بررسی تاثیر عمق کار تیغه و حجم خاک موجود در باکت اسکریپر بر مقاومت کششی آن

علی بزرگی[۱]، بنیامین عباسیان[۲]، حسن ذکی دیزجی[۳]، فاطمه مترصد[۴]، علی اسحق بیگی[۵]

۱و۲– دانشجوی کار شناسی ارشد مکانیک ماشین های کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۳– استادیار گروه مکانیک ماشین های کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز

۴– دانشجوی کار شناسی ارشد مکانیک ماشین های کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۵– دانشیار گروه مکانیک ماشین های کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده

تسطیح اراضی به معنی هموار سازی، صاف کردن و ایجاد شیب مناسب در زمین با در نظر گرفتن ضریب نفوذپذیری، بافت خاک، جلوگیری از بروز تندآب و فرسایش سطحی و توزیع هماهنگ آب در سراسر مزرعه می‌باشد. از آنجا که مصرف سوخت و توان کششی تراکتور عاملی محدود کننده است، برای یک تراکتور با توان مشخص، با کاهش مقاومت کششی، می‌توان عرض کار ابزار خاک ورز و یا سرعت کار را افزایش داد که نتیجه آن افزایش نرخ انجام کار و کاهش هزینه‌ها می‌باشد. در تحقیق حاضر اثر جداگانه عمق کار تیغه اسکریپر در سه سطح ۳، ۵ و ۷ سانتیمتر و حجم خاک موجود در باکت اسکریپر به‌ازای هر ۰/۵ مترمکعب خاکبرداری در سه تکرار، بر نیروی کشش اسکریپر مدل DME3000 طرح استرالیا مطابق روش استاندارد *(RNAM, 1983)* اندازه گیری شد و با استفاده از تحلیل رگرسیونی رابطه عمق کار تیغه و حجم خاک موجود در باکت اسکریپر با نیروی کششی مورد نیاز، تعیین شد. نتایج نشان داد که رابطه $y=397.93x+1239$ بین نیروی کششی (y) در x متر مربع خاک موجود در باکت با $R^2=0.9522$ برقرار بود و رابطه $y=120.992d+774.42$ با $R^2= 0.9784$ افزایش یافتن نیروی کششی (y) نسبت به عمق کار تیغه (d) را بیان می کرد؛ که در آن y برابر نیروی کششی مورد نیاز در عمق d ($3< d<7$) بر حسب سانتی‌متر می‌باشد.

واژه های کلیدی: انرژی، تسطیح، ذنبه، نیروی کششی

مقدمه

تسطیح زمین نوعی از گسیختگی خاک است که خواص فیزیکی آن را تغییر می‌دهد (Brye *et al*., 2005). هدف از تسطیح، ایجاد شیب در یک اندازه معین بر حسب بافت و ساختمان خاک به منظور نفوذ مناسب هوا، آب، ریشه، زهکشی خوب و بهبود بخشیدن به توزیع یکنواخت مواد غذائی، آب و افزایش راندمان آبیاری ثقلی است. به طور کلی از مزایای تسطیح اراضی می‌توان به حفظ، احیا و بهره‌برداری بهینه از منابع طبیعی تجدید شونده نظیر آب و خاک، افزایش تولید محصولات کشاورزی در واحد سطح و کاهش هزینه تولید، صرفه‌جویی در مصرف آب، ایجاد بستر مناسب جهت کشت وکار مکانیزه، صرفه‌جویی در زمان آبیاری و سهولت برداشت محصول و پایین آمدن تلفات حین برداشت اشاره کرد. اسکریپر یکی از مهمترین ماشین‌هایی است که با هدف تسطیح زمین مورد استفاده قرار می گیرد. شکل (۱) نحوه آبیاری زمین قبل از تسطیح کامل را نشان می دهد. در پاکستان عملکرد محصول دو مزرعه که با دو روش دقیق و سنتی تسطیح شده بود، نشان داد که در مزرعه اول که زمین با استفاده از تجهیزات دقیق لیزری تسطیح شده بود، عملکرد محصول معادل ۲/۲۷ تن بر هکتار و در مزرعه دوم که با روش‌های سنتی تسطیح شده بود عملکرد محصول معادل ۱/۶۸ تن بر هکتار بود (Johnson *et al.*, 1977).

