ارزیابی تاثیر دو گاوآهن چیزل (سوار) و برگردان دار(نیمه سوار) بر میزان مصرف سوخت و بازده کششی تراکتور مسی فرگوسن ۳۹۹

علیرضا سلطانی قلعه جوقی و محمد لغوی[۱]

چکیده

تاثیر عملکرد دو گاوآهن چیزل (سوار) و برگردان دار (نیمه سوار) بر درصد لغزش چرخهای محرک، بازده کششی و مصرف سوخت تراکتور مسی فرگوسن ۳۹۹ مورد تحقیق و ارزیابی قرار گرفت. آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز در مزرعه ای با بافت خاک رسی شنی و میانگین رطوبت ۱۸٪ وزنی بر مبنای وزن خشک اجرا گردید. در این تحقیق ار آزمایش فاکتوریل ۲×۳ در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی در ۳ تکرار استفاده شد. تیمارها شامل دو گاوآهن چیزل و برگردان دار و ۳ عمق شخم سطحی، متوسط و عمیق بود که با تراکتور مسی فرگوسن ۳۹۹ مورد آزمایش قرار گرفتند. در کلیه تیمار ها دور موتور در محدوده دور مشخصه(rpm ۲۰۰۰) و سرعت پیشروی در حدود ٤/٥ کیلومتر در ساعت ثابت نگه داشته شد. پارامترهای مورد ارزیابی شامل نیروی کشش مالبندی، نیروی مقاومت غلتشی، درصد لغزش چرخهای محرک، میزان مصرف سوخت و بازده کششی تراکتور فوق با گاوآهنهای مورد ارزیابی بود.

دو گاوآهن با توجه به این مطلب انتخاب شدند که در اجرای شخم سطحی مقاومت کششی یکسانی داشته باشند. نتایج بدست آمده نشان داد که هنگام استفاده از گاوآهن برگردان دار، نرخ افزایش این نیرو دارای شیب بیشتر و از شخم متوسط به عمیق بصورت جهشی بود در حالیکه این مقدار برای گاوآهن چیزل با شیب کمتری افزایش داشت. دلیل این امر را می توان در اختلاف ویژگیهای هندسی و الگوی گسیختگی و حرکت خاک توسط این دو گاوآهن دانست. گاوآهن برگردان دار با داشتن شکل گوه ای نا متقارن سهم عمده ای از نیروی کشش مالبندی را صرف خنثی کردن نیروهای زاید مینماید. این افزایش مقاومت کششی بر درصد لغزش و مصرف سوخت تراکتور نیز تاثیر معنی داری داشت.

در یک وضعیت خاص(شخم سطحی)، با یکسان بودن مقاومت کششی از طرف گاوآهنها، درصد لغزش چرخهای محرک تراکتور با گاوآهن برگرداندار نیمه سوار، مقدار بیشتری را نسبت به نوع چیزل نشان داده است. چرا که گاوآهن سوار نسبت به اتصال نیمه سوار، انتقال وزن بیشتری بر روی محور چرخهای محرک اعمال می کند. لذا با افزایش بار دینامیکی وارد بر محور عقب، در نوع سوار میزان درصد لغزش کمتری مشاهده می گردد که این تفاوت حدود ٤٪ است. با توجه به اینکه میزان درصد لغزش چرخهای محرک اثر منفی بر بازده کششی دارد، لذا در این وضعیت با یکسان بودن مقاومت کششی، بازده کششی با گاوآهن قلمی در حدود ۷۴٪ و برای برگردان دار ٦٥٪ مشاهده گردید. لذا می توان گفت که انتقال وزن بیشتر در گاوآهنهای سوار نسبت به نیمه سوار، موجب بهبود ۷ درصدی بازده کششی می گردد. میزان مصرف سوخت نیز بدلیل بیشتر بودن عرض کار و کمتر بودن میزان درصد لغزش چرخهای محرک هنگام استفاده از گاوآهن چیزل نسبت به گاوآهن برگرداندار نیمه سوار، در یک مقاومت

۱- به ترتیب دانشجوی اسبق کارشناس ارشد و دانشیار مکانیک ماشینهای کشاورزی دانشگاه شیراز

کششی یکسان حدود ٦/٩ لیتر در هکتار کاهش نشان داده است. بطوریکه در اجرای شخم عمیق با گاوآهن برگردان دار در مقایسه با گاوآهن چیزل مقدار مصرف سوخت و درصد لغزش چرخهای محرک تراکتور مسی فرگوسن ۳۹۹ تقریبا دو برابر افزایش داشته و مقدار بازده کششی به نصف کاهش یافته است.

