نشریه ماشین‌های کشاورزی
جلد ۲، شماره ۱، نیمسال اول ۱۳۹۱، ص ۱۸-۱۱

Journal of Agricultural Machinery Engineering
Vol. 2, No. 1, Spring - Summer 2012, p. 11-18

بررسی و تعیین میزان توان، سوخت مورد نیاز و برخی خواص فیزیکی خاک در چند روش خاک‌ورزی

محمد یونسی الموتی[1*] - احمد شریفی[2]

تاریخ دریافت: ۹۰/۵/۳
تاریخ پذیرش: ۹۰/۹/۲۶

چکیده

با استفاده از برنامه عملیات زراعی می‌توان به میزان قابل‌توجهی در مصرف سوخت و انرژی صرفه‌جویی نمود. پیش‌بینی میزان دقیق سوخت مورد نیاز برای عملیات خاک‌ورزی مشکل می‌باشد. تغییرات میزان رطوبت، نوع خاک و عمق شخم مستقیما بر میزان سوخت مصرفی اثر می‌گذارد. جرم مخصوص ظاهری خاک‌های کشاورزی به نحوه خاک‌ورزی، مقدار مواد آلی، عمق شخم و ماشین‌های مورد استفاده بستگی دارد. لذا در این تحقیق، اثرات چهار نوع وسیله خاک‌ورزی شامل گاوآهن برگردان‌دار، دیسک سنگین، گاو آهن قلمی و خاک‌ورز مرکب (کم خاک‌ورزی)، بر میزان توان و سوخت مورد نیاز و برخی از خواص فیزیکی خاک از جمله جرم مخصوص ظاهری، سرعت نفوذ نهایی آب در خاک و کربن آلی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج تحقیق نشان داد که شخم با خاک‌ورز مرکب نسبت به گاوآهن برگردان دار، سبب افزایش مقدار مواد آلی موجود در خاک، کاهش مصرف سوخت و کاهش توان مورد نیاز برای انجام شخم گردید. بیشترین مصرف سوخت به میزان $L.ha^{-1}$ ۵۸/۰۳، و کمترین میزان $L.ha^{-1}$ ۸/۶۴، به ترتیب مربوط به شخم با گاوآهن برگردان دار و دیسک سنگین بود. میانگین مقادیر کربن آلی خاک برای شخم با گاوآهن برگردان ۰/۳۱ درصد، در شخم با خاک‌ورز مرکب ۰/۶۴ درصد، شخم با دیسک سنگین ۰/۵۵ درصد و در شخم با گاوآهن قلمی ۰/۵ درصد بود. اختلاف در مقادیر میانگین کربن آلی در شخم با خاک‌ورز مرکب و دیسک سنگین، نسبت به گاوآهن برگردان معنی‌دار بود و هر دو در دو گروه مجزا قرار گرفتند.

واژه‌های کلیدی: توان، خواص فیزیکی خاک، کم خاک‌ورزی، مصرف سوخت، ماده آلی

مقدمه

در بسیاری از مناطق کشور، شخم با گاوآهن برگردان‌دار منجر به ایجاد کلوخه‌های سخت و بزرگ بسیاری در خاک می‌شود. ایجاد کلوخه عمدتاً بدلیل انجام عملیات شخم در رطوبت نامناسب و شرایط اقلیمی پس از آن می‌باشد که این عمل استفاده چند باره از دیسک را اجتناب ناپذیر می‌نماید. این امر علاوه بر افزایش هزینه‌های آماده‌سازی بستر، باعث پوک کردن خاک و بروز عوارضی مانند سله بستن و فرسایش خاک می‌گردد. جرم مخصوص ظاهری خاک یکی از مهم‌ترین این خواص است که تحت تأثیر سیستم خاک‌ورزی است (Voorhees and Linstrom, 1984). جرم مخصوص ظاهری[3] خاک‌های شخم خورده غالباً کمتر از خاک‌های شخم نخورده یا کمتر شخم خورده است (Carter and Colwick, 1971). البته در این رابطه نباید نوع و نحوهٔ وسایل بکار رفته در خاک‌ورزی را از نظر دور داشت. زیرا تردد ماشین‌ها و ادوات سنگین موجب ایجاد یک لایهٔ سخت در زیر قسمت شخم خورده شده و با فشرده ساختن آن موجب افزایش جرم مخصوص ظاهری خاک می‌گردد. نتیجهٔ این عمل کاهش نفوذ پذیری خاک، کم شدن توسعهٔ ریشه‌های گیاه و کاهش عملکرد محصول می‌باشد (Lindstrom and Onstad, 1984). اختلاف موجود در خواص فیزیکی خاک ناشی از روش‌های خاک‌ورزی، عموماً ناپایدار بوده و خلل و فرج ایجاد شده در اثر خاک‌ورزی پس از بارندگی یا آبیاری از بین می‌رود (Hamblin, 1985; Ahuja et al., 1998).

