مجله علمی-پژوهشی

علوم کشاورزی

سال دوازدهم، شماره (۳) ۱۳۸۵

تاثیر میزان سنگین‌کننده و سرعت پیشروی بر بکسوات و مصرف سوخت تراکتور ITM285

قادر نقوی مرادخانلو

کارشناس ارشد مکانیک ماشینهای کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

محمد هادی خوش‌تقاضا

استادیار گروه مکانیک ماشینهای کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس (مسئول مقاله)

سعید مینایی

استادیار گروه مکانیک ماشینهای کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

چکیده

تاثیر میزان سنگین‌کننده و سرعت پیشروی بر بکسوات، نیروی مالبندی و مصرف سوخت تراکتور ITM285 کابین‌دار، در حین کشش گاوآهن، مورد بررسی قرار گرفت. عملیات شخم در دو سرعت‌های پیشروی ۴/۵ و ۵/۵ km/h در دنده‌های سه و چهار سنگین (دور موتور ۲۰۰۰rpm) برای انجام آزمایش‌ها انتخاب شدند. میزان سنگین‌کننده‌ها روی محور عقب تراکتور در ۹ سطح و سرعت پیشروی در دو سطح به صورت آزمایش‌های فاکتوریل در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی انجام گرفت. بکسوات به روش دستی و میزان مصرف سوخت بوسیله سوخت سنج ساخته شده مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد که پارامترهای سرعت و سنگین‌کننده و اثر متقابل آنها تاثیر معنی‌داری بر مصرف سوخت و بکسوات تراکتور ITM285 م همچنین سنگین‌کننده بر روی نیروی مالبندی تاثیر معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ داشتند، به طوری که با افزایش ۱۱۵۰kgf سنگین‌کننده روی محور عقب تراکتور، مصرف سوخت ۱۵/۶٪، و بکسوات ۵۸/۹٪ کاهش و نیروی مالبندی ۳۶/۳٪ افزایش داشته است. سرعت بر نیروی مالبندی تاثیر معنی‌داری نداشته است.

واژه‌های کلیدی: تراکتور، مصرف سوخت، سنگین‌کننده، نیروی مالبندی، بکسوات.

مقدمه

در سال ۱۳۸۱ حدود ۹۵ درصد قسمتهای مختلف تراکتور ITM285 در ایران ساخته شده و تولید سالانه حدود ۱۴۰۱۴ دستگاه بود که برای سال ۱۳۸۲ تولید ۱۷۵۰۰ دستگاه پیش‌بینی شده است[۱]. با توجه به آمار تولید تراکتور در کشور، اگر مصرف سوخت

۱- این اعداد از مسئولین شرکت تراکتور سازی ایران-تبریز در زمان اجرای این طرح در این شرکت از دفتر سالانه استخراج شده است.

تاریخ دریافت مقاله ۸۳/۳/۲۵ تاریخ دریافت نسخه نهایی ۸۴/۴/۱۵

Archive of SID

www.SID.ir

تراکتور بهینه گردد، مبالغ هنگفتی در هزینه کشور صرفه‌جویی خواهد شد. با توجه به اینکه تراکتورهای مسی‌فرگوسن در مقایسه با تراکتورهای دیگر نظیر جاندیر و رومانی از وزن کمتری برخوردارند لذا در عملیات سنگینی مثل خاک‌ورزی برای رسیدن به راندمان بالاتر بایستی از سنگین‌کننده[1] استفاده گردد. سنگین‌کننده‌ها به صورت وزنه‌های چدنی یا بصورت آب در داخل تایرها افزوده می‌شود. سنگین‌کننده‌ها بدلیل افزایش زمین‌گیرایی بیشتر تایر با خاک باعث کنترل بکسوات[2] (لغزش چرخ[3]) و کاهش مصرف سوخت می‌گردد.

عملکرد کششی دو تراکتور متداول در ایران به نام‌های مسی‌فرگوسن ۲۸۵ و یونیورسال ۶۵۰ به ترتیب با حداکثر توان موتور ۶۵ و ۷۵ hp توسط معصومی کلاه‌لو[4] و لغوی[5] (۱۹۹۴) مورد بررسی قرار گرفت. ایشان از بین پارامترهای کاری موثر بر عملکرد کششی تراکتورها، لغزش چرخ، میزان مصرف سوخت و ظرفیت مزرعه‌ای در عملیات خاک‌ورزی را مورد ارزیابی و مقایسه قرار دادند. نتایج آزمایشها نشان داد که با بار کششی یکسان، تراکتور مسی‌فرگوسن در مقایسه با تراکتور یونیورسال دارای بکسوات و مصرف سوخت بیشتر و عملکرد مزرعه‌ای کمتری بود.