شکل ۱. عدم یکنواختی آبیاری قبل از عملیات تسطیح

اسکریپر وسیله ای برای بارگیری، حمل، انتقال و تخلیه خاک با اهداف مختلف می باشد. اسکریپر در حقیقت ادغامی از دو دستگاه لودر و ماشین‌های حمل خاک می‌باشد. این دستگاه با خاک برداری از مناطق با ارتفاع زیاد، کار لودر و با انتقال و تخلیه در مناطق پست که نیاز به خاک ریزی دارند، کار ماشین‌های حمل خاک را انجام می دهد و با این عمل شیب زمین را مطابق نیاز تنظیم می کند. اسکریپرها به دو دسته کششی و خود کششی تقسیم می شوند. اسکریپر های خود کششی دارای یک موتور جهت تامین نیروی کششی مورد نیاز می باشند. که انتقال نیروی این موتور، از طریق یک محور و یا دو محور صورت می گیرد در حالی

که نیروی مورد نیاز اسکریپرهای کششی از طریق یک کشنده مجزا (تراکتور) تامین می شود. این عملیات مستلزم صرف انرژی زیادی می باشد.

کاهش انرژی مورد نیاز عملیات زراعی نظیر تسطیح زمین همواره مورد توجه محققین بوده است. حجم جابجایی، نحوه گسیختگی و شکست خاک به طور کلی به خصوصیات خاک، هندسه ابزار و سرعت برش بستگی دارد. عوامل متعددی نظیر محتوی رطوبت خاک، سرعت پیشروی، عمق و عرض کار تیغه و زوایای تیغه (زاویه رویه ابزار خاک ورز نسبت به سطح افق در راستای حرکت (زاویه حمله) و زاویه تیغه نسبت به خط عمود (زاویه خمش) از جمله مواردی هستند که بر مقاومت کششی و عملکرد ابزار خاک‌ورز مؤثر می باشند (اسحق بیگی و همکاران، ۱۳۸۴). شرایط خاک و هندسه ادوات از جمله موارد تاثیرگذار بر نیروی کشش معرفی شده اند (Upadhyaya *et al*., 1984; Tong *et al.,* 2006). ساده ترین روش برای تخمین انرژی مورد نیاز یک ابزار خاک ورز، اندازه گیری نیروی کششی مورد نیاز در حال کار می‌باشد (Ehrhardt *et al.,* 2001). تحقیقات متعددی نیز در ارتباط با نیروی کشش و بکسوات چرخ‌های تراکتور انجام شده که می‌توان با رعایت این اصول بازده کشش را افزایش داد (Zoz and Grisso, 2003). لذا در این پژوهش اثر جداگانه عمق کار تیغه و حجم خاک موجود در باکت، بر مقاومت کششی اسکریپر مدلDME3000 ، مطابق روش استاندارد *(RNAM, 1983)*اندازه گیری شد و سپس مدلهای ریاضی رگرسیونی برای تخمین مقاومت کششی اسکریپر استخراج گردید.

مواد و روش ها

اندازه گیری نیروی کشش اسکریپر تک محوره مدل DME3000 طرح استرالیا ساخت کشور ایران در مزارع نیشکر شرکت کشت و صنعت هفت تپه انجام شد که در جدول ۱ مشخصات خاک مورد آزمایش نشان داده شده است. در جدول ۲ مشخصات فنی اسکریپر ارایه شده است.

