

طراحی، ساخت و ارزیابی ماشین برداشت گلبرگ گیاه گلرنگ

ندا ریسی جعفرآبادی^۱، بابک بهشتی^{۲*} و هومن شریف‌نسب^۳

۱ و ۲- به ترتیب: دانشجوی کارشناسی ارشد؛ و استادیار گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشکده علوم کشاورزی و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران
۳- استادیار موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، کرج، ایران
تاریخ دریافت: ۹۸/۳/۱۳؛ تاریخ پذیرش: ۹۸/۱۰/۱۸

چکیده

گلرنگ گیاهی سازگار با مناطق خشک و نیمه خشک است که برای بهره‌گیری از دانه و گلبرگ آن کشت می‌شود. در این تحقیق، توان و میزان مکش برای ساخت دستگاه برداشت گلبرگ گیاه گلرنگ محاسبه شده است. این دستگاه شامل تیغه برش، موتور مکش، لوله خرطومی، جعبه نگهدارنده موتور و کیسه، موتور برق و شناسی به منظور حرکت از میان بوته‌هاست. به منظور ارزیابی ماشین برداشت گیاه گلرنگ، آزمونی با طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار با رقم گلدشت اجرا شد. تیمارهای انتخابی شامل میزان مکش هوا (در سه سطح ۱، ۲، و ۳) به ترتیب با سرعت هوای ۱۹ متر بر ثانیه و دور موتور ۳۵۰۰ RPM (کم)، با سرعت هوای ۲۵ متر بر ثانیه و دور موتور ۴۰۰۰ RPM (متوسط)، و با سرعت هوای ۳۶ متر بر ثانیه و دور موتور ۴۸۰۰ RPM (زیاد) و برداشت با دست با کارگر (شاهد) بود. نتایج بررسی‌ها نشان داد که مدت (زمان) برداشت در سه سطح مکش در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌دار دارند و کمترین آن مربوط به مکش ۳ و بیشترین آن مربوط به برداشت دستی است. از دیگر فاکتورهای مورد بررسی ریزش گلبرگ به هنگام برداشت بود که در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. استفاده از دستگاه باعث شد تا میزان ریزش نسبت به برداشت دستی در مکش اول تا ۷۹/۱ درصد، در مکش دوم تا ۹۳/۰۹ درصد و در مکش سوم تا ۹۴/۹۳ درصد بهبود یابد. این دستگاه می‌تواند با ۸ ساعت کار در روز بین ۳ تا ۴ کیلوگرم گلبرگ گلرنگ را جمع‌آوری کند.

واژه‌های کلیدی

دستگاه برداشت، سنجش، گل، محاسبه

مقدمه

گلرنگ محصولی است چندمنظوره که عمدتاً برای تولید روغن‌های خوراکی با کیفیت بالا و غنی از اسیدهای غیراشباع به طور گسترده در مناطق خشک و نیمه خشک جهان کشت می‌شود (Kizil *et al.*, 2008).

دانه‌های روغنی منبع مهمی برای تغذیه انسان به شمار می‌آیند. گلرنگ^۱ بعد از سویا^۲، بادام زمینی^۳، کلزا^۴، آفتابگردان^۵، کنجد^۶، برزک^۷ و کرچک^۸ هشتمین گیاه دانه روغنی مهم دنیا به شمار می‌آید

کشت گلرنگ به عنوان یک گیاه دانه روغنی در

(Shiravand & Majidi, 2014).

<http://doi: 10.22092/erams.2020.126556.1317>

Email: beheshti-b@srbiau.ac.ir

*نگارنده مسئول:

1- *Carthamus tinctorius* L.
3- *Arachis hypogaea*
5- *Helianthus annuus*
7- *Linum usitatissimum*

2- *Glycine max*
4- *Arachis hypogaea*
6- *Sesamus indicum*
8- *Ricinus communis*

تا ۴۵۰ گرم گلبزرگ جمع‌آوری کند. مقدار جمع‌آوری گلرنگ با دست از همان گونه‌های خاردار زرد رنگ فقط ۲۰۰ تا ۲۵۰ گرم در روز است. ۲- برداشت‌کننده موتوری احتراق داخلی که تفاوت آن با مدل باتری‌دار در این است که به جای موتور الکتریکی از موتور بنزینی استفاده شده است و همزمان تعداد نفرات بیشتری می‌توانند از آن استفاده کنند. داده‌های جمع‌آوری شده از این مدل برداشت‌کننده نشان می‌دهد که این ماشین می‌تواند بین ۳/۵ تا ۴ کیلوگرم گلرنگ در روز جمع‌آوری کند و مساحت حدود ۱۵۰ مترمربع در روز را پوشش دهد (Rajanvashi, 2004).

در تحقیقی، دستگاه برداشت گل گاوزبان ساخته شد که سازوکار آن برگرفته از الگوی کار جاروبرقی بود با این تفاوت که از موتور احتراق داخلی به جای موتور برقی استفاده می‌شد. پس از ساخت، به منظور ارزیابی ماشین و تعیین میزان کارایی آن، ماشین در شرایط مزرعه‌ای مختلف آزمایش و ارزیابی شد. نتایج به‌دست آمده حاکی از افزایش میزان برداشت محصول در روز (تا ۳/۵ درصد) و کاهش آسیب‌های وارده به گل (حدود ۵ درصد) در مقایسه با برداشت دستی بود (Ranji *et al.*, 2015).

