نهمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی
(مکانیک بیوسیستم) و مکانیزاسیون
پردیس کشاورزی و منابع‌طبیعی دانشگاه تهران
۲ و ۳ اردیبهشت ۱۳۹٤ - کرج

بررسی برخی عوامل مؤثر در توان مال‌بندی موردنیاز برای کشش گاوآهن برگردان

مهدی قادری [۱*]، سید حسین کارپرورفرد [۱] و حسین رحمانیان کوشککی [۲]

۱ ، ۲ و ۳– به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس و استاد و دانشجوی دکترای گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی دانشکده دانشگاه شیراز

ایمیل مکاتبه کننده: Ghaderimahdi88@gmail.com

چکیده

هدف از انجام این تحقیق بررسی برخی عوامل مؤثر بر مقاومت کششی گاوآهن برگرداندن تک خیش است. برای انجام آزمایش‌های مزرعه‌ای از طرح فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با تیمارهای طول کفشک در ۵ سطح (٤۵و ۲۲،۳۰،۳۵،٤۰ سانتی‌متر)، عمق شخم در دو سطح (۳۵و ۲۵ سانتی‌متر)، سرعت پیشروی در دو سطح (٤و۲ کیلومتر بر ساعت) و در سه تکرار انجام شد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین اثرات ساده و اثرات متقابل تمام تیمارها برافزایش نیروی موردنیاز برای کشش، اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد وجود دارد. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیش-ترین و کم‌ترین مقدار نیرو موردنیاز به ترتیب در طول کفشک ٤۵ سانتی‌متر و ۲۲ سانتی‌متری به‌دست‌آمده. هم‌چنین سرعت ٤ کیلومتر بر ساعت و عمق ۳۵ سانتی‌متر نیروی کشش زیادتری نسبت به‌سرعت ۲ کیلومتر بر ساعت و عمق ۲۵ سانتی‌متر را به خود اختصاص داد. با بررسی اثر متقابل هر سه تیمار بر نیروی موردنیاز برای کشش بهترین طول کفشک و عمق شخم و سرعت پیشروی ازلحاظ کمینه نیروی کششی در طول ۲۲ سانتی‌متری سرعت ۲ کیلومتر بر ساعت و عمق ۲۵ تا ۳۵ سانتی‌متری از سطح خاک به دست آمد.

واژه‌های کلیدی: نیروی کشش، طول کفشک، عمق شخم، سرعت پیشروی.

مقدمه

در کشاورزی مکانیزه اطلاع از میزان انرژی موردنیاز محصولات زراعی و عملیات ماشینی برای انتخاب و کنترل دقیق مقدار مطلوب توان محور توان دهی، نیاز مقاومت کششی و گشتاور ادوات کشاورزی در شرایط کاری مزرعه باید مشخص گردد. بعلاوه این اطلاعات در طراحی و ساخت و بهینه کردن ماشین‌های کشاورزی مورداستفاده قرار می‌گیرد. تیلور و همکاران[۱] (۱۹۹۱) به این نتیجه رسیدند که پایداری کشاورزی به سودآوری زراعت وابسته است؛ بنابراین کشاورزان همواره برای تولید بیشتر و کمتر کردن هزینه‌ها تلاش می‌کنند. تا بهره‌وری را افزایش دهند. ازاین‌رو برای افزایش بهره‌وری تراکتور

