طراحی، ساخت و ارزیابی سیستم کنترل هوشمند بالابرنده مخزن اولیه نی در یک قلمه کار نیشکر

سید جلیل رضوی[۱]، مهدی کردانی[۲]، مسلم نامجو[۳]
۱- استادیار گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان
۲- دانش آموخته رشته مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان
۳- مربی، بخش ماشین‌های کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت
Jrazavi@cc.iut.ac.ir, kardonim@yahoo.com, moslem.namjoo@gmail.com

چکیده

سطح وسیع کشت و تولید نیشکر در استان خوزستان ایجاب می‌نماید که کشت آن بصورت تمام مکانیزه و به کمک کارنده اختصاصی آن صورت پذیرد. این کارنده بصورت مستقل و بصورت کششی توسط تراکتور عمل کرده و شامل دو مخزن اولیه و ثانویه می‌باشد که قلمه‌های تهیه شده توسط ماشین برداشت، ابتدا درون مخزن اولیه با حجم زیاد ریخته شده و سپس این قلمه-ها توسط اپراتور دوم که بر روی دستگاه کارنده قرار می‌گیرد، با استفاده از بلند کردن جکهای مخزن اولیه توسط شیرهای هیدرولیک دستی، به مخزن ثانویه منتقل می‌شوند تا از درون آن به کمک یک موزع تسمه نقاله ای زمین گرد، به سطح خاک منتقل گردند. هدف از انجام این تحقیق، طراحی، ساخت و ارزیابی یک سیستم هوشمند هیدرو- الکتریکی می‌باشد که بر اساس معیار وزن قلمه‌های ریخته شده درون مخزن ثانویه عمل کرده و جایگزین اپراتور دوم می‌گردد. نتایج اجرای طرح بر روی یکدستگاه قلمه کار نیشکر نشان داد که در بازه وزنی تعیین شده به خوبی عمل نموده، پس از رسیدن وزن قلمه ها در مخزن ثانویه به حداقل وزن تعریف شده (۱۱ کیلوگرم) برای سیستم باسکول الکترونیکی، با ارسال سیگنال به کنترلر کمبود قلمه اعلام و درنتیجه کنترلر به شیر برقی سیستم هیدرولیک فرمان باز شدن جکهای مخزن اصلی را داده تا با بلند شدن آن قلمه تا میزان ۴۰ کیلوگرم به مخزن ثانویه تحویل و سپس حرکت وضعی مخزن اولیه متوقف می گردد. نصب این سیستم بر روی قلمه کارهای موجود در شرکتهای کشت و صنعت نیشکری می تواند نیاز به یک اپراتور بر روی دستگاه برای کنترل وضعیت قلمه در مخزن ثانویه را برطرف نماید.

واژه‌های کلیدی: قلمه کار نیشکر، کنترل هوشمند، مخزن اولیه، مخزن ثانویه.

