تاثیر سرعت پیشروی تراکتور ITM399-4WD بر پارامترهای عملکردی تراکتور در خاک ورزی با هرس بشقابی

علی رحیمی[۱*] ، علیمحمد برقعی[۲] ، سعید مینایی[۳] و حسین باخدا[۴]

۱- دانشجوی دوره کارشناسی ارشد مکانیزاسیون کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران
ali_rahimy51@yahoo.com
۲- استاد گروه مکانیک ماشینهای کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران
۳- دانشیار گروه مکانیک ماشینهای کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس
۴- استادیار گروه مکانیزاسیون کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

چکیده

به منظور بهبود کارآیی تراکتور بایستی به‌ازای مقدار مشخصی انرژی نهفته در سوخت، بیشینه کشش ادوات در شرایط مطلوب ایجاد شود و کمترین اثر مخرب را بر ساختار خاک داشته باشد. از این‌رو باید همواره پارامترهای عملکردی تراکتور را بهبود داد، که بطور کلی شامل بهبود عملکرد موتور و سیستم انتقال توان و زمین‌گیرایی می‌باشد. در این پژوهش تاثیر سرعت پیشروی بر توان مالبندی، بکسوات، بازده زمین‌گیرایی، مصرف سوخت، میانگین وزنی قطر خاکدانه ها و سختی خاک (CI) تحت چرخهای محرک تراکتور ITM399-4WD، در عملیات با هرس بشقابی مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور، یک آزمایش فاکتوریل، با دو فاکتور شامل شرایط زمین (در دو سطح زمین آیش و زمین کلشی) و سرعت پیشروی (در سه سطح: ۵-۶ ۶-۷ و ۷-۸ کیلومتر بر ساعت) در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی و با سه تکرار اجرا گردید. پس از آنالیز واریانس، مقایسه میانگین با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن انجام شد. نتایج آزمایش نشان داد که افزایش سرعت پیشروی باعث افزایش معنی‌دار توان مالبندی و بکسوات شده و کاهش معنی‌داری در بازده زمین‌گیرایی و میانگین وزنی قطر خاکدانه حاصل شد. کمترین میزان مصرف سوخت در سرعت ۶ کیلومتر بر ساعت بدست آمد. سرعت پیشروی اثر معنی‌داری بر شاخص CI نداشت. در زمین کلشی در مقایسه با زمین آیش، توان مالبندی، مصرف سوخت و بازده زمین‌گیرایی افزایش و بکسوات، کاهش معنی‌داری نشان داد. مصرف سوخت در سرعت های ۵، ۶ و ۷ کیلومتر بر ساعت به ترتیب ۸/۶۲۵ ، ۷/۹۷۸ و ۸/۶۲۷ لیتر بر هکتار بود. بنابر این توصیه می‌گردد در تراکتور ITM399-4WD با دیسک کششی، از سرعت ۶-۷ کیلومتر بر ساعت استفاده شود.

واژه های کلیدی: بازده زمین گیرایی، تراکتور ITM399 ، سختی خاک، کشش مالبندی، هرس بشقابی

مقدمه

در شرکت تراکتور سازی ایران- تبریز سالانه تعداد زیادی تراکتور مسی‌فرگوسن در مدل های مختلف تولید می‌شود و تحقیقات زیادی در کشور در خصوص بهینه کردن آنها انجام شده است. طی تحقیقی با افزایش سنگین کننده روی محورهای تراکتور

ITM285، دریافتند نیروی کششی به میزان قابل توجهی افزایش یافته و مصرف سوخت بین ۵ تا ۱۵ درصد کاهش داشته است (نقوی و همکاران، ۱۳۸۵). با در نظر گرفتن میانگین مصرف سوخت ۱۰ درصد در تحقیق فوق و با توجه به آمار تراکتورهای موجود در ایران که در حدود ۳۸۰۰۰۰ دستگاه انواع تراکتور با توان ها، مدل ها و عمرهای مختلف وجود دارد (بی نام، ۱۳۹۱)، در صورتیکه هر تراکتور روزانه ۸ ساعت و به طور میانگین ساعتی ۱۰ لیتر سوخت مصرف کند، روزانه ۸ لیتر در مصرف سوخت یک تراکتور صرفه جویی خواهد شد. اگر همه تراکتورهای موجود در کشور در طول یک سال، هر کدام به طور میانگین ۶ ماه (۱۴۴۰ ساعت) کار مفید انجام دهند، سالانه ۵۴۷۲۰۰۰۰۰ لیتر در مصرف سوخت فسیلی صرفه جویی بعمل خواهد آمد که با احتساب قیمت گازوئیل لیتری ۳۵۰۰ ریال در سال ۱۳۹۲، هر سال حداقل ۱۹۱۵۲۰۰۰۰۰۰۰ ریال فقط در هزینه های مربوط به سوخت تراکتورها در کشور صرفه جویی می شود.

طی تحقیقی، محققین دریافتند که با ۱۰٪ بکسوات روی خاکهای ناحیه هیاواسی[1] از نوع لومی شنی بازده زمین‌گیرایی تراکتور دو چرخ محرک ۵۶٪ و تراکتور چهار چرخ محرک ۶۶٪ بدست آمد. حداکثر بازده زمین‌گیرایی قابل دسترس در سطح بتون، زمین کلشی و زمین شخم خورده بترتیب ۸۷٪، ۷۴٪ و ۴۷٪ بدست آمده است (Liljedahl *et al.*, 1989).

بهترین روش برای به حداکثر رساندن بازده زمین‌گیرایی تراکتور انتخاب ادوات مناسب برای تراکتور است. یعنی عرض کار آن طوری انتخاب شده باشد که در سرعتهای بین ۶/۴ تا ۸ کیلومتر بر ساعت حداکثر نیروی مقاوم کششی به تراکتور را اعمال کنند. بنابراین برای استفاده از تراکتور در خاک ورزی اولیه و ثانویه عرض کار کم و برای کارهای سبک ادوات با عرض کار زیادتر انتخاب می‌گردند (Wang and Zoerb., 1988). همچنین بهترین استراتژی برای بالا بردن بازده تراکتور و مصرف کمتر سوخت استفاده از سرعتهای بالاتر برای عملیات مزرعه‌ای می‌باشد. حتی با افزایش بار نیز میزان سوخت در سرعت بالاتر کمتر از سرعت پایین‌تر می‌باشد. یعنی نرخ مصرف سوخت در سرعت بالاتر با سرعت کمتری افزایش می‌یابد (Matthes *et al.*,1988).

