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

فاطمه عباسی [*۱]، محمدامین آسودار [۲] و مهدی سعادت‌فرد [۲]

۱ - * **نویسنده مسؤول:** کارشناس ارشد مکانیزاسیون کشاورزی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین، ملاثانی، خوزستان
(f_abbasi2009@yahoo.com)

۲- بترتیب دانشیار و مربی گروه ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین، ملاثانی، خوزستان

تاریخ دریافت: ۸۸/۴/۲۴ تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۲/۱۸

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 ۱۳۸٦ 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 ۵-۰ و ۱۰-۵ سانتی‌متر با میانگین ۱٤/٤ 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. کم ترین مقدار شاخص مخروطی خاک (۰/٦۷ 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

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 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 کند کردن روند تخریب زمین‌ها و افزایش پایداری در کشاورزی گردد (۲۱). در

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[1] (۷) گزارش دادند مخلوط کردن بقایای ذرت به وسیله شخم، وزن مخصوص ظاهری و خلل و فرج خاک را در عمق‌های ۲۰ـ۰ و ۳۰ـ۲۰ سانتی‌متر کاهش می‌دهد. اسانبیتان و همکاران[2] (۱۸) گزارش کردند که روش‌های مختلف خاک‌ورزی تأثیر معنی‌داری بر وزن مخصوص ظاهری و شاخص مخروطی خاک دارد. مامان و اُهو[3] (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[4] (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 سوزاندن، به طوری که ضمن حفظ منافع تولیدکننده افزایش کیفیت خاک و محیط را بدنبال 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 سبدی) و دیسک (تاندوم) 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 و ۲۰ – ۱۰ سانتی‌متر نمونه‌گیری انجام گرفت. اندازه‌گیری شاخص مخروطی در ۵ نقطه از هر کرت و هر نقطه از ۳۰ـ۰ سانتی‌متر بعد از انجام عملیات خاک‌ورزی انجام گرفت. اندازه‌گیری رطوبت خاک (درصد وزنی) با استفاده از آگر در عمق‌های ۵ـ۰، ۱۰ـ۵ و ۲۰ـ۱۰ 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 ۱۰۱/۶، 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 به طور تصادفی از عمق‌های ۵ـ۰ و ۲۰ـ۵ سانتی‌متر نمونه خاک

1- Christain & Bacon
2- Osunbitan *et al.*
3- Mamman & Ohu
4- Mannering *et al.*

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

(فرمول ۱)

$$MWD = \sum_{i=1}^{n} \frac{Wi}{W} \times Di$$

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)

Di= قطر متوسط شبکه الک مورد نظر (سانتی متر)

جدول ۱ مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش را نشان می دهد. 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 ۲۰ـ۱۰ سانتی‌متر در سطح ۱ درصد و در عمق ۱۰ـ۵ 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 ۵ـ۰ و ۱۰ـ۵ سانتی‌متر در سطح ۵ درصد 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. هاسنجک و همکاران[1] (۱۲) نیز تفاوت رطوبت وزنی خاک را در تمامی تیمارها در لایه‌های سطحی خاک از نظر آماری معنی‌دار گزارش کردند.

در عمق ۱۰ ـ 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 $P\leq ۰/۰۵$ می‌باشند. در عمق ۲۰ـ۱۰ 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).

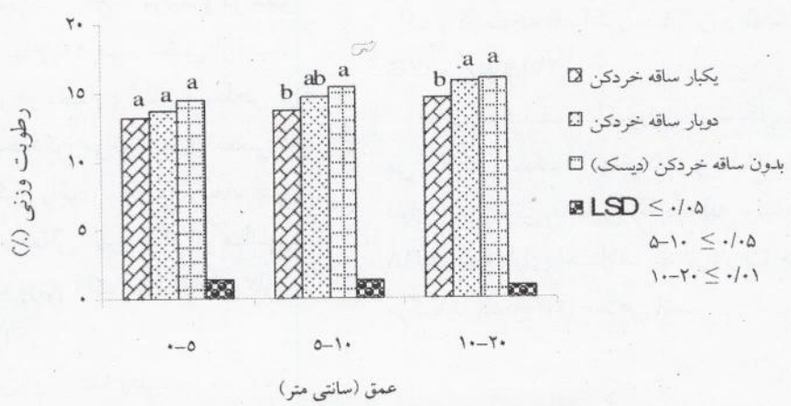
سطوح مختلف خاک‌ورزی در شکل ۲ نشان می‌دهد که دیسک در عمق ۵ـ۰ و ۱۰ـ۵ سانتی‌متر دارای بیش ترین میانگین رطوبت (به ترتیب ۱۴/۴ و ۱۵/۱۸٪) و دارای اختلاف معنی‌دار با خاک‌ورز مرکب در سطح ۵ درصد می‌باشد.

