طراحی، ساخت و ارزیابی سامانه هشدار دهنده نکاشت قلمه برای ماشین قلمه کار نیشکر

فرهاد موسوی صالحی *[۱]، محمد اسماعیل خراسانی فردوانی [۲]، شعبان قوامی جولندان[۳]، حسن مسعودی[٤]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مهندسی بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز (farhadmosavi6@gmail.com)
۲. استادیار گروه مهندسی بیوسیستم ، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز (e.khorasani@scu.ac.ir)
۳. استادیار گروه مهندسی بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز (s.ghavami@scu.ac.ir)
۴. استادیار گروه مهندسی بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز (hmasoudi@scu.ac.ir)

چکیده

به منظور افزایش راندمان کاشت با قلمه کار خودکار نیشکر، نیاز به سامانه ای است که بتواند، مقدار و مکان نکاشت را توسط چراغ یا علایم صوتی در لحظه به راننده هشدار داده و یا با ذخیره اطلاعات مکان های نکاشت، بتوان بعدا اقدام به واکاری نمود. هدف از تحقیق حاضر توسعه سامانه ای الکترونیکی مبتنی بر حسگر فراصوت که اطلاعات ریزش قلمه ها هنگام کاشت و موقعیت آن را گرفته و هشدار لازم تولید می شود. از طرفی اطلاعات خروجی حسگر به همراه داده های مکانی به سامانه میکروکنترلری ارسال می شود تا درون فایلی به صورت مکان مبنا و در کارت حافظه ثبت شود. جهت برآورد دقت سامانه در مرحله اول و به صورت آزمایشگاهی با عبور قلمه های نی با سرعتهای مختلف در چهار سطح و در قالب آزمایش بر پایه طرح کاملا تصادفی دقت تشخیص حسگر تحلیل و نتایج مورد مقایسه قرار گرفت و بهترین مکان برای نصب حسگر روی سامانه بدست آمد. نتایج نشان داد که با افزایش فاصله حسگر از محل سقوط به دلیل افزایش سرعت عبور قلمه ها دقت تشخیص کاهش می یابد. در ارزیابی مزرعه ای کارنده نیشکر به سامانه پایش مجهز شد و طی کاشت در مزرعه دقت سامانه در تشخیص عبور قلمه ها از مقابل حسگر مورد ارزیابی قرار گرفت. مطابق نتایج، رابطه رگرسیون خطی با R^2 =۰/۹۲۹ بین سیگنال اعلامی توسط سامانه پایش و تعداد قلمه های ریزشی حقیقی توسط کارنده در شیار کشت بدست آمد. با وجود همپوشانی قلمه های ریزشی و سرعت بالای کاشت توسط دستگاه کارنده، همواره سیگنال تشخیص قلمه های عبوری دارای ضریب ثابت (حدود ۰/۳) نسبت به مقدار واقعی بود که نشان دهنده دقت سامانه بر پایش قلمه های ریزشی حین کاشت است.

کلمات کلیدی:

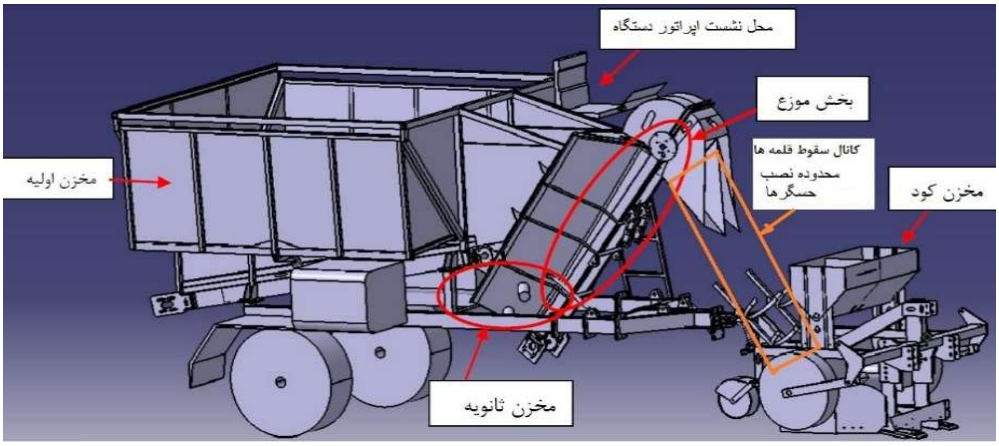
دبی جرمی ، قلمه ، کارنده نیشکر، حسگر فراصوت ، GPS

