

تحلیل اثر پارامترهای عملیاتی شخم با گاواهن بر گردان دار بر لغزش چرخ‌های محرک، نیروی مقاومت کششی و بازده کششی

مهران نقدی یان^{۱*} و شمس‌اله عبدالله پور^۱

تاریخ دریافت: ۹۳/۱/۲۳

تاریخ پذیرش: ۹۳/۳/۲۰

۱- گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز

*مسئول مکاتبه E-mail: Naghdiyan.mehran@gmail.com

چکیده

موثرترین راه بهینه سازی عملکرد کششی تراکتور، ایجاد هماهنگی بین توان، بار وارد بر چرخ‌های محرک، سرعت پیشروی و مقاومت کششی ادوات با لغزش چرخ‌ها می‌باشد. در این تحقیق، اثر سرعت و عمق شخم روی لغزش، نیروی مقاومت کششی و بازده کششی تراکتور ITM ۲۹۹ سنجیده شد. کشش مالبندی، مقاومت غلتشی و لغزش چرخ‌های محرک به طور مستقیم اندازه‌گیری گردیدند. آزمون مزرعه‌ای به صورت فاکتوریل روی خاک رسی با رطوبت ثابت ۱۴٪ بر پایه خشک و در قالب بلوک کامل تصادفی در دو سطح عمق شخم (۲۰ و ۳۰ سانتیمتر) و سه سطح سرعت (۳ و ۴/۵ و ۶ کیلومتر بر ساعت) اجرا شد. تاثیر متقابل عمق شخم و سرعت پیشروی بر مقاومت کششی و لغزش چرخ‌های تراکتور آزمون در سطح احتمال ۱٪ بی‌معنی بود. نتایج نشان داد که افزایش سرعت پیشروی و نیز افزایش عمق شخم، باعث افزایش نیروی مقاومت کششی می‌گردد؛ این در حالی است که افزایش عمق شخم و یا کاهش سرعت پیشروی، افزایش لغزش چرخ‌های محرک را در پی خواهد داشت. پارامتر اثرگذار روی بازده کششی، سرعت پیشروی عملیات شخم ارزیابی گردید. حداکثر بازده کششی در عمق شخم متوسط و با حداکثر سرعت در لغزش متوسط ۱۰/۵٪ به میزان ۸۰/۸۲٪ رخداد.

واژه‌های کلیدی: تراکتور، چرخ محرک، دینامو متر، مقاومت کششی

۱- مقدمه

دریافتند که از میان تیمارهای اعمالی، سرعت پیشروی بیشترین تاثیر را روی مقاومت کششی خواهد گذاشت. در تحقیقی دیگر، کریمی و همکاران (۲۰۱۲) با اعمال سه محدوده رطوبت و سه عمق مختلف شخم روی تراکتور ۲۵/۸ کیلووات، در خاک سیلت-رس پارامترهایی نظیر مقاومت غلتشی، لغزش چرخ‌های محرک و بازده کششی را در سرعت پیشروی ثابت ۳/۷ کیلومتر بر ساعت مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج از معنی‌داری تیمارهای اعمالی روی بازده کششی و لغزش چرخ‌ها در سطح احتمال آماری ۱٪ حکایت داشت. همچنین در مقایسه متوسط بازده کششی سنجیده شده، این پارامتر به ازای بیشترین عمق شخم و محتوی رطوبت خاک، کمترین مقدار را به خود اختصاص داد. همچنین مقدار لغزش چرخ‌های محرک از ۱۱/۹۱٪ به ۲۹/۴۷٪ به ازای افزایش عمق شخم از ۱۰ به ۲۰ سانتیمتر، افزایش نشان داد. در مورد ارزیابی عملکرد کششی تراکتورهای متداول در ایران، پژوهش‌هایی انجام شده است که از آن جمله می‌توان به بررسی تاثیر عواملی نظیر بار عمودی وارد بر محور محرک، فشار باد لاستیک و عمق شخم بر میزان لغزش چرخ‌های محرک تراکتورهای جان‌دیر ۲۰۴۰، مسی فرگوسن ۲۸۵ و