1- Husnjak *et al.*

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 ۲۰ـ۰ سانتی‌متر بوده است عمق نمونه‌گیری نیز نتوانسته اثر معنی‌داری بر وزن مخصوص ظاهری خاک داشته باشد. این نتایج با یافته‌های محققانی که گزارش کردند که در خاک‌های لومی‌ـرسی، مقدار وزن مخصوص ظاهری در دو سیستم خاک‌ورزی مرسوم و خاک‌ورزی حفاظتی تفاوت زیادی با یکدیگر نداشته‌اند، مطابقت دارد (۱ و ۸).

جدول ۱ـ 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 ۲ـ تجزیه واریانس میانگین رطوبت وزنی خاک قبل از کاشت

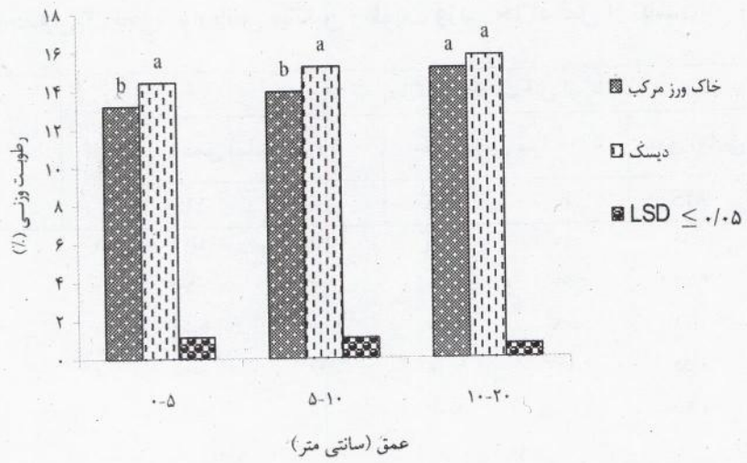
منابع تغییرات	df	میانگین رطوبت قبل از کاشت					
		عمق (سانتی متر) ۰-۵		عمق (سانتی متر) ۵-۱۰		عمق (سانتی متر) ۱۰-۲۰	
		MS	F	MS	F	MS	F
تکرار	۲	۱/۱۲	۰/۹۳^{ns}	۰/۵۵	۰/۵۱^{ns}	۰/۱۹	۰/۴۳^{ns}
ساقه‌خردکن	۲	۲/۷۶	۲/۳^{ns}	۳/۹۴	۳/۶۷*	۳/۵۴	۷/۹۴**
خاک‌ورزی	۱	۶/۶۲	۵/۵۲*	۶/۸۶	۶/۳۹*	۱/۶۱	۳/۶^{ns}
اثر متقابل	۲	۰/۲۶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

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

جدول۳ـ تجزیه واریانس وزن مخصوص ظاهری خاک

منابع تغییرات	df	وزن مخصوص ظاهری (میلی گرم بر متر مکعب)	
		F	MS
تکرار	۲	۰/۰۳^{ns}	۰/۰۰۰۵
ساقه‌خردکن	۲	۰/۸۹^{ns}	۰/۰۱۶
خاک‌ورزی	۱	۰/۸۸^{ns}	۰/۰۱۶
اثر متقابل ساقه‌خردکن در خاک‌ورزی	۲	۰/۸۲^{ns}	۰/۰۱۵
اشتباه فاکتور اصلی	۱۰	–	۰/۰۱۸
عمق نمونه گیری	۲	۰/۲۰^{ns}	۰/۰۰۲
اثر متقابل ساقه‌خردکن در عمق	۴	۲/۵۰^{ns}	۰/۰۲۷
اثر متقابل خاک‌ورزی در عمق	۲	۱/۸۲^{ns}	۰/۰۲۰
اثر متقابل ساقه‌خردکن در خاک‌ورزی در عمق	۴	۱/۰۰^{ns}	۰/۰۱۱
اشتباه فاکتور فرعی	۲۴	–	۰/۰۱۱
CV		۸/۷۹۲	