محققان زیادی در بررسی و مقایسه کشت بدون خاک‌ورزی و خاک‌ورزی با گاو آهن برگرداندار، جرم مخصوص ظاهری و مقاومت فروروی بیشتر و خلل و فرج کمتر خاک در روش بدون خاک‌ورزی را در طول رشد گیاه گزارش نموده‌اند (Hill, 1990; Cassel et al.,

۱ و ۲- استادیاران پژوهش، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی
(*- نویسنده مسئول: Email: mohamadyounesi@yahoo.com)

3- Bulk Density

Archive of SID
www.SID.ir

1995; Vyn and Raimbault, 1993; Logsdon et al., 1990). تخلخل، پایداری و ساختمان خاک، تحت تاثیر فشردگی خاک قرار می‌گیرد (Croissant et al., 1991; Mohajer and Voorhees, 1983; Asoodar, 2010). ارتباط دادن نفوذ ریشه با مقاومت فروروی خاک به دلیل قابلیت ریشه در پیدا کردن مسیرهایی از خاک با مقاومت فروروی کمتر، مشکل است (Soane and Pidgeon, 1975). مقاومت فروروی یک معیار معمول برای سنجش مقاومت خاک است که افزایش آن، مانع رشد و توسعه ریشه گیاه می‌گردد (Singh et al., 1992; Taylor and Ratliff, 1969; Voorhees et al., 1975).

بررسی اثر الحاق یک دستگاه غلتک خاک نشان عمیق به گاوآهن برگردان‌دار به منظور اجرای توام خاک‌ورزی اولیه و ثانویه نشان داد که میانگین مقادیر مقاومت کششی، توان مالبندی و قطر متوسط جرمی کلوخه‌ها توسط گاوآهن مرکب به طور معنی‌داری کمتر از مقادیر مشابه در اجرای دو عملیات به طور جداگانه توسط گاوآهن برگردان‌دار و دیسک تاندوم بود (Loghavi and Hosseinpoor, 2002). مخلوط کردن بقایای ذرت با خاک به وسیله شخم با گاوآهن بشقابی و برگردان‌دار جرم مخصوص ظاهری را کاهش و خلل و فرج خاک را در عمق‌های ۲۰-۰ و ۳۰-۲۰ سانتی متر افزایش می‌دهد. همچنین استفاده از یک ماشین خرد کن دوار همراه با گاوآهن برگرداندار، اثر مثبت بر خلل و فرج ریز خاک دارد و سبب کاهش جرم مخصوص آن می‌گردد (Alvarenga et al., 1987).

مخلوط کردن بقایا با خاک در تناوب ذرت و گندم، بعد از ۷ سال موجب افزایش عملکرد محصول و همچنین کربن آلی خاک گردید (Sidhu and Sur, 1993). مخلوط کردن بقایای خرد شده گندم به مقدار ۴ تن در هکتار، بعد از ۴ سال در تناوب ذرت- گندم، pH و جرم مخصوص خاک را کاهش و ازت کل، کربن آلی و ظرفیت نگهداری آب را افزایش داد. همچنین مخلوط کردن بقایای گندم با خاک عملکرد دانه و ساقه ذرت را به طور معنی‌داری افزایش داد (Sidhu and Beri, 1989). گاو آهن قلمی بدلیل سرعت پیشروی و عرض کار زیادتر نسبت به گاو آهن برگرداندار جهت عملیات تهیه زمین به زمان کمتری نیاز دارد. همچنین گاوآهن قلمی به دلیل زمان مصرفی کمتر در واحد سطح و مصرف توان مالبندی نسبتاً پایین تر انرژی کمتری را نسبت به گاو آهن برگردان‌دار بکار می‌گیرد و دارای سوخت مصرفی کمتری است (Roozbeh et al., 2002). با اعمال مدیریت خاک‌ورزی دقیق یا خاک‌ورزی در عمق متغیّر، میزان سوخت مصرفی به میزان ۵۰ درصد کاهش می‌یابد (Fulton et al., 1996). خاک ورزی با گاو آهن قلمی در مقایسه با روش مرسوم، در حدود ۴۰ درصد میزان انرژی سوخت و زمان عملیات قبل از کاشت را کاهش می‌دهد (Bonari et al., 1995). در مقایسه با روش مرسوم در شرایط کم خاک‌ورزی، با وجود عدم تفاوت در میزان محصول، زمان انجام کار، مصرف سوخت، انرژی و هزینه مورد نیاز در حدو ۵۵ درصد کاهش می‌یابد (Michel et al.,1985).

