ششمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون
پردیس کشاورزی و منابع‌طبیعی دانشگاه تهران (کرج)
۲٤ و ۲۵ شهریور ۱۳۸۹

طرح ماشین جمع آوری سیب زمینی- بخش سوم: ارزیابی مکانیزم توزین و بسته بندی

نگار آهنگرنژاد[۱]، رضا علیمردانی[۲]، غلامرضا چگینی[۳]

۱. کارشناس ارشد مکانیک ماشین های کشاورزی، دانشگاه تهران. nahangarnezhad@yahoo.com

۲. عضو هیئت علمی گروه مکانیک ماشین های کشاورزی، دانشگاه تهران.

۳. عضو هیئت علمی گروه ماشین های کشاورزی، دانشگاه تهران، پردیس ابودیحان

چکیده

سیب‌زمینی یکی از با ارزش ترین مواد غذایی است که بعد از گندم ، برنج و ذرت چهارمین محصول عمده دنیاست که علاوه بر مصرف غذایی برای تهیه بیش از ۵۰ نوع فرآورده استفاده می‌شود. سیب زمینی نسبت به غلات مواد غذایی و انرژی بیشتری در واحد سطح تولید می‌کند. از یک هکتار مزرعه با متوسط تولید ۲۵ تن سیب زمینی بالغ بر۱۰۰ گیگا ژول انرژی تولید می شود. مهمترین دلیل تولید سیب زمینی نگهداری آسان و ارزش غذایی فراوان آن است. در ایران به دلیل نبود ماشین برداشت متناسب با مزارع کشور(وجود سنگ و کلوخ و عدم کنترل رطوبت)، کمبود کارگر در زمان برداشت و دستمزد بالا، سطح زیر کشت سیب‌زمینی کم می باشد چون توجه زیادی به مکانیزاسیون این محصول نشده است. مرحله ی جمع آوری و کیسه کردن این محصول بیش از ۲٤٪ هزینه‌ی عملیات برداشت را شامل می شود ، لذا با ساخت مکانیزم کیسه کن و توزین انتظار می رود هزینه برداشت سیب-زمینی تا حد زیادی کاهش یابد. این طرح شامل: بازوی هدایتگر با میکروسوئیچ، موتور الکتریکی، ناودانی انتقال و تخلیه، نگهدارنده کیسه، سکوی توزین و سامانه تحصیل داده می باشد. این مکانیزم محصول را پس از جمع آوری از روی زمین درون کیسه ریخته، وزن کرده و سپس تخلیه می نماید. پس از خاتمه عملیات تعداد کیسه و تناژ محصول در هکتار در حافظه میکروکنترلر ثبت و توسط نمایشگر نشان داده می شود. بنابراین مکانیزم الکتریکی توزین و کیسه کردن هزینه بسته بندی را کاهش می دهد. برای ارزیابی مکانیزم طراحی شده سه آزمون انجام شد تا ارتباط بین پارامترهای مهم تاثیرگذار بر مکانیزم توزین و کیسه‌کن مشخص شود. این آزمون ها شامل: ۱- تغییر سرعت نقاله پرزدار روی زمان پر شدن کیسه ۲- تغییر میزان تغذیه روی زمان پر شدن کیسه ۳- تغییر میزان تغذیه روی مصرف توان موتور بود. نتایج آزمون ها نشان داد میزان تغذیه با زمان پر شدن کیسه رابطه مستقیم و با مصرف توان موتور رابطه عکس دارد. سرعت بهینه نقاله پرزدار ۱۰۰ دور در دقیقه بدست آمد.

واژه های کلیدی : سیب زمینی ؛ دستگاه سیب زمینی جمع کن ؛ مکانیزم توزین و بسته بندی ، میکروکنترلر.

مقدمه :

اکثر مزارع کشور پر از سنگ و کلوخه‌های بزرگ می‌باشد و قبل از استفاده ماشین های برداشت ابتدا باید توسط دست و با استفاده از چندین کارگر سنگ‌ها را جمع آوری نمود و یا از ماشین سنگ جمع کن استفاده کرد و بعد از آن خاک ورزی اولیه و ثانویه شدیدی روی خاک انجام داد که این عملیات علاوه بر هزینه چشم گیری که دارند موجب تخریب ساختمان خاک شده و خاک را از بین می‌برد. به دلیل عدم امکان استفاده از ماشین‌های فرآوری خاک قبل از کشت محصول اکثر خاک‌های زراعی کشور دارای سنگ و کلوخ و دارای بافت متفاوت هستند و هنگام برداشت، درصد رطوبت کنترل شده نیست که این خود یکی از معضلات بسته بندی مکانیزه سیب زمینی می‌باشد. لذا استفاده از ماشین برداشت کامل سیب زمینی وارادتی عملا" غیر ممکن می‌باشد. بنابراین باید از ماشین سیب زمینی جمع‌کن استفاده کرد. سیب‌زمینی جمع کن‌ها دستگا ه‌هایی هستند که اغلب بعد از سیب‌زمینی‌کن‌ها استفاده می‌شوند و وظیفه آن‌ها جمع آوری سیب زمینی‌های روی زمین می‌باشد.

قبل از جمع آوری و کیسه کردن سیب‌زمینی بدلیل رطوبت بالای آن لازم است مدتی روی سطح مزرعه در معرض هوا و نور قرار گیرد تا پس از رسیدن به رطوبت مناسب برای بسته بندی، توسط ماشین سیب زمینی جمع کن، محصول را جمع‌آوری و کیسه نمود. کیسه کردن بلافاصله محصول پس از در آوردن از خاک به دلیل رطوبت بالا باعث جدا نشدن کلوخ و خاک مرطوب از سیب‌زمینی شده و باعث رشد قارچها و بیماریها شده و بازار پسندی محصول را کاهش می‌دهد. اگر بتوان مکانیزم بسته بندی محصول همزمان با برداشت را به یک کمباین اضافه کرد هزینه برداشت تا حد زیادی کاهش می یابد. طبق اظهار نظر کارشناسان جهاد کشاورزی متوسط عملکرد سیب زمینی ۲۵ تا ۳۰ تن در هکتار می‌باشد. با در نظر گرفتن عملکرد ۳۰ تن و متوسط وزن کیسه های ۵۰ کیلوگرمی ، بنابراین در هر هکتار ٦۰۰ کیسه محصول برداشت خواهد شد. هزینه‌های برداشت دستی سیب زمینی در جدول۱ آورده شده.

