نهمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی
(مکانیک بیوسیستم) و مکانیزاسیون
پردیس کشاورزی و منابع‌طبیعی دانشگاه تهران
۲ و ۳ اردیبهشت ۱۳۹۴ - کرج

بررسی عملکرد یک خطی کار ارتقاء یافته با سامانه الکترونیکی تنظیم موزع بذر

فرامرز نوعی خدابادی *[۱و۲]، مجید خانعلی [۲]، سعادت کامگار [۳]
۱ و ۲ - به ترتیب دانشجوی دکتری و استادیارگروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی دانشکده مهندسی و فناوری دانشگاه تهران
۳- استادیار گروه مهندسی ماشین های کشاورزی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز
ایمیل مکاتبه کننده: fnoei@ut.ac.ir

چکیده

جهت کاهش سرش چرخ، یک سامانه الکترونیکی طراحی و روی خطی کار نصب گردید. برای مقایسه از یک کارنده مکانیکی مشابه در دو میزان بقایا (شخم و زمین دست نخورده با ۴۰،۳۰ و ۵۰ درصد بقایا) و سه سرعت ۴، ۶ و ۸ کیلومتر بر ساعت استفاده گردید. میانگین ریزش سامانه الکترونیکی درمقایسه با میانگین ریزش هدف (۲۰گرم در متر مربع) در حالت بدون شخم در سرعت های مختلف ٪۴/۵ کاهش و در حالت شخم ۳٪ کاهش و میانگین ریزش سیستم مکانیکی در حالت بدون شخم ۲۰٪ کاهش و در حالت شخم ۸٪ افزایش داشت. میانگین کیفیت پاشش سامانه الکترونیکی در مقایسه با میانگین کیفیت پاشش هدف (۵۵ بذر در متر) در حالت بدون شخم در سرعت های مختلف ۳٪ کاهش و در حالت شخم ۱٪ کاهش داشت. میانگین کیفیت پاشش سیستم مکانیکی در حالت بدون شخم در سرعت های مختلف ۱۰٪ کاهش و در حالت شخم ۸٪ افزایش داشت.

واژه‌های کلیدی: خطی کار، سامانه الکترونیکی، سرش، ریزش ، کیفیت پاشش.

مقدمه

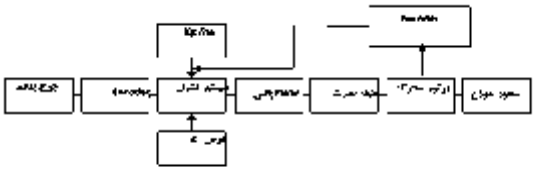
برای یک مکانیزم کاشت، تأمین نیروی محرک موزع به وسیله چرخ زمین و انتقال قدرت از آن توسط چرخ و زنجیر، چرخ و تسمه و یا چرخ‌دنده صورت می‌گیرد. این امر در حالی رخ می دهد که به منظور عملکرد ماشین، عرض ماشین به طور قابل توجهی افزایش یافته است. در بسیاری از مزارع، کشت به طریق خاک‌ورزی حفاظتی و در شرایط بیشینه بقایا بر روی زمین انجام می‌گیرد. روش خاک ورزی حفاظتی دارای دو مشخصه بارز حداقل به هم خوردگی خاک و حفظ حداقل ۳۰ درصد از پوشش خاک می‌باشد (افضلی نیا و همکاران،۱۳۹۰). ماشین های کاشت در مزارع دارای پوشش گیاهی زیاد کارآیی خود را از دست می‌دهند و دقت کاشت آنها به شدت کاهش می‌یابد. این امر به علت عدم درگیری مناسب چرخ زمین با زمین بوده که خود منجر به ایجاد عدم یکنواختی در کاشت بذر می‌شود که غیر یکنواختی در کاشت بذر سبب کاهش