طی تحقیقی تاثیر بار عمودی روی تایر و سرعت پیشروی روی خاک مورد ارزیابی قرار گرفت. با افزایش بار عمودی روی تایر جرم مخصوص ظاهری خاک و در نتیجه فشردگی خاک افزایش می یابد. جرم مخصوص ظاهری خاک پس از اعمال بار عمودی روی خاک توسط تایر افزایش خیلی زیادی نسبت به حالت قبل از فشرده شدن خاک دارد و افزایش جرم مخصوص ظاهری پس از اعمال بارهای عمودی ۱۰۵۰ و ۱۲۰۰ کیلوگرم نسبت به اعمال بارهای عمودی ۹۰۰ کیلوگرم افزایش چندانی ندارد. با افزایش سرعت پیشروی، جرم مخصوص ظاهری خاک کاهش می یابد. نتایج نشان میدهند که تغییر سرعت روی تغییرات جرم مخصوص ظاهری خاک اثر معنی داری در سطح احتمال ۵٪ می گذارد. با توجه به نتایج آزمایش ها، با کاهش بار عمودی روی تایر و افزایش سرعت پیش روی ادوات، کمترین فشردگی در خاک ایجاد می شود (شاهمیرزایی و همکاران، ۱۳۸۹). هدف از این پژوهش تاثیر سرعت پیشروی بر توان مالبندی، بکسوات، بازده زمین‌گیرایی، مصرف سوخت، میانگین وزنی قطر خاکدانه ها و سختی خاک (CI) تحت چرخهای محرک تراکتور ITM399-4WD، در عملیات با هرس بشقابی بود.

[1] - Hiawassee

مواد و روش‌ها

این پژوهش براساس دستورالعمل استانداردهای ملی ایران در تیر ماه سال ۱۳۹۲ در دو نوع زمین کشاورزی با شرایط آیش و کلشی و با خاک بافت لومی با رطوبت ۲ درصد بر پایه خشک، متعلق به معاونت آب و خاک و صنایع وزارت جهاد کشاورزی در کرج انجام گردید (برقعی و همکاران، ۱۳۶۵؛ برقعی و همکاران، ۱۳۹۱). زمین اول آیش بود که با خاک ورز برگردان دار شخم زده شد و زمین دوم، زیر کشت گندم قرار داشت و بعد از برداشت محصول، با خاک ورز چیزل شخم زده شد. این زمین ها به این علت انتخاب شدند که پس از انجام خاک ورزی اولیه و عملیات دیسک، در شرایط واقعی و متداول استفاده کشاورزان برای کشت ذرت آماده شده بود. در این پژوهش، سرعت پیشروی بین ۵ الی ۸ کیلومتر بر ساعت برای انجام آزمایش ها انتخاب گردید.[۱] برای اندازه گیری مقاومت کششی هرس بشقابی از روش استاندارد دو تراکتوری استفاده شد (برقعی و همکاران، ۱۳۶۷). تراکتور ITM399-4WD به عنوان تراکتور کشنده (اصلی) و تراکتور رومانی U650 به عنوان تراکتور واسط و دیسک متصل به تراکتور واسط به عنوان نیروی مقاوم انتخاب و بر اساس اهداف این پژوهش، تاثیر سرعت پیشروی بر نیروی مالبندی، بکسوات، بازده زمین‌گیرایی، مصرف سوخت تراکتور، میانگین وزنی قطر خاکدانه ها و مقاومت خاک تحت چرخهای محرک این تراکتور مورد بررسی قرار گرفت (شکل ۱). در این آزمایش تاثیر سرعت پیشروی در سه سطح ۶–۵ کیلومتر بر ساعت (دنده 3Ll)، ۷–۶ کیلومتر بر ساعت (دنده 3Lh) و سرعت ۸–۷ کیلومتر بر ساعت (دنده 1Hl) انتخاب شدند. تراکتور فاقد سنگین کننده بوده و فشار باد تایرها در حالت توصیه شده توسط سازنده تراکتور تنظیم گردید. تراکتور ITM399-4WD شش سیلندر، دارای حداکثر ۱۰۷ اسب بخار قدرت در دور اسمی موتور ۲۲۰۰ دور در دقیقه و با حداکثر گشتاور ۴۳۰ نیوتن متر در دور موتور ۱۲۰۰ دور در دقیقه می‌باشد. وزن کل تراکتور ۳۵۷۶ کیلوگرم، وزن روی محور جلو ۱۵۷۲ کیلوگرم (۴۴٪) و وزن روی محور عقب ۲۰۱۴ کیلوگرم (۵۶٪) می‌باشد. فاصله محور چرخهای جلو و عقب از یکدیگر ۲۶۴۰ میلی متر و ارتفاع مالبند تراکتور از زمین ۴۳۳ میلی متر می‌باشد (بی نام، ۱۳۷۲). برای اندازه‌گیری مقدار نیروی کششی بین دو تراکتور، از یک نیروسنج کششی هیدرولیکی با ظرفیت ۴ تن استفاده شد. نیروی مقاوم مالبندی با وارد کردن یک دستگاه دیسک کششی آفست ۲۸ پره ۲/۴ متری با وزن ۱۶۵۰ کیلوگرم تا عمق ۱۵ سانتی متر در خاک ایجاد شد.

---

[۱] – مناسب ترین سرعت حرکت در عملیات دیسک، در محدوده ۶– ۱۰ کیلومتر بر ساعت می باشد (بهروزی لار و همکاران، ۱۳۸۶).