نتایج بررسی تاثیر مدیریت بقایای گیاهی و عمق شخم بر عملکرد گندم آبی و حاصل‌خیزی خاک نشان داد که بعد از گذشت یکسال و نیم کربن آلی خاک در کرت‌هایی که بقایای ذرت به خاک برگردانده شده بود ۷/۲ درصد افزایش یافت (Heidari, 2004). بررسی نتایج تاثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی برای کاشت گندم در تناوب با سیب زمینی، نشان داد که برای تهیه بستر بذر، استفاده از دیسک و تسطیح کننده[1] جهت کاشت گندم پس از سیب زمینی مناسب است (Bakhtiyari, 2007). برای کشت کندم آبی می‌توان از خاک ورزی سطحی استفاده نمود (Khosravani et al., 2004).

کاهش عملیات تهیه بستر بذر سبب باقی ماندن بقایای گیاهی بیشتر در سطح خاک می‌گردد. مقدار و نوع بقایای گیاهی تاثیر قابل ملاحظه‌ای بر ساختمان و خصوصیات فیزیکی خاک دارد. خرد و مخلوط کردن بقایا با خاک در حاصلخیزی، افزایش ماده آلی و بهبود ساختمان خاک موثر می‌باشد. لذا چنانچه بتوان در انجام عملیات خاک‌ورزی روش‌هایی را جایگزین کرد به طوری که هم بستر بذر مناسب تهیه و هم وضعیت فیزیکی مناسبی در خاک برقرار کند، علاوه بر ایجاد شرایط کشاورزی پایدار از طریق جلوگیری از فرسایش خاک و حفظ محیط زیست با صرفه‌جویی در مصرف وقت و انرژی و حفظ خواص فیزیکی و افزایش مواد آلی خاک، کمک مؤثری به افزایش درآمد کشاورزان خواهد نمود. لذا به منظور بررسی اثرات روش کم خاک‌ورزی بر میزان توان و سوخت مصرفی و برخی از خواص فیزیکی خاک، تحقیق حاضر تدوین و در منطقه کرج اجرا شد.

مواد و روش ها

به منظور بررسی اثرات روش‌های کم خاک‌ورزی بر مقدار توان مورد نیاز، میزان مصرف سوخت و برخی از خواص فیزیکی خاک شامل: رطوبت خاک، جرم مخصوص ظاهری، میزان نفوذ پذیری و کربن آلی، آزمایشی به مدت ۲ سال (در سال زراعی ۸۸-۸۷ و ۸۸-۸۹)، با چهار تیمار خاک‌ورزی بر اساس ماشین‌های ذکر شده در جدول ۱ و با سه تکرار در منطقهٔ کرج اجرا شد. تیمارها عبارت بودند از:

۱- استفاده از دیسک سنگین برای شخم با عمق ۱۵ cm (خاک-ورزی اولیه)
۲- بکارگیری گاو آهن قلمی سنگین برای شخم با عمق ۲۵ cm
۳- استفاده از خاک ورز مرکب با عمق ۲۰ cm (کم خاک‌ورزی)
۴- استفاده از گاوآهن برگرداندار با عمق ۲۵ cm (شاهد)

1 -Leveler

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- مشخصات ماشین‌های مورد استفاده در طرح

Table 1. Characteristics of the machines used in the study.

نوع ماشین Type of Machine	عرض کار (cm) Working Width	مشخصات Specifications
گاوآهن برگردان‌دار Moaldboard Plow	96	سوار شونده، سه خیش، عرض کار هر خیش 32 سانتی‌متر Mounted, Three shares, working width of each share 32 cm
دیسک سنگین Heavy Duty Disk	300	دیسک تاندوم سوار شونده، 28 پره با قطر 49 سانتیمتر، بشقاب‌های جلو کنگره‌ای و بشقاب‌های عقب صاف Mounted tandem disk, 28 disk with diameter of 49 cm, notched disks at front, flat disk at rear
گاوآهن قلمی Chisel Plow	300	سوار شونده، 9 شاخه (4 شاخه جلو، 5 شاخه عقب) Mounted, 9 tines (4 at front, 5 at rear)
خاک‌ورز مرکب Combinated Plow	250	سوار شونده، شامل: یک ردیف چیزل در جلو، دیسک در وسط و غلتک در عقب Mounted, including: one row chisel at front, disk at middle, roller at rear

