طراحی، ساخت و ارزیابی ماشین قابل‌حمل برداشت گل محمدی

امید رضا روستاپور[۱] و محمد یونسی الموتی[۲*]

۱-دانشیار موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، استان البرز، ایران

۲ - دانشیار مرکز آموزش عالی امام خمینی (ره)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، استان البرز، ایران

* ایمیل نویسنده مسئول: **mohamadyounesi@yahoo.com**

(تاریخ دریافت :۱۴۰۱/۱۲/۱۵- تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۳/۳۰)

چکیده

گل محمدی با نام علمی *Rosa damascena* از مهم‌ترین انواع گل‌های رز در دنیا و از مشهورترین گیاهان در تاریخ باغبانی است. زمان برداشت گل محمدی، از اوایل اردیبهشت تا اواخر خرداد ماه و قبل از طلوع آفتاب در هوای خنک بامدادی است. در این تحقیق نسبت به طراحی و ساخت دستگاه برداشت گل محمدی قابل حمل توسط کارگر اقدام شد. این دستگاه شامل تیغه برش، لوله مکش، موتور مکنده بنزینی، شاسی، کوله پشتی و واحد جداساز سیکلونی می‌باشد. کلیه تجهیزات از جمله موتور و سیکلون بر شاسی نصب می‌شود و توسط کارگر قابل حمل است. گل دقیقاً از زیر نهنج توسط تیغه رفت و برگشتی بریده شده و توسط مکش ایجاد شده توسط موتور مکنده، وارد لوله مکش و سپس به واحد جداساز سیکلونی انتقال می‌یابد. در نهایت گل از طریق لوله خروجی سیکلون به کیسه برزنتی منتقل و در آن جمع‌آوری خواهد شد. ارزیابی دستگاه با استفاده از طرح کاملاً تصادفی با سه تیمار و سه تکرار در دشت گل لایزنگان داراب انجام شد. تیمارها شامل تغییرات سرعت دورانی موتور در سه سطح ۹۰۰، ۱۲۰۰ و ۱۵۰۰ دور در دقیقه بود. در هر یک از تیمارها پارامترهای سوخت مصرفی و زمان مصرفی برای انجام عملیات برداشت اندازه‌گیری شد. تیمار شاهد، برداشت با دست توسط کارگر در نظر گرفته شد. بر اساس نتایج ارزیابی، با افزایش سرعت دورانی موتور علی‌رغم افزایش مصرف سوخت، زمان مفید برداشت کاهش یافت. همچنین کاهش زمان برداشت در حداکثر سرعت دورانی موتور نسبت به برداشت دستی و برداشت در دو سطح دیگر دور مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: **گل محمدی، برداشت مکانیزه، دستگاه قابل حمل، سوخت مصرفی، زمان برداشت**

مقدمه

گل محمدی با نام علمی *Rosa damascene Mill* از مهم‌ترین انواع گل‌های رز در دنیا و از مشهورترین گیاهان در تاریخ باغبانی است. که به علت رایحه فوق‌العاده و تنوع ارقام در بسیاری از نقاط دنیا کشت شده است. این گیاه به‌عنوان یک گونه گل رز شناخته می‌شود (Zargari, 1988؛ Zeinali *et al.*, 2007). گل محمدی نسبت به شرایط محیطی سازگاری خوبی دارد و از شاخص‌ترین صفات این گیاه دارویی بقاء و سازگاری آن نسبت به خشکی است. ازنظر اقتصادی گل محمدی مهم‌ترین گیاه دارویی و معطر ایران است (Assareh *et al.*, 2007) بخش ارزشمند و قابل‌مصرف این گیاه، گل‌های آن می‌باشد که با وجود جذابیت و زیبایی منحصربه‌فرد آن‌ها از قدیم‌الایام مصرف خوراکی داشته و در قرن چهارم هجری توسط ابوعلی سینا دانشمند معروف ایرانی از آن‌ها گلاب استخراج شد و مورد استفاده قرار گرفت؛ همچنین گلبرگ‌های آن حاوی اسانس قابل استخراج است (Tabaei Aghdaei & Rezaee, 2004).

هفتاد درصد سطح کشت گل محمدی جهان اختصاص به کشور ایران دارد. سطح زیر کشت این گیاه در ایران بیش از ۲۷۰۰۰ هکتار با متوسط عملکرد ۲ تن در هر هکتار می‌باشد. گل محمدی در بیشتر نقاط کشور کشت می‌شود و در این میان استان‌های فارس، کرمان، اصفهان، آذربایجان شرقی، خراسان رضوی، مرکزی، لرستان، چهارمحال بختیاری، قم و مازندران بیشترین سطح زیرکشت را به خود اختصاص داده‌اند (Anonymous, 2020).

زمان برداشت گل محمدی در طول روز و مرحله رسیدن گل از مرحله غنچه تأثیر به‌سزایی بر ترکیبات فرار و اسانس موجود در گل دارد. به‌طوری‌که ۸۰ تا ۱۰۰ نوع ترکیب فرار موجود تحت تأثیر مرحله رسیدن گل و ٦۲ تا ۱۰۳ نوع ترکیب فرّار تحت تأثیر زمان برداشت درطی روز می‌باشند (Rusanov *et al.*, 2011).

