

## توسعه سامانه توزین و تعیین عملکرد در ماشین جمع‌آوری سیب زمینی

نگار آهنگرنژاد<sup>۱\*</sup>، رضا علیمردانی<sup>۲</sup> و غلامرضا چگینی<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۰/۲۸

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۲/۳۰

## چکیده

موضوع تحقیق حاضر توسعه روشی برای سامانه توزین و تعیین عملکرد مبتنی بر وزن محصول سیب زمینی می‌باشد. سامانه توزین بر روی ماشین جمع‌آوری سیب زمینی نصب شد که دارای هد جمع‌آوری کننده نوار محصول از روی زمین، نقاله زنجیری بالابر و نقاله پرزدار لاستیکی با شیب ۱۲ درجه و سرعت بهینه ۱۰۰ دور بر دقیقه می‌باشد. یک جفت ناودانی دوزنقه‌ای شکل و نگهدارنده کیسه نیز ساخته شد. بازوی متحرک هدایت نوبتی جریان محصول به درون کیسه‌های مجاور را برعهده دارد. دو ترازوی دیجیتال وزن محصول جمع‌آوری شده را بصورت سیگنال خروجی آنالوگ به سامانه جمع‌آوری داده می‌فرستد. مدار الکترونیکی سامانه جمع‌آوری داده شامل میکروکنترلر، نمایشگر و صفحه کلید می‌باشد. برای حذف نویزهای حاصل از ارتعاشات ماشین از فیلتر پایین‌گذر استفاده شد. برای ارزیابی سامانه کیسه کن و توزین آزمون تغییر سرعت نقاله بر زمان پر شدن کیسه انجام شد. نتایج چهار سرعت متفاوت ۸۰، ۱۰۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ دور بر دقیقه نقاله نشان داد که در سرعت ۱۰۰ دور در دقیقه زمان پر شدن کیسه‌ها کمترین و برابر ۹۰ ثانیه است. سامانه طراحی شده باعث کاهش هزینه برداشت شده و قادر به توزین و تعیین عملکرد وزنی محصول در هر هکتار می‌باشد.

**واژه های کلیدی:** سامانه توزین، تعیین عملکرد، سامانه جمع‌آوری داده، ماشین جمع‌آوری سیب زمینی.

## مقدمه

می‌سازد عملکرد محصول را به طور پیوسته اندازه-گیری کنند. از این اطلاعات برای تهیه نقشه عملکرد مزرعه استفاده خواهد شد. چنانچه عملکرد محصول در مزرعه تغییرات زیادی نداشته باشد و سطح عملکرد نیز مناسب باشد.

اندازه‌گیری موضعی مقدار محصول و پایش عملکرد یکی از ضروری‌ترین گام‌ها در اجرای کشاورزی دقیق می‌باشد. سامانه‌های سنسور عملکرد ابزاری سریع و جدید هستند که ماشین‌های برداشت را قادر

۱- مربی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد هشتگرد، گروه مکانیک، البرز، ایران.

۲- استاد گروه مهندسی ماشینهای کشاورزی، دانشکده مهندسی و فناوری، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران.

۳- دانشیار گروه مهندسی ماشینهای کشاورزی، دانشکده فنی و مهندسی، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران.

بنابراین به کمک سامانه های سنجش محقق یا کشاورز می تواند بازخورد حقیقی مدیریت مزرعه را دریافت کند. امروزه اکثر کمباین های پیشرفته به سامانه های تعیین عملکرد محصول مجهز می باشند. همچنین امروزه با بکارگیری این تجهیزات همراه با سامانه تعیین موقعیت جهانی GPS، می توان با دقت بسیار بالا نقشه های عملکرد را ترسیم نمود و با تلفیق آن با اطلاعات جغرافیائی محلی در شبکه سامانه اطلاعات جغرافیائی GIS به صورت سوابق سالیانه به برنامه ریزی بهتر مزارع پرداخت [۲ و ۳].

در سال ۲۰۰۵ تحقیقاتی در رابطه با توسعه آشکارساز عملکرد غلات در کمباین برداشت ذرت انجام شد. این کمباین چهار ردیفه ساخت شرکت میتسوبیشی ژاپن بود. در سامانه آشکارساز از دو عدد حسگر جریان جرمی، حسگر رطوبت، سامانه مکان-یابی GPS VRS-RTK و سامانه جمع آوری اطلاعات استفاده شده است. از دو حسگر جریان جرمی یکی در بالابر دانه تمیز و دیگری در بالابر برگشت دانه استفاده گردید. این دو حسگر از نوعه ضربه ای بودند. هر حسگر ضربه ای شامل یک بارسنج و یک صفحه ضربه گیر از جنس پلاستیک بود. آنان روشی را برای مدل سازی جریان دانه پیشنهاد نمودند که با استفاده از تأخیرهای زمانی بتوان نقشه عملکرد محصول غلات را بهبود بخشید [۸].

در سال ۲۰۰۷ بر روی دستگاه شبیه ساز متحرک آشکارساز عملکرد کمباین غلات، آزمایش های دیگری روی حسگر ضربه ای نصب شده بر دستگاه، در حالت نرخ جریان جرمی یکنواخت و در شیب های مختلف انجام گردید [۹].