طی تحقیقی شاکر و همکاران (۱۳۸۲) در مورد اصلاح عملکرد کششی سه نوع تراکتور متداول در ایران (جاندیر ۳۱۴۰، مسی‌فرگوسن ۲۸۵ و یونیورسال ۶۵۰) آزمایشهایی انجام دادند. برای اصلاح عملکرد کششی تراکتورهای مذکور، با فاکتورهای فشار باد چرخ‌های محرک، سرعت پیشروی و وزن محور عقب در دو وضعیت موجود و مطلوب (براساس افزایش وزن تا ۱۸ درصد خوابیدگی تایرهای تراکتور در فشار باد تایر توصیه شده توسط سازنده) آزمایش‌ها با دو روش تجربی و نیمه‌تجربی انجام شد. نتایج به دست آمده نشان داد که در تراکتور یونیورسال، نیاز به اضافه نمودن وزنه اضافی برای رسیدن به وضعیت مطلوب نمی‌باشد و فقط لازم است فشار باد چرخهای محرک در حد توصیه شده ($1\,kg/cm^2$) تنظیم گردد. در تراکتورهای جاندیر وزن محور عقب در وضعیت مطلوب نسبت به وضعیت موجود بایستی کاهش یابد. وزن محور عقب تراکتور مسی‌فرگوسن برای رسیدن به وضعیت مطلوب باید ۷۰۰kgf نسبت به وضعیت موجود سنگین‌تر گردد.

در سال ۱۳۸۰ سیدلوهریس و همکاران بیشینه نیروی کشش مالبندی دو نوع تراکتور متداول در ایران را با توجه به خواص مکانیکی خاک اندازه‌گیری کردند. آزمایشها در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با ۶ تکرار انجام شد. فاکتور اول در سه سطح خاک‌ورزی یعنی خاک شخم نخورده، خاک شخم خورده و خاک شخم خورده بعلاوه دیسک خورده و فاکتور دوم در دو سطح (تراکتور MF285 با سنگین‌کننده و تراکتور ITM750 بدون سنگین‌کننده) در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که دو نوع تراکتور از نظر بیشینه نیروی مالبندی دارای اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ می‌باشند، و تراکتور MF285 نسبت به تراکتور ITM750 روی هر سه سطح خاک دارای کشش بالاتری بود. همچنین اثر شاخص مخروط خاک روی بیشینه نیروی کشش مالبندی تراکتورها در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود. بیشترین کشش مالبندی روی خاک شخم نخورده و کمترین کشش مالبندی روی خاک دیسک خورده بدست آمد. تاثیر سرعت پیشروی و درصد بکسوات روی بیشینه نیروی کشش مالبندی تراکتورها در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود.

برای مدیریت سنگین‌کننده‌های تراکتور تحقیقی توسط ویلیام[6] در سال ۱۹۹۷ انجام گرفت که اثر میزان سنگین‌کننده‌ها روی افزایش راندمان کششی بررسی شد. راندمان کششی ماکزیمم در محدوده بکسوات ۸ تا ۱۵ درصد رخ داده و توان بوسیله مقاومت غلتشی و بکسوات چرخ محرک تراکتور محدود می‌شد که برای بدست آوردن حداکثر راندمان کششی باید مقاومت غلتشی و

1 Ballast
2 Slippage
3 Wheel slip
4 Masumi kolahloo
5 Loghavi
6 Wiliam

Archive of SID

www.SID.ir

بکسوات کمینه گردند. بر این اساس آنها توزیع وزن بین محور جلو و عقب را برای تراکتورهای دو چرخ محرک بصورتی که در جدول ۱ ذکر شده، بدست آوردند

جدول ۱: توزیع وزن مناسب بین محورهای تراکتورهای دو چرخ محرک (Wiliam, 1997)

نوع ادوات	محور جلو	محور عقب
ادوات کششی	٪۲۵	٪۷۵
ادوات نیمه سوار	٪۳۰	٪۷۰
ادوات سوار	٪۳۵	٪۶۵

تاثیر سنگین‌کننده‌ها که عامل مهمی در افزایش بازده تراکتور می‌باشد، در ایران بررسی نشده است. مطالعات صورت گرفته توسط محققان ایرانی بیشتر مقایسه بین تراکتورها بوده است، با توجه به اهمیت سنگین‌کننده‌ها، روش افزایش سنگین‌کننده‌ها، برای افزایش راندمان تراکتور مورد ارزیابی قرار گرفت. اهداف این تحقیق بررسی اثر سنگین‌کننده بر بکسوات و مصرف سوخت در حین عملیات شخم‌زنی به منظور تعیین بهترین میزان سنگین‌کننده و ارائه مدلی برا ی تخمین میزان مصرف سوخت تراکتور ITM285 می‌باشد. از مدل ارائه شده می‌توان بدون انجام آزمایشهای پر هزینه تست کشش و با داشتن میزان سنگین‌کننده و نیروی مالبندی مورد نیاز برای ادوات مورد استفاده، بکسوات و مصرف سوخت تراکتور را تخمین زد.