علاوه بر برداشت گل، غنچه نیز به‌علت ارزش اقتصادی و بازار پر رونق اقتصادی برداشت می‌شود. در بعضی مناطق کشور، غنچه‌چینی بسیار رواج داشته و از بازار صادراتی پر رونقی برخوردار است. هرساله، غنچه گل، به کشورهای اروپایی صادر می‌شود. در کشورمان غنچه تازه برای تولید گلاب و یا اسانس استفاده نمی‌شود و فقط مبادرت به خشک‌کردن و یا فریزکردن آن می‌نمایند. طبق گفته بعضی منابع از غنچه خشک، علاوه بر موارد فوق برای تهیه ابسولوت، کانکریت و اسانس نیز استفاده می‌شود (Ahmadi & Sefidkon, 2010).

معمولاً گل‌ها در ایران و بسیاری از کشورهای جهان به‌صورت دستی در زمانی که هوا خنک است، برداشت می‌شوند. در این فاصله زمانی گل‌ها باز بوده و بیشترین ترکیبات اسانس را دارا می‌باشند. در صورت تأخیر در برداشت، رنگ گل طی ۲٤ ساعت سفید شده و می‌ریزد. بیشترین مقدار اسانس در اواسط دوره برداشت به‌دست می‌آید (Honarvar, 2011).

برداشت خودکار ساقه گیاه کلب جهنم با استفاده از ماشین بینایی توسط محققان صورت گرفت. در این راستا یک الگوریتم پردازش تصویر برای تحلیل

عکس‌های گرفته‌شده از ساقه گیاه توسط دوربین دیجیتال ارائه شد. برای برداشت، یک سامانه بادی توسعه‌یافته که براساس تشخیص سامانه ماشین بینایی قادر به برداشت ۷۲ درصد ساقه‌ها است. بر پایه نتایج، نرخ برداشت با افزایش تعداد ساقه‌ها بر روی گیاه کاهش یافت. به‌طوری‌که ۹۸ درصد ساقه‌ها در گیاهان با یک یا دو ساقه برداشت شد درحالی‌که این مقدار در گیاهان با ۵ ساقه یا بیشتر، به ۵۱ درصد رسید (Rath & Kawollek, 2009).

برداشت گل بابونه توسط ابزار شانه‌ای به‌روش دستی یا مکانیکی صورت می‌گیرد. برای برداشت با کیفیت بالا و تلفات کم، پارامترهای مربوط به شانه از قبیل ضخامت و فاصله بین تیغه‌های شانه بهینه شد. بر اساس نتایج در ۵۰ درصد آزمایش‌ها، پارامترهای شانه تأثیری بر شکست ساقه‌ها نداشت. در یک نتیجه‌گیری کلی، کیفیت برداشت تحت تأثیر پارامترهای شانه و مقاومت ساقه‌ها بود (Ehlert *et al.*, 2011).

(Rezaee, 2013) نسبت به طراحی و ساخت ماشین برداشت گل بابونه در دو نوع دستی و مکانیزه اقدام نمود. مدل مکانیزه برای مزارع بزرگ مقیاس طراحی شده است. ارتفاع تیغه برش با توجه به ارتفاع سر شاخه یا گل‌های گیاه از سطح زمین قابل تغییر است. تغییر فاصله بین چرخ‌ها و طول دستگاه نیز بر مبنای محصول قابل برداشت توسط ماشین طراحی شده است. مدل دستی برای مزارع کوچک قابل استفاده است. در این دستگاه، گل‌های بریده شده توسط تیغه برش به طرف عقب تیغه هدایت می‌شوند. دستگاه مکانیزه هر هکتار را در دو تا سه ساعت برداشت می‌کند و استفاده از آن حدود ۳۰٪ کاهش هزینه را به دنبال داشته است.

در پژوهشی نسبت به طراحی ساخت و ارزیابی ماشین برداشت گل گاوزبان اقدام کردند. برای ساخت این دستگاه برداشت از ساز و کار جارو برقی الگوبرداری گردید اما با این تفاوت که به جای موتور برقی از یک موتور احتراقی استفاده شد. در این مطالعه سازگاری ماشین با کلیه شرایط زراعی و غیر زراعی موجود همچون خصوصیات فیزیکی و مکانیکی گیاه، سطح زیرکشت، نحوه کشت، عوامل محیطی و طبیعی مناطق رشدگیاه (ناهمواری‌ها) مد نظر قرار گرفت. نتایج ارزیابی نشان داد که کارکرد و ظرفیت مزرعه‌ای آن بین ۰/۳ تا ۰/٤ کیلوگرم برداشت گل در ساعت می‌باشد. بر اساس بررسی‌های به عمل آمده، برای برداشت یک کیلوگرم گاوزبان به یک نفر روز نیروی کارگری نیاز است در حالی‌که با استفاده از این ماشین در روز به طور میانگین حدود سه و نیم کیلوگرم گل گاوزبان می‌توان برداشت نمود. بر اساس مشاهدات انجام شده، گل‌های برداشت شده حدود ۵٪ آسیب دیده‌اند (Ranji *et al.*, 2015).

برداشت گل‌های محمدی بیشترین هزینه را به تولید کننده این گیاه تحمیل می‌کند چرا که برداشت آنها با دست توسط کارگر انجام می‌شود و پرشاخه و پر برگ بودن و همچنین خاردار بودن شاخه‌ها در سرعت برداشت گل‌ها تاثیر منفی دارد. ماشین برداشت گل محمدی در کاهش زمان‌های تلف شده برداشت تاثیر بسزایی دارد (Roustapour *et al.*, 2018).

با توجه به اینکه برداشت گل محمدی می‌بایست در ساعات خنک روز و زمانی که تابش صریح آفتاب وجود ندارد انجام شود لذا برای برداشت این گل خوش‌بو نیروی انسانی زیادی به‌کار گرفته می‌شود.