[1] *Taylor et all*

هماهنگ کردن وسیله‌های متصل به تراکتور باقدرت تراکتور عامل بسیار مهمی تلقی می‌شود؛ زیرا باعث کاهش هزینه‌ای عملیاتی، کاهش تلفات انرژی، بهبود بهره‌وری و استفاده بهینه از سرمایه و هزینه‌های ثابت می‌شود [*Taylor et all., 1991*]. درنتیجه محاسبه و دانستن نیروی موردنیاز ادوات خاک‌ورزی و کشاورزی برای پایداری کشاورزی و افزایش بازده و سود نیازی مهم به‌حساب می‌آید. گاوآهن برگردان دار یکی از ابزار خاک‌ورزی اولیه می‌باشد که خاک را برش داده، بالا آورده، خردکرده و سپس برمی‌گرداند و در خاک‌های مختلف با تغییرات جزئی در صفحه برگردان کاربرد دارد. کفش یکی دیگر از قسمت‌های عامل خاک ورز گاوآهن می‌باشد. قطعه‌ای است فلزی که درواقع یک‌طرف گوه سه وجهی خیش را تشکیل می‌دهد، کار آن حفظ تعادل گاوآهن و مقاومت در برابر نیروهای جانبی است که از طرف لایه خاک برگردان‌شده به گاوآهن وارد می‌شود. کفش برحسب نوع عامل خاک ورز و همچنین نوع کاربرد آن طراحی می‌گردد و به صورت‌های ثابت و قابل تنظیم ساخته می‌شود. بررسی مقاومت کششی در ماشین‌های خاک‌ورزی بسیار مهم می‌باشد؛ زیرا این ماشین‌ها باید با حداقل انرژی مصرفی عملیات تهیه بستر بذر را در حد قابل‌قبول انجام دهند تا باعث سودآوری شوند [*Iqbal et all,.1994*]. ندرلو و همکاران (۱۳۸۸) با استفاده از یک بارسنج کششی با ظرفیت ۲۰ کیلو نیوتنی مقاومت کششی برای گاوآهن‌های برگردان دار، بشقابی و قلمی در خاک لومی رسی منطقه کرج را اندازه‌گیری کردند؛ و اثرات سرعت پیشروی و عمق شخم بر مقاومت کششی این گاوآهن‌ها را ارزیابی کردند. آن‌ها از معادله رگرسیونی خطی چندگانه برای نوشتن معادله استاندارد مقاومت ویژه ادوات مذکور بر اساس استاندارد ASAE,D 497.5 استفاده کردند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که با افزایش عمق شخم نیروی کشش هم افزایش می‌یابد و همچنین مقاومت کششی به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر سرعت پیشروی قرار گرفت .ضرایب معادله مقاومت کششی ویژه با استفاده از تجزیه‌وتحلیل رگرسیونی تعیین شد. این ضرایب (A,B,C) برای گاوآهن برگردان دار به ترتیب ۲۵٦/۲٦، ۲/۲۸ و ۱۲/۱۱، گاوآهن بشقابی ۱۵۲/۲۸، ۳/۷۹ و ۹/٦٦ و گاوآهن قلمی ۲٦/۹، ۱۲/۱۸ و ۰/۱۳ به دست آمد [ندرلو و همکاران، ۱۳۸۸]. همت و همکاران (۱۳۸۷) به بررسی تأثیر نوع پنج‌تیغه بر عملکرد گاوآهن برگردان دار در دو سطح مختلف رطوبت خاک و دو عمق شخم در یک خاک لوم رسی سیلتی پرداختند. آن‌ها متوجه شدند که کاهش رطوبت خاک از مقدار بهینه شخم‌زنی (۰/۸۵ حد خمیری) به خشک (۰/۵۵ حد خمیری)، لغزش چرخ‌های محرک را به‌طور معنی‌داری به بیش از دو برابر افزایش داد و فقط مقاومت کششی گاوآهن مجهز به تیغه نوک‌منقاری را به‌اندازه ۲۸٪ و به‌طور معنی‌داری افزایش داد. با افزایش عمق کار به‌اندازه ۳۳٪، مقاومت کششی، توان مال‌بندی و لغزش به ترتیب به‌اندازه ۳۳، ٤۸ و ۲۳ درصد و به‌طور معنی‌داری افزایش یافت [همت و همکاران، ۱۳۸۷]. گیریسو و همکاران[1] (۲۰۰۷) برای افزایش بازده عملیاتی کشش و توان تراکتور و ادوات مرکب هماهنگ کردند. آن‌ها با استفاده از یک صفحه گسترده برای متناسب‌سازی شکل‌های مختلف تراکتورها با ادوات مختلف بر اساس معادله استاندارد ASAE با در نظر گرفتن شرایط زمین، عرض وسیله، عمق شخم و سرعت پیشروی اقدام به این کارکردند [Grisso et all., 2007].