مواد و روش‌ها:

تاثیر میزان سنگین‌کننده و سرعت پیشروی بر بکسوات، نیروی مالبندی و مصرف سرخت تراکتور ITM285 کابین‌دار، در حین کشش گاوآهن مورد بررسی قرار گرفت. توان اسمی تراکتور ITM285، ۷۵ اسب بخار، وزن محور جلو این تراکتور kgf ۱۰۰۰ و محور عقب kgf ۱۹۰۰ می‌باشد. طول کلی تراکتورmm ۳۸۹۳ و فاصله محور چرخها mm ۲۲۹۰ و ارتفاع مالبند از زمین mm ۳۸۰ است. در این آزمایش سنگین‌کننده‌های مختلفی مورد استفاده قرار گرفت. سپس آزمایش‌های کشش با گاوآهن سوار سه‌خیش در سرعت‌های مختلف انجام گردید. داده‌های جمع آوری شده شامل نیروی مالبندی، میزان مصرف سوخت، زمان طی مسیر ۵۰ متری با بار و بدون بار (برای محاسبه بکسوات) بود. آزمونها در تبریز و در مزارع شرکت تراکتورسازی با بافت خاک رسی‌لومی و رطوبت ۸٪ بر پایه خشک اجرا شد. دو سطح سرعت ۴/۴۳ و ۵/۴۹ و km/h ۸/۷۵ که به ترتیب در دنده‌های سه و چهار سنگین (همگی در دور موتور rpm۲۰۰۰) تامین می‌شد، برای انجام آزمایشها انتخاب شدند. این دو سرعت در محدوده توصیه شده برای عملیات شخم می‌باشد (منصوری‌راد، ۱۳۷۸).

توزیع وزن تراکتورITM285 کابین‌دار به میزان ٪۳۵ در محور جلو و ٪۶۵ در محور عقب می‌باشد که در محدوده توصیه شده برای ادوات سوار قرار می‌گیرد (جدول ۱). در این تحقیق ضمن ارزیابی کشش تراکتور در وضعیت فعلی (بدون سنگین کننده)، محدوده‌های دیگر نیز برای مورد ارزیابی قرار گرفت. به طوری که وزن محور جلو در محدوده ٪۳۵ تا ٪۲۵ کاهش و محور عقب از ٪۶۵ به ٪۷۵ افزایش نماید. وزن محور جلوی این تراکتور kgf ۱۰۰۰ بود. لذا با افزایش وزن روی محور عقب تا kgf ۳۰۰۰ نیازی به اضافه کردن وزنه روی محور جلو نبود. به همین دلیل در این تحقیق وزنه‌های سنگین‌کننده فقط برروی محور عقب به کار گرفته شد. در این طرح سنگین‌کننده در ۹ سطح (بدون سنگین‌کننده، ۲۰۰، ۴۰۰، ۵۵۰، ۶۰۰، ۷۵۰، ۸۰۰، ۹۵۰ و ۱۱۵۰ کیلوگرم نیرو) به محور عقب اضافه گردید. برای اضافه کردن وزنه تا kgf ۸۰۰، وزنه‌های چدنی بکار برده شد و برای اضافه کردن سنگین‌کننده بیشتر، از روش افزودن آب به تایرهای عقب استفاده گردید. از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی برای تحلیل داده‌های حاصله استفاده شد.

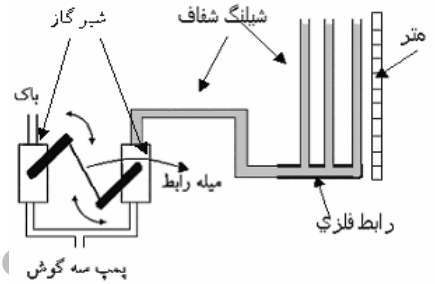
Archive of SID

www.SID.ir

برای بررسی تاثیر اضافه کردن سنگین‌کننده به تایرهای جلو، زمانی که سنگین‌کننده تایرهای عقب ۵۵۰ kgf (پرکردن تایرها با آب) بود، روی محور جلو یک بار وزنه ۱۴۰ kgf وزنه و بار دیگر ۲۸۰ kgf نصب شد.
برای بدست آوردن بکسوات چرخهای محرک از فرمول زیر استفاده شد (الماسی و همکاران، ۱۳۶۹؛ هریس‌لو و همکاران، ۱۳۸۰):

$$WS = 1 - \frac{V_a}{V_t} = 1 - \frac{t_t}{t_a} \qquad (۱)$$

در این رابطه، WS بکسوات (اعشار) t_t و t_a به ترتیب زمان لازم (s) برای طی مسیر ۵۰ متری بدون بار و با بار، V_t و V_a به ترتیب سرعت تئوری (بدون بار) و سرعت واقعی تراکتور (با بار) بر حسب متربرثانیه می‌باشد. برای محاسبه بکسوات کافی است زمان طی مسیر ۵۰ متری با بار و بدون بار اندازه‌گیری و از رابطه ۱ بکسوات محاسبه گردد.
برای اندازه‌گیری مصرف سوخت، طبق محاسبات اولیه یک مخزن با ظرفیت ۳۰۰ cm^3 برای مسیر ۵۰ متری مناسب تشخیص داده شد. همچنین یک عدد شیر سه راهه برای تغییر مسیر سوخت از باک به سوخت‌سنج مورد استفاده قرار گرفت که این شیر بین باک و پمپ سه‌گوش تراکتور نصب گردید. در موقع انجام آزمایش، تغییر وضعیت شیر، باعث مصرف سوخت از سوخت سنج می‌گردد. برای ساخت شیر سه راهه از دو عدد شیر گاز استفاده شد (شکل ۱).



