

## اثر ساقه‌خردکن و انواع خاک‌ورزی بر خصوصیات فیزیکی خاک پس از برداشت ذرت

فاطمه عباسی<sup>\*</sup>، محمدمین آسودار<sup>۲</sup> و مهدی سعادت‌فرد<sup>۱</sup>

۱- نویسنده مسؤؤل: کارشناس ارشد مکانیزاسیون کشاورزی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین، ملائانی، خوزستان  
(f\_abbasi2009@yahoo.com)

۲- برتیب دانشیار و مربی گروه ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین، ملائانی، خوزستان

تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۲/۱۸

تاریخ دریافت: ۸۸/۴/۲۴

### چکیده

کاربرد فن‌آوری‌های مطلوبی همانند سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی به عنوان یکی از روش‌های کاربردی در کشاورزی پایدار، می‌تواند سبب کندکردن روند تخریب زمین‌ها و افزایش پایداری در کشاورزی گردد. با توجه به اهمیت حفظ بقایای گیاهی بر سطح خاک، استفاده از خاک‌ورزی حفاظتی توأم با کاشت می‌تواند در افزایش عملکرد گندم تأثیرگذار باشد؛ بنابراین به منظور انتخاب روش‌های مناسب خاک‌ورزی حفاظتی و خردکردن ساقه‌های ذرت، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در ۳ تکرار در استان خوزستان، شهرستان دزفول در سال زراعی ۱۳۸۶ اجرا گردید. فاکتور اول شامل استفاده از یک بار ساقه‌خردکن، دوبار ساقه‌خردکن و بدون ساقه‌خردکن (دیسک)، و فاکتور دوم شامل استفاده از خاک‌ورز مرکب و دیسک پس از ساقه‌خردکن بود. پارامترهای مورد بررسی در این طرح، وزن مخصوص ظاهری خاک، شاخص مخروطی، میزان رطوبت خاک و میانگین وزنی قطر کلوخه‌ها بودند. نتایج نشان داد که بالاترین درصد رطوبت در عمق‌های ۰-۵ و ۵-۱۰ سانتی‌متر با میانگین ۱۴/۴ و ۱۵/۱۸٪ مربوط به تیمار دیسک بود. دوبار استفاده از ساقه‌خردکن به همراه خاک‌ورز مرکب سبب کاهش میانگین وزنی قطر کلوخه‌ها به میزان ۰/۹۹cm در مقایسه با یک بار ساقه‌خردکن به همراه دیسک (۲/۰۷cm) گردید. کم‌ترین مقدار شاخص مخروطی خاک (۰/۶۷ MPa) مربوط به تیمار یک بار ساقه‌خردکن به همراه خاک‌ورز مرکب بود.

**کلید واژه‌ها:** خاک‌ورز مرکب، بقایای گیاهی، ساقه‌خردکن، رطوبت وزنی خاک، وزن مخصوص ظاهری

### مقدمه

برگردان‌دار است که در بسیاری از مناطق دنیا استفاده از آن منسوخ شده است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که هر ساله ۵ تا ۷ میلیون هکتار از زمین‌های زراعی دنیا، حاصل خیزی خود را از دست می‌دهند؛ بنابراین کاربرد فن‌آوری‌های مطلوبی همانند سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی به عنوان یکی از روش‌های کاربردی در کشاورزی پایدار، می‌تواند سبب کندکردن روند تخریب زمین‌ها و افزایش پایداری در کشاورزی گردد (۲۱). در

عدم مدیریت صحیح استفاده از ماشین، استفاده بی‌رویه و ترافیک سنگین ماشین‌ها، سوزاندن بقایای گیاهی، عدم رعایت تناوب زراعی و عوامل دیگر باعث شده است تا خاک‌های اراضی مناطق خشک و نیمه‌خشک در معرض فرسایش آبی و بادی قرار گیرد و هر ساله حجم زیادی از خاک این اراضی در اثر بارندگی و آبیاری‌های بی‌رویه از مزرعه خارج و وارد رودخانه‌ها گردد. از جمله ادواتی که هر ساله این فرسایش را تشدید می‌کند، استفاده از گاوآهن

سوزاندن، به طوری که ضمن حفظ منافع تولیدکننده افزایش کیفیت خاک و محیط را دنبال داشته باشد، باید مورد توجه قرار گیرد. کاربرد روش‌هایی از خاک‌ورزی که استقرار بقایای گیاهی را در خاک حفظ کنند، ضروری است.

### مواد و روش‌ها

این طرح در شهرستان دزفول و در سال زراعی ۱۳۸۶ با مطالعه اثر دو عامل به صورت فاکتوریل با ترکیب استفاده از دستگاه ساقه‌خردکن در ۳ سطح شامل یک بار ساقه‌خردکن، دوبار ساقه‌خردکن و بدون ساقه‌خردکن (دیسک) و ترکیب خاک‌ورزی در ۲ سطح شامل خاک‌ورز مرکب (دستگاهی مرکب از تیغه‌های مخصوص کولتیواتور، یک ردیف بشقاب دوتایی و غلتک سیدی) و دیسک (تاندرم) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا شد. پارامترهای مورد بررسی در این طرح، وزن مخصوص ظاهری خاک، شاخص مخروطی، درصد رطوبت خاک و میانگین وزنی قطر کلوخه‌ها بودند. برای اندازه‌گیری وزن مخصوص ظاهری از رینگ‌های مخصوص نمونه‌گیری استفاده شد و از عمق‌های ۵-۰، ۱۰-۵، ۲۰-۱۰ سانتی‌متر نمونه‌گیری انجام گرفت. اندازه‌گیری شاخص مخروطی در ۵ نقطه از هر کرت و هر نقطه از ۰-۳۰ سانتی‌متر بعد از انجام عملیات خاک‌ورزی انجام گرفت. اندازه‌گیری رطوبت خاک (درصد وزنی) با استفاده از آگر در عمق‌های ۵-۰، ۱۰-۵ و ۲۰-۱۰ سانتی‌متر انجام پذیرفت. به منظور اندازه‌گیری میانگین وزنی قطر کلوخه‌ها (MWD)، نمونه‌های خاک پس از عملیات تهیه بستر از الک‌های مخصوص با قطرهای به‌ترتیب از بالا به پایین ۱۰/۱۶، ۸۸/۹، ۷۶/۲، ۶۳/۵، ۵۰/۸، ۳۸/۱، ۲۵/۴، ۱۹/۰۵، ۶/۳۵ میلی‌متر عبور داده شدند. به همین منظور از تیمارهای مختلف به‌طور تصادفی از عمق‌های ۵-۰ و ۲۰-۵ سانتی‌متر نمونه خاک

سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی، حداقل ۳۰٪ بقایای گیاه زراعی قبلی، بعد از کشت محصول جدید در سطح خاک باقی می‌ماند (۱۹). خاک‌ورزی حفاظتی در مقایسه با خاک‌ورزی مرسوم می‌تواند در شرایط مختلف مزایایی مانند کاهش مصرف انرژی (۳)، کاهش فرسایش آبی و بادی، نیاز به نیروی کار کمتر (۱۳)، افزایش مواد آلی خاک (۱۷) و تسریع در زمان کشت دوم (۱۱) را به دنبال داشته باشد. پژوهشگران اثر خاک‌ورزی و مدیریت بقایای گندم را بر عملکرد ذرت و خواص فیزیکی خاک بررسی و گزارش نمودند. سیستم‌های بی‌خاک‌ورزی با بقایای گیاهی در مقایسه با خاک‌ورزی مرسوم، مقدار کربن آلی خاک را افزایش می‌دهند (۴). کریستین و باکن<sup>۱</sup> (۷) گزارش دادند مخلوط کردن بقایای ذرت به وسیله شخم، وزن مخصوص ظاهری و خلل و فرج خاک را در عمق‌های ۰-۲۰ و ۲۰-۳۰ سانتی‌متر کاهش می‌دهد. اسانیتان و همکاران<sup>۲</sup> (۱۸) گزارش کردند که روش‌های مختلف خاک‌ورزی تأثیر معنی‌داری بر وزن مخصوص ظاهری و شاخص مخروطی خاک دارد. مامان و آهو<sup>۳</sup> (۱۵) اثر افزایش وزن مخصوص ظاهری و مقاومت به نفوذ را با افزایش تعداد عبور ماشین‌ها مورد بررسی قرار داده و گزارش کردند که نفوذپذیری هوا با شدت عبور کاهش می‌یابد. مانرینگ و همکاران<sup>۴</sup> (۱۶) سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی حفاظتی را مورد مطالعه قرار دادند و گزارش کردند که همه آنها نفوذ آب را افزایش می‌دهند.

با توجه به فقر مواد آلی خاک به خصوص در بخش‌های میانی و جنوبی استان خوزستان و روش مرسوم سوزاندن کاه و کلش در این استان، بررسی راهکارهایی به منظور جایگزین نمودن روش

1- Christain & Bacon

2- Osunbitan *et al.*

3- Mamman & Ohu

4- Mannering *et al.*

معنی‌دار شده است. از آنجا که خاک‌ورزی به صورت سطحی انجام شده و سطح خاک دارای مقاومت به نفوذ کمتری بوده است، در نتیجه میانگین رطوبت در لایه‌های سطحی نسبت به لایه‌های عمیق‌تر میزان بیش تری را نشان داد. هاسنچک و همکاران<sup>۱</sup> (۱۲) نیز تفاوت رطوبت وزنی خاک را در تمامی تیمارها در لایه‌های سطحی خاک از نظر آماری معنی‌دار گزارش کردند.

در عمق ۱۰ - ۵ سانتی‌متر یک بار ساقه‌خردکن و دو بار ساقه‌خردکن با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند و علت آن را می‌توان عدم وجود تفاوت معنی‌دار در بقایای سطحی بین این دو تیمار دانست. همچنین دو بار ساقه‌خردکن با تیمار بدون ساقه‌خردکن (دیسک) اختلاف معنی‌داری ندارد؛ اما یک بار ساقه‌خردکن و بدون ساقه‌خردکن دارای تفاوت معنی‌داری  $P \leq 0.05$  می‌باشند. در عمق ۲۰-۱۰ سانتی‌متر نیز دوبار ساقه‌خردکن و بدون ساقه‌خردکن دارای اختلاف معنی‌داری نمی‌باشند؛ اما هر دو تیمار با یک بار ساقه‌خردکن اختلاف معنی‌داری دارند. در تمامی عمق‌ها بالاترین درصد رطوبت مربوط به تیمار بدون ساقه‌خردکن (دیسک) بوده است که مقدار بیش تری از بقایا را نسبت به تیمارهای دیگر بر سطح خاک باقی می‌گذارد (شکل ۱). این بقایا به شکل مانع در سطح خاک عمل کرده و باعث کاهش رواناب و نفوذ بیش تر آب در خاک و در نتیجه افزایش میانگین رطوبت وزنی خاک می‌شوند (۲۲).

سطوح مختلف خاک‌ورزی در شکل ۲ نشان می‌دهد که دیسک در عمق ۰.۵ و ۱۰-۵ سانتی‌متر دارای بیش ترین میانگین رطوبت (به ترتیب ۱۴/۴ و ۱۵/۱۸٪) و دارای اختلاف معنی‌دار با خاک‌ورز مرکب در سطح ۵ درصد می‌باشد.

انتخاب شده و با استفاده از فرمول ۱ مقدار آن محاسبه گردید.

(فرمول ۱)

$$MWD = \sum_{i=1}^n \frac{W_i}{W} \times D_i$$

که در آن:

MWD = میانگین وزنی قطر کلوخه‌ها

$W_i$  = وزن کلیه کلوخه‌های باقی مانده بر روی هر یک از الک‌ها (کیلوگرم)

$W$  = وزن کل خاک در هر نمونه مورد آزمایش (کیلوگرم)

$D_i$  = قطر متوسط شبکه الک مورد نظر (سانتی متر)

جدول ۱ مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش را نشان می‌دهد. محاسبات آماری و تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel انجام گرفت و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد.

### نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس میانگین رطوبت وزنی خاک قبل از انجام عملیات کاشت (جدول ۲) نشان می‌دهد که اثر ساقه‌خردکن در کنترل رطوبت در عمق ۲۰-۱۰ سانتی‌متر در سطح ۱ درصد و در عمق ۱۰-۵ سانتی‌متر در سطح ۵ درصد معنی‌دار است. وجود تفاوت معنی‌دار در مقدار بقایای سطحی در سطوح مختلف ساقه‌خردکن می‌تواند دلیل معنی‌دار شدن تفاوت میانگین رطوبت وزنی خاک بین تیمارها باشد. نتایج محققان نیز بیانگر اثر مطلوب بقایا در حفظ رطوبت وزنی خاک در تیمارهای دارای کاه و کلش بود (۲۲).