شکل ۱. تراکتور ITM399-4WD و تراکتور واسط متصل به نیروسنج و هرس بشقابی در حال آزمایش

سوخت سنج: برای اندازه‌گیری مصرف سوخت تراکتور از یک سوخت سنج حجمی دیجیتال مدل DFM 50CK ساخت بلاروس که میزان مصرف سوخت را بر حسب لیتر بر ساعت و لیتر بر کیلومتر، در سرعت ها و بارهای مختلف بر روی نمایشگر نشان می دهد، استفاده گردید. این سوخت سنج شامل دو قسمت، حسگر سوخت و نمایشگر می باشد.

شکل ۲. حسگر و نمایشگر سوخت سنج دیجیتال حجمی نصب شده بر روی داشبورد تراکتور

فروسنج مخروطی: برای اندازه‌گیری فشردگی خاک، یک دستگاه فروسنج مخروطی(پنترومتر) دیجیتال مدل ART.NR.06.15.01 ساخت شرکت Eijkelkamp هلند مورد استفاده قرار گرفت. در این آزمایش مخروط تا عمق ۲۵ سانتی متر در خاک فرو برده شد و سختی خاک برای هر نمونه، در سه نقطه اندازه گیری گردید. این دستگاه مقاومت خاک را بر حسب Mpa نمایش می دهد.

اندازه گیری میانگین وزنی قطر خاکدانه ها: بدین منظور از ۱۲ الک با چشمه های مربع شکل به اضلاع ۴، ۳/۵، ۳، ۲/۵، ۲ ، ۱/۵، ۱، ۰/۷۵ ، ۰/۵ ، ۰/۱۵۷ ، ۰/۱۱۸ و ۰/۰۷۸ اینچ و ترازوی دیجیتالی با دقت یک گرم استفاده گردید. قبل و بعد از اجرای عملیات دیسک زنی، مطابق استاندارد ملی ایران (برقعی و همکاران، ۱۳۶۷)، در هر سرعت پیشروی از محل عبور چرخ تراکتور نمونه برداری خاک با سه تکرار انجام و با استفاده از رابطه (۱) میانگین وزنی قطر خاکدانه ها محاسبه و ثبت گردید:

$$MWD=\frac{LA+95.25B+82.55C+69.85D+57.15E+44.45F+31.75G+22.22H+15.85M+8.35N+3.5S+2.5T}{W=A+B+C+D+E+F+G+H+M+N+S+T} \quad (۱)$$

وزن کل بر حسب کیلوگرم : $W=A+B+C+D+E+F+G+H+M+N+S+T$

L = میانگین قطر کلوخه های باقیمانده روی بزرگترین الک (میلی متر) با کولیس اندازه گیری می شود

MWD = میانگین قطر دانه بندی خاک بر حسب میلی متر

بکسوات (S) : به لغزش چرخهای تراکتور در حال حرکت با بار که افت پیشروی در تراکتور ایجاد می‌کند بکسوات گفته می‌شود و مقدار آن به صورت دستی اندازه گیری و از رابطه زیر محاسبه شد:

$$S=\frac{n_1-n_0}{n_1}\times 100 \quad (۲)$$

n_1 و n_0 : مسافت پیشروی تراکتور به ازای ده دور چرخ محرک تراکتور در دو حالت با و بدون بار (m)

اگر چه بکسوات اتلاف انرژی محسوب می‌شود ولی به منظور فشرده سازی اولیهٔ خاک برای ایجاد گیرایی لازم بین چرخ و خاک مقدار کمی بکسوات لازم است که این مقدار در زمینهای شخم خورده، حدود ۱۰ تا ۱۵٪ برای تراکتورهای دو چرخ محرک و ۸ تا ۱۲٪ برای تراکتورهای چهار چرخ محرک می باشد (Wedd, 1999).

توان مالبندی: برای اندازه‌گیری نیروی مالبندی، نیروسنج بین دو تراکتور کشنده و واسط بصورت افقی و موازی با سطح زمین وصل گردید. با اندازه گیری نیروی کشش مالبندی و سرعت پیشروی، توان مالبندی توسط رابطه زیر محاسبه گردید.

$$P = F \times V/3.6 \quad (۳)$$

P= توان کششی برحسب کیلو وات، F= نیروی کششی برحسب کیلو نیوتن و V= سرعت حرکت برحسب کیلومتر بر ساعت می باشد.

مصرف ویژه سوخت مالبندی[1]: برای محاسبه مصرف ویژه سوخت مالبندی از رابطه (۴) استفاده می شود.

[1]- Drawbar Specific fuel consumption

$$SFC_d = \frac{MF}{P_d} \quad (۴)$$

که در آن:

SFC_d: مصرف ویژه سوخت برحسب لیتر بر کیلو وات ساعت.

p_d: توان مالبندی بر حسب کیلو وات و MF: آهنگ مصرف سوخت بر حسب لیتر بر ساعت

بازده زمین گیرایی: برای محاسبه بازده زمین‌گیرایی از رابطه (۵) استفاده شد (Wang and Zoerb, 1988).

$$\eta = \frac{F}{F+R}(1-S)\times 100 \quad (۵)$$

در این رابطه F نیروی مالبندی (N)، R مقاومت غلتشی تراکتور (N) و S بکسوات (اعشاری) می‌باشد.

این تحقیق بر اساس یک آزمایش فاکتوریل مستقل با دو فاکتور سرعت پیشروی در سه سطح و نوع خاک در دو سطح در قالب طرح آماری بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار انجام و پارامترهای مصرف سوخت، بازده زمین‌گیرایی، بکسوات، نیروی مالبندی، مقاومت خاک و میانگین وزنی قطر خاکدانه ها اندازه گیری و محاسبه شد و مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. پس از آنالیز واریانس، هر فاکتور یا اثر متقابلی که از نظر آماری معنی دار شده بود، با استفاده از آزمون مقایسه میانگین چند دامنه ای دانکن، مقایسه میانگین شد.

