

الحاق یک دستگاه غلتک خاک نشان عمیق به گاو آهن برگرداندار به منظور اجرای توام عملیات خاک ورزی اولیه و ثانویه

محمد لغوی^۱ و عادل حسین پور^۲

۱، ۲، دانشیار و دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

تاریخ پذیرش مقاله ۸۲/۱۲/۱۳

خلاصه

در این تحقیق به منظور دستیابی به اهداف کم خاک ورزی، یک دستگاه غلتک خاک نشان با ویژگیهای خاص طراحی و تولید و به یک دستگاه گاو آهن برگرداندار سه خیش سوار شونده الحاق گردید تا امکان اجرای یک مرحله ای عملیات خاک ورزی اولیه و ثانویه توسط آن مورد بررسی قرار گیرد. اهرم بندی اتصال غلتک به شاسی گاو آهن به نحوی طراحی گردید که با بلند نمودن گاو آهن از خاک و قرار دادن آن در حالت حمل و نقل غلتک نیز از زمین فاصله گرفته و چرخهای حامل آن جهت راهپیمایی با خاک درگیر شوند. همچنین با پائین آوردن گاو آهن و درگیر سازی آن با خاک چرخهای حامل غلتک از زمین فاصله گرفته و پره های غلتک با خاک درگیر شوند. در آزمون های مزرعه ای تاثیر الحاق غلتک خاک نشان در دو وضعیت سنگین شده و سنگین نشده (۳۰۰، ۱۵۰ کیلوگرم) بر مقاومت کششی، توان مالبندی مورد نیاز و سوخت مصرفی، قطر متوسط وزنی، شاخص مخروطی و پروفیل سطحی خاک در سه دامنه رطوبتی (۱۳-۱۵)، (۱۵-۱۷) و (۱۷-۱۹) درصد بررسی گردید و با خاک ورزی مرسوم شامل اجرای شخم توسط گاو آهن برگرداندار و دیسک توسط هرس بشقابی دو رانویی (تاندم) مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج نشان داد که میانگین های مقادیر مقاومت کششی، توان مالبندی مورد نیاز، سوخت مصرفی و قطر متوسط وزنی کلوخه های ایجاد شده در حین اجرای توام عملیات خاک ورزی اولیه و ثانویه توسط گاو آهن و غلتک الحاقی بطور معنی داری کمتر از مقادیر مشابه آن در اجرای این دو عملیات بطور جداگانه توسط گاو آهن برگرداندار و سپس هرس بشقابی دوزانویی بود. همچنین پروفیل سطحی بستر ایجاد شده توسط گاو آهن و غلتک الحاقی بطور معنی داری هموارتر از پروفیل سطحی ایجاد شده بوسیله گاو آهن و دیسک بود. در این تحقیق مناسب ترین رطوبت خاک برای مجموعه گاو آهن و خاک نشان الحاقی بر روی خاک لوم رسی شنی با حد پائین خمیرایی ۲۲/۳٪ در دامنه ۱۵ تا ۱۷ درصد شناخته شد.

واژه های کلیدی: گاو آهن برگرداندار، غلتک خاک نشان، کم خاک ورزی، مقاومت کششی، سوخت

مصرفی، قطر متوسط وزنی

مقدمه

می دهد، بطوریکه حدود ۶۰٪ از کل انرژی مکانیکی مورد مصرف در کشاورزی مکانیزه صرف عملیات خاک ورزی و تهیه بستر بذر می شود (۱۱). با توجه به افزایش روز افزون قیمت سوخت در جهان و آگاهی از اثرات نامطلوب تردد بیش از حد تراکتورها به هنگام اجرای عملیات خاک ورزی و تهیه بستر بذر، مسئله

خاک ورزی به آن دسته از عملیات مکانیکی اطلاق می گردد که با بهم زدن خاک بستری مناسب را برای جوانه زنی بذر و رشد گیاه فراهم می سازد. این عملیات مهمترین و در عین حال انرژی برترین بخش از فرآیند تولید محصولات زراعی را تشکیل

کلاغی^۷ به گاو آهن برگردان دار اشاره شده است ولی اطلاعاتی در مورد نحوه عملکرد و کیفیت بستر بذر تهیه شده توسط آنها ارائه نگردیده است (۱۵).

نتایج تحقیقاتی که در طول چند دهه اخیر روشهای کم خاک‌ورزی را با روش خاک‌ورزی مرسوم مورد مقایسه قرار داده‌اند حاکی از آن است که هرچند در برخی از موارد بکارگیری کم خاک‌ورزی موجب کاهش میزان عملکرد محصول شده ولی در مجموع منجر به کسب سود خالص بیشتری گردیده است (۱، ۷، ۸، ۱۰، ۱۲). این برتری ناشی از بازده بالاتر و کاهش در هزینه کارگری و طول زمان اجرای عملیات در روش کم خاک‌ورزی می‌باشد.

ماشینها و ادوات مورد نیاز در اجرای روشهای کم خاک‌ورزی عموماً نیاز به سرمایه‌گذاری اولیه بالایی دارد و در کشورهایی نظیر ایران که کشاورزان تمایل و توانمندی زیادی به سرمایه‌گذاری اولیه ندارند، توصیه و ترویج این روشها با مشکل جدی همراه بوده و روند پذیرش آنها بسیار کند خواهد بود. بنابراین، لزوم انجام تحقیقاتی بمنظور طراحی و توسعه روشها و ادوات کم خاک‌ورزی که مستلزم هزینه اولیه پائین و متناسب با شرایط فن‌آوری و کشاورزی کشورهای در حال توسعه باشد احساس می‌گردد. از این رو در تحقیق حاضر یکدستگاه خاک نشان از نوع چرخهای با مقطع V - شکل طراحی و با یکدستگاه گاو آهن برگردان دار سه خیش تلفیق گردید. سپس عملکرد آن به عنوان یک روش کم خاک‌ورزی که در آن عملیات خاک‌ورزی اولیه و ثانویه در یک مرحله عبور تراکتور انجام می‌گیرد با روش خاک‌ورزی متداول که شامل انجام شخم با گاو آهن و سپس یک یا دو مرحله عبور هرس بشقابی می‌باشد مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت.