جدول۱. هزینه برداشت سنتی سیب زمینی به ازای هر هکتار

نوع هزینه	هزینه (تومان)	تعداد متوسط مورد نیاز در هر هکتار	هزینه کل (تومان)
دستمزد روزانه هر کارگر	۱۵۰۰۰	۱۰	۱۵۰۰۰۰
دوخت دستی هر کیسه	۷۰	٦۰۰	٤۲۰۰۰
مجموع هزینه کل			۱۹۲۰۰۰

در هر یک از روش های برداشت سیب زمینی موجود مشکلاتی وجود دارد. بالابر تخلیه ، می بایستی سیب‌زمینی‌ها را با حداقل خسارت به تریلر انتقال دهد. اغلب ماشین های برداشت مدرن با بالابرهای تخلیه منحنی شکل درست شده‌اند. که در داخل تریلر پائین آورده شود. تا صدمات غده ها کاهش یابد. تخلیه کننده های هیدرولیکی در ماشین-های ارزان مقبولیت جهانی یافته اند که می تواند کل بالابر را به طرف بالا و پائین برد. یا اینکه فقط بخش مربوط به تخلیه را تنظیم کند. متاسفانه هیچ یک از کارخانه‌های ماشین‌های برداشت محصولات کشاورزی تا به حال به ارزش

یک کنترل کننده خودکار ارتفاع برای بالابرهای تخلیه فکر نکرده‌اند. سیائی طرحی شبیه به آن رابررسی کرد که به صورت اتوماتیکی ارتفاع سقوط محصول را تا سطحی که احتمال وقوع خسارت نباشد، کنترل می کند [٦].

بدلیل ظرفیت محدود مخزن، نیاز به تخلیه متوالی و پی درپی محصول می‌باشد که باعث هدر رفتن زمان و توان مفید به ازای هر بار تخلیه می شود. افزایش تردد ماشین باعث کوبیدگی و از بین رفتن خاک زراعی می‌شود. با پر شدن مخزن، کمباین سنگین شده که باعث افزایش خطر و مصرف سوخت بیشتر تراکتور می‌شود علاوه بر آن تخلیه و دپو محصول در مزرعه به عملیات جداگانه اضافی برای کیسه کردن یا حمل به انبار نیاز دارد.

کیسه‌کردن و جمع آوری غیر مکانیزه و سنتی توسط کارگر انجام شده و بسیار پرهزینه و زمان بر است. بدلیل خطای انسانی در پرکردن کیسه‌ها ، محصول جمع آوری شده بطور درهم با سنگ و کلوخ در کیسه ریخته می شود. با توجه به جدول ۱ برای برداشت دستی سیب زمینی در هر هکتار ۱۹۲۰۰۰ تومان هزینه می شود. این در صورتی است که مکانیزمی که در این تحقیق به طراحی و ساخت آن پرداخته شده می تواند در عملیات بسته بندی تا حد ممکن مشکلات مطرح شده را رفع نماید.

اغلب کمباین‌های قدیمی و برخی از کمباین های متوسط و کوچک امروزی دارای تجهیزات مربوط به کیسه کردن دانه هستند. در بعضی از کمباین ها نیز امکان نصب دستگاه کیسه کن وجود دارد که طبق ادعای کارخانجات سازنده با صرف زمان بسیار کم می‌توان این تجهیزات را روی کمباین همچون دانیا دی ۹۰۰[1] و کلاس مدل دومینیتور ٦٨[2] نصب نمود. بسیاری از کشاورزان نیاز به کمباینی دارند که تجهیزاتی برای بسته بندی محصولاتی که زود فاسد می-شود داشته باشند که کیسه ها را مستقیما به بازار حمل کنند. این تجهیزات شامل یک وزن کننده مخصوص برای این کار، تجهیزاتی برای دوختن سر کیسه و سکوی جابجایی کیسه است. سکو برای جابجایی کیسه روی ماشین طراحی شده و با یک فعال کننده هیدرولیک پایین آورده می شود بدون اینکه نیاز به توقف ماشین باشد. بعضی از این ماشین های برداشت مجهز به ریل ها و محافظ‌های ایمنی هستند. کمباین یک ردیفه با تجهیزات سورتینگ ، وزن کننده اتوماتیک و واحد کیسه کن به همراه سکویی برای حمل کیسه به طرف دیگر ماشین از این جمله اند. در کمباین های کیسه کن نیاز به تعداد کارگر بیشتری برای کار با کمباین هست که روی سکوی مخصوص کیسه‌کنی در بالای کمباین کار نصب کیسه به لوله‌های خروجی، دوختن سر کیسه‌ها و انتقال کیسه‌ها برای بارگیری در کامیون را انجام دهند. لذا هزینه انجام کار آنها بیشتر از کمباین های دارای مخزن می‌باشد. در برخی از کمباین های ساخت ژاپن مخزن و دستگاه کیسه کنی به طور توام وجود دارد، این نوع کمباین ها دارای سه الی چهار دهانه خروجی هستند. سکوی کیسه‌کنی در کنار کمباین قرار دارد. در دهانه خروجی استوانه جدا کننده مجهز به گیره‌های ویژه‌ای هستند که کیسه را به طور محکم در دهانه خروجی نگه می‌دارند. هر بخش از درجات استوانه خروجی دارای دو دهانه خروجی مجزا مجهز به شیر قطع و وصل می‌باشد که به محض پر شدن یک کیسه آن دهانه توسط کارگر مسدود می‌شود و دانه در کیسه یدک ریخته می‌شود. معمولا" قبل از پر شدن کامل کیسه باید از دهانه خروجی باز شود و سر آن به وسیله سوزن بزرگ دوخته شود. کیسه‌ها در روی یک سطح شیبدار گذاشته می‌شوند تا در تریلی یا روی زمین قرار گیرند [۳].