[1] R. D. Grisso

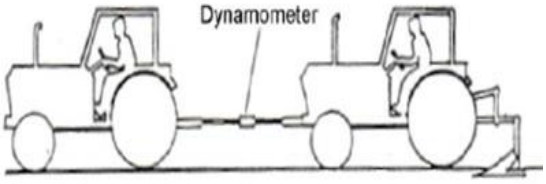
هدف از این تحقیق بررسی تأثیرات اثرات ساده و متقابل افزایش طول کفشک به همراه عمق و سرعت بر نیروی موردنیاز برای کشش گاوآهن تک خیش بود که محاسبات طول کفشک می‌تواند در طراحی گاوآهن برگردان دار و نتایج حاصل از تجزیه‌وتحلیل طول کفشک، عمق خیش و سرعت شخم می‌تواند در انتخاب و انطباق تراکتور و گاوآهن مورداستفاده قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در مزرعه‌ی تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز واقع در ۱۵ کیلومتری جاده شیراز اصفهان (شمال غربی شهر شیراز) اجرا گردید؛ که شیب زمین در جهت طول و عرض آن دو در هزار بوده و پستی بلندی قابل‌توجهی در زمین وجود نداشت مگر پشته‌های کم ارتفاع ناشی از کاربرد خط زن و همچنین پشته‌های ایجادشده توسط که به‌موازات حرکت تراکتور در مزرعه ایجادشده بود. برای اندازه‌گیری بافت و رطوبت خاک نمونه‌هایی از اعماق ۱۰-۲۰، ۲۰-۳۰ و ۳۰-۳۵ سانتی‌متر از نقاط مختلف مزرعه به‌طور تصادفی از کرت‌های مختلف انتخاب شدند. سپس با ترازوی دیجیتال توزین و برای ۲٤ ساعت در اون با دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. سپس نمونه‌ها خارج و توزین شد و در هر دو حالت وزن قوطی کم شد و در صد رطوبت۸/۵ بر اساس وزن خشک به دست آمد.

جهت اندازه‌گیری پارامتر موردنظر، کرت‌های آزمایشی با طولی معادل ٤۰ متر برای کار با گاوآهن برگردان دار در نظر گرفته شد حدود ۱۰ متر از طول زمین در ابتدا و انتها جهت دور زدن‌ها و رسیدن به عمق مطلوب شخم‌زنی در نظر گرفته و ۲۰ متر باقیمانده برای اندازه‌گیری پارامتر موردنظر اختصاص داده شد. تقسیم‌بندی‌های اشاره‌شده توسط گچ در سطح مزرعه انجام گرفت.

جهت انجام آزمایش‌ها از تراکتورهای مسی فرگوسن ۲۸۵ و ۳۹۹ استفاده گردید. از تراکتور ۳۹۹ ششش سیلندر به‌عنوان تراکتور کشنده و از تراکتور ۲۸۵ چهار سیلندر به‌عنوان تراکتور حامل گاوآهن استفاده گردید. به هنگام انجام آزمایش از تمامی سیستم‌های تشکیل‌دهنده تراکتورها بازدید به عمل آمد و هر دو تراکتور سالم و فاقد نقص فنی تشخیص داده شد. لاستیک‌های عقب و جلوی دارای عاج درحد قابل قبولی بودند. در طول کلیه آزمایش‌ها تراکتور حامل با سرعت‌های مشخص‌شده با دنده و دور موتور مناسب کشیده می‌شد به‌منظور تعیین سرعت پیشروی تراکتور در هر کرت، زمان سپری شدن طول مسیر آزمایش توسط کرنومتر ثبت گردید.

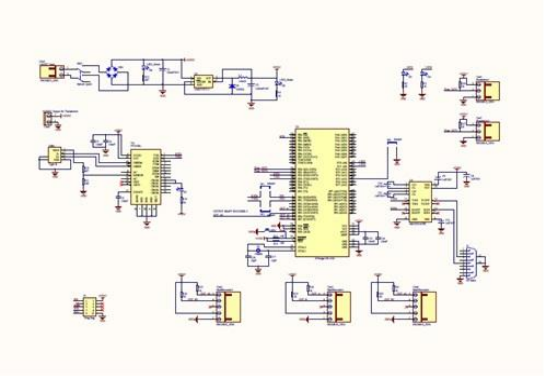


شکل ۱ نحوه انجام آزمون دو تراکتوری

سامانه داده‌برداری[1]

از یک برد الکترونیکی برای جمع‌آوری داده‌های اندازه‌گیری شده توسط بارسنج[2] در این پژوهش استفاده شد. ازآنجایی‌که خروجی بارسنج‌ها به‌صورت ولتاژ می‌باشد؛ برای تبدیل ولتاژ خروجی به نیرو، بارسنج نیازمند واسنجی می‌باشد که برای این کار از ترانسمیتر مدل TM-1020 ساخت شرکت تیکا[3] استفاده گردید. این ماژول سیگنال خروجی بارسنج یا کرنش‌سنج را به‌صورت ٤ سیمه دریافت کرده و پس از محاسبات و پردازش، در خروجی به شکل سریال یا آنالوگ قابل‌دسترسی قرار می‌دهد. برد الکترونیکی خروجی ترانسمیتر را دریافت کرده و از طریق یک درگاه USB به یک رایانه قابل‌حمل و نقل می‌کرد.