مواد و روشها

الف - طراحی و ساخت غلتک خاک نشان

برای انجام آزمون‌های مزرعه‌ای، غلتک خاک نشان مناسبی که دارای عرض کاری برابر با عرض کار یکدستگاه گاو آهن برگردان دار سه خیش و قابلیت اتصال به آنرا داشته باشد وجود

انتخاب ادوات مناسب و پارامترهای موثر بر کاهش مقاومت کششی و افزایش بازده خردسازی خاک روز به روز بیشتر مورد توجه قرار می‌گیرد. امروزه آن نوع خاک‌ورزی مورد انتخاب قرار می‌گیرد که با مصرف کمترین انرژی مناسبترین شرایط را برای بستر بذر و رشد گیاه بوجود آورد.

در دهه‌های اخیر راهکارهای مختلفی را برای کاهش حجم عملیات خاک‌ورزی و تعداد تردد مورد نیاز تراکتورها در کشتزار ارائه نموده‌اند که اجرای آنها می‌تواند در کاهش انرژی مصرفی و مدت زمان لازم برای اجرای عملیات خاک‌ورزی بطور چشمگیری موثر افتد. از جمله این روشها، کشت بی خاک‌ورزی^۱، کمیته خاک‌ورزی^۲، خاک‌ورزی حفاظتی^۳ و بالاخره تلفیق خاک‌ورزی اولیه و ثانویه را نام برد. در روش اخیر، یک یا چند وسیله خاک‌ورزی ثانویه را بصورت کششی یا سوار شونده به دنبال وسیله خاک‌ورزی اولیه وصل نموده و تمامی مراحل خاک‌ورزی بصورت توأم انجام می‌گیرد. بدین ترتیب با استفاده از تراکتورهای پرقدرت تر و تلفیق ادوات مختلف خاک‌ورزی می‌توان از تعداد عبور تراکتورها در مزرعه کاسته و در مصرف انرژی و زمان صرفه جویی نمود. تحقیقات انجام شده نشان داده است که موثرترین و پربازده‌ترین روش برای خرد کردن خاک و رسیدن به مقدار معینی از قطر متوسط وزنی^۴ انجام کلیه عملیات خاک‌ورزی در یک مرحله می‌باشد (۸).

غلتک‌های خاک نشان^۵ که عموماً به منظور خرد کردن کلوخه‌ها، فشرده کردن سطحی خاک، کاهش پوکی و تسریع در نشست خاک بکار گرفته می‌شود (۲)، اگر در شرایط رطوبت مناسب خاک‌ورزی مستقیماً بدنبال گاو آهن برگردان دار کشیده شوند ممکن است بتوانند جایگزین مناسبی برای ادوات خاک‌ورزی ثانویه نظیر انواع دیسک‌ها و چنگه‌ها گردند. بدین ترتیب با یک بار عبور، عملیات شخم و آماده‌سازی بستر بذر بطور توأم اجرا خواهد شد. در منبعی نسبتاً قدیمی به الحاق غلتک‌های خاک نشان از نوع چرخهای V - شکل^۶ و یا پنجه

1. No - tillage
2. Minimum tillage
3. Conservation tillage
4. Mean weight diameter (MWD)
5. Packers
6. V - shaped wheel packers

7. Crawfoot packers

قاب اصلی. قاب به عنوان پیکره اصلی و نگهدارنده سایر اجزاء و قطعات از ناودانی شماره ۸ بصورت قابی مستطیلی به طول ۱۳۳۰ و عرض ۴۸۰ میلی‌متر ساخته شد. در بالای قاب اصلی قاب‌هایی از نبشی ۴ برای جای دادن وزنه‌های اضافی تعبیه گردید.

چرخ‌های V- شکل. تعداد ۹ عدد غلتک چرخ مانند با مقطع V- شکل هریک به قطر خارجی ۴۸۰ و پهنای ۹۵ میلی‌متر به فاصله ۴۷ میلی‌متر از یکدیگر بر روی یک محور مشترک قرار داده شد. تعداد ۱۶ عدد گل گیر تیغه‌ای که در فاصله بین غلتک‌ها قرار می‌گیرند کار پاک کردن گل ولای و بقایای گیاهی چسبیده به غلتک‌ها را به عهده دارند.

یاتاقان‌ها و محور مرکزی. از دو عدد یاتاقان ضد اصطکاکی بعنوان تکیه گاه محور مرکزی که دارای مقطعی مربعی بود استفاده گردید. مجموعه غلتک‌های سوار شده بر روی لوله مرکزی توسط دو عدد پولک که در دو انتهای لوله قرار داشت بر روی محور مرکزی سوار شده و توسط دو یاتاقان ضد اصطکاکی به قاب اصلی متصل می‌شود.

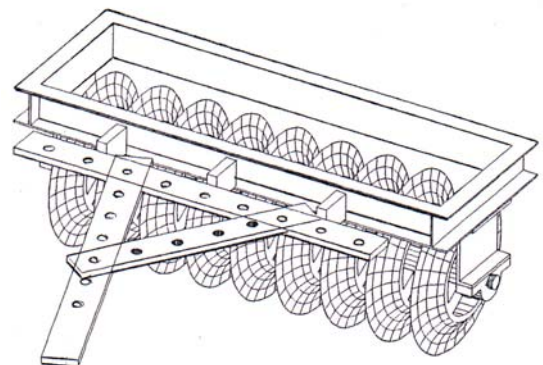
مالبند. برای اتصال دستگاه غلتک خاک نشان به شاسی گاو آهن برگردان‌دار از یک مالبند مثلثی قابل تنظیم استفاده شد. این مالبند دارای دو نقطه اتصال به قاب اصلی غلتک خاک نشان و یک نقطه اتصال به شاسی گاو آهن بود.