در دستگاه‌های کشنده نظیر تراکتور، نیروی کششی یا مالبندی مهم-ترین نیرو بوده و بازده کششی تراکتور، مهمترین عامل در ارزیابی و تعیین عملکرد تراکتور محسوب می‌شود. ارتباط بین عمق و سرعت عملیات خاک‌ورزی و نیروی مقاومت کششی گاواهن دیسکی توسط اولتونجی و همکاران (۲۰۰۹) مورد تحقیق قرار گرفت. نتایج نشان داد که با افزایش هردو پارامتر، نیروی کشش مورد نیاز برای انجام عملیات خاک‌ورزی افزایش می‌یابد. در زمینه بررسی عوامل موثر بر مقاومت کششی گاواهن برگرداندار در ایران، پارامترهایی نظیر رطوبت خاک، عمق شخم و سرعت کاری روی مقاومت کششی گاواهن برگرداندار سوار، توسط رشیدی و همکاران (۲۰۱۳) تحقیق گردید. نتایج آن‌ها از معنی‌داری هریک از تیمارهای مذکور در سطح احتمال آماری ۱٪ روی مقاومت کششی گاواهن داشت. به نحوی که با افزایش رطوبت خاک، مقاومت کششی کاهش و با افزایش سرعت و عمق کاری، مقاومت کششی افزایش یافت. علاوه بر این، آن‌ها

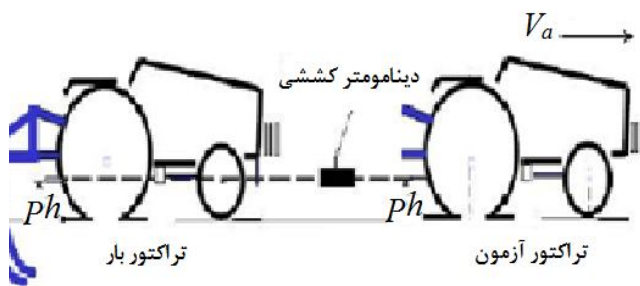
گیاهی بود. دانه‌بندی خاک با استفاده از روش دانه‌بندی و بهره‌گیری از مثلث طبقه‌بندی خاک اداره راه آمریکا (بهروزی لار، ۱۳۷۹) متشکل از ۱۵٪ شن، ۳۳٪ سیلت و ۵۲٪ رس بدست آمد. بافت خاک از نوع رسی تشخیص داده شد. رطوبت عمق ۲۰ سانتیمتر به‌عنوان محتوی رطوبت مینا در نظر گرفته شد و برای محاسبه آن از رابطه ۱ استفاده گردید.

$$W(\%) = \left(\frac{W_w}{W_s} \right) = \left(\frac{W_t - W_s}{W_s} \right) \times 100 \quad (1)$$

که در آن:

W : رطوبت خاک (پایه W_w وزن آب موجود در خشک) بر حسب درصد
 نمونه بر حسب گرم
 W_t : وزن کل نمونه بر حسب W_s : وزن ذرات جامد نمونه
 بر حسب گرم

رطوبت مزرعه به‌هنگام شروع آزمون‌ها ۱۴ درصد بر پایه خشک با استفاده از رابطه ۱ بدست آمد. به‌منظور ایجاد کشش، با توجه به در دسترس نبودن دینامومتر اتصال سه نقطه از روش دو تراکتوری همانند شکل ۱ حین شخم با گاواهن برگرداندار دو خیشه (عرض کار ۷۰ سانتیمتر) استفاده گردید (عطائی، ۱۳۸۳). لودسل کششی S شکل مدل DBBP ساخت کارخانه Bongshin کره جنوبی، توسط یک زنجیر، با ظرفیت ۲۰ کیلو نیوتن و با دقت اندازه‌گیری ۰/۰۱ کیلوگرم نیرو بین دو تراکتور (تراکتور بار و تراکتور آزمون) قرار گرفت. در جدول ۱ مشخصات تراکتور بار (حامل ادوات) و تراکتور آزمون (ITM ۲۹۹) مورد استفاده در روش دو تراکتوری آورده شده است.



شکل (۱): روش دو تراکتوری جهت اعمال کشش

آزمایش فاکتوریل در چهارچوب طرح بلوک کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل: دو سطح عمق شخم، متوسط (۲۰ سانتیمتر) و عمیق (۳۰ سانتیمتر) و همچنین سه سطح سرعت (۳، ۴/۵ و ۶ کیلومتر بر ساعت) بودند. پارامترهای اصلی مورد اندازه‌گیری در طی آزمون‌ها عبارت بودند از: نیروی کشش مالبنندی، درصد لغزش چرخ‌های محرک تراکتور، شاخص مخروط خاک و نیروی مقاومت غلته‌ی تراکتور بار.

