طراحی، ساخت وارزیابی سامانه کنترل الکتروهیدرولیکی اتصال سه نقطه تراکتور مسی فرگوسن

نوروز مراداصغرلو[۱*]

۱- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز، گروه آب و خاک، تبریز، ایران، n.morad@iaut.ac.ir

چکیده

در این پژوهش به ارزیابی مزرعه ای سامانه کنترل الکتروهیدرولیکی اتصال سه نقطه که فقط بر اساس نیروی فشاری در ساق وسط کار می کند(نه ترکیب نیرو- عمق کار) و مقایسه آن با نوع هیدرومکانیکی موجود در روی تراکتور MF399 پرداخته می شود. در این سامانه از پتانسیومتر زاویه ای برای اندازه گیری عمق کار وسیله و از مبدل نیرو برای اندازه گیری نیرو در ساق وسط استفاده گردید. مکانیزم های اندازه گیری در کارگاه واسنجی شدند و نتایج واسنجی نشان داد که مکانیزم های اندازه گیری از دقت کافی برخوردار هستند. سیگنال های خروجی از مبدل نیرو در ساق وسط به پردازشگر ارسال شد و پردازشگر مطابق برنامه نوشته شده فرمان های لازم را برای یک موتور پله ای صادر کرد. موتور پله ای نیز سوپاپ کنترل پمپ هیدرولیک را جابجا کرده و از این طریق روغن ورودی به جک اتصال سه نقطه را کنترل و عمق کار را تنظیم کرد.

آزمایش های مزرعه ای نشان داد که سامانه الکتروهیدرولیکی در مقابل تغییرات نیرو واکنش بهتری نسبت به سامانه هیدرومکانیکی دارد و نیروی وارده به ساق وسط را به خوبی کنترل کرده ولی تغییرات عمق کار در هر دو سامانه زیاد می باشد. همچنین نتایج نشان داد که بین میانگین سوخت مصرفی دو سامانه، تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۱٪ وجود دارد. به طوری که میانگین مصرف سوخت در حالت کنترل الکتروهیدرولیکی در مقایسه با حالت مکانیکی کاهش معنی دار داشت.

کلمات کلیدی: تراکتور، حسگر، کنترل الکتروهیدرولیکی ، مصرف سوخت

مقدمه

مشکلات ناشی از استفاده روزافزون از سوخت های فسیلی و پیش بینی پایان پذیر بودن این سوخت ها، استفاده از فناوری های نوین را اجتناب ناپذیر کرده است. همزمان با پیشرفت در سایر زمینه ها، ضروری است صنعت کشاورزی نیز خود را آماده این جایگزینی کند. در حال حاضر اکثر تولید کنندگان خارجی تراکتور از جمله جان دیر، مسی فرگوسن، نیوهلند و... از سیستم های کنترل الکتروهیدرولیکی اتصال سه نقطه بر روی تراکتورهای خود استفاده می کنند.

در سیستم های هیدرومکانیکی فرمان کنترلی به پمپ هیدرولیک (جهت بالابردن و پایین آوردن ادوات) توسط یک سری اتصالات مکانیکی صادر می‌شود که به دلیل پایین بودن دقت اندازه‌گیری مبدل های مکانیکی در مقایسه با مبدل های الکترونیکی و همچنین وجود تأخیر زمانی در اجرای فرمان کنترلی، عکس العمل سیستم‌های هیدرومکانیکی به موقع نمی‌باشد و این امر در اکثر

موارد باعث افزایش بیش از حد بار روی تراکتور می‌شود. بنابراین کنترل الکتروهیدرولیکی اتصال سه نقطه به منظور ثابت نگه داشتن بار روی تراکتور و ثابت نگه داشتن درصد لغزش چرخهای محرک می تواند کارایی تراکتور را افزایش دهد.

در تحقیقی از یک دستگاه تراکتور مجهز به سامانه کنترل الکتروهیدرولیکی شرکت بوش، استفاده شد و آزمون های مزرعه ای در خاک غیر یکنواخت لومی شنی با یک دستگاه کولتیواتور سوار انجام شد. نتایج نشان داد که درسامانه مکانیکی نوسانات عمق کار و نیروی کششی به ترتیب ۱۶ سانتی متر و ۵/۴۹ کیلو نیوتن در حالیکه این مقادیر در سامانه الکترونیکی ۶/۷۴ سانتی متر و ۵/۷۶ کیلونیوتن بوده است (Kolator, 1999). در سامانه های کنترل ادوات سوار یا کشیدنی از مبدل های نیرو در بازوهای پایینی و از پتانسیومتر برای اندازه گیری موقعیت محور گردنده هیدرولیک و سوپاپ های سولنوئیدی برای فرمان دادن به جک هیدرولیک تراکتور استفاده شد(Schuber Orbach, 2000; Wiegard and Hanks,1985).

