ششمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون
پردیس کشاورزی و منابع‌طبیعی دانشگاه تهران (کرج)
۲۴ و ۲۵ شهریور ۱۳۸۹

اندازه‌گیری نیروی کششی مورد نیاز ادوات سوارخاکورزی

محمد عسکری[۱]، سید محمد حسن کماریزاده[۲]و نعمت نوبخت[۳]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیک ماشینهای کشاورزی، دانشگاه ارومیه
Mohammad_livan@yahoo.com
۲. دانشیارماشینهای کشاورزی، دانشگاه‌ارومیه
۳. کارشناس ارشد مکانیک ماشینهای کشاورزی، دانشگاه‌ارومیه

چکیده

دراین تحقیق اقدام به اندازه‌گیری نیروی کششی مورد نیاز چهار نوع از ادوات سوار متداول در خاکورزی توسط دینامومتر اتصال سه نقطه ابداعی و مقایسه نتایج بدست آمده با نتایج حاصل از فرمول استاندارد محاسبه نیروی کششی در استاندارد ASAE شده است. دینامومتر مذکور از دو قاب که درداخل یکدیگر قرار گرفته‌اند، تشکیل شده است. این قاب‌ها می‌توانند نسبت به یکدیگر آزادانه درجهت طولی حرکت نمایند اما حرکت آنها توسط لودسلی مهارگردیده است. با استفاده از این دینامومتر می‌توان تغییرات نیروی کششی درشرایط مختلف کاری اعم ازعمق‌های مختلف کار، سرعت‌های پیشروی مختلف، زاویه‌های نفوذگوناگون و ... را مورد مطالعه وبررسی قرارداد. نیروی کششی مورد نیاز ادوات سوارخاکورزی توسط دینامومترمذکور اندازه‌گیری شده و داده‌های حاصله با اعداد بدست آمده از فرمول نیروی کششی دراستاندارد ASAE مقایسه گردیده و مشاهده شد که اختلاف مابین دو سری داده، بسیار ناچیز بوده و برای مثال این اختلاف در مورد گاوآهن برگرداندار درحدود ۲۲۰ نیوتون (۲۲کیلوگرم نیرو) می‌باشد.

واژه‌های کلیدی : دینامومتر، اتصال سه نقطه، نیروی‌کششی.

مقدمه

نیاز اولیه انسان در زندگی غذا است که باید تأمین شود و کشاورزی بر پایه این امر استوار بوده و نیاز به تولید موادغذایی با توجه به افزایش روزافزون جمعیت دنیا بیشتر شده و بر اهمیت کشاورزی و پژوهش‌های مربوطه افزوده می‌گردد. درمراحل نخستین، فعالیت‌های کشاورزی برای تهیه محصولات غذایی، با استفاده از قدرت بدنی انسان و ابزارهای ساده که از سنگ، استخوان حیوانات و چوب ساخته شده بودند، انجام می‌گرفت. سپس نیروی دام به کمک انسان آمد و به موازات نیروی انسان از دام نیز استفاده شد. اما از اواخر قرن نوزدهم با جایگزینی توان ماشین به جای انسان و دام کارکشاورزی آسانتر شد. این جایگزینی در ابتدا با کندی صورت می‌گرفت ولی با پیشرفت سریع صنایع مرتبط با تولیدات کشاورزی، خصوصاً تراکتور، این جایگزینی سرعت گرفت و می‌توان گفت که پیشرفت پژوهش و در نتیجه رشد کشاورزی در طی یکصد سال گذشته بیش از پیشرفت آن در طول تاریخ بشر بوده است(علیمردانی و همکاران، ۱۳۸۵).

نیازهای کششی ادوات خاکورزی ارتباط گسترده‌ای با طراحی ادوات خاکورزی و تصمیم‌گیری درمورد انتخاب تراکتور مناسب دارد. مهمترین معیار برای طراحی ادوات خاک‌ورزی نیاز کششی است که از روی قدرت تراکتور مشخص می‌گردد. برای اندازه‌گیری نیروی کششی موردنیاز ادوات خاک‌ورزی از وسیله‌ای به نام دینامومتر (Dynamometer) استفاده می‌شود. اکثر دینامومترهایی که تاکنون بدین منظور ساخته و ارائه شده‌اند، از نوع اتصال سه‌نقطه می‌باشند که به تعداد زیادی لودسل و یا استرین گیج مجهز بوده و در ضمن اعداد بدست آمده از دیتالاگرهای متصل به لودسل‌ها، نیاز به تجزیه و تحلیل دارد(لطفی وهمکاران، ۱۳۸٦).