دورچه در سال ۲۰۰۷ در گزارشی در مورد واسنجی مبدل های اندازه گیری جریان گندم تاکید کرد که

سطح معینی توسط کمباین برداشت و مقادیر اندازه گیری شده، ثبت گردد و از طرفی مقدار برداشت شده توسط باسکول اندازه گیری و اعداد بدست آمده با هم مقایسه کرد که مقدار ۴۰۰۰ تا ۸۰۰۰ پوند محصول جهت واسنجی را پیشنهاد داد [۶]. تحقیقاتی که در رابطه با آشکارسازی عملکرد و تهیه نقشه عملکرد محصولات زراعی در ایران انجام و گزارش شده است بسیار اندک و محدود می باشد. در این زمینه در سال ۲۰۰۷ و ۲۰۰۹ سامانه اندازه گیر جرمی شامل مبدل های یکسر درگیر متصل به مکانیزم تسمه نقاله و بارسنج نگه دارنده وزن کل نقاله تغذیه محصول را مورد ارزیابی و مقایسه آزمایشگاهی و مزرعه ای قرار گرفت [۱۰ و ۱۱]. همچنین در تحقیق دیگری در سال ۲۰۱۰ عملکرد دستگاه اندازه گیری جریان پیوسته جرمی برای ماشین های برداشت محصولات غده ای نیز ارزیابی شد [۱۲].

در سال ۲۰۰۸ تحقیق دیگری نیز برای تهیه نقشه عملکرد محصول در برداشت ذرت علوفه ای از میان روشهای مطالعه شده همچون استفاده از حسگر ضربه ای موجود در دهانه چاپر، حسگر جابجایی سنج غلتک های تغذیه، واگن اندازه گیری مداوم مواد خرد شده و گشتاورسنج مورد مطالعه قرار گرفت. در این تحقیق روش گشتاورسنج را مورد مطالعه و آزمایش قرار گرفت [۱۵].

همچنین در سال ۲۰۱۰ سامانه نیمه خودکاری را برای پایش عملکرد گیاه زراعی یونجه خشک بر روی ماشین بسته بند مکعبی طراحی و ساخته شد. در این سامانه از روش اندازه گیری حجم جزئی محصول یونجه خشک اضافه شده به بسته در حال تشکیل استفاده شد [۱].

بنابراین به کمک سامانه های سنجش محقق یا کشاورز می تواند بازخورد حقیقی مدیریت مزرعه را دریافت کند. امروزه اکثر کمباین های پیشرفته به سامانه های تعیین عملکرد محصول مجهز می باشند. همچنین امروزه با بکارگیری این تجهیزات همراه با سامانه تعیین موقعیت جهانی GPS، می توان با دقت بسیار بالا نقشه های عملکرد را ترسیم نمود و با تلفیق آن با اطلاعات جغرافیائی محلی در شبکه سامانه اطلاعات جغرافیائی GIS به صورت سوابق سالیانه به برنامه ریزی بهتر مزارع پرداخت [۲ و ۳].

در سال ۲۰۰۵ تحقیقاتی در رابطه با توسعه آشکارساز عملکرد غلات در کمباین برداشت ذرت انجام شد. این کمباین چهار ردیفه ساخت شرکت میتسوبیشی ژاپن بود. در سامانه آشکارساز از دو عدد حسگر جریان جرمی، حسگر رطوبت، سامانه مکان-یابی GPS VRS-RTK و سامانه جمع آوری اطلاعات استفاده شده است. از دو حسگر جریان جرمی یکی در بالابر دانه تمیز و دیگری در بالابر برگشت دانه استفاده گردید. این دو حسگر از نوعه ضربه ای بودند. هر حسگر ضربه ای شامل یک بارسنج و یک صفحه ضربه گیر از جنس پلاستیک بود. آنان روشی را برای مدل سازی جریان دانه پیشنهاد نمودند که با استفاده از تأخیرهای زمانی بتوان نقشه عملکرد محصول غلات را بهبود بخشید [۸].

در سال ۲۰۰۷ بر روی دستگاه شبیه ساز متحرک آشکارساز عملکرد کمباین غلات، آزمایش های دیگری روی حسگر ضربه ای نصب شده بر دستگاه، در حالت نرخ جریان جرمی یکنواخت و در شیب های مختلف انجام گردید [۹].

دورچه در سال ۲۰۰۷ در گزارشی در مورد واسنجی مبدل های اندازه گیری جریان گندم تاکید کرد که

بطور کامل پر شود جدا شده سپس وزن شده و سر آن بسته می‌شود. بعضی از کمباین‌ها یک وزن کننده خودکار دارند که می‌تواند جریان محصول به سمت کیسه‌ای که به وزن مشخص رسیده را قطع کند.

در ماشین برداشت مجهز به کیسه کن خودکار واحد توزین پس رسیدن وزن کیسه به ۲۵ کیلوگرم جریان محصول را قطع می‌کند تا کیسه دیگری توسط کارگر جایگزین گردد. بعضی از ماشین‌ها یک مکانیزم تعویض کیسه دارند [۴]. به دلیل عدم استفاده از ماشین‌های فرآوری خاک قبل از کشت سیب زمینی اکثر خاک‌های زراعی کشور دارای سنگ و کلوخ فراوان و بزرگ هستند که باعث می‌شود کمباین‌های خارجی بزرگ مثل Grimme کارایی چندانی نداشته باشند. در ایران عملیات برداشت و تعیین عملکرد محصول سیب زمینی بس دشوار و هزینه بر و وقت‌گیر است زیرا کشاورزان مجبور به پرداخت هزینه گزافی برای جمع‌آوری، شمارش و دوختن سرکیسه‌ها و توزین تک تک آنها می‌باشند. مشکل دیگر، نبود کارگر کافی در فصل برداشت است. با توجه به مشکلات موجود در کشور و مطالعه تحقیقات انجام شده در زمینه تعیین عملکرد محصولات کشاورزی در سطح جهان و کشورهای توسعه یافته تصمیم به طراحی و ساخت سامانه توزین و تعیین عملکرد بر روی ماشین جمع‌آوری سیب‌زمینی گرفته شد تا کشاورزان با حداقل زمان و هزینه بتوانند عملکرد مزرعه خود را بدست آورند