مقایسه عملکرد سامانه کنترل الکترونیکی خودکار و سامانه کنترل مکانیکی کشش تراکتور در مزرعه نشان داد که در هنگام دیسک زنی استفاده از سامانه کنترل الکترونیکی، لغزش را ۲۱ درصد کاهش داد که این امر به هفت درصد کاهش در نیروی مالبندی، شش درصد افزایش در سرعت پیشروی و ۹ درصد کاهش در مصرف سوخت در واحد سطح منجر گردید. استفاده از سامانه کنترل الکترونیکی در هنگام شخم زنی با خاک ورز برگردان دار ، لغزش را ۹ درصد کاهش داد و این امر منجر به سه درصد افزایش در سرعت پیشروی، ۱۱ درصد کاهش در عمق کار و کاهش شش درصدی مصرف سوخت در واحد سطح گردید (Chancellor and Zhang,1989) .

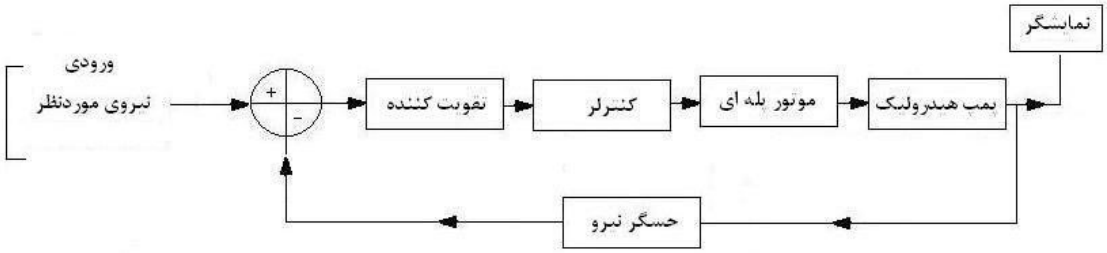
در تحقیق دیگری عملکرد سه نوع سامانه (کنترل مکانیکی کشش، کنترل الکترونیکی درصد لغزش و کنترل الکترونیکی ترکیبی درصد لغزش- کشش) در مزرعه ارزیابی شدند. مقایسه مستقیم سامانه ها نشان داد که سامانه کنترل درصد لغزش در کنترل نیروی کششی ضعیف عمل می کند، ولی نیروی کششی توسط سامانه کنترل کشش و سامانه کنترل ترکیبی به خوبی کنترل می شود. میانگین درصد لغزش در هر دو سامانه کنترل لغزش و ترکیبی خیلی نزدیک به سطح تنظیمی نگه داشته شد و بالاترین درصد لغزش در هنگام بکارگیری سامانه کنترل کشش به وجود آمد (Ismail *et al*,1989). نتایج آزمون های مزرعه ای در اندازه گیری مقاومت کششی ادوات خاک ورزی اولیه نشان داد که میزان مقاومت کششی ادوات خاک ورزی به طور معنی داری با افزایش سرعت، افزایش می یابد و رابطه بین عمق کار و مقاومت کششی ادوات معمولا به طور خطی تغییر می کند(ندرلو و همکاران، ۱۳۸۸). همچنین گزارش شده است که با افزایش عمق شخم، نیروی کششی، درصد لغزش چرخ ها و مصرف سوخت تراکتور افزایش می یابد (سلطانی و لغوی،۱۳۸۷). همچنین گزارش کردند که اثر سرعت پیشروی بر روی نیروی کششی معنی دار نبود و با افزایش سرعت پیشروی درصد لغزش افزایش و مصرف سوخت کاهش پیدا کرد (نقوی و همکاران، ۱۳۸۶). .

هدف از این تحقیق، ارزیابی مزرعه ای سامانه الکتروهیدرولیکی و مقایسه آن با سامانه مکانیکی موجود بر روی تراکتور می باشد.

