طراحی، ساخت و ارزیابی سامانه برداشت دقیق گیاهان دارویی

علی صائبی[۱] سعید مینایی[۱] علیرضا مهدویان[۱] محمد تقی عبادی[۲]
۱-گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس
۲-گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس
نویسنده مسئول:minaee@modares.ac.ir

چکیده:
به منظور بررسی تاثیر ارتفاع برداشت و عملکرد سرشاخه گیاه دارویی زوفا، تحقیقی در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد که فاکتورهای اصلی شامل چهار ارتفاع برداشت ۱۵، ۲۵ و ۳۵ سانتی‌متر از بالاترین قسمت گیاه و برداشت کامل(کف) بود. در ابتدا تاریخچه‌ای از پژوهش‌های مرتبط به برداشت مورد بررسی قرار گرفت. در ادامه مکانیزم برداشت پیشنهادی، ابعاد و ساختار آن با توجه به ردیف‌های کشت شده الگوبرداری شد. سامانه مورد نظر از دو قسمت، مشتمل بر شاسی و قسمت لولایی مربوط به شانه برش، تشکیل شده است. برای کنترل حرکت لولایی از یک استپرموتور برای ایجاد ارتفاع دقیق استفاده شد. بمنظور ارزیابی سامانه دو پارامتر مقدار گیاه خشک و تر گیاه برداشت شده مورد بررسی قرار گرفتند. باتوجه به اهمیت گیاه دارویی و عدم توزیع یکنواخت مواد موثره در ارتفاع‌های مختلف از پیکره گیاه، ارتفاع بعنوان ویژگی مهم هدف پژوهش درنظر گرفته شد. نتایج نشان از معناداری تفاوت وزن‌ها بین تیمارهای مختلف و کاربرد مثبت سامانه در عملیات برداشت این گیاه دارویی بود.

کلمات کلیدی: برداشت دقیق، گیاه دارویی، ارتفاع گیاه

Design, Development and Evaluation of a Precision Harvesting Machine for Medicinal Plants

A., Saebi[1], S., Minaei[1], A.R., Mahdavian[1], M.T., Ebadi[2]

1- Biosystems Engineering Department, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
2- Horticulture Department, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
Corresponding Author: minaee@modares.ac.ir

ABSTRACT

In order to investigate the effect of harvest height and yield of Hyssop plant, a randomized complete block design with three replications was used. The main factors consisted of four harvesting heights of 15, 25 and 35 cm from the highest part of the plant and full harvest (floor). Initially, a history of research related to harvesting was studied. In the following, the suggested harvesting mechanism, its dimensions and structure were modeled according to the crop rows. The system consists of two parts, consisting of the chassis and the hinged part of the shoulder of the cutting. To control the hinged movement, a stepper motor was used to create precise height. In order to evaluate the system of two parameters, the amount of dry and wet plants of the harvested plant were examined. Due to the importance of the medicinal plant and the lack of uniform distribution of effective materials at different heights of the plant, height was considered as an important feature of the research purpose. The results showed a significant difference in weights between different treatments and positive application of the system in the harvesting operation of this medicinal plant.