عملکرد نهایی محصول می شود . از عواملی که می‌تواند روی شاخص‌های کاشت تأثیر داشته باشد سرش چرخ زمین کارنده ها به علت گشتاور بیش از حد روی محور چرخ است. یکی از این اصلاحات افزایش داد بهبود شرایط درگیری چرخ با خاک از طریق بکارگیری سیستم های اندازه گیری و کنترل الکترونیک در کارنده ها می باشد. استفاده از سیستم سامانه‌های اندازه گیری و کنترل الکترونیک در کارنده ها، کاهش اصطکاک مکانیکی ناشی از سیستم های انتقال قدرت مکانیکی را به دنبال دارد. Wikins and Lenker (1981) برای جدا کردن و تک کردن بذرها، ریز پردازنده ای را روی یک کارنده نصب کردند. نتایج این تحقیق نشان داد که این دستگاه نسبت به دستگاه معمولی خطای کمتری داشته است. White و همکاران (۱۹۹۸) طراحی و ساخت دستگاه خطی کاری را با قابلیت کاشت رقم های مختلف غلات به صورت مخلوط یا مجزا را انجام دادند. در این سامانه موقعیت مکانی محل کشت توسط سیستم موقعیت یاب جهانی مشخص می شد. Shearer (2001) برای کنترل دقیق موزع از سیستم های موقعیت یاب جهانی و تصحیح تفاضلی بر روی کارنده استفاده کرد. با این سیستم، دستگاه پس از دریافت موقعیت و سرعت از سیستم موقعیت یاب جهانی، فرمان چرخش را برای موزع صادر می کرد.Raheman (2003) از یک حسگر نوری جهت شناسایی جریان دانه بر روی کارنده استفاده کرد.Hai-Tao و همکاران(۲۰۰۶) از یک سیستم کنترلی برای شمارش بذر و تنظیم اتوماتیک فاصله بین بذرها استفاده کردند.Zhang and Zhao (2008) جهت جبران غیبت بذر در زمان مقرر در یک خطی کار، با تشخیص این غیبت و راه اندازی یک موتور پله ای، عملیات دو باره کاری را نجام دادند.Eslami and Kamgar (2013) به منظور بهبود عملکرد ردیف کارها، طراحی و ساخت یک سیستم مکاترونیکی را با استفاده از یک سیستم پردازش، یک الکترو موتور و یک مدار الکترونیکی جهت راه اندازی موزع استفاده نمودند.Jafari و همکاران (۲۰۱۰) با نصب یک الکترو موتور جریان مستقیم بر روی محور موزع خطی کار و با کمک سیستم موقعیت یاب جهانی به صورت استاتیکی میزان زمان واکنش به تغییرات اعمالی را برای ریزش های مختلف بدست آوردند.Senapati و همکاران (۱۹۹۲) عملکرد پنج نوع خطی کار را با یازده عامل موثر مانند بازده مزرعه ای، ظرفیت مزرعه ای، یکنواختی توزیع بذر بررسی نمودند.Karayal (2009) تحقیقاتی بر روی کارنده خلایی ارتقاء یافته در کشت مستقیم در بقایای گندم انجام داد. نتایج نشان داد یکنواختی عمق بذر و درصد جوانه زنی در کارنده مجهز به شیار بازکن دو دیسکی بهتر از کج بیلی است.Sef Altikat and Ahemet (2012) تاثیرات کارنده های مختلف کشت مستقیم و سرعت های مختلف پیشروی تراکتور را بر روی خصوصیات فیزیکی خاک و جوانه زنی بر روی گندم زمستانه و ماش بررسی نمود. بالاترین درصد جوانه زنی مربوط به کارنده مجهز به شیار بازکن کج بیلی بود. هدف از تحقیق حاضر، استفاده از سامانه الکترونیک در یک کارنده و در نتیجه از بین رفتن عوامل کاهش گشتاور روی محور چرخ سعی شده است تا همواره موجب کاهش خطاهای یاد شده و در

نتیجه افزایش دقت در کاشت را داشته باشیم. سرش چرخ زمین، مهمترین عامل عدم ریزش دقیق بذر توسط خطی کارها می باشد.

مواد و روش‌ها

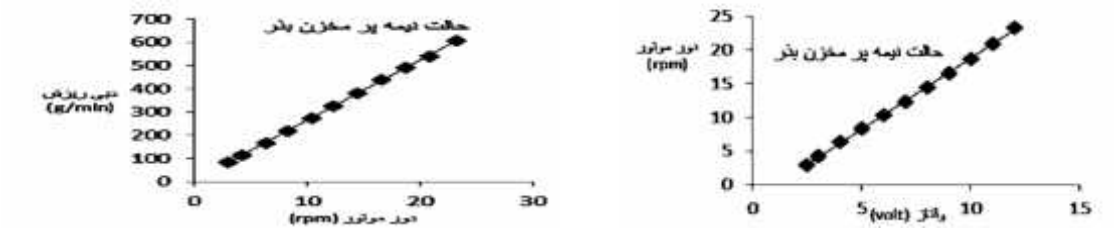
یکی از عوامل عدم دقت در کارندها، سرش چرخ زمین به علت گشتاور بیش از حد اعمالی روی چرخ این دستگاه ها می‌باشد که می‌تواند ناشی از اصطکاک های مکانیکی موجود در سامانه انتقال قدرت مکانیکی باشد.