در سال ۲۰۰۹ درگروه مهندسی مکانیک ماشین‌های کشاورزی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران طراحی، ساخت و ارزیابی دستگاه سنجش محصول نیشکر تحقیقی انجام شد. دراین تحقیق از یک برد میکروکنترلر بر پایه AVR برای جمع‌آوری داده بجای دیتالاگر استفاده شد. سامانه سنجش طراحی شده به منظور ارزیابی دقت و تخمین وزن محصول عبوری در شرایط ارتعاشی ماشین و مزرعه روی بالابر ماشین برداشت نیشکر نصب گردید.

این سامانه نقشه عملکرد محصول در مزرعه را با روش‌های میان‌بایی ارائه می‌کند. میانگین خطای دستگاه حداکثر ۴ درصد گزارش شده است [۷]. شرکت Grimme آلمان کمباین سیب‌زمینی مدل Pearson and Morray Eng که دارای تجهیزاتی شامل یک وزن کننده مخصوص، امکاناتی برای بستن سر کیسه و سکویی برای حمل و جابجایی کیسه ساخته است. سکو برای جابجایی کیسه روی ماشین طراحی شده و با یک فعال کننده هیدرولیک پایین آورده می‌شود بدون اینکه نیاز به توقف ماشین باشد. بعضی از این ماشین‌های برداشت مجهز به ریل‌ها و محافظ‌های ایمنی هستند [۵].

کمباین دیگری از همین شرکت دارای مکانیزم کیسه کن نقاله عرضی با یک سکوی کیسه کن محصول که فضای کافی برای دو یا تعداد بیشتری کارگر و همین‌طور کیسه‌های پر شده است. کیسه‌های کاغذی به لوله خروجی کیسه کن متصل می‌شوند و زمانی که



## مواد و روش ها

بدلیل درصد زیاد رطوبت خاک و بافت رسی مزارع، پس از درآوردن سیب زمینی از خاک بهتر است مدتی در معرض هوا و نور خورشید قرار گیرد و پس از کاهش درصد رطوبت عملیات جمع آوری آغاز شود. به همین دلیل برای کیسه کردن همزمان با برداشت، سیب زمینی کن ها که محصول را از درون خاک در می آورند نامناسب اند. در این تحقیق سامانه توزین و کیسه کن برای ماشین سیب زمینی جمع کن تک ردیفه کششی که توان دورانی را توسط PTO از تراکتور می گیرد طراحی و ساخته شد. این ماشین دارای هد جمع آوری کننده نوار محصول از روی زمین با عرض کار ۱ متر، نقاله زنجیری بالابرنده در

قسمت جلوی ماشین و نقاله پرزدار لاستیکی با شیب ۱۲ درجه و سرعت ۱۰۰ دور بر دقیقه در عقب ماشین می باشد. محصول در حین بالا رفتن از نقاله زنجیری تکان می خورد و می غلتد و این باعث جدا شدن بیشتر خاک و کلوخ ها می شود. در قسمت فوقانی ماشین یک محفظه فلزی با دیواره هایی از جنس طلق شفاف نصب شد تا از پرت شدن محصول به اطراف ماشین جلوگیری کند. محصول بالا آمده سپس بروی نقاله پرزدار می ریزد تا به سمت کیسه های چپ و راست هدایت شود. سرعت پیشروی ماشین ۴ کیلومتر بر ساعت در نظر گرفته شد [۱۴]. برای توسعه سامانه توزین سه قسمت اصلی شامل بازوی متحرک، ترازوها و سامانه جمع آوری داده طراحی و ساخته شد (شکل ۱).



"شکل ۱" اجزای سامانه توزین ماشین جمع آوری سیب زمینی

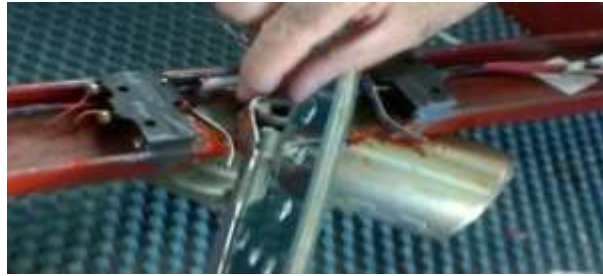
Fig1. Part of Potato Picker Machine

چرخد. یک موتور با توان ۱۵ وات و ۱۲ ولت dc دارای دور پایین ۴۷ و دور بالای ۷۴ دور در دقیقه برای به حرکت درآوردن بازو در نظر گرفته شد. برای کاهش وزن بازو چندین سوراخ توسط مته بر روی بدنه لاستیکی آن ایجاد شد. بازوی متحرک بر

اولین قسمت بازوی متحرک لاستیکی است به ابعاد (۳۵×۸) سانتیمتر و ضخامت ۴ میلی متر که توسط چندین پرچ درون محافظ فلزی قرار گرفته است. به انتهای این بازو لوله کوچکی جوش داده شده که توسط آن به محور موتور متصل شده و با آن می-



شدند. برای توقف بازوی متحرک در هر سمت از یک میکروسوییچ مدل Z15G1701 استفاده شد. زمانی که بازو به میکروسوییچ برخورد نماید چرخش موتور قطع شده و بازو می ایستد و دور موتور عوض شده و بازو به سمت مقابل حرکت می کند تا جریان محصول به کیسه مجاور هدایت شود (شکل ۲).