Keywords: Precision Harvesting, Medicinal Plants, Plant height

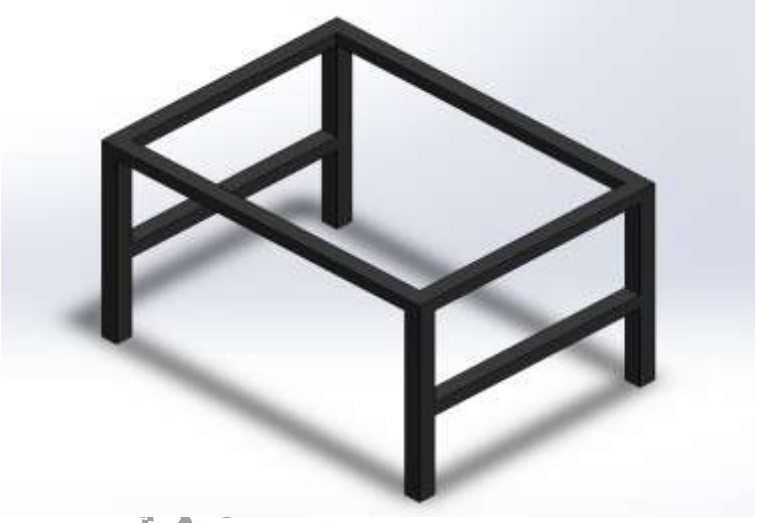
مقدمه

در فرآیند تولید و بهره‌برداری از گیاهان دارویی، برداشت محصول، از حساس‌ترین و در عین حال پرهزینه‌ترین مراحل است (Kaminski et al.,1965)، زیرا نتیجه سرمایه‌گذاری برای تولید محصول در طول یک فصل زراعی در این مرحله حاصل می‌شود. وجود هرگونه عامل محدودکننده در این مرحله می‌تواند بر میزان تولید محصول تاثیر بگذارد. برهمین اساس دستیابی به حداکثر میزان تولید بدون توجه به این عملیات و بهینه‌سازی آن ممکن نیست. در مبحث کشاورزی دقیق و کاهش ضایعات به کمک تکنولوژی‌های پیشرفته مورد استفاده در کشاورزی امکان اعمال اقدامات زراعی دقیق و به‌هنگام در مکان خاص خود فراهم می‌آید لذا از اتلاف نهاده ها و... جلوگیری شده و رشد محصول یکنواخت و متعادل انجام

می‌گیرد (Srinivasan, 2006). بمنظور بهبود عملیات برداشت و مکانیزه نمودن آن، استفاده از ماشین‌ها و تجهیزات مناسب ضروری است. در این زمینه ماشین‌ها و ادوات متنوعی در دسترس است. از آن‌جا که بخش اعظم تلفات محصول در هنگام برداشت با کمباین، در قسمت سکوی برداشت آن رخ می‌دهد ، کنترل خودکار ارتفاع سکوی برداشت به دلیل به‌همراه داشتن مزایای دیگر، بیشتر از سایر بخش‌ها مورد توجه بوده است (منصوری راد، ۱۳۷۲). با توجه به بررسی‌های انجام گرفته در مورد مهم‌ترین تحقیقات صورت پذیرفته در مورد تنظیم ارتفاع برش در ماشین‌های برداشت کشاورزی، و لزوم توجه به برداشت در گیاهان ارزشمند دارویی می‌توان عنوان کرد که خلا پژوهشی در زمینه برداشت این گیاهان بشدت احساس می‌شود. علاوه بر توجه به فراهم ساختن سازوکاری بمنظور تنظیم ارتفاع برش در مورد این گیاهان، لزوم توجه به برداشت دقیق (برداشت سرشاخه) بمنظور حاصل شدن برداشتی با کمترین ضایعات و بیشترین بازده از مواد موثره گیاه، مورد توجه است.

مواد و روش

طرح کشت در قالب بلوک‌های کامل تصادفی طرح‌ریزی و شامل چهار ارتفاع برداشت ۱۵، ۲۵ و ۳۵ سانتی‌متر و صفر(کف) بود. در اوایل زمستان ۱۳۹۶ زمین مورد نظر آماده شده و پس از دیسک‌زنی و ماله‌کشی عملیات کشت انجام گردید. هر بلوک شامل نوارهایی از گیاه کشت شده به طول ۶ متر و عرض ۵۰ سانتی‌متر را شامل می‌شد. بلوک‌ها در ابعاد ۶×۳ مترمربع آماده گردید. در طراحی شاسی سعی برآن شد تا از فاصله ردیف‌ها در مزرعه الگوبرداری شود در نتیجه عرض شانه برش به مقدار ۵۰ سانتی‌متر انتخاب گردید (شکل۱).