شکل۱: طرحواره سامانه الکترونیکی مورد استفاده در کارنده

با توجه به شکل (۱) در تحقیق حاضر مراحل تغییر در خطی کار مکانیکی به این شرح انجام گرفت:حذف سامانه انتقال قدرت مکانیکی از چرخ به محور موزع خطی کار. نصب دیجیتال شفت انکدر به عنوان حسگر بر روی چرخ پنجم. نصب موتور الکتریکی مناسب بر روی محور موزع خطی کار عنوان محرک موزع. نصب دیجیتال شفت انکدر به عنوان حسگر بر روی محور موزع. طراحی، ساخت و نصب سامانه کنترل الکترونیکی به منظور دریافت اطلاعات سرعت حرکت از چرخ و فرمان دادن به موتور محرک محور موزع و همچنین ثبت برخی اطلاعات مانند سرعت حرکت دستگاه و سرعت چرخش موتور. در این پژوهش از یک دستگاه خطی کار مکانیکی ۱۹ ردیفه کشت آبی ساخت شرکت خالدیان استفاده شد. به منظور برطرف نمودن اثرات سرش چرخ دستگاه، از چرخ پنجم استفاده و با اتصالات مخصوص انکدر به چرخ پنجم متصل گردید و جهت تعیین سرعت پیشروی بر روی دستگاه خطی کار نصب شد. به منظور راه اندازی محور موزع از یک الکترو موتور مدل D12-8001-45w استفاده شد. به منظور کنترل دقیق تر دور موتور (محور موزع واحد سامانه الکترونیکی)، بر روی محور موزع از یک شافت انکدر دیگر نیز استفاده شد. همچنین با توجه به مقایسه سیستم جدید با سیستم معمول مکانیکی بر روی یک واحد کارنده دیگر دستگاه خطی کار، محور موزع مخصوص سیستم مکانیکی نصب و به خروجی جعبه دنده خطی کار متصل گردید. تغییرات لازم برای هر دو سیستم الکترونیکی و مکانیکی ، هر سیستم بطور مجزا بر روی یک واحد کارنده دستگاه خطی کار نصب گردید. پس از نصب تجهیزات هر دو سیستم برای داشتن ریزش بذر در هکتار مورد نظر در سامانه الکترونیکی می بایست از لحاظ فنی ارتباطی بین دبی ریزش (وزن بذر در واحد زمان)، سرعت پیشروی دستگاه و عرض کشت با میزان ریزش

بذر در هکتار بدست آورد و در نهایت با ارتباط بین میزان ولتاژ و میزان چرخش محور موزع به ولتاژ مناسب راه انداز موتور دست پیدا کرد. از این رو میزان دبی ریزش (kg/min) در سرعت های دورانی مختلف محور موزع و همچنین میزان چرخش محور موزع در سه وضعیت مختلف پر، نیمه پر و تقریبا خالی مخزن بذر از گندم رقم دوروم (Durum) به صورت استاتیکی در آزمایشگاه بدست آورده شد. جهت ایجاد طول فرکانس مدولاسیون پهنای پالس (PWM) برای موتور DC که به طور مستقیم به محور موزع وصل می شود، می بایست ولتاژ مورد نظر تامین گردد. در این تحقیق سرعت موتور، با کنترل ولتاژ ارسالی برای موتور کنترل شد. با توجه به داده های آزمایشگاهی ارتباط رگرسیونی بین دبی ریزش، میزان چرخش محور موزع (دور موتور) و ولتاژ مورد نیاز این چرخش برای سه وضعیت مخزن بذر(پر، نیمه پر و تقریبا خالی) بدست آمد. نمودار های مربوط به حالت نیمه پر مخزن بذر در شکل (۲) نشان داده شده است.