مقدمه

نیشکر با نام علمی *Sacharum Officinarum L.* از تیره گرامینه گیاهی است چند ساله و بومی مناطق گرم می‌باشد. مهمترین قسمت نیشکر ساقه آن است که به خاطر ذخیره شیره در آن برای تهیه شکر مورد استفاده قرار می‌گیرد. نیشکر بسته به موقعیت جغرافیایی گیاهی شش ساله است که در طی این دوره شش بار برداشت می‌شود.کاشت نیشکر به دو صورت کشت بذر و قلمه انجام می‌گیرد. کاشت بذر برای تولید نژاد جدیدی از نیشکر و کاشت قلمه با هدف تهیه شکر و محصولات جانبی انجام می‌شود. کاشت قلمه با دست یا مکانیزه صورت می‌گیرد. با توجه به هزینه بالا، کمبود نیروی انسانی و صرفه جویی در زمان کاشت، استفاده از کشت مکانیزه ضروری می‌باشد. در این راستا ماشین‌های کارنده متفاوتی جهت کشت نیشکر مورد استفاده قرار می‌گیرند. دو گروه عمده این ماشین‌ها قلمه‌کارها و برنده–کارنده‌ها هستند. در قلمه‌کارها، قلمه‌ها با طول‌های تقریباً مساوی در مخزن ریخته می‌شوند و سپس به سمت موزع هدایت می‌شوند. موزع‌های مورد استفاده در این ماشین‌ها به دو دسته ریزشی و دقیق‌کار تقسیم‌بندی می‌شوند. بسته به نوع موزع استفاده شده در ماشین، قلمه‌ها به صورت منظم (موزع دقیق‌کار) یا درهم (موزع ریزشی) به سمت شیار هدایت می‌شوند. نیشکر گیاهی گرمسیری بوده که امروزه کشت و تولید محصولات جانبی آن، بصورت کاملا صنعتی در استان خوزستان با مساحتی بالغ بر ۱۰۰۰۰۰ هکتار انجام می‌گیرد. شرایط دشوار در خلال فصل تابستان که زمان کشت نیشکر می باشد، ایجاب می‌نماید که کشت آن نیز تمام مکانیزه و به کمک کارنده اختصاصی آن صورت پذیرد. این کارنده که مستقل و جدا از تراکتور بوده و تنها بوسیله آن کشیده می‌شود، شامل دو بخش اساسی مخزن اولیه و ثانویه می‌باشد. قلمه‌های تهیه شده توسط ماشین برداشت نیشکر، نخست به درون مخزن اولیه بارگیری می‌شوند و سپس توسط یک نفر بعنوان اپراتور دوم (شکل ۱) که بر روی دستگاه کارنده قرار می‌گیرد، این مخزن به کمک جکهای هیدرولیکی با استفاده از شیرهای دستی بلند شده و قلمه‌های خود را به درون مخزن ثانویه که کوچک و ثابت است منتقل می کند تا از آنجا به کمک موزع تسمه نقاله زمین گرد به سطح خاک منتقل شوند. از آنجا که شروع فصل کشت، مقارن با اوج گرمای تابستان در استان خوزستان می‌باشد، وجود اپراتور دوم که در معرض نور مستقیم آفتاب و گرد و غبار می‌باشد و از طرفی باید همواره سر پا بوده و نظارت دقیق بر میزان پر و تخلیه شدن مخزن ثانویه داشته باشد، علاوه بر عوارض جسمانی برای وی از جمله کمر درد و خطرات جانی به هنگام حرکت دستگاه و عدم ایمنی وی، کیفیت کشت را نیز به هنگام تغذیه مخزن ثانویه تحت تاثیر قرار می‌دهد، بطوریکه گاها مخزن ثانویه به مدتی کوتاه تغذیه نشده و خالی از قلمه می‌شود و یا اینکه دفعتا بصورت انبوه، انباشته از قلمه می‌گردد. هدف از انجام تحقیق حاضر، طراحی، ساخت و ارزیابی یک سیستم کنترل هوشمند هیدرو– الکتریکی، به منظور جایگزینی اپراتور دوم است که بر اساس میزان وزن قلمه ریخته شده به درون مخزن ثانویه عمل کرده و منجر به صدور فرمان برای بلند شدن و توقف پله‌ای مخزن اولیه می‌گردد بطوریکه همواره وزن معینی از قلمه درون مخزن ثانویه موجود باشد. امروزه برای بهبود مسائل ایمنی در ماشینهای کشاورزی از سامانه های هوشمند که قابلیت انجام کارها با دقت بیشتر را نیز دارا می باشند و جایگزین نیروی انسانی می گردند، مورد توجه قرار گرفته است. کاربرد سامانه های هوشمند علاوه بر افزایش ضریب ایمنی در انجام فعالیتهای ماشینی موجبات کاهش هزینه های تولید را نیز

فراهم می نمایند. هدف از این تحقیق طراحی و ساخت یک سامانه کنترل هوشمند بالابرنده مخزن اولیه نی در یک قلمه کار نیشکر می باشد.