---

[1] Dania - D900

[2] Claas dominator 68

اغلب کارخانه ها ترجیح می دهند که برای ماشین های سرنشین دار (غیر خودکار) از سکوهای کیسه کنی استفاده کنند. این واحد ها از دو یا سه لوله ناودانی دار تشکیل شده است. مدل های دو ردیفه قابلیت نصب دو عدد واحد وزن کننده را دارند. یک سکوی کیسه کن مناسب جهت نگهداری کیسه ها لازم است. بسیاری از ماشین ها را می توان به مکانیزم کیسه کنی مجهز نمود. بالابر تخلیه را برداشته و با یک واحد جدا کننده (طبق اندازه) و وزن کننده جایگذاری کرد. امکان اینکه در بعضی از ماشین های برداشت، واحد کیسه‌کنی را در داخل مخزن ذخیره نصب نمود وجود دارد. با برداشتن واحد وزن کننده در سکوی کیسه کن در بعضی از ماشین های برداشت امکان پر کردن جعبه‌های طبقه‌ای نیز ممکن می باشد ولی ضروری است که، به نحوی از فاصله سقوط به داخل جعبه ها کاسته شود [٦].

کمباین مدل Classic Plot شرکت Wintersteiger آلمان در دو نوع کیسه کن سمت چپ کمباین و مکانیزم کیسه-کن چرخ فلکی وجود دارد. در این کمباین راننده می تواند تنها با فشردن یک دکمه تعویض دانه را کیسه کند یا به مخزن بفرستد. مکانیزم کیسه کن سمت چپ کمباین برای حالتی است که عملیات برداشت توسط دو اپراتور انجام می شود. دانه ها بطور کامل به صورت پنوماتیک تحویل کیسه کن می شوند. مکانیزم کیسه کن چرخ فلکی درحالتی که عملیات برداشت توسط یک اپراتور انجام شود، توصیه می‌شود. این مکانیزم در سمت راست صندلی راننده نصب شده و در دو نوع ۸ مخزنی هر یک با ظرفیت ٤٥ لیتر و یا ۱۲ مخزنی هر یک با ظرفیت ۳۰ لیتر وجود دارد. با پر شدن هر مخزن راننده یک دکمه را فشار می‌دهد تا چرخ فلک چرخیده و مخزن بعدی پر شود.کمباین مدل Split Plot علاوه بر مکانیزم کیسه کن، مجهز به سیستم وزن کننده دانه می باشد. همچنین میتوان سیستم نمونه‌گیری را هم می توان به کمباین اضافه نمود (در حالت برداشت تک اپراتوری). نمونه گیری در کابین انجام شده و دانه ها بوسیله نقاله ای به سوی راننده می رود [۱۳] .

کمباین Claas مدل Crop Tiger Wheel-TAF28 مجهز به لوله تخلیه است که کارگران سر مزرعه محصول را به درون کیسه می ریزند. اندازه کوچک این کمباین قابلیت مانور در زمین های کوچک و متوسط را دارد. این کمباین در کشور هند بطور گسترده مورد استقبال قرار گرفته است[۱۲] .

درکمباین شرکت Grimme نقاله عرضی با یک سکوی کیسه کن محصول که فضای کافی برای دو یا تعداد بیشتری کارگر و همین طور تعدادی کیسه پرشده دارد. کیسه های کاغذی به لوله خروجی کیسه کن متصل می‌شوند و زمانی که بطور کامل پر شود جدا شده سپس وزن شده و سر آن بسته می شود . بعضی از ماشین های برداشت دارای یک وزن کننده اتوماتیک هستند که جریان محصول به سمت کیسه وزن شده را قطع می‌کند. واحد توزین در ماشین برداشت دو ردیفه مجهز به کیسه‌کن خودکار، پس رسیدن وزن کیسه به ۲۵ کیلوگرم جریان محصول را قطع می‌کند تا کیسه دیگری جایگزین گردد[۷].

یک ماشین برداشت سیب زمینی پشت تراکتوری در سال های ۸۹ تا ۹۷ طراحی و گسترش یافت. این ماشین برای ارقام حساس به صدمات مکانیکی سیب زمینی در حین مراحل برداشت، جدایش از مواد خارجی و انتقال و جابجایی طراحی شد که محصول را با کوتاهترین مسیر ممکن به درون یک کیسه بزرگ هدایت می کند. این کیسه پشت ماشین قرار گرفته و توسط یک جرثقیل آویزان می‌شود. جرثقیل پس از رسیدن کیسه به وزن ۱/۳ تن، آن را بلند کرده و روی تریلی می‌گذارد تا محصول صدمه کمتری ببیند. بدین ترتیب کیسه ها را مستقیما" می‌توان به بازار یا انبار نگهداری حمل نمود. امروزه این روش برای کاهش صدمه به محصول یک روش مناسب به شمار می‌آید[۱۱].

روش ساخت ماشین برداشت کامل سیب زمینی مجهز به مکانیزم کیسه کن بررسی شد. این مکانیزم دو بازوئی توسط یک محور میل لنگی به صورت مکانیکی می چرخد. با پائین رفتن هر یک از بازوها جریان محصول به سوی آن کیسه قطع شده و به سوی کیسه دیگر می رود. وجود دو بازوی محرک باعث پیچیدگی طرح ارائه شده می باشد-[۵].

با توجه به عدم وجود یک مکانیزم توزین و بسته بندی مناسب در کمباین های ذکر شده صدمه و آسیب فیزیکی به محصول اجتناب ناپذیر است. بنابراین سعی شد تا با طراحی یک مکانیزم مناسب مشکلات مطرح شده تا حد ممکن رفع شود. هدف از این تحقیق طراحی و ساخت مکانیزم بسته بندی و توزین الکترونیکی در ماشین سیب-زمینی جمع کن با ثبت و نمایش تناژ محصول در هکتار و تعداد کیسه های برداشت شده می باشد.