شکل ۲ - نمودارهای ارتباطی بین دبی ریزش، دور موتور و ولتاژ مورد نیاز در حالت نیمه پر مخزن بذر

با توجه به شکل (۲) در این تحقیق سیستم کنترل بر اساس این حالت و معادلات مربوط به آن طراحی گردید. همان طور که دیده می شود جهت ایجاد ولتاژ مورد نظر جهت چرخش محور موزع (چرخش موتور) می بایست ارتباط بین میزان ریزش بذر در هکتار، دبی ریزش، سرعت پیشروی و میزان چرخش محور موزع (چرخش موتور)را بدست آورد از این رو سه رابطه زیر بدست آمد:

$$L = (Q/V) \times 1.1 \quad (1)$$

$$N = (Q-5.18)/25.86 \quad (2)$$

$$E = (N+2.22)/2.1 \quad (3)$$

در رابطه (۱)، L میزان ریزش بذر در هکتار برحسب (کیلوگرم بر هکتار)، Q میزان دبی ریزش بذر بر حسب (کیلوگرم بردقیقه)،V سرعت پیشروی دستگاه بر حسب (متر بر ثانیه). از رابطه شماره (۱) با توجه به میزان ریزش بذر در هکتار موردنظر(که توسط اپراتور از طرق صفحه سیستم وارد می شود) و همچنین سرعت پیشروی دستگاه (که توسط انکدر و سیستم کنترلی محاسبه می گردد)، میزان دبی ریزش بدست می آید. در رابطه (۲)، N میزان چرخش موتور (محور موزع) بر حسب دور در دقیقه و Q دبی ریزش بذر است. از رابطه

(۲) میزان چرخش مورد نیاز محور موزع یا موتور برای حصول ریزش مورد نظر بدست می آید. در رابطه (۳)، E میزان ولتاژ مورد نیاز جهت چرخش موتور بر حسب ولت و N میزان چرخش موتور است. حال با توجه به ولتاژ بدست آمده، مدار کنترل میزان PWM مورد نظر را ایجاد می کند. توان الکتریکی مورد نیاز از باتری تراکتور به همراه یک مبدل جریان DC به AC جهت منبع تغذیه AC تامین گردید. جهت اجرای پژوهش از طرح آماری اسپلیت پلات استفاده شد. آزمایش ها در چهار سطح پوشش بقایا ۳۰، ۴۰، ۵۰ (عدم دستکاری خاک)و کمتر از ۱۰ درصد (سطح شخم خورده)، سه سطح سرعت پیشروی ۴، ۶ و ۸ کیلومتر بر ساعت و در سه تکرار انجام شد. برای سنجش صحیح سرعت های مورد نظر در دنده های مختلف تراکتور از رابطه V=X/t استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مربوط به شاخص میزان ریزش (وزن در هکتار) در جدول (۱) آورده شده است. این نتایج نشان می دهد که تیمارهای دستگاه، میزان بقایا و سرعت بر روی شاخص ریزش با احتمال ۹۵ درصد اثر معنی دار داشتند.

جدول ۱: نتایج حاصل از تجزیه واریانس سه طرفه (three way ANOVA) با حالت interaction در رابطه با شاخص ریزش در سطح ۰/۰۵ درصد

تیمار	درجه آزادی(df)	مربع میانگین (Mean square)	F	اختلاف معنی دار(sig)	Sig در تعیین نرمال بودن K. S
میزان بقایا (٪)	۳	۰/۱۱	۱۳/۱	۰/۰۰۰ *	
سرعت	۲	۰/۰۴۴	۵/۱	۰/۰۰۸ *	
دستگاه	۱	۰/۰۴۹	۵/۷	۰/۰۲ *	۰/۰۸
میزان بقایا × سرعت	۱۱	۰/۰۴۱	۴/۳	۰/۰۰۰ *	
میزان بقایا × دستگاه	۷	۰/۰۶۳	۶/۹	۰/۰۰۰ *	
سرعت × دستگاه	۵	۰/۰۳۳	۲/۴	۰/۰۳۹ *	
میزان بقایا × سرعت × دستگاه	۲۳	۰/۰۲۹	۳/۷	۰/۰۰۰ *	
Error	۶۵	۰/۰۰۹	-	-	

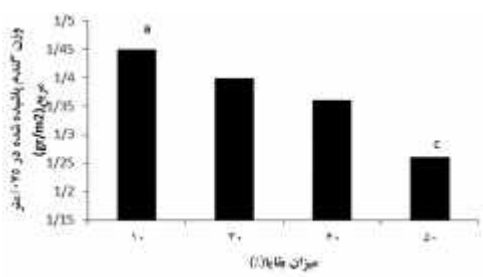
* نشان دهنده ی معنی دار بودن اثر بر شاخص مورد نظر است $P<0.05$