در تحقیقی، رفتار بذر تحت تاثیر شرایط مکش در زمان برداشت با دستگاه، به صورت تجربی و نظری، بررسی و ارزیابی شد. پارامترهای مورد ارزیابی شامل پارامترهای تاثیرگذار بر رفتار دینامیک سیالاتی دانه‌های بذر بود که از میان آنها می‌توان به فاصله بذرها از نازل مکش، ابعاد و اندازه‌های نازل مکش، ابعاد و اندازه‌های دانه‌های بذر و نحوه پراکندگی بذرها اشاره کرد. در این آزمایش محدوده تغییرات فشار از صفر تا ۸۰ کیلو پاسکال بود. نتایج

ایران از سال ۱۳۳۶ خورشیدی شروع شد و سطح زیر کشت آن در سال‌های ۱۳۵۰ تا ۱۳۵۱ خورشیدی به حداکثر رسید ولی پس از آن مرتباً کاهش یافته است (Matbo-Sobhani, 2003).

گلرنگ گیاهی یک‌ساله، علفی و خودگرده‌افشان است. ارتفاع بوته در حدود ۳۰ تا ۱۵۰ سانتی‌متر است و انتهای هر شاخه به یک گل مرکب به صورت طبق با گل‌هایی به رنگ زرد، نارنجی و قرمز ختم می‌شود. هر شاخه می‌تواند به یک تا پنج طبق ختم شود؛ هر طبق ۱۵ تا ۲۰ دانه در خود جای می‌دهد (Paseban-Eslam, 2016).

از دیگر موارد مصرف گلرنگ در رنگ‌آمیزی مواد غذایی و دارو در کشورهای آسیای شرقی است. گلرنگ منبع بسیار مفید رنگ طبیعی زرد و قرمز است (Man-Ho *et al.*, 2000).

گل‌های گلرنگ در تابستان، وقتی که رنگ گل‌ها از زرد به قرمز تغییر می‌یابد، برداشت می‌شوند. در ایران، اولین گل‌ها اوایل تابستان ظاهر می‌شوند و مدت ۳۵ تا ۴۰ روز روی گیاه باقی می‌مانند (Matbo-Sobhani., 2003).

در تحقیقی، دستگاه نیوماتیک برداشت گل از گیاه گلرنگ طراحی و ساخته شد که از یک موتور، فن دیفیوزر، مخزن، خرطوم و مخروط ورودی تشکیل شده بود. دستگاه با نیروی مکش کار می‌کرد و هیچ گونه صدمه‌ای به دانه‌های روغنی گیاه وارد نمی‌کرد، و تیغه برای برش گلبزرگ نداشت (Azimi *et al.*, 2011).

در موسسه تحقیقات کشاورزی نیمبکار در هندوستان^۱ (NARI) دو نمونه ماشین جمع‌آوری گلبزرگ گلرنگ ساخته شد: ۱- برداشت‌کننده با انرژی باتری که به صورت کوله‌پشتی است. با این دستگاه هر فرد می‌تواند طی شش ساعت بین ۴۰۰

مناسبی دارد و جمع‌آوری گل با مکیدن آن به مخزن، اتلاف زمان را بسیار کم می‌کند. بنابراین، استفاده از تیغه‌های رفت و برگشتی برای برش آسان گلبرگ‌ها به منظور برداشت آسان‌تر و همچنین مکش همزمان گلبرگ‌های بریده شده برای جلوگیری از ریزش گلبرگ‌ها برای اولین بار در کشور برای دستگاه برداشت گلبرگ گیاه گلرنگ استفاده می‌شود. همچنین معلوم شد حرکت دادن این دستگاه روی زمین، نسبت به نمونه‌های مشابه ساخته شده، آسان‌تر است.

هدف از این تحقیق طراحی، ساخت و ارزیابی دستگاه برداشت گلبرگ گیاه گلرنگ با استفاده از تیغه‌های رفت و برگشتی و مکش است.

مواد و روش‌ها

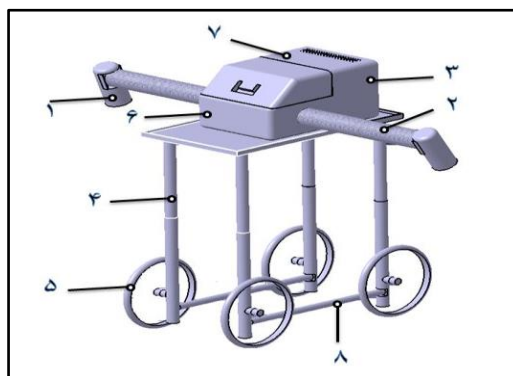
با توجه به شکل نامنظم قرارگیری گل‌ها روی بوته‌های گلرنگ، شکل و نوع گلبرگ‌ها و همچنین سفت شدن گلبرگ‌ها در ساعات گرم روز، استفاده از تیغه برش و نیروی مکش بهترین گزینه برای استفاده در ماشین برداشت گلبرگ گیاه گلرنگ تشخیص داده شد.

در ابتدا با استفاده از نرم‌افزار Catia نسخه V5R21 طرح اولیه دستگاه رسم شد که در شکل ۱ نشان داده شده است.