نتایج و بحث

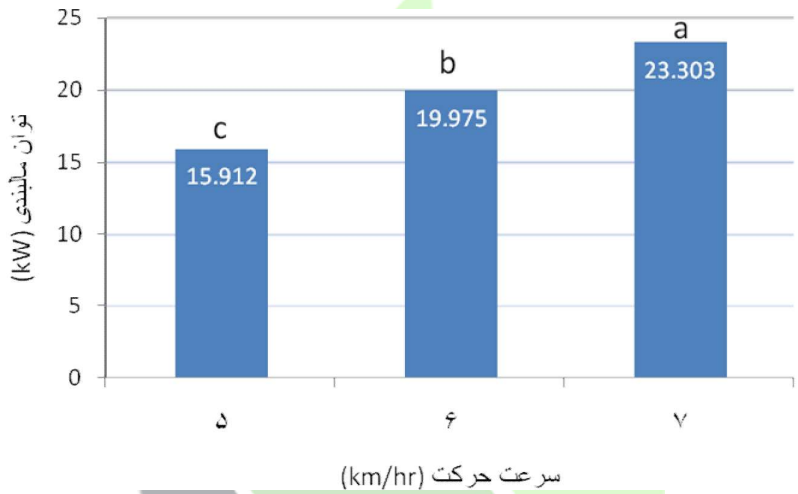
تاثیر سرعت پیشروی و شرایط خاک بر توان مالبندی

در جدول تجزیه واریانس ۱ سرعت و شرایط زمین اثر معنی‌داری بر توان مالبندی در سطح احتمال ۱٪ داشتند. ولی اثر متقابل سرعت و شرایط زمین تاثیر معنی‌داری بر توان مالبندی نداشت. از شکل ۳ مشخص است که با افزایش سرعت از ۵ به ۶ و ۷ کیلومتر بر ساعت، توان مالبندی به ترتیب از ۱۵/۹۱۲ به ۱۹/۹۷۵ کیلو وات (۲۵/۵۳٪) و ۲۳/۳۰۳ کیلو وات (۴۶/۴۵ ٪) افزایش یافته است. همچنین با افزایش سرعت، در دو نوع زمین با شرایط آیش و کلشی و با سرعتهای متفاوت، توان مالبندی از ۱۷/۷۵۱ در خاک آیش به ۲۱/۷۰۹ کیلو وات در زمین کلشی (۲۲/۵٪) افزایش نشان داد. افزایش سرعت باعث افزایش مقاومت کششی تراکتور شده و در نتیجه تراکتور، توان مالبندی بیشتری را صرف کشش هرس بشقابی می نماید. نتایج تحقیق حاضر با یافته های سایر محققین همخوانی دارد (رشاد صدقی و لغوی، ۱۳۸۸).

جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به تاثیر سرعت و شرایط زمین بر توان مالبندی

متغیر	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F
بلوک	۲	۰/۰۶۷	۰/۰۳۴	۰/۱۷ ns
سرعت	۲	۱۶۴/۴۵۰	۸۲/۲۲۵	۴۰۶/۶۲**
شرایط زمین	۱	۷۰/۴۸۸	۷۰/۴۸۸	۳۴۸/۵۸**
سرعت*شرایط زمین	۲	۱/۵۰۲	۰/۷۵۱	۳/۷۱ ns
خطا	۱۰	۲/۰۲۲	۰/۲۰۲	–

** معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ و ns تفاوت معنی‌داری وجود ندارد.



شکل ۳. تاثیر سرعت پیشروی بر توان مالبندی

تاثیر سرعت پیشروی و شرایط زمین بر مصرف سوخت

در جدول تجزیه واریانس ۲ سرعت پیشروی اثر معنی‌داری بر مصرف سوخت در سطح احتمال ۱ ٪ و شرایط زمین اثر معنی‌داری بر مصرف سوخت در سطح احتمال ۵٪ داشتند. ولی اثر متقابل سرعت و شرایط زمین تاثیر معنی‌داری بر مصرف سوخت نداشت. از شکل ۴ مشخص است که با افزایش سرعت از ۵ به ۶ کیلومتر بر ساعت، مصرف سوخت از ۸/۶۲۵ به ۷/۹۷۸ لیتر بر هکتار (۷/۵ ٪) کاهش یافت. اما افزایش بیشتر سرعت از ۶ به ۷ کیلومتر بر ساعت، مجدداً مصرف سوخت از ۷/۹۷۸ به ۸/۶۲۷ لیتر بر هکتار افزایش یافت. لذا به نظر می رسد سرعت بهینه از منظر مصرف سوخت، سرعت ۶ کیلومتر بر ساعت باشد. همانگونه که در ادامه خواهیم دید، افزایش سرعت از ۵ به ۶ کیلومتر بر ساعت باعث تغییر معنی داری در بازده زمین گیرایی و بکسوات نمی شود. لذا مصرف هکتاری سوخت کاهش می یابد. اما ادامه روند افزایش سرعت از ۶ به ۷ کیلومتر بر ساعت باعث کاهش معنی دار زمین گیرایی و افزایش بکسوات می شود به گونه ای که اگر چه سرعت افزایش یافته، اما کاهش زمین گیرایی اثر قوی تری از افزایش

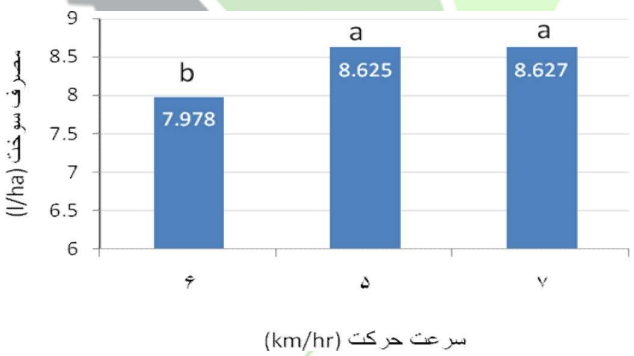
سرعت داشته و اثر برآیند آنها افزایش مصرف سوخت می باشد. لذا همانطور که گفته شد، سرعت ۶ کیلومتر بر ساعت از نظر مصرف سوخت هکتاری، در بهترین شرایط است.

