تعیین مقاومت کششی ویژه گاوآهن برگرداندار در یک خاک سیلتی رسی در سطوح مختلف عمق و رطوبت خاک

عبدالباسط کریمی اینچه برون [۱]، سیدرضا موسوی سیدی [۲]، رضا طباطبایی کلور [۲]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیک ماشینهای کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۲- استادیار مکانیک ماشینهای کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

Karimi8565@yahoo.com

چکیده

در این مطالعه میزان مقاومت کششی ویژه گاوآهن برگرداندار دو خیشه در سه عمق ۱۰، ۱۵ و ۲۰ سانتی متر و در سه سطح رطوبت خاک (۱۸-۱۶ ، ۲۲-۱۹ و ۲۵-۲۳ درصد بر مبنای وزن خشک) با استفاده از تراکتور آروید (۳۵۴) سه سیلندر اندازه گیری و ثبت گردید. آزمون مزرعه ای در ایستگاه پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی ساری و در خاکی با بافت سیلتی رسی (۴۳ درصد سیلت، ۱۰ درصد شن، ۴۷ درصد رس)، با استفاده از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۹ تیمار و در سه تکرار، انجام شد. سرعت اجرای شخم در کلیه تیمارها در حدود ۰/۱۵± ۳/۷ کیلومتر در ساعت ثابت نگه داشته شد. نتایج نشان داد که دو عامل عمق شخم و درصد رطوبت خاک تاثیر معنی داری بر روی مقاومت ویژه گاوآهن برگرداندار داشتند، به طوریکه با افزایش هر یک از این دو عامل، مقاومت ویژه به طور معنی داری کاهش نشان داد. همچنین تاثیر متقابل عمق شخم و رطوبت خاک، بر روی میانگین مقاومت ویژه گاوآهن در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار بود. کمترین مقدار میانگین مقاومت ویژه گاوآهن در عمق شخم ۲۰ سانتیمتر برابر با ۲/۰۲ نیوتن بر سانتی متر مربع و در محدوده رطوبتی ۲۵-۲۳ درصد، برابر با ۱/۸۶ نیوتن بر سانتی متر مربع بدست آمد.

کلمات کلیدی: عمق شخم، رطوبت خاک، مقاومت ویژه، گاوآهن برگرداندار

مقدمه

رشد فزاینده تراکتورها در جهان، نشانه اهمیت فراوان منابع مولد توان در کشاورزی پیشرفته و مکانیزه می باشد که استفاده از آنها در انجام عملیات مختلف زراعی ضروری است. از آنجا که عوامل زیادی در بهره وری ماشین در کشاورزی دخالت دارند، لازم است که این عوامل به درستی تعیین گردند. یکی از مشکلات اساسی در کاربرد تراکتورها، تحت تاثیر قرار گرفتن عملکرد کششی آنها در ارتباط با شرایط خاک و ماشین می باشد. لذا ارزیابی عملکرد ادوات خاک ورزی از نظر مقاومت کششی حائز اهمیت است. خاک ورزی اولیه با استفاده از گاوآهن برگرداندار، پر مصرف ترین عملیات کشاورزی از نظر انرژی می باشد که باید با استفاده اصولی از ماشین های کشاورزی و در نتیجه مصرف حداقل انرژی، عملیات آماده سازی بستر بذر صورت گیرد. انرژی مورد نیاز برای عملیات کشاورزی به ترتیب شامل: توان مصرفی در موتور و سیستم انتقال قدرت تراکتور، توان لازم برای خنثی نمودن مقاومت غلتشی و انرژی مورد نیاز جهت کشیدن ادوات می باشد [Smith and Barker, 1982].

همچنین بیش از ۶۰ در صد قدرت در مزارع به منظور عملیات خاک ورزی اعمال می شود [Harrison and Reed, 1968].

انرژی مورد نیاز ادوات خاک ورزی به عمق و عرض کار، شکل هندسی ادوات، سرعت پیشروی تراکتور و خصوصیات خاک از قبیل: رطوبت خاک، جرم مخصوص ظاهری، شاخص مخروطی و بافت خاک بستگی دارد [Palmer and Kruger, 1982].

