طراحی و ساخت ماشین خودکار جمع‌آوری بسته‌های علوفه

سلمان رسولی هارونی[*۱]

۱- کارشناس ارشد مکانیک ساخت و تولید، دانشگاه صنایع و معادن ایران

چکیده

تولید بسته های علوفه یکی از روشهای رایج در تسهیل برداشت علوفه می‌باشد. در مزارع ایران که غالبا به صورت جزیره‌ای می‌باشند، بسته های علوفه مکعبی شکل بسیار متداول می باشند. در این تحقیق طراحی و ساخت دستگاهی که بتواند بدون نیاز به دخالت کارگر، فرایند بارگیری بسته را انجام دهد، صورت گرفته است. این دستگاه قابلیت شناسایی خودکار بسته ها، توان تنظیم ارتفاع و انتقال بسته تا ارتفاع ۵ متر را دارا می باشد. این قابلیتها راحت‌ترین حالت چیدمان را برای فرد داخل تریلر میسر می‌سازد. در این دستگاه سیستم تامین نیرو بصورت هیدرولیکی بوده- دستگاه به یک تراکتور متصل می‌شود- و به همین خاطر در همه زمین‌ها چه جزیره‌ای و چه یکپارچه قابلیت مانور بالای خود را حفظ نموده و در سر پیچ‌ها نیز قابلیت بارگیری دارد. پس از طراحی پایه و جزیی اجزا، دستگاه بیل بردار ساخته و به منظور بارگیری مکانیزه در زمین زراعی به کار بسته شد. مقایسه بارگیری سنتی نسبت به یک روز بارگیری به روش مکانیزه چنین مشخص می گردد که حتی با عدم درنظرگیری مشکلات و خطاهای انسانی در روش سنتی و پیامدهای مالی و جانی آن، می توان با استفاده از ماشین جمع‌آوری بسته‌های علوفه، با ۱/۶ زمان، ۱/۱۸ تعداد کارگر مورد نیاز، ۱/۶ هزینه و ۱/۳ سوخت اختصاص داده شده در روش سنتی، بسته‌های موجود در زمین را بارگیری نمود.

کلمات کلیدی: بسته علوفه، بیلر، جمع‌آوری، مکانیزاسیون کشاورزی

مقدمه

تولید علوفه به عنوان اصلی ترین منبع تولید کننده غذای دام، نقش تعیین کننده‌ای در تولیدات کشاورزی ایفا می‌کند. آمار نشان می‌دهد که در سال ۲۰۱۱ علاوه بر یونجه بیش از ۸ میلیون و ۵۰۰ هزار هکتار گندم و جو در جهان، و حدود ۲۰۰ هزار هکتار در ایران کشت شده است که از ساقه آنها برای خوراک دام استفاده می‌شود[۱].

در کشورهای توسعه یافته، علوفه برداشت شده توسط بسته بندهای بزرگ، به دو شکل استوانه ای یا مکعبی بسته بندی میشود. به دلیل وزن و ابعاد زیاد بسته ها (بین ۳۶۳ تا ۱۳۶۰ کیلوگرم) برای بارگیری و انتقال آنها به خارج از مزرعه از لیفتراکهای مخصوص

استفاده می شود. استفاده از این ماشین آلات در کشورهای در حال توسعه مانند ایران، به دلیل کوچک بودن مزارع به لحاظ فنی و اقتصادی امکان پذیر نیست. در این کشورها معمولا از بسته بندهای کوچک استفاده می شود که با حرکت در پشت تراکتور علوفه برداشت شده را به صورت بسته های مکعب شکل به ابعاد تقریبی ۵۵×۸۵×۳۵ سانتیمتر و وزن بین ۱۵ تا ۴۰ کیلوگرم می‌باشد بسته بندی می نمایند. حمل و نقل و انتقال این بسته ها به خارج از مزرعه یکی از چالش های کشاورزان در کشورهای در حال توسعه است. بررسی منابع و مشاهدات میدانی نشان می دهد که تا کنون دستگاه مناسبی برای جمع اوری این بسته ها ساخته نشده است و معدود تلاشهای انجام شده از جمله سیستم شتاب‌دهنده که در سال ۱۹۷۹ میلادی توسط چارلز آ. اسمیت و کلیر اس. آدامز در شرکت نیوهلند ساخته شد نیز مورد استقبال کشاورزان واقع نشده است[۲]. در عمل این بسته ها توسط نیروی انسانی و به کمک وسایل بسیار ابتدائی مانند چهار دنده از روی زمین برداشته شده و به داخل تریلرهای حمل بار منتقل می شود. این روش علاوه بر افزایش هزینه های کارگری موجب صدمات جسمی جبران ناپذیر به کارگران نیز خواهد شد.