جدول ۲: نتایج حاصل از تجزیه واریانس سه طرفه(three way ANOVA) با حالت interaction در رابطه با شاخص کیفیت ریزش در سطح ۰/۰۵ درصد

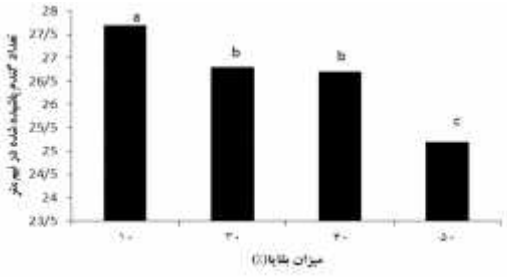
تیمار	درجه آزادی (df)	مربع میانگین (Mean square)	F	اختلاف معنی‌دار(sig)	Sig در تعیین نرمال بودن K. S
میزان بقایا (٪)	۳	۱۹/۳	۱۴/۳	۰/۰۰۰ ❊	۰/۳۶
سرعت	۲	۱۳/۱	۹/۷	۰/۰۰۰ ❊	
دستگاه	۱	۱۳/۳	۹/۸	۰/۰۰۳ ❊	
میزان بقایا × سرعت	۱۱	۸/۱	۵/۰۷	۰/۰۰۰ ❊	
میزان بقایا × دستگاه	۷	۱۱/۵	۷/۰۴	۰/۰۰۰ ❊	
سرعت × دستگاه	۵	۱۲/۸	۷/۰۱	۰/۰۰۰ ❊	
میزان بقایا × سرعت × دستگاه	۲۳	۶/۴	۸/۲	۰/۰۰۰ ❊	
Error	۶۵	۱/۳۵	–	–	

❊ نشان دهنده ی معنی دار بودن اثر بر شاخص مورد نظر است P<0. 05

جدول (۲) نمایانگر جدول تجزیه واریانس شاخص کیفیت ریزش(تعداد در واحد طول)می باشد. نتایج نشان می دهد که تیمارهای نوع دستگاه، سرعت و میزان بقایا با احتمال ۹۵ درصد دارای اثر معنی دار بر شاخص تعداد است. همان گونه که در شکل های (۴) و (۵) مشاهده می گردد با افزایش پوشش بقایای گیاهی در سطح خاک دستکاری نشده ، سرش چرخ با خاک بیشتر شده و یکنواختی فرمان دهی به سیستم راه انداز محور موزع دچار مشکل شده و لذا شاخص ریزش و کیفیت ریزش کاهش می یابد.

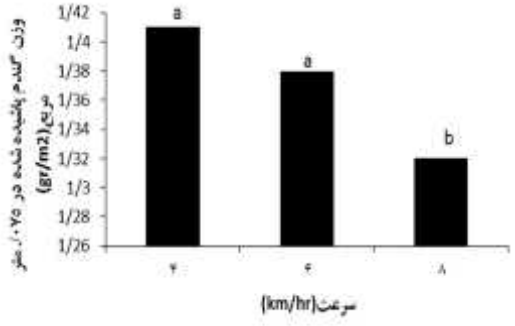


شکل ۴- اثر میزان بقایا بر وزن گندم پاشیده توسط دستگاه

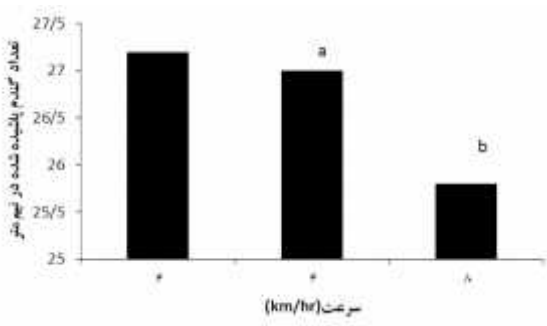


شکل۵- اثر میزان بقایا بر تعداد گندم پاشیده شده توسط دستگاه

همان گونه که در شکل های (۶) و (۷) مشاهده می گردد با زیاد شدن سرعت پیشروی، موزع می بایست حجم بیشتری مواد را به لوله سقوط هدایت کرد که این موجب اعمال مومنتم بیشتری بر روی ذرات گندم شده و نیاز به گشتاور بیشتری برای چرخش محور موزع دارد. گشتاور محور از طریق چرخ زمین تامین می شود و با توجه به اینکه میزان اصطکاک چرخ زمین بازمین ثابت است گشتاور نمی تواند از یک حد مشخصی فراتر رود و چرخ دچار سرش شده و محور با سرعت لازم نمی چرخد و لذا ریزش در سرعت های بالا کمتر از حد لازم می شود.