مدل ریاضی کشش برای ادوات گوناگون خاک ورزی در شرایط متفاوت خاک به صورت زیر می باشد [ASAE Standards, 2001] :

$$D = F_i(A + BV + CV^2)M_w T_D \qquad (۱)$$

در این رابطه، متغیرها عبارتند از:

D = مقاومت کششی گاوآهن(N)

Fi= (i=1,2,3)، بافت خاک به ترتیب برای خاک های خوب، متوسط و ضعیف

V = سرعت گاوآهن(km.h-1)

Mw = عرض ماشین (m)

TD = عمق شخم (cm)

C,B,A = ضرایب ویژه

طبق این رابطه با افزایش عمق شخم، مقاومت کششی افزایش می یابد.

مواد و روشها

تراکتور مورد استفاده آروید مدل ۳۵۴ که در استان مازندران تولید می شود، دارای مشخصات فنی سه سیلندر، چهارزمانه، جفت دیفرانسیل، نیروی کششی در زمین های شالیزاری۵۱۶۰N و در زمین های خشک ۷۲۳۰N ، وزن ۱۳۸۵ Kg ، دور مشخصه $۲۴۰۰ min^{-1}$ و توان ۲۵/۸KW می باشد.

وسیله خاک ورزی مورد استفاده، شامل یک دستگاه گاوآهن برگرداندار سوار دو خیشه یک طرفه ساخت داخل کشور به عرض کاری ۴۸cm و حداکثر عمق ۲۰cm و چرخ تنظیم برای عمق شخم است.

در این بررسی مقاومت کششی گاوآهن برگرداندار دو خیشه هنگام عملیات خاک ورزی با استفاده از تراکتور آروید که به وسیله تراکتور جاندیر ۳۱۴۰ در دنده دو سنگین با دور نامی کشیده می شد، به وسیله یک لودسل UU-10T اندازه گیری و مورد ارزیابی قرار گرفت.

این آزمایش در منطقه زراعی دانشگاه علوم کشاورزی ساری در فصل پاییز که محصول کاشته شده قبلی، آفتاب گردان بود، اجرا شد. بافت خاک، سیلتی رسی (۴۷٪ رس، ۴۳٪ سیلت و ۱۰٪ شن) می باشد. برای این منظور از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۹ تیمار، سه رطوبت [M1] ، [M2] و [M3] به ترتیب ، ۱۸-۱۶، ۲۲-۱۹ و ۲۵-۲۳ درصد بر مبنای وزن خشک، سه عمق شخم [D1] ، [D2] و [D3] به ترتیب ۱۰ ، ۱۵ و ۲۰ سانتی متر و در سه تکرار استفاده گردید.

گاوآهن به سیستم اتصال سه نقطه تراکتور آروید متصل گردید و تنظیمات لازم (تراز طولی، عرضی و تنظیم چرخ تثبیت عمق) در هر کرت آزمایشی صورت گرفت. جهت اتصال لود سل از یک دستگاه تراکتور کمکی جاندیر ۳۱۴۰ استفاده شد. قلاب قسمت جلویی لودسل به وسیله یک رابط به تراکتور جاندیر ۳۱۴۰ بسته شد و قلاب قسمت عقب توسط زنجیری به طول ۲/۵ متر به تراکتور آروید متصل گردید. هر کرت آزمایشی به طول ۵۰ متر و عرض

۴۸ سانتی متر بود که عرض هر پلات برابر با عرض کار ادوات شخم انتخاب شد. با تنظیم چرخ تثبیت عمق برای هر کرت و تیمار، ابتدا ۲۰۰ متر طول پلات، بدون اندازه گیری نیرو شخم زده شد. در نتیجه شیاری برای بازگشت و انجام کار اصلی ایجاد گردید. سپس قبل از ورود به همان کرت، تنظیم عمق شخم، دور موتور با گاز دستی و انتخاب دنده دو سنگین برای تراکتور جاندیر انجام شد و به کمک اهرم هیدرولیکی، دستگاه دینامومتر کاملا موازی با سطح افق قرار گرفت. بعد در حالی که تراکتور آروید در دنده خلاص قرار داشت و گاوآهن در عمق مورد نظر مستقر شده بود، تراکتور جاندیر به حرکت درآمد و عمل شخم زدن و اندازه‌گیری ها شروع شد.