یونیورسال ۶۵۰ توسط الماسی و همکاران (۱۹۹۰) اشاره نمود. در مجموع، تراکتور یونیورسال ۶۵۰ با میانگین لغزش چرخ ۱۱/۸٪، کمترین و مناسب‌ترین میزان لغزش را داشته است. بیشینه نیروی کشش مالبنندی دو نوع تراکتور متداول در ایران با توجه به خواص مکانیکی خاک توسط سیدلو و همکاران (۲۰۰۱) اندازه‌گیری گردید. نتایج نشان داد که دو نوع تراکتور (تراکتور MF ۲۸۵ با سنگین کننده و تراکتور ITM ۲۷۰ بدون سنگین کننده) از نظر بیشینه نیروی مالبنندی دارای اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ بودند و تراکتور MF ۲۸۵ نسبت به تراکتور ITM ۲۷۰ روی سه سطح خاک (شخم نخورده، شخم خورده و شخم خورده بعلاوه دیسک خورده) دارای کشش بالاتری می‌باشد. در این تحقیق بیش‌ترین کشش مالبنندی روی خاک شخم‌نخورده و کم‌ترین کشش مالبنندی روی خاک دیسک خورده بدست آمد و نیز تاثیر سرعت پیشروی و درصد لغزش روی بیشینه نیروی کشش مالبنندی تراکتورها در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود. لین و برت (۱۹۸۵) طی تحقیقی، اثرات سرعت پیشروی را روی عملکرد کششی بررسی کردند. در این تحقیق، سرعت از ۰/۲ تا ۰/۶ متر بر ثانیه در کاهش پیشروی ثابت در نظر گرفته شد. نتایج حاصل نشان داد که در هر دو سطح لغزش ۵٪ و ۲۰٪ و نیز در بار دینامیکی ثابت، سرعت، تاثیر کمی روی بازده کششی و کشش خالص دارد. آن‌ها داده‌های کشش خالص و بازده کششی را برای انواع مختلف خاک و لغزش، به‌وسیله مدل خطی کم-ترین مربعات به‌صورت $Y=A+BX$ بیان کردند که در آن، A و B ضرایب ثابت مدل بوده و برای هر نوع خاک و سطح لغزش، قابل تعیین می‌باشند. استاندارد ASAED ۴۹۷/۴ کشش مورد نیاز ادوات شخم را وابسته به نوع و عرض ادوات، نوع خاک و عمق و سرعت کار می‌داند (رشیدی و همکاران، ۲۰۱۳). البته تعداد دیگری از پارامترهای مربوط به خاک، نظیر واصله تنش برشی افقی، ضریب اصطکاک داخلی، رطوبت و دانسیته در تحلیل مقاومت کششی نیز دخیل می‌باشند. تا کنون اغلب تحقیقات انجام شده پیرامون کشش مورد نیاز شخم با گاواهن برگرداندار (همانگونه که بیان گردید) با تاکید بر سه عامل عمق شخم، سرعت کار و رطوبت خاک صورت گرفته است. در تحقیق پیش‌رو، هدف اصلی، چگونگی دست‌یابی به بازده کششی حداکثر تراکتورها حین شخم با گاواهن برگرداندار با کنترل بر لغزش چرخ‌های محرک و چگونگی اثرگذاری دیگر پارامترها (عمق و سرعت عملیات) بر لغزش و مقاومت کششی، تعریف گردید. بدین منظور دستگاه لغزش-کشش سنج دیجیتال بر پایه میکرو کنترلر قابل برنامه‌ریزی بر اساس استاندارد ASAED ۴۹۷/۱ جهت ثبت و تحلیل داده‌ها، طراحی و ساخت گردید.

۲- مواد و روش‌ها

آزمون‌ها در مزارع تراکتورسازی ایران- تبریز انجام شد. سطح مزرعه به‌طور کامل توسط دام چریده و عاری از هر نوع پوشش

۱-۲- ساخت دستگاه لغزش-کشش سنج

با توجه به هدف تحقیق در افزایش راندمان کششی تراکتور حین شخم با گاو آهن برگردان‌دار، با تاکید بر کنترل لغزش چرخ‌های محرک، و محدودیت در دسترس نبودن نمایشگر دیجیتالی کشش، تصمیم بر طراحی و ساخت دستگاه لغزش-کشش سنج گرفته شد که توانایی ثبت کشش وارد بر ادوات و در نهایت نمایش دیجیتالی کشش و لغزش را داشت. در دستگاه مذکور از معادله استاندارد ASAE D 497/1 و استفاده از کشش به عنوان تنها متغییر ورودی، در نمایش لغزش بهره گرفته شد. با اعمال تیمارهای مورد نظر، در هر ثانیه، چهار داده کشش و در پی آن چهار داده لغزش نمایش و در کارت حافظه از نوع میکرو دستگاه، ذخیره می‌شد. پالس‌های خروجی از لودسل می‌بایست تبدیل به دیجیتالی شده و سپس برای ثبت و اندازه‌گیری نیروی کشش، تقویت شوند. بدین منظور از یک میکروکنترلر به نام Atmega 32 از خانواده AVR ساخت شرکت اینتل جهت پردازش استفاده شد. دلیل این انتخاب پایداری حافظه، توان مصرفی کم و عملکرد کاملاً ثابت این نوع میکروکنترلر می‌باشد (کاهه، ۲۰۰۹). میکروکنترلر AVR هم-چنین دارای یک تقویت‌کننده‌ی داخلی با ضریب تقویت قابل تنظیم روی ضرایب ۱۰، ۱ و ۲۰۰ می‌باشد. زمانی که سیگنال آنالوگ ورودی ضعیف می‌باشد، می‌توانیم آن‌ها را توسط کد نویسی فعال کنیم. در شکل ۲ می‌توان نحوه ارتباط اجزا مدار دستگاه مذکور را با دینامومتر کششی مورد استفاده، مشاهده نمود.