"شکل ۲" نمای زیرین بازوی متحرک و مکان میکروسوییچ ها

Fig 2. Below view of microswitch Position

واسنجی شوند تا پارامترهایی چون حساسیت، میزان پسماند، قابلیت تکرارپذیری و ضریب واسنجی تعیین شود. برای واسنجی، بار به صورت پله ای از صفر تا ۶۰ کیلوگرم بر ترازوها اعمال شد. برای اعمال بار از وزنه های استاندارد ۵ و ۱۰ کیلویی استفاده شد. واکنش خروجی حسگر ترازو بصورت ولتاژ توسط مولتی متر دیجیتال اندازه گیری شد. ولتاژ تغذیه توسط منبع تغذیه بر روی ۵ ولت تنظیم شد. به منظور تعیین دقت اندازه گیری نیرو توسط لودسل، پس از وارد کردن معادله واسنجی به دست آمده در حافظه سامانه جمع آوری داده مجدداً بارگذاری ها انجام شد و این بار به جای ولتاژ خروجی پل وتسون، مستقیماً نیروی اندازه گیری شده توسط مجموعه لودسل و سامانه جمع آوری داده ثبت شد. به منظور بالا بردن دقت، میزان کرنش توسط دستگاه استرین متر اندازه گیری شد. به منظور تعیین میزان پسماند مبدل، پس از رسیدن به حداکثر نیروی مجاز،

روی یک پروفیل در قسمت فوقانی نقاله پرزدار نصب شد تا با حرکت به چپ و راست، جریان محصول را بدرون کیسه ها هدایت کند. یک جفت ناودانی دوزنقه ای شکل به ابعاد (۳۲×۲۴×۲۵) سانتیمتر از ورق ۳ میلیمتر برای انتقال محصول به درون کیسه و یک جفت کیسه گیر دایره ای شکل به قطر ۳۵ سانتیمتر برای نگه داشتن کیسه نیز ساخته

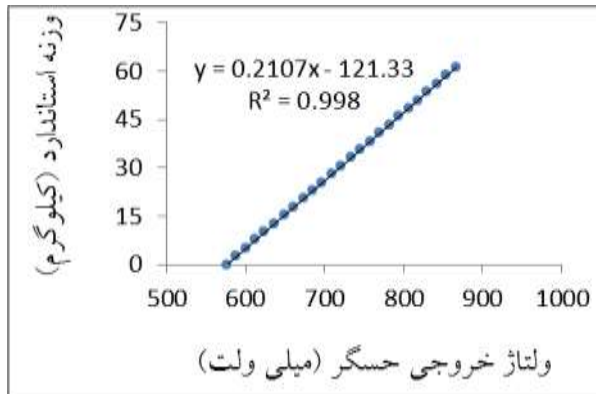
دومین قسمت سامانه توزین ترازوهاست. با توجه به اینکه وزن عامل اصلی در طراحی سامانه توزین است از دو ترازوی دیجیتال به ابعاد ۳۱×۳۱ سانتیمتر برای سنجش عملکرد وزنی محصول استفاده شد. برای اینکه ترازوها کمتر در معرض ارتعاشات و تکان های ناشی از حرکت در مزرعه قرار گیرند، بروی یک سکوی لاستیکی فشرده با ضخامت ۳ سانتیمتر نصب شدند. سکوی لاستیکی در جذب و کاهش انتقال لرزش ها به ترازوها موثر است. ترازو سیگنال خروجی آنالوگ را بر حسب وزن کیسه به سامانه جمع آوری داده انتقال می دهد. مبدل آنالوگ به دیجیتال<sup>۱</sup> سامانه جمع آوری داده<sup>۲</sup> خروجی آنالوگ ترازو را به سیگنال دیجیتال تبدیل می کند. وزن مشخصه برای هر ترازو جهت مسدود شدن جریان محصول  $30 \pm 1$  کیلوگرم در نظر گرفته شد. قبل از نصب ترازوها بر روی ماشین، مبدل های آن باید

<sup>1</sup> Analog to Digital Converter

<sup>2</sup> Data Logging System



خطی با ضریب همبستگی نزدیک به یک بدست آمد (شکل ۳و ۴).