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



شکل ۲ـ تأثیر خاک‌ورزی بر درصد رطوبت وزنی قبل از کاشت

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 سبدی دستگاه عملیات خردکردن کلوخه‌ها را انجام می‌دهد به 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 ۵ـ۰ با میانگین سانتی متر ۲/۰۱۶ نسبت به عمق سانتی متر ۲۰-۵ مقدار بالاتری از میانگین وزنی قطر کلوخه‌ها را به خود اختصاص داده است (شکل ۳). علت این است که در حین عملیات خاک‌ورزی 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[1] (۱۴) و بیر و همکاران[2] (۵) هم‌خوانی دارد. یک بار ساقه‌خردکن به همراه دیسک بیش ترین مقدار (سانتی متر ۲/۰۷) و دوبار ساقه‌خردکن به همراه خاک‌ورز مرکب کم ترین مقدار (سانتی متر ۰/۹۹) میانگین وزنی قطر کلوخه‌ها را به خود اختصاص داده است. بعد از آن کم ترین مقدار

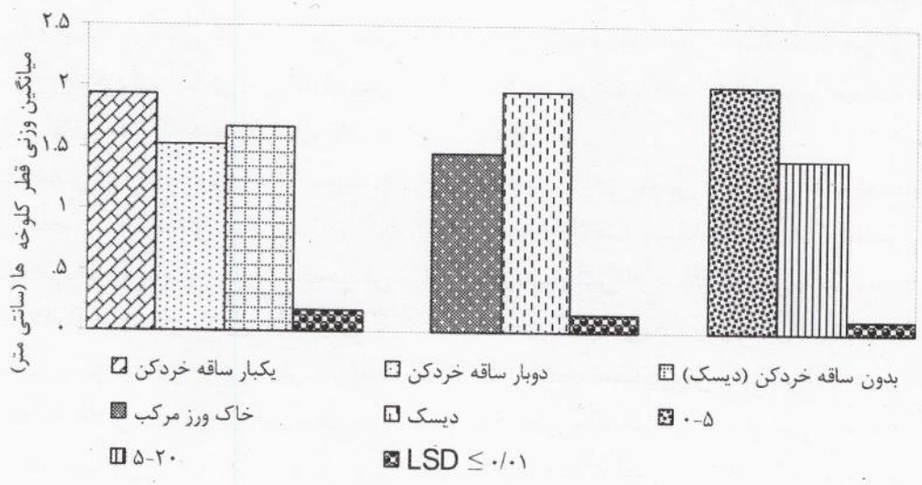
1- Madeira *et al.*
2- Beare *et al.*

میانگین وزنی قطر کلوخه‌ها مربوط به تیمار بدون ساقه‌خردکن (دیسک) به همراه خاک‌ورز مرکب (۱/۵۱cm) است (شکل ۴). این نتایج با یافته‌های پژوهشگران نیز مطابقت دارد (۲۰).