واژه های کلیدی: تراکتور مسی فرگوسن ۳۹۹ ، گاوآهن برگرداندار، گاوآهن چیزل، اتصال سوار، اتصال نیمه سوار، مصرف سوخت، بازده کششی، نیروی کشش خالص و درصد لغزش چرخهای محرک.

مقدمه

امروزه با توجه به امر بهینه سازی توان مصرفی و بنا به محدود بودن انرژی، بخصوص سوخت های فسیلی، استفاده صحیح از وسایل و ادوات چه در صنعت و چه در کشاورزی امری واجب و ضروری است. جهت نیل به چنین هدفی، مهمترین گام، اطلاع رسانی به تولید کنندگان و مصرف کنندگان می باشد. در این تحقیق، بررسی هایی جهت ارزیابی میزان مصرف سوخت و بازده کششی تراکتور مسی فرگوسن ۳۹۹ به هنگام استفاده از گاوآهنهای برگردان دار و چیزل، به ترتیب با اتصال های نیمه سوار و سوار انجام گردید و تاثیر شکل ظاهری گاوآهنها و نحوه اتصال آنها به تراکتور تحت بار های کششی مختلف مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

مقاومت کششی عبارتست از مولفه نیروی کشش تراکتور که در راستای موازی با مسیر حرکت بر روی ادوات خاک ورزی عمل می نماید (۱۰). علاوه بر عرض و عمق کار و خصوصیات هندسی ادوات، نوع و شرایط خاک از مهمترین عوامل موثر بر مقاومت کششی میباشند. بازده کششی مهمترین عامل در ارزیابی و تعیین عملکرد تراکتورها است و بصورت درصدی از توان روی آکسل تراکتور که به توان مالبندی تبدیل می شود، بیان می گردد که متاثر از ضریب کشش، مقاومت غلتشی و در صد لغزش چرخهای محرک تراکتور می باشد(۶). بنا بر توصیه بسیاری از پژوهشگران، بمنظور حداقل رسانیدن تلفات قدرت تراکتور در استفاده از توان کششی و بهینه نمودن بازده کششی عواملی همچون توان محوری (P)، بار دینامیکی وارد بر چرخ (W) و سرعت پیشروی (V) میبایست دارای انطباق مناسبی بایکدیگر باشند. در این زمینه برای تراکتورهای دو چرخ محرک رابطه $W/P=1.79/V$ پیشنهاد گردیده است (۵). این رابطه نشان میدهد که با ثابت بودن توان موجود روی محور عقب، با افزایش سرعت پیشروی تراکتور (استفاده از دنده سبک تر) نیاز به افزایش با وارد بر محور محرک برای دستیابی به بازده کششی مطلوب برطرف میگردد. همچنین افزایش بار دینامیکی روی محور محرک موجب کاهش لغزش چرخ و افزایش سرعت واقعی پیشروی گردیده و در نتیجه بازده کششی تراکتور ارتقا داده میشود. گاوآهنهای سوار نسبت به نوع نیمه سوار انتقال وزن بیشتری را ایجاد می نمایند. ویلسون در تحقیقات خود دریافت که افزایش انتقال وزن لحظه ای ناشی از عمل کنترل کشش خودکار در دو نوع خاک مختلف، به هنگام استفاده از گاوآهن نیمه سوار کمتر از نصف انتقال وزن حاصل از گاوآهن سوار مشابه بود (۱۴). انتقال وزن نه تنها موجب کاهش درصد لغزش چرخهای محرک میگردد، بلکه با کاهش

بار روی محور جلو، مقاومت غلتشی آنها را کاهش داده، این دو عامل هردو در راستای بهبود بازده کششی عمل مینمایند. در تحقیق حاضر، اتصال گاوآهن برگرداندار از نوع نیمه سوار و از آن قلمی بصورت سوار بود. نیروی کششی لازم برای کشیدن ادوات خاکورزی بصورت تابعی از عرض کار، عمق کار و سرعتی که ادوات کشیده میشوند، تغییر مینماید. کشش همچنین بستگی به شرایط خاک و هندسه ادوات خاکورزی دارد. تحقیق انجام شده جهت برآورد توان مورد نیاز سه نوع از ادوات خاکورزی شامل گاوآهن برگردان دار، بشقابی و هرس تندوم نشان داد که با افزایش سرعت پیشروی لغزش چرخها بیشتر شده و میزان توان و نیروی کششی مورد نیاز برای هر ۳ وسیله افزایش یافت، که علت آن را در افزایش نیروهای اینرسیایی خاک بیان داشتند(۳).