در ادامه به منظور آگاهی از خطی بودن پاسخ دینامومتر، از دستگاه تست کشش هیدرولیکی یونیورسال استفاده شد. با افزایش بار کششی دینامومتر، آزمایش خطی بودن پاسخ آن انجام شد. برای این کار، با افزایش هر ۵۰ کیلوگرم نیرو، خروجی دستگاه، اندازه‌گیری گردید. در آزمایش خطی بودن پاسخ دینامومتر، ولتاژ خروجی پس از عبور از مدار تقویت-کننده شرح داده شده، اندازه‌گیری گردید و خطی بودن پاسخ آن با ضریب تبیین $R^2=1$ به اثبات رسید. در نتیجه بدست آمده، ضریب همبستگی بین بار اعمال شده به دینامومتر و ولتاژ خروجی آن برابر یک بوده است، که در شکل ۴ نشان داده شده است.

۲-۲- کالیبراسیون دینامومتر

ابتدا ولتاژ تغذیه مدار و مبدل به یکدیگر متصل می‌گردند. با استفاده از دکمه‌های کاهشی و افزایشی روی دستگاه و تغییرات نیروی کششی F ، ضرب نیرو به منظور نمایش آن به صورت عدد صحیح، تنظیم می‌شود.

۳-۲- اندازه‌گیری شاخص مخروط خاک

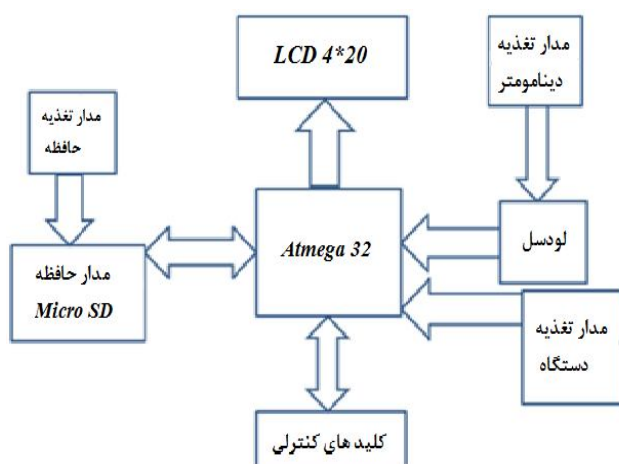
به منظور اندازه‌گیری شاخص مخروط خاک، از یک نفوذ-سنج دستی دیجیتالی ساخت شرکت Eijkelkamp استفاده گردید. در این دستگاه برای اندازه‌گیری مقاومت به نفوذ خاک، از یک لودسل یک سرگردار و برای اندازه‌گیری عمق نفوذ از یک فرستنده و گیرنده نوری، استفاده می‌شد. مزعه مورد آزمایش به ۱۲ پلات تقسیم شد که در هر پلات به منظور افزایش دقت، پنج تکرار نفوذ سنجی تا عمق ۱۲ سانتیمتر اعمال شد.

۴-۲- اندازه‌گیری لغزش چرخ‌های محرک تراکتور

به منظور ارزیابی عملکرد لغزش تخمین زده شده دستگاه، از رابطه ۲ که روش معمول و قابل اعتمادی است، استفاده شد.