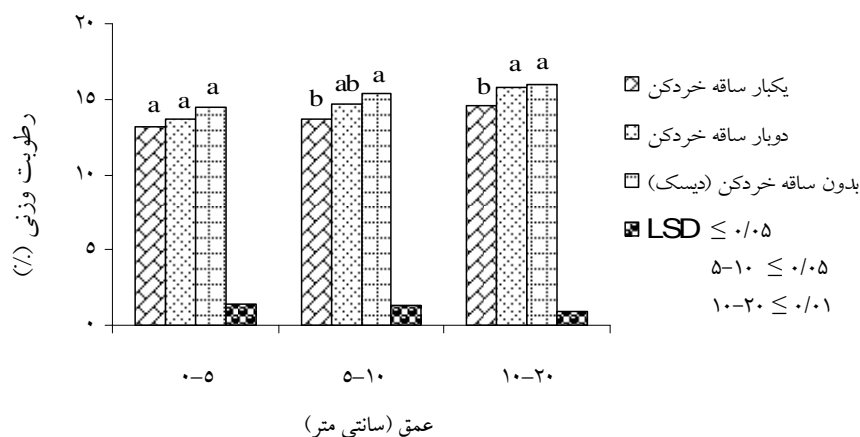
اثر خاک‌ورزی در حفظ رطوبت خاک در عمق‌های ۰.۵ و ۱۰-۵ سانتی‌متر در سطح ۵ درصد

خاک داشته باشد. این نتایج با یافته‌های محققانی که گزارش کردند که در خاک‌های لومی-رسی، مقدار وزن مخصوص ظاهری در دو سیستم خاک‌ورزی مرسوم و خاک‌ورزی حفاظتی تفاوت زیادی با یکدیگر نداشته‌اند، مطابقت دارد (۱ و ۸).

در جدول (۳) مشاهده می‌شود که وزن مخصوص ظاهری تحت تأثیر هیچ کدام از فاکتورهای مورد بررسی قرار نگرفته است. علت آن را می‌توان در این دانست که در هیچ کدام از کرت‌ها عملیات خاک‌ورزی خاصی که باعث کاهش و یا افزایش وزن مخصوص ظاهری خاک شود، انجام نگرفته است. از آنجا که عمق کار ادوات خاک‌ورزی نیز در تمامی کرت‌ها تقریباً یکسان و در محدوده ۲۰-۰ سانتی‌متر بوده است عمق نمونه‌گیری نیز نتوانسته اثر معنی‌داری بر وزن مخصوص ظاهری

جدول ۱- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک محل انجام آزمایش

مشخصات	محل (دزفول-روستای شوهان‌علیا)
بافت خاک	سیلتی-رسی-لوم
میزان شن	۲۹/۵٪
میزان سیلت	۴۲٪
میزان رس	۲۸/۵٪
اسیدیته (pH)	۷/۷۸
هدایت الکتریکی عصاره اشباع (dS/m)	۰/۶۶
فسفر (mg/kg)	۴/۵
پتاسیم (mg/kg)	۲۰۹



شکل ۱- تأثیر ساقه‌خردکن بر درصد رطوبت وزنی قبل از کاشت

جدول ۲- تجزیه واریانس میانگین رطوبت وزنی خاک قبل از کاشت

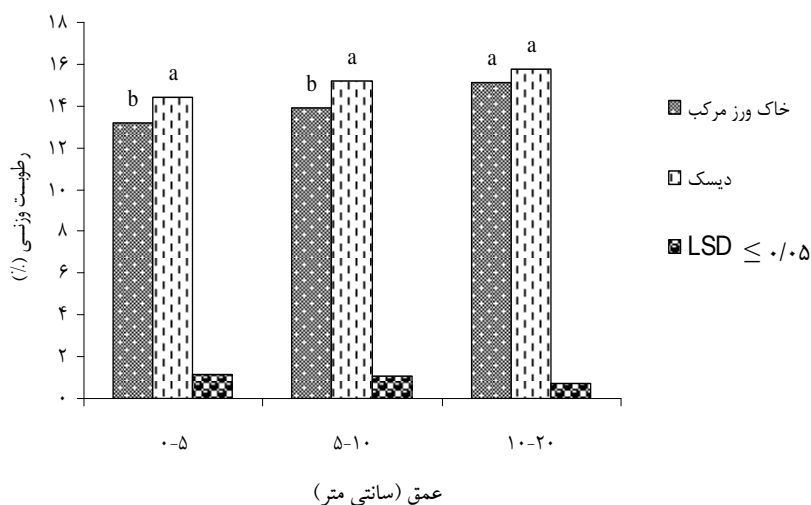
میانگین رطوبت قبل از کاشت						df	منابع تغییرات
عمق (سانتی متر) ۱۰-۲۰		عمق (سانتی متر) ۵-۱۰		عمق (سانتی متر) ۰-۵			
F	MS	F	MS	F	MS		
۰/۴۳ <sup>ns</sup>	۰/۱۹	۰/۵۱ <sup>ns</sup>	۰/۵۵	۰/۹۳ <sup>ns</sup>	۱/۱۲	۲	تکرار
۷/۹۴ <sup>**</sup>	۳/۵۴	۳/۶۷ <sup>*</sup>	۳/۹۴	۲/۳ <sup>ns</sup>	۲/۷۶	۲	ساقه خردکن
۳/۶ <sup>ns</sup>	۱/۶۱	۶/۳۹ <sup>*</sup>	۶/۸۶	۵/۵۲ <sup>*</sup>	۶/۶۲	۱	خاک ورزی
۳/۴۵ <sup>ns</sup>	۱/۵۵	۲/۹۲ <sup>ns</sup>	۳/۱۴	۰/۲۲ <sup>ns</sup>	۰/۲۶	۲	اثر متقابل
-	۰/۴۵	-	۱/۰۷	-	۱/۲	۱۰	اشتباه
۴/۳۲		۷/۱۲		۷/۹۴			CV

\*, \*\*, ns به ترتیب تفاوت معنی دار در سطح ۵٪، ۱٪ و عدم تفاوت معنی دار را نشان می دهند