مطالعات زیادی در زمینه طراحی و ساخت دینامومتر و محاسبه نیروی‌کششی مورد نیاز ادوات خاک‌ورزی انجام شده است.

کلاید[1] (۱۹۵۵)، زرب و هوس[2] (۱۹۷٦) دینامومترهای کرنش‌سنجی مالبندی را طراحی کردند که فقط قادر به اندازه‌گیری نیروی کششی می‌باشند. طراحی آنها نیاز به اصلاحاتی در مالبند تراکتور داشت تا بتوان مبدل را به صورت مناسب نصب کرد. بنابراین استفاده از آن به نوع خاصی از تراکتورها محدود می‌شد. لوت[3] و همکارانش (۱۹۷۸) از هشت کرنش سنج که مستقیماً روی بازوهای اتصال سه نقطه متصل می‌شدند برای اندازه‌گیری نیروهای افقی، عمودی و جانبی استفاده کردند. عیب این روش، نیاز داشتن به اطلاع دقیق از ابعاد هندسی اتصالات و زوایای بین آنهاست تا بتوان نیروها را به مؤلفه‌های مربوطه تجزیه کرد. زوز و گریسو[4] (۲۰۰۳) بر روی اندازه‌گیری نیروی کششی مورد نیاز ادوات و بکسوات چرخهای تراکتور در حین کشش تحقیقاتی انجام دادند و برای هریک از ادوات، ترکیب مناسبی از بادتایر، سرعت پیشروی، عمق کاری و ... پیشنهاد کردند که می‌توان با رعایت این اصول بازده

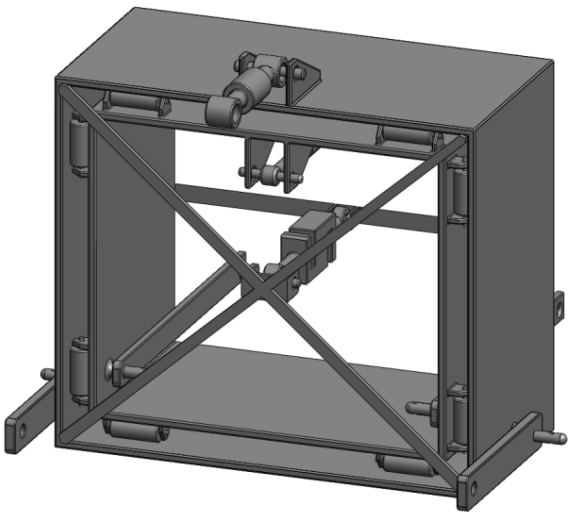
[1] Clyde
[2] Zoerb & howse
[3] Luth
[4] Zoz & Grisso

کششی تراکتور را افزایش داد. السهیبانی[5] و همکاران (۲۰۰۶)، سیستم کاملی را طراحی کردند که علاوه بر اندازه گیری نیروی کششی مورد نیاز ادوات سوار ، می‌توانست پارامترهایی نظیر بکسوات چرخها، قدرت محور تواندهی، مصرف سوخت، عمق کاری ادوات و ... را اندازه بگیرد. مک‌لالین[6] و همکاران (۲۰۰۷)، سه پارامتر نیروی کششی مورد نیاز، مصرف سوخت و مصرف سوخت ویژه را برای ۸ عدد از ادوات خاک‌ورزی بدست آوردند. آنها در اندازه گیری نیروی کششی از فرمولهای استاندارد ASAE استفاده کردند.

هدف اصلی تحقیق حاضر، اندازه‌گیری نیروی‌کششی مورد نیاز ادوات سوار رایج درخاکورزی اولیه و ثانویه و مقایسه داده‌های حاصله با اعداد بدست‌آمده از فرمول محاسبه نیروی کششی دراستاندارد ASAE ، می‌باشد.

مواد و روشها

مراحل طراحی وساخت دینامومتر اینگونه می‌باشد که: ابتدا دینامومتر در نرم‌افزار Solid Works2009 مدلسازی گردید(شکل۱).