هدف از این تحقیق عبارت بود از طراحی و ساخت دستگاهی که قادر باشد علوفه بسته بندی شده توسط بیلرهای مکعبی مرسوم را از روی زمین برداشته و به تریلر مخصوص حمل تحویل دهد.

مواد و روشها

- ملاحظات طراحی

ملزومات اصلی در نظر گرفته شده برای دستگاه مورد نظر عبارت بودند از:

۱-اتصال کششی به تراکتور و قابلیت تنظیم در دو وضعیت کار و حمل و نقل

۲-تشخیص خودکار بسته های علوفه

۳- برداشت بسته ها از روی زمین با استفاده از توان هیدرولیکی تراکتور

۴- توانائی تحویل بسته ها به تریلر در ارتفاع های گوناگون

۵- دستگاه باید از نظر ساختمانی ساده و دارای قیمت مناسب باشد

علاوه بر موارد فوق، دستگاه ساخته شده بایستی قابلیت تنظیم وضعیت عرضی[1] در پشت سر تراکتور را در زمان حرکت در جاده و در زمان بارگیری دارا باشد. در هنگام حرکت تراکتور حامل دستگاه بِیل‌بردار برای برداشت بسته‌های علوفه موجود در زمین، دستگاه از سمت راست تراکتور یک متر بیرون قرار می‌گیرد تا راننده بتواند از کنار ردیف بسته‌ها حرکت نماید و بسته‌ها بدون برخورد با مانعی درون مکانیزم برداشت کننده قرار گیرند. در زمان اتمام بارگیری و حرکت در جاده نیز محور طولی تراکتور و دستگاه در یک راستا قرار گرفته و

[1] offset

عرض دستگاه بِیل‌بردار از هر طرف تراکتور به یک میزان بیرون خواهد بود. با این قابلیت دستگاه می‌تواند با بالانس نمودن خود در پشت سر تراکتور و گرفتن حالت عملیاتی یا غیرعملیاتی، در وضعیت‌های مختلف توان مانور بالای خود را حفظ کند.

شکل ۱ تصویر شماتیک از دستگاه ساخته شده را نشان می دهد. همان طور که در شکل دیده می شود واحدهای اصلی دستگاه عبارت اند از:

شکل ۱. واحدهای اصلی

-شاسی

- هد یا مکانیزم برداشت کننده

-سکوی استقرار

- بالابر ثابت

- تحویل دهنده (بالابر متحرک)

-واحد کنترل هیدرولیک

-سیستم انتقال قدرت

چون دستگاه مورد نظر اختراعی جدید محسوب می شود که با شماره ۷۱۶۴۲ در سازمان ثبت اسناد و املاک کشور به ثبت رسیده است لازم است قبل از تشریح طراحی هر یک از مکانیزم ها و اجزا آنها چگونگی انجام کار توسط دستگاه تشریح گردد.