جدول ۳- تجزیه واریانس وزن مخصوص ظاهری خاک

وزن مخصوص ظاهری (میلی گرم بر متر مکعب)		df	منابع تغییرات
MS	F		
۰/۰۰۰۵	۰/۰۳ <sup>ns</sup>	۲	تکرار
۰/۰۱۶	۰/۸۹ <sup>ns</sup>	۲	ساقه خردکن
۰/۰۱۶	۰/۸۸ <sup>ns</sup>	۱	خاک ورزی
۰/۰۱۵	۰/۸۲ <sup>ns</sup>	۲	اثر متقابل ساقه خردکن در خاک ورزی
۰/۰۱۸	-	۱۰	اشتباه فاکتور اصلی
۰/۰۰۲	۰/۲۰ <sup>ns</sup>	۲	عمق نمونه گیری
۰/۰۲۷	۲/۵۰ <sup>ns</sup>	۴	اثر متقابل ساقه خردکن در عمق
۰/۰۲۰	۱/۸۲ <sup>ns</sup>	۲	اثر متقابل خاک ورزی در عمق
۰/۰۱۱	۱/۰۰ <sup>ns</sup>	۴	اثر متقابل ساقه خردکن در خاک ورزی در عمق
۰/۰۱۱	-	۲۴	اشتباه فاکتور فرعی
۸/۷۹۲			CV

\*, \*\*, ns به ترتیب تفاوت معنی دار در سطح ۵٪، ۱٪ و عدم تفاوت معنی دار را نشان می دهند.



شکل ۲- تأثیر خاک ورزی بر درصد رطوبت وزنی قبل از کاشت

همین دلیل در سطح خاک کلوخه‌ها نسبت به دیسک کوچک ترند. نورمحمدی و زارعیان (۲) نیز نتایج مشابهی را به دست آوردند. عمق سانتی متر ۰-۵ با میانگین سانتی متر ۱۶/۰۲ نسبت به عمق سانتی متر ۵-۲۰ مقدار بالاتری از میانگین وزنی قطر کلوخه‌ها را به خود اختصاص داده است (شکل ۳). علت این است که در حین عملیات خاک ورزی در اثر عمل شکستگی برشی خاک، کلوخه‌ها بوجود می‌آیند، کلوخه‌های ریزتر در اثر نیروی گرانش لابلای کلوخه‌های درشت‌تر حرکت کرده و به اعماق پایین‌تر نقل مکان می‌کنند و پدیده جداسازی اتفاق می‌افتد. بنابراین منطقی است که کلوخه‌های واقع در اعماق پایین‌تر دارای میانگین وزنی قطر کوچک تری باشند. این نتیجه با یافته‌های مادریا و همکاران<sup>۱</sup> (۱۴) و بیر و همکاران<sup>۲</sup> (۵) هم‌خوانی دارد. یک بار ساقه‌خردکن به همراه دیسک بیشترین مقدار (سانتی متر ۲/۰۷) و دوبار ساقه‌خردکن به همراه خاک‌ورز مرکب کمترین مقدار (سانتی متر ۰/۹۹) میانگین وزنی قطر کلوخه‌ها را به خود اختصاص داده است. بعد از آن کمترین مقدار

اثر سطوح مختلف ساقه‌خردکن، خاک‌ورزی و عمق و همچنین اثر متقابل ساقه‌خردکن در خاک‌ورزی، ساقه‌خردکن در عمق، خاک‌ورزی در عمق در سطح ۱ درصد و اثر متقابل ساقه‌خردکن در خاک‌ورزی در عمق در سطح ۵ درصد بر میانگین وزنی قطر کلوخه‌ها معنی‌دار شده است (جدول ۴). میانگین وزنی قطر کلوخه‌ها در تیمار یک بار ساقه‌خردکن سانتی متر ۱/۹۴۲ بوده که نسبت به دو تیمار دیگر ساقه‌خردکن مقدار بیش تری را نشان داده است. دوبار ساقه‌خردکن و بدون ساقه‌خردکن (دیسک) از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با هم ندارند. دوبار ساقه‌خردکن با میانگین ۱/۵۲۶ سانتی‌متر و بدون ساقه‌خردکن (دیسک) با میانگین ۱/۶۷۳ سانتی‌متر خاک را بیش تر خرد کردند و باعث کوچک تر شدن میانگین وزنی قطر کلوخه‌ها نسبت به تیمار یک بار ساقه‌خردکن شده‌اند. خاک‌ورز مرکب باعث کاهش میانگین وزنی قطر کلوخه‌های خاک شده است. علت این است که خاک‌ورز مرکب دستگاهی مرکب از چندین قسمت است. قسمت ساقه‌های جلوی دستگاه عملیات خاک‌ورزی و قسمت دیسک مانند و سیدی دستگاه عملیات خردکردن کلوخه‌ها را انجام می‌دهد به

1- Madeira et al.

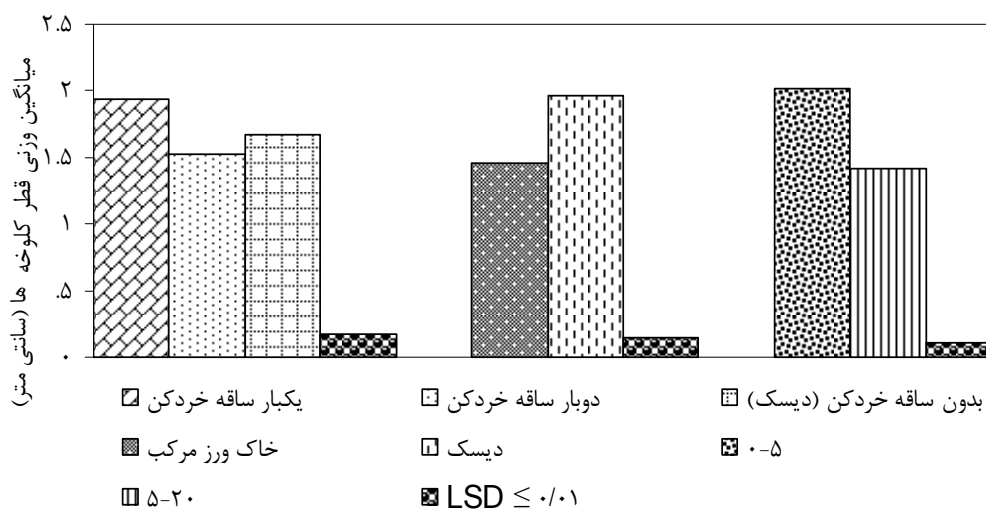
2- Beare et al.

میانگین وزنی قطر کلوخه‌ها مربوط به تیمار بدون ساقه‌خردکن (دیسک) به همراه خاک‌ورز مرکب (شکل ۴). این نتایج با یافته‌های پژوهشگران نیز مطابقت دارد (۲۰).