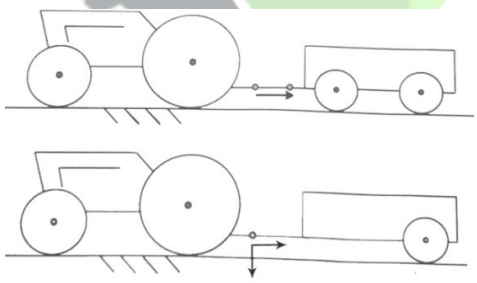
جدول ۱. مشخصات خاک مزرعه آزمایش

محتوای رطوبتی	وزن مخصوص kg/m^3	پیوستگی N/m^2	زاویه اصطکاک داخلی deg.	زاویه اصطکاک خارجی deg.
٪ ۷/۲	۱۵۰۰	۹۴۰۰	۴۸/۷	۱۶

جدول۲. مشخصات اسکریپر مورد استفاده قرار گرفته

عرض کار	۳ متر
حجم باکت	۶ متر مکعب به صورت کله قندی
وزن دستگاه	۴۸۰۰کیلوگرم
حداکثر عمق نفوذ تیغه	۷ سانتی متر
زاویه تیغه	۴۰ درجه
سایز لاستیک	385/75/R22.5

در اسکریپرهای تک محوره بخشی از وزن اسکریپر توسط محور اسکریپر و مقداری دیگر به دلیل کششی بودن و نوع اتصال، توسط تراکتور تحمل می شود. بنابراین نیروهای وارده بر تراکتور در نقطه اتصال به دو نیروی عمودی که ناشی از وزن اسکریپر و نیروی افقی در راستای حرکت که ناشی از مقاومت کششی اسکریپر می باشد تقسیم می شوند (شکل۲). بمنظور اندازه گیری مقاومت کششی اسکریپر از یک نیروسنج دیجیتال استفاده شد. این نیروسنج فقط مقدار نیروی وارده در راستای افقی (نیروی کششی) را نشان می داد (شکل۳). به منظور حذف اثر نیروی عمودی می بایست از یک محور دیگر جهت تحمل این نیرو استفاده می‌شد تا بار عمودی وارد بر تراکتور از بین برود. در اینجا از یک تراکتور دیگر جهت تحمل نیروی عمودی اسکریپر استفاده شد. در حقیقت اسکریپر به یک تراکتور که فقط کار محور حامل را انجام می داد متصل شد و در ادامه تراکتور کشنده، اسکریپر و تراکتور حامل را کشید. بین دو تراکتور نیروسنج نصب شد تا نیروی کششی مورد نیاز جهت کشیدن اسکریپر و تراکتور حامل را نشان دهد. حال برای حذف مقدار نیروی کششی ناشی از تراکتور حامل لازم بود مقدار مقاومت غلتشی آن جداگانه اندازه گیری شده و از مقدار کل کم، تا مقدار مقاومت کششی اسکریپر بدست آید (شکل۴).



شکل۲. نیروهای وارده از طرف ادوات تک محوره و دو محوره بر تراکتور

شکل ۳. نیروسنج متصل بین تراکتور حامل و تراکتور کشنده

شکل ۴. مجموعه اسکریپر و تراکتور حامل توسط تراکتور کشنده و نیروسنج بین آنها

به منظور تعیین مقاومت غلتشی تراکتور حامل، باید ابتدا تراکتور مذکور توسط تراکتور دیگری کشیده می‌شد این در حالی بود که نیروسنج به صورت سری و کاملا افقی بین این دو تراکتور قرار داده شد و نیروسنج مقاومت غلتشی تراکتور حامل را نشان می‌داد. برای انجام این آزمایش می‌بایست قسمتی از وزن اسکریپر که توسط تراکتور عقبی تحمل می شد به نحوی تامین گردد. برای این منظور وزنه‌ای معادل ۱۴۰۰ کیلوگرم به قسمت عقب تراکتور متصل شد. بمنظور اندازه گیری مقاومت غلتشی اسکریپر در حالت بدون بار (حالتی که تیغه با خاک درگیر نباشد) و باکت خالی، ابتدا مجموعه دو تراکتور و اسکریپر به زمین کشاورزی انتقال داده شدند و اعداد نیروسنج با سه تکرار یادداشت شدند (مجموعه تراکتور حامل و اسکریپر توسط تراکتور کشنده کشیده می شدند). آزمایش بعدی اندازه گیری مقاومت غلتشی اسکریپر در حالتی انجام گرفت که باکت آن پر از خاک بود (با حجم خاک معین). تفاوت این آزمایش با آزمایش قبل در این بود که در این حالت باکت اسکریپر را کاملا پر کرده (حجم خاک معین) و اعداد نشان داده شده توسط نیروسنج در سه مرتبه آزمایش با شرایط یکسان یادداشت شدند.