* **فرهاد موسوی صالحی**
farhadmosavi6@gmail.com

طراحی، ساخت و ارزیابی سامانه هشدار دهنده نکاشت قلمه برای ماشین قلمه کار نیشکر

مقدمه

نیشکر بعنوان یک محصول کشاورزی گیاهی است چند ساله که به منظور تولید شکر، نئوپان، خمیرمایه، الکل، کاغذ و ... کشت می گردد. این گیاه در سطح بیش از ۱۲۰ هزار هکتار از زمین های خوزستان کشت شده و حدود ۱۰ شرکت کشت و صنعت در این زمینه فعالیت دارند. در حال حاضر کشت نیشکر به دو روش دستی و ماشینی انجام می گیرد. در روش دستی پس از تهیه و آماده سازی قلمه ها، آنها را در داخل شیارها که با فاصله ۱۸۰ سانتی متر هستند قرار می دهند [1]. در این حالت نی ها به صورت طولی در شیارها به نحوی که بخشی از آنها بر روی یکدیگر هم پوشانی داشته باشند، قرار می گیرند. میزان ریزش قلمه توسط دستگاه کارنده نیشکر از اهمیت زیادی برخوردار است. ریزش زیاد هزینه ها را زیاد می کند و کاهش ریزش تولید را کم می کند. یک نمونه قلمه کار مکانیزه نیشکر توسط کارخانه آستافت استرالیا ساخته شده است که بصورت دو ردیفه وکششی کار می کند. در ایران از این نوع بیشتر استفاده شده و از آن الگو سازی شده است که فاقد سامانه ای برای پایش کاشت قلمه ها است، کارنده BP-4000 از این جمله است. حسگرهای سنجش آنی کاشت انواع بذر که در پژوهش های علمی وجود دارد و امروزه به صورت تجاری در کشورهای پیشرفته صنعتی در اختیار کشاورزان قرار دارند،بر اساس اصول و روش های متنوعی عمل می کنند. به طور کلی اصول به کار گرفته شده در آن ها عبارتند از : حسگر ضربه ای کرنش سنجی، هلیس حمل کننده لولایی، حسگر فراصوتی، حسگر اشعه گاما و استفاده از اشعه ایکس [2,3] . از حسگرهای فراصوت برای سنجش تراکم محصول استفاده کردند تا بتوانند سرعت پیشروی ماشینهای برداشت را پیش بینی کنند. آنها نتایج کار خود را مناسب اعلام کردند. مبنای اندازه گیری تراکم محصولات کشاورزی با امواج فراصوت سالها قبل اختراع شده است و برای کنترل سرعت پیشروی ماشین برداشت، میزان تراکم محصولی که جلوی ماشین بود را با استفاده از حسگر فراصوت اندازگیری می کردند [4]. وجود سامانه ی الکترونیکی پایش نرخ قلمه ها باعث می شود راننده به فرآیند کاشت تسلط داشته باشد، بطوریکه هر گونه قطعی در جریان ریزش قلمه ها به سمت زمین باعث روشن شدن آلارم مربوطه می شود. با وجود این سامانه نیاز به نیروی انسانی کمتر شده و دقت کاشت بیشتر می شود. هدف طراحی و ساخت هشدار دهنده نکاشت قلمه برای ماشین قلمه کار نیشکر(BP -4000- ساخت شرکت پویا سازان صنعت سبز آوان) با کمک حسگر و GPS و ارزیابی آزمایشگاهی و مزرعه ای دقت سامانه طراحی شده است. نحوه عملکرد کارنده نیشکر- BP 4000 طبق شکل ۱- به این صورت است که قلمه ها از مخزن اولیه با ظرفیت سه تن به مخزن ثانویه که نزدیک موزع است منتقل می شود.