با افزایش سرعت پیشروی، نیروی کشش مالبندی با گاوآهنهای برگردا ن دار بصورت یک منحنی درجه دوم تغییر می کند که با افزایش بیشتر سرعت بتدریج از شیب منحنی کاسته می شود که این امر ناشی از نیروی های لازم به منظور غلبه بر برش، مقاومت اصطکاکی و شتاب دادن به لایه های خاک است (۱۲). با افزایش سرعت، نیروهای اصطکاکی در اثر پدیده روانکاری هیدرودینامیکی کاهش می یابد (۱۱). در تحقیقات انجام شده با ادوات چیزل مانند نشان داده است که افزایش مقاومت کششی با سرعت حرکت در خاک رابطه ای خطی دارد (۱۰). در مورد مصرف سوخت تحقیقات بعمل آمده گویای این مطلب است که میزان مصرف سوخت با اضافه شدن بار کششی اعمالی به تراکتور بصورت خطی افزایش می یابد(۸). در تحقیق انجام شده با یک تراکتور دو چرخ محرک، رابطه میزان مصرف سوخت، سرعت پیشروی و عمق شخم شد و در سرعت پیشروی(m/s) ۱/۳ معادل ٤/۷ کیلومتر در ساعت بهترین بازده مصرف سوخت حاصل گردید (۱۳). لذا با توجه به تاثیر مستقیم سرعت پیشروی بر میزان مصرف سوخت و بر نیروی کششی تراکتور در این تحقیق سعی شده است که میانگین سرعت پیشروی تراکتور جهت ارزیابی گاوآهن ها در حدود ٤/۵ کیلومتر بر ساعت که در محدوده سرعت توصیه شده و قابل اجرا در شرایط زمین ها و مزارع کشاورزی ایران و همچنین منطبق با قدرت تراکتورهای موجود است، ثابت نگه داشته شود.

هدف اصلی از اجرای این تحقیق بررسی تاثیر دو نوع گاوآهن متداول و منطبق با قدرت کششی تراکتور مسی فرگوسن ۳۹۹، شامل گاوآهن های برگردان دار چهار خیش نیمه سوار و قلمی یازده شاخه تمام سوار بر مصرف سوخت و بازده کششی تراکتور مذکور در سه وضعیت عمق شخم سطحی، متوسط و عمیق بود.

مواد و روش ها

آزمون ها در دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز در مزرعه ای با بافت خاک لومی رسی شکل از ۳۵٪ شن، ۳۰٪ سیلت و ۳۵٪ رس (۱) و با رطوبت ۱۸٪ بر مبنای وزن خشک (در محدوده عمق تا ۳۰ سانتی متری) اجرا گردید. پارامترهای مورد ارزیابی در آزمون مزرعه ای عبارت از نیروی کشش مالبندی، نیروی مقاومت غلتشی ، درصد لغزش چرخهای محرک تراکتور، بازده کششی و میزان مصرف سوخت تراکتور مسی فرگوسن ۳۹۹ به هنگام اجرای شخم سطحی (۲۰cm–۱۵)، متوسط (۲۵cm–۲۰) و عمیق (۳۰cm–۲۵) با دو گاوآهن برگردان دار نیمه سوار و قلمی سوار بود. در اجرای این تحقیق از گاوآهن برگرداندار چهار خیش نیمه سوار با عرض کار موثر

۱٦٥ سانتیمتر و گاوآهن قلمی یازده شاخه با عرض موثر ۲۳۰cm استفاده شد. برای اندازه گیری مقادیرنیروی کشش خالص و مقاومت غلتشی از روش آزمون دو تراکتوری مطابق دستور العمل RNAM[1] استفاده گردید(۹). تراکتور حامل گاوآهن ها مسی فرگوسن ۳۹۹ با قدرت ۱۱۰ اسب بخار و تراکتور کشنده جان دیر ۴۴۵۰ با قدرت ۱۴۰ اسب بخار بود. پس از قرارگیری چرخ سمت راست دو تراکتور در شیار شخم قبلی و در یک راستا قرار گرفتن دو تراکتور، دستگاه نیروسنج پنج تن 5B-CLP مجهز به مانیتور دیجیتال توسط یک زنجیر بین دو تراکتور نصب گردید. در حالت اول، پس از رسیدن وسیله خاک ورز به عمق مورد نظر، نیروی کششی بین دو تراکتور توسط لودسل اندازه گیری شد که همان نیروی کشش ناخالص تراکتور عقبی بود. در مرحله بعد با بیرون آوردن وسایل خاک ورز از خاک، آزمایش مشابه حالت قبل دنبال شد. در این حالت نیروی اندازه گیری شده، مقاومت غلتشی را نمایش می داد. تفاضل دو نیروی بدست آمده برابر با کشش خالص تراکتور مسی فرگوسن ۳۹۹ بود. قبل از ثبت داده های لودسل بوسیله دیتالاگر[2]، دقت زیادی برای رسیدن به عمق شخم معین و تراز بودن گاوآهن در آن عمق شد و بعد از رسیدن سرعت پیشروی به٤/٥ کیلو متر در ساعت، داده برداری شروع شد.