هدف از انجام آزمایش چهارم اندازه گیری نیروی کششی مورد نیاز در هنگام برش خاک به ازای هر ۰/۵ متر مکعب پر شدن باکت بود. این آزمایش در حالی انجام گرفت که زمین کشاورزی به منظور ثابت بودن عمق کار تیغه، قبلاً تسطیح شده بود. در این آزمایش تیغه اسکریپر در عمق ۵ سانتی‌متری خاک قرار داده شد و اسکریپر در حالی که به تراکتور حامل متصل بود توسط تراکتور

کشنده با سرعت ثابت ۰/۵۴ متر بر ثانیه کشیده شد. آهنگ تغییر نیروی کششی نسبت به بار اضافه شده بر اسکریپر، توسط نیروسنج به ازای هر نیم متر مکعب خاک برداری قرائت گردید. با توجه به عرض اسکریپر (۳۰۰ سانتی متر) و عمق کار (۵ سانتی متر) ، قرائت نیروسنج در هر ۳/۳۳ متر پیشروی، معادل نیم متر مکعب خاک برداری بود. هدف آزمایش پنجم بررسی تاثیر عمق نفوذ تیغه در خاک بر میزان نیروی کششی مورد نیاز در هنگام بارگیری بود که به این منظور تیغه در سه عمق مختلف ۳، ۵ و ۷ سانتی‌متری در خاک قرار داده شد و اعداد نیروسنج در لحظه شروع حرکت اسکریپر یادداشت شدند. این آزمایش در حالی انجام گرفت که باکت اسکریپر خالی بود و به محض رسیدن به سرعت مشخص تیغه در خاک قرار داده شد.

نتایج و بحث

مقادیر مقاومت غلتشی تراکتور حامل در حالت بدون بار (حالتی که اسکریپر به تراکتور متصل نبود) در جدول ۳ نشان داده شده است. در جدول ۴ مقاومت غلتشی تراکتور حامل در حالتی اندازه گیری شد که به منظور جبران اضافه بار ناشی از انتقال وزن اسکریپر به قسمت عقب تراکتور حامل، به همان مقدار وزنه به آن قسمت اضافه شد. این وزنه ها معادل ۳۰٪ وزن اسکریپر یعنی تقریباً ۱۴۰۰ کیلوگرم بود.

جدول ۳. مقاومت غلتشی تراکتور حامل در حالتی که اسکریپر به آن متصل نشده بود، kgf

مرتبه اول	مرتبه دوم	مرتبه سوم	میانگین
۳۵۳	۳۸۴	۳۷۸	۳۷۱/۶۶

جدول ۴. مقاومت غلتشی تراکتور حامل در حالتی که وزنه‌ای معادل تقریباً ۱۴۰۰ کیلوگرم به قسمت عقب آن اضافه شده بود، kgf

مرتبه اول	مرتبه دوم	مرتبه سوم	میانگین
۴۲۲	۴۲۷	۴۴۳	۴۳۰/۶۶

جداول ۳ و ۴ نشان می دهد که بخشی از وزن اسکریپر توسط مالبند تراکتور تحمل می شود و این موضوع به طراحی سازنده اسکریپر مربوط می شود و بخشی از این وزن به قسمت عقب تراکتور منتقل شده و این امر موجب افزایش فشار عمودی روی چرخهای عقب تراکتور و بالا رفتن ماکزیمم کشش آن و به دلیل نشست بیشتر چرخها در خاک موجب افزایش مقاومت غلتشی تراکتور می‌شود. در اندازه گیری مقاومت غلتشی اسکریپر در حالات بدون بار (حالتی که تیغه با خاک درگیر نبود) و باکت خالی در زمین کشاورزی، عدد نیروسنج برابر مجموع مقاومت غلتشی اسکریپر و تراکتور حامل بود. از آنجا که به مقاومت غلتشی اسکریپر به تنهایی نیاز بود، مقاومت غلتشی تراکتور حامل که از آزمایش قبل بدست آمده بود از عدد نیروسنج کم شد (جدول ۵).