نحوه انجام کار

برای انجام عملیات لازم است دستگاه با استفاده از مکانیزم تنظیم اتصال (۱)، به صورت افست به تراکتور متصل شده و سپس به دنبال تراکتور و در مسیر قرارگیری بسته ها به حرکت درآید. در اثر حرکت دستگاه به سمت جلو، بسته‌های علوفه به ترتیب وارد قسمت هد دستگاه (۲) شده و با دو عدد پدال که به صورت قائم در آن تعبیه شده اند برخورد می کنند. پدال های مورد نظر به عنوان سنسورهای شناسائی بسته عمل کرده و کلاچ مکانیکی (۳) مخصوصی را فعال می کنند. کلاچ مورد نظر از طریق زنجیر و چرخ زنجیر (۴) به یک دستگاه هیدروموتور (۵) متصل است که فشار هیدرولیک تولید شده توسط سیستم هیدرولیک تراکتور را به توان مکانیکی تبدیل نموده و وظیفه اصلی انتقال قدرت و بالا کشیدن بسته ها را به عهده دارد. بالا کشیدن بسته ها عملا توسط سه عدد پارو (۶) انجام می شود که به صورت افقی روی دو زنجیر (۷) نصب شده اند. این زنجیرها بر روی دو جفت چرخ زنجیری (۸) قرار گرفته اند که در دو طرف شفت کلاچ (۹) فیکس شده اند. این مجموعه از طریق کلاچ مورد نظر به هیدروموتور متصل است ولی تا زمانی که فرمانی از طرف پدالها به کلاچ ارسال نشده است چرخش هیدروموتور به شافت کلاچ و زنجیرهای متصل به آن منتقل نشده و مجموعه ثابت است به عبارت دیگر کلاچ هرز می گردد . با پیشروی دستگاه، وقتی یکی از بسته ها به پدالها برخورد نماید، کلاچ مورد نظر از طریق یک رابط مکانیکی فعال شده و حرکت دورانی هیدروموتور را به چرخ زنجیرهای (۸) منتقل می نماید. به این ترتیب بسته مورد نظر به وسیله پاروئی (۶) که در پشت آن قرار داشته است بر روی سطح شیبدار (۱۰) بالا آورده شده و در سکوی استقرار (۱۱) منتظر بالا رفتن از روی بالابر ثابت (۱۲) می ماند. بالابر ثابت نیز مجهز به انتقال دهنده زنجیری و ۷ عدد پارو (۱۳) است که به وسیله یک عدد هیدروموتور مستقل (۱۴) کار میکند. وقتی اولین پارو به پشت بسته مورد نظر برسد آن را به سمت بالا کشیده و بر روی بخش نهائی دستگاه که تحویل دهنده (۱۵) نامیده می شود قرار می دهد. نهایتا بسته مورد نظر با توجه ارتفاع و موقعیت تحویل دهنده از دستگاه خارج شده و وارد تریلر مخصوص حمل می گردد.

توان مصرفی مورد نیاز دستگاه

سیستم دستگاه بیل‌بردار با استفاده از توان خروجی تراکتور عمل کرده و بنابراین توان مصرفی آن تابعی از توان قابل دسترسی تراکتور می‌باشد. این توان بسته به میزان مصرف سوخت در موتور تراکتور متفاوت است (بستگی به میزان گاز دادن دارد). اگر فرض شود تراکتور در حالت ایده‌آل خروجی $\frac{lit}{min}$ ۴۰ با فشار bar ۶۰ را در اختیار بگذارد. توان قابل دسترسی از تراکتور بصورت زیر محاسبه می-شود.

$$\text{توان} = \text{دبی} \times \text{فشار} = Q \times P$$

$$\omega = 40\ \frac{lit}{min} \times \frac{1\,min}{60\,\sec} \times \frac{1\,m^3}{1000\,\text{lit}} \times 60\,bar \times \frac{0.1 \times 10^6\,pa}{1\,bar} = \frac{40 \times 60 \times 10^5}{60 \times 1000}$$
$$= 4 \times 10^3\,w$$

اگر متوسط وزن هر بسته علوفه را ۴۰ کیلوگرم فرض کنیم میزان انرژی مورد نیاز برای حمل هر بسته علوفه را می‌توان از رابطه زیر بدست آورد.

$$E = mgh \rightarrow 40 \times 9.8 \times 5 \backsimeq 2000\,j$$

اگر فرض کنیم که هر بسته در طی ۱۰ ثانیه به کامیون منتقل می‌شود آنگاه توان خام مورد نیاز برای انتقال هر بسته برابر است با:

$$\text{انرژی}\,E \Big/ \text{زمان}\,t = \frac{2000}{10} = 200\,w$$

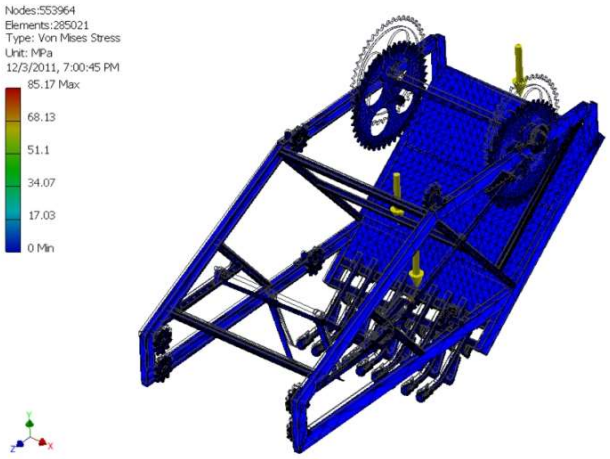
اگر فرض کنیم ۶ بسته بطورهمزمان در دستگاه جمع‌آوری در حال حمل باشند، ماکزیمم توان مورد نیاز برای حمل بسته‌های علوفه برابر با ۱۲۰۰ وات است. با فرض این که ۵۰٪ توان خروجی تراکتور بر اثر نیروهای اصطکاک و برگشت‌ناپذیر هدر رود آنگاه توان کاری دستگاه برابر با ۲۰۰۰ وات می‌شود. با مقایسه توان کاری دستگاه و توان مورد نیاز برای حمل بسته‌های علوفه، می‌توان نتیجه گرفت که قدرت کافی برای حمل بسته‌ها وجود دارد.