برای اندازه گیری در صد لغزش چرخهای محرک، در حالیکه تراکتور حامل گاوآهن ها قدرت مورد نیاز را تامین مینمود، مسافتهای طی شده در وضعیتهای زیر بار و بدون بار به ازاء ۱۰ دور چرخش چرخهای محرک اندازه گیری شد، جهت ثابت نگه داشتن سرعت پیشروی در تیمارهای مختلف نوع گاوآهن و عمق شخم، درحالیکه دور موتور در دور مشخصه rpm ۲۰۰۰ قرار داشت، از دنده های مختلفی استفاده شد. با توجه به فرمول زیر درصد لغزش چرخهای محرک محاسبه شد.

$$S\,\%=[(A-B)/A]\ (100)$$

در این رابطه، (S) درصد لغزش چرخهای محرک، (A) مسافت طی شده به ازاء ده دور گردش چرخهای محرک در حالت بدون بار، (B) مسافت طی شده چرخهای محرک در حالت زیر بار است.

برای اندازه گیری میزان سوخت مصرفی از یک شیر کنترل جهت و استوانه مدرج که در تحقیقات قبلی طراحی و ساخت شده بود استفاده شد(۷). اختلاف سطح سوخت قبل و بعد از طی مسافت ٤٠ متری مقدار سوخت مصرف شده را بر حسب میلی لیتر نشان می داد. بازده کششی بصورت درصدی از توان روی اکسل تراکتور که به توان مالبندی تبدیل می شود، بیان می گردد. برای تعیین مقدار بازده کششی تراکتور از رابطه زیر استفاده شد (۱۵).

$$T.E.=[P/(P+R)]\ (1-S)$$

در این رابطه، P کشش خالص(kN) ، R مقاومت غلتشی(kN) و S درصد لغزش چرخهای محرک بصورت اعشاری می باشد.

نتایج و بحث

مقادیر کشش خالص، درصد لغزش چرخهای محرک، میزان مصرف سوخت و بازده کششی تراکتور مسی فرگوسن۳۹۹ با دو گاوآهن که هم از نظر اتصال (اتصال سوار و نیمه سوار) و هم از نظر شکل هندسی و نحوه برش خاک با هم تفاوت داشتند، در سه تکرار مورد آزمایش و ارزیابی قرار گرفت. جهت تجزیه

[2].Data logger

واریانس ومقایسه میانگین ها از نرم افزار کامپیوتری *MSTATC* و روش دانکن استفاده گردید.

تجزیه واریانس مربوط به نیروی کشش خالص، درصد لغزش چرخهای محرک، مصرف سوخت و بازده کششی تراکتور مورد ارزیابی در سطوح مختلف عمق شخم با دو گاوآهن برگردان دار و قلمی به ترتیب مطابق با جداول ۱ و۲ نشان می دهد که فاکتور عمق شخم (با دو گاوآهن برگرداندار و قلمی) تاثیر معنی داری در سطح ۱٪ بر روی تمام پارامترهای مورد ارزیابی داشته است.

جدول۱. میانگین مربعات اثر عمق شخم بر کشش خالص، درلغزش، مصرف سوخت و بازده کششی تراکتور به هنگام شخم با گاوآهن برگرداندار.

		میانگین مربعات			
منابع تغییر	درجات آزادی	نیروی کشش خالص	درصد لغزش	مصرف سوخت	بازده کششی
تکرار	۲	۰/۰۰۱ ns	۰/۵۲ ns	۱/ ۲۸ ns	۲/۲۲ ns
عمق شخم	۲	۹۹/۸**	۱۳۷۹**	۲۶۱/۷**	۵۵۸/۰۵**

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

جدول۲. میانگین مربعات اثر عمق شخم بر کشش خالص، درلغزش، مصرف سوخت و بازده کششی تراکتور به هنگام شخم با گاوآهن قلمی.