مواد و روش ها

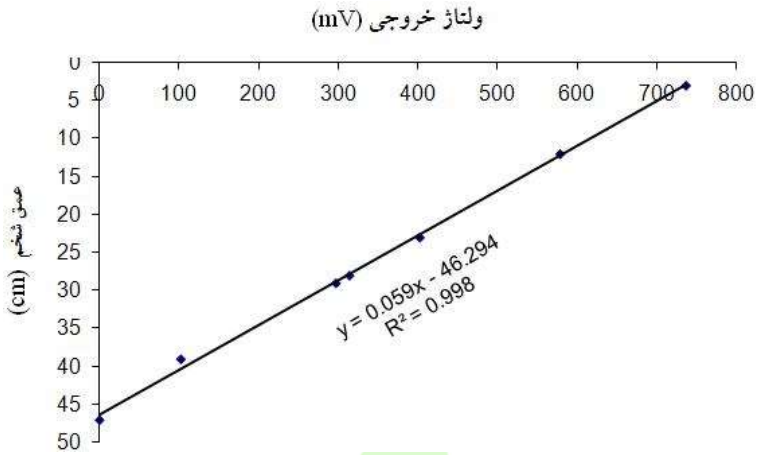
سامانه اتصال سه نقطه را می توان از طریق اندازه گیری و تنظیم پارامترهایی نظیر موقعیت محور گردنده هیدرولیک(عمق کار)، نیروی وارده به ساق وسط، بازوهای پایینی و یا نیروی کششی، ترکیب نیرو و عمق کار، درصد لغزش چرخ ها و ترکیب درصد لغزش و عمق کار کنترل نمود. در این سامانه کنترل الکتروهیدرولیکی، اتصال سه نقطه بر اساس نیروی وارده به ساق وسط تراکتور کنترل می شود و سامانه کنترل هیدرومکانیکی موجود در تراکتورها بر اساس ترکیبی از نیروی در ساق وسط و عمق کار عمل می کند.

سامانه کنترل الکترونیکی شامل حسگر اندازه گیری عمق کار، مبدل نیروی ساق وسط، پردازشگر، صفحه کنترل و نمایش، موتور پله ای و درایور موتور پله ای می باشد. پردازشگر با مقایسه مقادیر نیروی تنظیمی و اندازه گیری شده در ساق وسط تراکتور خطای نیرو تولید می کند و با استفاده از سیگنال خطا موتور پله ای و پمپ هیدرولیک را کنترل می کند. دیاگرام بلوکی کلی سامانه کنترلی الکتروهیدرولیکی در شکل ۱ نشان داده شده است.

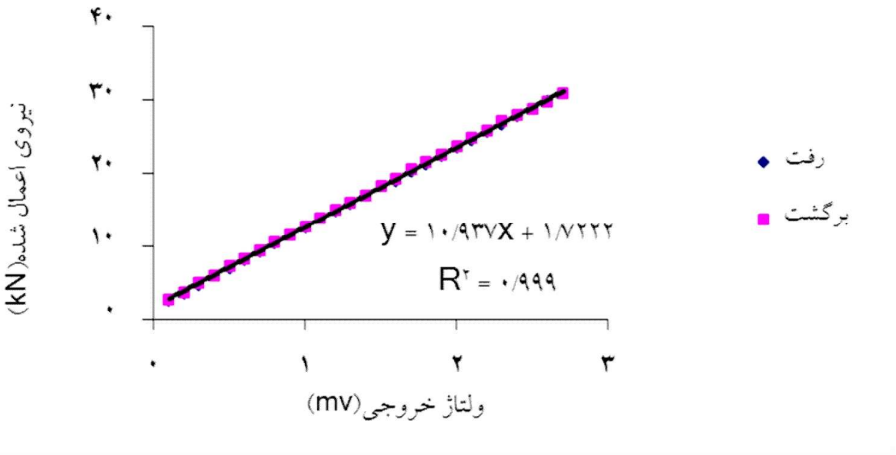


شکل **۱**. دیاگرام بلوکی سامانه کنترل الکتروهیدرولیکی

در این پژوهش از پتانسیومتر زاویه ای برای اندازه گیری عمق کار وسیله استفاده شد و نتایج واسنجی نشان داد که رابطه خطی با ضریب تبیین بالایی (R^2=۰/۹۹۹) بین ولتاژ خروجی پتانسیومتر و عمق کار وجود دارد(شکل ۲). به منظور اندازه گیری نیرو در ساق وسط از کرنش سنج استفاده شد و عضو میانی سا ق وسط که سطح مقطع کوچکتری نسبت به دو قطعه انتهایی دارد، به عنوان عنصر ارتجاعی در نظر گرفته شد(مبدل نیرو). حساسیت این مبدل ۰/۱۲۶ میلی ولت بر کیلونیوتن به دست آمد که پس از تقویت کردن از خروجی آن استفاده شد. نتایج واسنجی مبدل نیرو نشان داد که رابطه خطی با ضریب تبیین بالایی (R^2=۰/۹۹۹) بین نیرو های اعمال شده و خروجی مبدل نیرو وجود دارد(شکل ۳). برای اندازه گیری سوخت مصرفی تراکتور در آزمون های مزرعه ای از یک مخزن استوانه ای مدرج و یک شیر کنترل جهت استفاده شد.