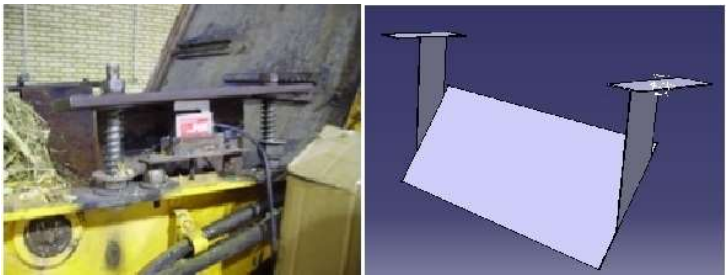
شکل ۱. عملیات کاشت قلمه نیشکر توسط ماشین قلمه کار با اپراتور دوم سوار بر آن

مواد و روشها

طراحی و ساخت

به منظور حصول اهداف یاد شده، یک باسکول با شکل و ابعاد مخزن ثانویه طراحی و ساخته شد و درون آن، تعبیه گردید که به جهت عدم درگیری آن با مخزن اصلی، ابعاد آن بمقدار تقریبی ۵ میلیمتر، کمتر درنظر گرفته شد. این باسکول با قرار گرفتن بر روی دو عدد نیروسنج (لودسل) در وسط و چهار عدد میله و فنر در کناره‌ها، عملا درون مخزن ثانویه شناور می‌باشد (شکل ۲). میله و فنرها علاوه بر جذب ارتعاشات، از نوسانات جانبی باسکول نیز جلوگیری بعمل می‌آورند. کلیه اجزای بکار رفته در این طرح عبارتند از:

۱. باسکول طراحی شده از ورق آهن ۳ میلیمتر.
۲. دو عدد لودسل هر کدام با ظرفیت ۵۰ کیلوگرم، مدل DBBP ساخت شرکت Bongshin کره.
۳. جعبه رابط لودسل ها به منظور حصول وزن کلی ۱۰۰ کیلوگرم (شکل ۳).
۴. یک عدد ماژول به منظور برنامه‌ریزی سیستم بر اساس میزان بار دریافتی و ارسال فرمان به شیر هیدرولیکی برقی؛ مدل BS-201 ساخت شرکت Bongshin کره (شکل ۳).
۵. مبدل جریان برق ۱۲ ولت DC باتری تراکتور به برق ۲۴۰ ولت AC به منظور تامین برق مجموعه؛ مدل A301-300 ساخت کشور تایوان (شکل ۳).
۶. یک عدد شیر برقی هیدرولیکی از نوع سه راهه و دو طرفه؛ ساخت شرکت High-Tech مدل DSG-03-3C2-D24-50 (شکل ۴) .



شکل ۲. طرحواره بدنه باسکول و نمونه نصب شده آن در مخزن ثانویه

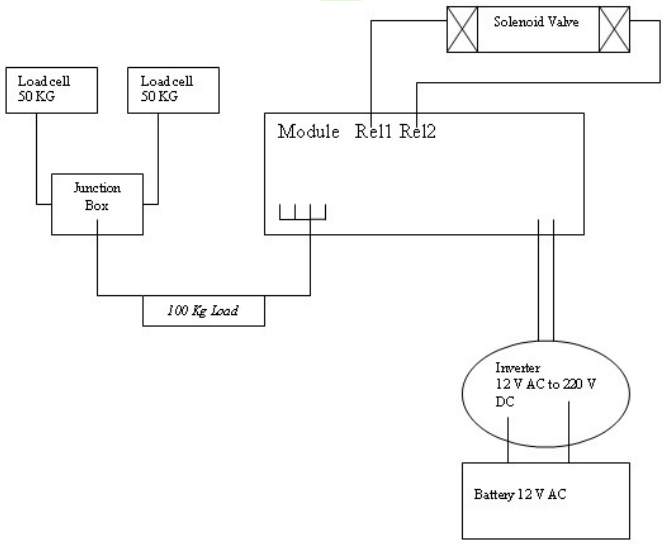
شکل ۳. جعبه رابط لودسل ها، ماژول به منظور برنامه‌ریزی سیستم و مبدل جریان برق ۱۲ ولت DC باطری تراکتور به برق ۲۴۰ ولت AC

شکل ۴. شیر برقی هیدرولیکی از نوع سه راهه و دو طرفه

برنامه‌ریزی و کالیبراسیون

پس از طراحی و ساخت باسکول متناسب با ابعاد مخزن ثانویه و تعبیه در داخل آن مخزن، ابتدا مدار الکتریکی مجموعه طبق مدار شکل ۵ بسته شد و سپس وزن باسکول بر روی حسگرها، صفر گردید. به منظور برنامه‌ریزی و کالیبره کردن