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به تاثیر سرعت و شرایط زمین بر مصرف سوخت

متغیر	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F
بلوک	۲	۰/۱۰۱	۰/۰۵۱	۰/۵۹ ^{ns}
سرعت	۲	۱/۶۷۸	۰/۸۳۹	۹/۷۲**
شرایط زمین	۱	۰/۵۸۱	۰/۵۸۱	۶/۷۳*
سرعت *شرایط زمین	۲	۰/۴۰۲	۰/۲۰۱	۲/۳۳ ^{ns}
خطا	۱۰	۰/۸۶۳	۰/۰۸۶	–

*معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ** معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ و ns تفاوت معنی‌داری وجود ندارد.

همچنین در دو نوع زمین با شرایط آیش و کلشی، مصرف سوخت از ۸/۲۳۰ در زمین آیش تا ۸/۵۹۰ لیتر در هکتار در زمین کلشی (۴/۴٪) افزایش می یابد که این تفاوت به دلیل افزایش نیروی کششی و بازده زمین گیرایی در زمین کلشی می باشد. یافته های تحقیق حاضر با نتایج سایر محققین، که آنها بهترین استراتژی برای بالا بردن بازده تراکتور و کاهش مصرف سوخت را استفاده از سرعت های بالاتر برای عملیات مزرعه‌ای دانسته و عنوان کردند که حتی با افزایش بار نیز میزان سوخت در سرعت بالاتر کمتر از سرعت پایین‌تر می‌باشد (Matthes *et al.*, 1988)، همخوانی دارد. به عبارت دیگر نرخ مصرف سوخت در سرعت بالاتر با آهنگ کمتری افزایش می‌یابد.



شکل ۴. تاثیر سرعت حرکت بر مصرف سوخت

تاثیر سرعت پیشروی و شرایط زمین بر بکسوات

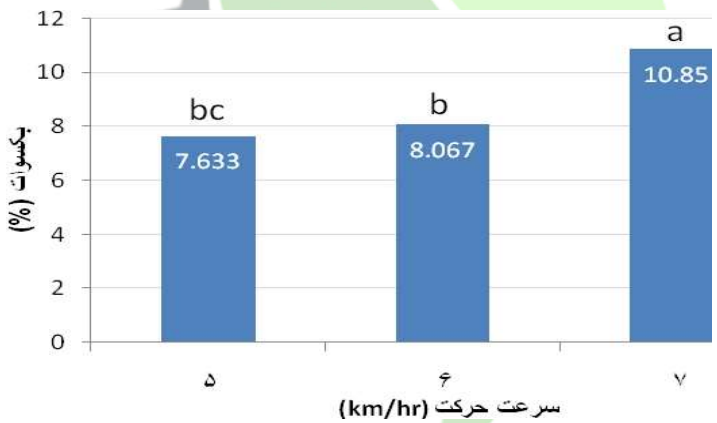
در جدول تجزیه واریانس ۳ سرعت و شرایط زمین اثر معنی‌داری بر بکسوات چرخهای تراکتور در سطح احتمال ۱ ٪ و ۵ ٪ داشتند. اثر متقابل سرعت و شرایط زمین تاثیر معنی‌داری بر بکسوات چرخهای تراکتور نداشت. طبق تحقیق حاضر، در شکل ۵ با افزایش سرعت از ۵ به ۶ و ۷ کیلومتر بر ساعت، بکسوات از ۷/۶۳۳ به ترتیب به ۸/۰۶۷ درصد (۵/۷٪) و ۱۰/۸۵۰ درصد (۴۲/۲ ٪)

افزایش یافت که دلیل این را می‌توان در افزایش مقاومت غلتشی (با افزایش سرعت) و کاهش بازده زمین گیرایی در سرعت های بالا دانست که باعث می‌گردد توان بیشتری برای مقابله با مقاومت غلتشی صرف گردد. همچنین با افزایش سرعت، بکسوات از ۹/۳۱۱ در زمین آیش به ۸/۳۸۹ درصد در زمین کلشی (۱۰٪) کاهش می یابد، که به دلیل افزایش نیروی کششی در زمین کلشی می باشد. افزایش بکسوات باعث کاهش بازده زمین گیرایی و افزایش مصرف سوخت تراکتور می‌گردد. همچنین افزایش بکسوات باعث کاهش سرعت پیشروی واقعی تراکتور و افزایش زمان لازم برای طی مسافت معین می‌گردد. نتایج بدست آمده در تحقیق حاضر با یافته های سایر محققین مطابقت دارد.

جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به تاثیر سرعت و شرایط زمین بر بکسوات تراکتور

متغیر	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F
بلوک	۲	۰/۱۲۳	۰/۰۶۲	۰/۱۰۳ ^{ns}
سرعت	۲	۳۶/۵۶۳	۱۸/۲۸۲	۳۰/۶۵۷**
شرایط زمین	۱	۳/۸۲۷	۳/۸۲۷	۶/۴۱۸*
سرعت*شرایط زمین	۲	۱/۰۲۸	۰/۵۱۴	۰/۸۶۲ ^{ns}
خطا	۱۰	۵/۹۶۳	۰/۵۹۶	–

*معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ** معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ و ns تفاوت معنی‌داری وجود ندارد.