هد یا مکانیزم برداشت کننده

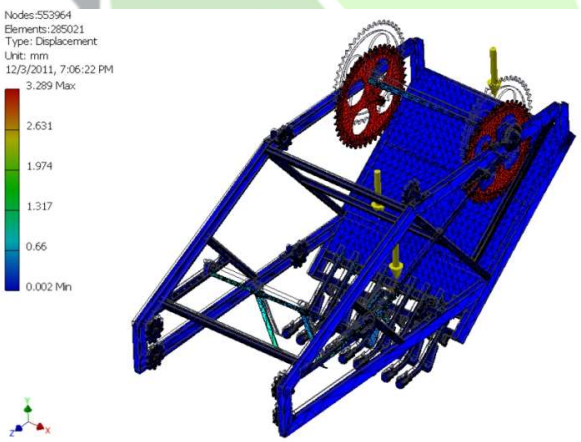
طراحی شاسی

سازه اصلی سیستم برداشت کننده علاوه بر تحمل نیروهای خارجی می‌بایست استحکام لازم برای تحمل وزن قطعات جانبی همچون چرخ زنجیر و خطکش‌ها را داشته باشد. به منظور سهولت محاسبات فرض می‌کنیم وزن اجزای جانبی معادل ۳۰۰ نیوتن به مرکز ثقل بدنه اصلی وارد می‌شود. وزن باقی قطعات مدل شده بر روی خودشان در نظر گرفته شده است. شبیه سازی اجزای محدود به کمک نرم افزار inventor صورت گرفته است. المان‌های سالید هرمی با چهار گره در شبیه سازی ها در نظر گرفته شده است و مش ریزتری در مناطق اعمال بار به منظور افزایش دقت شبیه سازی استفاده شده است. بارگذاری شامل وزن بسته های علوفه، وزن هر جز و وزن قطعات جانبی که در مدل CAD موجود نمی‌باشند بوده و شرایط مرزی نیز با محدود کردن حرکت هد از نقاط تکیه‌گاهی

سیلندرهای نگه دارنده تامین می‌شود. توزیع تنش وارده به اجزا و جابه‌جایی قطعات مختلف تحت بارهای اعمالی در مدل اجزای محدود، در شکل ۲ نشان داده شده است.



(الف)



(ب)

شکل ۲. مدل اجزای محدود بدنه اصلی هد (الف) توزیع تنش معادل در اجزا تحت بارهای اعمالی، (ب) توزیع جابه‌جایی اجزا تحت بارهای اعمالی

نتایج به دست آمده نشان می‌دهند که ماکزیمم تنش ایجاد شده در هد برابر ۸۵/۱۷ مگاپاسکال می‌باشد. همچنین ماکزیمم جابه‌جایی برابر ۳/۳ میلیمتر می‌باشد.

با توجه به تنش مجاز قابل تحمل فولاد به کار رفته که برابر ۲۲۰ مگاپاسکال است و توزیع تنش و میزان جابه‌جایی در هد می‌توان نتیجه گرفت طراحی این بخش ایمن می‌باشد.

به طور مشابه تحلیلها بر روی بالابر ثابت و تحویل دهنده متحرک صورت می‌گیرد. با انجام تحلیلها بر روی هر یک از بخشها نیروهای اعمال شده بر شاسی محاسبه و استحکام شاسی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

واحد کنترل هیدرولیک

با توجه به اینکه دستگاه بِیل‌بردار از مکانیزم‌های مختلفی تشکیل شده است و هر کدام از آنها نیازمند تامین نیرو برای حرکت در وضعیت‌های مختلف می‌باشند بهترین سیستم تامین نیرو، سیستم هیدرولیک است که قابلیت کنترل آسان توسط اپراتور(راننده تراکتور) را نیز فراهم می‌آورد.