برای این منظور از قبل، یک مسافت ۵۰ متری برای هر کرت توسط دو شاخص مشخص شده بود. به محض رسیدن تراکتور به شاخص شروع، کلید آغاز به کار دینامومتر زده شد. همچنین زمان مسافت ۵۰ متری طی شده توسط کرونومتر ثبت گردید. برای قرائت مقادیر دینامومتر که توسط ثبات دیجیتال مدل DN-10W ثبت می‌شد، داده‌ها را بصورت پیوسته قرائت و یادداشت کردیم. تعداد مقادیری که برای هر کرت بدست می‌آمد، حدود ۱۵ تا ۲۰ داده بود. این مقادیر همان نیروی کشش ناخالص (کشش با بار) که برابر مجموع مقاومت غلتشی تراکتور آروید و نیروی کشش خالص است، می‌باشد. میانگین داده‌های بدست آمده برای هر کرت و عمق شخم مورد نظر به عنوان نیروی کشش ناخالص برای آن کرت و عمق شخم در نظر گرفته شد. پس از پایان داده‌برداری و ثبت مقادیر بدست آمده، به کمک اهرم هیدرولیک تراکتور، گاوآهن از خاک خارج و مسیر کرت طی گردید. مقادیری که در این حالت توسط دینامومتر بدست می‌آمد، نیروی مقاومت غلتشی تراکتور آروید (کشش با بار) می‌باشد. در این حالت نیز میانگین داده‌ها، به عنوان نیروی مقاومت غلتشی تراکتور برای هر کرت در نظر گرفته شد. تفاضل میانگین‌های مقادیر ثبت شده توسط دینامومتر در مراحل کشش با بار و بدون بار، نیروی کششی خالص تراکتور (مقاومت کششی گاوآهن برگرداندار) در هر کرت می‌باشد.

برای اندازه گیری سرعت پیشروی در هنگام شخم در طول کرت آزمایش، زمان طی شده در این مسافت با استفاده از زمان سنج اندازه گیری و ثبت گردید. مسافت طی شده به وسیله تراکتور بر این زمان تقسیم و سرعت حرکت تراکتور حاصل شد.

پس از محاسبه مقاومت کششی و محاسبه سرعت پیشروی تراکتور در هر کرت، مقاومت ویژه توسط فرمول ۵ محاسبه شد:

$$D_s = \frac{F}{(b.d)} \times 1000 \qquad (۵)$$

که در آن:

Ds = مقاومت ویژه ($N.cm^{-2}$)،

F = مقاومت کششی (KN)،

d = عمق شخم (cm) ،

b = عرض کار گاوآهن (cm)،

نتایج حاصل بر مبنای آزمایش فاکتوریل و با استفاده از تجزیه واریانس مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. عوامل مورد مطالعه میانگین تیمارها از طریق آزمون چند دامنه ای دانکن و با کمک نرم افزار SAS مقایسه شدند.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس عوامل اصلی و اثر متقابل رطوبت خاک و عمق شخم بـر مقاومـت کششـی، مقاومـت

ویژه و توان مالبندی مورد نیاز گاوآهن برگرداندار دو خیشه، در جدول ۱ ارائه شده است. نتایج نشان داد که رطوبت خاک و عمق شخم، روی مقاومت اثر معنی داری دارند. همچنین اثر متقابل رطوبت خاک و عمق شخم بر مقاومت کششی ویژه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود.