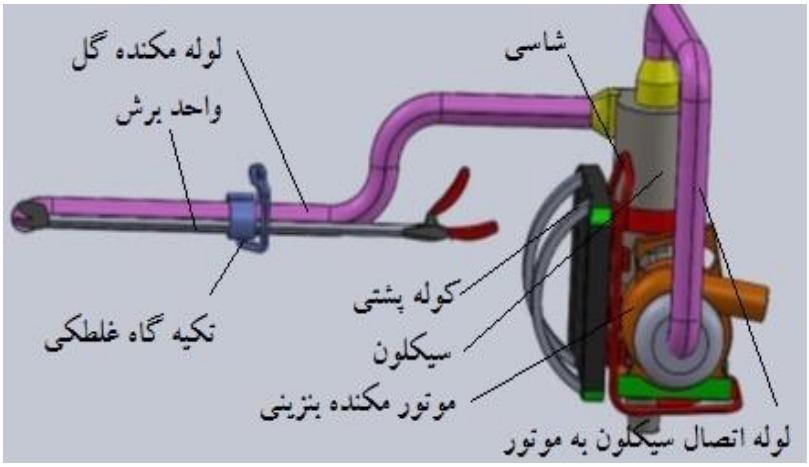
از معضلات برداشت گل محمدی که توسعه کشت آن را با مشکل مواجه کرده است، کمبود نیروی کارگری در فصل برداشت و هزینه بسیار بالای آن می‌باشد. در این راستا ارائه یک ماشین برداشت گل محمدی که بتواند جایگزین نیروی کارگری شده و سرعت برداشت را افزایش دهد ضروری به‌نظر می‌رسد. دراین تحقیق یک دستگاه برداشت گل محمدی قابل حمل توسط کارگر ارائه شده و عملکرد آن مورد ارزیابی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

طراحی و ساخت دستگاه برداشت گل محمدی

ساخت دستگاه برداشت گل محمدی با هدف برداشت گل از زیر نهنج صورت گرفت. این دستگاه قابل‌حمل توسط کارگر است بنابراین در ساخت دستگاه داشتن حداقل وزن ممکن از ضروریات است. به‌طورکلی در این دستگاه با استفاده از مکش و برش، برداشت گل از زیر نهنج و هم‌چنین غنچه صورت می‌گیرد.

دستگاه برداشت ساخته شده شامل واحد برش، لوله مکش صلب، واحد جداساز گل از هوا (سیکلون)، موتور مکنده بنزینی، شاسی استقرار موتور و سیکلون (قابل حمل توسط کارگر)، کوله‌پشتی، لوله ارتباطی سیکلون و موتور مکنده، اتصالات زانویی از جنس پولیکا و کیسه جمع‌آوری گل می‌باشد. شکل ۱ نقشه سه‌بعدی این دستگاه را نشان می‌دهد.



شکل ۱- نقشه مونتاژی دستگاه برداشت گل‌محمدی

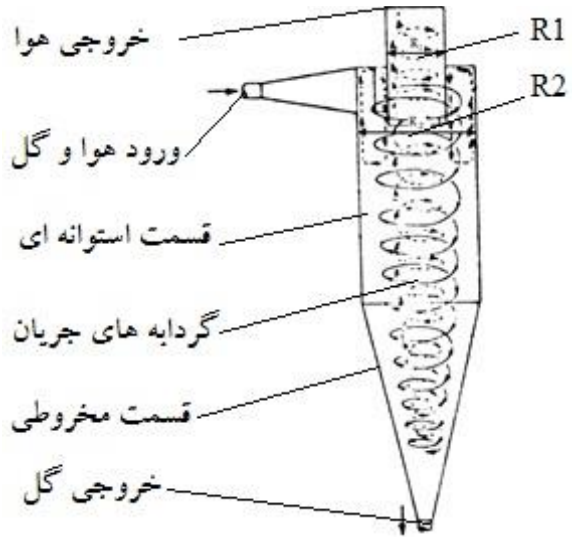
اساس کار دستگاه، برش و مکش همزمان گل می‌باشد. پس از عملیات برش، گل وارد لوله مکش شده و به واحد جداساز سیکلونی انتقال می‌یابد. برای مکش گل پس از برش از زیر نهنج توسط تیغه، نیاز به یک موتور مکنده می‌باشد. با توجه به اینکه دستگاه برداشت گل در مزرعه عملیاتی به‌کارگرفته می‌شود لذا برای این منظور از یک موتور بنزینی استفاده گردید. انتخاب موتور بایستی بر اساس حداقل مکش مورد نیاز در راستای کوچک‌تر شدن موتور با هدف کاهش وزن و قیمت تمام شده صورت گیرد لذا یکی از نکات مهم در طراحی دستگاه، ایجاد مکش لازم با حداقل توان

مصرفی است. با استفاده از اغتشاش در جریان هوا در سیکلون، می‌توان یک هسته مرکزی با سرعت بالا در مرکز خط انتقال ایجاد نمود.