شکل ۱: سوخت سنج ساخته شده

برای اندازه‌گیری نیروی مالبندی، از روش متداول تست دو تراکتوری استفاده گردید. در روش تست دو تراکتوری، تراکتور مورد آزمایش بصورت کشنده عمل می‌کند و تراکتور دیگری (تراکتور واسط) برای ایجاد نیروی مالبندی در تراکتور مورد آزمایش بصورت چرخهای ترمز کرده (در آزمایش مزرعه‌ای این نیرو بواسطه گاوآهن که در خاک فرو رفته است ایجاد می گردد) توسط تراکتور مورد آزمایش کشیده می‌شود. در این تحقیق، یک لودسل برای اندازه‌گیری نیروی بین دو تراکتور بکار برده شد. این لودسل ساخت شرکت کره‌ای[1] با ظرفیت ۵ تن و با دقت اندازه‌گیری ۰/۰۰۳ می‌باشد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه و تحلیل آماری تاثیر سنگین‌کننده و سرعت بر بکسوات و مصرف سوخت و نیروی مالبندی تراکتور ITM285 کابین‌دار در جدول ۲ داده شده است. مطابق این تحقیق، سنگین‌کننده، سرعت و اثر متقابل آنها، تاثیر معنی‌داری بر مصرف سوخت و بکسوات تایرهای تراکتور در سطح احتمال یک درصد داشته است. سنگین‌کننده در سطح احتمال ۱٪ و اثر متقابل سنگین‌کننده و سرعت در سطح احتمال ۵ ٪ بر نیروی مالبندی تاثیر داشته است. ولی سرعت تاثیر معنی‌داری بر نیروی مالبندی ندارد که بدلیل استفاده از سیستم کنترل کشش و ایجاد نیروی مالبندی تقریبا ثابت می‌باشد (این تاثیر در بکسوات ثابت بیشتر مشخص خواهد شد).

1 Bongshing

Archive of SID

www.SID.ir

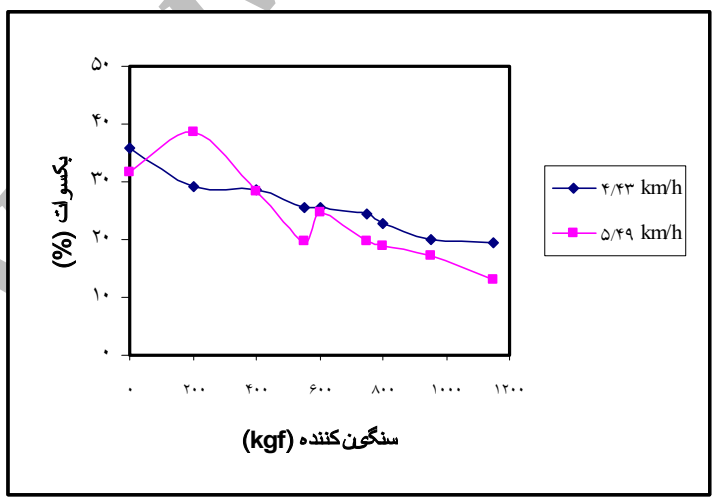
مطابق تحقیق ود[1] در سال ۱۹۹۹ به منظور بدست آوردن حداکثر راندمان کششی میزان وزن مناسب برای محور جلوی تراکتور ۲۵٪ وزن کل تراکتور پیشنهاد شده است. در تحقیق حاضر نیز با افزایش سنگین‌کننده از صفر به ۱۱۵۰ kgf یا به عبارت دیگر، کاهش وزن محور جلو از ۳۴/۵٪ به ۲۴/۷٪ (نزدیکتر شدن به توزیع وزن مناسب) بکسوات تراکتور به مقداری مطلوب ۱۱٪ (بکسوات مطلوب در محدوده ۱۰-۱۵٪) رسیده است (شکل ۲). با افزایش سنگین‌کننده تا ۵۵۰ kgf (پرکردن لاستیک با آب) در سرعت ۴/۴۳ km/h مقدار بکسوات کاهش ۲۸/۶ درصدی و در سرعت ۵/۴۹ km/h کاهش ۳۷/۷ درصدی حاصل شده است. چنانچه این سنگین‌کننده به ۱۱۵۰ kgf برسد، بکسوات در سرعت‌های مذکور بترتیب ۴۵/۵ و ۵۸/۸ درصد کاهش خواهد یافت.