برای تغذیه[4] مدار و بارسنج از باتری تراکتور، اینورتر[5] و ترانس استفاده گردید. بدین ترتیب که جریان ۱۲ ولت مستقیم خروجی از باتری تراکتور وارد اینورتر شده و به جریان ۲۲۰ ولت متناوب تبدیل‌شده و این جریان با استفاده از یک ترانس دوباره به جریان ۱۲ ولت مستقیم تبدیل‌شده و برق مدار و حسگرها را تأمین می‌کرد. جریان مستقیم خروجی از ترانس به‌مراتب کم نوسان‌تر از جریان مستقیم باتری تراکتور بود.



شکل ۲نقشه برد الکترونیکی استفاده‌شده در این پژوهش.

از یک نرم‌افزار جهت راه‌اندازی و کنترل مدار الکترونیکی استفاده گردید. در تنظیمات این نرم‌افزار، درگاه مربوط به اتصال به رایانه مشخص‌شده و پس از اتمام داده گیری، داده‌های حسگرها به‌صورت یک فایل اکسل در رایانه ذخیره می‌شد. نرخ داده‌برداری در این پژوهش ۱۰۰ میلی‌ثانیه بود.

در اجرای این تحقیق از وسیله‌ی خاک ورز اولیه‌ای به نام گاوآهن برگردان دار تک خیش که به‌صورت سوار به پشت تراکتور وصل گردید.عمق عملیات خاک‌ورزی در ۲۵،۳۵ سانتی‌متری با دو سرعت ۲ و ٤ کیلومتر در ساعت و با طول کفشک‌های ۲۲، ۳۰، ۳۵، ٤۰، ٤۵ سانتی‌متر و در سه تکرار به اجرا درآمد و در هر داده بردار عمق شخم به‌طور دقیق کنترل

[1]- Data acquisition system
[2] - Load cell
[3]-Tika
[4]- Excitation
[5]- Inverter

شد. که به‌منظور کنترل عمق اهرم کنترل عمق خیش در وضعیت مشخص‌شده قرار می‌گرفت و همچنین به‌طور پیوسته عمق شخم با متر اندازه‌گیری و کنترل می‌گردید. قابل‌ذکر است که قبل از شروع آزمون مزرعه‌ای جهت به حداقل رساندن نیرو-های غیرمفید به ادوات خاک ورز اقدام به تنظیم گاوآهن و ایجاد ترازهای طولی و عرضی گردید.