چرخهای حامل. بمنظور جلوگیری از تماس مستقیم غلتک‌های خاک نشان چدنی و نسبتاً شکننده با سطح سخت جاده بهنگام جابجایی و انتقال، یک جفت چرخ حامل لاستیکی پنوماتیک بر روی قاب اصلی نصب گردید. اتصالات قاب اصلی و مالبند به نحوی طراحی گردید که می‌توانست دستگاه را در دو وضعیت کار و یا راهپیمایی قرار دهد. بهنگام بالا بردن بازوهای اتصال ادوات تراکتور و بیرون کشیدن گاوآهن از خاک؛ قاب دستگاه در حدود ۹۰ درجه به عقب چرخیده و در وضعیت راهپیمایی قرار می‌گیرد. در این حالت غلتک‌ها از زمین جدا شده و کل مجموعه روی چرخهای حامل سوار می‌شود (شکل ۲). در ابتدای اجرای عملیات شخم با برخاک نهادن گاو آهن و شروع حرکت رو به جلو قاب دستگاه به حالت افقی بازگشته، چرخهای

نداشت. لذا ابتدا یکدستگاه غلتک خاک نشان با ابعاد و مشخصات مطلوب و مورد نظر مطابق شکل ۱ طراحی و ساخته شد. اجزاء اصلی دستگاه غلتک خاک نشان شامل قاب اصلی، چرخهای حامل، چرخ‌های V- شکل، محور و یاتاقان‌ها و مالبند می‌باشند. در جدول ۱ ابعاد و مشخصات اجزاء این غلتک ارائه گردیده است.

جدول ۱- ابعاد و مشخصات اجزاء و قطعات غلتک خاک نشان ساخته شده برای اجرای طرح

نام قطعه	اندازه یا تعداد	واحد
غلتک	۹	عدد
قطر خارجی غلتک	۴۸۰	میلیمتر
قطر سوراخ مرکزی غلتک	۱۱۵	میلیمتر
پهنای غلتک	۹۵	میلیمتر
فاصله بین غلتک‌ها	۴۷	میلیمتر
ابعاد شافت مربعی	۳۰×۳۰×۱۲۵۰	میلیمتر
قطر و طول لوله مرکزی	۱۱۵×۱۲۵۰	میلیمتر
تعداد یاتاقان ضد اصطکاکی	۲	عدد
قطر داخل یاتاقان	۳۰	میلیمتر
طول قاب	۱۳۳۰	میلیمتر
عرض قاب	۴۸۰	میلیمتر
تعداد چرخ حامل	۲	عدد
اندازه چرخ حامل	۱۴۰-۱۹۰	میلیمتر
وزن دستگاه (بدون وزنه)	۱۲۵	کیلوگرم
وزن دستگاه (با وزنه اضافی)	۳۰۰	کیلوگرم
عرض کار مؤثر	۱۲۵۰	میلیمتر



شکل ۱- تصویری شماتیک از غلتک خاک نشان V- شکل

مصرفی، میزان خرد شدن، پروفیل سطحی، چگالی ظاهری و شاخص مخروطی خاک در سه دامنه رطوبتی (۱۳-۱۵)، (۱۵-۱۷) و (۱۷-۱۹) درصد (بر مبنای وزن خشک) مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش‌ها در طول ۲۷ کرت هر یک به طول ۵۰ و عرض ۵ متر اجرا گردید. تعداد ۱۸ کرت برای آزمایش گاو آهن برگردان دار همراه با دستگاه غلتک خاک نشان الحاقی و ۹ کرت دیگر برای آزمایش تیمار شاهد (خاک ورزی مرسوم) در نظر گرفته شده بود. عمق شخم در کلیه تیمارها به کمک چرخهای تنظیم عمق در حد ۲۰ سانتیمتر ثابت نگاهداشته شد.

گاو آهن مورد استفاده در این تحقیق از نوع برگردان دار سه خیش سوارشونده طرح فرگوسن با عرض کار ۹۰ سانتیمتر ساخت کشور ترکیه و هرس بشقابی از نوع دو زانویی (تاندوم) کششی بدون چرخ بود. تعداد ۲۴ عدد بشقاب با قطر ۴۵۰ میلی‌متر و تفرع ۵۰ میلی‌متر بصورت ۴ دسته ۶ تایی به فاصله ۱۵۰ میلی‌متر از یکدیگر قرار داشت. زاویه گروه بشقاب‌های جلو و عقب به ترتیب ۲۰ و ۳۰ درجه و عرض کار موثر کل دستگاه ۱۶۰ سانتیمتر بود. اجرای عملیات دیسک‌زنی در کلیه تکرارهای هر تیمار یک روز (حدود ۲۴ ساعت) بعد از اجرای شخم اولیه هر تیمار به اجرا گذاشته شد. زمانبندی اجرای خاک‌ورزی ثانویه (دیسک) با توجه به روش معمول کشاورزان منطقه که عملیات دیسک‌زنی را از روز بعد از اجرای شخم اولیه آغاز می‌نمایند انجام گردید.

اندازه‌گیری مقاومت کششی ادوات خاک ورز با استفاده از یکدستگاه دینامومتر الکتریکی متشکل از یک لودسل مدل CLP 5B- با حداکثر ظرفیت ۵۰۰۰ kgf و مانیتور دیجیتال و بکارگیری روش دو تراکتوری بر طبق دستورالعمل کتاب راهنمای RNAM^۱ انجام گردید (۱۴). با انتخاب دنده و دور موتور مناسب سرعت پیشروی تراکتور در طول زمان داده برداری در محدود 4 ± 0.5 کیلومتر در ساعت بهنگام اجرای شخم با گاو آهن و در محدود 5 ± 0.5 کیلومتر در ساعت برای اجرای دیسک تاندوم ثابت نگاه داشته شد و سرعت دقیق در هر آزمایش با اندازه‌گیری مدت زمان پیمودن طول هر کرت توسط کرنومتر

حامل از زمین فاصله گرفته و مجموعه غلتک‌ها به دنبال گاوآهن کار کلوخ شکنی و تثبیت خاک شخم خورده را آغاز می‌نمایند. غلتک خاک شکن به فاصله حدود یک متر در پشت گاوآهن و همراستا با آن حرکت می‌نماید تا از اعمال نیروی جانبی یا خارج از محور به دستگاه گاوآهن جلوگیری شده و کلوخه‌های حاصل از شخم بلافاصله قبل از دست دادن رطوبت توسط دیسک‌های غلتک خرد گردند.