در این دستگاه از دو عدد هیدروموتور برای تامین نیروی مکانیزم برداشت کننده و مکانیزم بالابر استفاده شده است. از دو عدد سیلندر هیدرولیکی در زیر قسمت متحرک سیستم بالابر برای تنظیم ارتفاع بسته در هنگام تحویل در تریلر و همچنین از یک عدد سیلندر هیدرولیکی در زیر مکانیزم برداشت کننده برای تنظیم ارتفاع و بالا نگه‌داشتن این مکانیزم در هنگام رسیدن به موانع و زمان حرکت در جاده استفاده شده است. جهت فرمان دادن به سیلندرها و پمپ‌های هیدرولیک نصب شده در مکانیزم‌های مختلف دستگاه، یک مدار هیدرولیک(شکل ۳) و یک مدار کنترل(شکل ۴) طراحی شده است تا راننده تراکتور بتواند با جعبه کلیدی که در مقابلش قرار می‌گیرد مکانیزم‌های مختلف دستگاه را به راحتی کنترل نماید.

شکل۳. مدار هیدرولیک

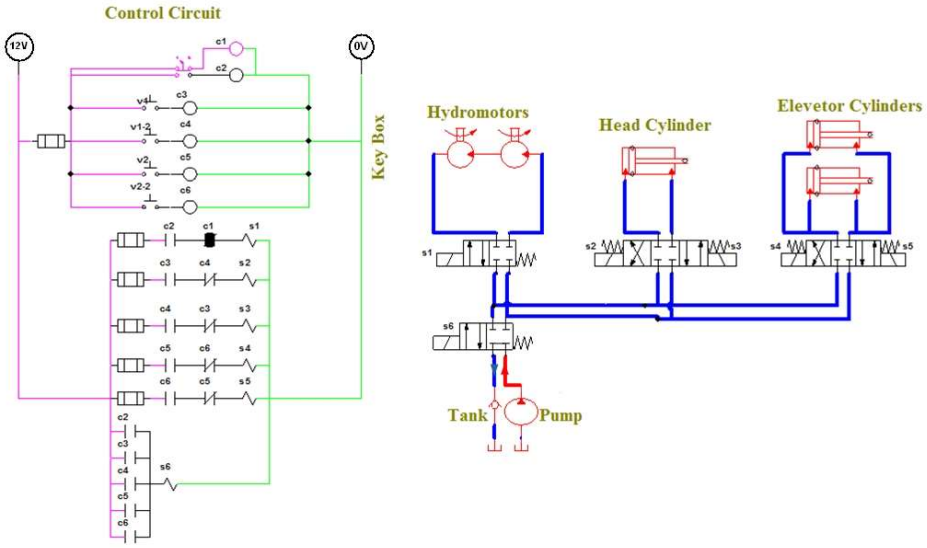
شکل ۴. مدار کنترل

در شکل ۲-۲۵ نمودار مدار هیدرولیک و کنترل نشان داده شده است. در نمودار کنترل، کنتاکتورها از اجزای اصلی می‌باشند. هر کنتاکتور از سه جزء تشکیل شده است. جزء اصلی آنها سیم پیچ می‌باشد که به شکل دایره نشان داده شده است و کنتاکت در حالت عادی باز و کنتاکت در حالت عادی بسته اجزای دیگر هستند. با رسیدن جریان به سیم پیچ، حالت کنتاکت‌ها متفاوت از حالت عادیشان خواهد شد. یعنی کنتاکت در حالت عادی باز که برق را نمیتواند عبور دهد، بسته می‌شود و جریان برق را عبور می‌دهد. کنتاکت در حالت عادی بسته نیز باز شده و مانع از عبور جریان می‌شود.

نمودار هیدرولیک دارای چهار عدد شیر هیدرولیک شامل دو عدد شیر ۴×۲ به عنوان شیر مادر و شیر فرمان هیدروموتورها و دو عدد شیر ۴×۳ به عنوان شیر فرمان سیلندرهای هیدرولیک مکانیزم بالابر متحرک و شیر فرمان سیلندر مکانیزم برداشت کننده است. با زدن هر یک از کلیدهای موجود در جعبه کلید که شامل یک عدد کلید قفلی و چهار عدد کلید فشاری است، شیر هیدرولیک مربوطه به کمک فرمان برقی (سلونوئید) تحریک شده و جریان روغن برقرار می‌شود. در مدار فرمان از یک عدد فیوز قبل از جعبه کلید و پنج عدد دیگر قبل از سلونوئیدها استفاده شده است تا مانع از آسیب رسیدن به سلونوئیدها شود.