جدول ۲: تاثیر سنگین‌کننده و سرعت بر پارامترهای مورد آزمایش

متغیر	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		بکسوات	مصرف سوخت	نیروی مالبندی
تکرار	۲	۳/۳۲۴^{ns}	۱/۴۰۸^{ns}	۵۱۳۴۱۶/۶^{ns}
سنگین‌کننده	۸	۲۳۴/۴۴۷**	۶۹/۵۴۳**	۴۴۵۸۰۹۲/۲۶۸**
سرعت	۱	۶۰/۷۸۵**	۷۴۵/۸۹۳**	۶۸۳۷۷۸/۵۱۹^{ns}
سرعت × سنگین‌کننده	۸	۳۵/۶۴۴**	۲۴/۷۹**	۷۳۰۲۱۸/۰۷*
خطا	۳۶	۷/۵۲۳	۳/۴۶۸	۲۰۲۶۶۹/۲۰۳

** معنی‌دار در سطح ۱٪ ، * معنی دار سطح ۵٪ و ns تفاوت معنی‌داری وجود ندارد

با توجه به تحقیق موسسه PAMI[2] و AFMRC[3] راندمان کششی بیشینه در بکسوات ۱۵-۸ درصد رخ می‌دهد(Willam, 1997). در این تحقیق نیز حداکثر راندمان کششی ۷۵/۶٪ در سرعت پیشروی ۵/۴۹ km/h و در بکسوات ۱۳٪ رخ داده است. با توجه به شکل ۲ با افزایش سنگین‌کننده، سیر نزولی بکسوات تراکتور در سرعت ۵/۴۹ km/h بیشتر از سرعت ۴/۴۳ km/h می‌باشد. یعنی با افزایش سرعت، سنگین‌کننده کمتری نیاز داریم که با مطالعات محققین دیگر مطابقت دارد (Kumar Lohan and Aggarwal, 2001).



شکل ۲: تاثیر میزان سنگین‌کننده بر بکسوات چرخهای تراکتور

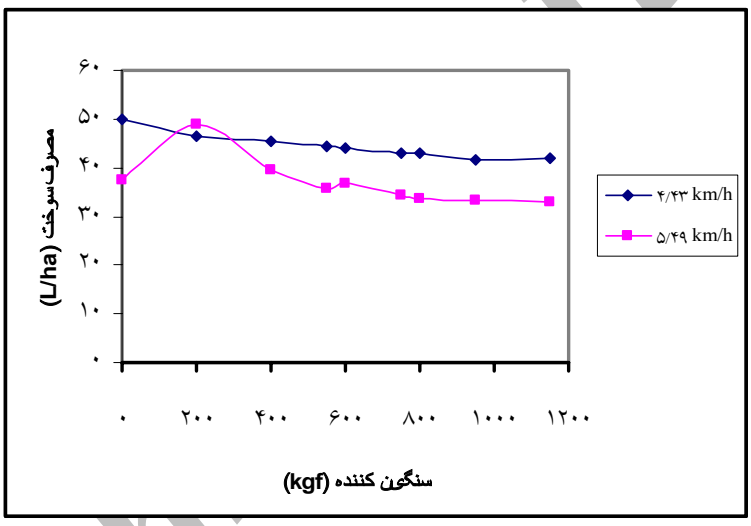
1 Wedd
2 Pattern Analysis and Machine Intelligence
3 Alberta Farm Machinery Research Centre

Archive of SID

www.SID.ir

بر اساس تحقیقات زانگ[1] و چانکلور[2] (۱۹۸۹) با کاهش وزن محور جلوی تراکتور از ۳۰٪ به ۱۳٪ وزن کل تراکتور، مصرف سوخت ۲ تا ۲۰ درصد کاهش داشته است. در تحقیق حاضر نیز با کاهش وزن محور جلو از ۳۴/۵٪ (بدون سنگین‌کننده) به ۲۴/۷٪ (با kgf ۱۱۵۰ سنگین‌کننده روی محور عقب) مصرف سوخت در سرعت km/h ۴/۴۳ مقدار ۱۵/۶٪ و در سرعت km/h ۵/۴۹ مقدار ۱۲/۱٪ کاهش داشته است (شکل ۳). همچنین اگر وزن محور جلو از ۳۴/۵٪ به ۳۰٪ (با kgf ۵۵۰ سنگین‌کننده روی محور عقب) کاهش یابد، مصرف سوخت در سرعت km/h ۴/۴۳ مقدار ۱۰/۹٪ و در سرعت km/h ۵/۴۹ مقدار ۵/۳٪ کاهش خواهد داشت.