پس از نصب بارسنج بین دو تراکتور درحالی‌که تراکتور حامل گاوآهن روشن و در دنده‌خلاص قرار داشت و گاوآهن متصل به آن از زمین بلند شده توسط تراکتور کشنده، کشیده شده وارد کرت مورد آزمایش می‌گردید. سپس گاوآهن توسط اهرم هیدرولیک تراکتور حامل گاوآهن وارد خاک می‌گردد آنگاه تراکتور کشنده دریک مسیر در داخل کرت در طول ٤٠ متر تراکتور حامل و گاوآهن متصل به آن را می‌کشید. در این حالت بارسنج هیچ نیرویی را ثبت نمی‌کرد و در این مسیر شخم دو هدف دنبال می‌گردید. اول در این مسافت عمق شخم موردنظر با کمک اهرم کنترل عمق و کشش تراکتور حامل تنظیم، مشخص، علامت‌گذاری و اندازه‌گیری گردد. دوم اینکه شیاری در مسیر حرکت ایجاد می‌گردید در دور بعدی می‌بایست چرخ‌های جلو و عقب سمت راست هر دو تراکتور برای حالت شخم واقعی در داخل آن قرار گیرند. .سپس تراز طولی و عرضی انجام می‌گرفت. این روش در اجرای تمام آزمایش‌ها مورداستفاده قرار گرفت و در پایان گاوآهن از خاک خارج می‌گردید و پس از دور زدن و طی مسافت ٤٠ متر و در صورت نیاز تنظیم طول کفشک مجدداً وارد همان کرت می‌شدند. در این مرحله ابتدا گاوآهن وارد خاک شده و مسافتی معادل با ۱۰ متر در طول کرت برای رسیدن به عمق مناسب کشیده می‌شد. سپس بارسنج ثبت داده‌ها را شروع می‌کرد. سرعت پیشروی در نتایج به‌دست‌آمده بسیار حائز اهمیت بود بنابراین در تمام آزمایش‌ها ۲۰ متر داده‌برداری شده را سعی شد با یک سرعت و در طول یک بازه‌ی زمانی و یک‌دنده و دور موتور مشخص پیموده شود؛ که در سه بار راهپیمایی تراکتور نیروی کشش ناخالص تراکتور حامل ثبت و درنتیجه مقاومت کششی گاوآهن توسط بارسنج ثبت گردید. سپس با تغییر طول کفشک و طی مراحل بالا آزمایش‌ها بعدی انجام شد. سپس با دو سرعت موردنظر و سه تکرار درحالی‌که خیش توسط تراکتور حامل از زمین بیرون آورده شده بود توسط تراکتور کشیده شده و داده‌ها توسط بارسنج ذخیره شد. این داده‌ها نیروی موردنیاز برای کشش تراکتور حامل خیش را نشان داده که برای به دست آوردن کشش دقیق و خالص موردنیاز برای گاوآهن در انتها از سایر داده به‌دست‌آمده کم شد. سپس داده‌های به‌دست‌آمده وارد نرم‌افزار SAS گردید و از آزمون فاکتوریل در قالب بلوک کامل تصادفی برای تجزیه تحلیل استفاده شد.

جدول ۱ تجزیه واریانس اثرات اصلی و متقابل طول کفشک و عمق شخم و سرعت پیشروی بر مقاومت کششی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات نیروی کشش
بلوک	2	۱/٤^{ns}
طول (L)	٤	٤۲/۸۸**
عمق (D)	۱	۷/٤٤**
سرعت (S)	۱	۳۰/۳٦**
طول ×عمق (L×D)	٤	۲/۸۷**
طول × سرعت (L×S)	۳	۲٤/۰۹**
عمق × سرعت D×S	۱	۰/۸۱**
طول×عمق × سرعت (L×D×S)	۳	۱/۸۱**
خطا (E)	۳٤	۰/۰۷

**وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪

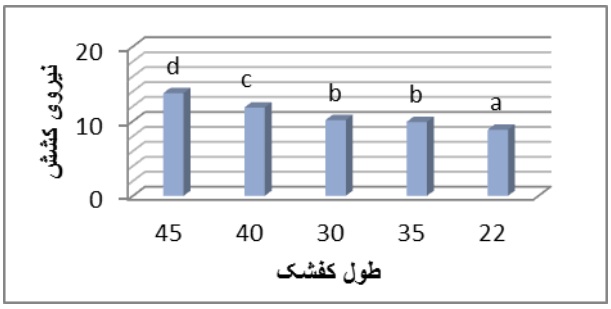
ns عدم وجود اختلاف معنی‌دار

جدول ۲ مقایسه میانگین اثرات طول کفشک، عمق و سرعت بر نیروی مقاومت کشش توسط آزمون دانکن

طول	٤۵	۱۳/۷٦d
	٤۰	۱۱/۸۳c
	۳۰	۱۰/۱۵b
	۳۵	۹/۹٦b
	۲۲	۸/۸٦a
عمق	۳۵	۱۱/۱۷b
	۲۵	۱۰/۵۹a
سرعت	30	۱۱/۵۹b
	23	۱۱/۲٤a