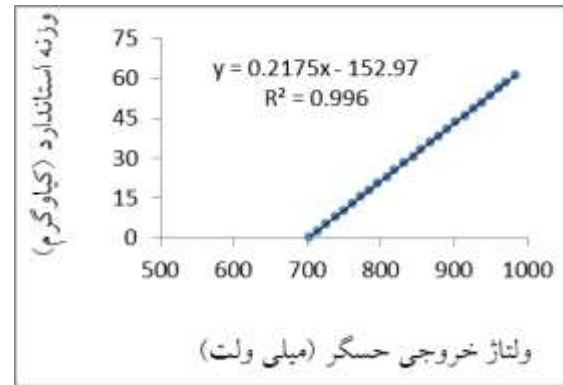


"شکل ۳" نمودار واسنجی لودسل راست

Fig 3. Right load cell calibration diagram

احتیاج به یک فیلتر پایین گذر یا الگوریتم تصحیح جهت کاهش اثر نویز حاصل از کار ماشین روی حسگر می باشد تا سیگنال عملکرد بهبود یابد. اولین و ساده ترین از نظر امکان حذف، نویزی است که در خارج از محدوده بسامدی عملکرد سامانه قرار می گیرد که با استفاده از یک فیلتر مناسب پایین گذر قابل حذف است. برای رفع مشکل ارتعاش و لرزش در طراحی سامانه جمع آوری داده از فیلتر پایین گذر Butterworth استفاده شد. بسامد خروجی فیلتر بر روی پنج هرتز تنظیم شد. معمولاً ارتعاشات و لرزش های بیشتر از ۵ هرتز باعث توزین غیردقیق می شود. این فیلتر سیگنال های ارتعاشی با بسامد بیشتر از ۵ هرتز را حذف کرده و بدین وسیله اثرات نامطلوب لرزش ماشین بر توزین دقیق محصول را تا حدودی خنثی می کند. برای حفاظت مدار از عوامل خارجی آن را درون جعبه محافظ قرار داده و صفحه کلید و نمایشگر برای دسترسی آسان روی درب

بار را به صورت پله ای از ۶۰ تا صفر کاهش داده و ولتاژ و کرنش های حاصل مجدداً ثبت گردید. واکنش مبدل به بارهای وارد شده بصورت کاملاً



"شکل ۴" نمودار واسنجی لودسل چپ

Fig 4. Left load cell calibration diagram

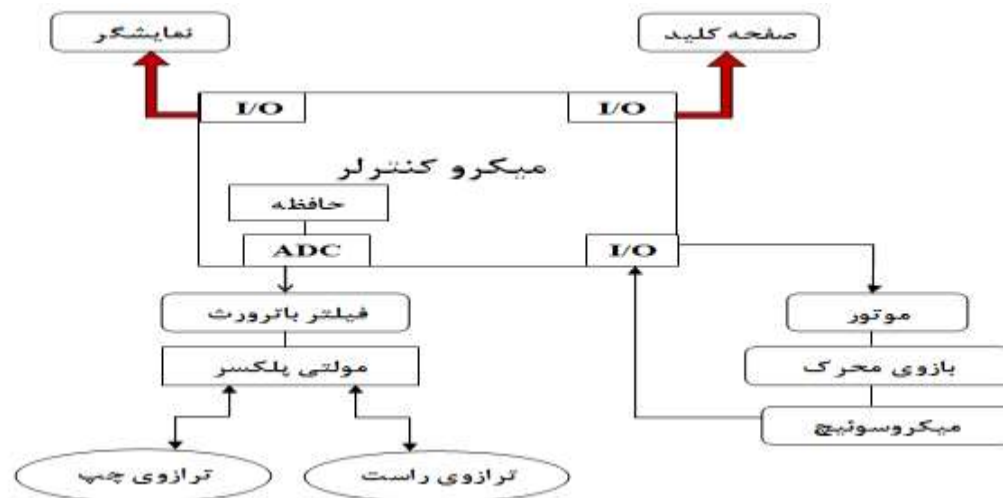
سامانه جمع آوری داده سومین و آخرین قسمت مجموعه توزین است که شامل میکروکنترلر ATmega32 از نوع AVR هشت پینی، نمایشگر ۴۰ ستونی ۴ سطری با زمینه سبز، صفحه کلید ۱۶ دکمه ای و فیلتر Butterworth می باشد که بر روی یک برد الکترونیکی ۱۵×۱۵ سانتی قرار گرفته است. ولتاژ ورودی مورد نیاز ۴/۵ تا ۵/۵ ولت بوده که از باتری تراکتور (۱۲ ولت) تامین می شود. یک رگولاتور ولتاژ قسمت های مختلف را تنظیم و کاهش می دهد. ارتعاشات یکی از پارامترهای مهم و غیرقابل اجتناب در همه ماشین های برداشت است. هر نوع لودسلی که بر روی کمباین در حال حرکت نصب شده باشد در معرض ارتعاشات و تکان های تصادفی ناشی از حرکت بر زمین ناصاف مزرعه خواهد بود. این مسئله در توزین دقیق مشکل ایجاد می کند. جهت اندازه گیری جریان وزنی محصول بر روی یک وسیله که درون مزرعه در حرکت است





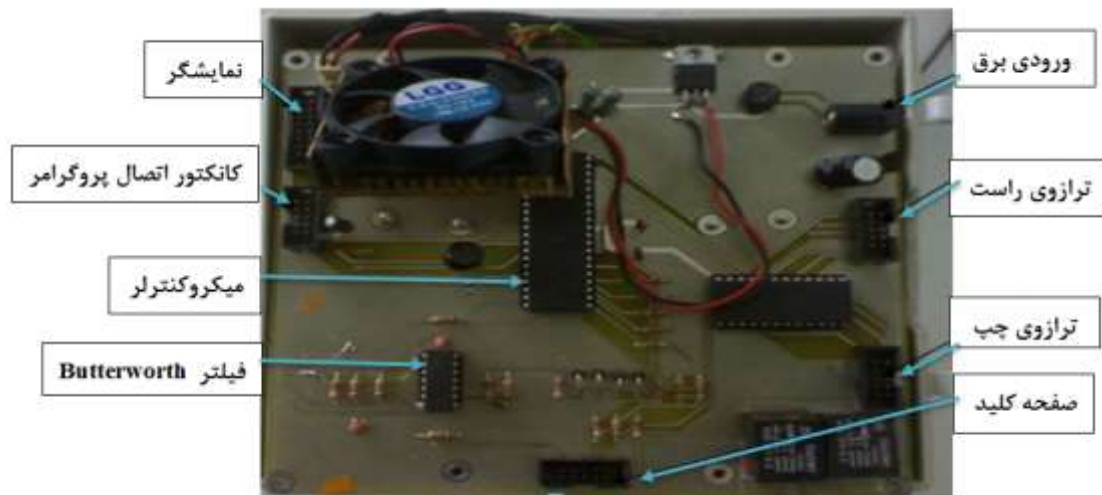
فوقانی ماشین نصب شد. ارتباط اجزای سامانه جمع-آوری داده در شکل ۵ و مدار الکتریکی آن در شکل ۶ نشان داده شده است.