$$S(\%) = \frac{A-B}{A} \times 100 \quad (2)$$

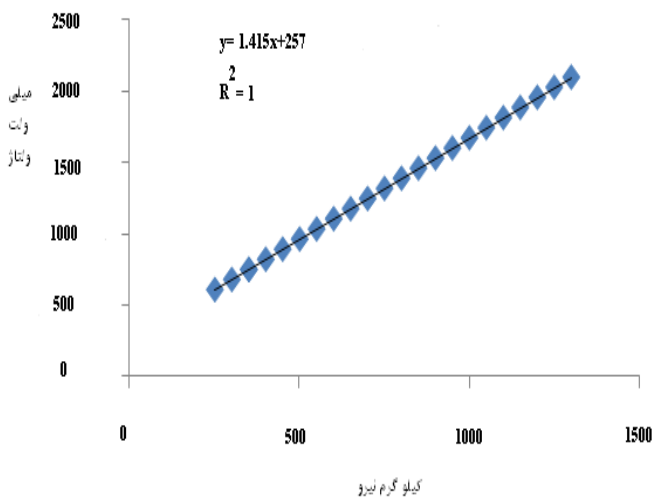
که در آن S درصد لغزش چرخ‌های محرک، (A) مسافت طی شده به ازای ده دور گردش چرخ‌های محرک در حالت بدون بار و (B) مسافت طی شده به ازای همان تعداد دور گردش چرخ‌های محرک، تحت بار می‌باشد. برای تعیین مقادیر A و B ابتدا نقطه‌ای از دیواره خارجی لاستیک‌های عقب تراکتور ITM299 با گچ علامت‌گذاری شد. در ادامه، تراکتور برای تعیین مقادیر A و B تراکتور آزمون در حالت بدون بار (تراکتور پشتی به همراه گاوآهن متصل به آن از تراکتور مورد آزمایش جدا شده) و در حالت با بار (اتصال دو تراکتور توسط زنجیر برقرار باشد) در دنده و دور مناسب (دنده ۳ و دور موتور ۲۰۰۰ دور بر دقیقه) قرار گرفت و مسافت طی شده در ده دور چرخش چرخ‌های محرک اندازه‌گیری شد.



شکل (۲): نحوه ارتباط اجزا مدار با دینامومتر

جدول (۱): مشخصات تراکتورهای آزمون و بار

مشخصات	مشخصات تراکتور ITM۲۸۵	مشخصات تراکتور ITM۲۹۹
حداکثر دور موتور (بدون بار)	۲۱۶۰ دور بر دقیقه	۲۲۰۰ دور بر دقیقه
حداکثر توان موتور	۷۵ اسب بخار	۱۳۰ اسب بخار
حداکثر گشتاور (در ۱۳۰۰ دور بر دقیقه)	۲۷۸ نیوتن متر	۵۱۰ نیوتن متر
اندازه لاستیک‌های عقب و فشار باد آن	۱۸-۳۴R۱ و ۰/۸۵ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع	۱۸/۴-۳۸R۱ و ۱/۲۵ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع
اندازه لاستیک های جلو و فشار باد آن	۱۰-۱۶F۲ و ۱/۸ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع	۱۰-۱۶F۲ و ۲/۴ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع
بار استاتیکی روی محور عقب، بدون سنگین کننده	۱۸۴۰ کیلوگرم	۲۸۴۰ کیلوگرم
بار استاتیکی روی محور جلو، بدون سنگین کننده	۱۰۳۰ کیلوگرم	۱۵۳۰ کیلوگرم
بار استاتیکی کل تراکتور بدون سنگین کننده	۲۹۱۰ کیلوگرم	۴۳۷۰ کیلوگرم
فاصله مرکزین محورهای جلو و عقب	۲۴۵۰ میلی متر	۲۷۱۰ میلی متر



شکل (۴): تغییرات ولتاژ بر حسب نیروی اعمالی به لودسل



شکل (۳): الف و ب نمای بیرونی و داخلی کشش - لغزش سنج ساخته شده

۲-۵- اندازه‌گیری مقاومت غلتشی

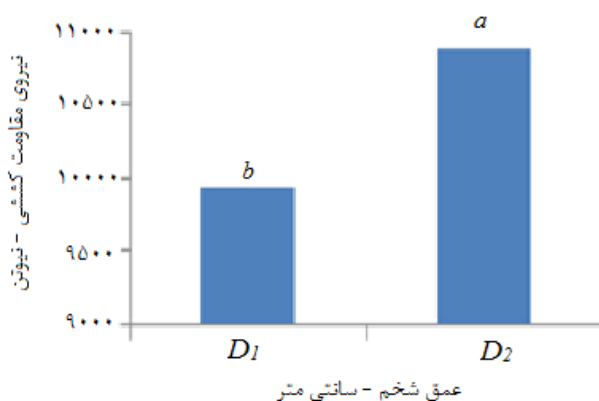
در روش آزمون دوتراکتوری، نیرویی که توسط کشنده تولید می‌شود برابر با کشش ناخالصی است که می‌تواند تولید کند. یعنی اولاً باید تراکتور مورد آزمون به‌عنوان تراکتور کشنده باشد، ثانیاً مجموع نیروی مقاومت غلتشی تراکتور بار (تراکتور حامل ابزار خاک‌ورزی) و نیروی مقاوم ابزار خاک‌ورزی به عنوان نیروی کشش ناخالص تولیدی تراکتور کشنده محسوب شود. برای محاسبه نیروی کشش خالص (مالبندی) می‌بایست از نیروی کشش ثبت شده به وسیله دستگاه کشش سنج نیروی مقاومت غلتشی تراکتور بار کم گردد. در این راستا، جهت محاسبه نیروی مقاومت غلتش تراکتور بار، لازم بود تراکتور مذکور در حالت خلاص، به‌وسیله