جدول ۵. مقاومت غلتشی اسکریپر در حالت بدون بار و باکت خالی در زمین کشاورزی، kgf

	مرتبه اول	مرتبه دوم	مرتبه سوم	میانگین
اسکریپر و تراکتور	۹۹۲	۱۱۹۷	۱۰۵۰	۱۰۷۹/۶۶
اسکریپر به تنهایی	۵۶۱/۳۴	۷۶۶/۳۴	۶۱۹/۳۴	۶۴۹/۰۰

در آزمایش سوم که اندازه گیری مقاومت غلتشی اسکریپر در حالت پر از خاک مد نظر بود با توجه به چگالی خاک منطقه اسکریپر گنجایش حدود ۶۰۰۰ کیلوگرم خاک را داشت که از این مقدار ۴۰۸۰ کیلوگرم (معادل ۶۸٪ کل ورن خاک) بر روی محور اسکریپر (۲ چرخ) و ۱۹۲۰ کیلوگرم دیگر به تراکتور منتقل می شد. این اضافه بار منجر به افزایش مقاومت غلتشی در اسکریپر و تراکتور گردید (جدول ۶).

جدول ۶. مقاومت غلتشی اسکریپر در حالت پر از خاک، kgf

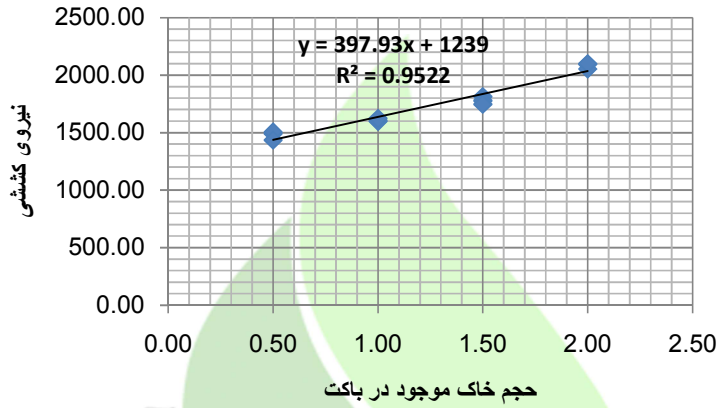
مرتبه اول	مرتبه دوم	مرتبه سوم	میانگین
۱۸۴۳	۱۸۵۱	۱۸۶۵	۱۸۵۳

اندازه‌گیری نیروی کششی مورد نیاز در هنگام برش خاک به ازای هر ۰/۵ متر مکعب پر شدن باکت در حالی که تیغه اسکریپر با عمق ۵ سانتیمتر با خاک درگیر بود و با سرعت مشخص ۰/۵۴ متر بر ثانیه شروع به حرکت کرد (به ازای هر ۳/۳۳ متر پیشروی و با توجه به عرض ۳ متری تیغه و عمق کار ۵ سانتی متر، ۰/۵ مترمکعب خاک وارد باکت شد) مقادیر مقاومت کششی بازای هر ۳/۳۳ متر پیشروی مطابق جدول ۶ ثبت شد. به منظور تعیین رابطه بین عمق کار تیغه اسکریپر و مقاومت کششی از نرم‌افزار Excel استفاده شد و بهترین منحنی برازش استخراج شد.