		میانگین مربعات			
منابع تغییر	درجات آزادی	نیروی کشش خالص	درصد لغزش	مصرف سوخت	بازده کششی
تکرار	۲	۰/۰۰۵ ns	٤/۲۷ ns	۰/ ۹۲ ns	۰/ ٥٤ ns
عمق شخم	۲	۵۲/۲۷**	۳۳۱**	٦۷/۱۵**	۱۸۱/۹۱**

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

نیروی کشش خالص

مقاومت کششی تراکتور در اجرای عملیات خاکورزی متاثر از سه فاکتور عمق، عرض کار و سرعت پیشروی تراکتور می باشد. در این تحقیق جهت حذف تاثیر سرعت پیشروی تراکتور بر مقاومت کششی، میانگین سرعت پیشروی برابر با مقدار ٤/٥ کیلو متر بر ساعت ثابت نگه داشته شد. عرض کاری دو گاوآهن برگردان دار و چیزل بنحوی انتخاب شدند که در اجرای شخم سطحی، مقاومت کششی یکسانی داشته باشند تا با افزایش عمق شخم، تاثیر نحوه اتصال و شکل ظاهری گاوآهن ها بر مقاومت کششی و متعاقب آن بر درصد لغزش چرخها، مصرف سوخت و بازده کششی تراکتور مسی فرگوسن ۳۹۹ ارزیابی و مقایسه گردد. جداول ۳ مقادیر میانگین های نیروی کششی خالص تراکتور فوق را بر حسب کیلو نیوتن در سطوح مختلف عمق شخم برای گاوآهنهای برگردان دار و قلمی را نشان می دهد. نتایج بدست آمده بیانگر آنست که هنگام استفاده از گاوآهن برگردان دار با افزایش عمق شخم نرخ افزایش این نیرو با شیب بیشتر و از شخم متوسط به عمیق بصورت جهشی بود. در حالیکه این مقدار برای گاوآهن چیزل با شیب کمتری افزایش داشت. دلیل این امر را می توان در اختلاف ویژگیهای هندسی گاوآهنها و الگوی گسیختگی و حرکت خاک توسط آنها دانست. گاوآهن برگردان دار با ساختمان گوه ای ۳ وجهی و نا متقارن، مقدار زیادی از نیروی کششی تراکتور را صرف نیروهای زائد می کند تا تراکتور بتواند در مسیر مستقیم خود حرکت کند که با افزایش عمق شخم سهم نیروهای زائد در کل مقاومت کششی افزایش می یابد در ضمن در گاوآهن برگرداندار بدلیل اینرسی توده خاک در حرکت گردشی بر روی صفحه برگردان و همچنین نیروی اصطکاکی خاک با صفحه برگردان مقاومت کششی افزون تری مورد انتظار می باشد. با افزایش عمق شخم بدلیل انباشتگی توده خاک بر روی صفحه برگردان، نیروی اصطکاک داخلی ذرات نیز افزون بر اصطکاک ذرات با صفحه برگردان، بر مقدار مقاومت کششی گاوآهن برگردان دار می افزاید. اما گاوآهن چیزل با فرم یکنواخت تیغه ها و بدلیل متقارن بودن، در معرض نیرو های زائد کمتری قرار داشته و حجم خاک بسیار کمتری را نیز جا بجا می نماید. در نتیجه با مقایسه ارقام جدول ۳ مشاهده میگردد که گاوآهن چیزل در اجرای شخم عمیق نسبت به شخم سطحی با افزایش ۳۴ درصدی مقاومت کششی مواجه گشته ولی این مقدار برای گاوآهن برگرداندار برابر با ۴۴ درصد است که این افزایش بر میزان درصد لغزش، مصرف سوخت و بازده کششی تراکتور تاثیر مستقیمی دارد.

جدول۳. مقایسه میانگین های نیروی کشش خالص(کیلو نیوتن)، در سطوح مختلف عمق شخم با گاوآهن های برگردان دار و قلمی.

عمق شخم ◄ / نوع گاوآهن ▼	۲۰ – ۱۵	۲۵ – ۲۰	۳۰ – ۲۵	میانگین
برگردان دار (نیمه سوار)	۱۲/۵۹ ^{d}	۱٤/۵۷ ^{c}	۱۸/۱۷ ^{a}	۱۵/۱۱ ^{A}
قلمی (تمام سوار)	۱۲/۵۷ ^{d}	۱٤/۱٦ ^{c}	۱٦/۸۵ ^{b}	۱٤/۵۳ ^{A}
میانگین	۱۲/۵۸ ^{C}	۱۴/۲۶ ^{B}	۱۷/۵۱ ^{A}	

میانگین هایی که با حروف کوچک و بزرگ مشترک نشان داده شده اند دارای اختلاف معنی دار نمی باشند (داتکن ۱٪).