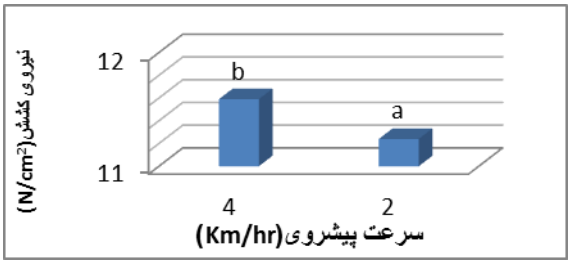
نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه‌وتحلیل واریانس اثرات اصلی و متقابل طول کفشک، عمق شخم‌زنی و سرعت حرکت و توان مالبندی موردنیاز در عملیات خاک‌ورزی به‌وسیله گاوآهن برگردان دار تک خیش در جدول یک آورده شده است؛ و نتایج آزمون مقایسه میانگین دانکن در سطوح ۱٪ در جدول دو ارائه گردید که از بررسی جدول مذکور نتایج زیر به دست می‌آید. نتایج نشان داد که افزایش طول کفشک اثر معنی‌داری در افزایش نیروی کشش موردنیاز داشته است با توجه به اینکه هدف از استفاده کفشک حفظ تعادل گاوآهن و مقاومت در برابر نیروهای جانبی است با افزایش طول کفشک سطح درگیری خاک شیار شخم با گاوآهن افزایش‌یافته و موجب افزایش جذب نیروهای جانبی شده است،که از طرف لایه خاک برگردان‌شده به گاوآهن وارد می‌شود.که این افزایش درگیری علاوه برافزایش اصطکاک موجب افزایش فشار به دیواره شیار شخم و مسطح کردن کف شیار شخم می‌شود شیار شخم می‌شود که موارد بالا دلیل افزایش نیرو می‌باشند همان‌طور که در نمودار ۱ دیده می‌شود طول کفشک ٤٥ بیشترین و ۲۲ سانتی‌متری کم‌ترین نیرو را به خود اختصاص داده است. ولی طول‌های ۳۰ و ۳۵ سانتی‌متری اختلاف معنی‌داری باهم نداشته‌اند. که همان‌طور که قبلاً اشاره شد دلیل این افزایش نیرو درگیری بیشتر با خاک شیار شخم می‌باشد.



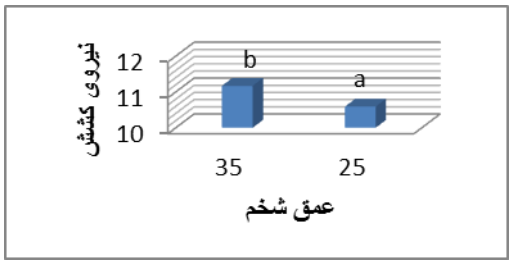
نمودار ۱ مقایسه میانگین‌های طول کفشک (سانتی‌متر) با نیروی کشش تراکتور (نیوتن بر سانتی مترمربع)

همچنین نتایج جدول یک نشان می‌دهد با افزایش سرعت نیروی کشش موردنیاز نیز افزایش‌یافته است که ندرلو و همکاران این موضوع را نیز بیان کرده‌اند[ندرلو و همکاران،۱۳۸۷]. در نمودار ۲ نشان می‌دهد که افزایش سرعت روند رو به صعودی در افزایش توان مالبندی موردنیاز برای کشش گاوآهن تک خیش داشته است.



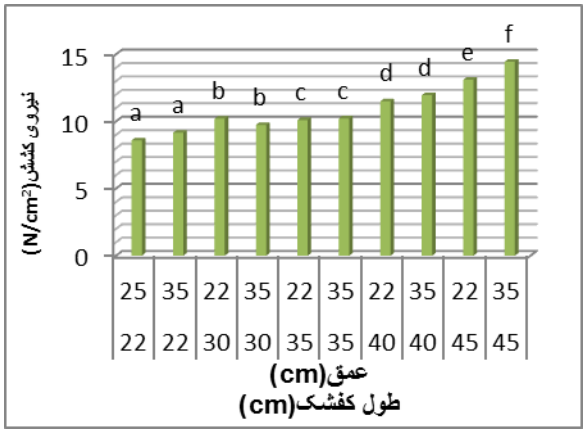
نمودار ۲ مقایسه میانگین سرعت پیشروی (کیلومتر بر ساعت) با نیروی کشش (نیوتن بر سانتی مترمربع)

نمودار ۳ نشان می‌دهد افزایش عمق شخم نیز باعث افزایش نیروی کشش موردنیاز شده است؛ که [ندرلو و همکاران،۱۳۸۸] و همچنین [همت و همکاران،۱۳۸۷] نیز طی گزارشی این نتیجه را تأیید می‌کنند.