جدول ۱- تجزیه واریانس مربوط به فاکتورهای عمق شخم و رطوبت خاک

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	
		مقاومت کششی	مقاومت ویژه
تکرار	۲	۰/۰۰۷	۰/۰۱۰
عمق شخم (d)	۲	۰/۳۶۵**	۳/۲۱۷**
رطوبت (M)	۲	۱/۵۵۴**	۳/۲۴۲**
عمق شخم×رطوبت	۴	۰/۰۱۶^{ns}	۰/۰۴۳*
خطای آزمایش	۱۶	۰/۰۰۶	۰/۰۱۲

Ns, *, **: به ترتیب بی معنی و معنی دار در سطوح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

مقایسه میانگین های مقاومت کششی گاوآهن در سطوح مختلف عمق شخم و رطوبت خاک (جدول ۲) با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن نشان می دهد که با افزایش عمق شخم، افزایش معنی داری روی مقاومت کششی ایجاد شده است. همچنین با افزایش رطوبت خاک، مقاومت کششی گاوآهن افزایش معنی داری دارد. این نتایج با یافته های دیگر محققین مطابقت دارد [Raper and Sharma, 2004].

همچنین برای رطوبت یکسان خاک ، با افزایش عمق، مقاومت کششی به طور معنی داری افزایش می یابد. این بررسی با یافته های بسیاری از محققین مطابقت دارد [Al-Suhaibani and Al-Janobi, 1997؛ Baloch *et al*., 1991؛ Summers *et al*., 1986]. در توجیه این روند می‌توان گفت که اولاً با افزایش عمق خاک‌ورزی، خاک به طور طبیعی متراکم گشته و ثانیاً از آنجائیکه بخشی از نیروی کشش به اصطکاک بین تیغه‌ها و خاک مربوط است بنابراین با زیاد شدن عمق شخم، نیروی ناشی از وزن خاک روی تیغه‌ها بیشتر شده که در نتیجه آن، مقدار نیروی اصطکاک به طور خطی افزایش می یابد. همچنین با افزایش عمق شخم، نیروی بیشتری برای برش و جابجایی حجم بیشتری از خاک مورد نیاز است [Baloch *et al*., 1991].

هر چه فاصله بین دو ذره رسی یا خاکدانه کمتر باشد، نیروی همدوسی بین آن ها بزرگتر می‌شود. این نیرو در خاک های خشک، به حداکثر رسیده و با افزودن آب به خاک کاهش می‌یابد، زیرا مولکول‌های آب در بین ذرات خاک قرار گرفته و فاصله بین آن‌ها را افزایش می‌دهند [Bybordi, 1978]. با افزایش بیشتر رطوبت خاک، غشای رطوبتی توسعه بیشتری یافته و با قرار گرفتن بین ذرات خاک و سطوح فلزی موجب افزایش نیروی دگردوسی بین ذرات خاک و سطوح درگیر با خاک ادوات خاک‌ورزی می‌گردد. افزایش نیروی کششی خالص که با افزایش میزان رطوبت خاک حاصل گردید، را می‌توان ناشی از تاثیر نیروهای دگردوسی بر افزایش ضریب اصطکاک ظاهری فلز و خاک و قرار گرفتن خاک در مرحله دگردوسی دانست [Nichols, 1932].

جدول ۲- مقایسه میانگین های مقاومت کششی گاوآهن در سطوح مختلف عمق شخم و رطوبت خاک

رطوبت خاک(٪)	عمق شخم (سانتیمتر)			
	۱۰	۱۵	۲۰	میانگین (X)
۱۶-۱۸	۱/۱۴^{g}	۱/۲۷^{fg}	۱/۳۸^{f}	۱/۲۷^{C}
۱۹-۲۲	۱/۶۵^{e}	۱/۹۵^{c}	۲/۱۴^{ab}	۱/۹۲^{B}
۲۳-۲۵	۱/۸۰^{d}	۲/۰۳^{bc}	۲/۲۸^{a}	۲/۰۴^{A}
میانگین (X)	۱/۵۳^{C}	۱/۷۵^{B}	۱/۹۴^{A}	

میانگین هایی که با حروف کوچک مشترک نشان داده شده اند اختلاف معنی دار ندارند (دانکن ۵٪).
میانگین های X که با حروف بزرگ مشترک نشان داده شده اند اختلاف معنی دار ندارند (دانکن ۵٪).