به علت اینکه در طول زمان کار ماشین، هیدروموتورهای مکانیزم برداشت کننده و مکانیزم بالابر باید فعال باشند و فقط در زمان اتمام کار غیرفعال می‌شوند، روغن بصورت سری درون آنها جریان پیدا می‌کند و از یک عدد کلید قفلی نیز به منظور قطع و وصل کردن جریان روغن استفاده شده است. برای باز شدن و بسته شدن سیلندرهای مکانیزم بالابر متحرک نیز که روغن بصورت موازی در آنها جریان پیدا می‌کند از دو عدد کلید فشاری استفاده گردیده است. دو عدد کلید فشاری دیگر هم برای فرمان دادن به سیلندر هیدرولیک مکانیزم برداشت کننده استفاده شده است. کلیدهای فشاری فقط تا زمانی که فشار بر روی آنها وارد می‌شود باعث برقراری جریان می‌شوند و به محض حذف شدن فشار، کلید به کمک یک فنر به بالا برگشت می‌کند و جریان قطع می‌شود.

شکل ۵ نمودار مدار کنترل و هیدرولیک را در زمان فعال بودن پمپ و قبل از هرگونه فرمان‌دهی جهت عملکرد بخش‌های مختلف نشان می‌دهد. در نمودارهای نشان داده شده، C مشخص کننده کنتاکتور، V مشخص کننده کلید و S مشخص کننده سلونوئید است.



شکل ۵. نمودار مدار کنترل و هیدرولیک

سیستم انتقال قدرت

تراکتور مهمترین منبع تولید توان در زراعت مکانیزه محسوب می‌شود. و علاوه بر تولید توان، اتصالات آن به ترتیبی است که وسایل کار به آسانی قابل نصب و تعویض می‌باشند. علاوه بر نیروی کشش مهمترین نیروی گرفته شده برای ماشین جمع آوری بسته-های علوفه از سیستم هیدرولیک است.

بعضی از موارد کاربرد سیستم هیدرولیک عبارتند از: بلندکردن ادوات متصل به اتصال سه نقطه تراکتور، تغییر موقعیت قسمت-هایی از ادوات کشاورزی بدون اتصال مکانیکی و استفاده در سیستم فرمان تراکتور برای فرمان‌گیری بهتر.

به طور کلی قسمت‌های تشکیل دهنده سیستم هیدورلیک یک تراکتور عبارتند از: سیلندر هیدرولیک، پمپ هیدرولیک، فیلتر روغن، مخزن روغن، لوله‌های رابط، مقسم، دسته‌های کنترل، سوپاپ‌های فشارشکن، بازوهای اتصال سیستم هیدرولیک، خروجی یدکی هیدرولیکی. خروجی یدکی هیدرولیکی وظیفه به کار انداختن سیلندر و موتور هیدرولیک موجود روی ماشین‌هایی که به تراکتور اتصال دارند را دارا می‌باشد. شیلنگ‌های متصل به قطعات هیدرولیکی ادوات به خروجی یدکی هیدرولیکی تراکتور متصل می‌شود تا راننده بتواند از روی تراکتور به سیلندر و موتور هیدرولیکی ادوات فرمان دهد[۳].

نوآوری‌های طرح حاضر نسبت به طرح‌های موجود

با بررسی معایب طرح‌های موجود، طراحی دستگاه جمع‌آوری بسته‌های علوفه به نحوی صورت گرفت که نقایص مرتفع شده و بیشترین هماهنگی بین دستگاه و ویژگی‌های موجود زمینهای زراعی جزیره‌ای به وجود آید. ویژگی‌های منحصر به فرد طرح موجود را می‌توان به صورت ذیل برشمرد.