شکل ۲- غلتک خاک نشان در حالت راهپیمایی

ب- آزمون مزرعه‌ای

آزمایش‌ها در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز (باجگاه) واقع در ۱۶ کیلومتری شمال غربی شیراز در زمینی با بافت لوم رسی شنی (۱۸/۲٪ شن، ۴۷/۶٪ سیلت و ۳۴/۲٪ رس) اجرا گردید. پس از برداشت محصول گندم کشت شده در سال قبل از اجرای آزمون توسط کمباین غله، کاه و کلش بجا مانده تا حد امکان توسط دستگاه بسته بند علفه جمع‌آوری گردید. پس از اجرای یک آبیاری غرقابی و رسیدن میانگین رطوبت خاک تا عمق ۲۵ سانتیمتری به حدود ۱۸٪ (بر مبنای وزن خشک) مرحله اول آزمایش‌ها آغاز گردید.

در اجرای این تحقیق از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۹ تیمار (۳ نوع خاک ورز در ۳ سطح رطوبت خاک) و در سه تکرار استفاده گردید. در این طرح تاثیر دستگاه غلتک خاک نشان در دو وضعیت (سنگین نشده و سنگین شده) بعنوان تیمار اصلی و هرس بشقابی تاندوم بعنوان تیمار شاهد بر مقاومت کششی، توان مالبنندی مورد نیاز، سوخت

جدول ۲- تجزیه واریانس اثرات اصلی و متقابل رطوبت خاک و نوع خاک ورز بر مقاومت کششی، توان مالبندی مورد نیاز، مصرف سوخت، قطر متوسط وزنی، شاخص مخروطی و پروفیل سطحی خاک

میانگین مربعات						درجات آزادی	منابع تغییر
مقاومت کششی	توان مالبندی	مصرف سوخت	قطر متوسط وزنی	شاخص مخروطی	پروفیل سطحی		
۰/۸۷	۰/۷۸	۰/۰۴	۴۴/۹۱	۰/۹۹	۱/۶۸	۲	تکرار (بلوک)
۳/۳۹ **	۵/۳۱ **	۳/۶۱ **	۱۸۹۷/۴۱ **	۴/۱۳ **	۴/۶۶ **	۲	رطوبت خاک (M)
۱۳/۹۷ **	۱۴۷/۸۱ **	۱۰۳/۵۵ **	۱۳۳۵/۱۹ **	۰/۰۹ ^{ns}	۱۱/۷۸ **	۲	نوع خاک ورز T
۰/۷۶ ^{ns}	۰/۲۵ ^{ns}	۰/۰۳ ^{ns}	۱۶۷/۳۵ ^{ns}	۰/۱۹ ^{ns}	۱/۴۸ ^{ns}	۴	اثر متقابل (M×T)
۰/۴۴	۰/۴۴	۰/۳۳	۴۹/۱۰	۰/۱۵	۰/۳۵	۱۶	خطای آزمایش

** وجود اختلاف معنی دار در سطح ۱٪ ns - عدم وجود اختلاف معنی دار

فروستج^۲ بوش مدل SP1000 برای هر سطح از رطوبت خاک در یک روز انجام گرفت تا تاثیر تغییر رطوبت بر میزان شاخص مخروطی ناچیز باشد.

برای اندازه‌گیری پروفیل سطحی خاک از یک خط‌کش چوبی پایه‌دار که دارای ۲۰ عدد سوراخ به قطر ۱۰ میلی‌متر در فواصل ۳۰ میلی‌متری از یکدیگر بود و در هر سوراخ میله مدرجی به قطر ۱۰ و طول ۲۰۰ میلی‌متر عبور داده شده بود استفاده شد. این خط‌کش بطور افقی در راستای عمود بر جهت حرکت تراکتور قرار داده می‌شد و آنگاه فواصل ۲۰ نقطه (سوراخ) واقع روی این خط‌کش تا سطح زمین بر روی میله‌های مدرج که انتهای آنها بر روی سطح خاک قرار داشت خوانده و ثبت می‌گردید. اعداد ثبت شده از هر برداشت در یک دستگاه مختصات دکارتی که بر روی محور (افقی) فواصل نقاط خوانده شده از دیواره شیار شخم و بر روی محور (عمودی) فواصل نقاط واقع بر سطح زمین تا خط‌کش قرار می‌گرفت ترسیم می‌شد. آنگاه خط رگرسیون این نقاط بعنوان هموارترین سطح در نظر گرفته شده و میزان انحراف از این خط بعنوان ناهمواری پروفیل سطحی منظور می‌گردید. در طول هر پلات از سه نقطه بطور تصادفی داده‌برداری و میانگین آنها بعنوان شاخص ناهمواری پروفیل سطحی آن پلات در محاسبات آماری وارد می‌گردید.

محاسبه و ثبت گردید. با توجه به تغییرات و نوسانات شدید نیروی کشش در طول هر داده برداری مانیتور دستگاه دینامومتر تعداد ۳۰ تا ۴۰ داده کششی را در حافظه ذخیره می‌کرد و سپس میانگین این ارقام بعنوان مقاومت کشش منظور شد. توان مالبندی مورد نیاز در هر کرت با حاصلضرب مقاومت کششی در سرعت حرکت تراکتور در طول پیمایش همان کرت محاسبه گردید.