آزمایش‌های این تحقیق در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و در واحدهای آزمایشی ثابت با ابعاد ۲۵×۲۵ متر به اجرا درآمد. کرت‌های آزمایشی قبل ازشروع مطالعه به مدت یک سال زیر کشت ذرت علوفه‌ای بود و شخم در نیمه اول مهرماه هرسال با تراکتور مسی‌فرگوسن مدل ۳۹۹ و با استفاده از گاوآهن‌های برگردان‌دار، دیسک سنگین و گاوآهن قلمی و خاک‌ورز مرکب (چیزل + دیسک + غلتک)، انجام شد. عملیات خاک‌ورزی ثانویه جهت خرد کردن کلوخه‌ها و تسطیح زمین در کلیه تیمارها به غیر از خاک‌ورز مرکب، شامل هرس بشقابی (دیسک) و ماله بود. نیروی کششی ادوات خاک‌ورزی به وسیله دینامومتر اتصال سه نقطه موجود بر روی یک‌دستگاه تراکتور مسی فرگوسن ۳۹۹ بطور مستقیم اندازه‌گیری و با یک سیستم ثبات داده Campbell CR23X داده‌های مورد نیاز، جمع‌آوری شد (شکل۱). سوخت مصرفی نیز توسط سیستم اندازه‌گیری سوخت نصب شده بر روی تراکتور اندازه‌گیری شد. قبل از انجام اولین شخم، خاک مزرعهٔ مورد نظر تجزیه و بعضی از خواص آن از جمله تجزیهٔ مکانیکی و بافت، جرم مخصوص ظاهری، درصد کربن آلی تا عمق ۴۰ cm و نیز میزان نفوذپذیری نهایی خاک اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری جرم مخصوص ظاهری خاک، به کمک حلقه‌های نمونه‌برداری با حجم $100\ cm^{-3}$ در اعماق مورد نظر انجام شد. سپس نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد در آون خشک و با استفاده از رابطه زیر جرم مخصوص ظاهری خاک محاسبه شد.

$$\rho = \frac{m}{v} = \frac{m}{\pi r^2 . L}$$

که در آن:

ρ = جرم مخصوص ظاهری خاک $(g.cm^{-3})$

v = حجم حلقه‌ی نمونه برداری (cm^{-3})

r = شعاع داخلی حلقه‌ی نمونه برداری (cm)

m = جرم خاک خشک شده درون حلقه‌ی نمونه برداری (gr)

شکل ۱- تراکتور مجهز به دینامومتراتصال سه نقطه (راست) و دیتالاگر Campbell CR23X (چپ)

Fig. 1- Tractors equipped with three point hitch Dynamometer (right), and Data logger Campbell CR23X (left)

Archive of SID

www.SID.ir

اندازه‌گیری میزان نفوذپذیری خاک با استفاده از یک دستگاه استوانه مضاعف با قطرهای۳۰ و ۶۰ سانتی‌متر انجام شد. بدین منظور در هر پلات در فواصل ۸ متری یک دستگاه استوانه مضاعف در عمق ۱۵ سانتی‌متری خاک نصب و سپس زمان نفوذپذیری نهایی آب (هدایت هیدرولیکی)، داخل استوانه‌ها در هر مکان اندازه‌گیری و ثبت شد. میزان کربن آلی به روش اکسیداسیون تر (اکسیداسیون شیمیایی)، اندازه‌گیری شد (Robert *et al*., 1995). اندازه‌گیری مقادیر مربوط به وزن مخصوص ظاهری، نفوذپذیری و کربن آلی خاک در هر سال از اجرای آزمایش در فاصله دو ماه پس از اجرای عملیات خاک‌ورزی، انجام شد. میانگین مقادیر حاصل از اجرای آزمایش در دو سال، محاسبه و داده‌های نهایی بدست آمده با استفاد از نرم‌افزارهای SPSS وMSTATC تجزیه وتحلیل و توسط آزمون دانکن مقایسه شدند.

نتایج و بحث

به منظور بررسی اثرات روش‌های کم خاک‌ورزی، برخی از خواص فیزیکی و شیمیایی زمین مورد آزمایش که قبل از شروع مطالعه به مدت یک سال زیر کشت ذرت علوفه‌ای بود، اندازه‌گیری شد (جدول ۲).

تجزیه واریانس صفات مورد بررسی

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان داد که اثر نوع وسیله خاک‌ورزی بر توان مورد نیاز و سوخت مصرفی در سطح ۱ درصد و بر کربن آلی و میزان نفوذپذیری در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. اثر تیمار نوع وسیله خاک‌ورزی بر جرم مخصوص ظاهری خاک، معنی‌دار نبود. همچنین بر اساس نتایج جدول مذکور، اثرات بلوک بر مقدار توان مورد نیاز، سوخت مصرفی، میزان جرم مخصوص ظاهری، کربن آلی خاک و میزان نفوذپذیری خاک معنی‌دار نبود (جدول ۳). به دلیل عدم تفاوت در داده‌های بدست آمده برای کربن آلی در اعماق ۲۰ تا ۴۰ سانتی‌متر خاک، از میانگین مقادیر اندازه‌گیری شده در عمق صفر تا ۲۰ سانتی‌متر، در تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها استفاده شد.