برای انتخاب موتور مکنده مناسب، ابتدا به‌صورت تجربی با برش و مکش گل و نهنج آن توسط جاروبرقی‌های موجود، حداکثر مکش مورد نیاز که حدود ۰/۱۲ مترمکعب بر ثانیه می‌باشد، تخمین زده شد. مکش مورد نیاز با در نظر گرفتن یک ضریب طراحی معادل ۱/۲، مساوی ۰/۱٤٤ متر مکعب بر ثانیه به‌دست آمد. براساس میزان مکش و موتورهای بنزینی موجود در بازار، از یک موتور مکنده بنزینی با ظرفیت مکش ۰/۱۵ مترمکعب بر ثانیه با توان ۱/۵ اسب‌بخار و حداکثر دور ۱۵۰۰ دور در دقیقه استفاده شد. این موتور تک سیلندر، دو زمانه، دارای اهرم گاز برای تنظیم سرعت دورانی موتور و قفل تثبیت گاز در سرعت دورانی موتور انتخابی، دکمه خاموش کردن موتور و مخزن سوخت با ظرفیت یک لیتر می‌باشد.

گل محمدی پس از برش بواسطه مکش ایجاد شده توسط موتور، سوار بر جریان هوا وارد لوله مکش می‌شود. برای جمع‌آوری گل در کیسه، ابتدا لازم است تا گل و هوا از هم تفکیک گردند. این عمل باعث می شود تا جریان دائمی هوا از رو گل انباشته شده در کیسه برداشته شود. وجود جریان هوا می تواند باعث کاهش اسانس گل شود. یک از راه‌کارهای بازیابی گل از هوا استفاده از جداسازهای سیکلونی است. جداسازی در سیکلون بر اساس اعمال نیروهای اینرسی بر گل ورودی صورت می‌گیرد. وقتی جریان هوا تغییر مسیر می‌دهد یا از مسیر گردابه‌ای عبور می‌نماید، گل های ورودی به سیکلون علاوه بر نیروی گرانشی و اینرسی جریان هوا تحت تاثیر یک نیروی اینرسی که معمولاً چندین بار بزرگتر از جاذبه گرانشی است (گریز از مرکز) قرار می‌گیرند. در اثر این نیرو ذرات در امتداد مستقیم به بیرون از جریان هوا رانده می‌شوند. با استفاده از سیکلون می‌توان گل و گلبرگ‌ها را که دارای ابعاد بزرگی هستند مانند ذرات ریز از جریان هوا بازیابی نمود (Gordon and Peisakhov, 1972).

جریان هوا حامل گل معمولاً از جدار بالایی بدنه سیکلون که عموماً استوانه‌ای به شعاع R_2 است و به یک مخروط ناقص منتهی می‌شود، وارد سیکلون می‌گردد (شکل ۲). جریان هوای حامل گل پس از ورود به سیکلون به سمت پایین جریان می‌یابد و در محفظه استوانه‌ای سیکلون به چرخش در می‌آید. به این ترتیب گرداب محیطی بوجود آمده باعث افزایش نیروهای گریز از مرکز شده و گل همراه هوا را به طرف جداره قسمت استوانه‌ای و مخروطی محفظه سیکلون می‌راند. در قسمت مخروطی محفظه جریان هوا جهت خود را عوض می‌کند و به طرف بالا و لوله خروجی جریان می‌یابد. گل در انتهای مخروطی از سیکلون خارج و در کیسه جمع آوری می شود.



شکل ۲- طرح‌واره سیکلون

طراحی و محاسبات سیکلون بر اساس دبی هوای ورودی و قطر لوله ورود گل و هوا صورت گرفت. نیروی گریز از مرکز لازم برای بیرون راندن گل از جریان هوای در حال چرخش از رابطه (۱) حاصل شد.

$$P_c = \frac{m.V^2}{R} \qquad (۱)$$

در این رابطه، P_C نیروی گریز از مرکز (N)، m جرم گل (kg)، V سرعت جریان هوای ورودی به سیکلون (m/s)، R فاصله بین محور سیکلون و گل (m) می‌باشد.

اجزاء گل در اثر نیروی گریز از مرکز با سرعت V_r در امتداد شعاع به طرف جدار سیکلون حرکت می‌کند. این حرکت با مقاومت هوا روبرو می‌شود. نیروی مقاوم (*P*) در مقابل این حرکت از رابطه (۲) به‌دست می‌آید.

$$P = 3.\pi.V_r.D_f.\mu \qquad (۲)$$

در این رابطه، P نیروی مقاومت هوا (N)، V_r سرعت شعاعی گل در سیکلون (m/s)، D_f قطر گل باز شده (m)، μ لزجت دینامیکی هوا (kg/m.s) می‌باشد.

با توجه به این‌که سرعت شعاعی گل در محل ورودی سیکلون برابر صفر است، نیروی گریز از مرکز *(P_c)* به مراتب بزرگ‌تر از نیروی مقاوم هوا *(P)* خواهد بود. اما با ازدیاد سرعت شعاعی طی چند صدم ثانیه، نیروهای وارده بر گل به تعادل می‌رسند (رابطه ۳) و پس از آن گل در امتداد شعاع با سرعت یکنواختی حرکت می‌کند. این سرعت از رابطه (٤) محاسبه شد:

$$P_c = P \Rightarrow \frac{m.V^2}{R} = 3.\pi.V_r.D_f.\mu \qquad (۳)$$

جرم گل با فرض کروی بودن آن برابر با $m = \frac{\pi.D_f^{\,3}}{6}.\rho$ (ρ جرم حجمی گل kg/m^3) است بنابراین:

$$V_r = \frac{D_f^{\,2}.V^2.\rho}{18.R.\mu} \qquad (٤)$$

طولانی‌ترین مسیر شعاعی مربوط به گل‌هایی است که در نزدیکی لوله خروجی هوا از سیکلون