شکل ۱- کارنده نیشکر BP -4000 و محل نصب حسگر پایش عبور قلمه های سقوطی به کانال

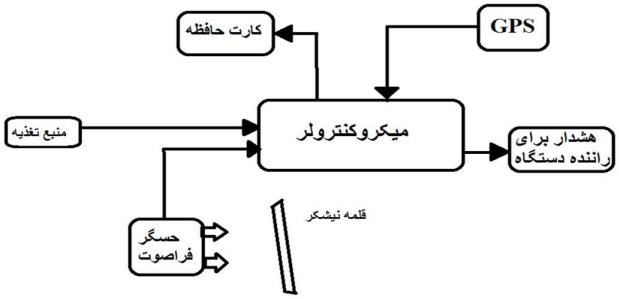
موزع مقداری قلمه های مورد نظر را برداشته و به لوله سقوط انتقال می دهد به موازات این کار عمل شیار باز کردن و کود ریزی هم توسط دستگاه در حال انجام است، در همین حال قلمه هایی که از لوله سقوط گذشته اند درون شیار و روی کود قرار می گیرند و دیسک ها خاک را روی قلمه ها می ریزند و چرخ تثبیت هم روی خاک حرکت می کند. کف مخزن اولیه دارای سامانه نقاله زنجیری می باشد تا قلمه ها را به مخزن ثانویه تحویل دهد.

حسگر فراصوت

یک دلیل انتخاب حسگر فراصوت عدم نیاز به داشتن قطعات متحرک است زیرا ابعاد نیشکر و شکل آن احتمال ایراد در حسگر های نیرو یا ضربه را ایجاد می کند، دلیل دوم وجود گرد خاک و شیره نیشکر در محل نصب حسگر است که امکان استفاده از حسگرهای نوری را کم می کند. حسگرهای مغناطیسی هم نسبت به عبور قلمه های نی حساسیت ندارند. دلیل آخر نیز ارزان بودن حسگرهای انتخاب شده از نمونه های قبلی است.

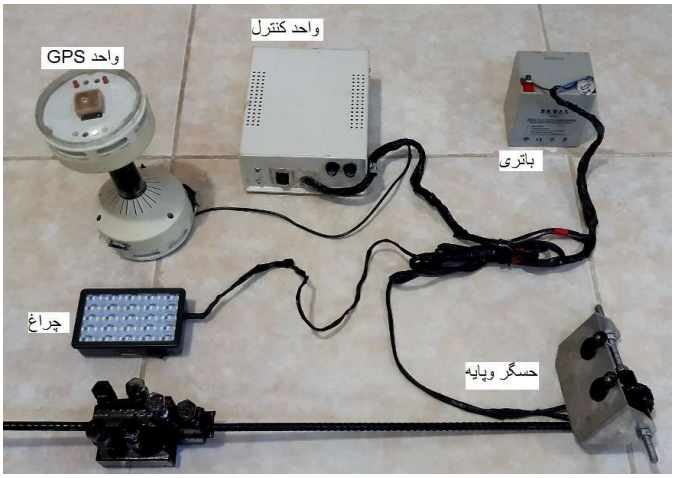
مواد و روش ها

سامانه پایش با حسگر فراصوت طبق شکل ۲- طراحی شده تا هنگام عبور قلمه از جلوی حسگر فراصوت آن را به میکرو کنترلر گزارش داده از طرفی داده های GPS هم از طریق ماژول آن ارسال می شد. مجموعه این داده های مکان زمانی و صفر و یک عبور قلمه در کارت حافظه ذخیره می شود.