بررسی‌ها نشان داد که با افزایش میزان فشار مکش بیشتر از ۲۰ کیلو پاسکال، حداکثر فاصله برداشت بذرها از نازل برای حالت‌های مختلف مورد بررسی تغییر محسوسی نمی‌کند (Guarella *et al.*, 1996).

در تحقیقی، دستگاه برداشت گل محمدی قابل حمل با کارگر طراحی، ساخته و ارزیابی شد. اجزای دستگاه شامل قسمت‌های مختلفی بود: موتور مکنده که بر اساس آزمایش‌های تجربی ساخته شد، قسمت لوله ورودی و مکنده گل که زیر آن یک قیچی برای قطع کردن گل تعبیه شده بود. این دستگاه با شاسی کوله‌پشتی دار بر پشت کارگر قرار می‌گرفت. وزن کل دستگاه ۱۵ کیلوگرم بود (Roostapoor, 2017). در تحقیقی دیگر به بررسی، ساخت و ارزیابی یک دستگاه جدید برای برداشت گل زعفران پرداخته شد. این دستگاه از بخش‌های نیوماتیکی، بخش قابلیت تشخیص گل با استفاده از سیستم چشمی و بخش گیره جداکننده ساخته شده بود. نتایج بررسی‌ها نشان داد که توانایی تشخیص محصول توسط دستگاه و روش برداشت محصول با گیره و میزان فشار برای مکش می‌تواند اثرهای بالایی بر راندمان برداشت محصول داشته باشد (Antonelli *et al.*, 2011).

با توجه به مرور منابع، مشخص می‌شود که روش برش گل گیاه با استفاده از تیغه ماشین بازده



شکل ۱- طرح اولیه دستگاه

Fig. 1- The basic design of the machine

رابطه ۲ استفاده شد و مقدار آن ۰/۰۵۴ کیلوگرم بر ثانیه به دست آمد (Safari., 2000):

$$Q' = \rho * Q \quad (2)$$

افت ناشی از شتاب

با ورود مواد جامد به جریان هوا، سرعت آنها زیاد می‌شود تا به سرعت حد می‌رسد. این عمل نیاز به یک افت فشار اضافی (ΔP_a) بر حسب پاسکال دارد که از رابطه ۳ با توجه به پارامترهای جرم مخصوص هوا (ρ) با مقدار ۱/۲ کیلوگرم بر مترمکعب، سرعت جامدات (C) بر حسب متر بر ثانیه، سرعت جریان هوا (V) بر حسب متر بر ثانیه و نسبت جریان جرمی (ϕ_m) بدون بعد محاسبه شد و مقدار آن ۰/۱۹۰ پاسکال به دست آمد (Srivastava et al., 1993):

$$\Delta P_a = \phi_m V \rho C \quad (3)$$

نسبت جریان جرمی (ϕ_m)، از تقسیم شدت جریان جرمی جامد بر حسب کیلوگرم بر ثانیه بر شدت جریان جرمی سیال بر حسب کیلوگرم بر ثانیه به دست می‌آید.

افت ناشی از بلند کردن جامدات

این افت (ΔP_g) شاخص تغییر انرژی پتانسیل جامد در بالارفتن آن به ارتفاع مورد نظر بر حسب پاسکال است و با پارامترهای جرم مخصوص جامد در هنگام انتقال (ρ^*) بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب، ارتفاع بلند شدن مورد نظر جامد (Δz) بر حسب متر و شتاب جاذبه (g) بر حسب متر بر مجذور ثانیه از رابطه ۴ محاسبه می‌شود اما با توجه به اینکه گلببرگ بریده شده حرکت عمودی ندارد و در ارتفاع منتقل نمی‌شود، مقدار آن صفر است

ماشین برداشت ساخته شده شامل قسمت‌های زیر است:

- ۱- تیغه برش، ۲- لوله خرطومی، ۳- جعبه قرارگیری موتور و کیسه، ۴- شاسی، ۵- چرخ حمل در مزرعه، ۶- کیسه جمع آوری گلببرگ، ۷- موتور و ۸- میله اتصال پایه

تیغه‌ای که در این دستگاه به منظور برش گلببرگ گلرنگ استفاده شد، مربوط به دستگاه چمنزن پاور پلاس مدل POWXG2032 ساخت بلژیک با سرعت دورانی ۱۰۰۰ دور بر دقیقه است و فاصله بین تیغه‌ها ۸ میلی‌متر است. با اضافه کردن یک آداپتور تغییر ولتاژ، این تیغه‌ها هم به صورت شارژی با ولتاژ DC ۷/۲ ولت، و هم با ولتاژ AC ۲۲۰ ولت کار می‌کنند. برای طراحی سیستم بادی، نیاز خواهد بود توان مورد نیاز موتور مکنده، سرعت هوا، حجم هوا و افت فشار کل تعیین شود (Srivastava et al., 1993). بنابراین در ابتدا به محاسبه افت فشار پرداخته می‌شود.