با توجه به شکل ۳ با افزایش سنگین‌کننده، مصرف سوخت با شیب ملایمی کاهش یافته و تقریبا بعد از سنگین‌کننده kgf ۷۵۰ تغییر زیادی در مصرف سوخت بوجود نمی‌آید. برای مثال با افزایش سنگین‌کننده از ۷۵۰ به ۹۵۰ و ۱۱۵۰ کیلوگرم نیرو، مصرف سوخت ۲/۸٪ و۳/۹٪ کاهش می‌یابد (نسبت این کاهش در سنگین‌کننده‌های کمتر، بیشتر است). در سرعت km/h ۵/۴۹ در مقدار سنگین‌کننده kgf ۲۰۰ ، یک افزایش ناگهانی در مقدار بکسوات (شکل ۲) و در نتیجه در مصرف سوخت (شکل ۳) دیده می‌شود که به دلیل افزایش نیروی مالبندی است که در نتیجه باعث افزایش بکسوات تا ۳۸/۶۵٪ و افزایش محسوس (۲۸ درصد) در مصرف سوخت گردید.



شکل ۳: تاثیر میزان سنگین‌کننده بر مصرف سوخت

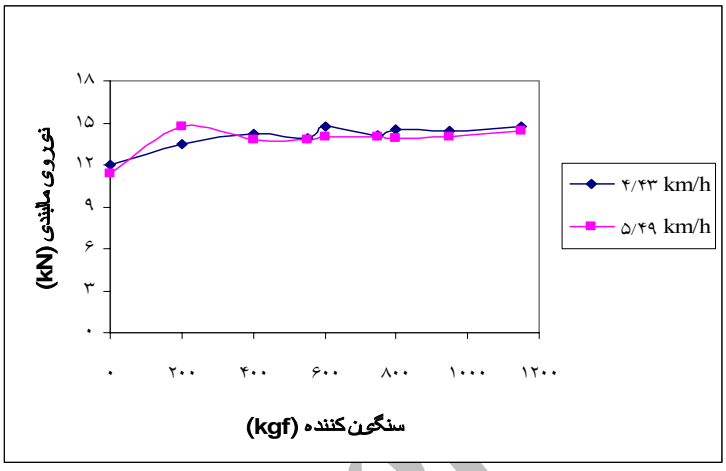
از شکل ۴ مشخص است که با افزایش سنگین‌کننده، نیروی مالبندی افزایش می‌یابد و تقریبا بعد از سنگین‌کننده kgf۷۵۰ نیروی مالبندی تغییر زیادی نمی‌کند. بطوریکه با افزایش سنگین‌کننده در سرعت km/h۴/۴۳ از ۷۵۰ به ۹۵۰ و ۱۱۵۰ کیلوگرم نیرو، نیروی مالبندی از ۱۴۱۷۰ به ۱۴۳۷۰ و ۱۴۷۵۰ نیوتن (حداکثر ۴ درصد افزایش) می‌رسد و این مقادیر برای سرعت km/h ۵/۴۹ از ۱۴۰۴۰ به ۱۳۹۶۰ و ۱۴۴۳۸ نیوتن (حداکثر ۲ درصد افزایش) می‌رسد. در سرعت km/h ۵/۴۹ و سنگین‌کننده kgf ۲۰۰ یک تغییر ناگهانی در مقدار نیروی مالبندی حاصل شده است که شاید ناشی از تغییرات وضعیت زمین باشد که این تغییر باعث افزایش بکسوات تراکتور از ۳۲٪ به ۳۸٪ گردیده است. فقط در شرایط آزمایشگاهی پیست بتنی می‌توان نیروی مالبندی ثابتی ایجاد کرد. پیست بتنی برای مقایسه بین تراکتورهای مختلف که شرایط یکسانی مورد نیاز است استفاده می‌گردد. در تحقیق حاضر بدلیل اینکه افزایش سنگین‌کننده به تراکتور روی سطح بتنی بر مقاومت غلتشی تراکتور تاثیر خیلی کمی دارد (کماریزاده، ۱۳۷۷) از سطح بتنی استفاده نگردید

1 Zahang
2 Chancellor

Archive of SID

www.SID.ir

چنانچه از سرعت‌های بالاتری استفاده گردد، مصرف سوخت کاهش قابل ملاحظه‌ای خواهد داشت (به دلیل سرعت بالاتر در دور مشخص موتور). استفاده از سرعتهای بالاتر برای کاهش مصرف سوخت راه حل مناسبتری نسبت به افزایش سنگین‌کننده‌ها می‌باشد. در این تحقیق، با توجه به دشوار بودن نصب وزنه و با توجه به تحقیقات گی کلو[1] در سال ۱۹۷۸ (استفاده از ۷۰٪ سنگین‌کننده مطلوب) می‌توان مناسبترین گزینه برای کاهش مصرف سوخت را اعمال سنگین‌کننده ۷۵۰ kgf در سرعت ۵/۴۹ km/h عنوان کرد.



شکل۴: تاثیر میزان سنگین‌کننده بر نیروی مالبندی.