مواد و روش ها :

ضریب مقاومت به هوا برای سیب زمینی ۰/٦٤ و برای سنگ های زائد همراه محصول ۰/٦ تا ۱ می باشد [۸] .

جرم مخصوص سیب زمینی برای گونه‌های مختلف از ۱/۰۷ تا ۱/۱۵ گرم بر سانتیمتر مکعب می باشد [۱۰].

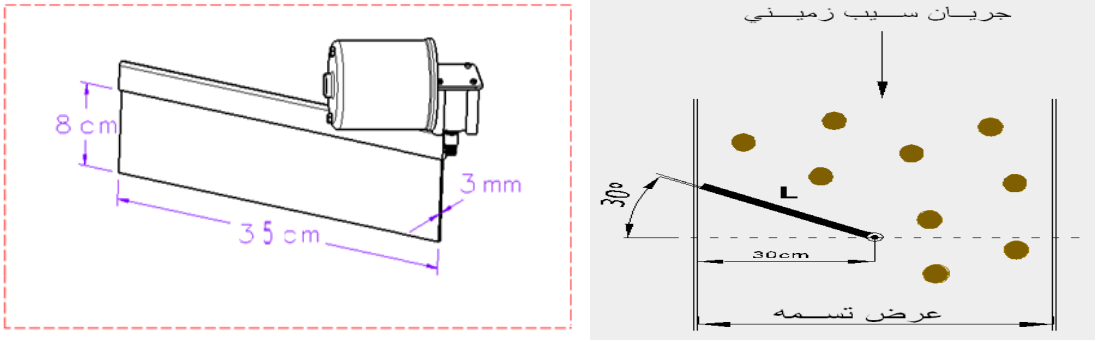
در ماشین سیب زمینی جمع کن برای جدا شدن سنگ و کلوخ از محصول از نوعی نقاله که بروی سطح آن دارای برجستگی‌های کوچکی است استفاده شده است. شیب نقاله ° ۱۲ و سرعت بهینه آن ۱۰۰ دور بر دقیقه می‌باشد [۲].

مزیت نقاله پرزدار نسبت به نوع صاف این است که براثر اختلاف وزن مخصوص سیب زمینی با سنگ و کلوخ، مواد خارجی در لابلای این برجستگی‌ها یا همان پرزها قرار گرفته و از قسمت بالای نقاله تخلیه می شوند و سیب-زمینی‌ها نیز به سمت پایین غلتیده و وارد مکانیزم کیسه کن می شود. مکانیزم توزین و کیسه کن الکترونیکی از قسمت‌های زیر تشکیل شده است (شکل۱) :

۱- مجموعه هدایتگر محصول به کیسه : بازوی هدایتگر- موتور الکتریکی- میکروسوئیچ.
۲- ناودانی انتقال و تخلیه محصول.
۳- نگهدارنده کیسه ها.
٤- مجموعه توزین : ترازوها - سیستم تحصیل داده.

شکل۱. مکانیزم توزین و کیسه کن نصب شده روی ماشین جمع آوری سیب زمینی

۱- بازوی هدایتگر محصول: این بازو از یک صفحه کاملا" مسطح از جنس لاستیکی که توسط چندین پرچ درون ناودانی آهنی قرار گرفته. به انتهای این بازو یک لوله کوچک جوش داده شده که با محور موتور متصل است. با حرکت موتور به هر طرف ، بازو نیز حرکت کرده و به این ترتیب محصول به سمت یک کیسه مشخص هدایت می-شود. با توجه به شکل۲، عرض موثر نقاله پرزدار (تسمه)۶۰ سانتیمتر است و بازوی هدایتگر در زمان بستن خروجی چپ با زاویه 30° نسبت به محور عرضی ماشین قرارگرفته ، بنابراین طول بازو ۳۵سانتیمتر است ( ).



شکل۲. ابعاد بازو (راست) ، مکان بازو روی نقاله پرزدار یا تسمه (چپ)

۲- موتور الکتریکی: قبل از انتخاب موتور باید توان لازم برای حرکت بازوی هدایتگر را در شرایط استاتیکی (زمانی که نقاله در حالت سکون باشد) محاسبه نمود سپس با توجه به توان مورد نیاز، موتور مناسب را انتخاب نمود. با در نظر گرفتن عملکرد ۳۰ تن در هکتار و با توجه به اینکه کاشت سیب زمینی در اکثر مزارع کشور توسط ماشین کاشت انجام می‌شود که فاصله طولی ردیف ها حدود ۷۵ سانتیمتر و فاصله بین دو بوته ۲۵ سانتیمتر می‌باشد[٤].سرعت واقعی حرکت تراکتور در مزرعه حین کار جمع آوری محصول حدود ۲/۵۸ کیلومتر بر ساعت مناسب تشخیص داده شد، ولی برای طراحی٤ کیلومتر بر ساعت در نظر گرفته شد [۵] .

$$75\ \text{cm} \times 4\ \frac{\text{km}}{\text{hr}} = 0.83\ \frac{m^2}{s}$$

$\frac{\left(0.83\ \frac{m^3}{s}\right) \times (30\ ton)}{1\ ha} = 2.49\ \frac{kg}{sec}$ میزان ورود سیب زمینی به کیسه (کیلوگرم در هر ثانیه)

لذا با در نظر گرفتن عملکرد ۳۰ تن در هکتار در هر ثانیه ۲/٤۹ کیلوگرم محصول سیب زمینی وارد کیسه خواهد شد که در این حالت رابطه نیروی وارده به بازو برابر خواهد بود با :

$F = \mu . N$ (فرمول ۱)

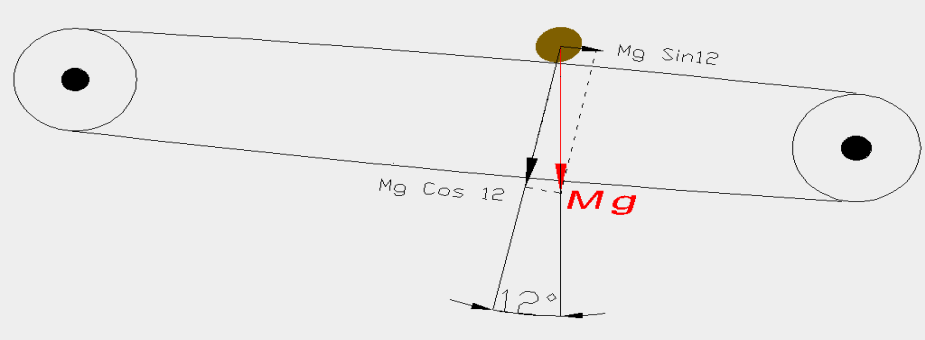
که درآن :