یک نیروی کشنده در خاک مزرعه مورد آزمایش کشیده شود. با استفاده از دستگاه لغزش-کشش سنج ساخته شده، نیروی مقاومت غلتشی در نقاط مختلف مزرعه، طبق طرح آزمایشی اندازه‌گیری شد.



شکل (۵): نحوه اندازه‌گیری مقاومت غلتشی تراکتور بار

شکل ۶- مقایسه نیروی مقاومت کششی در سرعت‌های پیشروی مختلف



شکل (۷): نیروی مقاومت کششی در دو عمق مختلف



شکل (۸): اثر سرعت پیشروی روی لغزش چرخ‌های حرکت

در نهایت بازده کششی با استفاده از رابطه ۳ در تمامی تکرارهای ترکیبات مختلف سرعت و عمق شخم محاسبه و میانگین‌گیری شد.

$$TE = \left[\frac{H}{H+R} \right] \times (1-S) \quad (3)$$

که در آن:

TE: بازده کششی، (درصد)

H: کشش خالص (مالبندی)، (نیوتن)

R: مقاومت غلتشی، (نیوتن)

S: لغزش چرخ‌های محرک، (اعشاری)

به بیانی بازده کششی حاصل ضرب راندمان نیرویی و راندمان سرعتی (1-S) می‌باشد.

۳- نتایج و بحث

مقدار میانگین شاخص مخروطی در ۱۲ پلات و ۵ تکرار در هر پلات، برابر ۱/۴۸ مگا پاسکال (۱۲-۰ سانتیمتر) اندازه‌گیری شد. مقدار مقاومت غلتشی تراکتور ITM۲۸۵ (تراکتور بار) در شرایط مزرعه‌ای که آزمایش‌ها در آن صورت گرفتند و فشار باد استاندارد در تمام تکرارها، برابر و به میزان ۲/۸۵ کیلو نیوتن برآورد گردید. نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها برای هر یک از پارامترهای مقاومت کششی و لغزش در جدول ۲ دیده می‌شود.

جدول (۲): تجزیه واریانس داده‌های ثبت شده دستگاه

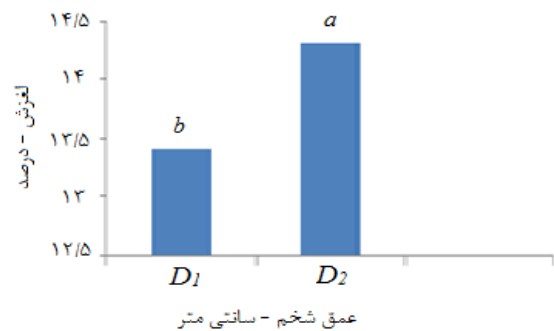
منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	مقاومت کششی	لغزش
تکرار	۲	(ns) ۱۸۲۳۵۲/۰۲۹	(ns) ۰/۰۰۰۰۱۳۵۰	
سرعت	۲	**۴۹۷۷۱۵۷/۵۰۴	**۰/۰۰۴۳۳۴۵۰	
عمق شخم	۱	**۳۱۰۸۸۵۴/۲۴۲	**۰/۰۰۰۳۶۴۵۰	
سرعت × عمق شخم	۲	(ns) ۴۸۱۶۲/۲۶۴	(ns) ۰/۰۰۰۰۱۹۵۰	
خطا	۱۰	۲۰۷۸۶/۰۵۰	۰/۰۰۰۰۰۹۷۰	
ضریب تغییرات		۱/۳۸۰۵	۲/۲۴۸۷	

** : غیر معنی دار ns : معنی داری در سطح احتمال ۱٪

واستاوا و همکاران (۱۹۹۳)، یافته‌های ششی و همکاران (۱۹۸۸) و کارناتاگ (۲۰۰۲) با نتایج حاصل، هماهنگی دارد. همچنین نتایج نشان داد که در دو عمق شخم مختلف، از نظر لغزش، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت (جدول ۲). می‌توان گفت که با افزایش عمق شخم، درصد لغزش چرخ‌های محرک تراکتور آزمون، رو به افزایش گذاشته است. با توجه به این که افزایش عمق شخم، باعث افزایش نیروی مقاومت کششی است. با توجه به این که افزایش از طرفی با افزایش نیروی مقاومت کششی، درصد لغزش چرخ‌های محرک به سبب افزایش نیروی مقاوم در مقابل غلتش، زیاد می‌گردد، می‌توان دریافت که با افزایش عمق شخم، میزان لغزش تراکتور زیاد می‌شود. اسماعیل و همکاران (۱۹۸۱) و اسماعیل (۱۹۸۳) نیز در این مورد نتایج مشابهی را گزارش کردند.