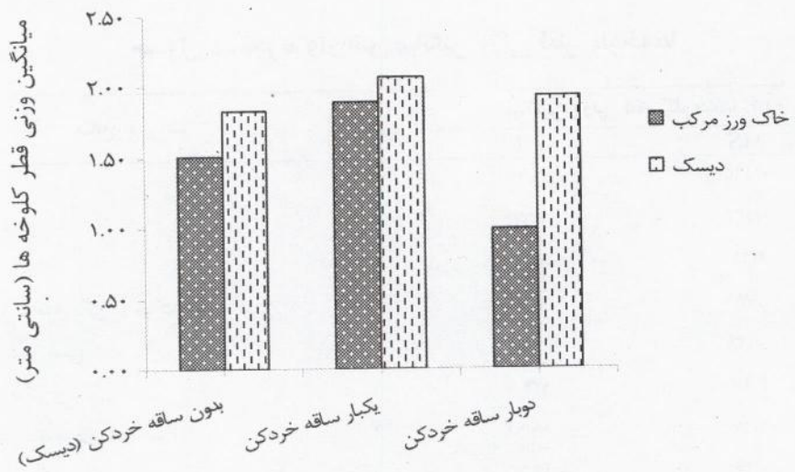
جدول ٤ـ تجزیه واریانس میانگین وزنی قطر کلوخه‌ها

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

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



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



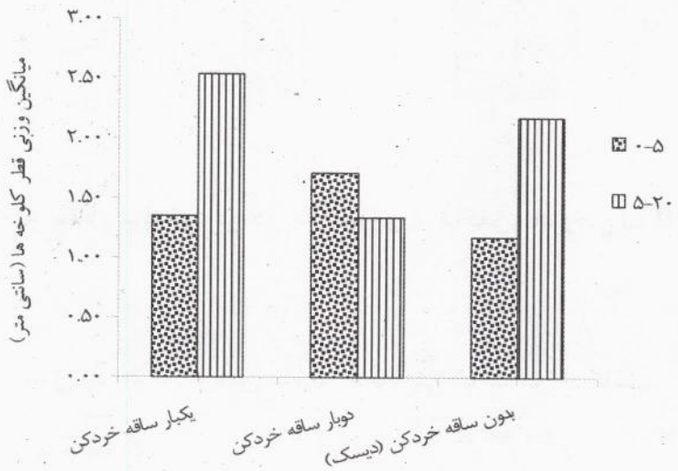
شکل ٤ـ اثر متقابل ساقه‌خردکن در خاک‌ورزی بر میانگین وزنی قطر کلوخه‌ها

اثر متقابل ساقه‌خردکن در عمق بر میانگین وزنی قطر کلوخه‌ها نشان می‌دهد (شکل ۵) که در عمق ۵ـ۰ سانتی‌متر تیمار دوبار ساقه‌خردکن با مقدار سانتی متر ۱/۳۴ نسبت به دو تیمار دیگر، کم ترین مقدار میانگین وزنی قطر کلوخه‌ها را به خود اختصاص داده است؛ در حالی که در همین عمق تیمار یک بار ساقه‌خردکن (سانتی متر ۲/۵۳) بیش ترین میانگین وزنی قطر کلوخه‌ها را نشان داد. در عمق ۲۰ـ۵ سانتی‌متر بیش ترین مقدار مربوط به تیمار دوبار ساقه‌خردکن (سانتی متر ۱/۵۷) و کم ترین مقدار مربوط به تیمار بدون ساقه‌خردکن (سانتی متر ۱/۱۷) است. اثر متقابل خاک‌ورزی در عمق نمونه‌گیری بر میانگین وزنی قطر کلوخه‌ها نشان می‌دهد که بالاترین مقدار میانگین وزنی قطر کلوخه‌ها در هر دو روش خاک‌ورزی با دیسک و یا خاک‌ورز مرکب مربوط به عمق ۵ـ۰ سانتی‌متر است. همان طور که گفته شد، از آنجا که خاک‌ورز مرکب دستگاه مرکبی است که خاک را نسبت به دیسک نرم‌تر می‌کند، در عمل نیز در هر دو عمق نمونه‌گیری کم ترین مقدار میانگین وزنی قطر کلوخه‌ها مربوط به تیمار خاک‌ورز مرکب بوده است. در عمق ۵ـ۰ سانتی‌متر دیسک بیش ترین میانگین وزنی قطر کلوخه‌ها را با میانگین ۲/۱۸ سانتی‌متر به خود اختصاص داده است. و کم ترین مقدار میانگین وزنی مربوط به عمق ۲۰ـ۵ سانتی‌متر و تیمار خاک‌ورز مرکب با مقدار ۱/۰۶ سانتی‌متر بوده است، (شکل ۶).