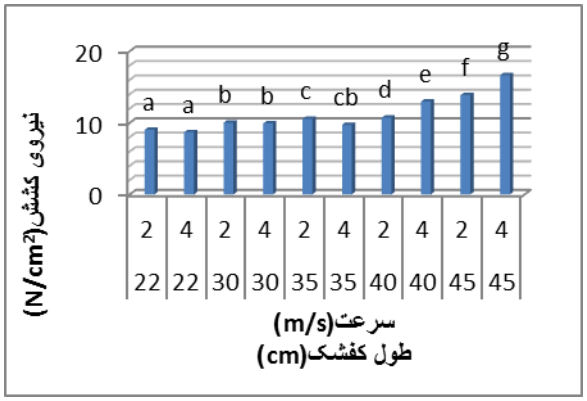
نمودار ۳ مقایسه میانگین‌های عمق شخم (سانتی‌متر) با نیروی کشش (نیوتن بر سانتی مترمربع)

همچنین نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثرات متقابل طول کفشک، عمق و سرعت اثر معنی‌داری در نیروی کشش موردنیاز گذاشته است.



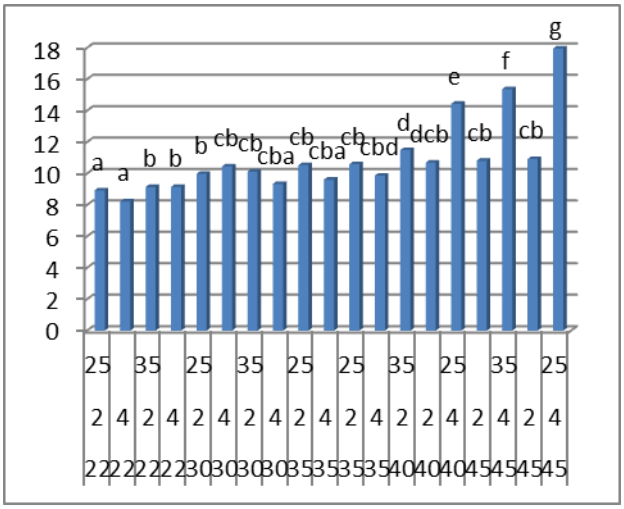
نمودار ٤ مقایسه میانگین اثر متقابل عمق خیش و طول کفشک (سانتی‌متر) خیش بر نیرو موردنیاز برای کشش (نیوتن بر سانتی مترمربع)

نمودار ٤ نشان می‌دهد که عمق‌های مختلف ۲۵ و ۳۵ در طول کفشک‌های ٤۰و۳۵،۳۰،۲۲ سانتی‌متری افزایش چندانی نداشته و معنی‌دار نشده است ولی طول کفشک ٤۵ سانتی‌متر در هر دو عمق دارای اثر معنی‌داری می‌باشد که این به دلیل سطح زیاد درگیر با خاک ایجادشده است.



نمودار ۵ مقایسه میانگین اثر متقابل سرعت پیشروی (کیلومتر بر ساعت) و طول کفشک (سانتی‌متر) خیش بر نیرو موردنیاز برای کشش (نیوتن بر سانتی مترمربع)

نمودار ۵ گویای این است که افزایش طول کفشک فقط در طول ٤۵ سانتی‌متر در دو سرعت با یکدیگر تفاوت معنی‌داری داشته است که دلایل این افزایش نیرو را می‌توان علاوه برافزایش سطح درگیری خاک با کفشک شامل افزایش نیروی وارده از طرف خاک به خیش به دلیل افزایش سرعت پیشروی دانست.



نمودار ٦ مقایسه میانگین اثر متقابل در محور افقی به ترتیب از بالا به پایین عمق خیش (سانتی‌متر) سرعت پیشروی (کیلومتر بر ساعت) و طول کفشک (سانتی‌متر) خیش بر محور عمودی نیرو موردنیاز برای کشش (نیوتن بر سانتی مترمربع)

در نمودار بالا می‌توان به بهترین ترکیب ازلحاظ کمترین مقاومت کششی پی برد که این مهم در طول کفشک ۲۲ سانتی‌متر و سرعت ۲ کیلومتر بر ساعت و عمق ۲۵ یا ۳۵ حاصل می‌گردد.