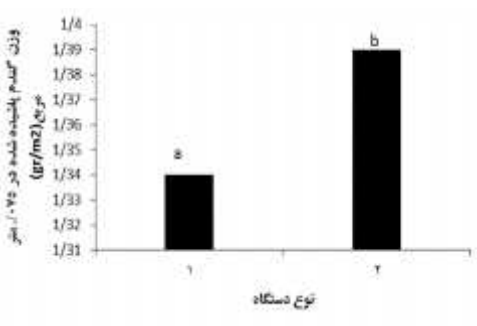


شکل۶- اثر سرعت بر وزن گندم پاشیده توسط دستگاه

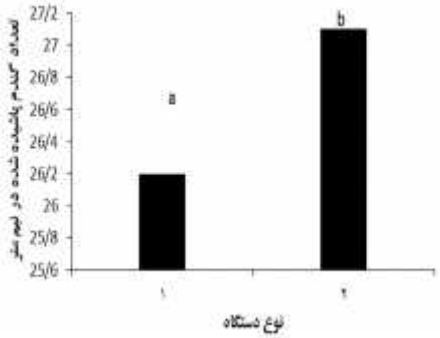


شکل ۷- اثر سرعت بر تعداد گندم پاشیده شده

همان گونه که در شکل های (۸) و (۹) مشاهده می گردد در مورد تیمار دستگاه می توان گفت در دستگاه شماره ۱ که دستگاه معمول مکانیکی است با توجه به مکانیزم تامین نیرو از چرخ زمین گرد و وجود جعبه دنده، لغزش و سرش چرخ زمین گرد و نسبت دنده ای مکانیزم جعبه دنده بر روی مکانیزم موزع تاثیر گذار است. در دستگاه شماره ۲ که سیستم الکترونیکی است و این سیستم بی نیاز از تامین نیرو از چرخ زمین گرد می باشد و از این رو مشکلات مربوط به میزان تماس و درگیری چرخ با خاک مرتفع می گردد. از اینرو میزان ریزش مورد نظر با توجه به نمودارهای آنالیز دستگاه شماره ۲ نسبت به دستگاه شماره ۱ مطلوب تر است.

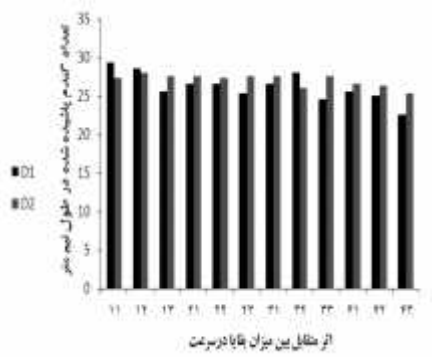


شکل۸- اثردستگاه برتعداد گندم پاشیده شده

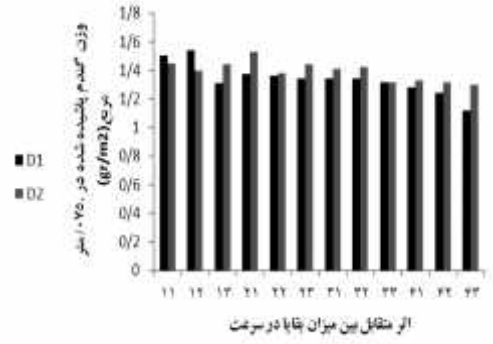


شکل ۹- اثر دستگاه بر وزن گندم پاشیده شده

همانطور که در شکل های (۱۰) و (۱۱) مشاهده می شود دستگاه الکترونیکی(D2) نسبت به سیستم مکـانیکی(D1) دارای میزان ریزش بذر و تعداد گندم پاشیده شده مناسب و یکنواخت تری است.