شکل۱- شاسی اصلی دستگاه

Figure 1. The main chassis of the machine

دلیل اصلی انتخاب این عرض از شانه امکان بررسی دقیق و تحلیل بهتر ارتفاع‌های مختلف در همه بلوک‌ها بود. در انتخاب سیستم برش با توجه به وجود انواع روش‌های قطع ساقه نظیر دورگر شانه‌ای، دروگر بشقابی و حتی قطع کن چمن مورد بررسی قرار گرفت. انتخاب مکانیزم برش با توجه به محدودیت ابعادی و همچنین با در نظر گرفتن روش مرسوم برداشت (دستی یا مکانیزم دوتیغ‌های کمباین‌های تجاری) از نوع شانه برش رفت و برگشتی انتخاب شد. این مکانیزم امکان نزدیک شدن و مقایسه نتایج با فرآیند برداشت مرسوم گیاه دارویی را فراهم آورد. در مبحث انتخاب و طراحی مکانیزم اندازه‌گیری و کنترل فاصله، ایده‌ها و کارهایی انجام گرفته بود که سعی شد با الهام گرفتن از آن‌ها مکانیزم شانه برش بنحوی طراحی شود که مناسب برداشت سرشاخه گیاهان دارویی باشد. ایده‌های موجود شامل تنظیم ارتفاع برش از زمین بوسیله حسگر فراصوت (Bettencourt et al., 1983)، استفاده از سیستم نیوماتیکی یا پنوماتیکی برای تامین نیروی بالابری شانه برش با شاخص قرار دادن چرخ زمین گرد (Panoushek et al., 1995) بود، اما تحقیقات انجام گرفته هیچ کدام امکان دسترسی و برداشت دقیق سرشاخه را تامین نمی‌کرد. لذا بر آن شدیم تا شانه برشی با قابلیت تامین ارتفاع‌های مختلف به کمک حسگر فاصله سنج طراحی شود. حسگر فاصله‌سنج با جایگیری در قسمت فوقانی و با ارسال سیگنال، بالاترین قسمت گیاه را کشف و با دریافت موج فراصوت تابانده شده بوسیله سنسور، به عملگر سامانه که یک استپرموتور است فرمان داده و موتور با تامین تعداد استپ دقیق ارتفاع مناسب را اعمال می‌کند. برای تامین نیروی رفت و برگشتی شانه، از نیروی الکتروموتور استفاده شد. حرکت دورانی موتور با انجام محاسبات لازم به نیروی رفت و برگشتی تبدیل و به کمک پولی‌های متناسب، به شانه دروگر منتقل شد (شکل۲).

شکل۲- مکانیزم تبدیل حرکت دورانی به رفت و برگشتی

Figure 2. Rotational motion mechanism into Reciprocating motion

با در نظر گرفتن این نکته که شانه برش همواره می‌بایست در بالاترین ارتفاع قرار داشته و مزاحمتی برای عبور از روی ردیف‌های کشت و بخش‌های بجامانده از عمل برداشت دقیق ایجاد ننماید، این قسمت (شانه برش) در جلوی دستگاه و بصورت لولا شده به شاسی دستگاه طراحی و اجرا شد (شکل ۳). از دیگر نکات قابل توجه در بخش شانه برش، در نظر گرفتن وزن روی شاسی بود. در ساخت این قسمت سعی شد تا حد ممکن از آهن توخالی با مقاومت زیاد استفاده شود تا نیازی به انتخاب استپرموتور و سامانه بالابرنده با توان زیاد نباشد.

یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم (کشاورزی) و مکانیزاسیون ایران

شکل۳- مکانیزم لولایی

Figure 3. Hinge mechanism

در پایان و برای جمع‌آوری و هدایت بهتر محصول دروشده و بمنظور تکمیل مکانیزم برش و هدایت بهتر محصول به دهانه برش از یک چرخ فلک دوار برای جلوگیری از پرتاب شدن آن به اطراف، و نوار نقاله‌ای برای انتقال بهتر محصول به محفظه ذخیره‌سازی استفاده شد.

شکل۴- مکانیزم چرخ و فلک و نوار نقاله جمع آوری

Figure 4. Carousel mechanism and conveyor collector

نتایج و بحث

نتایج مربوط به ایده‌های موجود و موارد برگزیده شده مربوط به این تحقیق نشان داد که شاسی طراحی شده امکان پشتیبانی از همه اجزای بکار رفته در سامانه را داشت. از طرفی شاسی امکان حرکت راحت سامانه در بین ردیف‌های کشت و امکان برداشت دقیق بلوک‌ها را فراهم می‌کرد. بررسی‌های انجام گرفته در مورد انتخاب سیستم برش نشان داد که، دروگر رفت و برگشتی بهترین انتخاب برای برداشت این نوع گیاهان است بدین صورت که علاوه بر نداشتن شیره در هنگام برداشت گیاه، دروگرهای شانه‌ای محصول را بطور متوسط در سرعت‌های پایین ۱/۵ تا ۳ متر بر ثانیه می‌برند (منصوری راد، ۱۳۷۲).