شکل ۵. تاثیر سرعت بر بکسوات چرخهای تراکتور

تاثیر سرعت پیشروی و شرایط زمین بر بازده زمین‌گیرایی

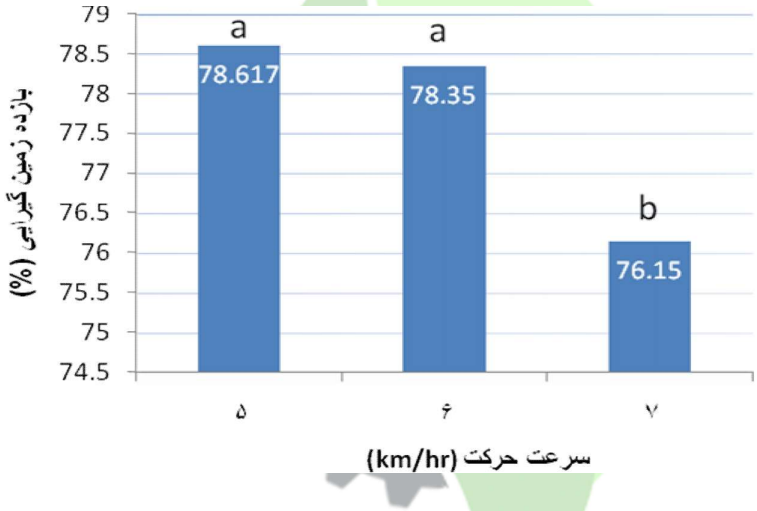
در جدول تجزیه واریانس ۴ سرعت پیشروی و شرایط زمین، تاثیر معنی‌داری بر بازده زمین‌گیرایی در سطح احتمال ۱٪ داشتند. اثر متقابل سرعت و شرایط زمین تاثیر معنی‌داری بر بازده زمین‌گیرایی نداشت. در شکل ۶ مشخص است که سرعت های ۵ و ۶ کیلومتر بر ساعت از نظر آماری در یک گروه قرار دارند. با افزایش سرعت از ۵ به ۶ کیلومتر بر ساعت، بازده زمین‌گیرایی از ۷۸/۶۱۷ به ۷۸/۳۵۰٪ (۰/۳۴ درصد) کاهش جزئی داشت. با افزایش سرعت از ۵ به ۷ کیلومتر بر ساعت بازده زمین‌گیرایی از

۷۸/۶۱۷ به ۷۶/۱۵۰٪ (۳/۱۴ درصد) کاهش یافت. همچنین در شرایط خاک متفاوت، بازده زمین‌گیرایی از ۷۶/۱۵۶ در زمین آیش به ۷۹/۲۵۶ در زمین کلشی (۴ ٪) افزایش می یابد که این تفاوت به دلیل شرایط زمین و نوع خاک و کاهش بکسوات در زمین کلشی می باشد. یافته های تحقیق حاضر با نتایج تحقیقات دیگر محققین مطابقت دارد (Wang and Zoerb, 1988).

جدول ۴. نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به تاثیر سرعت و شرایط زمین بر بازده زمین‌گیرایی تراکتور

متغیر	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F
بلوک	۲	۰	۰	۰/۱ ns
سرعت	۲	۲۲	۱۱	۳۱/۵**
شرایط زمین	۱	۴۳/۲	۴۳/۲	۱۲۳/۸**
سرعت*شرایط زمین	۲	۰/۶	۰/۳	۰/۹ ns
خطا	۱۰	۳/۵	۰/۳	–

*معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ** معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ و ns تفاوت معنی‌داری وجود ندارد.



شکل ۶. تاثیر سرعت حرکت بر بازده زمین‌گیرایی

تاثیر سرعت پیشروی و شرایط زمین بر فشردگی خاک

در جدول تجزیه واریانس ۵ سرعت پیشروی، شرایط زمین و اثر متقابل سرعت و شرایط زمین تاثیر معنی‌داری بر فشردگی خاک ندارند. معنی دار نشدن متغیرها احتمالاً به دلیل کم بودن رطوبت خاک و عدم فشردگی خاک زیر چرخها در اثر تردد تراکتور بوده است. نتایج تحقیقات محققین نشان می دهد که تغییر سرعت روی تغییرات جرم مخصوص ظاهری خاک اثر معنی داری در سطح احتمال ۵٪ می گذارد. با توجه به نتایج آزمایش ها، با کاهش بار عمودی روی تایر و افزایش سرعت پیش روی ادوات، کمترین فشردگی در خاک ایجاد می شود (شاهمیرزایی و همکاران، ۱۳۸۹). این نتایج با یافته های تحقیق حاضر همخوانی دارد.

جدول ۵. نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به تاثیر سرعت و شرایط زمین بر فشردگی خاک

متغیر	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F
بلوک	۲	۰/۶۹۸۹	۰/۳۴۹۴	۳/۹۹۱ ns
سرعت	۲	۰/۰۶۸۰	۰/۰۳۴۰	۰/۳۸۸۱ ns
شرایط زمین	۱	۰/۰۰۴۷	۰/۰۰۴۷	۰/۰۵۳۷ ns
سرعت * شرایط زمین	۲	۰/۰۰۲۴	۰/۰۰۱۲	۰/۰۱۳۵ ns
خطا	۱۰	۰/۸۷۵۶	۰/۰۸۷۶	–

ns تفاوت معنی‌داری وجود ندارد.

تاثیر سرعت پیشروی و شرایط زمین بر میانگین وزنی قطر خاکدانه ها

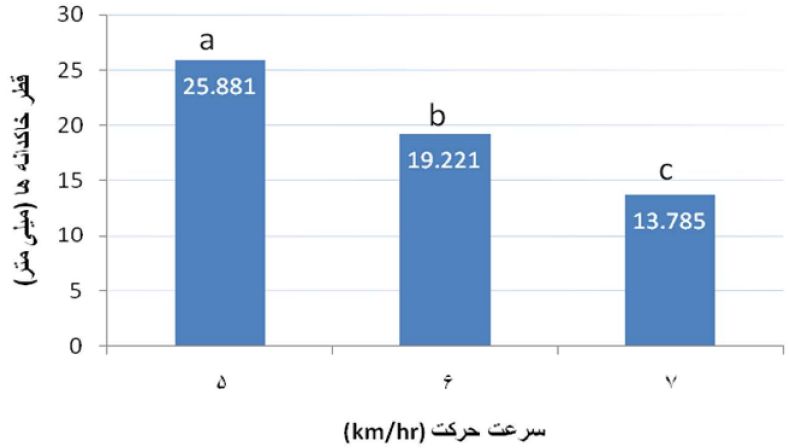
در جدول تجزیه واریانس ۶ سرعت پیشروی، تاثیر معنی‌داری بر میانگین وزنی قطر خاکدانه ها در سطح احتمال ۱ ٪ داشت. شرایط زمین تاثیر معنی‌داری بر میانگین وزنی قطر خاکدانه ها نداشت و اثر متقابل سنگین کننده و شرایط زمین تاثیر معنی‌داری بر میانگین وزنی قطر خاکدانه ها در سطح احتمال ۵ ٪ داشت.