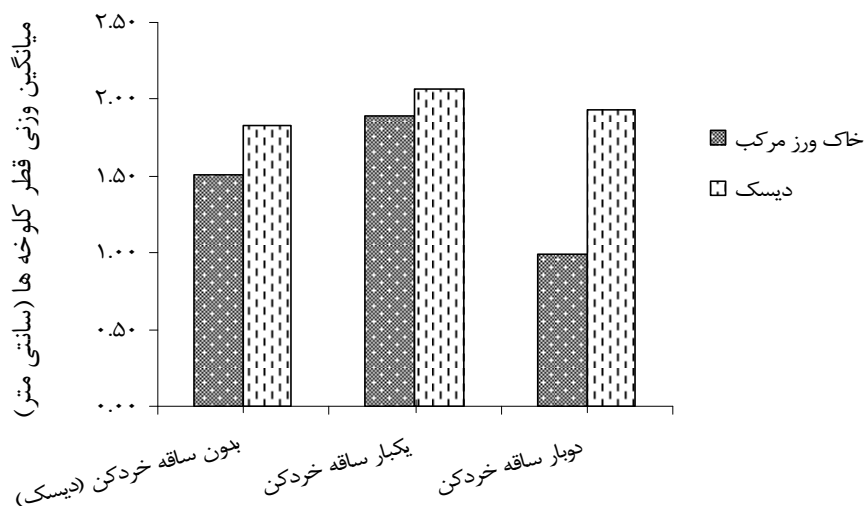
جدول ۴- تجزیه واریانس میانگین وزنی قطر کلوخه‌ها

میانگین وزنی قطر کلوخه‌ها (cm)		df	منابع تغییرات
MS	F		
۰/۱۱۵	۲/۹۶ <sup>ns</sup>	۲	تکرار
۰/۵۳۴	۱۳/۷۵ <sup>**</sup>	۲	ساقه‌خردکن
۲/۲۷	۵۸/۴۷ <sup>**</sup>	۱	خاک‌ورزی
۰/۷۸۱	۲۰/۱۳ <sup>**</sup>	۲	اثر متقابل ساقه‌خردکن در خاک‌ورزی
۰/۰۳۹	-	۱۰	اشتباه فاکتور اصلی
۳/۲۹	۱۳۴/۷ <sup>**</sup>	۱	عمق نمونه‌گیری
۲/۱۷	۸۸/۹۱ <sup>**</sup>	۲	اثر متقابل ساقه‌خردکن در عمق
۰/۳۶	۱۴/۷۵ <sup>**</sup>	۱	اثر متقابل خاک‌ورزی در عمق
۰/۱۶۱	۶/۶۱ <sup>*</sup>	۲	اثر متقابل ساقه‌خردکن در خاک‌ورزی در عمق
۰/۰۲۴	-	۱۲	اشتباه فاکتور فرعی
۹/۱۲			CV

ns، \*\*، \* به ترتیب تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۵، ۱٪ و عدم تفاوت معنی‌دار را نشان می‌دهند



شکل ۳- اثر ساقه‌خردکن، خاک‌ورزی و عمق بر میانگین وزنی قطر کلوخه‌ها



شکل ۴- اثر متقابل ساقه خردکن در خاک ورزی بر میانگین وزنی قطر کلوخه ها

نمونه گیری کم ترین مقدار میانگین وزنی قطر کلوخه ها مربوط به تیمار خاک ورز مرکب بوده است. در عمق ۰.۵ سانتی متر دیسک بیش ترین میانگین وزنی قطر کلوخه ها را با میانگین ۲/۱۸ سانتی متر به خود اختصاص داده است. و کم ترین مقدار میانگین وزنی مربوط به عمق ۵.۲۰ سانتی متر و تیمار خاک ورز مرکب با مقدار ۱/۰۶ سانتی متر بوده است، (شکل ۶).

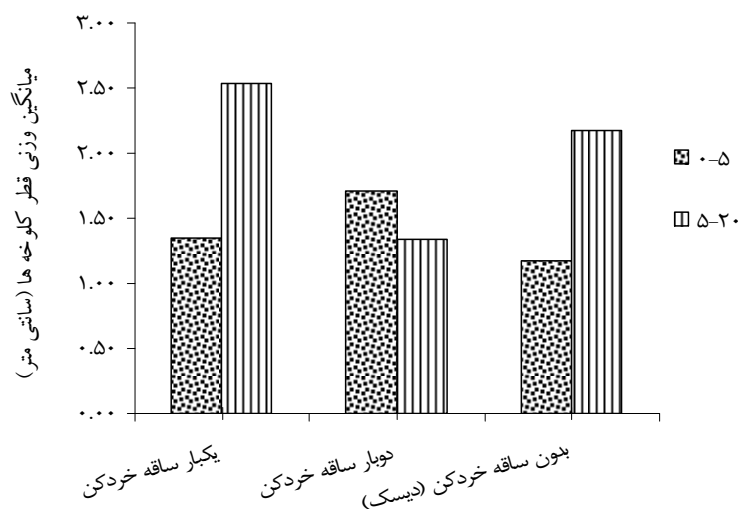
اندازه گیری شاخص مخروطی خاک در رطوبت ۱۷ تا ۱۸ درصد (شکل ۷) انجام گرفت و نتایج تجزیه واریانس اثر ساقه خردکن و خاک ورزی بر شاخص مخروطی خاک در جدول ۵ نشان می دهد که اثر اصلی ساقه خردکن و خاک ورزی بر شاخص مخروطی خاک قبل از کاشت معنی دار نشده است. نتایج به دست آمده با یافته های روزبه و پوسکانی (۱) و گریک و همکاران<sup>۱</sup> (۱۰) که روش های مختلف خاک ورزی گندم بر شاخص مخروطی خاک