قرار دارند. طول این مسیر برابر با (R_2-R_1) می‌باشد. مدت زمان لازم برای این‌که گل این فاصله را طی کند برابر است با (رابطه ۵):

$$t = \frac{R_2 - R_1}{V_r} \qquad (۵)$$

در این رابطه، R_1 قطر دهانه لوله خروجی هوا (m) و R_2 قطر قسمت استوانه‌ای سیکلون (m) است. باید توجه داشت که در رابطه (٤)، R یک متغیر است که مقدار آن را به طور متوسط می‌توان (R_2- R_1)/2 در نظر گرفت. با قرار دادن مقدار V_r از رابطه (٤) در رابطه (۵)، زمان پیمودن حداکثر فاصله شعاعی توسط گل از رابطه (٦) به‌دست آمد.

$$t = \frac{9.\mu.(R_2^2 - R_1^2)}{D^2.V^2.\rho} \qquad (٦)$$

در این رابطه t زمان پیمایش حداکثر فاصله شعاعی توسط گل (s) است. این رابطه را می‌توان برای محاسبه قطر کوچکترین قطعات گل (D_{min}) که مسافت (R_2-R_1) را در مدت عبور جریان هوا از سیکلون می‌پیماید، بکار برد (رابطه۷).

$$D_{\min} = \sqrt{\frac{9.\mu.(R_2^2 - R_1^2)}{V^2.t.\rho}} \qquad (۷)$$

با ملاحظه مجدد رابطه (۷) تاثیر عوامل مختلف در جداسازی سیکلون مشخص می‌شود:

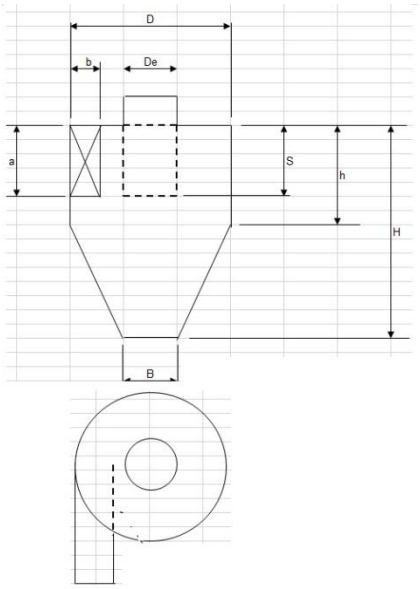
الف. بازدهی سیکلون با ازدیاد سرعت جریان هوا افزایش می‌یابد. معمولاً در حالت مطلوب سرعت هوا در سیکلون ۲۰ تا ۲۵ متر بر ثانیه است.

ب. هرچه گل بزرگ‌تر باشد، سریع‌تر ته‌نشین می‌شود. بالا بودن چگالی گل نیز به سریع‌تر ته‌نشین شدن آن‌ها کمک می‌کند.

ج. با ازدیاد دما، گرانروی هوا افزایش یافته و در نتیجه بازدهی سیکلون کاهش می‌یابد (لطفیانی، ۱۳٦۷).

ابعاد سیکلون شامل قطر محفظه، قطر لوله خروجی هوا، ارتفاع استوانه سیکلون، زاویه و قطر دهانه خروجی گل از سیکلون، با توجه به مقادیر قطر دهانه ورودی هوا و محصول به درون آن، افت فشار، دبی هوا و طرح سیکلون به‌راحتی تعیین می‌شود. سیکلون باعث جداسازی محصول از هوا با راندمان بالا خواهد شد. از طرفی با توجه به‌اینکه محصول سوار بر جریان هوا در سیکلون طی مسیر می‌کند لذا حداقل آسیب به آن وارد خواهد شد.

در طراحی و محاسبه ابعاد نهایی سیکلون، انتخاب نوع سیکلون در راستای افزایش کارایی مد نظر است. بر این اساس، در ابتدا نوع سیکلون از نوع 2D2D که دارای راندمان بالایی است، در نظر گرفته شد (Wang, 2004). به عبارتی مجموع ارتفاع قسمت‌های استوانه‌ای و مخروطی سیکلون ۲ برابر قطر مخزن سیکلون می‌باشد. شکل ۳ شماتیک این سیکلون و پارامترهای ابعادی معرفی قسمت‌های مختلف آن را نشان می‌دهد.



شکل ۳- نقشه شماتیک مدل سیکلون طراحی شده در دستگاه برداشت گل

قطر لوله مکش به‌منظور حداقل آسیب به گل، بایستی کمی بزرگ‌تر از قطر گل کاملاً باز شده در نظر گرفته شود. با توجه به اینکه قطر گل به‌طور متوسط تا ۵ سانتی‌متر می‌باشد لذا قطر لوله مکش صلب معادل ۷ سانتی‌متر انتخاب شد. خروجی هوای سیکلون نیز توسط یک لوله به دهانه مکش موتور بنزینی متصل می‌شود. با تعریف مقادیر مکش و قطر لوله در کد نوشته شده توسط نرم‌افزار Matlab، ابعاد سیکلون به شرح ذیل به‌دست آمد (جدول ۱).