μ : ضریب اصطکاک غلتشی سیب زمینی روی نقاله

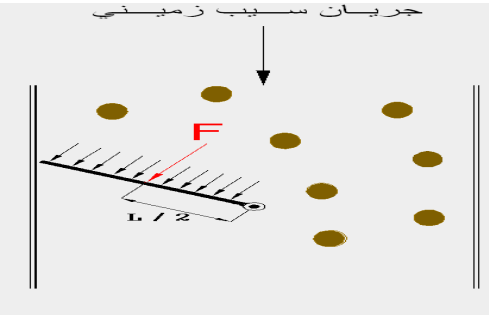
N : نیروی نرمال سطح شیبدار (مولفه عمودی وزن محصول) بر حسب نیوتن

ضریب اصطکاک غلتشی سیب زمینی ۰/۵۵ و ضریب اصطکاک سرشی آن ۰/۸ می باشد [۹] .

$F = \mu . (Mg \cos 12^\circ) = 0.55 \times (2.49 \times 9.81 \times \cos 12^\circ) = 13.14\ N$



شکل۳. نمای جانبی غلتش سیب زمینی روی نقاله با شیب ۱۲°



شکل٤. نیروی وارده به بازوی هدایتگر از طرف جریان سیب زمینی

نیروی وارده از طرف سیب زمینی ها به صورت بار پخشی به بازو وارد می شود (شکل ۷) که برای محاسبه گشتاور، بار پخشی به یک نیروی متمرکز در وسط طول بازو تبدیل می شود .گشتاورمورد نیاز برای به حرکت در آوردن بازو برابر است با :

$T = F . L$ (فرمول ۲)

که درآن :

F : نیروی وارده به بازو برحسب نیوتن

L : طول بازوی هدایت گر برحسب متر

$$T = (13.14\ \mathrm{N}) \times \left(\frac{0.35}{2}\ m\right) = 2.299\ N.m$$

با ضرب کردن این عدد در سرعت موتور (٤٧ rpm) توان لازم برای حرکت بازو بدست می آید:

$$P = T.\omega$$ (فرمول ۳)

که درآن :

P : توان موتور برحسب وات

T :گشتاور خروجی از موتور برحسب نیوتن در متر

ω : دور موتور برحسب رادیان بر ثانیه

توان مورد نیاز برای حرکت بازو در شرایط استاتیکی

$$P = (2.299) \times (47 \cdot \frac{2\pi}{60}\frac{Rad}{S}) = 11.3$$

$$P_S >$$ (فرمول ٤)

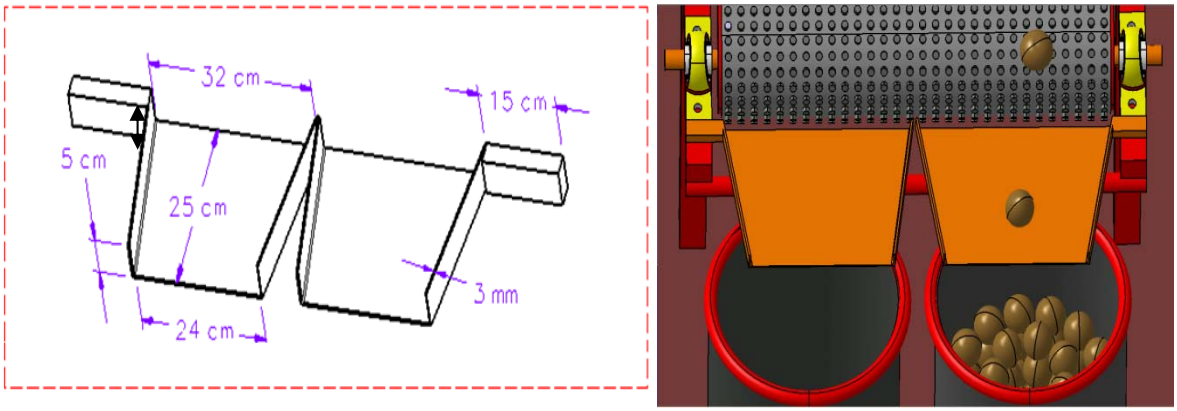
که درآن :

P_S : توان مورد نیاز در شرایط استاتیکی

P_D : توان مورد نیاز در شرایط دینامیکی

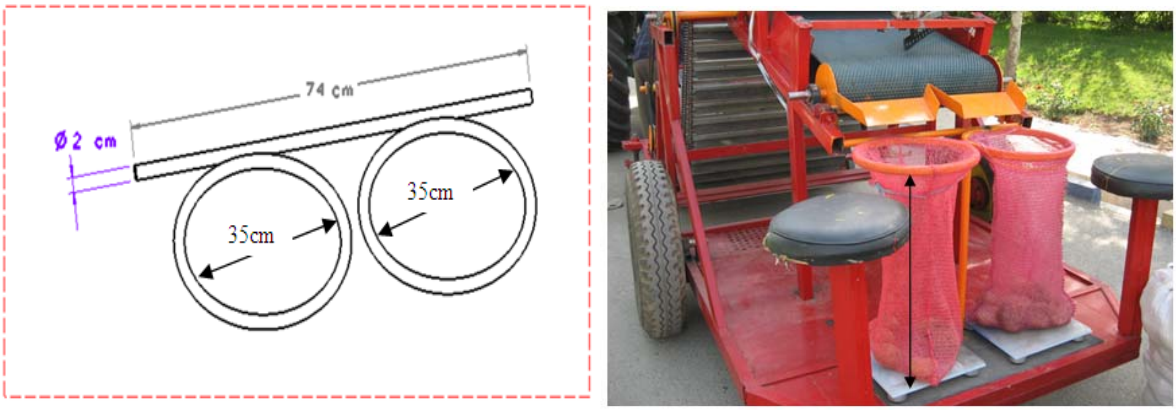
در حالتی که نقاله ساکن باشد (حالت استاتیکی) برای حرکت بازو به توان بیشتری نسبت به حالتی که نقاله می-چرخد (حالت دینامیکی) نیاز داریم زیرا در حالت دینامیکی چرخش نقاله هم به غلتش سیب زمینی‌ها کمک می‌کند. با توجه به توان مورد نیاز برای حرکت بازوی هدایتگر (۱۱/۳ وات) از یک موتور الکتریکی با توان ۱۵ وات استفاده شد. چون این موتورها دارای دور پایین و توان بالایی می‌باشند. این پایین بودن دور خروجی و بالا بودن گشتاور ناشی از گیربکس کاهنده دور در محور آرمیچر می باشد.