۴- نتیجه‌گیری نهایی

در این تحقیق می‌توان دریافت که تأثیر سطوح مختلف سرعت و عمق شخم، هردو بر نیروی زمین‌گیرایی خالص و لغزش چرخ‌های محرک، در سطح آماری ۱٪ معنی‌داری می‌باشند. همچنین مساعدترین شرایط برای ایجاد راندمان کششی بهینه در حالت عمق شخم متوسط (۲۰ سانتیمتر) و حداکثر سرعت پیشروی (۶ کیلومتر بر ساعت) با لغزش متوسط چرخ‌های محرک (۱۰/۵٪) تشخیص داده شد. در این شرایط، به واسطه حصول همزمان بهینه راندمان سرعتی و راندمان نیرویی، بازده کششی به مقدار ۸۰/۸۲٪ رسید. پیشنهاد می‌گردد، حین شخم با گاوآهن برگرداندار، کنترل بیشتر روی حفظ محدوده مناسب لغزش چرخ‌های محرک تراکتور به‌عنوان عامل افزایش راندمان کششی، صورت گیرد. این مهم در گام اول با ساخت نمایشگر دیجیتالی دستگاه لغزش - کشش سنج مورد بحث، با روش اندازه‌گیری کششی دست‌یافتنی گردید.



شکل (۹): اثر عمق شخم روی لغزش چرخ‌های محرک

همان‌طور که از جدول ۲ مشهود است، تأثیر سطوح مختلف سرعت و عمق شخم، هردو بر نیروی زمین‌گیرایی خالص در سطح آماری ۱٪ معنی‌داری می‌باشند. ولی اثر متقابل بین دو عامل مشاهده نشد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش عمق شخم و سرعت، مقاومت کششی ادوات نیز افزایش می‌یابد. افزایش مقاومت خاک در عمق‌های بیش‌تر و شتاب زیاد ناشی از سرعت جابجایی ذرات خاک است که، منجر به افزایش مقاومت کششی، به ترتیب در اثر افزایش عمق و سرعت پیشروی گردیده است. این نتایج با یافته‌های خسروانی (۱۳۸۰)، عباسپور (۱۳۸۴) و ندرلو (۱۳۸۷) مطابقت دارد. تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین سطوح مختلف سرعت پیشروی از نظر لغزش تراکتور در سطح آماری ۱٪ تفاوت معنی‌داری وجود دارد (جدول ۲) ولی اثر متقابل سرعت و عمق شخم، روی لغزش تراکتور آزمون غیرمعنی‌دار بود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش سرعت پیشروی در هر یک از انواع شخم عمیق و متوسط، درصد لغزش چرخ‌های محرک تراکتور آزمون، کاهش یافت. افزایش سرعت موجب افزایش سرعت برش خوردن خاک می‌شود. در ضمن با افزایش سرعت برش، خاک از خود مقاومت برشی بیشتری نشان داده و در نتیجه با افزایش مقاومت برشی خاک، انتظار می‌رود که مقدار لغزش کم گردد. این اتفاق در سرعت‌های بیش‌تر به‌وضوح قابل مشاهده است. نتایج آزمایش‌های تعیین مقاومت برشی خاک سری

منابع مورد استفاده

- الماسی، م. ه. بهرامی و م. ج. شیخ داوودی، ۱۳۶۹. اندازه‌گیری و مقایسه درصد لغزش چرخ‌های محرک (عقب) تراکتورهای متداول در خوزستان. مجله علمی کشاورزی، دوره ۱۴، شماره ۱ و ۲، صفحات ۱۱۶-۱۰۳، دانشگاه شهید چمران اهواز.
- بهروزی لار، م.، ۱۳۷۹. اصول طراحی ماشین‌های کشاورزی. چاپ اول. مرکز انتشارات علمی دانشگاه آزاد اسلامی.
- خسروانی گشتاسب، ع.، ۱۳۸۰. مطالعه پارامترهای عملکردی دیسک تاندوم، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز.
- سیدلو، س. ح. ر. قاسم زاده، ا. رنجبر و م. ولیزاده، ۱۳۸۰. اندازه‌گیری پیشینه نیروی کشش مالبندی دو نوع تراکتور متداول در ایران با توجه به خواص مکانیکی خاک. مجله دانش کشاورزی، جلد ۱۱، شماره ۴، صفحات ۷۵-۶۵، دانشگاه تبریز.
- عباسپور، ی.، ۱۳۸۴. تهیه نقشه پیوسته انرژی سیستم‌های مختلف خاکورزی و ارائه مدل پیش‌بینی انرژی مورد نیاز