شکل **۲**. واسنجی حسگر عمق کار



شکل **۳**. واسنجی مبدل نیروی ساق وسط

در سخت افزار سامانه الکترونیکی از میکروکنترلر ATM128 از خانواده AVR برای پردازش اطلاعات و صدور فرمان کنترل به عمل کننده، از یک صفحه نمایشگر برای نشان دادن وضعیت ورودی ها و حالت های مختلف کنترلی دستگاه، یک حافظه جانبی برای داده برداری از متغیرهای ورودی و خروجی استفاده شد. راننده در صفحه کنترل می تواند تنظیمات کنترلی از قبیل سرعت موتور پله ای و حساسیت بالاروی و پایین روی سامانه هیدرولیک را انجام دهد و مقدار تنظیمی نیرو را وارد نماید (شکل ۴). یک موتور پله ای به عنوان عمل کننده به همراه دریوار آن جهت فرمان دادن به پمپ هیدرولیک تراکتور بکار برده شد. بدین صورت که

موتور پله ای، اهرم سوپاپ قرقره ای (اصلی) پمپ هیدرولیک را جابجا کرده و از این طریق دبی روغن ارسالی از پمپ به جک هیدرولیک کنترل می شود (شکل۵).

شکل **۴**. صفحه کنترل و نمایش

شکل **۵.** موتور پله ای نصب شده بر روی تراکتور

آزمون مزرعه ای

آزمون های مزرعه ای در مزرعه ی شرکت تراکتورسازی ایران- تبریز با خاک شنی لومی و میانگین رطوبت وزنی ۱۰درصد بر مبنای وزن خشک انجام شد. برای انجام آزمون های مزرعه ای از یک تراکتور مسی فرگوسن مدل ۳۹۹ تک دیفرانسیل با توان ۹۸ اسب بخار مجهز به سامانه اندازه گیری و کنترل الکترونیکی طراحی شده و یک دستگاه گاوآهن برگردان دار سوار سه خیش یک طرفه با عرض کار موثر یک متر استفاده گردید. برای اجرای این پژوهش آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل

تصادفی در سه تکرار بکار برده شد و ابعاد کرت های آزمایشی ۲× ۵۰ متر مربع بود. تیمارها شامل دو نوع سامانه کنترل هیدرومکانیکی و سامانه کنترل الکتروهیدرولیکی، سرعت پیشروی در چهار سطح (۲/۵، ۳، ۴/۵، ۵/۵ کیلومتر در ساعت، این سرعت ها با توجه به دنده های موجود تراکتور و مناسب برای شخم زنی انتخاب گردیدند) و مقدار کشش تنظیمی در سه سطح مختلف(کم-متوسط—زیاد) بود. در کلیه تیمارها دور موتور تراکتور در دور مشخصه (۲۰۰۰ دور در دقیقه) نگه داشته شد.

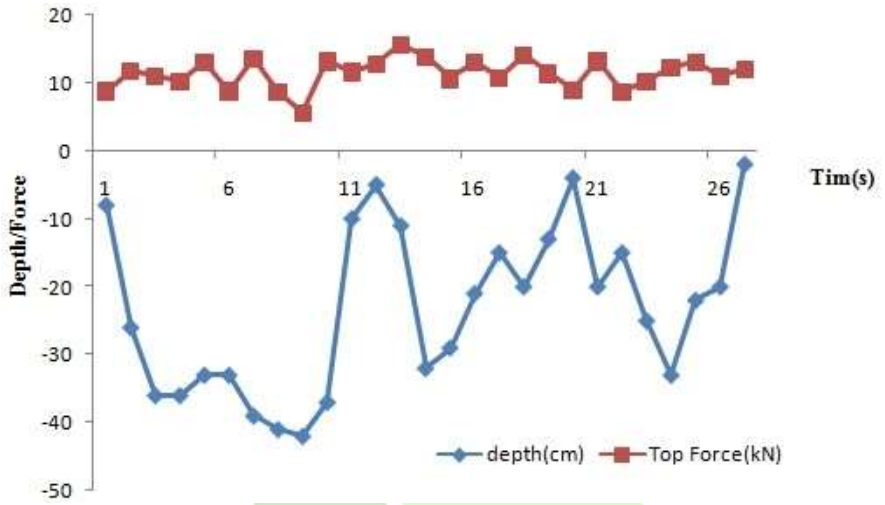
پارامترهای مورد ارزیابی شامل مصرف سوخت، نیروی فشاری در ساق وسط و عمق کار بود. منظور از مقدار کشش تنظیمی در سامانه کنترل مکانیکی سه وضعیت تنظیمی اهرم کنترل کشش و در سامانه کنترل الکترونیکی سه سطح نیرو می باشد. به منظور انتخاب سطوح مختلف مقادیر کشش تنظیمی برای سامانه کنترل الکترونیکی، ابتدا آزمایش های مزرعه ای با سامانه کنترل مکانیکی در سه موقعیت مختلف اهرم کنترل کشش بر روی قطاع کوادرانت انجام شد. سپس برای به دست آوردن مقدار نیروی فشاری در ساق وسط به منظور تحریک سامانه کنترل کشش مکانیکی تراکتور، ساق وسط در حالت افقی به یک ستون تکیه داده شد و همزمان با رانده شدن تراکتور به عقب، نیروی وارده به ساق وسط در لحظه تحریک سامانه کنترل مکانیکی از روی مبدل نیروی ساق وسط برای هر سه موقعیت تنظیمی اهرم کنترل کشش اندازه گیری و قرائت شد. نیروهای اندازه گیری شده برای سه موقعیت اهرم کنترل کشش، ۸/۵، ۱۰و ۱۱کیلو نیوتن بدست آمد. برای تجزیه و تحلیل آماری داده ها و تهیه جداول تجزیه واریانس و مقایسه میانگین ها از نرم افزار SAS استفاده شد. برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده گردید. در صورت معنی دار شدن هر عامل آزمایشی، میانگین ها با حداقل تفاوت معنی دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