دستگاه، ابتدا حداکثر حجمی از قلمه‌های نیشکر که وجود آنها بصورت دائمی در مخزن ثانویه ضروری می‌باشد بوسیله دست در آن مخزن قرار داده شد تا به اندازه مطلوب برسد، سپس آنها را در یک کیسه پلاستیکی قرار داده و با استفاده از یک ترازوی دیجیتالی وزن آنها معین گردید. وزن حداقل قلمه مورد نظر نیز به همین ترتیب تعیین شد. به منظور قطع و وصل دو رله اصلی شیر برقی هیدرولیک برای بالا و پائین بردن جکهای مخزن اولیه، ماژول سیستم بر اساس این مقادیر وزنی به کمک برنامه ثابت تعریف شده آن برنامه‌ریزی گردید.



شکل ۵. تصویر شماتیک مدار الکتریکی بکار رفته درسامانه

ارزیابی استاتیکی دستگاه

بدلیل عدم وجود قلمه کافی برای پر کردن مخزن اولیه و نیز در دسترس نبودن تراکتور مناسب برای کشیدن کارنده در مزرعه، دستگاه تنها بصورت استاتیکی و در جا، از نظر زمان واکنش جکهای هیدرولیک و سرعت بالا و پایین رفتن آنها، متناسب با تغییرات بار درون باسکول ، ارزیابی گردید (شکل ۶). در این آزمایش از سیستم هیدرولیک تراکتور جان‌دیر ۳۱۴۰ استفاده شد. در این روش به منظور ارزیابی فاکتورها، دسته راه انداز هیدرولیک تراکتور، در دو وضعیت دبی متوسط و بیشینه قرار داده شد. سپس، فردی درون باسکول قرار گرفته و با پای خود، فشار متغییری را به آن اعمال می‌نمود. میزان بار اعمالی بصورت همزمان بر روی صفحه نمایشگر ماژول، نشان داده می‌شد.

شکل ۶. نمای دستگاه قلمه کار در حین ارزیابی استاتیکی

نتایج و بحث

برنامه‌ریزی و کالیبراسیون

حداقل و حداکثر باری که از قلمه‌های نیشکر همواره باید درون باسکول موجود باشد، به ترتیب ۱۱ و ۴۰ کیلوگرم بدست آمدند. با در نظر گرفتن شرایط واقعی کار، از آنجا که در حین حرکت کارنده، مخزن ثانویه توسط موزع تسمه نقاله ای زمین گرد دائما در حال تخلیه شدن است، ماژول طوری برنامه‌ریزی شد که با رسیدن وزن باسکول به ۱۱ کیلوگرم، یکی از رله‌های شیر برقی را فعال نموده بطوریکه جکهای هیدرولیک مخزن اولیه، شروع به بالا آمدن کرده تا قلمه‌های خود را به درون مخزن ثانویه (باسکول) تغذیه نماید. سپس به محض رسیدن بار درون باسکول به ۴۰ کیلوگرم، آن رله با فرمان ماژول قطع شده و جک بالابر، متوقف می‌گردید؛ بنابراین در این دامنه وزنی، جک مخزن اولیه شروع به بالا آمدن کرده و سپس متوقف می‌شد بطوریکه با پر و خالی شدن مخزن در این دامنه وزنی، سیکل بالا رفتن جک مخزن اولیه بصورت پلکانی ادامه پیدا می‌کرد. پس از خالی شدن کامل مخزن اولیه، با رسیدن وزن باسکول به ۶ کیلوگرم، رله دوم توسط ماژول فعال شده تا شیر را در جهت عکس حالت اول بکار اندازد. در این حالت مخزن اولیه بطور کامل شروع به نشستن بر جای خود نموده و راننده تراکتور نیز متوجه خالی شدن کامل کارنده شده و کار کشت را متوقف می‌نماید. از آنجا که این سیستم خود راه انداز نیست، باید در نظر داشت که به هنگام بارگیری مخزن اولیه، همواره مخزن ثانویه را نیز پر از قلمه نگه داشت.