شکل۱- طرح دینامومتردرنرم‌افزار solid works

با توجه به ظرفیت لودسل بکاربرده شده (۵تن) و مقادیرماکزیمم نیروی مالبندی تراکتور(۳تن) و گشتاور اعمال شده توسط ادوات (وزن ۱ تن وطول ۲ متری ادوات سوار)، استحکام دستگاه در نرم افزار Solid Works مورد بررسی قرارگرفت. با استفاده از تجزیه و تحلیل مدل مش بندی شده تنش در قاب بیرونی ملاحظه گردید که، ضریب ایمنی(FS) برای این قاب با استفاده از معیار وان میسیز تقریباً ۲۰ می‌باشد. سپس ماکتی ازمدل تهیه و بعد از آن مدل نهایی ساخته شد (شکل۲). پس از ساخت دستگاه وحصول اطمینان از صحت عملکرد آن، نیروی کششی مورد نیاز ادوات مختلف سوار توسط این دینامومتر اندازه‌گیری شده و با اعداد حاصل از فرمول محاسبه نیروی کششی

[5] Alsuhaibani
[6] Mclaughlin

دراستاندارد ASAE (ASAE D497.5 FEB2006) مقایسه گردید. نزدیکی این دو سری داده به یکدیگرنشان دهنده دقت بالای دینامومتر ابداعی ودرستی اعداد بدست آمده است.

شکل۲- دینامومتر اتصال سه نقطه ابداعی

بدین منظور دو ادوه اولیه (گاوآهن برگرداندار و گاوآهن چیزل) و دو ادوه ثانویه (هرس بشقابی و کولتیواتور مزرعه‌ای) انتخاب شده و مورد بررسی قرارگرفتند. برای هرکدام از ادوات چهارتکرار در نظرگرفته شده و در مجموع شانزده کرت فراهم گشته که عرض کرتها، متناسب با عرض ادوات و طول آنها،۳۰ متر تعیین شده و داده های دیتالاگر در بازه طولی۱۰ تا ۲۵ متر ، مدنظر قرار گرفت. آزمایشات درمزارع دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه واقع در پردیس نازلو انجام گرفت. خاک مزرعه مورد آزمایش در ۹ محل و در سه عمق ۱۰ – ۰ ، ۲۰– ۱۰ و ۳۰ – ۲۰ سانتیمتر توسط گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه مورد بررسی قرارگرفته و درتمام آزمایشات از یک تراکتور MF۲۸۵ با دور موتور۱۵۰۰ rpm و یک راننده با تجربه بطور ثابت استفاده گردید. بعد از تست و کالیبراسیون کارگاهی دینامومتر، آزمایشات در کرتهای آماده شده انجام گرفته وداده‌های دیتالاگر را به لپ تاپ منتقل کرده و بطور مجزا از داده‌های مربوط به هریک از ادوات میانگین گرفته (بین داده‌های هرتکرار و بین تکرارها) و با عدد بدست آمده از فرمول استاندارد ASAE مقایسه می‌کنیم. فرمول استاندارد محاسبه نیروی کششی مورد نیاز ادوات بدین صورت می باشد :

$$D = F_i \left(A+B(S)+C(S^2) \right) W T$$

در فرمول فوق

D= نیروی کششی مورد نیاز ادوات برحسب نیوتون(پوند نیرو).

F = پارامتری بدون بعد مربوط به بافت خاک می باشد.

i=۱برای خاک ریز بافت، ۲برای خاک متوسط بافت، ۳برای خاک درشت بافت.

A،BوC = پارامترهای مخصوص ادوه خاکورز مندرج در جدول ۱.

S=سرعت مزرعه‌ایبرحسب کیلومتربرساعت(مایل بر ساعت).

W= عرض ادوه خاکورز بر حسب متر(فوت)یا تعداد ساقه‌ها ویا بازوها(جدول۱).

T= عمق خاکورزی بر حسب سانتیمتر(اینچ).

در فرمول استاندارد، پارامترهای سرعت پیشروی، عمق کار، عرض کار ادوات و نوع بافت خاک را مطابق با شرایط مزرعه‌ای اعمال شده برای هریک از ادوات و مشخصات ساختاری هریک ازآنها، وارد کرده و داده‌های تئوری مربوط را بدست می آوریم.

نتایج

گاوآهن برگرداندار سه خیشه MF با عرض کار ۹۰ سانتی متر را در عمق ۱۵ سانتیمتری و با سرعت پیشروی ٤ کیلومتر بر ساعت مورد آزمایش قرار می‌دهیم که داده‌های حاصله در جدول ۲ ارائه شده است. میانگین داده‌های دینامومتر ٤۲۳۵ نیوتون بدست آمده و با جایگذاری پارامترهای عرض کار، عمق کار و سرعت پیشروی در فرمول استاندارد ASAE و با توجه به بافت خاک، عدد تئوری بدست آمده برای نیروی کششی این گاوآهن ٤٤٥٥ نیوتون می‌باشد که با در نظرگرفتن تلرانس ٤۰ درصدی محاسبه نیروی کششی در جدول۱ در مورد گاوآهن برگرداندار که با توجه به شرایط مختلف خاک ممکن است بوجود بیاید، اختلاف ۲۲۰ نیوتونی(۲۲کیلوگرم نیرو) ناچیز می‌باشد.