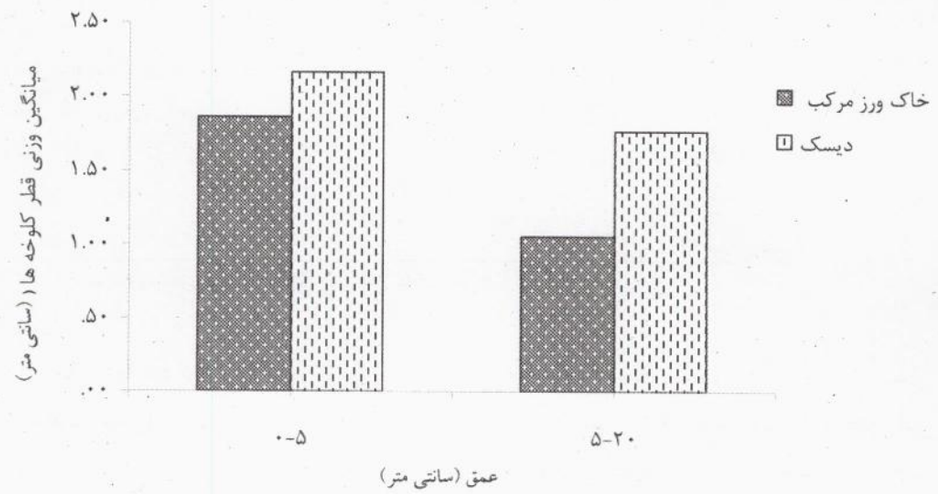
اندازه‌گیری شاخص مخروطی خاک در رطوبت ۱۷ تا ۱۸ درصد (شکل ۷) انجام گرفت و نتایج تجزیه واریانس اثر ساقه‌خردکن و خاک‌ورزی بر شاخص مخروطی خاک در جدول ۵ نشان می‌دهد که اثر اصلی ساقه‌خردکن و خاک‌ورزی بر شاخص مخروطی خاک قبل از کاشت معنی‌دار نشده است. نتایج به دست آمده با یافته‌های روزبه و پوسکانی (۱) و گریک و همکاران[1] (۱۰) که روش‌های مختلف خاک‌ورزی گندم بر شاخص مخروطی خاک

1- Grik *et al.*

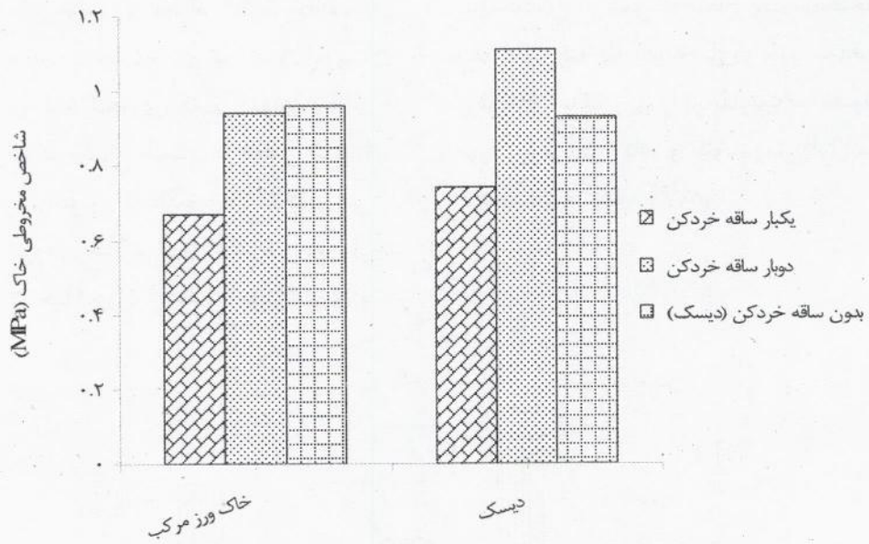
تا عمق ۳۰ سانتی‌متری را انجام دادند، مطابقت دارد. انجام عملیات خاک‌ورزی در عمق تقریباً یکسان و با ادوات خاک‌ورزی، که تا حدودی از نظر اثر گذاری بر خاک یکسان هستند، در تمامی تیمارها دلیلی بر معنی‌دار نبودن اثر فاکتورهای مورد بررسی بر شاخص مخروطی خاک می‌باشد. اثر متقابل ساقه‌خردکن در خاک‌ورزی، عمق نمونه‌گیری و 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 و۸).