جدول ۱- مقادیر ابعاد سیکلون طراحی شده

ردیف	نواحی مختلف سیکلون	پارامتر	اندازه (متر)
۱	قطر سیکلون	D	۰/۱۹
۲	طول کانال ورود هوا و گل به سیکلون	a	۰/۰۹۵
۳	عرض کانال ورود هوا و گل به سیکلون	B	۰/۰٤۷
٤	طول لوله خروج هوا از سیکلون	S	۰/۱۲
۵	قطر لوله خروج هوا از سیکلون	D_e	۰/۰۹۵
٦	ارتفاع قسمت استوانه‌ای سیکلون	h	۰/۳۸
۷	ارتفاع کل سیکلون	H	۰/۷٦
۸	قطر دهانه خروجی گل	B	۰/۰٤۸

ارزیابی دستگاه

برای ارزیابی دستگاه، مزرعه به مساحت ۱۲۵۰۰ متر مربع واقع در لایزنگان ازتوابع شهرستان داراب با حدود ۳۰۰۰ بوته گل محمدی دیم ٤ ساله درنظر گرفته شد. قطعات انتخابی برای هر تیمار به ابعاد ۱۰ متر در ۱۰ متر و فاصله بوته‌ها از یکدیگر معادل

۲ متر در ۲ متر می‌باشد. تیمارهای انتخابی شامل سه سطح سرعت دورانی موتور در دقیقه؛ ۱۵۰۰ (حداکثر دور)، ۹۰۰ (حداقل دور) و ۱۲۰۰ (متوسط دور) و یک تیمار شاهد (برداشت با دست توسط کارگر) است. تغییر سرعت دورانی موتور با استفاده از اهرم گاز دستی که بر روی بدنه موتور تعبیه شده، صورت می‌گیرد. آزمون‌ها طی سه تکرار انجام و داده‌ها با به‌کارگیری طرح کاملاً تصادفی اجرا و توسط نرم افزار SPSS مورد تجزیه واریانس یکطرفه قرار گرفتند. برداشت دستی طی دو تکرار در دو قطعه ۱۰×۱۰ مترمربع توسط کارگر صورت گرفت و مقادیر زمان کل و زمان تلف شده تعیین گردید که در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲- مقادیر زمانی برداشت گل با دست

	زمان کل (دقیقه)	زمان تلف شده (دقیقه)
تکرار اول	٦۰	۱۰
تکرار دوم	٤٥	۱۰

معیارهای مورد قیاس برای دستگاه در سه سطح دور و تیمار شاهد اندازه‌گیری شدند و مورد مقایسه قرار گرفتند. این معیارها شامل:

۱- زمان کل (از زمان شروع کار و روشن شدن دستگاه تا اتمام آن مرحله)

۲- زمان مفید (از لحظه روشن شدن دستگاه تا زمان پر شدن کیسه)

۳- زمان تلف شده (از لحظه خاموش کردن دستگاه برای خالی کردن کیسه گل و نصب مجدد کیسه و شروع مجدد کار)

٤- میزان سوخت مصرفی که با در اختیار داشتن یک بشر پلاستیکی مدرج در هر تیمار و سرعت دورانی موتور میزان سوخت مصرفی محاسبه گردید.

در تیمار شاهد (برداشت دستی توسط کارگر)، معیارهای مورد قیاس برای برداشت سنتی عبارت است از:

۱- زمان مفید کارکردن

۲- زمان تلف شده (زمانی که صرف خالی کردن کیسه برداشت گل، استراحت و ...) می‌شود.

کرت‌های آزمایشی گل محمدی به مساحت ۱۰۰ مترمربع برداشت شد. در این راستا زمان‌های کل، تلف شده و مفید برداشت و همچنین سوخت مصرفی تعیین گردید. جدول ۳ مقادیر این فاکتورها را نشان می‌دهد.

جدول ۳- مقادیر زمانی برداشت مکانیزه گل و سوخت مصرفی موتور بنزینی دستگاه برداشت گل

	زمان کل (دقیقه)			زمان تلف شده (دقیقه)			زمان مفید (دقیقه)			سوخت مصرفی (لیتر)		
دور در دقیقه موتور	۹۰۰	۱۲۰۰	۱۵۰۰	۹۰۰	۱۲۰۰	۱۵۰۰	۹۰۰	۱۲۰۰	۱۵۰۰	۹۰۰	۱۲۰۰	۱۵۰۰
تکرار اول	۷۹	٦۰	٤٤	۹	۹	۹	۷۰	۵۱	۳۵	۰/۸	۱/۲	۱/۵
تکرار دوم	۷۷	۵۸	٤۲	۹	۹	۹	٦۸	٤۹	۳۳	۰/۸	۱/۲	۱/۵
تکرار سوم	۷٦	۵۷	٤۰	۹	۹	۹	٦۷	٤۸	۳۱	۰/۸	۱/۲	۱/۵

نتایج و بحث

فاکتورهای زمان کل برداشت، زمان تلف شده، زمان مفید برداشت و سوخت مصرفی برای دستگاه در سه سطح دور و تیمار شاهد با به‌کارگیری طرح کاملاً تصادفی مورد مقایسه قرار گرفتند. جدول ٤ تجزیه واریانس داده های زمان و سوخت مصرفی در دستگاه را نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود تیمار دور تاثیر معنی‌داری بر زمان مفید و کل برداشت و سوخت مصرفی داشته است.