مقایسه میانگین‌ها

توان مورد نیاز و سوخت مصرفی

میانگین میزان توان مورد نیاز و سوخت مصرفی، با تغییر روش شخم تغییر یافت. مقایسه میانگین مقادیر توان مورد نیاز نشان داد که اختلاف میانگین‌ها معنی‌دار بوده و چهار روش خاک‌ورزی در سه گروه مجزا قرار گرفتند. گاوآهن برگردان بیشترین و دیسک سنگین و خاک‌ورز مرکب کمترین مقادیر توان مورد نیاز را به خود اختصاص دادند (جدول ۴). میانگین توان مورد نیاز برای گاوآهن برگردان‌دار $۱۸/۶۶ kN.m^{-1}$، بود که با تغییر روش، برای خاک‌ورز مرکب این مقدار به $۴/۷۷ kN.m^{-1}$، و برای دیسک سنگین به $۴/۵ kN.m^{-1}$، رسید. کاهش میانگین مقادیر توان مورد نیاز و در نتیجه کاهش مصرف سوخت ادواتی که کمتر خاک را برگردان می‌کنند، نسبت به گاوآهن برگردان‌دار، به دلیل کاهش سطح بهم خورده و زیر و رو شدن کمتر خاک قابل انتظار بود. بررسی کار سایر محققان نیز نشان می‌دهد که میانگین مقادیر مقاومت کششی و توان مالبندی توسط گاوآهن مرکب به طور معنی‌داری کمتر از مقادیر مشابه در اجرای دو عملیات به طور جداگانه توسط گاوآهن برگردان‌دار و دیسک تاندوم بود (Loghavi and Hosseinpoor, 2002).

در مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن مشخص شد که میانگین‌های مقادیر سوخت مصرفی در چهار روش خاک‌ورزی دارای اختلاف معنی‌داری است. علی‌رغم تفاوت در میانگین مقادیر سوخت مصرفی برای گاوآهن برگردان و قلمی، هر دو تیمار در یک گروه و دو تیمار دیسک سنگین و خاک‌ورز مرکب نیز در دو گروه مجزا قرار گرفتند (جدول ۴).

جدول ۲- ویژگی‌های خاک مزرعهٔ مورد مطالعه

Table 2. Soil properties of studied field.

عمق (cm) Depth	رس٪ Clay	سیلت٪ Silt	شن٪ Sand	بافت خاک Soil Texture	جرم مخصوص ظاهری ($g.cm^{-3}$) Bulk Density	کربن آلی (درصد) Organic Carbon	نفوذ پذیری ($cm.hr^{-1}$) Infiltration
0-10	37	54	9	لوم رسی سیلتی	1.47	0.5	0.98
10-20	39	48	13	" " "	1.68	0.35	
20-30	39	49	12	" " "	1.71	0.3	
30-40	37	48	15	" " "	1.73	-	

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی: میزان توان مورد نیاز، سوخت مصرفی، کربن آلی، نفوذپذیری و جرم مخصوص ظاهری‌خاک
Table 3. ANOVA of studied factors: Power requirements, fuel consumption, organic carbon, infiltration rate and bulk density

منابع تغییرات Sources of Variations	df	میانگین مربعات (MS) Mean Square				
		توان مورد نیاز Required Power	مصرف سوخت Fuel Consumption	کربن آلی Organic Carbon	نفوذپذیری Infiltration	جرم مخصوص Bulk Density
تیمار Treatment	3	131.136 **	1457.66 **	0·058 *	0·020 *	0.013 ns
بلوک Block	2	1.49 ns	26.29 ns	0.002 ns	0.005 ns	0.002 ns
خطا Error	6	0.30	23.11	0.010	0.003	0.004

**، *، ns و df بترتیب عبارتند از: معنی‌دار در سطح 1درصد، معنی‌دار در سطح 5درصد، عدم اختلاف معنی‌دار و درجه آزادی
** = $p < 0.01$, * = $p < 0.05$, ns = non-significant, df= Degree of freedom