هرس بشقابی سوار با عرض کار ۱۹۰ سانتی متر را در عمق ۱۰ سانتیمتری و با سرعت پیشروی ٤ کیلومتر بر ساعت مورد آزمایش قرار می‌دهیم که داده‌های حاصله در جدول ۳ ارائه شده است. میانگین داده‌های دینامومتر ۱۷۱٦/۵ نیوتون بدست آمده و با جایگذاری پارامترهای عرض کار، عمق کار و سرعت پیشروی در فرمول استاندارد ASAE و با توجه به بافت خاک، عدد تئوری بدست آمده برای نیروی کششی این هرس۱۵٤۱/۵ نیوتون بدست می آید که با در نظرگرفتن تلرانس ۲۰ درصدی محاسبه نیروی کششی در جدول ۱ در مورد هرس بشقابی که با توجه به شرایط مختلف خاک ممکن است بوجود بیاید، اختلاف ۱۷۵ نیوتونی(۱۷/۵کیلوگرم نیرو) ناچیز می‌باشد.

به همین ترتیب سایرادوات، مورد آزمایش و مقایسه با فرمول استاندارد مذکور قرار گرفتند که در مورد گاوآهن چیزل، اختلاف دو داده (استاندارد وعملی) ۳۷ کیلوگرم نیرو و در مورد کولتیواتور اختلاف در حدود ۲۵ کیلوگرم نیرو بدست آمد.

لازم به‌ذکراست که در جداول۲و۳، ت=تکرار، ا=اول، د=دوم، س=سوم، چ=چهارم و اعداد برحسب کیلوگرم نیرو می‌باشند.

جدول۲- داده‌های تصحیح شده دینامومتر حاصل از آزمون مزرعه‌ای گاوآهن برگرداندار

داده‌ت.ا	٤٢٥	٤٤٥	٤١٧	٣٥١	٤٥٢	٣٨٧	٤١٤	٢٧٧	٣٩٢	٤٨٨	٥٤٣	٤٤٥	٣٤٦	٣٤٦	٤٩٢	٤٣١	٣٩٧	٦٠٣	٤٦٣	٣٠١	٤٤١
داده‌ت.د	٤٦٠	٥٠٥	٣٣٥	٤٢٥	٤١٥	٤٥٠	٣٤	٣٣٦	٣٣٥	٥٥٨	٤٩٥	٤٩١	٢٨٥	٣٩٧	٤٣٥	٤٧١	٣٣٥	٦٦٥	٤٠٣	٣٣٧	٤٢١
داده‌ت.س	٤٧١	٤٩٣	٣٤٦	٤١١	٤٢٢	٤٤٧	٣٦٠	٣٢٠	٣٥٩	٥٤٠	٥٠٧	٤٩٨	٣٠٠	٣٨٦	٤٥٠	٤٧٣	٣٤١	٦٥١	٤١١	٣٢٩	٤٣٦
داده‌ت.چ	٣٩٣	٤٦٦	٣٩٢	٣٨٧	٤٥٦	٤١٢	٣٧٩	٣٠٢	٣٦٧	٥٢١	٥٣٤	٤٧٠	٤٥٠	٣٧٦	٦٣٠	٤٤٠	٣٠٣	٤٣٢	٣٢٠	٣٦٨	٤٧٠