در صد لغزش چرخهای محرک

جدول ۴ مقادیر میانگین های در صد لغزش چرخ های محرک تراکتور مسی فرگوسن ۳۹۹ بهنگام اجرای شخم با گاوآهنهای برگردان دار و قلمی را نشان می دهد. مشخص است که با افزایش عمق شخم میزان درصد لغزش چرخهای محرک با هر دو گاوآهن به شدت افزایش می یابد، بطوریکه اجرای شخم عمیق با گاوآهن های قلمی و برگردان دار به ترتیب با ۳۱ و ۵۹ درصد لغزش چرخ همراه بوده و در عمل غیر ممکن خواهد بود. در یک وضعیت خاص(شخم سطحی)، با یکسان بودن مقاومت کششی از طرف گاوآهنها، درصد لغزش چرخهای محرک تراکتور با گاوآهن برگرداندار نیمه سوار، مقدار بیشتری را نسبت به نوع چیزل نشان داده است. چرا که گاوآهن سوار نسبت به اتصال نیمه سوار، انتقال وزن بیشتری بر روی محور چرخهای محرک اعمال می کند (۱۴). لذا با افزایش بار دینامیکی وارد بر محور عقب، در نوع سوار میزان درصد لغزش کمتری مشاهده می گردد که این تفاوت در حدود ٤٪ است. در صد لغزش بهینه چرخهای محرک تراکتور ها برای دستیابی به بازده کششی مطلوب در محدوده ١٦- ٨ در صد گزارش گردیده است (۱۰). لذا با توجه به نتایج ارایه شده درجداول ۳ و ٤ مشاهده میگردد که در اجرای عملیات خاک ورزی با گاوآهن اتصال سوار، درصد لغزش ١٦/٤٣ ٪ در مقاومت کششی ١٤/١٦ کیلو نیوتن برای تراکتور مسی فرگوسن ۳۹۹ حاصل شده است. لذا می توان نتیجه گرفت که این تراکتور با ادوات اتصال سوار، جهت بار های کششی بیش از ١٤ کیلو نیوتن کارآمد نخواهد بود

مصرف سوخت

جدول ۵ مقادیر میانگین های مصرف سوخت(بر حسب لیتر در هکتار) تراکتور مسی فرگوسن ۳۹۹ را بهنگام شخم با گاوآهنهای برگردان دار و قلمی نشان می دهد. با افزایش عمق شخم، در میزان مصرف سوخت نیز افزایش معنی داری مشاهده شده است. با توجه به بزرگتر بودن عرض کار و کمتر بودن میزان درصد لغزش چرخهای محرک تراکتور هنگام استفاده از گاوآهن قلمی نسبت به گاوآهن برگرداندار نیمه سوار، در یک مقاومت کششی یکسان (شخم سطحی) حدود ٦/٩ لیتر در هکتار کاهش مصرف سوخت مشاهده میگردد. این اختلاف در اجرای شخم عمیق به ۱۶ لیتر در هکتار میرسد که اختلافی فراتر از ۱۰۰٪ است.

جدول۴. مقایسه میانگین های درصد لغزش چرخهای محرک تراکتور در سطوح مختلف عمق شخم با گاوآهن های برگردان دار و قلمی.

عمق شخم ◄ / نوع گاوآهن ↓	۲۰ – ۱۵	۲۵ – ۲۰	۳۰ – ۲۵	میانگین
برگردان دار (نیمه سوار)	۱۲/۲۹ ^{e}	۲۰/۰٦ ^{d}	٥٨/٨٤ ^{a}	۳۰/٤۰ ^{A}
قلمی (تمام سوار)	۸/٦۳ ^{f}	١٦/٤۳ ^{de}	۳۱/۱ ^{c}	۱۸/۷۲ ^{C}
میانگین	۱۰/۴۶ ^{D}	۱۸/۲۴ ^{C}	۴۴/۹۷ ^{A}	

میانگین هایی که با حروف کوچک و بزرگ مشترک نشان داده شده اند دارای اختلاف معنی دار نمی باشند (داتکن ۱٪).

جدول۵. مقایسه میانگین های مصرف سوخت تراکتور(لیتر در هکتار) در سطوح مختلف عمق شخم با گاوآهن های برگردان دار و قلمی.