میزان دقیق مصرف سوخت در طول هر کرت با استفاده از دستگاه سوخت سنج و روشی که در تحقیقات قبلی توسط معصومی و لغوی (۱۳۷۳) بکار گرفته شده بود، اندازه‌گیری شد. میزان خرد شدن کلوخه‌های حاصل از شخم در هر کرت با نمونه‌برداری تصادفی در سه نقطه از هر کرت به مساحت ۰/۲۵ مترمربع و تا عمق ۲۰ سانتیمتری، استفاده از دستگاه الک‌های دوار ساخته شده توسط لغوی و بهنام (۱۳۷۷) و محاسبه قطر متوسط وزنی تعیین گردید.

برای بررسی تاثیر اجرای تیمارها بر خصوصیات فیزیکی خاک، شاخص مخروطی^۱ که نماینده مقاومت خاک در برابر نفوذ یک جسم مخروطی استاندارد می‌باشد، قبل و بعد از اجرای عملیات خاک‌ورزی در سه نقطه تصادفی در طول هر کرت و همچنین بر روی اثر عبور چرخهای تراکتور اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری‌ها تا عمق ۳۵ سانتیمتری توسط دستگاه

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجربه واریانس اثرات اصلی و متقابل رطوبت خاک و نوع خاک ورز بر مقاومت کششی، توان مالبنندی مورد نیاز، قطر متوسط وزنی کلوخه‌ها، شاخص مخروطی، مصرف سوخت و پروفیل سطحی خاک در جدول ۲ ارائه گردیده است. نتایج نشان می‌دهد که تاثیر سطوح مختلف رطوبت خاک در محدوده مورد بررسی (۱۳ تا ۱۸ درصد) با احتمال ۹۹ درصد بر کلیه صفات مورد مطالعه معنی‌دار بود. همچنین انواع مختلف خاک ورز (شامل ترکیب گاو آهن برگرداندار و غلتک خاک نشان در دو حالت سبک و سنگین و خاک ورزی مرسوم با گاو آهن برگرداندار و سپس کلوخ شکنی با دیسک تاندوم) با احتمال ۹۹ درصد بر کلیه صفات مورد مطالعه به جز شاخص مخروطی معنی‌دار بود ولی اثر متقابل دو فاکتور فوق برهیچیک از صفات مورد مطالعه معنی‌دار نبود.

مقایسه میانگین‌های مقاومت کششی در سطوح مختلف رطوبت خاک و نوع خاک ورز (جدول ۳)، نشان می‌دهد که مقاومت کششی هر سه نوع خاک ورز در محدوده رطوبت ۱۵-۱۷ درصد به حداقل رسیده و با کاهش و افزایش رطوبت خاک فزونی می‌یابد؛ اگر چه تاثیر افزایش رطوبت معنی‌دار نبوده است. این پدیده حاکی از آن است که خاک مورد مطالعه در این محدوده از رطوبت در بهترین حالت از لحاظ تردی قرار داشته است. افزایش معنی‌دار مقاومت کششی با کاهش رطوبت (۱۳ - ۱۵ درصد) ناشی از افزایش نیروهای همدوسی بین ذرات و در نتیجه افزایش استحکام و مقاومت برشی خاک می‌باشد. این گونه روند تغییرات مقاومت کششی، در پژوهش‌های قبلی که تاثیر رطوبت خاک بر مقاومت کششی گاو آهن‌های برگرداندار، بشقابی و قلمی بررسی گردید مشاهده شده است (۳، ۴، ۵).

نتایج جدول ۳ همچنین نشان می‌دهد که در کلیه سطوح رطوبت خاک، عملیات خاک ورزی مرسوم بیشترین مقاومت کششی را دارا بوده و عملیات توام گاو آهن برگرداندار و غلتک خاک نشان در حالت سنگین شده و عادی به ترتیب کمتر و کمترین مقاومت کششی را داشته‌اند. شایان ذکر است که در محاسبه مجموع مقاومت کششی گاو آهن برگرداندار و دیسک تاندوم تنها مقاومت کششی ۱۲۵ سانتیمتر از عرض کاری

دیسک تاندوم (برابر با عرض کار غلتک خاک نشان) در نظر گرفته شده است. بزرگتر بودن مقاومت کششی خاک‌ورز مرسوم را می‌توان ناشی از انجام عملیات خرد کردن کلوخه‌ها، جابجایی افقی و تاحدی زیر و رو کردن خاک دانست. در حالیکه غلتک خاک نشان تنها وظیفه خرد کردن کلوخه‌ها را به عهده دارد.

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های مقاومت کششی (کیلو نیوتن)

در سطوح مختلف رطوبت خاک

میانگین (\bar{X})	نوع خاک ورز			رطوبت خاک (٪ وزن خشک)
	گاو آهن برگرداندار + هرس بشقابی	خاک ورزی مرسوم	گاو آهن برگرداندار سنگین نشده	
۱۴/۶۱A	۱۵/۲۶a	۱۳/۶۴fab	۱۳/۶۴abc	۱۳-۱۵
۱۳/۳۰B	۱۴/۹۷ab	۱۳/۰۳bc	۱۱/۹۲c	۱۵-۱۷
۱۳/۷۴B	۱۵/۲۶a	۱۳/۵۰c	۱۲/۴۵c	۱۷-۱۹
	۱۵/۱۶A	۱۳/۸۷B	۱۲/۶۷C	میانگین (\bar{X})

میانگین‌هایی که با حروف کوچک مشترک نشان داده شده اند در سطح ٪۱ دارای اختلاف نمی‌باشند (آزمون دانکن).

میانگین‌های (\bar{X}) که با حروف بزرگ مشترک نشان داده شده اند در سطح ٪۱ دارای اختلاف نمی‌باشند (آزمون دانکن).

تغییرات توان مالبنندی مورد نیاز در سطوح مختلف رطوبت خاک و نوع خاک ورز با توجه به ثابت نگهداشتن سرعت پیشروی روندی مشابه با مقاومت کششی رانشان داد. میانگین‌های توان مالبنندی مورد نیاز خاک ورزی توام با غلتک سنگین نشده و سنگین شده و خاک ورزی مرسوم به ترتیب ۱۳/۹۴، ۱۴/۸۰ و ۱۷/۲۸ کیلو وات محاسبه گردید که در سطح ٪۱ دارای اختلاف معنی‌دار بودند.