جدول ۶. نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به تاثیر سرعت و شرایط زمین بر قطر خاکدانه ها

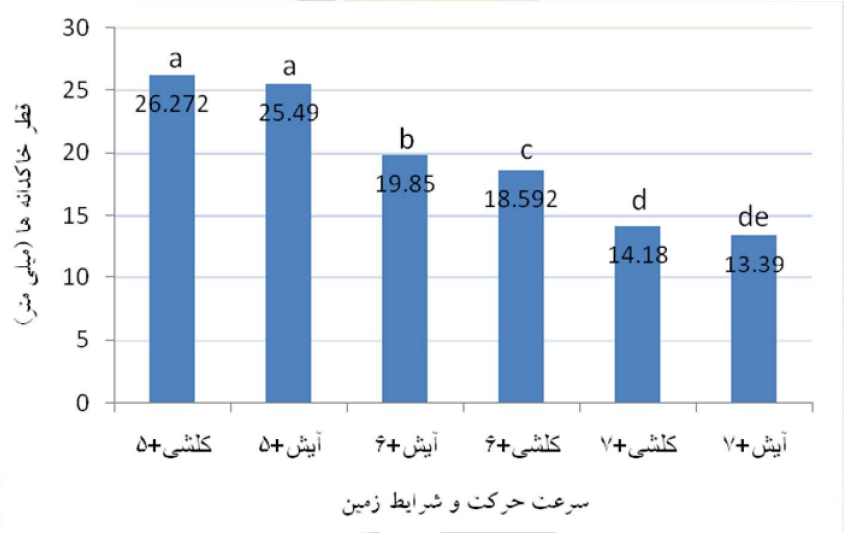
متغیر	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F
بلوک	۲	۰/۲۶۷	۰/۱۳۳	۰/۲۹ ns
سرعت	۲	۴۴۰/۴۵۱	۲۲۰/۲۲۶	۴۷۲/۲۹**
شرایط زمین	۱	۰/۰۴۹	۰/۰۴۹	۰/۱۱ ns
سرعت*شرایط زمین	۲	۴/۱۸۰	۲/۰۹۰	۴/۴۸*
خطا	۱۰	۴/۶۶۳	۰/۴۶۶	–

*معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ** معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ و ns تفاوت معنی‌داری وجود ندارد.

بر طبق تحقیق حاضر، در شکل ۷ با افزایش سرعت از ۵ به ۶ و ۷ کیلومتر بر ساعت، میانگین وزنی قطر خاکدانه ها از ۲۵/۸۸۱ به ترتیب به ۱۹/۲۲۱ میلی متر (۲۵/۷۳ ٪) و ۱۳/۷۸۵ میلی متر (۴۶/۷۴ ٪) کاهش داشته است چرا که افزایش سرعت باعث شدت برخورد پره های دیسک با سطح خاک شده و خاک را با شدت بیشتری جابجا و پرتاب می کند، که این عامل باعث خرد شدن بیشتر ذرات خاکدانه می گردد. با توجه به شکل ۸، با افزایش سرعت، میانگین وزنی قطر خاکدانه ها در شرایط زمین آیش و کلشی به طور معنی داری کاهش یافت. میانگین وزنی قطر خاکدانه ها قبل از کار در زمین آیش و کلشی به ترتیب ۴۰/۱۵ و ۳۶/۷۳ میلی متر اندازه گیری شد.



شکل ۷. تاثیر سرعت حرکت بر قطر خاکدانه ها



شکل ۸. اثر متقابل سرعت و شرایط زمین بر قطر خاکدانه ها

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از تاثیر سرعت پیشروی تراکتور ITM399-4WD بر توان مالبندی، مصرف سوخت، بکسوات، مقاومت خاک و قطر خاکدانه ها در خاک ورزی با هرس بشقابی به شرح زیر می باشد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها توسط نرم افزار STATISTICA7 انجام گرفته است.

۱- در اثر افزایش سرعت پیشروی از ۵ به ۶ کیلومتر بر ساعت، مصرف سوخت ساعتی به شکل معنی‌داری ۷/۵ درصد کاهش و با افزایش سرعت به ۷ کیلومتر بر ساعت مجدداً به حالت اول افزایش یافت. با افزایش سرعت، بکسوات به شکل معنی‌داری

۴۲/۲٪ افزایش یافته است. با کاهش کلش موجود در سطح خاک، مصرف سوخت به صورت معنی‌داری ۴/۴٪ کاهش داشته است.

۲- با کاهش سرعت پیشروی و افزایش کلش موجود در سطح خاک، بازده زمین‌گیرایی تراکتور بصورت معنی‌داری به ترتیب ۳/۱۴٪ و ۴٪ افزایش را نشان می‌دهد.

۳- در اثر افزایش سرعت پیشروی و افزایش کلش موجود در سطح خاک، توان مالبندی به شکل معنی‌داری به ترتیب ۴۶/۴۵٪ و ۲۲/۵٪ افزایش پیدا کرده است.

۴- با افزایش سرعت پیشروی، میانگین وزنی قطر خاکدانه ها بصورت معنی‌داری ۴۶/۷۴٪ کاهش را نشان می‌دهد.

۵- سرعت پیشروی و شرایط زمین تاثیر معنی داری بر مقاومت به نفوذ (سختی خاک) نداشته است.

۶- مصرف سوخت در سرعت های ۵ ، ۶ و ۷ کیلومتر برساعت (در دنده های 3Ll ، 3Lh و 1Hl) به ترتیب ۸/۶۲۵ ، ۷/۹۷۸ و ۸/۶۲۷ لیتر بر هکتار، بوده است. بنابر این توصیه می‌گردد در تراکتور مورد آزمایش، از سرعت ۶-۷ کیلومتر بر ساعت استفاده شود که دلیل آن مصرف سوخت کمتر در سرعت بالاتر می‌باشد.

بنابر این هدف این است که پارامترهای بهینه عملکردی تراکتور (افزایش توان مالبندی و کاهش مصرف سوخت) را در شرایط آزمایش انجام شده تعیین کنیم. کاربرد نتایج این پژوهش می تواند به صورت ارائه دستورالعمل فنی برای کشاورزان و کاربران تراکتور در نظر گرفته شود.