از آنجا که تنها مقاومت کششی نمی تواند معیاری برای ارزیابی عملکرد گاوآهن باشد، لذا مقاومت کششی ویژه گاوآهن با تقسیم مقاومت کششی گاوآهن بر اندازه سطح مقطع خاک به هم خورده شیار شخم محاسبه می شود. مقایسه میانگین های مقاومت کششی ویژه در سطوح مختلف عمق شخم و رطوبت خاک که در جدول ۳ ارائه شده، نشان می دهد که با افزایش عمق شخم، مقاومت ویژه گاوآهن کاهش می یابد. دلیل این امر بیشتر بودن اندازه سطح مقطع عرضی و گسیختگی خاک با افزایش عمق شخم می باشد. با افزایش رطوبت خاک، مقاومت ویژه افزایش معنی داری دارد. با توجه به روند صعودی مقاومت کششی گاوآهن با افزایش رطوبت خاک، این امر قابل توجیه می باشد.

جدول ۳- مقایسه میانگین های مقاومت ویژه گاوآهن در سطوح مختلف عمق شخم و رطوبت خاک

رطوبت خاک(٪)	عمق شخم (سانتیمتر)			
	۱۰	۱۵	۲۰	میانگین (X)
۱۶-۱۸	۲/۳۸^{d}	۱/۷۷^{e}	۱/۴۴^{f}	۱/۸۶^{C}
۱۹-۲۲	۳/۴۴^{b}	۲/۷۱^{c}	۲/۲۴^{d}	۲/۷۹^{B}
۲۳-۲۵	۳/۷۷^{a}	۲/۸۲^{c}	۲/۳۷^{d}	۲/۹۹^{A}
میانگین (X)	۳/۲۰^{A}	۲/۴۳^{B}	۲/۰۲^{C}	

میانگین هایی که با حروف کوچک مشترک نشان داده شده اند اختلاف معنی دار ندارند (دانکن ۵٪).
میانگین های X که با حروف بزرگ مشترک نشان داده شده اند اختلاف معنی دار ندارند (دانکن ۵٪).

نتیجه گیری

به طور کلی نتایج نشان داد که عمق شخم و رطوبت خاک دو عامل بسیار موثر بر مقاومت کششی گاوهن برگرداندار می باشند. با افزایش عمق شخم، مقاومت کششی افزایش می یابد. با افزایش رطوبت خاک، مقاومت

کششی و مقاومت کششی ویژه افزایش می یابد. استفاده از گاوآهن برگرداندار دو خیشه برای زمین های کشاورزی کوچکتر با استفاده از تراکتور آروید با قدرت کمتر و در رطوبت های نزدیک حد خمیری خاک، توصیه می شود.

منابع

Al-Suhaibani, S., and Al-Janobi, A. 1997. Draught requirements of tillage implements operating on sandy loan soil. Journal of Agricultural Engineering Research 66:177-182

ASAE Standards, 2001. Agricultural Machinery Management Data . D497. 4. ASAE, St. Joseph, MI.

Baloch, J.M., Mirani, S.N., Mirani, A.N., and Bukhari, S. 1991. Power requirements of tillage implements. AMA. 22(1):34-38.

Bybordi, M. 1978. Soil Physics. Tehran University publications. (in Farsi)

Harrison, H.P. and Reed, W.B. 1968. Analysis of draft, depth and speed of tillage equipment. Can. Agric. Eng. 10(1); 20-23.

Palmer, A.L, and Kruger, I.R. 1982. Comparative drafts of six tillage implements. Proceeding of Conference on Agricultural Engineering, 163-167,Armidale, NSW Australia, 22-24 August. Barton, Australia.

Nichols, M. L. 1932. The dynamic properties of soils by means of colloidal films. Trans. Of the ASAE. 26: 37-42.

Raper, R.L, and Sharma, A.K. 2004. Soil moisture effects on energy requirements and soil disruption of sub soiling a coastal plain soil. Transactions of the ASAE 47(6):1899-1905.

Smith, L.A., and Barker, G.L. 1982. Equipment to monitor field energy requirement. Trans. ASAE, 26(6):1556-1559.

Summers, J.D., Khalilian, A., and Batchelder, D.G. 1986. Draft relationships for primary tillage in Oklahoma soils. Trans. ASAE, 29(1):37-39.