بیشترین مقدار مصرف سوخت به میزان ۵۸/۰۳ $Lit.ha^{-1}$، و کمترین میزان مصرف ۸/۶۴ $Lit.ha^{-1}$، به ترتیب مربوط به شخم با گاوآهن برگردان دار و دیسک سنگین بود. با توجه به کاهش عمق کار دیسک در مقایسه با سایر تیمارها، کاهش مصرف سوخت در این تیمار قابل انتظار بود. بررسی کار سایر محققان نیز نشان می‌دهد که گاوآهن قلمی به دلیل زمان مصرفی کمتر در واحد سطح و مصرف توان مالبندی نسبتا پایین تر انرژی کمتری را نسبت به گاو آهن برگردان دار بکار می‌گیرد و دارای سوخت مصرفی کمتری است (Roozbeh et al., 2002). همچنین بکارگیری روش کم خاک-ورزی و اعمال مدیریت خاک‌ورزی دقیق یا خاک‌ورزی در عمق متغیّر، میزان سوخت مصرفی را تا حدود ۵۰ درصد کاهش می‌دهد (Fulton *et al.*, 1996; Michel *et al.*, 1985; Bonari *et al.*, 1995).

کربن آلی

میانگین مقادیر کربن آلی خاک در عمق ۰ تا ۲۰ سانتی‌متری خاک، برای شخم با گاوآهن برگردان ۰/۳۱ درصد بود که با تغییر روش، افزایش یافت و مقدار آن در شخم با خاک‌ورز مرکب به ۰/۶۴ درصد و در شخم با دیسک سنگین به ۰/۵۵ درصد رسید. میانگین مقادیر کربن آلی در عمق ۲۰ تا ۴۰ سانتی‌متری خاک در کلیه تیمارها تقریبا برابر بود. اختلاف در مقادیر میانگین کربن آلی در شخم با خاک‌ورز مرکب و دیسک سنگین، نسبت به گاوآهن برگردان معنی‌دار بود (جدول ۴).

جدول ٤- تاثیر روش خاک‌ورزی بر میانگین ویژگی‌های مورد مطالعه
Table 4. Effect of tillage methods on mean values of studied properties.

روش خاک‌ورزی Tillage Method	توان مورد نیاز ($kN.m^{-1}$) Required Power	مصرف سوخت ($Lit.ha^{-1}$) Fuel Consumption	کربن آلی ٪ Organic Carbon	نفوذپذیری ($cm.hr^{-1}$) Infiltration	جرم مخصوص ($gr.cm^{-3}$) Bulk Density
خاک‌ورز مرکب Combinated Plow	4.77 c	37.12 b	0.64 a	1.34 ab	1.42 ab
دیسک سنگین Heavy Duty Disk	4.5 c	8.64 c	0.55 a	1.25 b	1.52 a
گاوآهن قلمی Chisel Plow	9.66 b	52.05 a	0.50 ab	1.44 a	1.36 b
گاوآهن برگردان Moaldboard Plow	18.66 a	58.03 a	0.31 b	1.38 a	1.44 ab

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌هاست.

Archive of SID

www.SID.ir

افزایش میانگین مقادیر کربن آلی در شخم با خاک‌ورز مرکب و دیسک سنگین احتمالا به دلیل توزیع مناسب و یکنواخت‌تر بقایای گیاهی در سطح شخم خورده خاک و افزایش بیشتر مواد آلی بوده است. نتایج تحقیقات سایر محققین نیز حاکی از وجود بیشتر کربن آلی درلایه‌های سطحی و کاهش شدید آن در عمق‌های بیشتر خاک می‌باشد (Sidhu and Sur, 1993; Sidhu and Beri, 1989).

نفوذپذیری

میانگین مقادیر نفوذپذیری نهایی خاک برای شخم با گاوآهن برگردان $cm.hr^{-1}$ ۱/۳۸، بود که با تغییر نوع ادوات و در شخم با دیسک و خاک‌ورز مرکب کاهش و در شخم با گاوآهن قلمی سنگین افزایش یافت. اختلاف بین میانگین مقادیر این صفت معنی‌دار بود و میانگین نفوذپذیری در شخم با گاوآهن قلمی سنگین با میزان $cm.hr^{-1}$ ۱/۴۴، بیشترین مقدار در بین تیمارهای مورد مطالعه بود (جدول ۴). بیشتر بودن مقدار نفوذپذیری برای گاوآهن برگردان ممکن است به دلیل کاهش تراکم خاک در اثر بیشتر بودن عمق شخم باشد. سایر محققین نیز در بررسی و مقایسه روش‌های مختلف خاک‌ورزی، مقاومت فروروی کمتر خاک در روش خاک‌ورزی با گاوآهن برگردان را در طول رشد گیاه گزارش نموده‌اند (Hill, 1990; Cassel et al., 1995; Vyn and Raimbault, 1993; Logsdon et al., 1990).