وزنه‌های جلوی تراکتور

در جدول ۳ میانگین متغیرهای وابسته، زمانیکه که وزنه‌های جلو نصب شده‌اند (تایرهای عقب نیز با آب پر شده‌اند)، نسبت به زمانی که تایر عقب تراکتور فقط از آب پر شده است مقایسه گردیده‌اند و درصد کاهش یا افزایش پارامترهای مصرف سوخت، بکسوات و نیروی مالبندی محاسبه گردید. وزنه‌های جلو باعث افزایش بکسوات و مصرف سوخت تراکتور شده‌اند، این مسئله به علت افزایش نیروی مقاومت غلتشی تراکتور در چرخهای جلو به دلیل افزایش وزنه می‌باشد. لازم به ذکر است که افزایش وزنه روی محور محرک باعث افزایش زمین‌گیرایی چرخهای تراکتور می‌گردد. بعضی از محققان افزایش سنگین‌کننده جلو را به دلیل انتقال وزن به محور جلو و افزایش زمین‌گیرایی مفید می‌دانند. در مورد این تراکتور چون به اندازه کافی وزن روی محور جلوی تراکتور وجود دارد (بیشتر از نسبت ایده‌ال ۲۵٪ درصد محور جلو و ۷۵ ٪ محور عقب) لذا افزایش وزنه‌های جلو نه تنها باعث افزایش راندمان زمین گیرایی نشده‌اند، بلکه باعث افزایش مقاومت غلتشی تراکتور نیز شده‌اند.

جدول ۳: مقایسه مقادیر متغیرهای وابسته در حالت افزودن سنگین‌کننده بر محور جلو

سنگین کننده(kgf)	۵۵۰ روی محور عقب		۵۵۰ روی محور عقب+ ۱۴۰ روی محور جلو		محور عقب+ محور جلو	
سرعت پیشروی(km/h)	۴/۴۳	۵/۴۹	۴/۴۳	۵/۴۹	۴/۴۳	۵/۴۹
بکسوات(٪)	۲۵/۶	۱۹/۸	۲۸/۲	۲۳/۲	۲۹/۷۶	۲۹/۵
نیروی مالبندی (N)	۱۳۹۲۶/۱۶	۱۳۷۳۷/۰۳	۱۴۰۳۹/۶۵	۱۴۲۲۷/۳۷	۱۴۰۹۳/۸	۱۴۲۹۳/۵۶
مصرف سوخت(L/ha)	۴۴/۳۹	۳۵/۵۶	۴۵/۶۷	۳۶/۶۸	۴۶/۷۸	۴۱/۰۸

1 Gee-Clough

Archive of SID

www.SID.ir

مدل تعیین مصرف سوخت

با توجه به آزمایشهای صورت گرفته، با بکارگیری رگرسیون، مدلهایی برای محاسبه مصرف سوخت تراکتور ITM285 براساس بکسوات، نیروی مالبندی و میزان سنگین‌کننده‌ها بدست آمد. این فرمولها زمانیکه وسایل مورد نیاز برای اندازه‌گیری مصرف سوخت در دسترس نباشد به محققان در تخمین مصرف سوخت تراکتور با داده‌های موجود کمک می‌کند. مصرف سوخت در سرعت km/h ۴/۴۳ از رابطه ۲ و در سرعت km/h ۵/۴۹ از رابطه ۳ قابل محاسبه می‌باشد.

$$U = 20.7 + 0.97 * B + 64.4 * s + 0.467 * P \qquad R^2 = 0.93 \qquad (۲)$$

$$U = -2.63 - 1.84 * B + 53.4 * s + 2.04 * P \qquad R^2 = 0.94 \qquad (۳)$$

در روابط بالا U مصرف سوخت (L/ha)، B میزان سنگین‌کننده (برحسب تن در محدوده صفر تا ۱/۱۵ تن)، S بکسوات (بر حسب اعشاری در محدوده ۰/۱۱ تا ۰/۳۸) و P نیروی مالبندی (برحسب کیلو نیوتن در محدوده ۱/۱ تا ۱/۴ کیلو نیوتن) می‌باشد. از مدل ارائه شده می‌توان بدون انجام آزمایشهای پر هزینه تست کشش و با داشتن اطلاعات اولیه مثل میزان سنگین‌کننده، بکسوات و نیروی مالبندی مورد نیاز برای ادوات راندمان تراکتور را تخمین زد.

نتیجه گیری

نتایج کلی که از این تحقیق حاصل گردید عبارتند از:

۱- مصرف سوخت در اثر افزایش سنگین‌کننده روی محور عقب، کاهش معنی‌داری در سطح ۱ درصد داشته است. با سنگین‌کننده یکسان، مصرف سوخت در سرعت پیشروی km/h ۵/۴۹ نسبت به سرعت km/h ۴/۴۳ کمتر بوده است.

۲- بکسوات چرخهای تراکتور در اثر افزایش سنگین‌کننده روی محور عقب، کاهش معنی‌داری در سطح ۱ درصد داشته است. همچنین با سنگین‌کننده مساوی در سرعت پیشروی بالاتر (km/h ۵/۴۹ نسبت به سرعت km/h ۴/۴۳) چرخهای محرک تراکتور دارای بکسوات کمتری بوده‌اند.