جدول ۳ ماتریس همبستگی طول کفشک، عمق شخم، سرعت پیشروی و نیروی کشش

	طول کفشک	عمق	سرعت	نیروی کشش
طول کفشک	۱	۰/۰۷۱	۰	۰/٦۹
عمق	۰/۰۷۱	۱	۰/۱۰	۰/۱۲
سرعت	۰	۰/۱۰	۱	۰/۲۹
نیروی کشش	۰/٦۹	۰/۱۲	۰/۲۹	۱

نتایج جدول همبستگی ۳ نشان داد که بیشترین همبستگی بین طول کفشک و نیروی کشش موردنیاز که مقدار این همبستگی ٦۹ در صد بوده است. همچنین نشان می‌دهد که تیمارهای عمق و سرعت نیز هریک به ترتیب ۱۲ و ۲۹ درصد با نیروی کشش موردنیاز هم‌بستگی داشته است.

جدول ٤ تجزیه واریانس رگرسیون اثر طول کفشک، عمق خیش و سرعت پیشروی بر نیروی کشش موردنیاز

منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F
رگرسیون	۲	۱۸٤/۸٦	۹۲/٤۳	۳۷/۸۵**
باقی‌مانده	۵۷	۱۳۹/۲۱	۲/٤٤	
کل	۵۹	۳۲٤/۱		

**معنی‌داری در سطح ۱٪

اگر در جدول تجزیه واریانس رگرسیون (٤) برای طول کفشک a و برای عمق خیش b و برای سرعت پیشروی c و نیروی کشش Y را در نظر بگیریم معادله زیر

$$Y = 0.2a + 0.1c - 0.81$$

به دست خواهد آمد.؛ که نشان‌دهنده اهمیت بیشتر طول کفشک نسبت به عمق و سرعت پیشروی می‌باشد.

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی با افزایش طول کفشک گاوآهن نیروی جانبی واردشده از طرف قطعه خاک شیار به گاوآهن افزایش‌یافته که این موجب افزایش نیروی موردنیاز برای کشش گاوآهن تک خیش می‌شود همچنین افزایش عمق و سرعت نیز باعث افزایش کشش موردنیاز گشته؛ و همچنین معادله رگرسیون و ماتریس همبستگی نشان داد که طول کفشک می‌تواند یکی از پارامترهای مهم در طراحی گاوآهن برگردان دار و همچنین انتخاب و انطباق تراکتور و گاوآهن محسوب گردد.

منابع و مآخذ

۱. ندرلو, وهمکاران ۱۳۸۸. تعیین ضرایب معادله مقاومت کشش ویژه گاوآهن‌های برگردان دار، بشقابی و قلمی. مهندسی بیوسیستم ایران (علوم کشاورزی ایران),: .۱۳۹p–۱٤٥.

۲. همت, ع., ا. احمدی, و معصومی, تأثیر نوع تیغه بر عملکرد گاوآهن برگردان دار در سطوح مختلف رطوبت خاک و عمق شخم. علوم کشاورزی ایران, ۱۳۸۷. ۳۹(۱): .۸۷p–۹۷.

3. Grisso, R. Perumpral, and J. ja Zoz, F. 2007. Spreadsheet for matching tractors and drawn implements. Applied Engineering in Agriculture. 23(3): p. 265-269.
4. Iqbal, M., et al., ۱۹۹۴. Draft requirements of selected tillage implements. AGRICULTURAL MECHANIZATION IN ASIA AFRICA AND LATIN AMERICA, ۲۵: p. .۱۳-۱۳
5. Taylor, R., Schrock, M., and Wertz, K. 1991. Getting the most from your tractor. Department of Agricultural Engineering. Cooperative Extension Service, Kansas State Univeristy, Manhattan.

Evaluation of some effective factors on drawbar power needed to pull moldboard plow

Abstract

The purpose of this research was to evaluate effects of some factors on draft of single moldboard plow. Field tests were conducted as a factorial experiment arranged in a complete randomized block design in three replications. Treatments consisted of five levels of shoe lengths (22, 30, 35, 40 and 45 cm), two levels of tillage depths (25 and 35 cm) and two levels of forward speeds (2 and 4 $\mathrm{km\,h^{-1}}$). Analysis of variance was showed that there was significant difference in the level of 1% between simple and interaction effects of all treatments upon increasing the draft force. The results of the comparison of means confirmed that the maximum and minimum amounts of needed draft force were at 45 cm and 22 cm shoe length, respectively. In speed of 4 $\mathrm{km\,h^{-1}}$ and depth of 35 cm, draft force was needed more than 2 $\mathrm{km\,h^{-1}}$ and depth of 25 cm.

Keywords: draft, shoe length, tillage depth, forward speed