۳- ناودانی انتقال و تخلیه محصول: وظیفه این ناودانی انتقال و هدایت محصول به درون کیسه ها و جلوگیری از پرتاب شدن آنها به خارج ماشین است. مکان قرارگیری ناودانی برای اینکه محصول به درون کیسه وارد شود در بالا و وسط نگهدارنده کیسه ها می باشد. با توجه به اندازه‌گیری آزمایشگاهی خواص فیزیکی سیب زمینی، میانگین ابعاد آن بین ۵ تا ۸ سانتیمتر بدست آمد. بنابراین فاصله بین ناودانی از نقاله پرزدار ۵ سانتیمتر انتخاب شد تا مواد خارجی و کلوخ‌های کوچکتر از ۵ سانتیمتر از این قسمت بروی زمین بریزند و فقط سیب زمینی ها وارد کیسه شوند[۱].



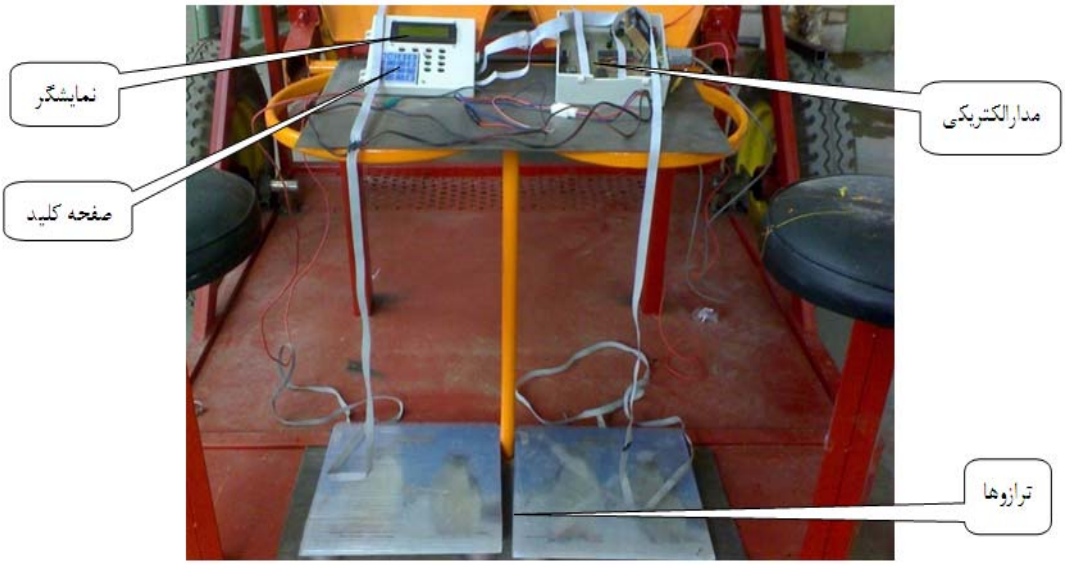
شکل۵. ابعاد ناودانی (راست) ، فاصله بین ناودانی با نقاله پرزدار ۵ سانتیمتردر نمای بالا (چپ)

٤- نگهدارنده کیسه : نگهدارنده هر کیسه از میل‌گرد توخالی با قطر۲۰ میلیمتر که با عملیات نورد به شکل دایره در-آمده ساخته شده است. سپس هر یک از این دایره‌ها به محور اصلی جوش داده شده است. قطر هر یک از دایره های کیسه‌گیر ۳۵ سانتیمتر است. نگهدارنده کیسه‌ها طوری طراحی شده تا کارگر بتواند کیسه را به راحتی جایگذاری کند. با توجه به اندازه گیری خواص مکانیکی سیب زمینی، تنش عمودی ماکزیمم سیب‌زمینی رقم آگریا ۰/۳٤مگا پاسکال است. بنابراین ارتفاع ناودانی از سطح ترازو ٦۰ سانتیمتر انتخاب شد تا کمترین ضربه در حین سقوط سیب-زمینی ها به درون کیسه به آنها وارد شود [۱] ، (شکل ٦).



شکل٦. ابعاد نگهدارنده کیسه (راست) ، ارتفاع نگهدارنده کیسه از ترازو ٦۰ سانتیمتر (چپ)

۵- مجموعه توزین : وظیفه این مجموعه ابتدا توزین کیسه ها و سپس پردازش و نمایش تعداد کیسه های پر شده و تناژ محصول در هکتار می‌باشد. با پرشدن کیسه و رسیدن به وزن مشخص تنظیم شده سیستم تحصیل داده فرمان حرکت بازوی هدایتگر برای بستن جریان محصول به این کیسه را می دهد. با توجه به ارتفاع نگهدارنده کیسه تا سطح ترازو (٦۰ سانتیمتر) ابعاد کیسه ۳۰ کیلوئی مناسب تشخیص داده شد (شکل۷) . بنابراین وزن پر شدن کیسه‌ها در حافظه سیستم تحصیل داده ۵۰ کیلوگرم انتخاب شد. مجموعه از دو بخش اصلی زیر تشکیل شده است :



شکل۷. اجزای مجموعه توزین محصول

۵-۱ ترازوها: در مجموعه توزین از دو ترازوی دیجیتال به ابعاد ۳۱×۳۱ سانتیمتر برای وزن کردن کیسه استفاده شد. ترازو وزن کیسه در حال پر شدن را از طریق رابط به سیستم تحصیل داده می فرستد تا در آنجا پردازش شود.