* دارای قابلیت تنظیم ارتفاع ماشین تا ۵ متر که در مکانیزم‌های نوارنقاله انتقالی و پرتابی چنین امکانی وجود ندارد.
* درای قابلیت تنظیم ارتفاع معکوس در قسمت متحرک سیستم بالابر که از سقوط بسته‌ها بر روی فرد چیدمانگر جلوگیری می‌کند.
* دارای قابلیت شمارش بسته‌های بارگیری شده به تریلر توسط سیستم شماره انداز مکانیزم برداشت کننده، امکان فروش محصول را در داخل زمین کشاورزی میسر می‌سازد و نیاز به شمارش بسته‌ها در انبار را از بین می‌برد.
* مکانیزم برداشت کننده دستگاه براحتی قابل تعویض بوده و می‌توان برای بارگیری محصولات مختلف(مانند محصولات فله-ای یا بسته‌بندی شده) مکانیزم برداشت کننده مخصوص به خود را نصب نمود.
* وجود مخزن جداکننده گلبرگ در زیر مکانیزم بالابر، پرتی محصول را در مرحله برداشت بسیار پایین آورده و از ریزش گلبرگ‌ها که بیشترین ارزش غذایی را دارا می‌باشند بر روی زمین جلوگیری می‌کند.
* حذف سیستم انتقال قدرت مکانیکی(PTO) بین تراکتور و وسایل یدکی و استفاده از پمپ هیدرولیکی تراکتور برای تامین قدرت موتورها.
* به دلیل حذف سیستم انتقال قدرت مکانیکی بین تراکتور و ماشین جمع آوری بسته‌های علوفه، امکان پیچیدن تراکتور همراه دستگاه تا بیش از ۸۰ درجه میسر می‌گردد. در صورتیکه این امکان در دیگر وسایل یدکی موجود که به صورت شافت و غلاف به تراکتور متصل می شوند وجود ندارد و راننده در سر پیچ ها مجبور است یا در شعاع زیادی این کار را انجام دهد و یا درصورت عدم وجود فضای مورد نیاز چند بار تراکتور را جلو و عقب کند.
* میزان سرعت حرکت تراکتور در زمین کشاورزی هیچ مشکلی را جهت بارگیری بسته‌ها بوجود نیاورده و دستگاه بسته‌بردار قابلیت بارگیری با هر سرعتی را در زمین دارا می‌باشد، به همین خاطر راننده تراکتور براحتی می‌تواند سرعت انتقال بسته‌ها را با سرعت کار فرد چیدمانگر بر روی تریلر تنظیم نماید .

* در صورت عدم وجود نیروی انسانی جهت چیدن بسته های علوفه، می توان از تریلرهای فنس‌دار استفاده نمود، در چنین وضعیتی می توان از ماشین برداشت در سرعت های بالا استفاده کرد. (در صورت عدم نیاز به چیدن بسته ها داخل تریلر می توان یک نیروی کارگری حذف نمود و با سرعت بالا بسته‌ها را بصورت نامنظم در داخل تریلر قرار داد).
* با استفاده از ماشین جمع آوری بسته‌های علوفه، در تریلی‌های با طول زیاد نیازی به انتقال دستی بسته‌ها توسط فرد چیدمانگر در طول این مسیر جهت قرار دادن آنها در مکان مورد نظر نیست و می توان با تنظیم سرعت وسایل نقلیه، امکان چیدن بسته‌ها را از ابتدا تا انتهای طول تریلی بصورت ردیفی میسر نمود .
* به حداقل رسیدن اختلالات اسکلتی و عضلانی، بدلیل حذف افراد بارکننده بسته و عدم نیاز به خم شدن فرد چیدمانگر جهت گرفتن بسته‌ها.

مقایسه بارگیری بسته‌های علوفه در روش سنتی و مکانیزه

دستگاه ساخته شده به منظور بررسی عملی کارکرد و همچنین مقایسه بین قابلیت جمع‌آوری به کمک روش حاضر با روش سنتی، در یک زمین زراعی به کار گرفته شد. با مقایسه اطلاعات موجود در مورد سرعت بارگیری و منابع مورد نیاز در هر یک از روشهای حاضر مقایسه برآورد میزان هکتار زمین بارگیری شده، هزینه و مصرف سوخت در یک روزکاری معادل با ۸ ساعت کارکرد بین این دو روش درنظر گرفته شده است. همچنین حجم بسته‌های علوفه موجود در زمین ۳۳۰ عدد بسته در هکتار درنظر گرفته شده است. جدول ۱مقادیر متناظر را در روش‌های سنتی و مکانیزه نشان می‌دهد.

جدول ۱. مقایسه بارگیری به روش سنتی و مکانیزه در یک روز کاری (۸ ساعت)

	تعداد کارگر(نفر)	برآورد هزینه (ریال)	مصرف سوخت (لیتر)	مساحت بارگیری شده (هکتار)
بارگیری سنتی	۳	۱۶۲۰۰۰۰	۳۳	۲/۶۷
بارگیری مکانیزه	۱	۱۵۹۰۰۰۰	۶۶	۱۵/۵

درصورتیکه مساحت بارگیری شده در روش مکانیزه (۱۵/۵ هکتار)، با روش سنتی بارگیری شود، تفاوت در زمان، نیروی انسانی، هزینه و مصرف سوخت در یک روز بارگیری به روش مکانیزه، با بارگیری همان مساحت به روش سنتی مطابق با جدول ۲ بدست می‌آید.