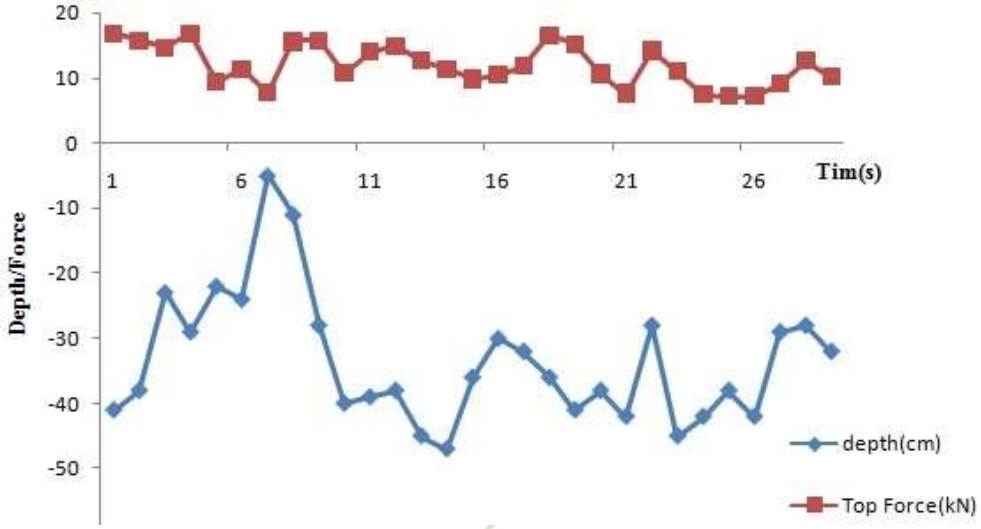
عمق کار و نیرو در ساق وسط

مقادیر اندازه گیری شده عمق کار و نیرو در حین آزمایش مزرعه ای و در شرایط تقریبا یکسان برای هر دو نوع سامانه به صورت لحظه ای در شکل های ۶، ۷، ۸ و ۹ نشان داده شده اند. از روی شکل های ۶ و ۸ پیداست که سامانه کنترل الکتروهیدرولیکی به خوبی در مقابل نیروهای وارده به ساق وسط در طول مسیر آزمایش عکس العمل نشان داده و در موقع افزایش نیرو به بیش از مقادیر تنظیم شده، عمق شخم را کاهش داده است. به همین دلیل نیرو در ساق وسط از مقادیر تنظیم شده خیلی بالاتر نرفته است. البته چون محدودیتی برای عمق کار وجود نداشت، به همین دلیل نوسانات عمق کار در این سامانه زیاد است و این مورد از ایراد سامانه کنترل فقط بر مبنای نیرو می باشد. سامانه هیدرومکانیکی علی رغم اینکه بر اساس ترکیبی از نیرو در ساق وسط و عمق کار عمل می کند، واکنش آن در مقابل تغییرات نیرو در سرعت و مقدار کشش تنظیمی بالا ضعیف تر از نوع الکتروهیدرولیکی است ولی در سرعت و مقدار کشش تنظیمی کم مناسب است و تغییرات عمق کار در این سامانه نیز زیاد می باشد(شکل ۷ و ۹). همچنین مشاهدات مزرعه ای نشان داد که در موقع استفاده از سامانه هیدرومکانیکی در بعضی مواقع راننده مجبور بود برای خروج