عمق شخم ◄ / نوع گاوآهن ▼	۱۵ – ۲۰	۲۰ – ۲۵	۲۵ – ۳۰	میانگین
برگردان دار (نیمه سوار)	۱۵/۹۵ ^{d}	۱۹/۶۳ ^{c}	۳۱/۴۲ ^{a}	۲۲/۳۳ ^{A}
قلمی (تمام سوار)	۹/۰۸ ^{f}	۱۲/۶۷ ^{e}	۱۵/۴۴ ^{d}	۱۲/۴۰ ^{C}
میانگین	۱۲/۵۱ ^{C}	۱۶/۱۵ ^{B}	۲۳/۴۳ ^{A}	

میانگین هایی که با حروف کوچک مشترک نشان داده شده اند دارای اختلاف معنی دار نمی باشند (داتکن ۱٪).

میانگین هایی که با حروف بزرگ مشترک نشان داده شده اند دارای اختلاف معنی دار نمی باشند (داتکن ۱٪).

بازده کششی

جدول ۶ مقادیر میانگین های بازده کششی تراکتور را به هنگام اجرای شخم با گاوآهنهای برگردان دار و قلمی نشان می دهد. با افزایش عمق شخم، بازده کششی تراکتور بهنگام شخم با هر دو نوع گاوآهن کاهش معنی داری را نشان می دهد ولی شدت این کاهش در مورد گاوآهن برگردان دار بطور قابل توجهی بارزتر است. در اجرای شخم سطحی علیرغم یکسان بودن مقاومت کششی دو نوع گاوآهن، بازده کششی با گاوآهن قلمی نزدیک به۷۴٪ و با برگردان دار در حدود ٦٥٪ است. لذا می توان گفت که انتقال وزن بیشتر در گاوآهنهای سوار نسبت به نیمه سوار، موجب بهبود ۷ درصدی بازده کششی گردیده است . در اجرای اجرای شخم عمیق با گاوآهن برگردان دارکه مقاومت کششی، درصد لغزش چرخهای محرک و مصرف سوخت به ترتیب در حدود ۸٪، ۷۹٪ و ۱۰۳٪ نسبت به اجرای شخم با گاوآهن قلمی افزایش داشته است، بازده کششی از ۵۸/۸٪ به ۳۶/۵۴٪ کاهش یافته است. چنانچه حداقل بازده کششی قابل قبول را در حدود ۶۵ درصد در نظر بگیریم، میتوان نتیجه گرفت که تراکتور مسی فرگوسن ۳۹۹ تنها در اجرای شخم سطحی با گاوآهن برگردان دار چهار خیش نیمه سوار قابل توصیه می باشد. در حالیکه چنانچه از گاوآهن قلمی یازده شاخه تمام سوار برای شخم استفاده شود، تا عمق شخم ۲۵ سانتیمتر از بازده کششی قابل قبولی برخوردار است.

جدول۶. مقایسه میانگین های بازده کششی تراکتور در سطوح مختلف عمق شخم با گاوآهن های برگردان دار نیمه سوار و قلمی سوار.

عمق شخم ◄ / نوع گاوآهن ▼	۱۵ – ۲۰	۲۰ – ۲۵	۲۵ – ۳۰	میانگین
برگردان دار (نیمه سوار)	۶۴/۹۳ ^{bc}	۶۰/۴۳ ^{c}	۳۶/۵۴ ^{e}	۵۳/۹۷ ^{B}
قلمی (تمام سوار)	۷۳/۸۴ ^{a}	۶۸/۵۹ ^{b}	۵۸/۸۰ ^{c}	۶۷/۰۷ ^{A}
میانگین	۶۹/۳۸ ^{A}	۶۴/۵۱ ^{AB}	۴۷/۶۷ ^{C}	

میانگین هایی که با حروف کوچک مشترک نشان داده شده اند دارای اختلاف معنی دار نمی باشند (داتکن ۱٪).

میانگین هایی که با حروف بزرگ مشترک نشان داده شده اند دارای اختلاف معنی دار نمی باشند (داتکن ۱٪).

منابع

۱. ابطحی، ع، ن. کریمیان و م. صلحی. ۱۳۷۰. گزارش مطالعات خاک شناسی نیمه تفضیلی اراضی منطقه باجگاه استان فارس. انتشارات دانشگاه شیراز- شیراز.

۲. کپنر، ر. ا.، ر. بینر و ای. ال. بارجر. ۱۳۶۸. اصول ماشینهای کشاورزی. ترجمه شفیعی. احمد. انتشارات دانشگاه تهران. ۲۵۰ صفحه.

3. Baloch, J. M., A. N. Mirani, S. B. Bukhari and S. N. Mirani. 1991. Power requirements of tillage implements. A.M.A. 22(1): 34-39.