جرم مخصوص ظاهری

مقایسهٔ جرم مخصوص ظاهری خاک در چهار روش نشان داد که بیشترین جرم مخصوص ظاهری خاک و به عبارت دیگر بیشترین فشردگی (کمترین میزان تخلخل)، مربوط به روش شخم با دیسک سنگین با مقدار $gr.cm^{-3}$ ۱/۵۲، بود. میانگین مقادیر این صفت در روش شخم با گاوآهن قلمی و خاک‌ورز مرکب به ترتیب برابر با $gr.cm^{-3}$ ۱/۳۶، و $gr.cm^{-3}$ ۱/۴۲، بود (جدول ۴). کمتر بودن میزان تخلخل در روش شخم با دیسک سنگین ممکن است به دلیل کمتر بودن عمق شخم باشد. تحقیقات سایر محققین نیز حاکی از کاهش جرم مخصوص خاک در اثر افزایش عمق خاک‌ورزی و بکارگیری گاوآهن برگردان در مقایسه با سایر ادوات خاک‌ورزی است (Singh et al., 1992, Hill, 1990; Cassel et al., 1995; Vyn and Raimbault, 1993; Logsdon et al., 1990).

در یک نگاه کلی با توجه به نتایج حاصله می‌توان گفت که با تغییر ادوات و در نهایت تغییر نوع شخم از گاوآهن برگردان (روش مرسوم)، به ادواتی از قبیل خاک‌ورزهای مرکب که کمتر خاک را بهم می‌زنند (روش خاک‌ورزی حفاظتی)، می‌توان با حفظ تقریبی جرم مخصوص ظاهری و نفوذپذیری خاک، افزایش ماده آلی خاک را به میزان قابل توجهی افزایش داد و در مصرف سوخت و توان مورد نیاز نیز صرفه‌جویی کرد.

نتیجه‌گیری

- شخم با خاک‌ورز مرکب نسبت به گاوآهن برگردان‌دار، سبب افزایش مقدار مواد آلی موجود در خاک، کاهش مصرف سوخت و کاهش توان مورد نیاز برای انجام شخم شد. میانگین توان مورد نیاز برای گاوآهن برگردان‌دار $kN.m^{-1}$ ۱۸/۶۶، خاک‌ورز مرکب $kN.m^{-1}$ ۴/۷۷، دیسک سنگین $kN.m^{-1}$ ۴/۵ و برای گاوآهن قلمی $kN.m^{-1}$ ۹/۶۶، بود. بیشترین مصرف سوخت به میزان $Lit.ha^{-1}$ ۵۸/۰۳، و کمترین میزان $Lit.ha^{-1}$ ۸/۶۴ به ترتیب مربوط به شخم با گاوآهن برگردان دار و دیسک سنگین بود.
- میانگین مقادیر کربن آلی خاک برای شخم با گاوآهن برگردان ۰/۳۱ درصد، در شخم با خاک‌ورز مرکب ۰/۶۴ درصد و در شخم با دیسک سنگین به ۰/۵۵ درصد بود. اختلاف در مقادیر میانگین کربن آلی در شخم با خاک‌ورز مرکب و دیسک سنگین، نسبت به گاوآهن برگردان معنی‌دار بود و هر دو در دو گروه مجزا قرار گرفتند.
- میانگین مقادیر نفوذپذیری خاک برای شخم با گاوآهن برگردان $cm.hr^{-1}$ ۱/۳۸، و شخم با گاوآهن قلمی سنگین $cm.hr^{-1}$ ۱/۴۴، بود.

منابع

1- Ahuja, L.R., F., Fiedler, G.H., Dunn, J.G. Benjamin, and A. Garrison. 1998. Changes in soil water retention curves due to tillage and natural reconsolidation. Soil Sci. Soc. Am. J. 62, 1228–1233.
2- Alvarenga, R. C., B. Fernandes, and T. C. A. Silva. 1987. Effect of different methods of soil preparation and maize residue management on bulk density, total porosity and poresize distribution in arid latosal revista ceres. Agron. J.Vol.8.No. 34,pp 569-577.
3- Bakhtiyari, M. R. 2007. Comparison of different methods to reduce tillage operation in wheat planting after potatoes. Journal of Agricultural Engineering Research. Vol. 8, No. 2, pp. 33-46. (In Farsi).