ارزیابی استاتیکی

عکس العمل رله‌های شیر برقی با تغییرات بار، کمتر از یک ثانیه بدست آمد. سرعت حرکت جکهای هیدرولیک مخزن اولیه، با توجه به طول کورس پیموده شده توسط جک و مدت زمان آن در دو وضعیت دبی متوسط و بیشینه، به ترتیب ۲ و ۷

میلیمتر بر ثانیه بدست آمد که سرعت اولی به هنگام پر بودن مخزن اولیه و سرعت دومی به هنگام نیمه پر بودن آن، به منظور انتقال قلمه‌ها به مخزن ثانویه با توجه به شواهد تجربی، مطلوب به نظر می‌رسند. انجام آزمایشات مزرعه‌ای به منظور بررسی میزان خطای ناشی از ارتعاش کارنده بر روی حسگرهای بار و نیز تعبیه سیستمی به منظور کنترل میزان حجم قلمه‌ای که به هنگام بالا رفتن جک از مخزن اولیه وارد مخزن ثانویه می‌شود، قابل بررسی می‌باشند.

نتیجه گیری

۱- به منظور حذف اپراتور دوم از کارنده نیشکر، یک باسکول وزنی درون مخزن ثانویه آن، طراحی و ساخته شد بطوریکه وقتی بار درون آن به ۱۱ کیلوگرم کاهش می‌یافت، شیر هیدرولیکی توسط مدار فرمان ماژول، جکهای مخزن اولیه را تا رسیدن بار آن به ۴۰ کیلوگرم بلند کرده و تا تغییرات مجدد بار در همین حالت نگه می‌داشت. پس از تخلیه کامل مخزن اولیه، با رسیدن بار درون باسکول به ۶ کیلوگرم، شیر در جهت عکس فعال گشته و منجر به نشست کامل مخزن اولیه می-گردید.

۲- ارزیابی دستگاه در وضعیت درجا، بیانگر عکس‌العمل رله‌های شیر برقی به هنگام تغییرات بار در کمتر از یک ثانیه بود. سرعت جکها در دو وضعیت دبی متوسط و بیشینه هیدرولیک تراکتور، به ترتیب ۲ و ۷ میلیمتر بر ثانیه بدست آمد که با توجه به شواهد تجربی، سرعت اولی به هنگام پر بودن مخزن و دومی به هنگام نیمه پر بودن آن، مطلوب به نظر می‌رسند.

منابع

۱- افتخار، ج. ۱۳۶۴. نیشکر و فرآورده‌های جانبی آن.

۲- مستوفی سرکار، محمد رضا. ۱۳۸۵. ارزیابی عملکرد دستگاه اندازه‌گیر جریان پیوسته جرمی برای ماشینهای برداشت محصولات غده‌ای. چهارمین کنگره ملی مهندسی ماشینهای کشاورزی و مکانیزاسیون. ۷و۸ شهریور. دانشگاه تبریز.

3- Bolton, W. 1996. Mechatronics; Electric Control System in Mechanical Engineering. Longman Group Publication, Edinburgh Gate, Harlow Essex, CM20 2JE, England.

4- Anonymous. BS-201 Digital Indicator Manual, Programming section. Bongshine Co., Korea.

Design, Development and Evaluation of an Autonomous System for a Sugarcane Billet Planter Primary Hopper Lifting

Abstract

Vast sugarcane plantations in Khuzestan Province in Iran necessitates mechanized planting operations carried out by special planting machinery. This planting machine operates independently and it is only drawn by a tractor consisting of a primary and a secondary hopper. Primary hopper is filled with sugarcane billets and gradually transferred to the secondary hopper as an onboard operator hydraulically lifts it by a manual actuator as the secondary hopper empties. The billets are transferred to soil surface by a belt type metering device. The aim of this research was to develop an autonomous hydro-electric system which automatically weighs the amount of billets in the secondary hopper as it empties. Results of stationary evaluations showed that the system operated suitably as the weight of billets reached 11 kilograms as minimum desired weight and a signal from the electronic load cells was sent to a controller to send an order to hydraulic system to lift the primary hoper hydraulic jacks. As the weight of billets reached 40 kilograms, the system was programmed to stop the hydraulic jacks from further movement. It is believed that installation of this system on sugarcane planters can omit the need for an onboard operator and lower farm accident and life dangers as well as reducing production costs.

Keywords: Sugarcane billet planter, autonomous control, primary hopper, secondary hoper.