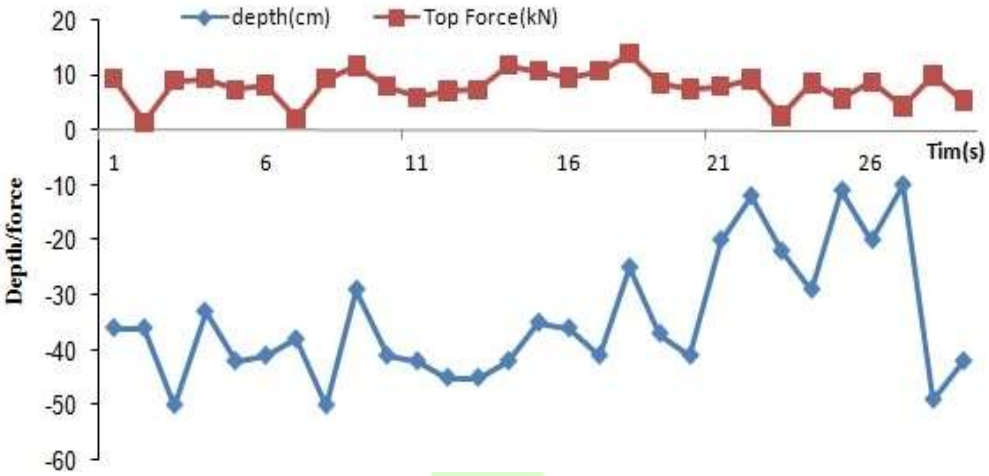
از بوکسوات از پدال قفل دیفرانسیل استفاده کرده و یا اهرم کنترل کشش را جابجا کند و لی در بکارگیری سامانه الکتروهیدرولیکی چنین مشکلی وجود نداشت. این مشکل به دلیل قابل تنظیم نبودن سرعت بالاروی و همچنین واکنش ضعیف اتصالات کنترلی سامانه های هیدرومکانیکی ناشی می شود که این مشکل در سامانه های الکترونیکی قابل رفع می باشد.



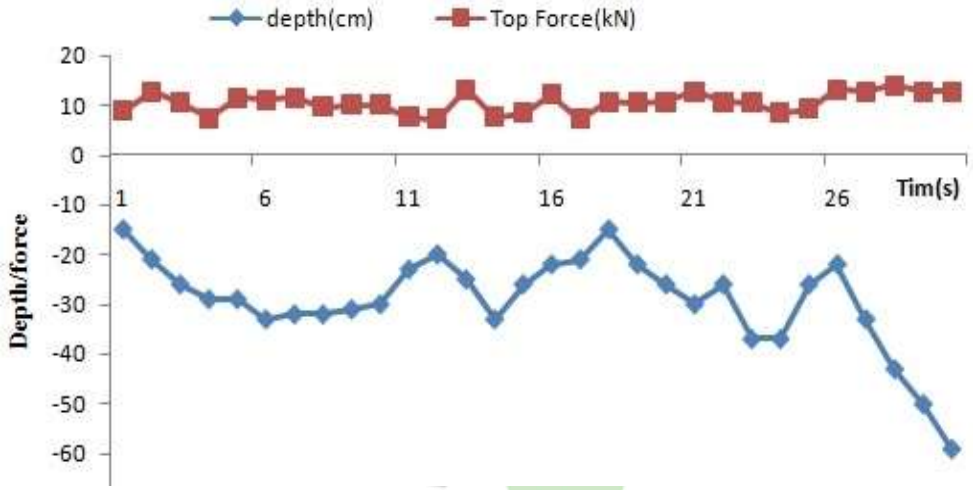
شکل ۶. سامانه الکتروهیدرولیکی در سرعت ۵/۵ کیلومتر در ساعت و نیروی ۱۱کیلو نیوتن



شکل ۷. سامانه هیدرومکانیکی در سرعت ۵/۵ کیلومتر در ساعت و مقدار تنظیمی ۳



شکل ۸. سامانه الکتروهیدرولیکی در سرعت ۳ کیلومتر در ساعت و نیروی ۱۰کیلو نیوتن



شکل ۹. سامانه هیدرومکانیکی در سرعت ۳ کیلومتر در ساعت و مقدار تنظیمی ۲

سوخت مصرفی

تجزیه واریانس داده های مصرف سوخت در سطوح مختلف نوع سامانه، سرعت پیشروی و مقادیر کشش تنظیمی در جدول ۱ نشان می دهد که تمامی فاکتورها و اثر متقابل دوگانه و سه گانه آن ها تاثیر معنی داری بر میزان سوخت مصرفی در سطح احتمال ۱٪ دارند.

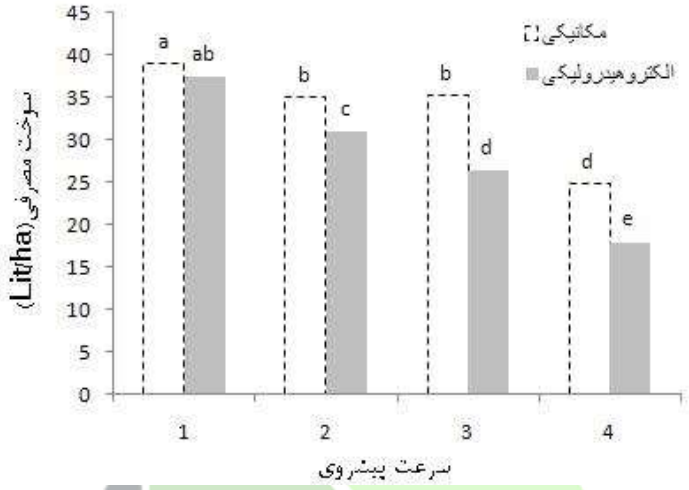
جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس سامانه های کنترل