اثر متقابل ساقه خردکن در عمق بر میانگین وزنی قطر کلوخه ها نشان می دهد (شکل ۵) که در عمق ۰.۵ سانتی متر تیمار دوبار ساقه خردکن با مقدار ۱/۳۴ متر نسبت به دو تیمار دیگر، کم ترین مقدار میانگین وزنی قطر کلوخه ها را به خود اختصاص داده است؛ در حالی که در همین عمق تیمار یک بار ساقه خردکن (سانتی متر ۲/۵۳) بیش ترین میانگین وزنی قطر کلوخه ها را نشان داد. در عمق ۵.۲۰ سانتی متر بیش ترین مقدار مربوط به تیمار دوبار ساقه خردکن (سانتی متر ۱/۵۷) و کم ترین مقدار مربوط به تیمار بدون ساقه خردکن (سانتی متر ۱/۱۷) است. اثر متقابل خاک ورزی در عمق نمونه گیری بر میانگین وزنی قطر کلوخه ها نشان می دهد که بالاترین مقدار میانگین وزنی قطر کلوخه ها در هر دو روش خاک ورزی با دیسک و یا خاک ورز مرکب مربوط به عمق ۰.۵ سانتی متر است. همان طور که گفته شد، از آنجا که خاک ورز مرکب دستگاه مرکبی است که خاک را نسبت به دیسک نرم تر می کند، در عمل نیز در هر دو عمق

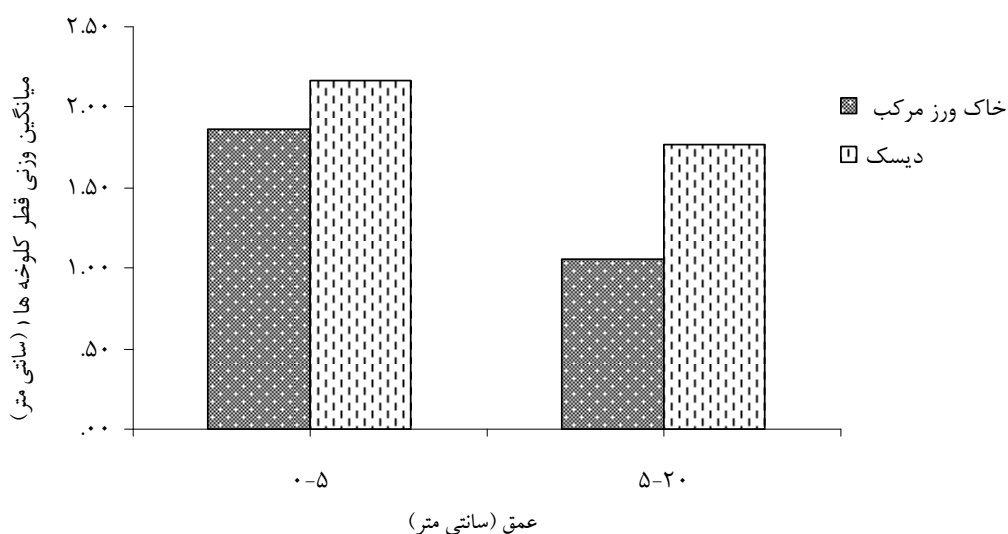


ساقه‌خردکن در عمق در سطح یک درصد معنی‌دار شده است که با یافته‌های دیگر محققان که روش‌های خاک‌ورزی را بر مقاومت به نفوذ خاک مورد بررسی قرار داده و تفاوت معنی‌داری مشاهده کردند، مطابقت دارد (۶ و ۸).

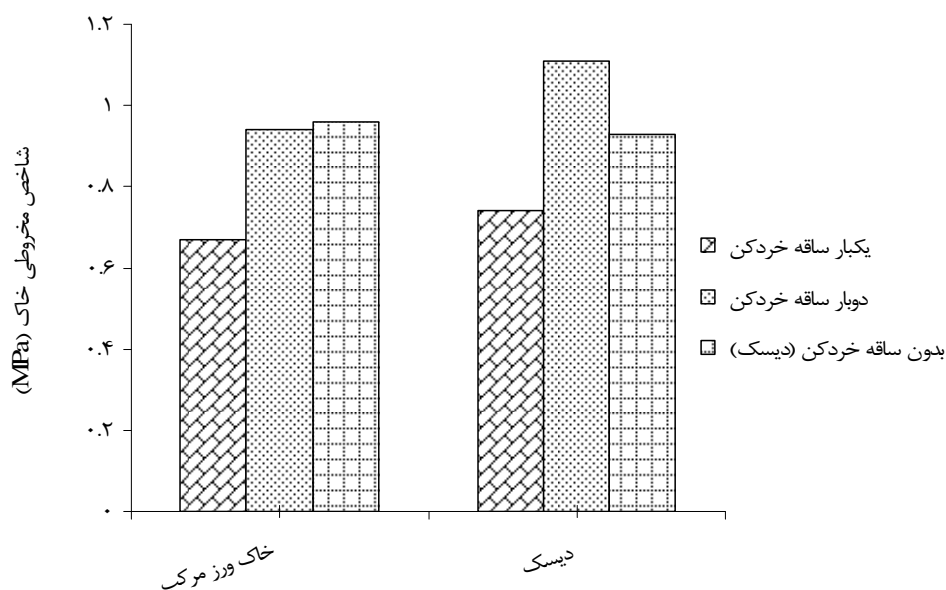
تا عمق ۳۰ سانتی‌متری را انجام دادند، مطابقت دارد. انجام عملیات خاک‌ورزی در عمق تقریباً یکسان و با ادوات خاک‌ورزی، که تا حدودی از نظر اثر گذاری بر خاک یکسان هستند، در تمامی تیمارها دلیلی بر معنی‌دار نبودن اثر فاکتورهای مورد بررسی بر شاخص مخروطی خاک می‌باشد. اثر متقابل ساقه‌خردکن در خاک‌ورزی، عمق نمونه‌گیری و



شکل ۵- اثر متقابل ساقه‌خردکن در عمق بر میانگین وزنی قطر کلوخه‌ها



شکل ۶- اثر متقابل خاک‌ورزی در عمق بر میانگین وزنی قطر کلوخه‌ها



شکل ۷- اثر متقابل ساقه خردکن در خاک ورزی بر شاخص مخروطی خاک (MPa)

جدول ۵- تجزیه واریانس شاخص مخروطی خاک قبل از کاشت

شاخص مخروطی خاک (MPa)		df	منابع تغییرات
MS	F		
۰/۰۲	۰/۳۹ <sup>NS</sup>	۲	تکرار
۰/۱۵	۳/۱۲ <sup>NS</sup>	۲	ساقه خردکن
۰/۱۲	۲/۴۷ <sup>NS</sup>	۱	خاک ورزی
۰/۶۴	۱۳/۲۵ <sup>**</sup>	۲	اثر متقابل ساقه خردکن در خاک ورزی
۰/۰۵	-	۱۰	اشتباه فاکتور اصلی
۷/۵۵	۷۸۴/۱ <sup>**</sup>	۶	عمق نمونه گیری
۰/۰۸	۷/۷۴ <sup>**</sup>	۱۲	اثر متقابل ساقه خردکن در عمق
۰/۰۳	۱/۷۱ <sup>NS</sup>	۶	اثر متقابل خاک ورزی در عمق
۰/۱۴	۱۴/۳۲ <sup>**</sup>	۱۲	اثر متقابل ساقه خردکن در خاک ورزی در عمق
۰/۰۱	-	۷۹	اشتباه فاکتور فرعی
۱۰/۲۳			CV

NS، \*\*، \* به ترتیب تفاوت معنی دار در سطح ۵٪، ۱٪ و عدم تفاوت معنی دار را نشان می دهند.