4. Brixius, W. W. and F. M. Zoz. 1976. Tires and tracks in agriculture. ASAE Paper No.760653, Presented at Off-Highway Vehicle Meeting, Milwaukee, USA

5. Dwyer, M. J. 1978. Maximizing agricultural tractor performance by matching weight, tire size and speed to the power available. Proc. 6th Int. Conf. Soc. Terrain-Vehicle Systems, Vienna.

6. Goering, C. E. and A. C. Hansen. 2004. Engine and Tractor Power. 4th Edition. ASABE Textbook No. 3. ASABE St. Joseph, MI, 49085-9659.

7. Masumi, A. A. and M. Loghavi. 1994. Evaluation and Comparison of traction performance of two common tractors in Iran. Iran Agricultural Research. 13: 77-95.

8. Mattes, R. K., W. F. Watson, I. W. Savelle, and D. L. Sirois. 1988. Effect of load and speed on fuel consumption of a rubber-tired skidder. Transactions of the ASAE. 31(1): 37-39.

9. RNAM. Test Code and procedure for Agricultural Machinery. 1983. Economic and Social Commission for Asia and the Pacific. Technical Series, No.12.

10. Srivastava, A. K., C. E. Goering and R. P. Rohrbach. 1993. Engineering Principles of Agricultural Machines. ASABE Textbook No. 6. ASABE St. Joseph, MI, 49085-9659.

11. Stafford, J. V. and D. W. Tanner. 1977. The frictional characteristics of steel sliding on soil. J. Soil Sci 28:541 -553.

12. Taniguchi. T., J. T. Makanga, K. Ohtomo, and T. Kishmoto. 1999. Draft and soil manipulation by a moldboard plow under different forward speed and body attachment. Transactions of the ASAE. 42(6): 1517-1521.

13. WaliUllah, M. and S. S. Kofoed. 1987. Performance study of a two wheel tractor. A. M.A. 18(40):19-22.

14. Wilson, R.W. 1961. Mounted vs. semi-mounted plows for large tractors. ASAE Paper 61-648. ASAE, St. Joseph, MI, 49085-9659.

15. Zoz, M. and R. D. Grisso. 2003. Traction and Tractor Performance. ASAE Distinguished lecture series, Tractor Design No. 27, ASAE, and St. Joseph, MI, 49085-9659.

The Effects of Chisel (Mounted) and Moldboard (Semi-Mounted) Plows on Fuel Consumption and Tractive Efficiency of Massey Ferguson (MF) 399 Tractor

Abstract

The effects of mounted and semi-mounted plows (chisel and moldboard plows, respectively) on wheel slip, tractive efficiency and fuel consumption of MF399 tractor was evaluated and compared. A 3×2 factorial experiment with randomized complete block design was used in three replications. The treatments consisted of two plow types, chisel (mounted) and moldboard (semi-mounted) at three plowing depths, shallow (15-20cm), medium (20-25cm) and deep (25-30cm). The plowing tests were conducted by using a MF399 tractor in an experimental field on a sandy clay soil with an average moisture content of 18% d.b. In all treatments, the tractor engine speed was set at rated speed (2000rpm) and travel speed was kept constant at about 4.5 km/h. The measured parameters consisted of drawbar pull, tractor motion resistance, drive wheel slip, fuel consumption and tractive efficiency. The results showed that the draft force of both plows increased with increasing plowing depth, but for moldboard plow, the rate of draft increase was higher than that of chisel plow. This could be attributed to the differences in the geometric shape, soil failure and movement pattern of these two plows. Moldboard plow with its unsymmetrical wedge shape structure, expends a substantial portion of tractor drawbar pull to neutralize the parasitic forces. This consequently, had a significant effect on tractor fuel consumption and wheel slip.

At a specific condition (shallow plowing), that the drafts of both plows were equal, the tractor wheel slip with the semi-mounted moldboard plow was greater than with the mounted chisel plow, due to its greater weight transfer to the rear wheels. The greater dynamic load on rear axle resulted in lower wheel slip about 4%. Due to the negative effect of wheel slip on tractive efficiency, while the draft of the two plows were equal at shallow plowing, the mean tractive efficiency of the tractor with chisel plow was about 74% while with the moldboard plow was 65%. So, it could be concluded that the greater weight transfer of mounted plow compared with semi-mounted has improved the tractive efficiency by 9%. The fuel consumption was also decreased by about 6.9 l/h with chisel plow compared to the semi-mounted moldboard plow at equal drafts. At deep plowing with moldboard plow, the tractor fuel consumption and wheel slip were both about two times greater than plowing with chisel plow and tractive efficiency was reduced by half.

Key words: Moldboard plow, Chisel plow, Mounted and semi-mounted hitching, Fuel consumption, Tractive efficiency, Wheel slip, MF399.