شکل ۲- شماتیک نحوه عملکرد سامانه پایش فراصوت

شکل ۳ اجزای ساخته شده سامانه را نشان می دهد. برای تغذیه برق از یک باتری ۱۲ ولت ۵ آمپر ساعت استفاده شد. یک چراغ هم به عنوان نشان دهنده عبور قلمه وجود دارد که برق خود را به کمک یک رله و ترانزیستور و با فرمان میکرو کنترلر روشن می شود. واحد GPS شامل یک میکروکنترلر و یک کارت حافظه و یک ماژول GPS است. این واحد سیگنال عبور قلمه را از واحد کنترل دریافت کرده و به همراه داده های جغرافیایی در کارت حافظه ذخیره می کند.



شکل ۳- اجزای ساخته شده سامانه پایش فراصوت

شکل ٤ محل نصب حسگرهای فراصوت در مسیر ریزش قلمه ها را نشان می دهد. محل نصب طوری می باشد که دیواره های کناری کانالهای ریزش حداقل ۸۰ سانتی متر (محدوده عرض ریزش قلمه ها) با نوک حسگر فاصله داشته باشد تا باعث اختلال در عملکرد حسگر نشود. زیرا در برنامه نویسی، حسگر طوری مشخص شده که مانع دورتر از ۸۰ سانتی متر را نخواند. چراغ نصب شده در کنار محل ریزش هم که در شکل٤ دیده می شود، نشان دهنده عبور قلمه می باشد که می تواند به عنوان هشداری برای اپراتور یا راننده باشد . البته در این تحقیق برای صحت عینی عملکرد سامانه استفاده شده است.

شکل ٤- نصب سامانه ساخته شده بر روی کارنده

نحوه ارزیابی سامانه پایش با حسگرفراصوت

ارزیابی سامانه پایش ریزش قلمه ها ابتدا در آزمایشگاه و سپس بر روی ماشین کارنده نیشکر BP -4000 انجام و داده ها تحلیل آماری شد. ارزیابی آزمایشگاهی شامل سقوط یک قلمه در چند تکرار از جلوی سامانه بود، که محل قرار

گیری حسگر از نقطه شروع سقوط آزاد قلمه بعنوان تیمار می باشد. یعنی محل نصب حسگر در ارتفاع ۲۰، ٤٠، ٦٠ و ۱۰۰ سانتی متری پایین تر از محل سقوط قرار داده شد و عملکرد درست سامانه در شناسایی قلمه های در حال سقوط مورد بررسی قرار گرفت و مشخص گردید هر چه ارتفاع سقوط بیشتر شود به دلیل افزایش سرعت قلمه مقدار صحت عملکرد سامانه کمتر می شود بطوریکه این نتیجه به محل نصب حسگرها بر روی کارنده کمک زیادی کرد تا بتوان حسگر را تا می توان به محل شروع ریزش نزدیک کرد. پس از تکمیل طراحی سامانه و نصب روی ماشین کارنده، جهت ارزیابی مزرعه ای سامانه طراحی شده، با اعمال تغییراتی در کارنده، مکانیزم پوشاننده را غیر فعال کرده و پس از کاشت مزرعه نمونه، با توجه به باز بودن روی قلمه ها نقشه کاشت و نکاشت مزرعه به صورت دستی با شمارش قلمه ها و اندازه گیری فاصله های نکاشت روی هر ردیف داده برداری شد و با نقشه تولیدی سامانه از نظر دقت شمارش قلمه ها و دقت مکانی مقایسه شد، در نهایت خطای سامانه گزارش گردید. پس از بررسی و پیش تست هایی روی حسگرهای مختلف ممکن برای پایش قلمه های ریزشی خصوصا حسگرهای خازنی و فراصوت نهایتا به دلیل نسبت اغتشاش به سیگنال (SNR) زیاد خروجی حسگر خازنی در آزمایشات نهایی حذف شد. همچنین وجود گرد و خاک و شیره نیشکر در محل نصب حسگر امکان استفاده از حسگرهای نوری را کم نمود. حسگرهای مغناطیسی هم نسبت به عبور قلمه های نی حساسیت نداشتند. در نتیجه در آزمایش های نهایی از حسگرهای فراصوت استفاده شد. همچنین به نسبت، حسگرهای فراصوت انتخاب شده ارزان بودند. برای انجام آزمونهای عملکرد حسگر فراصوت پایش ریزش قلمه ها به این ترتیب عمل شد که ۲۰ بخش چهار متری، در ۵۰۰ متر از مسیر کاشت، بصورت تصادفی انتخاب شده و همزمان با گذر کارنده از آن بخش، تعداد پالس هایی که باعِث روشن شدن چراغ حسگر شد را شمرده، سپس تعداد قلمه هایی که در هر ٤ متر مشخص ریزش شده بود.