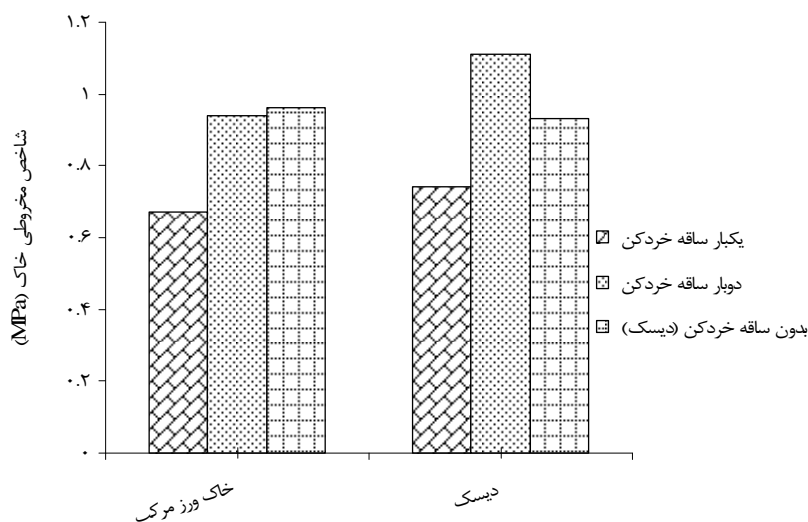
یک بار حرکت اضافه تراکتور باعث فشردگی بیش تر خاک و در نتیجه بالا رفتن شاخص مخروطی خاک شده است. نتایج فونتر و همکاران<sup>(۹)</sup> نیز دلیلی بر اثبات این امر است. دلیل دیگر آن را

شکل ۸ اثر متقابل ساقه خردکن در خاک ورزی را که در سطح ۱ درصد معنی دار شده است، نشان می دهد. مشاهده می شود که بیش ترین شاخص مخروطی (۱/۱۱ MPa) مربوط به تیمار دوبار ساقه خردکن همراه با دیسک است. به نظر می رسد

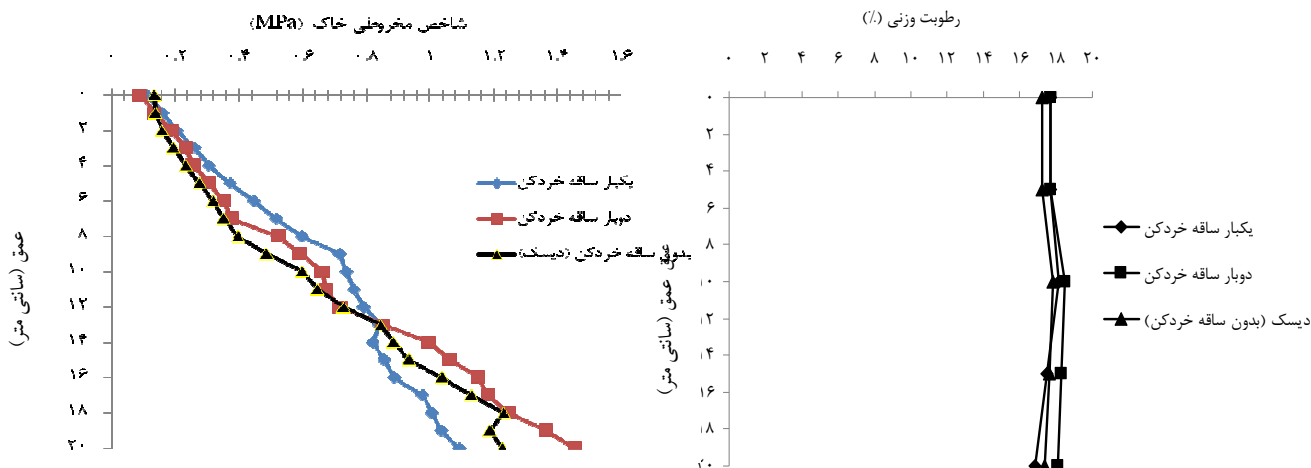
دوبار ساقه خردکن است (شکل ۱۰) که دلیل آن می‌تواند مربوط به یک بار حرکت اضافه تراکتور باشد (۱). در عمق ۱۰-۰ سانتی‌متر، سطوح مختلف ساقه خردکن تفاوت چندانی از نظر شاخص مخروطی با هم ندارند. علت این است که عملیات یک بار ساقه خردکن و یا دوبار ساقه خردکن، علاوه بر عمل خردکردن ساقه‌ها تا حدودی سطح خاک را نیز نرم کرده و باعث شده‌اند که شاخص مخروطی در سطح خاک با بدون ساقه خردکن (دیسک) تقریباً برابر شود. با افزایش عمق، استفاده از دیسک به دلیل این که عمق کار بیش تری نسبت به ساقه خردکن دارد، توانسته مقاومت به نفوذ خاک را کاهش دهد.

می‌توان به عمل بهتر خاک‌ورز مرکب در مقایسه با دیسک دانست. بعد از دوبار ساقه خردکن عملیات خاک‌ورزی با خاک‌ورز مرکب توانسته مقاومت به نفوذ خاک را در مقایسه با دیسک بیش تر کاهش دهد. همچنین به نظر می‌رسد هرچه میانگین وزنی قطر کلوخه‌ها بزرگتر باشد، به دلیل افزایش خلل و فرج خاک، شاخص مخروطی کاهش می‌یابد و بالعکس با کاهش میانگین وزنی قطر کلوخه‌ها شاخص مخروطی خاک افزایش می‌یابد (۱). کم ترین مقدار شاخص مخروطی ( $0.67 \text{ MPa}$ ) مربوط به تیمار یک بار ساقه خردکن همراه با خاک‌ورز مرکب است؛ و البته تفاوت زیادی با یک بار ساقه خردکن همراه با دیسک ندارد.