جدول۳- داده‌های تصحیح شده دینامومتر حاصل از آزمون مزرعه‌ای هرس بشقابی

داده‌ت.ا	١٤٣	١٦٣	١٥٧	١٦١	١٦٧	١٧٤	١٨٢	١٨٧	١٨٤	١٧٩	١٨٢	١٧٦	١٧٤	١٩٢	١٨٨	١٨٣	١٦٧	١٩٠	١٨٠	١٧٥	١٨٢
داده‌ت.د	١٥٢	١٤٥	١٦٤	١٥٥	١٧٦	١٦٨	١٥٨	١٤٦	١٧١	١٧٧	١٨٢	١٦٦	١٨٤	١٨٨	١٩٣	١٨٥	١٧٩	١٨٢	١٦٧	١٧٩	١٨٥
داده‌ت.س	١٤٥	١٥٣	١٥١	١٦٧	١٨٥	١٧٩	١٦٢	١٦٣	١٧٦	١٧٤	١٩٥	١٨٢	١٨٨	١٧٥	١٨٤	١٧٧	١٧٣	١٧٥	١٨٠	١٧٤	١٧٩
داده‌ت.چ	١٥٧	١٤٥	١٦١	١٤٧	١٧٤	١٥٤	١٣٦	١٦٧	١٧٠	١٨٢	١٨٨	١٨٠	١٨٣	١٧٨	١٧٢	١٦٤	١٤٦	١٦٣	١٦٨	١٨٣	١٧٦

بحث

با مقایسه اعداد بدست آمده از دینامومتر ابداعی و فرمول استاندارد ASAE و مشاهده تفاوت ناچیز دو سری داده به دقت بالای این دینامومتر و درستی نتایج حاصله پی می‌بریم. ملاحظه می‌گردد که بیشترین اختلاف بین داده های تئوری و عملی بدست آمده از دینامومتر، مربوط به گاوآهن چیزل به میزان ۳۷ کیلوگرم نیرو و کمترین اختلاف نیز مربوط به هرس بشقابی به میزان ۱۷/۵ کیلوگرم نیرو می باشد. با استفاده از این دینامومتر و ترکیب مناسب تراکتور و ادوات می توانیم عملیات مزرعه‌ای موردنظرمان را به نحواحسن انجام دهیم. این دینامومتر ما را یاری می‌کند تا از بین ادوات مختلف خاکورزی با کاربرد مشابه، آنکه نیروی کمتری را در کشش نیاز دارد انتخاب نموده و از این طریق در مصرف سوخت صرفه جویی کنیم.

منابع ومآخذ

۱. رضا علیمردانی، ضرغام فاضل نیازی، اسداله اکرم و اصغر محمودی. طراحی و ساخت دینامومتر اتصال سه نقطه. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی- جلد ۷- شماره ۲۷- تابستان ۱۳۸۵

۲. داوود لطفی، عباس همت و محمد رضا اخوان صراف. ساخت و آزمون کارگاهی دینامومتر اتصال سه نقطه و چرخ پنجم سرعت سنج تراکتوری. علوم وفنون کشاورزی ومنابع طبیعی، سال ۱۱، شماره ۱، بهار ۱۳۸٦

3. Alsuhaibani, S. A. 2006. The Canadian Society For Bio Engineering (CSBE-SCGAB)Annual Conference Edmonton Alberta July 16-19, Paper No.06-129

4. ASABE STANDARDS 2006 (ASAE D497.5 FEB2006)

5. Clyde, A.W. 1955. Drawbar dynamometer using strain gages. *J. agric. Engng Res.* , VOL 36: 521-522.

6. Luth, H.T., Floyd, V.G. and Heise, R.P. (1978), Evaluating energy requirements of machines in the field. ASAE Paper No. 78-1538.

7. Mclaughlin. N. B. et al. 2008. Energy Inputs For Conservation And Conventional Primary Tillage Implements in a Clayloam Soil. ASABE ISSN 0001-2351, Vol51.

8. Zoerb, G. C., and Howse. R. B. 1976. An integral drawbar transducer. ASAE Paper No. NCR 76-101. ASAE, St. Joseph, MI 49085.

9. Zoz, F. M. and Grisso, R. D. 2003. ASAE Publication Number 913C0403, ASAE Distinguished Lecture # 27, Agricultural Equipment Technology Conference, 9-11 February, Louisville, Kentucky USA.

Pull Force measurement of mounted tillage implements

Abstract

In this research, pull force of mounted tillage implements was measured by developed three-point hitch dynamometer and obtained data were compared with conclusions of ASAE pull force standard formula (ASAE D497/5 FEB2006). This dynamometer was made up from two frames that one of them placed inside the other. These frames can move easily in horizontal direction but this motion was banned by a load cell that is installed between frames. By use of this machine, the relationships between pull force and the various work depths, different plowing speeds, various tilt angles and … were investigated. Pull force of mounted tillage implements was measured by this machine and obtained data were compared with conclusions of ASAE pull force standard formula. Comparing showed that difference between two series data was very low. For example, this difference for moldboard plow was 220 newton.

Keywords: Dynamometer, Three-point hitch, Pull force.