جدول ٤- تجزیه واریانس داده‌ها در سه سطح سرعت دورانی موتور و یک سطح تیمار شاهد

		درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F_s(۰/۹۹)	سطح معنی‌دار
زمان مفید (دقیقه)	تیمار	۳	۱۸۵۵/۳۳۳	٦۱۸/٤٤٤	۲۸۵/٤۳٦	۰/۰۰۰ **
	خطا	۸	۱۷/۳۳۳	۲/۱٦۷		
	مقدار کل	۱۱	۱۸۷۲/٦٦۷	-		
زمان تلف شده (دقیقه)	تیمار	۳	۲/۲۵	۰/۷۵	۳۰۰۰۰	۰/۰۰۰ **
	خطا	۸	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۰۲۵		
	مقدار کل	۱۱	۲/۲۵	-		
زمان کل (دقیقه)	تیمار	۳	۳۱۷۰/۹۱۷	۱۰۵٦/۹۷۲	۷۰٤/٦٤۸	۰/۰۰۰ **
	خطا	۸	۱۲	۱/۵		
	مقدار کل	۱۱	۳۱۸۲/۹۱۷	-		
سوخت مصرفی (لیتر)	تیمار	۳	۰/۷٤	۰/۳۷	۱۱۱۰۰	۰/۰۰۰ **
	خطا	۸	۰/۰۰۰۲	$۳/۳۳\times۱۰^{-۵}$		
	مقدار کل	۱۱	۰/۷٤	-		

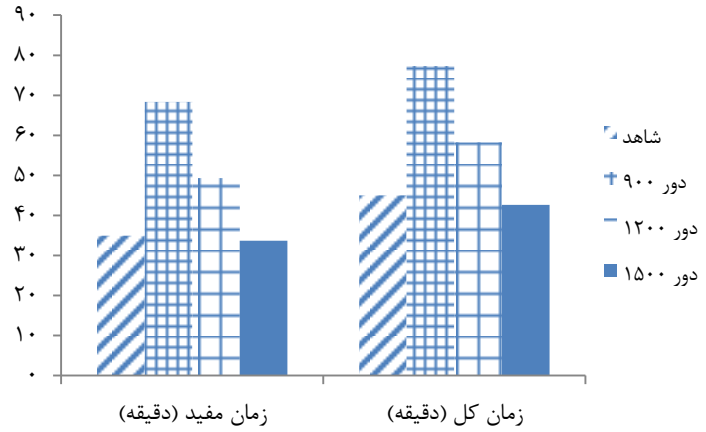
ns عدم اختلاف معنی‌دار ** اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد

مقایسه میانگین‌های داده‌های زمان برداشت به روش دانکن در سطح ۱ درصد حاکی از این است که تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای دور (برداشت با دستگاه) و برداشت دستی (شاهد) وجود دارد. زمان مفید و زمان کل برداشت با افزایش سرعت دورانی موتور بنزینی کاهش یافت بطوری که در حداکثر سرعت دورانی موتور، زمان برداشت مفید و کل از برداشت دستی کمتر شده است. زمان تلف شده در برداشت با دستگاه کمتر از زمان برداشت دستی بوده است. مقایسه میانگین‌ها نشانگر افزایش مصرف سوخت با افزایش سرعت دورانی موتور بنزینی بوده است. (جدول ۵).

جدول ۵- مقایسه میانگین‌های داده‌های زمان برداشت و سوخت مصرفی

	زمان مفید (دقیقه)	زمان تلف شده (دقیقه)	زمان کل (دقیقه)	سوخت مصرفی (لیتر)
شاهد	۳۵C	۱۰A	٤٥C	-
دور در دقیقه موتور ۹۰۰	٦٨/۳۳A	۹B	۷۷/۳۳A	۰/۸C
دور در دقیقه موتور ۱۲۰۰	٤۹/۳۳B	۹B	٥٨/۳۳B	۱/۲B
دور در دقیقه موتور ۱۵۰۰	۳۳/٦۷D	۹B	٤۲/٦۷D	۱/٥A

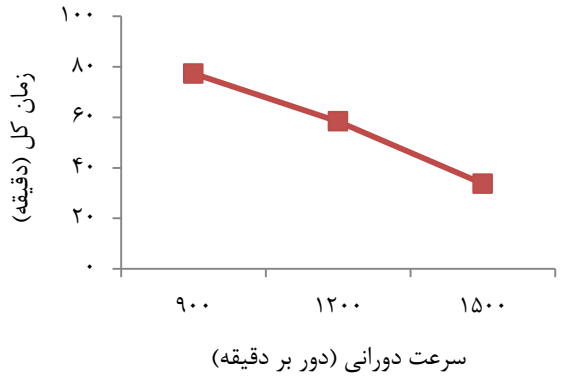
در شکل ٤ مقادیر متوسط زمان کل و زمان مفید در تیمارهای برداشت دستی و برداشت در سه سطح سرعت دورانی موتور مورد قیاس قرار گرفته است. همانطور که مشاهده می‌شود با افزایش سرعت دورانی موتور مکنده مقادیر زمانی کاهش یافته و برداشت در دور ۱۵۰۰ زمان کل کمتری را نسبت به برداشت با دست به خود اختصاص داده است.



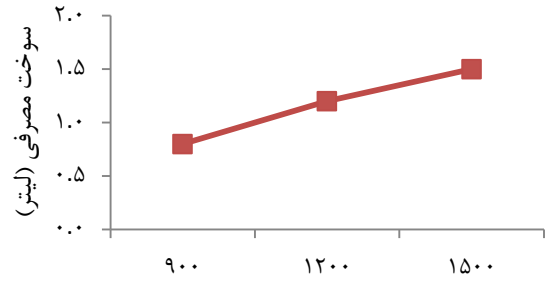
شکل ٤- مقایسه زمان برداشت در روش دستی و برداشت با دستگاه

بطورکلی نتایج نشان داد که زمان‌های کل و مفید برداشت توسط دستگاه در سرعت دورانی ۱۵۰۰ دور بر دقیقه محور موتور، نسبت به برداشت دستی و برداشت با دستگاه در سرعت‌های ۹۰۰ و ۱۲۰۰ دور بر دقیقه کمتر است. کاهش زمان برداشت سبب می‌شود که کارگر در یک دور برداشت کمتر خسته شود. این عمل باعث تجدید قوای سریع‌تر و کاهش زمان تلف شده نیز گردید. شکل ۵ تغییرات زمان کلی برداشت با تغییر سرعت دورانی موتور مکنده را نشان می‌دهد. افزایش مصرف سوخت با افزایش

سرعت دورانی موتور را می‌توان در شکل ٦ مشاهده نمود.