در طراحی سعی شد فکری برای محصول پس از برداشت شود تا از تلفات پس از برداشت تا حد امکان کاسته شود. بهترین گزینه نگهداری محصول در محفظه محفوظ خواهد بود، پس نیاز به سیستم انتقال دهنده‌ای، برای هدایت محصول به جعبه نگهداری بود. استفاده توام از چرخ فلک و نوار نقاله، افزون بر کنترل و هدایت محصول بریده شده به محفظه نگهداری، این امکان را هم فراهم کرد تا نگرانی درمورد ایجاد تلفات در فرایند برداشت به حداقل برسد.

یکی از مهترین بخش‌های طراحی مربوط به انتخاب سیستم بالابرنده و تنظیم ارتفاع سامانه بود. با بررسی همه منابع بهترین موارد در نظر گرفته شد. حسگر فاصله‌سنج با قرارگیری در بالای شانه برش امکان بررسی ارتفاع‌ها، دریافت پاسخ مناسب و ارسال آن به عمگر سامانه (استپرموتور) را با کشف نقطه مورد نظر از گیاه و ارسال دستور برای تنظیم تعداد استپ‌های استپرموتور را فراهم کرد و باعث قرارگیری شانه برش در ارتفاع مطلوب شد. مبحث ارتفاع در گیاهان دارویی با توجه به اهمیت و تجاری بودن قسمت سرشاخه هم از نظر جوان‌تر بودن سرشاخه‌ها نسبت به بخش‌های دیگر گیاه، هم از نظر خلوص بیشتر و هم از نظر کمتر بودن مقدار شاخه‌های خشبی گیاه از اهمیت بسیاری در صنایع داروسازی و مصارف بهداشتی برخوردار است.

در پایان نتایج مربوط به بررسی میزان گیاه تر و خشک حاصل از روش برداشت دقیق در قالب جدول تجزیه واریانس به شرح زیر بود.

جدول۱- نتایج تجزیه واریانس

Table 1. Analysis of variance.

Mean Square		df	Source
Dry weight	Fresh weight		
5857.51^{ns}	63757.59^{ns}	2	Block
160540.19^{*}	2030937.99^{*}	6	Heights
27406.92	296801.7	12	Error
32.39%	34.65%	C.V	

*- significant
ns - Not significant
$r^2 = 0.75$

نتیجه‌گیری

در پایان نتایج مربوط به اوزان تر و خشک حاصل از برداشت در ارتفاع‌های مختلف، بوسیله نرم افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و میانگین داده‌ها با آزمون دانکن مقایسه شد. همانطور که از جدول۱ قابل مشاهده است، نتایج نشان‌دهنده معنی‌دار نشدن بلوک‌ها بود که آن به معنی یکنواختی طرح آزمایش و یکسان بودن تکرارها از نظر آماری است. از طرفی تفاوت معنی‌داری در سطح آماری ۵ درصد در اوزان تر و خشک حاصل از برداشت در ارتفاع‌های مختلف مشاهده شد. از سویی آزمایش‌های انجام شده نشان داد که میزان خلوص و مواد موثره موجود در ارتفاع‌های مختلف گیاه متفاوت بوده و لذا عملیات برداشت دقیق می‌تواند به اهداف خود که برداشت بخش‌هایی از گیاه با بیشترین خلوص از یک ماده مشخص می‌باشد، نزدیک شود.

مراجع

-Bettencourt, Darryl G., and Akos I. Szoboszlay. (1983). "Height control for agricultural machine." U.S. Patent 4,414,792, issued November 15.

-Kaminski, T. L., & Zoerb, G. C. (1965). Automatic header-height control for grain crops. Transactions of the ASAE, 8(2), 284-0287.

-Kerber, Dathan R., Orlin W. Johnson, Robert D. Week, Richard E. Benson, John L. VandeWiele, and James R. Lucas. (1980). "Floating cutterbar header and height control." U.S. Patent 4,227,363, issued October 14.

-Mansouri rad, D. (1993). Tractors and agricultural machinery (first edition ed. Vol. 2): Department of agricultural machinery, Bo Ali Sina University, Iran.(persian)

-Omidbeigi, R .(1997). Approarches to Production and processing of medicinal plants (first edition ed. Vol. 2): Department of Horticulture, Tarbiat Modares University, Iran.(persian)

-Panoushek, Dale W., and Jeffrey S. Milender. (1995). "Combine head raise and lower rate control." U.S. Patent 5,455,769, issued October 3.

-Srinivasan, A. (2006). Precision agriculture: an overview. In Handbook of Precision Agriculture (pp. 33-48). CRC Press.

یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم (ماشین‌های کشاورزی) و مکانیزاسیون ایران