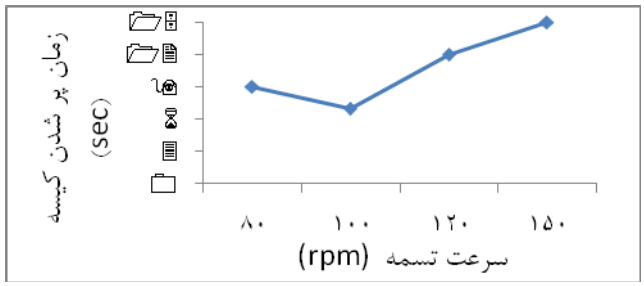
۵-۲ سیستم تحصیل داده: از یک میکروکنترلر ATmega32 ازنوع AVR هشت پینی، نمایشگر۴۰ ستونی چهار سطری با زمینه سبز، صفحه کلید ۱۶کلیدی، این مجموعه بر روی یک برد ۱۵×۱۵ سانتیمتر قرار گرفته است و روی مخزن ماشین سیب‌زمینی جمع کن نصب می‌شود. ولتاژ ورودی این سیستم از باتری تراکتور (۱۲ولت) تامین می‌شود که به وسیله رگولاتور برای قسمت‌های مختلف کاهش داده می‌شود. ولتاژ مورد نیاز آن ٤/٥ تا ٥/٥ ولت بوده که توسط رگولاتور تنظیم شد. مدار سیستم تحصیل داده درون یک جعبه محافظ قرار گرفته و صفحه کلید و نمایشگر روی در جعبه نصب شده است. سیستم تحصیل داده اطلاعات مربوط به توزین کیسه ، تعداد کیسه های پر شده را پردازش کرده سپس توسط نمایشگر نشان می‌دهد. به کمک صفحه کلید می‌توان تغییرات مربوط به وزن پر شدن کیسه را اعمال کرد (شکل۸).

شکل۸. ارتباط مدار سیستم تحصیل داده با صفحه کلید و نمایشگر و ترازوها

نتایج و بحث :

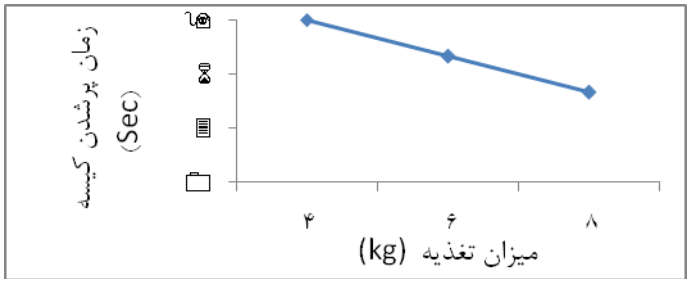
به منظور ارزیابی دقیق تر مکانیزم سه آزمون انجام شد تا ارتباط بین پارامترهای مهم تاثیرگذار بر مکانیزم توزین و کیسه‌کن مشخص شود. این آزمون ها عبارتند از:

۱- تغییر سرعت نقاله با زمان پر شدن کیسه : ماشین سیب زمینی جمع کن در گوشه ای از مزرعه بدون حرکت رو به جلو به تراکتور متصل شد. برای انجام این آزمون نقاله در چهار سرعت متفاوت ۸۰ ، ۱۰۰ ، ۱۲۰و ۱۵۰ دور بر دقیقه و با سه تکرار راه اندازی شد تا ارتباط بین سرعت نقاله و زمان پرشدن کیسه بررسی شود. در هر بار تکرار حدود ٤٠ کیلوگرم به ماشین توسط کارگر و به صورت دستی وارد شد. به علت اتلاف بخشی از محصول که وارد کیسه نمی‌شد۱۰ کیلوگرم بیشتر از وزن استاندارد کیسه در نظر گرفته شد. از شکل۹ مشاهده می شود که با افزایش سرعت نقاله از ۸۰ به ۱۰۰ دور بر دقیقه نمودار نزولی و برای سرعت‌های بیشتر از ۱۰۰ دور بر دقیقه نمودار صعودی است. زیرا با افزایش سرعت تا یک حد مشخص، میزان جریان محصول به سوی کیسه زیاد شده و در نتیجه زمان پر شدن کیسه کاهش می‌یابد. در سرعت ۱۰۰ دور بر دقیقه زمان پر شدن کیسه نسبت به دیگر سرعت‌ها کمترین است. در سرعت‌های بیشتر برخلاف تصور نتیجه عکس بود. زیرا به علت سرعت زیاد نمی توانست بخوبی روی نقاله بغلتد و از اطراف به خارج ماشین پرتاب می شدند. در نتیجه میزان تغذیه به سوی کیسه کم می شد و به زمان بیشتری برای پر شدن کیسه نیاز بود. نتیجه بدست آمده سرعت مناسب نقاله ۱۰۰ دور بر دقیقه بود.