- با استفاده از مدل شبکه عصبی مصنوعی، رساله دکتری، دانشکده مهندسی بیوسیستم کشاورزی، دانشگاه تهران.
- عطائی، ر.، ۱۳۸۳. بررسی و ارزیابی اثر محرک نمودن چرخ‌های جلو (FWA) تراکتور MF285 بر بازده توان تولیدی و عملکرد کششی آن، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
- ندرلو، ل.، ۱۳۸۷. تعیین معادله رگرسیونی مقاومت ویژه گاوآهن‌های برگردان‌دار، بشقابی و قلمی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی بیوسیستم کشاورزی، دانشگاه تهران.
- Burt, E. C., and P. W. Lyne. 1985. *Velocity effects on traction performance*. Transactions of the ASAE. 28(6): 1729-1737.
- Ismail. et al. 1981. *A preliminary investigation of a combined slip and draught control for tractor*. Journal of Agricultural Engineering Research. 26(3): 293-306.
- Ismail. S. M., G. Singh, and D. Gee-Clough. 1983. *Comparision of the field performance of three implement control systems for a tractor*. Journal of Agricultural Engineering Research. 28(12): 521-536.
- Karnatak, J. 2002. *Effect of planter forward speed and depth of operation on draft and ground wheel slip*. Journal of Agricultural Science. 23(4): 665.
- Karimi, I., S. R. Mousavi Seyedi, and R. Tabatabaekoloor. 2012. *Performance evaluation of a light tractor during plowing at different levels of depth and soil moisture content*. Journal of Applied and Basic Science. 3(3): 626-631.
- Rashidi, M., I. Najjarzadeh, B. Jaberinasab, S. M. Emadi and M. Fayyazi. 2013. *Effect of soil moisture content, tillage depth and operation speed an draft force of moldboard plow*. Journal of Science Research. 16(2): 245-249.
- Olatunji, O. M., W. I. Burubai and R. M. Davies. 2009. *Effect of weight and draught on the performance of disc plough on sandy loam soil*. Journal of Applied Science, Engineering and Technology. 1(1):22-26.
- Shebi, J. G., and F. G. Braide. 1988. *Comparative tractive performance of three tractors*. Journal of Agricultural Mechanization in Asia, Africa & Latin America. 19(2): 25-29.
- Srivastava, A. K., C. E. Georing, and R. P. Roger. 1993. *Engineering principles of agricultural machines*. American Society of Agricultural Engineers (St. Joseph, Mich). 6(2): 383-392.
- Zoz, F. M., and R. D. Grisso. 2003. *Traction and Tractor Performance*. ASAE Publication Number 913C0403.

Analysis of Moldboard Plowing Performance Parameters Effect on Driving Wheels Slip, Draft and Traction Efficiency

M. Naghdiyan^{1*} and Sh. Abdollahpour¹

Received: 12 Apr 2014

Accepted: 10 Jun 2014

¹Department of Agricultural Machinery Engineering, Faculty of Agriculture, University of Tabriz

*Corresponding author: E-mail address: Naghdiyan.mehran@gmail.com

Abstract

The most effective way to optimize traction performance of tractor is creation of proper coordination between power, load on driving wheels, forward speed and draft of implements with wheels slip. In this study, the effects of speed and depth of plowing on slip, draft force and traction efficiency of ITM299 tractor were measured. In this regards, drawbar pull, rolling resistance and slip of driving wheels has directly been measured. Field tests were done on clay soil with 14% constant moisture content (based on dry weight), performed in a randomized complete blocks design with factorial effects of two levels of tillage depth (20 and 30 cm) and three levels of forward speed (3, 4.5 and 6 km/h). According to the results of experimental tests, increase in forward speed and tillage depth lead to increase in drawbar pull. However, increase in tillage depth or reduce in forward speed lead to increase in drive wheels slip. Interaction effect of tillage depth and speed on draft and tractor wheels slip was insignificant. The most effective parameter on traction ratio was forward speed. So that the maximum traction ratio (80.82%) occurred with the average tillage depth and maximum speed and with the slip of 10.5%.

Keywords: Draft, Drive wheel, Dynamometer, Tractor