محاسبه دبی

اگر سرعت جریان هوا (V) بر حسب متر بر ثانیه و سطح مقطع لوله (A) بر حسب مترمربع باشد، دبی هوا (Q) از رابطه ۱ بر حسب مترمکعب بر ثانیه محاسبه شد و مقدار آن ۰/۰۴۵۲۱۶ مترمکعب بر ثانیه به دست آمد (Safari, 2000):

$$Q = V \times A \quad (1)$$

محاسبه مقدار جریان جرمی هوا

برای محاسبه مقدار جریان جرمی (Q') بر حسب کیلوگرم بر ثانیه از حاصل ضرب جرم مخصوص هوا (ρ) که مقدار آن ۱/۲ کیلوگرم بر مترمکعب بود در دبی هوا (Q) بر حسب مترمکعب بر ثانیه مطابق

(Srivastava et al., 1993) پاسکال به دست آمد. ۱۴۱۲/۱۹
:al., 1993)

$$\Delta p_L = \lambda_L \frac{\rho}{2} V^2 \frac{L}{D} \quad (7)$$

برای جریان متلاطم، با توجه به عدد رینولد که طبق محاسبه ۱۷۲۸۰۰ به دست آمد، از رابطه ۸ برای تعیین ضریب مقاومت هوا (λ_L) بدون بعد می‌توان استفاده کرد که در آن (Re) عدد رینولد است و مقدار ضریب مقاومت هوا ۰/۰۱۶۱۴۳ به دست آمد (Srivastava et al., 1993):

$$\frac{\lambda_L}{4} = 0.0014 + 0.125Re^{-0.32} \quad (8)$$

افت فشار ناشی از زانوها

با گذر مخلوط هوا و جامد از زانو، مقداری انرژی به سبب اصطکاک هوا و جامد با جدار زانو تلف می‌شود. بر اثر این اصطکاک، سرعت جامد کاهش می‌یابد و از این‌رو مقدار انرژی اضافی لازم است تا آنها را به سرعت اولیه برساند. افت فشار ناشی از زانوها (ΔP_b) برای هوای تنها را می‌توان از طول معادل زانو محاسبه کرد. طول معادلی از مسیر را که در لوله‌های مستقیم ایجاد افت فشار می‌کند (L_{eq}) بر حسب متر محاسبه می‌کنند که با در نظر گرفتن ضریب افت در اتصالات (K) به میزان ۰/۹ (Srivastava et al., 1993) و بقیه پارامترهایی که قبلاً تعریف شده‌اند، مقدار ۲/۲۳ متر از رابطه ۹ به دست آمد و برای سه زانویی مقدار نهایی آن ۶/۶۹ خواهد شد.

$$L_{eq} = \frac{KD}{\lambda_L} \quad (9)$$

(Srivastava et al., 1993).

$$\Delta p_g = \rho^* g \Delta z \quad (4)$$

تعیین ضریب اصطکاک

ضریب اصطکاک (λ_s) بدون بعد از رابطه ۵ محاسبه شد که در آن شتاب جاذبه (g) بر حسب متر بر مجذور ثانیه، سرعت جامدات (C) بر حسب متر بر ثانیه و قطر لوله (D) بر حسب متر است. مقدار این ضریب ۰/۰۰۸۱ به دست آمد (Srivastava et al., 1993):

$$\lambda_s = \frac{0.0285\sqrt{gD}}{c} \quad (5)$$

افت فشار به سبب اصطکاک مواد

این افت (ΔP_s) بر حسب پاسکال بیان می‌شود و ناشی از برخورد ذرات جامد به یکدیگر و اصطکاک آنها با جدار لوله‌هاست و مطابق رابطه ۶ محاسبه می‌شود که در این رابطه طول مسیر یا طول لوله انتقال (L) بر حسب متر و بقیه پارامترها در رابطه‌های قبلی تعریف شده‌اند. مقدار افت فشار، پس از محاسبه، ۱/۴۱۷ pa به دست آمد (Srivastava et al., 1993):

$$\Delta p_s = \phi_m \lambda_s \frac{\rho}{2} V^2 \frac{L}{D} \quad (6)$$

افت فشار در لوله‌ها

افت فشار در لوله یا افت فشار خط (ΔP_L) فقط ناشی از جریان هوا در لوله‌های انتقال است. این افت از رابطه ۷ محاسبه شد. در این رابطه، ضریب مقاومت هوا (λ_L) بدون بعد است و بقیه پارامترها در رابطه‌های قبلی تعریف شده‌اند. مقدار این افت

با توجه به اینکه طول خرطومی‌ها ۴۵۰ سانتی‌متر و تعداد آنها سه دستگاه در نظر گرفته شده است، توان مورد نیاز دستگاه ۷۹۴/۲۵ وات به دست آمد.

انتخاب موتور مورد نیاز

برای انتخاب مقدار مکش مورد نیاز برای جمع‌آوری گلبرگ گیاه گلرنگ، در مرحله اول سرعت حد گلبرگ در هوا تعیین شد. برای اجرای آزمایش، گلبرگ گلرنگ روی توری درون کانال هوا، هنگامی که هوا از پایین به بالا دمیده نمی‌شد، قرار داده شد. سرعت دورانی دمنده با تغییردهنده فرکانس (اینورتر)، افزایش داده شد تا محصول درون کانال هوا به حالت معلق برسد. سرعت هوا در این لحظه، سرعت حد جسم در نظر گرفته شد. سرعت حد اندازه‌گیری شده گلبرگ ۲/۲ متر بر ثانیه ثبت گردید.

با استفاده از دستگاه سرعت‌سنج هوا مدل testo 425 ساخت آلمان، بیشترین میزان سرعت جریان هوای تولید شده با موتور اندازه‌گیری شد. شکل ۲، دستگاه سرعت‌سنج هوا را نشان می‌دهد.