جعبه تعبیه شد. به کمک صفحه کلید به راحتی می توان تغییرات دلخواه مانند وزن مشخصه یا مقدار تیرانس وزنی هر کیسه را اعمال کرد. جعبه محافظ در نزدیکی ترازوهای توزین، یعنی قسمت عقب و



"شکل ۵" شماتیک ارتباط اجزای سامانه جمع آوری داده

Fig 5. Relationship between part of data acquisition system diagram



"شکل ۶" اجزای الکترونیکی مدار سامانه جمع آوری داده

Fig 6. Part of data acquisition system

ورود محصول به کیسه پر شده را می گیرد. در این حالت جریان محصول به کیسه مجاور می رود. نوعی کیسه توری که سر آن دارای نوار جمع شونده است برای سرعت در عملیات بسته بندی استفاده شد. در

با پر شدن یک کیسه و رسیدن به وزن  $30 \pm 1$  کیلوگرم سامانه جمع آوری داده به موتور بازوی متحرک فرمان چرخش و حرکت بازو را می دهد. بازوی متحرک پس از برخورد به میکروسوئیچ می ایستد و جلوی



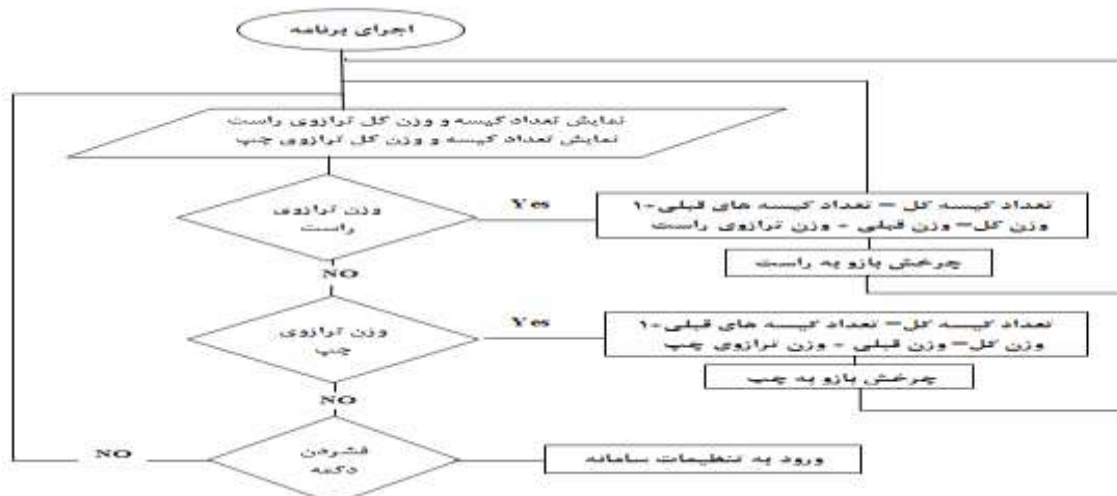
مشخصه نرسیده باشد آنگاه وزن کیسه ترازوی سمت چپ را بررسی می کند. اگر این کیسه به وزن مشخصه رسیده باشد بازوی متحرک به سمت چپ

چرخیده و جلوی جریان محصول به آن گرفته می شود. سامانه وزن ترازوی سمت چپ را نیز در حافظه ثبت کرده و به تعداد کیسه‌های یک عدد می‌افزاید. چرخه کاری سامانه توزین در حین برداشت محصول به شیوه ذکر شده تکرار می‌شود. در پایان عملیات برداشت وزن کل محصول برداشت شده و تعداد کل کیسه‌های پر شده ثبت و ضبط می‌شود. برای ایجاد تغییرات با فشردن یک دکمه می‌توان به قسمت تنظیمات سامانه جمع‌آوری داده وارد شد و تغییرات دلخواه را لحاظ کرد (شکل ۷).

مقابل هر کیسه یک کارگر نشسته که کیسه پر شده را برداشته و نوار سر آن را کشیده تا کیسه بسته شود و بلافاصله کیسه خالی را جایگزین می‌کند. در حین عملیات برداشت وزن محصول جمع‌آوری شده و تعداد کیسه‌های پرشده در حافظه سامانه جمع‌آوری داده ثبت و ضبط می‌شود.