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



شکل ٦ـ اثر متقابل خاک‌ورزی در عمق بر میانگین وزنی قطر کلوخه‌ها



شکل ۷- اثر متقابل ساقه‌خردکن در خاک‌ورزی بر شاخص مخروطی (MPa)

جدول ۵ـ تجزیه واریانس شاخص مخروطی خاک قبل از کاشت

منابع تغییرات	df	شاخص مخروطی خاک (MPa)	
		F	MS
تکرار	۲	۰/۳۹^{ns}	۰/۰۲
ساقه‌خردکن	۲	۳/۱۲^{ns}	۰/۱۵
خاک‌ورزی	۱	۲/۴۷^{ns}	۰/۱۲
اثر متقابل ساقه‌خردکن در خاک‌ورزی	۲	۱۳/۲۵**	۰/۶۴
اشتباه فاکتور اصلی	۱۰	-	۰/۰۵
عمق نمونه‌گیری	۶	۷۸۴/۱**	۷/۵۵
اثر متقابل ساقه‌خردکن در عمق	۱۲	۷/۷۴**	۰/۰۸
اثر متقابل خاک‌ورزی در عمق	۶	۱/۷۱^{ns}	۰/۰۳
اثر متقابل ساقه‌خردکن در خاک‌ورزی در عمق	۱۲	۱۴/۳۲**	۰/۱۴
اشتباه فاکتور فرعی	۷۹	-	۰/۰۱
CV		۱۰/۲۳	

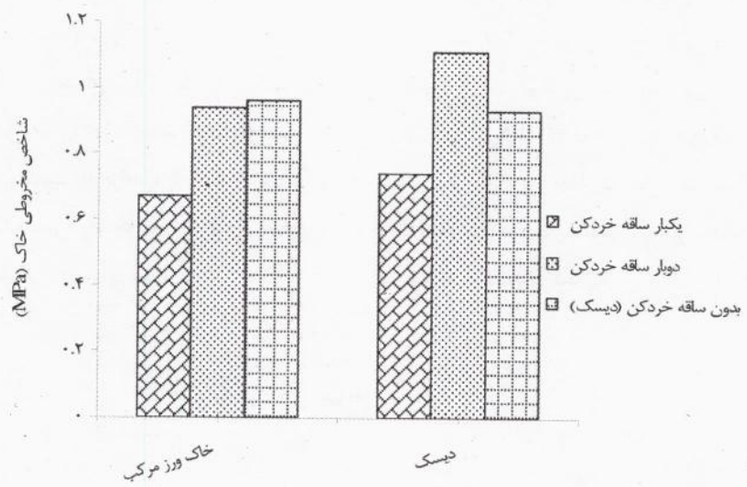
*، **، ns به ترتیب تفاوت معنی‌دار در سطح ۵٪، ۱٪ و عدم تفاوت معنی‌دار را نشان می‌دهند.

شکل ۸ اثر متقابل ساقه‌خردکن در خاک‌ورزی را که در سطح ۱ درصد معنی‌دار شده است، نشان می‌دهد. مشاهده می‌شود که بیش ترین شاخص مخروطی (۱/۱۱ MPa) مربوط به تیمار دوبار ساقه‌خردکن همراه با دیسک است. به نظر می‌رسد یک بار حرکت اضافه تراکتور باعث فشردگی بیش تر خاک و در نتیجه بالا رفتن شاخص مخروطی خاک شده است. نتایج فونتز و همکاران[1] (۹) نیز دلیلی بر اثبات این امر است. دلیل دیگر آن را