منابع تغییرات	درجه آزادی	F سوخت مصرفی
تکرار	۲	۱/۷۶ ns
سامانه	۱	۲۵۱/۶۷ **
سرعت	۳	۷۱/۴۸ **
مقادیر تنظیمی	۲	۹۶/۸۲ **
سامانه× سرعت	۳	۸/۵۷ **
سامانه × مقادیر تنظیمی	۲	۴۸/۷۶ **
سرعت × مقادیر تنظیمی	۶	۴/۲۶ **
سامانه × سرعت × مقادیر تنظیمی	۵	۶/۵۹ **
خطا	۴۶	
ضریب تغییرات		٪۹/۱۴

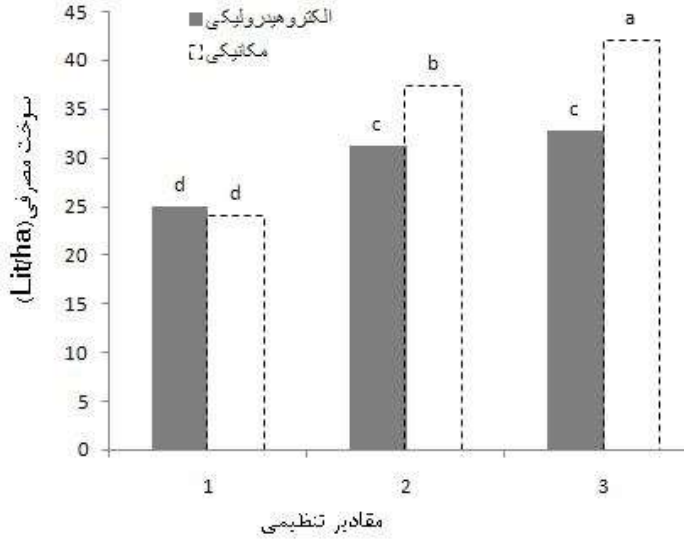
شکل۱۰ نشان می دهد که بین میانگین های سوخت مصرفی این دو سامانه در تمامی سرعت های مشابه به جز کمترین سرعت اختلاف معنی داری وجود دارد و استفاده از سامانه الکترونیکی مصرف سوخت را کاهش داده است که با نتایج تحقیق(۱۹۸۹) Chancellor & Zhang همخوانی دارد. بالا بودن مصرف سوخت در سامانه مکانیکی را می توان ناشی از پایین بودن حساسیت سامانه مکانیکی و بالا بودن نیروی وارده به تراکتور و در نتیجه افزایش لغزش چرخ های محرک دانست. همانطور که در شکل ۱۰ مشاهده می شود با افزایش سرعت در هر سامانه مقدار سوخت مصرفی کاهش یافته است که با نتایج دیگران مطابقت دارد (نقوی و همکاران، ۱۳۸۶). دلیل این تاثیر را می توان این گونه بیان کرد که با افزایش سرعت پیشروی، در مدت زمان کمتری تراکتور واحد سطح مزرعه را طی می کند در نتیجه مقدار سوخت مصرفی در واحد سطح کاهش می یابد.

مقایسه میانگین های سوخت مصرفی سامانه ها در مقادیر کشش تنظیمی در شکل ۱۱ نشان می دهد که بین مقادیر سوخت مصرفی برای دو سامانه مکانیکی و الکترونیکی در مقادیر کشش تنظیمی ۲ و ۳ اختلاف معنی دار وجود دارد ولی در مقدار کشش تنظیمی ۱ اختلاف معنی دار نیست چون در مقدار کشش تنظیمی ۱ مقاومت کششی وسیله کمتر است و واکنش هر دو سامانه در مقابل تغییرات سفتی خاک مناسب است. علت وجود اختلاف معنی دار در سوخت مصرفی در مقادیر تنظیمی زیاد (در اجرای شخم عمیق) را می توان در حساسیت سامانه های کنترل کشش به نیروی مقاومت کششی دانست که با زیادتر شدن عمق شخم وزن گاوآهن زیاد می شود و سامانه مکانیکی به دلیل ثابت بودن حساسیت بالاروی آن نمی تواند به موقع در مقابل تغییرات مقاومت

کششی ادوات واکنش نشان دهد و گاوآهن را بلند کند. همچنین در شکل ۱۱ مشاهده می شود که با افزایش مقادیر کشش تنظیمی صرف نظر از نوع سامانه، میزان سوخت مصرفی افزایش یافته است که با نتایج گزارش شده توسط سلطانی و لغوی (۱۳۸۶) مطابقت دارد. چون با افزایش مقدار تنظیمی کشش، نیروی کششی مورد نیاز افزایش و به تبع آن مقدار سوخت مصرفی نیز افزایش می یابد.



