of no-tillage plus inter-planting and remaining straw on the field on cropland eco-environment and wheat growth. Ying Yong Sheng Tai XueBao, 16(2), 393-396.

Madejón, E., Murillo, J.M., Moreno, F., López , M. V., Arrue, J.L., Alvaro-Fuentes, J. and Cantero, C. 2009. Effect of long-term conservation tillage on soil biochemical properties in Mediterranean Spanish areas. Soil and Tillage Research, 105 (1): 55-62.

Martinez, E. Fuentes, J. Silva, P. Valle, S. Acevedo, E. 1988. Reduced tillage seeding equipment for small grains. North Dakota State Univ. Ext. Serv. Bull. AE-826.

Merrill, S. D., Black, A. L., & Bauer, A. 1996. Conservation Tillage Affects Root Growth of Dryland Spring Wheat under Drought. Soil Science Society of America journal, 60(2), 575-583.

Rusu T. 2005. The influence of minimum tillage systems upon the soil properties, yield and energy efficiency in some arable crops. Journal of Central European Agriculture, 6(3), 287-294.

Senapati, P. C., P. K. Mohapatra and U. N. Dikshit. 1992. Field evaluation of seeding devices for finger- millet. A.M.A.23(3): 21-2

Van Doren. D.M., Triplet, J.R and J.E. Henry. 1976. Influence of long term tillage. Crop rotation and soil type combinations on corn yield. Soil Sci. Soc. Am. J. 40: 100-105.