شکل ۱۰- اثر متقابل میزان بقایا در سرعت بر تعداد گندم پاشیده شده در دو دستگاه ۱ و ۲



شکل ۱۱- اثر متقابل میزان بقایا در سرعت بر وزن گندم پاشیده شده در دو دستگاه ۱ و ۲

نتیجه گیری

استفاده از سامانه الکترونیکی باعث ارتقاء سیستم موزع خطی کار و بهبود شاخص های کشت گردیده و میزان ریزش بذر و کیفیت پاشش در این سامانه در مقایسه با سیستم معمول مکانیکی بهبود می یابد.

منابع

۱. افضلی نیا، ص. دزفولی، ا. دستفال، طلعتی، م.ح. میرزاوند، ناهید، نکوئی.۱۳۹۰ .کشاورزی حفاظتی ضرورت یاانتخاب؟. انتشارات لوح خیال.۱۲-۲۰ ص.

۲. اسلامی، م.ج.۱۳۸۸.طراحی، ساخت و ارزیابی سیستم انتقال قدرت مکاترونیکی بـه منظـور ارتقـاء کـارایی ردیفکارها. پایان نامه کارشناسی ارشد مکانیک ماشین های کشاورزی، دانشگاه شیراز

3. M. Eslami and S. Kamgar. 2013. Design, development and evaluation of a mechatronic transmission system to improve the performance of a conventional row crop planter. International journal of agronomy and plant production. Vol 4(3), 480-487.

4. D., Hai-tao, Ji-ping, Zh, Jian, Y. and Tao, W. 2006. The Single-chip Control Applied in the Seeding-machine. Journal of Agricultural Mechanization Research 11, 181-184.
5. M. Jafari, A. Hemmat, M. Sadeghi.2010.Development and Performance Assessment of a DC Electric Variable-Rate Controller for Use on Grain Drills. Computers and Electronics in Agriculture. Vol 73, 56-65
6. H. Raheman.2003. A sensor for seed flow from seed metering mechanisms. Department of agricultural and food engineering IIT. Kharangpur. Vol. 17: 721302.
7. Sefa Altikat, and Ahemet Celik.2012. Effects of Different No-till Seeders and Tractor Forward Speeds on the Soil Physical Properties and Seed Emergence of Summer Vetch and Winter Wheat. Journal of agricultural sciences. Vol 18, 21-30
8. P. c., Senapati, P. K, Mohapatra, U. N, ikshit.1992. Field Evaluation of Seeding Devices for Finger-Millet.A. M. A. 23(3), 21-24.
9. A. Shearer.2001.DGPS-Based Guidance of High-Speed Application Equipment.ASABE Paper NO. 01-1190
10. J. L. White, J. C Whitcraft, J. C Thompson, and C. L Peterson, 1998, A variable variety grain drill for wheat production. Agric Apple. Eng., Vol 14, 7-17.
11. D. E. Wilkins and D. Lenker.1981.A microprocessor – controlled planter", ASAE Trans. Vol 24, 2-4.
12. X. Zhang, B. Zhao.2008.Automatic Reseeding Monitoring System of Seed Drill. CSAE Trans. Vol 24, 119-122.

Evaluation of the performance of an upgraded grain drill using electronic system regulate metering seed mechanism

Abstract

In this study, to decrease wheel skidding, an active electronic system was designed and incorporated on typical local grain drill. As a control treatment a similar unit with conventional mechanical transmission was also evaluated. In order to evaluate the new unit four different soil preparations and residue management schemes (tillage with residue less than 10% and no-tillage with residue of 30%, 40%, and 50%) as well as three forward speeds of 4, 6, 8 km/hr were considered. Results of the field evaluation showed that the average seeding rate of new unit for no-tillage scheme at different forward speeds decreased by 4.5% as compared the target rate (20 germs per square meter). However, the average seeding rate of new unite for tilled soil decreased by 3% as compared the target rate. The average seeding rate of conventional unit for no-tillage decreased by 20% as compared the target rate. The average seeding rate of conventional unit for tilled soil increased by 8% as compared the target rate. The average seeding quality rate of new unit for no-tillage scheme at different forward speeds was less than 3% as compared the target rate (55 seeds per meter). However, the average seeding quality rate of new unit for tilled soil decreased by 1% as compared the target rate, but for the conventional unit the rate decreased by 10% as compared the target rate. The study showed that average seeding quality rate of conventional unit for tilled soil increased by 8% as compared the target rate. Therefore, the seeding and seeding quality rates of mechatronic system were closer to the targets.

Key words: grain drill, electronic system, skidding, seeding rate, seeding quality.