نتایج و بحث

بخش آزمایشگاهی:

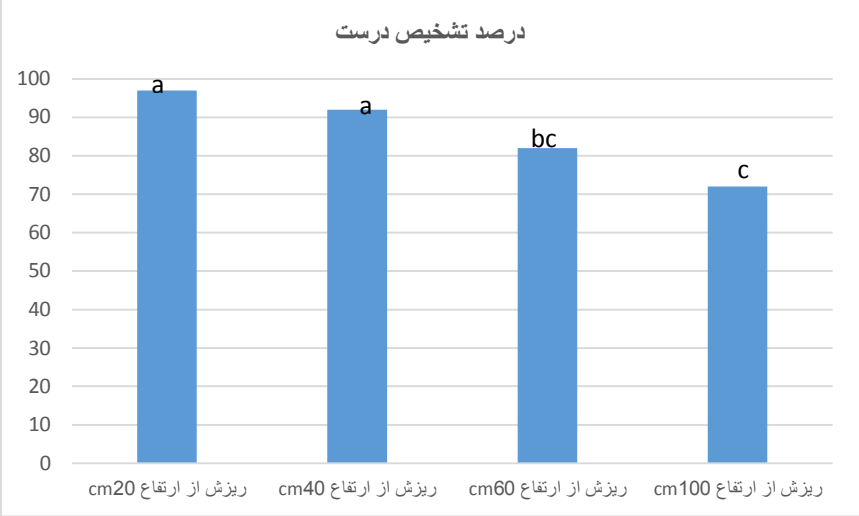
برای انجام آزمون های عملکرد حسگر فراصوت پایش ریزش قلمه ها در آزمایشگاه، یک عدد قلمه ۳۰ سانتی متری را از ارتفاع های متفاوتی رها کردیم که در اینجا چهار تیمار شامل سقوط از ارتفاع ۲۰، ٤٠، ٦٠ و ۱۰۰ سانتی متری می باشد تا با سرعتهای (به ترتیب ۲، ۲/۸، ۳/٤ و ٤/٥ متر بر ثانیه) از جلوی حسگر عبور کند. برای هر تیمار آزمون با ٤ تکرار و در هر تکرار ۱۰ نمونه مورد آزمون قرار گرفت. برای تحلیل داده ها از آزمون واریانس یک طرفه (یا یک عامله) طرح کاملا تصادفی در SPSS استفاده شد.

در جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس داده ها ارائه شده است. در این قسمت واریانس بین گروه ها نسبت به واریانس درون گروه ها سنجیده شده است. همانطور که مشاهده می شود sig در قسمت بین گروه ها صفر بوده و از عدد ۰/۰۵. کوچکتر است. پس می توان نتیجه گرفت که درصد تشخیص سامانه در چهار گروه تیماری(ارتفاع سقوط) متفاوت است.