Archive of SID

www.SID.ir

4- Bonari, E., M. Mazzoncini, and A. Peruzzi. 1995. Effect of conservation and minimum tillage on winter oilseed rape in a sand soil.Soil and Tillage Research .33:91-108
5- Carter, L.M. and R.F. Colwick. 1971. Evaluation of tillage systems for cotton production systems. Trans.ASAE. 14, 1116-1121.
6- Cassel, D.K., C.W. Raczkowski, and H.P. Denton. 1995. Tillage effects on corn production and soil physical properties. Soil Sci. Soc. Am. J. 59, 1436–1443.
7- Croissant, R.L., H.F. Schwartz, and P.D. Ayers. 1991. Soil compaction and tillage effects on dry bean yields. J. Prod. Agric. 4, 461– 464.
8- Fulton, J.P., L.G., Wells, S.A.Shearer, and R.I. Barnhisel. 1996. Spatial variation of soil physical properties: a precursor to precision tillage. Presented at the 1996 ASAE Annual International Meeting, Paper No.96-1012.
9- Hamblin, A.P. 1985. The influence of soil structure on water movement, crop root growth, and water uptake. Adv. Agron. 38, 95–158.
10- Heidari, A. 2004. The effects of crop residue management and tillage depth on wheat yield and soil organic matter in corn -wheat rotation. Journal of Agricultural Engineering Research. Vol. 5, No. 19, pp. 81-93. (In Farsi).
11- Hill, R.L. 1990. Long-term conventional and no tillage effects on selected soil physical properties. Soil Sci. Soc. Am. J. 54,161–166.
12- Khosravani, A., M., Zabolestani, A. Sharifi, and M. Shahrbanoonejad. 2004. Study on the possibility of minimum tillage in wet wheat planting. Journal of Agricultural Engineering Research. No. 17, pp. 29-46. (In Farsi).
13- Lindstrom, M.J. and C.A. Onstad. 1984. Influence of tillage systems on soil physical parameters and infiltration after planting. J. Soil water conserv. 39, 149-152.
14- Loghavi, M. and A. Hosseinpoor. 2002. Attaching a roller to moldboard plow for primary and secondany tillage operation. Proceeding of second Agr. Mach. And Mech. Canference, Karaj. Iran. (In Farsi).
15- Logsdon, S.D., R.R., Allmaras, L., Wu, J.B. Swan, and G.W. Randall. 1990. Macroporosity and its relationship to saturated hydraulic conductivity under different tillage practices. Soil Sci. Soc. Am. J. 54, 1096–1101.
16- Michel, Jr., J.A., K.J. Formstorm and J. Borrelli. 1985. Energy requirementes of two tillage systems for irrigated sugar beets,drybeens and corn.Trans of the ASAE 28:1731-1735.
17- Mohajer, F.M. and M. Asoodar. 2010. The effect of tillage systems and press wheel weight ond land wheat grain yield in khuzestan province. Journal of Agricultural Engineering Research, No. 1, pp. 1-18. (In Farsi).
18- Robert, G., G. Palmer, and R. Troeh. 1995. Introductory soils science laboratory manual. Oxford university press.
19- Roozbeh, M. Almasi, M. and Hammett, A. 2002. Evaluation and comparison of energy requirements in different tillage methods for corn production. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources, No. 33, pp. 127-117. (In Farsi).
20- Sidhu, A. S. and H. S. Sur. 1993. Effect of incarporation of legume straw on soil properties and crop yield in a maize- wheat sequence. Tropical Agric.Vol.70.No.3,pp. 226-229.
21- Sidhu, B. S. and V. Beri. 1989. Effect of crop residue management on the yield of different crops and on soil properties. Biological wastes.Vol. 27.No.1,pp. 15-27.
22- Singh, K.K., T.S., Colvin, D.C. Erbach, and A.Q. Mughal. 1992. Tilth index: an approach to quantifying soil tilth. Trans. ASAE 35, 1777–1785.
23- Soane, B.D. and J.D. Pidgeon. 1975. Tillage requirement in relation to soil physical properties. Soil Sci. 119, 376–384.
24- Taylor, H.M. and L.F. Ratliff. 1969. Root elongation rates of cotton and peanuts as a function of soil strength and soil water content. Soil Sci. 108, 113–119.
25- Voorhees, W.B. 1983. Relative effectiveness of tillage and natural forces in alleviating wheel-induced soil compaction. Soil Sci. Soc. Am. J. 47, 129–133.
26- Voorhees, W.B. and M.J. Linstrom. 1984. Long-term effects of tillage methods on soil tilth independent of wheel traffic compaction. Soil Sci. Soc. Am. J. 48, 152-156.

Archive of SID

www.SID.ir

27- Voorhees, W.B., D.A. Farrell, and W.E. Larson. 1975. Soil strength and aeration effects on root elongation. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 39, 948–953.
28- Vyn, T.J., and B.A. Raimbault. 1993. Long-term effect of five tillage systems on corn response and soil structure. Agron. J. 85: 1074–1079.

Archive of SID

www.SID.ir