### نتایج و بحث:

سامانه تحصیل داده پس از روشن شدن ابتدا وزن کیسه ترازوی سمت راست را بررسی می‌کند. در این جا دو حالت پیش می‌آید اگر کیسه به وزن  $1 \pm 30$  کیلوگرم برسد وزن را در حافظه خود ثبت کرده و به تعداد کیسه‌های پر شده یکی افزوده و سپس به بازوی متحرک فرمان چرخش به راست برای مسدود شدن جریان محصول را می‌دهد اما اگر کیسه به وزن



"شکل ۷" فلوچارت اجرای برنامه سامانه تحصیل داده

Fig 7. Run of data acquisition system flowchart

کیسه انجام شد. برای انجام آزمون، ماشین سیب زمینی جمع‌کن درگوشه مزرعه بدون حرکت رو به جلو به تراکتور متصل و روشن شد. مقاله توسط تغییر دور PTO تراکتور با چهار سرعت متفاوت ۸۰، ۱۰۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ دور بر دقیقه راه اندازی شد. سرعت مقاله به کمک دورسنج و زمان پر شدن هر کیسه نیز

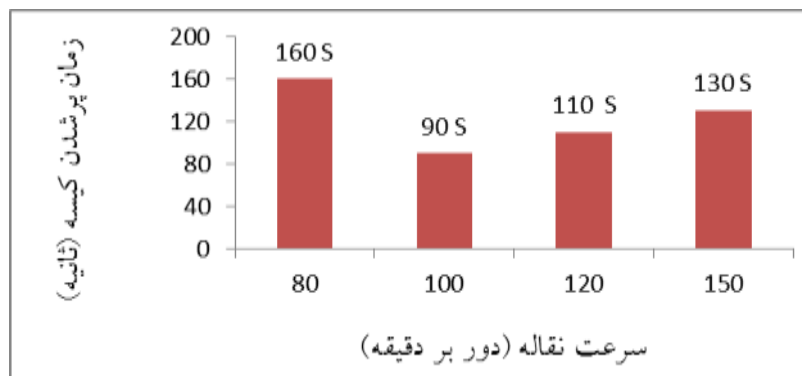
عملکرد مزارع سیب‌زمینی کشور بدلیل تنوع شرایط آب و هوایی و بافت خاک بسیار متغیر است. در مزارع با عملکرد بالا ممکن است سامانه توزین و کیسه کن تحت بیش باری قرارگیرد. به منظور تعیین سرعت بهینه مقاله برای جلوگیری از وارد شدن بیش‌باری، آزمون تغییر سرعت مقاله بر زمان پر شدن





دقیقه به علت کاهش سرعت تغذیه محصول به درون کیسه، زمان پر شدن کیسه طولانی تر و برابر ۱۶۰ ثانیه بود. در سرعت‌های ۱۲۰ و ۱۵۰ دور بر دقیقه به علت سرعت زیاد نقاله بخشی از محصول تغذیه شده به خارج ماشین پرت شده در نتیجه زمان پر شدن کیسه افزایش یافته و به ترتیب ۱۱۰ و ۱۳۰ ثانیه بدست آمد (شکل ۸).

توسط کرنومتر ثبت شد. وزن پر شدن هر کیسه شدن  $30 \pm 1$  کیلوگرم بود بنابراین جهت انجام آزمون، میزان تغذیه ۴۰ کیلوگرم در مدت ۲ دقیقه توسط دو کارگر وارد ماشین شد. هر آزمون تغییر سرعت نقاله با سه تکرار انجام شد. نتایج بدست آمده نشان داد در سرعت ۱۰۰ دور بر دقیقه زمان پر شدن کیسه کمترین و ۹۰ ثانیه بود و بنابراین به عنوان سرعت بهینه نقاله پرزدار انتخاب شد. در سرعت ۸۰ دور بر



"شکل ۸" نمودار ارتباط سرعت نقاله با زمان پر شدن کیسه

Fig 8. Relationship elevator speed with sack filling time diagram

کیسه های پر شده ۳۰ کیلویی، در هر هکتار تقریباً ۱۰۰۰ کیسه محصول برداشت می شود. برای هر هکتار حداقل ۱۰ کارگر مورد نیاز است. دستمزد روزانه هر کارگر نیز در سال ۹۴ حدود ۵۰ هزار تومان است برای دوخت سر کیسه ها نیز باید دستمزد اضافی به کارگر پرداخت. بنابراین سامانه طراحی شده باعث کاهش هزینه برداشت در حدود ۵۰۰ هزار تومان در هر هکتار می شود.

#### نتیجه گیری:

سامانه طراحی شده تنها به دو کارگر نیاز داشته و زمان و هزینه برداشت را بطور چشمگیری کاهش می دهد و قادر به توزین، شمارش کیسه های پر شده و تعیین عملکرد وزنی محصول در هر هکتار می باشد. پیشنهاد می شود برای توسعه بهینه و دقیق

مزیت مهم این طرح سادگی ساخت و نصب بر روی انواع کمباین های محصولات غده ای برای سنجش میزان عملکرد محصول مزرعه می باشد. آگاهی از عملکرد دقیق محصول برداشت شده، کشاورز را قادر به اعمال مدیریت دقیق تر بر نهاده های متغیر از جمله کودها، حشره کش ها و نوع بذور و ... می کند. ظرفیت تئوری ماشین طبق فرمول  $(e = \frac{w.s}{10})$  با توجه به عرض کار ۱ متر و سرعت پیشروی ۴ کیلومتر بر ساعت، ۰/۴ هکتار در ساعت بدست می آید. اگر ماشین ۸ ساعت در روز کار کند ۳/۲ هکتار در روز محصول برداشت می نماید. از طرف دیگر بر طبق اظهار نظر کارشناسان جهاد کشاورزی کشور متوسط عملکرد سیب زمینی ۲۵ تا ۳۰ تن در هر هکتار می باشد. با در نظر گرفتن عملکرد ۳۰ تن و



سامانه تعلیق (فنر و میراکننده) زیر ترازوها نیز طراحی و به این سامانه اضافه گردد.