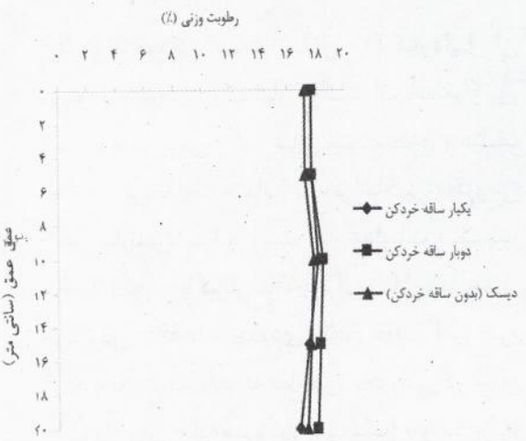
1- Fuentez *et al.*

می‌توان به عمل بهتر خاک‌ورز مرکب در مقایسه با دیسک دانست. بعد از دوبار ساقه‌خردکن 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 (۰/۶۷ MPa) مربوط به تیمار یک بار ساقه‌خردکن همراه با خاک‌ورز مرکب است؛ و البته تفاوت زیادی با یک بار ساقه‌خردکن همراه با دیسک ندارد.

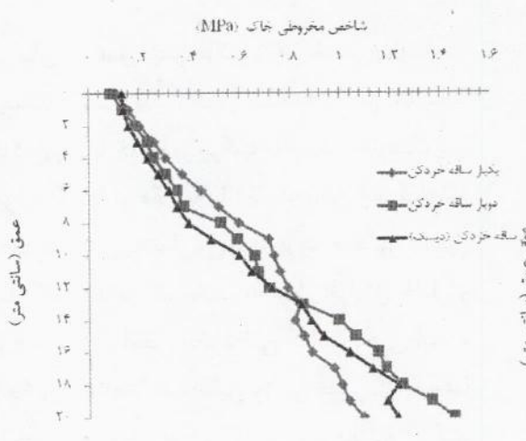
بیش ترین مقدار شاخص مخروطی خاک در محدوده عمق ۲۰ـ۱۵ سانتی‌متر مربوط به تیمار دوبار ساقه‌خردکن است (شکل ۱۰) که دلیل آن می‌تواند مربوط به یک بار حرکت اضافه تراکتور باشد (۱). در عمق ۱۰ـ۰ سانتی‌متر، سطوح مختلف ساقه‌خردکن تفاوت چندانی از نظر شاخص مخروطی با هم ندارند. علت این است که عملیات یک بار ساقه‌خردکن و یا دوبار ساقه‌خردکن، علاوه بر عمل خردکردن ساقه‌ها تا حدودی سطح خاک را نیز نرم کرده و باعث شده‌اند که شاخص مخروطی در سطح خاک با بدون ساقه‌خردکن (دیسک) تقریباً برابر شود. با افزایش عمق، استفاده از دیسک به دلیل این که عمق کار بیش تری نسبت به ساقه‌خردکن دارد، توانسته مقاومت به نفوذ خاک را کاهش دهد.



شکل ۸ـ اثر متقابل ساقه‌خردکن در خاک‌ورزی بر شاخص مخروطی



شکل ۹ـ اثر متقابل ساقه‌خردکن در عمق بر درصد رطوبت وزنی خاک در زمان اندازه‌گیری شاخص مخروطی



شکل ۱۰ـ اثر متقابل ساقه‌خردکن در عمق بر شاخص مخروطی

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که در تمامی عمق‌ها بالاترین درصد رطوبت قبل از کاشت مربوط به تیمار بدون ساقه‌خردکن (دیسک) می باشد که مقدار بیش تری از بقایا را نسبت به تیمارهای دیگر بر سطح خاک باقی می‌گذارد. دیسک در عمق ۵ـ۰ و ۱۰ـ۵ 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.

بیش ترین مقدار میانگین وزنی قطر کلوخه‌ها در عمق سانتی متر ۵-۰ (سانتی متر ۲/۵۳) مربوط به تیمار یک بار ساقه‌خردکن است. یک بار ساقه‌خردکن به همراه دیسک بیش ترین مقدار (سانتی متر ۲/۰۷) و دوبار ساقه‌خردکن به همراه 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 ساقه‌خردکن 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 ۳۲۱ـ۳۳۲.

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 Mahmodieh, 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