۳- توصیه می‌گردد برای انجام عملیات شخم با مصرف سوخت و بکسوات کمتر، از سرعت پیشروی حدود km/h ۵/۵ (دنده ۴ سنگین در دور موتور rpm ۲۰۰۰) با kgf ۷۵۰ سنگین‌کننده روی محور عقب استفاده گردد.

سپاسگزاری

از بخش فنی و مهندسی اصفهان، مرکز آزمون ماشینهای کشاورزی و بخش طراحی محصول شرکت تراکتور سازی تبریز که در انجام این تحقیق همکاری نموده‌اند، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌گردد

منابع و مآخذ:

۱. الماسی، م.، بهرامی، ه و شیخ داودی، م. ج. (۱۳۶۹). اندازه گیری و مقایسه درصد لغزش چرخهای محرک (عقب) تراکتورهای متداول در خوزستان. مجله علمی کشاورزی. جلد ۱۴ شماره‌های ۱ و ۲، صفحه ۱۰۳-۱۱۷.

۲. شاکر، م.، افضلی نیا، ص و لغوی، م. (۱۳۸۲). اصلاح عملکرد کششی سه نوع تراکتور متداول در ایران. مجموعه مقالات اولین کنفرانس دانشجوئی مهندسی مهندسی ماشینهای کشاورزی ایران. صفحه ۱۶۱-۱۶۹.

Archive of SID

www.SID.ir

۳. سیدلوهریس، س.، قاسم‌زاده، ح.، رنجبر، ا و ولیزاده، م. (۱۳۸۰). اندازه‌گیری بیشینه نیروی کشش مالبندی دو نوع تراکتور متداول در ایران با توجه به خواص مکانیکی خاک. مجله دانش کشاورزی. جلد ۱۱ شماره ۱۳۸۰/۴. صفحه ۶۵ تا ۷۵.

۴. منصوری‌راد، د. (۱۳۷۸). تراکتور و ماشینهای کشاورزی. جلد اول. چاپ هفتم. ۸۵۳ص.

5. Gee-clough, D., Mcallister, M., Pearson, G., and Evenden, E. W. (1978). The empirical predition of tractor implement field performance. J. Terra- Mechanics. 15 (2): 81-94
6. Kumar Lohan, S. and Aggarwal, S. (2001). Effect of inflation pressure and ballasting on the tractive performance of tractor. AMA, 32 (3): 23-26.
7. Masumi Kolahloo, A.A. and Loghavi, M. (1994). Evaluation and comparison of traction performance of two common tractors in Iran. Iran Agricultural research. 13:77-95
8. Wang, G. and Zoerb, C. (1988). Indirect Determination of tractor efficiency. ASAE paper no 88-1517
9. Wedd, S. (1999). Traction. Traction-Machinery Management notes #1. Available in: http://www.oac.usyd.edu.au/pages_machman/traction.htm
10. Wiliam, W. C. (1997). Tractor tire and ballast management. Available in: http://muextension.missouri.edu/explorepdf/agguides/agengin/G01235.pdf
11. Zhang, N. and Chancellor, W. (1989). Automatic ballast position control for tractor. Transactions of The ASAE. 32(4): 1159-1164.

Archive of SID

www.SID.ir

JOURNAL OF
AGRICULTURAL
SCIENCES
Islamic Azad University

Effect of Ballast and Speed on Slippage and Fuel Consumption of ITM285 Tractor

G.Naghavi Morad Khanlo
MS.c Agricultural Machinery Engineering Department, University of Tarbiat Modarres, Tehran.
M.H. Khoshtaghaza
Assistant Professor, Agricultural Machinery Engineering Department, University of Tarbiat Modarres, Tehran.
S. Minaie
Assistant Professor, Agricultural Machinery Engineering Department, University of Tarbiat Modarres, Tehran.

KeyWords: Ballast, Slippage, Tractive efficiency, Rear axle, Drawbar force.

Abstract
The effect of ballast weight on tractive efficiency, slippage drawbar force and fuel consumption of the ITM285 tractor with a cabin was examined during moldboard plow operations. The speeds of 4.43 and 5.49 km/h at 3rd and 4th low gear (2000 rpm, engine rotation), respectively, were selected for the experiments. In this research a factorial experiment at 9 different levels of ballast weights (on rear axle) and two levels of speed were used in completely randomize design. Slippage was measured manually and fuel consumption was measured by constructed fuel meter. Results of this search showed that ballast and speed parameters and their interaction had significant ($P<0.01$) effect on slippage and fuel consumption of ITM285 tractor and ballast had significant ($P<0.01$) effect on drawbar force. By increasing ballast to 1150 kgf on the rear axle, fuel consumption and slippage decreased 15.6%, and 58.9%, respectively, and drawbar force increased 36.3%. Also speed did not have significant effect on drawbar force.

Archive of SID

www.SID.ir