سامانه توزین و از بین بردن کامل اثرات لرزش و ارتعاشات ماشین بر روی خروجی حسگرهای ترازو

mass flow sensor test rig. Computers and Electronics in Agriculture 61(2): 168-180.

[10] Mostofi Sarkari, M.R., Godwin, R.G., O'Dogherty, M.J and Minaei, S. 2007. Investigation on performance of a continuous mass flow rate measurement system for potato harvesting agricultural engineering international: the CIGR E-Journal. Manuscript PM 06 031. Vol. IX. May 2007.

[11] Mostofi Sarkari, M.R., and Minaei, S. 2009. Mass flow rate measurement system performance. Agricultural Science and Technology (JAST) 11: 259-274.

[12] Mostofi Sarkari, M.R., and Minaei, S. 2010. Performance evaluation of mass flow rate measurement system for root crop harvesting to precision farming application. Agricultural Sciences and Sustainable production 20(2): 142-151. (In Farsi).

[13] Nazarzadeh, S., Mostofi, M.R and Mirzaee Moghadam, H. 2010. Design and fabrication of a continuous mass flow measurement device wheat grain harvested by Claas combine. 5<sup>th</sup> Agricultural Machinery & Mechanization Engineering Conference, Mashhad, Iran. (In Farsi).

[14] Salehi, M. M.Sc Thesis. 2009. Optimization of picking & discharging potato machine. University of Tehran. Faculty of Engineering and Technology Department of agriculture Machinery Engineering. September 2009.

[15] Shahmirzaie, n., kamgar, S. 2008. Performance yield mapping of forage corn harvesting. 5<sup>th</sup> Agricultural Machinery and Mechanization Engineering Conference, Mashhad, Iran. (In Farsi).

, I., Ghazavi, M.A., Minaei, S., Borghei, A.M. 2010. Design, fabrication and evaluation of semi-automatic alfalfa hay yield monitoring system for small square baler. Iranian Journal of Biosystems Engineering. (11-16) 1389, 1 (41). (In Farsi).

[2] Bandaie, M., Minaei, S. 2006. Application of GPS in tractor path guidance system. 4<sup>th</sup> Agricultural Machinery and Mechanization Engineering Conference, Mashhad, Iran. (In Farsi).

[3] Blackmore, S. 2000. Developing the principals of precision farming. Proceeding of the CET2000. p.11-13.

[4] Brian, B. farm machinery. 1989. Third edition. Farming press publishing.

[5] Claude, culpin. 1986. Farm machinery. Eleven Edition. Collins professional & technical books.

[6] Doerge, T. 2007. yield monitor calibration update and guidelines. crop insights Vol: 9, No: 16.

[7] Khorasani Ferdavani, M.E. PHD Thesis. 2009. Design, Development and Evaluation of a Sugar Cane Yield Monitoring System. University of Tehran. Faculty of Engineering and Technology Department of agriculture Machinery Engineering.

[8] Lida, M., Yao, Y., Kimura, A and Umeda, M. 2005. Development of grain yield monitor for head-feeding combines. An ASAE Section Meeting Presentation Paper, Number: 051136.

[9] Loghavi, M., Ehsani, R and Reeder, R. 2007. Development of a portable grain

## **Development of Weighing Mechanism and yielding determination for potato picker machine**

NegarAhangarnezhad<sup>\*1</sup>, Reza Alimardani<sup>2</sup> and Gholamreza Chegini<sup>3</sup>

Accept: 18 January 2016

Received: 19 May 2016

### **Abstract**

The objective of this research was to develop a mechanism for sacking and weighing the potato collected by a potato picker machine. This machine comprised of a chain driven elevator and a rubber elevator with 12 degree tilt angle and 100 RPM optimum speed. A pair of trapezoid shape spout and sack holders was fabricated for filling sacks. A moving arm conduct flow of crop into contiguous sacks alternatively. The arm rotation is controlled by a 12 volt two way dc motor. The flip flop of arm is done by two micro switches. Two digital load cells weight the sacks and send a signal when the weight of each sack reaches to 30 kg. Data logging board consists of a microcontroller, LCD, keypad and electrical circuit. For noise deduction due to vibration of machine, a low pass filter was implemented in the circuit board of data logging system. Under the load cells, a 3 cm thick rubber material was placed to damp the vibration. For protection of data logging board, a box was used to cover the circuit and the keypad and LCD were located at the top of the box. For sacking and weighing mechanism measurement variation of elevator speed test for sack filling time was done. Result shown that in 100 rpm elevator speed sack filling time was the lowest. Use of designed system decreased cost of harvesting due to collecting the potato filling and sewing the sacks and counting the number of sacks for determining the yield in tons per hectare. Designed system reduced harvesting cost and records yielding crop per hectare in its memory.

**Key words:** Weighing System, Yielding Determination, Data Logging System, Potato Picker Machine

---

1. Master of Mechanic Department ,Hashtgerd Branch, Islamic Azad University, Alborz, Iran.  
2. Professor of Agricultural Machinery Engineering Dept, Faculty of Biosystem Engineering, University of Tehran, Karaj, Iran.  
3. Assoc. professor of Department of Agrotechnical Engineering College of Abureihan , University of Tehran, Pakdasht - Iran.  
4. Corresponding Author: Email: nahangarnezhad@yahoo.com