افت فشار ناشی از زانوها از رابطه ۱۰ محاسبه شد که پارامترهای آن قبلاً تعریف شده‌اند و مقدار آن، ۲۰۹۹ پاسکال به دست آمد.

$$\Delta P_b = \frac{\Delta P_L}{L} * L_{eq} \quad (10)$$

محاسبه توان مورد نیاز

برای محاسبه توان مورد نیاز موتور، به تعیین افت فشار کل (ΔP_T) نیاز است که از رابطه ۱۱ افت فشار کل با توجه به پارامترهای تعریف شده قبلی محاسبه شد (Srivastava *et al.*, 1993) و مقدار آن ۳۵۱۳/۲۵ پاسکال به دست آمد. توان مورد نیاز (P) بر حسب وات با در نظر گرفتن بازده کاری مکنده (η_b) به میزان ۶۰ درصد از رابطه ۱۲ محاسبه شد که در آن دبی هوا (Q) بر حسب مترمکعب بر ثانیه است و مقدار توان ۲۶۴/۷۵ وات به دست آمد (Safari, 2000).

$$\Delta P_T = \Delta P_a + \Delta P_g \Delta P_s + \Delta P_L + \Delta P_b \quad (11)$$

$$P = \Delta P_T * \frac{Q}{\eta_b} \quad (12)$$



شکل ۲- دستگاه سرعت‌سنج هوا

Fig. 2- Air Speedometer

محسوب می‌شود. انتخاب لوله با قطر بیشتر باعث افزایش وزن قسمت برداشت‌کننده محصول و موجب خستگی زودتر کاربر می‌شود و برای اینکه کاربر بتواند تا شعاع بیشتر از دستگاه استفاده کند، طول خرطومی ۴۵۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد.

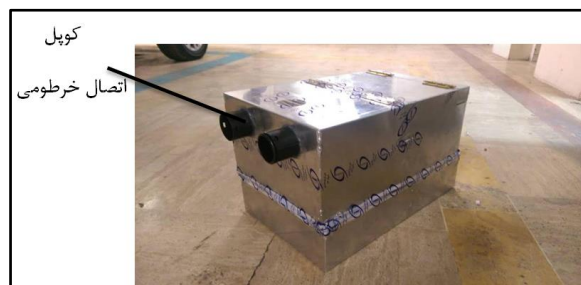
جعبه نگهدارنده موتور مکش و کیسه

جعبه‌ای از جنس آلومینیوم با ضخامت ۱/۵ میلی‌متر با ابعاد ۲۸×۳۱×۵۰ سانتی‌متر برای نگهداری موتور مکش و کیسه جمع‌آوری گلبرگ طراحی و ساخته شد که قابلیت آن را دارد ۳ کاربر به صورت همزمان با آن کار کنند. اندازه‌گیری‌ها روی سرعت مکش مورد نیاز به منظور مکش گلبرگ‌های گلرنگ نشان داد که تعداد کاربر تا ۵ نفر نیز قابل افزایش است. در شکل ۳، جعبه نگهدارنده موتور دیده می‌شود.

با توجه به اینکه این دستگاه قابلیت افزایش لوله‌های برداشت را نیز دارد (این قابلیت را دارد که به چند کاربره شدن تبدیل شود)، میزان مکش باید بیشتر باشد. از موتور جاروبرقی مدل V4Z-AD30-154- RoHS ساخت چین استفاده شد که دو پروانه دارد، مکنده آب و خاک است، دارای حداکثر توان ۱۲۰۰ وات است، و با ولتاژ ۲۳۰/۲۲۰ ولت کار می‌کند.

لوله خرطومی

به منظور انتقال گلبرگ‌های بریده شده به کیسه جمع‌آوری گلبرگ‌ها، از خرطومی به طول ۴۵۰ سانتی‌متر و قطر ۴ سانتی‌متر استفاده شد. قطر ۴ سانتی‌متر بهترین گزینه بود زیرا اندازه گلبرگ گلرنگ حداکثر ۳ سانتی‌متر است و قطر ۴ سانتی‌متر کوچک‌ترین قطر ممکن برای برداشت گلبرگ



شکل ۳- جعبه نگهدارنده موتور مکنده و کیسه جمع‌آوری گلبرگ گلرنگ

Fig. 3- Vacuum motor holder box and Safflower petal collection bag

کیسه جمع‌آوری گلبرگ

بعد از برش و مکش، گلبرگ‌ها از طریق لوله خرطومی وارد کیسه می‌شوند. کیسه از جنس پارچه و حجم آن ۱۰ لیتر در نظر گرفته شد.

شاسی

به منظور حرکت آسان‌تر در مزرعه، جعبه نگهدارنده موتور مکش و کیسه روی یک شاسی قرار داده شدند. این شاسی قابلیت حرکت از لابه‌لای

منبع تامین توان

برای تامین انرژی تیغه برش با توان ۱۸۹ وات و موتور مکش با توان ۱/۲ کیلووات و اینکه وسایل برقی برای استارت اولیه نیاز به توان دو برابر دارند، از موتور برق SUPER STAR مدل SS7800AN با توان ۳ کیلووات با دو خروجی AC و یک خروجی DC با حجم مخزن سوخت ۱۵ لیتر استفاده شد، (این مخزن سوخت متعلق به موتور برق است).