جدول ۶ . نیروی کششی مورد نیاز اسکریپر هنگام برش خاک به ازای هر ۰/۵ مترمکعب خاکبرداری، kgf

مسافت پیشروی	مرتبه اول	مرتبه دوم	مرتبه سوم	میانگین
۳/۳۳ متر (۰/۵ متر مکعب خاک در باکت)	۱۴۸۹	۱۵۰۴	۱۴۳۵	۱۴۷۶
۶/۶۶ متر (۱ متر مکعب خاک در باکت)	۱۶۰۵	۱۵۹۷	۱۶۲۳	۱۶۰۸/۳۳
۹۹/۹متر (۱/۵ متر مکعب خاک در باکت)	۱۸۱۳	۱۷۷۸	۱۷۴۶	۱۷۷۹
۱۳/۳۲ متر (۲ متر مکعب خاک در باکت)	۲۰۹۴	۲۰۵۳	۲۱۰۰	۲۰۸۲/۳۳

با افزایش حجم خاک برش یافته، به دلیل افزایش مقاومت غلتشی اسکریپر و تحمل وزن خاک توسط چرخ‌های اسکریپر با فرض ثابت بودن مقاومت برش خاک، نیروی کششی مورد نیاز برای کار اسکریپر افزایش پیدا کرد. با تحلیل رگرسیونی رابطه $y=397.93x+1239$ بین نیروی کششی و عمق کار اسکریپر بدست آمد. که در آن y نیروی کششی مورد نیاز جهت کار اسکریپر در x متر مربع خاک موجود در باکت می باشد (شکل ۵).



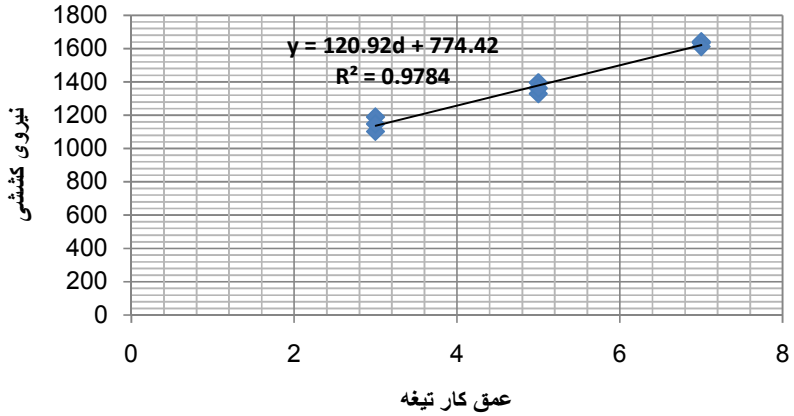
شکل ۵. تغییرات نیروی کششی نسبت به حجم خاکی که وارد اسکریپر می شود (عمق کار ۵سانتی متر).

تغییرات عمق نفوذ تیغه در خاک بر نیروی کششی در هنگام خاکبرداری در سه عمق مختلف ۳ ،۵، ۷ سانتی متر با سه تکرار در لحظه شروع حرکت اسکریپر (با باکت خالی) در جدول ۷ نشان داده شده است.

جدول ۷. تغییرات نیروی کششی نسبت به تغییرات عمق کار

عمق تیغه در خاک (سانتی‌متر)	مرتبه اول	مرتبه دوم	مرتبه سوم	میانگین
۳	۱۱۸۹	۱۱۰۲	۱۱۴۶	۱۱۴۵/۶۷
۵	۱۳۹۵	۱۳۲۹	۱۳۶۲	۱۳۶۲
۷	۱۶۳۴	۱۶۴۲	۱۶۱۲	۱۶۲۹/۳۳

مطابق شکل ۶ با افزایش عمق کار اسکریپر، نیروی کششی مورد نیاز بصورت خطی افزایش پیدا کرد. رابطه خطی $y=120.992d+774.42$ این افزایش نیروی کششی نسبت به عمق کار تیغه را بیان می کند؛ که در آن y برابر نیروی کششی مورد نیاز در عمق d $(3< d<7)$ بر حسب سانتی‌متر می باشد.



شکل ۶. تغییرات نیروی کششی اسکریپر نسبت به عمق کار تیغه.

نتیجه گیری

نتایج نشان داد که رابطه $y=397.93x+1239$ بین نیروی کششی (y) در x متر مربع خاک موجود در باکت با $R^2=0.9522$ برقرار بود و رابطه $y=120.992d+774.42$ با $R^2= 0.9784$ افزایش یافتن نیروی کششی (y) نسبت به عمق کار تیغه (d) را بیان می کرد؛ که در آن y برابر نیروی کششی مورد نیاز در عمق d ($3< d<7$) بر حسب سانتی‌متر می‌باشد.