جدول۱- تجزیه واریانس داده های ارزیابی آزمایشگاهی

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	Sig.
مقایسه بین گروهی	۱۴۷/۰۰۰ ۵	۳	۴۹۱/۶۶۷	۱۹/۶۶۷	۰/۰۰۰
مقایسه درون گروهی	۳۰۰/۰۰۰	۱۲	۲۵/۰۰۰		
مجموع	۱۷۷/۰۰۰ ۵	۱۵			

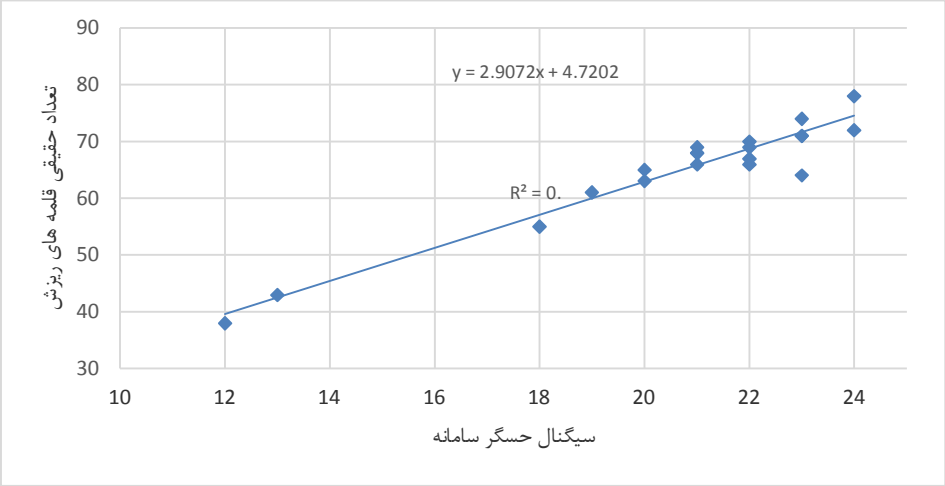
نتایج مقایسه میانگین درصد عملکرد درست پایش عبور قلمه از جلوی حسگر طبق نمودار شکل۵- نشان می دهد که با افزایش ارتفاع سقوط قلمه ها و در نتیجه افزایش سرعت عبور قلمه ها از جلو حسگر، صحت عملکرد سامانه پایشی کاهش یافت.



شکل۵- میزان عملکرد پایشی حسگر فراصوت نسبت به چهار نوع ارتفاع ریزش قلمه

نتایج ارزیابی مزرعه ای سامانه پایش کاشت قلمه های نیشکر

برای انجام آزمونهای عملکرد سامانه پایش ریزش قلمه های کارنده و در مزرعه، به این ترتیب عمل شد که ۲۰ بخش چهار متری، در ۵۰۰ متر از مسیر کاشت، بصورت تصادفی انتخاب شده و همزمان با گذر کارنده از آن بخش، تعداد پالس هایی که باعث روشن شدن چراغ حسگر شد را شمرده، سپس تعداد قلمه هایی که در هر ٤ متر مشخص ریزش شده بود را شمرده و نتایج تحلیل رگرسیون خطی به شرح زیر بدست آمد. مطابق شکل ٦ - بین داده های حسگر سامانه توسعه یافته با تعداد قلمه ریزش شده توسط کارنده رابطه خطی برقرار است.



شکل ٦ نمودار رگرسیون خطی بین تعداد قلمه های ریزش شده و سیگنال ثبت شده توسط سامانه

با وجود اینکه به دلیل همپوشانی قلمه های ریزشی و سرعت بالای کاشت توسط دستگاه کارنده، همواره سیگنال تشخیص قلمه های عبوری کمتر از مقدار واقعی قلمه تشخیص داده شده (حدود ۰/۳) ولی به دلیل خطی بودن رابطه و ضریب تبیین بالای رابطه رگرسیونی (حدود ۰/۹۳)با دقت بالایی می توان بعد از کالیبراسیون از داده های خروجی سامانه پایش جهت تشخیص عبور قلمه ها استفاده نمود.