با کمک چهار پیچ ارتفاع آن تنظیم می‌شود. ارتفاع قوطی‌های ۳ و ۲ سانتی‌متری به ترتیب ۱۱۰ و ۷۰ سانتی‌متر انتخاب شد که در مجموع تا ارتفاع ۱۸۰ سانتی‌متر قابلیت افزایش ارتفاع دارد. چرخ‌های شاسی از نوع دوچرخه‌ای سایز ۱۶ است که با دو شاخه‌ای از جنس قوطی ۳ سانتی‌متری به شاسی وصل شده است. شکل ۴، دستگاه برداشت گلبرگ گیاه گلرنگ و شکل ۵، تیغه برش دستگاه را به هنگام کار نشان می‌دهد.

خطوط کشت را دارد، ارتفاع آن نیز قابل تنظیم است، حداقل ۱۱۰ و حداکثر ۱۸۰ سانتی‌متر، تا به هنگام حرکت از روی بوته‌های گل به آنها آسیب نزنند.

قاب بالایی شاسی که محفظه دستگاه (به طول ۵۰/۵ و عرض ۳۱/۵ سانتی‌متر) در آن قرار می‌گیرد از نیشی ۲ سانتی‌متری ساخته شد. قسمت قابل تنظیم ارتفاع شاسی از قوطی‌های سایز ۲ و ۳ سانتی‌متر ساخته شد که درون یکدیگر قرار دارند و



شکل ۴- دستگاه برداشت گلبرگ گیاه گلرنگ

Fig. 4 - Safflower petal harvesting machine



شکل ۵- تیغه برش دستگاه در زمان کار

Fig. 5 - Machine cutting blade at work

(متوسط) با سرعت ۲۵ متر بر ثانیه و دور موتور RPM ۴۰۰۰ و مکش ۳ (زیاد) با سرعت ۳۶ متر بر ثانیه و دور موتور RPM ۴۸۰۰. فرض شد تکرارهای آزمایشی در زمان‌های متفاوت روز ممکن است روی نتایج تاثیرگذار باشد، از این‌رو از طرح بلوک کامل تصادفی استفاده شد. آزمایش‌ها در سه تکرار دنبال شد و داده‌ها توسط طرح بلوک کامل تصادفی با نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۴ مورد تجزیه واریانس قرار گرفتند.

میانگین‌ها نیز با آزمون دانکن مقایسه شدند. روش آزمون بدین صورت بود که در هر تکرار، ۱۰۰ گل برداشت شد. وزن گلبرگ‌های برداشت شده در هر مرحله، مدت (زمان) برداشت و همچنین میزان ریزش آنها در جدول‌ها ثبت شدند. شکل ۶، نمونه برداشت شده گلبرگ گلرنگ را نشان می‌دهد.

با استفاده از تاکومتر مدل DT-2236 ساخت تایوان، میزان دور موتور در سه سطح مکش اندازه‌گیری شد. برای تغییر میزان مکش، از تغییر دور موتور بهره گرفته شد که مقدار مکش برای سرعت‌های ۳۵۰۰ (مکش ۱)، ۴۰۰۰ (مکش ۲)، و ۴۸۰۰ (مکش ۳) دور در دقیقه موتور، به ترتیب ۱۹، ۲۵ و ۳۶ متر بر ثانیه ثبت گردید. این دستگاه پس از آنکه ساخته شد در مزرعه گلرنگ به مساحت ۲ هکتار واقع در موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج ارزیابی شد که در آن رقم گلدشت کشت شده بود. فاصله ردیف‌های کشت ۶۰ سانتی‌متر و ارتفاع متوسط بوته‌ها ۹۵ سانتی‌متر بود.

چهار تیمار در نظر گرفته شد: یک تیمار برداشت با دست (شاهد) و سه تیمار در سه سطح مکش موتور شامل مکش ۱ (کم) با سرعت ۱۹ متر بر ثانیه و دور موتور RPM ۳۵۰۰، مکش ۲



شکل ۶- نمونه برداشت شده گلبرگ گیاه گلرنگ

Fig. 6 - Sample of harvested safflower petals

نتایج و بحث

برای دستگاه در سه سطح مکش و تیمار شاهد

مطابق جدول ۱، متغیر مدت (زمان) برداشت (برداشت دستی) مقایسه شد.

جدول ۱- تجزیه واریانس مدت (زمان) برداشت گلبرگ

Table 1- Analysis of variance of duration (time) of harvested petal

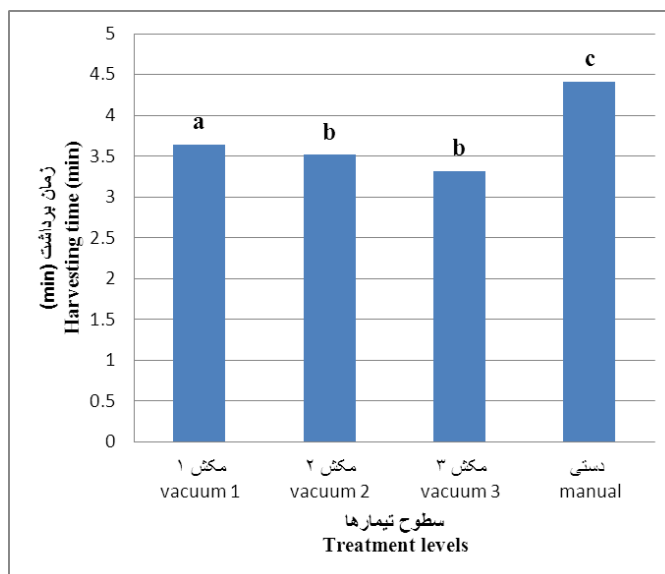
F	میانگین مربعات Mean squares	مجموع مربعات Sum of squares	درجه آزادی Degrees of freedom	منابع تغییر Source of variance
2.706	0.059	0.119	2	بلوک Block
30.978**	0.679	2.036	3	تیمار Treatment
	0.022	0.113	6	خطا Error
		20268	11	کل Total

** اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد، ns نبود اختلاف معنی‌دار

همچنین مشاهده می‌شود که تفاوت معنی‌داری بین مکش ۲ و ۳ از لحاظ آماری وجود ندارد، و از این رو می‌توان برای صرفه‌جویی در مصرف انرژی از مکش ۲ استفاده کرد که توان کمتری نسبت به مکش ۳ دارد. همچنین، با توجه به معنی‌دار نبودن بلوک در تجزیه واریانس، مشخص می‌شود که بین تکرارها تفاوت معنی‌داری وجود نداشته است و در ابتدا امکان استفاده از طرح کاملاً تصادفی وجود داشته است.

بر اساس جدول ۲، نتایج تجزیه واریانس برای تعیین میزان ریزش گلبرگ‌ها نشان می‌دهد بین تیمارها تفاوت معنی‌داری در سطح ۱ درصد از لحاظ میزان ریزش گلبرگ وجود دارد.

بر اساس جدول ۱، بین تیمارها تفاوت معنی‌داری در سطح ۱ درصد بین مدت (زمان) برداشت در ۴ حالت مکش ۱ (کم)، مکش ۲ (متوسط)، مکش ۳ (زیاد) و برداشت دستی وجود دارد. شکل ۷ مقایسه میانگین بین مدت (زمان) برداشت در ۴ حالت مکش ۱ (کم)، مکش ۲ (متوسط)، مکش ۳ (زیاد) و برداشت دستی را نشان می‌دهد. همان‌طور که در شکل ۷ مشخص است، مکش ۱ در گروه a، مکش ۲ و ۳ در گروه b و برداشت دستی در گروه c قرار دارد که نشان می‌دهد دستگاه برداشت گلبرگ گلرنگ از نظر صرفه‌جویی در زمان بهتر از برداشت به صورت دستی عمل کرده است.



شکل ۷- مقایسه میانگین مدت (زمان) برداشت
Fig. 7 – Compare means of harvesting time

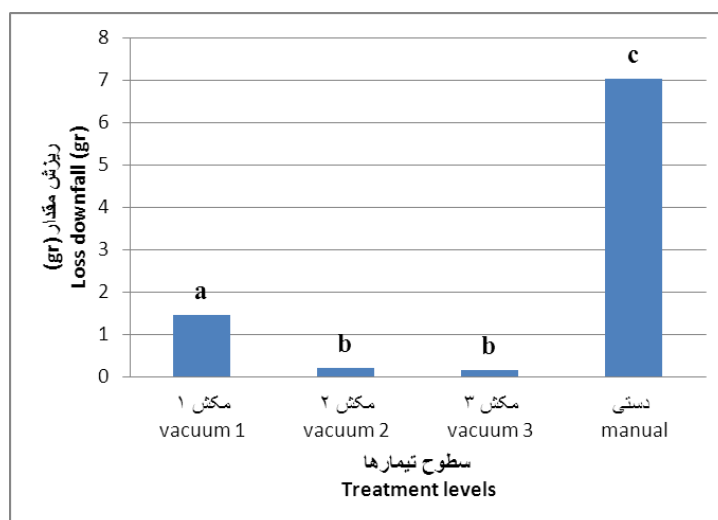
جدول ۲- تجزیه واریانس میزان ریزش گلبرگها

Table 2- Analysis of variance of loss downfall petals

F	میانگین مربعات Mean squares	مجموع مربعات Sum of squares	درجه آزادی Degrees of freedom	منابع تغییر Source of variance
0.832 ^{ns}	0.118	0.2366	2	بلوک Block
224.67 ^{**}	31.9627	95.8882	3	تیمار Treatment
	0.1423	0.8536	6	خطا Error
		96.9784	11	کل Total

** اختلاف معنی دار در سطح ۱ درصد، ns نبود اختلاف معنی دار

شکل ۸، مقایسه میانگین میزان ریزش را در ۴ حالت مکش ۱ (کم)، مکش ۲ (متوسط)، مکش ۳ (زیاد) و برداشت دستی نشان می دهد. در این شکل مشخص است مکش ۱ در گروه a، مکش ۲ و ۳ در گروه b و برداشت دستی در گروه c قرار دارد که می رساند میزان ریزش در برداشت دستی بیشتر است تا در برداشت با دستگاه، و نیز اینکه هرچه میزان مکش بیشتر باشد میزان ریزش کمتر است. همچنین، به دلیل هم گروهی مکش ۲ و ۳، برای کاهش مصرف انرژی می توان از مکش سطح ۲ استفاده کرد.