جدول ۲. مقایسه بارگیری سنتی نسبت به یک روز بارگیری به روش مکانیزه

	زمان بارگیری (روز کاری)	تعداد کارگر (نفر)	برآورد هزینه (ریال)	مصرف سوخت (لیتر)	مساحت بارگیری شده (هکتار)
بارگیری سنتی	۶	۱۸	۹۳۹۶۰۰۰	۱۹۱/۴	۱۵/۵
بارگیری مکانیزه	۱	۱	۱۵۹۰۰۰۰	۶۶	۱۵/۵

با توجه به نتایج بدست آمده، چنین نتیجه گیری می‌شود که حتی با عدم درنظرگیری مشکلات و خطاهای انسانی در روش سنتی و پیامدهای آن، می توان با استفاده از ماشین جمع‌آوری بسته‌های علوفه، با ۱/۶ زمان، ۱/۱۸ تعداد کارگر مورد نیاز، ۱/۶ هزینه و ۱/۳ سوخت اختصاص داده شده در روش سنتی، بسته‌های موجود در یک زمین به مساحت یک هکتار را برای یک چین برداشت انجام داد. همچنین با وجود استفاده از دو عدد تراکتور در روش مکانیزه و دو برابر شدن مصرف سوخت این ماشین‌آلات، برآوردها نشان می دهد که مصرف سوخت در روش مکانیزه ۱/۳ روش سنتی می باشد و در صورت مکانیزه نمودن عملیات بارگیری، حداقل ۸ لیتر سوخت در هر هکتار صرفه‌جویی می‌شود.

نتیجه‌گیری

توسعهٔ فناوری و کاربرد کشاورزی به ویژه پیشرفت مکانیـزاسیـون کشاورزی نیاز به گذار از حالت سنتی به مکانیزه را به وضوح نشان می‌دهد. در این راستا رویکرد جمع‌آوری بسته‌های علوفه مکعبی شکل که در مزارع ایران بسیار متداول می باشند از حالت سنتی به مکانیزه مد نظر قرار گرفت. در مقاله حاضر طراحی و ساخت ماشین خودکار جمع‌آوری بسته‌های علوفه مورد بررسی قرار گرفت. با مطالعه ماشین‌های موجود، طراحی دستگاه حاضر به نحوی صورت گرفت که معایب سیستم‌های گذشته مرتفع شده و راندمان افزایش یابد. از این نظر طراحی این دستگاه صد در صد بومی می‌باشد. سپس با بررسی بارهای اعمالی بر بخش‌های مختلف دستگاه، طراحی جزئی صورت گرفته و نمونه اولیه دستگاه جمع‌آوری بسته‌های علوفه ساخته و با موفقیت به کار گرفته شد. در ادامه مقایسه بین عملکرد دستگاه موجود و روش سنتی صورت گرفت. نتایج نشان می‌دهد که با استفاده از ماشین جمع‌آوری بسته‌های علوفه، با ۱/۶ زمان، ۱/۱۸

تعداد کارگر مورد نیاز، ۱/۶ هزینه و ۱/۳ سوخت اختصاص داده شده در روش سنتی، می‌توان بسته‌های موجود در زمین را جمع‌آوری کرد. سوخت قابل صرفه‌جویی در دید کلان، بسیار قابل ملاحظه بوده و می‌تواند از خروج مقادیر متنابهی ارز از کشور جلوگیری کند.

منابع:

1- www.fao.org
2- United States Patent 4,162,725 Bale Thrower jun. 31, 1979
۳- مدیریت
تراکتور و ماشین‌های کشاورزی – پروفسور دنل‌آر. هانت – ترجمه دکتر منصور بهروزی لار
4- Inventor 10.11 user manual, Autodesk Inc. 2010.

Design and fabrication of automated bale lifter

Abstract

Packing alfalfa into bales is a common practice in conventional agriculture. In Iran, since islands of farming lands are small, packages of cubic bales is so commonplace. In this paper design and fabrication of the cubic bale lifter which can without human interfere lift the bales is discussed. This machine automatically locates the bales and can transmit the bale up to the height of five meters into the adjacent trailer. This provides the easy arrangement of the bales in the trailer. The power is supplied by Tractor hydraulic power unit and it keeps its maneuverability in both small farm islands and vast extended farms. After basic and detailed design of the components, a blueprint was fabricated and applied in a farm to lift the bales. Comparing lifting bales by workers and machine it was revealed that apart from all risks that lifting bales by human can provide, lifting bales by machine can save time by 1/6, workers by 1/18, cost by 1/6 and fuel by 1/3 in transmitting same amount of bales.

Keywords: bale, baler, collecting, agricultural mechanism