مقایسه میانگین‌های میزان مصرف سوخت در سطوح مختلف رطوبت خاک و نوع خاک ورز که در جدول ۴ ارائه گردیده است، نشان می‌دهد که بطور کلی اجرای خاک ورزی در شرایطی که رطوبت خاک در محدوده ۱۵-۱۷ درصد قرار داشته است با کمترین میزان مصرف سوخت در واحد سطح همراه بوده است. هرچند که این کاهش از لحاظ آماری معنی‌دار نمی‌باشد ولی می‌توان آنرا احتمالاً ناشی از کمینه شدن مقاومت کششی و توان مالبنندی مورد نیاز خاک ورزی در این محدوده از رطوبت

ورزی توام بطور معنی‌داری نسبت به خاک ورزی موسوم خاک را به کلوخه‌های ریزتری تبدیل نموده است. علت اصلی این پدیده را می‌توان در وجود فاصله زمانی بین عملیات شخم و اجرای دیسک در خاک‌ورزی مرسوم دانست که در این فاصله کلوخه‌های نسبتاً بزرگ حاصل از شخم به علت تماس مستقیم با هوا و تابش خورشیدی به سرعت رطوبت خود را از دست داده و به علت افزایش نیروهای همدوسی خرد شدن آنها توسط دیسک به دشواری صورت می‌گیرد. این در حالی است که در تیمارهای خاک‌ورزی توام، غلتک خاک نشان بلافاصله اقدام به خرد کردن کلوخه‌های حاصل از شخم با گاو آهن برگرداندار که رطوبت خود را از دست نداده‌اند می‌نماید.

مقایسه میانگین‌های شاخص مخروطی خاک در عمق صفر تا ۲۰ سانتی‌متری پس از اجرای تیمارهای مختلف خاک ورزی در سطوح مختلف رطوبت مورد مطالعه در جدول ۶ ارائه گردیده است. نتایج نشان می‌دهد که با افزایش رطوبت خاک شاخص مخروطی بطور معنی‌داری کاهش یافته است. کاهش نیروهای همدوسی و در نتیجه مقاومت برشی خاک با افزایش رطوبت خاک را می‌توان عامل اصلی این کاهش در شاخص مخروطی دانست. نتایج این جدول همچنین حاکی از عدم تاثیر معنی‌دار نوع خاک‌ورزی بر شاخص مخروطی می‌باشد، هرچند که شاخص مخروطی کرت‌های خاک‌ورزی شده توسط خاک ورز توام حدود ۱۱/۵ درصد کوچکتر از شاخص مخروطی کرت‌های خاک ورزی شده به روش مرسوم است.

جدول ۵- مقایسه میانگین‌های قطر متوسط وزنی (MWD)

کلوخه‌های حاصل از خاک ورزهای مورد بررسی (میلی متر)

در سطوح مختلف رطوبت خاک

میانگین (\bar{X})	نوع خاک ورز			رطوبت خاک (٪وزن خشک)
	گاو آهن برگرداندار + هرس بشقابی	خاک ورزی مرسوم	گاو آهن برگرداندار سنگین نشده	
۵۱/۷A	۶۰a	۴۸ab	۴۷ab	۱۳-۱۵
۳۵/۳B	۵۴a	۲۵c	۲۷c	۱۵-۱۷
۳۳/۰B	۳۶bc	۲۹c	۳۴bc	۱۷-۱۹
	۵۰A	۲۹B	۳۶B	میانگین (\bar{X})

میانگین‌هایی که با حروف کوچک مشترک نشان داده شده‌اند در سطح ٪۱ دارای اختلاف نمی‌باشند (آزمون دانکن).

میانگین‌های (\bar{X}) که با حروف بزرگ مشترک نشان داده شده‌اند در سطح ٪۱ دارای اختلاف نمی‌باشند (آزمون دانکن).

خاک دانست. این جدول همچنین نشان می‌دهد که میانگین مصرف سوخت در بکارگیری خاک ورزی مرسوم در حدود ۵۰ درصد بیشتر از گاو آهن برگرداندار توام با غلتک خاک نشان در هر یک از دو حالت سنگین شده یا نشده می‌باشد. این اختلاف را می‌توان ناشی از دو مرتبه عبور تراکتور با ادوات در مقایسه با فقط یک بار عبور تراکتور در اجرای خاک ورزی توام دانست.

جدول ۴- مقایسه میانگین‌های میزان مصرف سوخت در واحد سطح (لیتر در هکتار) برای خاک ورزهای مورد بررسی در سطوح مختلف رطوبت خاک

رطوبت خاک (٪وزن خشک)	نوع خاک ورز		
	گاو آهن برگرداندار توام با غلتک سنگین نشده	خاک ورزی مرسوم سنگین شده	گاو آهن برگرداندار + هرس بشقابی
۱۳-۱۵	۱۳/۳۳b	۱۳/۳۹b	۱۹/۱۸a
۱۵-۱۷	۱۲/۱۰b	۱۲/۴۳b	۱۸/۰۳a
۱۷-۱۹	۱۳/۲۰b	۱۲/۳۰b	۱۲/۲۹a
میانگین (\bar{X})	۱۲/۸۸B	۱۳/۰۴B	۱۸/۸۳A

میانگین‌هایی که با حروف کوچک مشترک نشان داده شده‌اند در سطح ٪۱ دارای اختلاف نمی‌باشند (آزمون دانکن).

میانگین‌های (\bar{X}) که با حروف بزرگ مشترک نشان داده شده‌اند در سطح ٪۱ دارای اختلاف نمی‌باشند (آزمون دانکن).