شکل ۸- مقایسه میانگین میزان ریزش

Fig. 8 – Compare means of loss downfall

برداشت با دست بیشتر است تا در برداشت با دستگاه و هرچه میزان مکش بیشتر باشد میزان ریزش کمتر می‌شود. در کل، به دلیل هم‌گروهی مکش‌های سطح ۲ و ۳، در مورد فاکتورهای مدت (زمان) برداشت گلبرگ و میزان ریزش، به منظور کاهش مصرف انرژی، مکش سطح ۲ با سرعت هوای ۲۵ متر بر ثانیه و دور موتور ۴۰۰۰ RPM توصیه می‌شود.

نتیجه‌گیری

ماشین برداشت در سه سطح مکش (کم، متوسط و زیاد) ارزیابی شد. نتایج نشان داد که مدت (زمان) برداشت گلبرگ گلرنگ در برداشت دستی بیشتر است تا در برداشت با دستگاه و نیز اینکه دستگاه باعث صرفه جویی در مدت (زمان) برداشت می‌شود. همچنین، می‌توان از موتور مکش با قدرت کمتر استفاده کرد. میزان ریزش گلبرگ‌ها هنگام

مراجع

- Antonelli, M. G., Auriti, L., Beomonte Zobel, P., & Raparelli, T. (2011). Development of a new harvesting module for saffron flower detachment. *The Romanian Review Precision Mechanics Optics & Mechatronics*, 39, 163-168.
- Azimi, S., Chegini, Gh., Kianmehr, M. H., & Heydari, A. (2011). *Designing and manufacturing Safflower petals harvesting machine. National Conference on Occupation of Agricultural and Natural Resources Graduate Community*. Nov. 23. Tehran. Iran. (in Persian)
- Guarella, P., Pellerano, A., & Pascuzzi, S. (1996). Experimental and theoretical performance of a vacuum seeder nozzle for vegetable seeds. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 64(1), 29-36.
- Kizil, S., Cakmak, Ö., Kirici, S., & İnan, M. (2008). A comprehensive study on safflower semi-arid conditions. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 22(4), 947-953

- Man-Ho, Ch., Young-Sook, P., & Tae-Ryong, H. (2000). Enzymatic conversion of precarthamin by a purified enzyme from the yellow petals of safflower. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 48, 3917-3921.
- Matbo-Sobhani, F. (2003). Effect and application of safflower extract on reproductive physiology in male mice (M. Sc. Thesis) Animal Sciences, Physiology, Payam-Noor University of Isfahan. (in Persian)
- Paseban-Eslam, B. (2016). Safflower cultivation approach in low-yielding areas and Urmia Lake margin. *Technical Report*. East Azarbaijan Jihad Keshavarzi Organization. (in Persian)
- Rajanvashi, A. K. (2004). Development of safflower petal collector. *Research Report*. Nimbkar Agricultural Research Institute (NARI).
- Ranji, A., Mohammad-Zamani, D., & Soheili, A. (2015). Design, fabrication and evaluation of the harvesting machine *Echium Amoenum*. *Journal of Biosystem Engineering*, 4, 30-38. (in Persian)
- Roostapoor, A. (2017). Design, manufacture and testing of worker portable semi-mechanized damask rose harvesting machine. *Research Report*. Institute of Technical Engineering and Agricultural Engineering. (in Persian)
- Safari, M. (2000). Possibility of using a pneumatic feeder instead of reel in Winter Steiger Combine for mechanized harvesting of pea at Rainfed conditions. *Research Report*. Organization of Agricultural Research, Training and Promotion Agricultural Engineering Institute. No 162. (in Persian)
- Shiravand, R., & Majidi, M. M. (2014). Comparison of wild and domesticated safflower varieties for water deficit stress and morphological and agronomic traits. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 12(4), 738-750. (in Persian)
- Srivastava, A. K., Georing, C. E., & Rohrbach, R. P. (1993). *Principles of Agricultural Machinery Design*. Scientific Publishing Center of Islamic Azad University, Iran. (in Persian)



Research Paper

Design, Construction and Evaluation of a Safflower Petals Harvesting Machine

B. Beheshti*, N. Raeisi Jafar-Abadi and H. Sharifnasab

*Corresponding Author: Assistant Professor, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. Email: beheshti-b@srbiau.ac.ir

Received: 3 June 2019, Accepted: 8 January 2020

Abstract

Safflower, a plant compatible with dry and semi-arid regions, is cultivated for its seeds and petals. In this study, a harvesting machine was designed and constructed for harvesting safflower (Goldasht cultivar) petals. The harvesting machine had cutting blade, vacuum motor, flexible tube, motor holder box and bag, an electric motor and a chassis for moving in the field. In order to evaluate the machine, from the point of harvesting time and the rate of losses, a field experiment was conducted using completely randomized block design with three replications. Experimental levels included air vacuum rate at low, medium, and high levels: 19 m/s (air velocity) and 3500 rpm (engine rotational speed); 25 m/s (air velocity) and 4000 rpm (engine rotational speed); and 36 m/s (air velocity) and 4800 rpm (engine rotational speed) respectively; and manual harvesting by the labors (control). The results showed that harvesting time had a significant difference at 1% level at three levels of vacuum rate. The lowest time for harvesting was recorded in third level, the maximum time for harvesting safflower was recorded in manual harvesting method. The loss of safflower, comparing with manual harvesting, was reduced up to 79.1%, 93.09%, and 94.9% when level 1, 2, and 3 were used, respectively. This machine could harvest 3 to 4 Kg of safflower petals in 8 hours.

Keywords: Calculation, Flower, Harvesting Machine