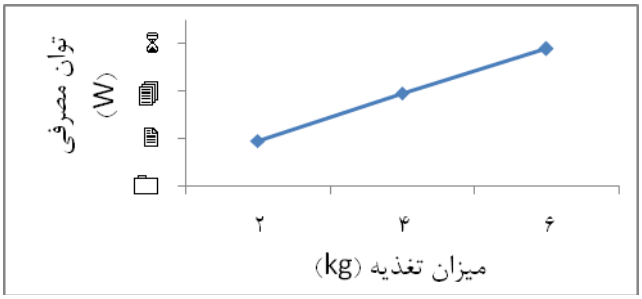
شکل۹. رابطه بین سرعت نقاله با زمان پر شدن کیسه

۲- تغییر میزان تغذیه با زمان پر شدن کیسه : در این آزمون میزان تغذیه به ماشین تغییر داده شد. تعداد تکرار سه بار بود. میزان تغذیه در هر دقیقه ٤ و ٦ و ٨ کیلوگرم در نظر گرفته شد و نتایج بدست آمده در شکل ۱۰ نشان داده شد. برای انجام این آزمون از دو نفر استفاده شد که در هر دقیقه مقدار مشخص سیب‌زمینی را روی نقاله بالابر ماشین می‌ریختند. سپس نقاله سیب زمینی ها را به سوی مکانیزم کیسه کن می‌برد. سرعت نقاله در حالت بهینه ۱۰۰ دور بر دقیقه تنظیم شد. به علت پرتاپ شدن بخشی از سیب زمینی ها به خارج ، تمامی محصول تغذیه شده به دستگاه وارد کیسه نشد بنابراین زمان واقعی پر شدن کیسه از زمان مورد انتظار بیشتر بود. در این آزمون افزایش میزان تغذیه با زمان پر شدن کیسه رابطه معکوس داشت.



شکل ۱۰. رابطه بین میزان تغذیه و زمان پر شدن کیسه

۳- تغییر میزان تغذیه با توان مصرفی موتور: به علت شرایط آب و هوایی کشور و بافت خاک متفاوت عملکرد مزارع سیب‌زمینی در کشور بسیار متغیر است .در مزرعه‌ای با عملکرد بالا میزان محصول برداشت شده بیشتر است و ممکن است مکانیزم کیسه کن تحت بیش باری قرار گیرد. بنابراین ارتباط بین میزان تغذیه محصول به ماشین با مصرف توان موتور مورد آزمایش قرار گرفت. این آزمون در سه تکرار انجام شد. از موتور الکتریکی ۱۵ وات برای حرکت بازوی هدایتگر استفاده شد. با استفاده از روابط موجود ارتباط بین میزان تغذیه در هر ثانیه و توان مصرفی بدست آمد. این آزمون به درستی رابطه مستقیم بین مقدار تغذیه و توان مصرفی موتور را ثابت نمود (شکل ۱۱).



شکل ۱۱. رابطه تغییر محصول پشت بازو روی توان مصرفی موتور

پیشنهادها :

- برای حذف کارگری که کیسه را دور کیسه‌گیر قرار می دهد می توان کیسه‌گیر خودکار به این مکانیزم اضافه گردد.
- در صورت امکان ترازوها روی سطح شیبدار نصب شوند تا کیسه پس از پر شدن در اثر نیروی ثقل خود روی زمین بیافتد.

منابع :

۱- آهنگرنژاد، ن. ۱۳۸۸. طراحی و ساخت مکانیزم کیسه کن ماشین جمع آوری سیب زمینی. پایان نامه کارشناسی ارشد . دانشگاه تهران.

۲- صالحی، م. ۱۳۸۸. بهینه سازی دستگاه جمع آوری و تخلیه سیب زمینی .پایان نامه کارشناسی ارشد. پردیس کشاورزی و منابع طبیعی . دانشگاه تهران.

۳- مدرس رضوی ، م. ۱۳۷۵. ماشینهای برداشت غلات و سایر دانه‌های گیاهی شامل دروگرها، خرمنکوبها و کمباین‌ها. دانشگاه امام رضا (ع).

٤- فروتن، مینو. ۱۳۷۸. کشت سیب زمینی در مناطق جنوبی و کشت دوم در اراضی شالیزاری شمال کشور. زیتون. شماره ۱٤۰.

٥- موسی زاده ،ح.۱۳۸٤.پایان نامه کارشناسی ارشد. طراحی و روش ساخت ماشین برداشت کامل سیب زمینی. دانشگاه تهران.

6- Bishop, Chris F. H. Potato Mechanization & Storage. Farming Press LTD. 1980.

7- Brian, B. farm machinary. Third edition. Farming press publishing. 1989.

8- Claude, culpin. Farm machinary. Eleven Edition. Collins professional and technical books.1986.

9- Klenin, N. I., I. F. Popov and V. A. Sakon. 1970. Agricultural Machines. Moscow: Kolos Publishers. (Translated from Russion and Published for USDA and NSF by Amerined Publishing Co. Pvt. Ltd., New Delhi, 1985).

10- Mohsenin, N. 1986. Physical properties of plant and animal materials. by Gordon and Breach science publishers Inc.

11- Sagi , Izhak . Alper , Yekutiel . Mechanization for Potato Harvesting. IAE home page 25/08/2004.

12- WWW.Claas .Com

13- WWW.Wintersteiger. Com

Abstract

Potato is one of the most valuable nutrition that is ranked fourth in the world after wheat, rice and corn. In addition to use this product as a food, this crop is used for producing more than 50 kinds of products such as starch, flour, bread, glue, alcohol, cosmetics, cans, chips, glucose and etc. The process of picking potato from the farm is one of the costly and sensitive stage. In Iran, the field level of harvesting potato is low, because there is no reaping machine suitable for the country's farmlands (due to stone clods and variable moisture contents) and there is not enough labors or high wages cost. The stage of picking and sacking processes consists of more than 24 percents of harvesting cost. In this research an electrical weighting and sacking mechanism was designed and built for the potato picker to pick and sack the crop from the soil level, weight it and drop it on the field .This mechanism consists of moving arm with microswitch control, electric motor, sack holder, weighting balance and the data logging system . After the process is finished, the number of sacks and the crop's tonnage per hectare are recorded in the memory of the microcontroller and are displayed too. Therefore, this electrical weighting and sacking mechanism reduces cost of sacking and packing. For evaluating the designed mechanism, three tests were conducted identify the relation between the important parameters that effect on the sacking and weighting mechanism. These tests are as follows: (1) the change in the speed of edged belt relative to the time that sack is filled, (2) the change in the feed rate relative to the time that sack is filled, and (3) the change in the feed rate relative to the motor's power. Test results showed that feed rate had direct relation with the time that sack is filled and indirect relation with the motor's power. optimal speed of edged belt was 100 RPM

Keywords : potato, potato picker, packing and weighting mechanism, microcontroller.