مقایسه میانگین‌های قطر متوسط وزنی خاک پس از اجرای انواع خاک ورزی در سطوح مختلف رطوبت خاک که در جدول ۵ ارائه گردیده است، نشان می‌دهد که کوچکترین قطر متوسط وزنی در محدوده رطوبت خاک ۱۷-۱۹ درصد و بزرگترین آن در محدوده رطوبت ۱۳-۱۵ درصد واقع شده است. تشکیل کلوخه‌های درشت‌تر (میلی‌متر ۵۲ = قطر متوسط داخلی) در سطوح پائین‌تر رطوبت خاک ناشی از بزرگ بودن نیروهای همدوسی بین ذرات خاک می‌باشد، که با افزایش رطوبت کاهش یافته و عملیات شخم منجر به تشکیل کلوخه‌های کوچکتر (میلی‌متر ۳۲ = قطر متوسط وزنی) گردید. پژوهشگران قبلی از جمله اوچنی و دکستر (۱۳) مناسبترین رطوبت برای اجرای عملیات شخم که منجر به خرد شدن بیشتر خاک می‌گردد را حدود ۰/۹ حد پائین خمیری خاک گزارش نموده‌اند. در این تحقیق نیز محدوده رطوبت ۱۷-۱۹ درصد که منجر به خرد شدن شدیدتر خاک گردیده است نزدیکترین محدوده رطوبت مورد مطالعه به حد پائین خمیری خاک (LPL = ٪۲۲/۳) بوده است. نتایج جدول ۵ همچنین نشان می‌دهد که خاک

جدول ۶- مقایسه میانگین‌های شاخص مخروطی خاک (کیلو پاسکال) پس از اجرای تیمارهای خاک ورزی در سطوح مختلف رطوبت خاک

رطوبت خاک (% وزن خشک)	نوع خاک ورز			میانگین (\bar{x})
	گاوآهن برگرداندار توام با غلتک خاک ورزی مرسوم گاوآهن برگرداندار + هرس بشقابی	سنگین نشده	سنگین شده	
۱۳-۱۵	۱۱۶۰a	۱۰۱۰ab	۱۱۱۰A	۱۱۱۰A
۱۵-۱۷	۶۰۰bc	۷۱۵abc	۶۴۰bc	۶۵۰B
۱۷-۱۹	۳۱۰c	۴۲۵c	۵۷۵bc	۴۳۶B
میانگین (\bar{x})	۶۹۰A	۷۱۶A	۷۹۱A	

میانگین‌هایی که با حروف کوچک مشترک نشان داده شده‌اند در سطح ۱٪ دارای اختلاف نمی‌باشند (آزمون دانکن).

میانگین‌های (\bar{x}) که با حروف بزرگ مشترک نشان داده شده‌اند در سطح ۱٪ دارای اختلاف نمی‌باشند (آزمون دانکن).

سطحی هموارتر دانست.

جدول ۷ - مقایسه میانگین‌های پروفیل سطحی خاک (میلی‌متر) پس از اجرای تیمارهای خاک ورزی در سطوح مختلف رطوبت خاک

رطوبت خاک (% وزن خشک)	نوع خاک ورز			میانگین (\bar{x})
	گاوآهن برگرداندار توام با غلتک خاک ورزی مرسوم گاوآهن برگرداندار + هرس بشقابی	سنگین نشده	سنگین شده	
۱۳-۱۵	۲۵bc	۲۰cd	۱۹a	۳۲A
۱۵-۱۷	۲۱bc	۱۲d	۲۶ab	۲۳B
۱۷-۱۹	۲۱bc	۱۶cd	۲۹bc	۲۲B
میانگین (\bar{x})	۲۲B	۱۶B	۳۸A	

میانگین‌هایی که با حروف کوچک مشترک نشان داده شده‌اند در سطح ۱٪ دارای اختلاف نمی‌باشند (آزمون دانکن).

میانگین‌های (\bar{x}) که با حروف بزرگ مشترک نشان داده شده‌اند در سطح ۱٪ دارای اختلاف نمی‌باشند (آزمون دانکن).

نتیجه‌گیری و پیشنهاد

نتایج این تحقیق نشان داد که با الحاق غلتک خاک نشان به گاوآهن برگرداندار مقاومت کششی، توان مالبندی و میزان سوخت مورد نیاز تراکتور در اجرای عملیات خاک ورزی و تهیه بستر بذر نسبت به روش خاک ورزی مرسوم (گاوآهن برگرداندار + دیسک) کاهش یافته و موجب صرفه جویی در وقت و انرژی می‌گردد. همچنین این روش از لحاظ پروفیل سطحی و قطر متوسط وزنی خاک شرایط بهتری را نسبت به روش خاک‌ورزی مرسوم فراهم نموده و مناسب‌ترین محدوده رطوبت خاک برای مجموعه گاوآهن برگرداندار و غلتک خاک نشان بر روی خاک لوم رسی شنی ۱۵ تا ۱۷ درصد شناخته شد. پیشنهاد می‌گردد در تحقیقات بعدی تاثیر انواع دیگری از غلتک‌های خاک نشان و دو ردیفه کردن غلتک‌ها (بصورت تاندوم) بر کیفیت بستر بذر و انرژی مصرفی مورد بررسی قرار گیرد. همچنین تاثیر این روش کم خاک ورزی بر نحوه توزیع بذر در خاک توسط انواع کارنده‌ها و سرعت جوانه زنی و سبز شدن و در نهایت بر عملکرد محصول بویژه غلات مورد مطالعه و تحقیق قرار گیرد.

مقایسه اثرات سطوح مختلف رطوبت خاک و نوع خاک ورز بر پروفیل سطحی خاک که در جدول ۷ ارائه گردیده است نشان می‌دهد که انواع خاک‌ورزها در محدوده رطوبت خاک ۱۷-۱۹ درصد کمترین و در ۱۳-۱۵ درصد بیشترین ناهمواری سطحی را ایجاد نموده‌اند. تشکیل کلوخه‌های درشت‌تر (بزرگتر) و حرکت و نفوذ خاکدانه‌های ریزتر به عمق پائین‌تر در رطوبت کمتر خاک به علت وجود حفره‌های بزرگتر بین کلوخه‌های درشت‌تر و نیروی چسبندگی کمترین کلوخه‌ها را می‌توان از عوامل موثر در ایجاد ناهمواری‌های سطحی شدیدتر در سطوح رطوبتی پائین‌تر دانست.