فهرست منابع

[۱] اسحق بیگی، ع. ، ا. طباطبایی فر، ع. کیهانی و م. ح. رئوفت. ۱۳۸۴. اثر عمق و زاویه حمله بر مقاومت کششی زیرشکن تیغه مورب. مجله علمی پژوهشی علوم کشاورزی ایران، دانشگاه تهران. جلد۳۶، شماره ۴ صفحه ۱۰۴۵-۱۰۵۲.

[۲] شفیعی، س.الف. ۱۳۷۱. اصول ماشین‌های کشاورزی. انتشارات دانشگاه تهران. جلد اول

[3] Brye, K. R., N. A. Slaton, R. J. Norman. 2005. Penetration resistance as affected by shallow-cut land leveling and cropping. Soil and Tillage Researc 81(1): 1-13.

[4] Ehrhardt, J. P., R. D. Grisso, M. F. Kocher, P. J. Jasa, and J. L. Schinstock. 2001. Using the Veris electrical conductivity cart as a draft predictor. ASAE. No 011012. Sacramento Convention Center.

[5] Johnson, S. H., Z. S. Khan, and C. M. Husain. 1977. The economics of precision land leveling: a case study from Pakistan. Agricultural-Water-Management 4, 319-331.

[6] Macmillan, R. H. 2002. The Mechanics of Tractor-Implement Performance. Senior Academic Associate, Agricultural Engineering International Development Technologies Centre University of Melbourne.

[7] Regiona Network for Agricultural Machinery. 1983. RNAM test codes and procedures of farm machinery. Technical series No. 12, Bangkok, Thailand. 129 pp.

[8] Tong, J., and B. Z. Moayad. 2006. Effect of rack angle of chisel cutting on soil cutting factors and power requirement: A computer simulation. Soil and Tillage Research 88, 55-64.

[9] Upadhyaya, S. K., T. H. Williams, L. J. Kemble, and N. E. Collins. 1984. Energy requirement for chiseling in coastal plain soils. Transactions of the ASAE 27(6): 1643-1649.

[10] Zoz, F. M., and R. D. Grisso. 2003. ASAE Publication Number 913C0403, ASAE Distinguished Lecture#27, Agricultural Equipment Technology Conference, Louisville, Kentucky USA.

Assessment of working depth and the soil volume in scraper's bowl on drawbar power

Ali bozorgi[1],Benyamin abasian[2],Hasan zeki dizaji[3],Fateme matarsad[4],

Ali shaghbeigi[5]

1,2- Graduate Student of Agricultural Mechanics, Isfahan University of Technology

3- Assistant Professor, Department of Engineering mechanics of Agricultural Machinery of shahid chamran univercity

4- Graduate Student of Agricultural Mechanics,sari

5- Associate Professor, Department of Engineering mechanics of Agricultural Machinery,Esfahan

Abstract

Land leveling is evening, facing, and making the suitable slope in the field according to coefficient of penetration, soil texture, stoppage from overflowing, and soil erosion and water dispense in field. since the tractor fuel consumption and drawbar power is a cramp item, for a tractor with a certain power, with decreasing motion resistance, can increase work width and travel speed, which cause increase in working capacity and decreasing c . In this paper according to RNAM standard, the draft power need f Australian DME3000 scraper in tree working depth (3, 5 and 7 centimeter) and in different soil volume in the scraper's bowl (every 0.5 cubic meter) was measured. Regression analysis showed the relations between working depth and soil volume in the scraper's bowl with drawbar power requirement. Results show drawbar power relation in which y=397.93x+1239 (R2=0.9522) where, y is drawbar power need and x is soil volume(m^3) in scraper's bowl. In addition, the working depth relation was y=120.992d+774.42 (R2=0.9874) where, d is the working depth (3<d<7) in centimeter.

Keywords*:* Draft, Energy, Leveling, Scraper