نتیجه گیری

با بررسی و تجزیه و تحلیل نتایج بدست آمده از پژوهش، نتایج زیر بدست آمد:

مطابق نتایج تحقیق با توجه به برازش خوب داده های خروجی از سامانه حسگر فراصوت، پیاده سازی سامانه پایش فراصوت بر روی کارنده می تواند به خوبی عدم ریزش و نکاشت قلمه را گزارش و اخطار دهد. با وجود این سامانه نیاز به اپراتور کمکی بر روی کارنده از بین می رود.

پیشنهادات

طبق نتایج این تحقیق استفاده از صفحات خازنی در کانال سقوط قلمه های نیشکر با وجود امکان پذیر بودن در محیط آزمایشگاهی به دلیل اغتشاش پذیری بالا و SNR پایین نهایتا انتخاب نشد. لیکن به عنوان موضوع تحقیقی تکمیلی می توان روی طراحی و جایابی بهتر حسگر خازنی و مطالعه اثر فرکانسهای تحریک مختلف و مدار بهتر برای حذف اثر اغتشاش در خروجی حسگر مطالعات تکمیلی را پیشنهاد داد. همچنین ارزیابی و مقایسه عملکرد حسگرهای مختلف دیگر در پایش ریزش قلمه های کاشت به عنوان موضوعات تحقیقاتی آتی پیشنهاد می شود.

منابع

۱- سلیمانی ورپشته، ا.، ذکی دیزجی، ح. شیخ داوودی، م. حافظی، ن. ۱۳۹٤ . انتخاب روش بهینه کاشت قلمه نیشکر از لحاظ اقتصادی با استفاده از مدل تحلیل سلسله مراتبی .(AHP) نهمین کنگره مهندسی ماشین های کشاورزی مکانیک بیوسیستم و مکانیزاسیون ، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران ، ۲و۳ اردیبهشت ،کرج،ایران.

۲- شادکام، گ.، جعفری نعیمی، ک. و محمدی، م. ع. ۱۳۹۱. تخمین سرعت پیشروی مناسب برای ماشینهای برداشت با استفاده از فراصوت. مجله صوت و ارتعاش. سال اول، شماره ۲،صفحات ۱۳-۲۰.

۳- ناظم السادات، س.م.ر.، و لغوی، م. ۱۳۹۲. طراحی، ساخت و ارزیابی حسگر شدت جریان جرمی کمباین غلات. نشریه ماشینهای کشاورزی جلد ۳، شماره ۲، نیمسال دوم ۱۳۹۲ ، ص ۰۷۱- ۸٤

4- Homburg, H. 1980. Method and apparatus for the measurement of plant density for the control of harvest machines. U.S. Patent, 4, 228, 636, 1-7.

Design, construction and evaluation of an unplanted monitoring system for sugarcane billet planter

Abstract

In order to increase the planting efficiency with sugarcane billet planter, a system is needed that can warn the driver of the amount and location of unplanted area with lights or audible signs at the moment, or by storing the information of unplanted locations. The aim of the present study is to develop an electronic system based on ultrasonic sensor that captures the information of billets during planting and its position and produces the necessary warning. On the other hand, the sensor output information along with GPS location is sent to the microcontroller system to be recorded in a file and on a memory card. In order to estimate the accuracy of the system in the first stage and in the laboratory by passing billets at different speeds in four levels and in the form of experiments based on a completely randomized design, the sensor detection accuracy was analyzed and the results were compared. The results showed that by increasing the distance of the sensor from the falling point due to the increase in the speed of cuttings, the detection accuracy decreases. In field evaluation, the sugarcane planter was equipped with a monitoring system and during planting in the field, the accuracy of the system in detecting the passage of billets in front of the sensor was evaluated. According to the results, the linear regression relationship with R2 = 0.929 was obtained between the signal and the number of true billets fall, Despite the overlap of fallen billet and high planting speed, the detecting signal always had a constant coefficient (about 0.3) compared to the actual value which shows the accuracy of the system.

Key words: Electronic control, GPS, Microcontroller, Sugarcane planting machine, Ultrasonic sensor