نقش خاک ورزها در ایجاد پروفیل سطحی به نحوی است که خاک ورزی مرسوم بیشترین و خاک ورزی توام با غلتک سنگین شده کمترین ناهمواری سطحی را ایجاد کرده است. حذف فاصله زمانی بین ایجاد کلوخه‌ها توسط گاوآهن و شکستن آنها بوسیله ادوات خاک‌ورزی ثانویه را می‌توان دلیل عمده برتری تیمارهای خاک ورزی توام در ایجاد پروفیل سطحی هموارتر دانست. اختلاف بین پروفیل سطحی ایجاد شده توسط خاک ورز توام سبک و سنگین را می‌توان ناشی از نفوذ بیشتر غلتک خاک نشان سنگین تر در خاک و کلوخ شکنی موثرتر آن برای ایجاد

REFERENCES

۱. تاکا، ا.، ۱۳۷۵. ارزیابی و مقایسه دو الگوی توزیع بذر در کاشت گندم آبی با استفاده از دستگاه مرکب خاک ورز - کاشت. پایان نامه کارشناسی ارشد مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.

مراجع مورد استفاده

۲. شفیعی، س. ا. ۱۳۷۴. ماشینهای خاک ورزی. مرکز نشر دانشگاهی. تهران، ۲۱۵ صفحه.
۳. لغوی، م. و س. ر. اشرفی زاده. ۱۳۷۶. مقاومت کششی، مقاومت ویژه و توان مالبندی مورد نیاز گاو آهن قلمی در سطوح مختلف رطوبت خاک و عمق شخم. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. جلد اول، شماره دوم.
۴. لغوی، م. و س. بهنام. ۱۳۷۷. تاثیر رطوبت خاک و عمق شخم بر عملکرد گاو آهن بشقابی در یک خاک لوم رسی. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. جلد دوم. شماره چهارم.
۵. لغوی، م. و ا. مرادی. ۱۳۷۵. مقاومت کششی و توان مالبندی مورد نیاز گاو آهن خاک برگردان در یک خاک لوم رسی. تحقیقات کشاورزی ایران. جلد پازدهم، شماره دوم.
۶. معصومی، ا. و م. لغوی. ۱۳۷۳. ارزیابی و مقایسه عملکرد کششی دو تراکتور متداول در ایران. تحقیقات کشاورزی. جلد سیزدهم - شماره دوم.
7. Allen, R. R. 1985. Reduced tillage energy system for furrow irrigated sorghum on wide beds. *Trans. of the ASAE* 28(6): 1736-1740.
8. Drovicky, N. Z., P. Halaj, K. Perhacova, & L. Duracikava. 1998. Effects of tillage practices on soil properties. *Int. Conf. on Agr. Eng., Oslo, Norway.*
9. Gill, W. R. & W. F. McCreery. 1960. Relation of size of cut to tillage tool efficiency. *Agr. Eng.* 41:372 – 374, 381.
10. Hemmat, A. & A. A. Khashoei. 1998. Effects of conventional and conservation tillage systems on yield of irrigated winter wheat, *Int. Conf. on Agr. Eng., Oslo, Norway.*
11. Jacobs, C. O. & W. R. Harrel. 1983. *Agricultural Power and Machinery.* McGraw – Hill Book Co., New York. 613p.
12. McKyes, E., G. Owen, & J. Kelly. 1986. Energy Analysis model of various tillage and fertilizer treatments on corn silage production. *Can. Agric. Eng.* 28:101-105.
13. Ojeniyi, S. O. & A. R. Dexter. 1979. Soil factors affecting the macro – structure produced by tillage. *Trans. of the ASAE.* 22(2): 339-343.
14. RNAM. 1983. *Test Code and Procedure for Agricultural Machinery.* Economic and Social Commission for Asia and the Pasific. Technical Series No. 12, 297p.
15. Smith, H. P. 1965. *Farm Machinery and Equipment.* McGraw- Hill Book Co., New York. 519p.

Attachment of a V-Weel Packer to a Moldboard Plow for Combining Primary and Secondary Tillage Operations

M. LOGHAVI¹ AND A. HOSEINPOUR²

**1, 2, Associate Professor, and Former Graduate Student, Faculty of Agriculture,
University of Shiraz, Shiraz, Iran**

Accepted. March. 3, 2004

SUMMARY

In this study a v-wheel packer with some special features was designed, fabricated and attached to a tractor mounted moldboard plow and its performance as a reduced tillage implement conducting primary and secondary tillage operations in one pass was investigated. The design of the hitching linkage connecting the packer to the moldboard frame was such that the packer wheels were lifted up with their transport wheels contacting soil surface as the plow bottoms were lifted up for transportation. As the plow was lowered to be engaged with soil, the transport wheels were lifted up and the packer wheels were re-engaged with soil. The effects of the packer attachment at two conditions of weight ballast (150 and 300 kg) on total draft force, drawbar power requirement, fuel consumption, clod mean weight diameter (MWD), soil cone index and surface profile were investigated and compared with those of the conventional tillage using moldboard plow followed by a tandem disk in separate tractor passes at three soil moisture content ranges (13-15, 15-17 and 17-19 % d.b.) The results indicated that the mean values of draft force, drawbar power requirement, fuel consumption and clod MWD of the moldboard plow-packer combination were significantly smaller than those of conventional tillage using moldboard plow and tandem disk separately. Also, the soil surface profile generated by the moldboard-packer combination was significantly smoother than the one left behind moldboard plow followed by one pass of tandem disk. In this study, the most suitable soil moisture content for performing seedbed preparation using moldboard plow-packer combination on a sandy clay loam soil with lower plastic limit of 22.3% was determined at 15-17% d.b.

Key words: Moldboard plow, Packer, Reduced tillage, Draft force, Fuel consumption, Mean weight diameter.