بیش ترین مقدار شاخص مخروطی خاک در محدوده عمق ۱۵-۲۰ سانتی‌متر مربوط به تیمار



شکل ۸- اثر متقابل ساقه خردکن در خاک‌ورزی بر شاخص مخروطی



شکل ۹- اثر متقابل ساقه خردکن در عمق بر درصد رطوبت وزنی خاک در زمان اندازه گیری شاخص مخروطی

شکل ۱۰- اثر متقابل ساقه خردکن در عمق بر شاخص مخروطی

### نتیجه گیری

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که در تمامی عمق‌ها بالاترین درصد رطوبت قبل از کاشت مربوط به تیمار بدون ساقه خردکن (دیسک) می باشد که مقدار بیش تری از بقایا را نسبت به تیمارهای دیگر بر سطح خاک باقی می گذارد. دیسک در عمق ۵- و ۱۰ سانتی متر دارای بیش ترین میانگین رطوبت (به ترتیب ۱۴/۴ و ۱۵/۱۸٪) و دارای اختلاف معنی دار با خاکورز مرکب در سطح ۵ درصد می باشد.

بیش ترین مقدار میانگین وزنی قطر کلوخه‌ها در عمق سانتی متر ۵-۰ (سانتی متر ۲/۵۳) مربوط به تیمار یک بار ساقه خردکن است. یک بار ساقه خردکن به همراه دیسک بیش ترین مقدار خاکورز مرکب کم ترین مقدار (سانتی متر ۰/۹۹) میانگین وزنی قطر کلوخه‌ها را به خود اختصاص داده است. کم ترین مقدار شاخص مخروطی خاک (۰/۶۷ MPa) مربوط به تیمار یک بار ساقه خردکن به همراه خاکورز مرکب بود.

### منابع

۱. روزبه، م. و پوسکانی، م. ع. ۱۳۸۲. تأثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر عملکرد گندم در تناوب با ذرت. مجله علوم کشاورزی، جلد ۳۴ شماره ۱، صص ۲۹-۳۸.
۲. نورمحمدی، د. و زارعیان، س. ۱۳۸۲. اثر روش‌های مختلف تهیه زمین و کاشت روی سبز شدن گندم آبی. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۳۴، شماره ۲، صص ۳۲۱-۳۳۲.

3. Abbaspour, Y., Khalilian, A., Alimardani, R., Keyhani, A.R., and Sadati, H. 2005. Energy saving with variable depth tillage. Conservation Tillage System Conference, South Carolina, pp: 85-91.
4. Bahrani, M.J., Raufat, M.H., and Ghadiri, H. 2007. Influence of wheat residue management on irrigated corn grain production in a reduced tillage system. Soil and Tillage Research, 94: 305-309.
5. Beare, M.H., Hendrix, P.F., and Coleman, D.C. 1994. Water stable aggregates and organic matter fractions in conventional and no-tillage soils. Soil Science Society American Journal, 58: 777-786.
6. Cassel, D.K., Brown, H.D., and Nelson, L.A. 1978. An evaluation of mechanical impedance for three tillage treatments on Norfolk sandy loam. Soil Science Society American Journal, 42: 116-120.
7. Christain, D.G., and Bacon, E.T.G. 1991. The effects of straw disposal and depth of cultivation on the growth, nutrient uptake and yield of winter wheat on clay and a silt soil. Soil Use and Management, 7 (4): 217-222.
8. Deanna, M. and Halfmann, B. S. 2005. Management system effect on water infiltration and soil physical properties. A thesis in soil science. pp: 132.
9. Fuentes, J.P., Flury, M., and Bezdicek, D.F. 2004. Hydraulic properties in a silt loam soil under natural prairie, conventional till, and no-till. Soil Science Society American Journal, 68:1679-1688.
10. Gerik, T.J., Morrison, J.E., and Chinchester, F.W. 1987. Effects of controlled-traffic on soil physical properties and crop rooting. Agronomy Journal, 79: 434-438.
11. Herridge, D.F., and Holland, J.F. 1992. Production of summer crops in Northern New South Wales: Effects of tillage and double cropping on growth, grain and N yields of six crops. Australian Journal of Agricultural Research, 43: 105-122.
12. Husnjak, S. Filipovic, D., and Kosutic, S. 2002. Influence of different tillage systems on soil physical properties and crop yield. Rostlinna vyroba, 48 (6): 246-254.
13. Ito, M., Matsumoto, T., and Quinones, M.A. 2007. Conservation tillage practice in sub-Saharan Africa: The experience of Sasakawa Global 2000. Crop Protection, 26: 417-423.
14. Madeira, M.V.A., Meio, M.G., Alexander, C.A., and Steen, E. 1998. Effects of deep ploughing and superficial disc harrowing on physical and chemical soil properties and biomass in a new plantation Eucalyptus globules. Soil and Tillage Research, 14: 163-175.
15. Mamman, E., and Ohu, J.O. 1998. The effect of tractor traffic on air permeability and millet production in a sandy loam soil in Nigeria. Ife Journal Technology, 8 (1): 1-7.
16. Mannering, J.V., Meyer, L.D., and Johnson, C.B. 1966. Infiltration and erosion as affected by minimum tillage for corn. Soil Science. Society American, 30: 101-105.

17. Nyagumbo, I. 1999. Conservation tillage for sustainable crop production systems: Experiences from on-station and on-farm research in Zimbabwe. *Soil and Water Conservation*, 9: 108-115.
18. Osunbitan, J.A., Oyedele, D.J., and Adekalu, K.O. 2005. Tillage effects on bulk density, hydraulic conductivity and strength of a loamy sand soil in southwestern Nigeria. *Soil and Tillage Research*, 82: 57-64.
19. Raoufat, M.H., and Mahmudieh, R.A. 2005. Stand establishment responses of maize to seedbed residue, seed drill coulters and primary tillage systems. *Biosystems Engineering*, 90 (3): 261-269.
20. Sing, C.P., and Panesar, B.S. 1991. Optimum combination of tillage tools for seedbed preparation of Wheat after paddy harvest. *AMA*, 22(2): 18-22.
21. Steiner, K.G., Derpsch, R., and Koler, K.H. 1998. Sustainable management of soil resources through zero tillage. *Agriculture Rural Development*, 1: 64-66.
22. Ulger, P., Arin, S., and Kayisoglu, B. 1993. Effect of different tillage methods on sunflower and some soil properties and energy consumption of these tillage methods. *AMA*, 24 (3): 59-62