شکل ۱۰– مقایسه مصرف سوخت دو سامانه کنترل در سرعت پیشروی متفاوت



شکل ۱۱– تاثیر نوع سامانه کنترل و مقادیر تنظیمی کشش بر میانگین مصرف سوخت

نتیجه گیری

۱- واکنش سامانه الکتروهیدرولیکی در مقابل تغییرات نیرو به موقع بوده و این باعث شد که نیرو در محدوده مقادیر تنظیمی به خوبی کنترل شود. ولی تغییرات عمق کار به دلیل نبودن محدودیت برای کنترل آن زیاد بود.

۲- به دلیل قابل تنظیم نبودن حساسیت بالاروی در سامانه هیدرومکانیکی و دقت پایین مبدل های اندازه گیری، واکنش این سامانه به خصوص در سرعت ها و مقادیر تنظیمی بالادر برابر تغییرات نیرو و عمق کار ضعیف بود و این منجر به افزایش مصرف سوخت در مقایسه با سامانه کنترل الکتروهیدرولیکی شد.

۳- در اکثر سرعت ها و مقادیر کشش تنظیمی مشابه، سامانه کنترل مکانیکی در مقایسه با سامانه کنترل الکتروهیدرولیکی سوخت مصرفی بیشتری داشت.

منابع

۱- سلطانی، ع.، و لغوی، م. ۱۳۸۶. تاثیر بار محوری و بار کششی بر بازده زمین گیرایی و مصرف سوخت دو تراکتور سنگین در اجرای شخم با گاوآهن برگرداندار چهار خیش سوار. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال یازدهم، شماره ۴۰، ص ۱۳۵-۱۲۵.

۲- نقوی مرادخانلو، ق.، خوش تقاضا، م.، و مینایی، س. ۱۳۸۵. تاثیر میزان سنگین کننده و سرعت پیشروی بر بکسوات و مصرف سوخت تراکتور ITM285. مجله علوم کشاورزی، سال دوازدهم، شماره ۳، ص ۷۰۱-۶۹۴.

3. Chancellor, W., and N. Zhang. 1989. Automatic Wheel-Slip Control for Tractors. *Transaction of the ASAE* 32(1): 17-22.

4. Ismail. S. M., G. Singh, and D. Gee-Clough. 1983. Comparison of the field performance of three implements control systems for a tractor. Journal of Agriculture Engineering Research (28): 521-536.

5. Ismail. S. M., G. Singh, and D. Gee-Clough. 1981. A preliminary Investigation of a Combined Slip and Draught Control for Tractors. *Journal of Agriculture Engineering Research* 26: 293-306.

6. Kolator, B.1999. Mechatronic control of the implement linkage of agricultural tractors. Available at *www. Pan-ol.lublin*.

7. Naderloo, L., R. Alimadani, A. Akram, P. Javadikia, and H. Zeinali Khanghah. 2009. Tillage depth and forward speed effects on draft of three primary tillage implements in clay loam soil. *Journal of Food, Agriculture & Environment* 7 (3&4): 132-135.

8. Schuber, W.L., and A. Orbach. 2000. Control system for a hitched or trailed implement. US Patent No: 6,105,679, from *http:// www. uspto.gov*.

9. Wiegard, G.K., and T.W. Hanks. 1985. Vehicle with control system having operator-actuable switch for storing parameter signal value to control vehicle- connected implement raising and lowering structure. US Patent No: 4,508,176, from *http:// www uspto.gov.*

Design, Development, and evaluation of an Electro-hydraulic Hitch control system for MF Tractor

Norooz Moradasgharloo[1*]

1- Assistant Professor, Department of Soil and Irrigation, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran.
n.morad@iaut.ac.ir

Abstract

Performance of electro-hydraulic and mechanical draft control systems on a MF399 tractor were evaluated and compared under field conditions. The potentiometer sensor for the depth measurement and the force transducer to measure the force in the top link were used. The measurement systems were calibrated in the laboratory and the calibration results showed that the accuracy of systems for measuring the parameters is good. Output signals from the sensors were transmitted to the microcontroller and after processing the command signals have been sent to the stepper motor by the microcontroller. It was found that the response of the electro-hydraulic control system was the better than that of the mechanical system in despite of load variation. Also the depth variation was high. Results of statistical analysis showed that there was a significant decrease in mean values of fuel consumption with the electro-hydraulic control system compared to the mechanical system.

Key Words: Tractor, Sensor, Electro-hydraulic control, Fuel consumption.