منابع

۱- برقعی، ع، م.، خلج، م.، امیدوار اشکلک، ط.، رحیمی، ع.، سعادت نژاد، د.، شاه محمودی، ب.، و شرافتی، ک. ۱۳۹۱. ماشینهای کشاورزی- فرآیند آزمون- آزمون عملکرد تراکتورهای کشاورزی و جنگلداری. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، استاندارد ملی ایران، چاپ اول، شماره ۱۴۲۷۷. ۹۳ ص.

۲- برقعی، ع، م.، حسین الفاطمی، ا.، حداد نصرتی، د.، عقیلی، ه.، کریمی زاده، ر.، و محمدی، ک. ۱۳۶۵. روش آزمون تراکتورهای کشاورزی- آزمونهای مزرعه. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، استاندارد ملی ایران، چاپ اول، قسمت دوم، شماره ۲۵۶۸. ۱۱ ص.

۳- برقعی، ع، م.، حسین الفاطمی، ا.، دهقانی، م.، شعار غفاری، م.، متولی، م،م.، معیری، ح.، و معیری، م. ۱۳۶۷. آیین کار- اجرای آزمون های مزرعه و محاسبات برای ارزیابی عملکرد و کیفیت. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، استاندارد ملی ایران، چاپ اول، شماره ۲۸۰۷. ۳۱ ص.

۴- بهروزی لار، م.، مبلی، ح.، و جعفری، ع. ۱۳۸۶. مدیریت ماشینها و مکانیزاسیون کشاورزی. انتشارات دانشگاه پیام نور، چاپ اول. ۴۳۰ ص.

۵- بی‌نام. ۱۳۷۲. کتابچه راهنمای استفاده از تراکتور MF399. شرکت تراکتور سازی ایران-تبریز. ۹۰ ص.

۶- بی‌نام. کاتالوگ مشخصات فنی تراکتور ITM399-4WD. شرکت تراکتور سازی ایران-تبریز. ۲ ص.

۷- بی نام. ۱۳۹۱. مرکز توسعه مکانیزاسیون کشاورزی. آمار نامه تراکتورهای کشاورزی در ایران.

۸- رشاد صدقی، ع.، و لغوی، م. ۱۳۸۸. تاثیر رطوبت خاک در خاک ورزی اولیه و سرعت پیشروی در عملیات دیسک زنی بر عملکرد هرس بشقابی به عنوان خاک ورز ثانویه. فصلنامه مهندسی بیوسیستم ایران، سال چهلم، شماره ۲، ص ۱۳۸-۱۳۱.

۹- شاهمیرزایی جشوقانی، ح.، خاکسار حقانی، س.، و تیموری عسگرانی، ع. ۱۳۸۹. تعیین و ارزیابی اثر بار عمودی و سرعت پیشروی بر روی فشردگی خاک. ششمین کنگره ملی مهندسی ماشینهای کشاورزی و مکانیزاسیون. دانشگاه تهران. ۱۳۸۹.

۱۰- نقوی مرادخانلو، ق.، خوش تقاضا، م.، و مینایی، س. ۱۳۸۵. تاثیر میزان سنگین کننده و سرعت پیشروی بر بکسوات، نیروی مالبندی و مصرف سوخت تراکتور ITM285 کابین دار در حین کشش گاوآهن. مجله علمی- پژوهشی علوم کشاورزی، سال دوازدهم، شماره ۳. ۱۵ص.

11. Liljedahl, J. B., P. K. Turnquist, D. W. Smith, and M. Hoki. 1989. Tractors And Their Power Unit. 4th Ed., An AVI Book.

12. Matthes, R. K., I. W. Watson, and D. L. Savelle. 1988. Effect of load and speed on fuel consumption of the rubber-tired skidder. Transactions of the ASAE, 31 (1): 37.

13. Wang,G. R, and G. C. Zoerb. 1988. Indirect determination of tractor tractive efficiency. ASAE. Paper No 88-1517.

14.Wedd, S. 1999. Traction. Traction-Machinery Management notes #1. Available in: http://www.oac.usyd.edu.au/pages_machman/traction.htm.

Effect of forward speed of ITM399-4WD tractor on Tractor performance parameters by disc harrow in tillage

A. Rahimi[1]*, A.M. Borghei[2], S. Minaei [3] and H. Bakhoda[4]

1- MSc Student, Agricultural Mechanization Department, Science and Research branch, Islamic Azad university, Tehran.
2- Professor of Agricultural Machinery Engineering Department, Science and Research branch, Islamic Azad university, Tehran.
3- Associate Professor of Agricultural Machinery Engineering Department, Tarbiat Modares University, Tehran.
4- Assistant Professor of Agricultural Mechanization Department, Science and Research branch, Islamic Azad university, Tehran.

Abstract

To achive the best efficiency of the tractor maximum traction for a given amount of fuel should be obtained with minimum damage of soil grains structure. Hence, always it must to improve the tractor functional parameters which include engine performa , power transmission systems and tractive effect. In this study, the effect of travel speed has been studied on the drawbar power, slippage, tractive efficiency, fuel consumption, soil resistance (CI) and MWD under the drive wheel of ITM399-4WD tractor in disc harrow operation. For this purpose, a factorial experiments, with two factors including land condition (in two levels of fallow and stubble) and travel speed (in three levels: 5-6, 6-7 and 7-8 km/hr) in a randomized complete block design with three replications. After analysis of variance, means comparision were done using Duncan's multiple range test. The results showed that increasing the travel speed, increases drawbar power and slippage and decrease the tractive efficiency and mean weight diameter significantly. Lowest rate of fuel consumption was obtained at speed of 6 km/hr. travel speed had not significant effect on soil resistance (CI). In stubble land in Comparation with the fallow land, drawbar power, fuel consumption and tractive efficiency increased and the slippage showed a significant decrease. Fuel consumption at speed of 5, 6 and 7 Km/hr were 8/625, 7/978 and 8/627 l/ha respectivly. Therefore, it is recommended to use ITM399-4WD tractor with trailed disc harrow, at speed 6-7 km/hr.

Keywords: tractive efficiency, ITM399 tractor, soil resistance, drawbar pull, disc harrow