شکل ۵- تغییرات زمان کل برداشت با افزایش سرعت دورانی موتور مکنده



شکل ٦- تغییرات سوخت مصرفی با افزایش سرعت دورانی موتور مکنده

نتیجه‌گیری

برداشت گل محمدی در کشور توسط کارگر و با دست در ساعات خنک روز انجام می‌شود. با توجه به محدودیت زمانی برداشت، نیروی کارگری زیادی مورد نیاز است. ارائه یک دستگاه نیمه‌مکانیزه برای سرعت بخشیدن عملیات برداشت و کاهش نیروی کارگری نه تنها باعث افزایش ارزش افزوده بهره‌برداری اقتصادی از این محصول می‌شود بلکه شرایط را برای افزایش سطح زیرکشت فراهم می‌آورد. طراحی و ساخت دستگاه برداشت گل محمدی با دو هدف برداشت گل از زیر نهنج و غنچه صورت گرفت. این دستگاه قابل‌حمل توسط کارگر می‌باشد. در این دستگاه، گل و غنچه از زیر نهنج توسط یک تیغه برش می‌یابد و با استفاده از مکش ایجاد شده توسط یک موتور مکنده بنزینی، انتقال گل به جداساز سیکلونی صورت می‌گیرد. در این قسمت گل از هوا جدا شده و در کیسه نصب شده در زیر سیکلون جمع‌آوری می‌شود. ارزیابی اولیه دستگاه برش در سه سطح سرعت دورانی موتور مکنده بنزینی (۹۰۰، ۱۲۰۰ و ۱۵۰۰ دور در دقیقه) انجام شد. نتایج نشان داد که با افزایش سرعت دورانی موتور زمان برداشت کاهش یافته است بطوری‌که زمان کل برداشت توسط دستگاه در دور ۱۵۰۰، کمتر از برداشت دستی می‌باشد.

REFRENCES

Ahmadi, K. and Sefidkon, F. 2010. Comparison of the quantity and quality of the essential oil obtained from dried flowers and dried buds in 3 genotypes of Rosa damascena Mill. *Sixth Iranian Congress of Horticultural Sciences. Rasht, Iran*.

Anonymous, 2020. Agricultural statistics. *Ministry of Agriculture, Iran. 2nd volume*.

Assareh, M.H. and Ghorbanali, M. Alahverdi Mameghani, M., Ghamari Zare, A. and Shahrzad, Sh. 2007. The effect of culture medium and plant growth regulators on Rosa damascene Mill. *Propagation inside the glass. Pajouhesh Va Sazandgi Journal*. 72: 45-51.

Ehlert, D., Adamek, R., Giebel, A. and Horn, H.J. 2011. Influence of comb parameters on picking properties for chamomile flowers (Matricaria recutita). *Industrial Crops and Products*. 33(1): 242-247.

Gordon, G. and Peisakhov, I. 1972. Dust Collection and Gaz Cleaning. Mir Publishers, Moscow.

Honarvar, M. 2011. Investigation of essential oil content, citronellol, geraniol, eugenol and monoterpenes alcohol and correlation between them for the harvest optimization of Damask rose. *2nd National Symposium on Agriculture and Sustainable Development. Islamic Azad University, Shiraz Branch, Iran*.

Ranji, A., Zamani, D.M., Soheili, A. 2015. Design, Fabrication and Evaluation of the harvesting machine Echium Amoenum. *Journal of Biosystems Engineering*. 4 (3): 30-38.

Rath, T. and Kawollek, M. 2009. Robotic harvesting of Gerbera Jamesonii based on detection and three-dimensional modeling of cut flower pedicels. *Computers and Electronics in Agriculture*. 66(1): 85-92.

Rezaee, Y. 2013. Design and manufacturing of a flower harvesting machine from Chamomile medicinal plant. *MSc. Thesis. Islamic Azad University, South Tehran Branch, Iran*.

Roustapour, O.R., Rouzbeh, M., Younesi Alamouti, M., Joukar, L. and Afshar Shahmoradi, A.R. 2018. Design, fabrication, and testing of a portable harvesting machine for Rosa damascene. Final Research Report, No. 54788. *Agricultural Engineering Research Institute*.

Rusanov, K., Kovacheva, N., Rusanova, M. and Atanassov, I. 2011. Traditional Rosa damascena flower harvesting practices evaluated through GC/MS metabolite profiling of flower volatiles. *Food Chemistry*. 129 (4):1851-1859.

Tabaei Aghdaei, S.R. and Rezaee, M.B. 2004. Study of flower yield variation in Rosa damascena Mill. From Western regions of Iran. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*. 20(3): 333-344.

Wang, L. 2004. Theoretical Study of Cyclone Design. *PhD Thesis*. Texas A&M University.

Zargari, A. Medicinal Plants. 1988. *Tehran University Publisher*. 2nd volume, p. 281-285.

Zeinali, H., Tabaei Aghdaei, S.R., Asgarzadeh, M., Kiyanipor, A. and Abtahi, S.M. 2007. Study the relationship between yield and flower yield components in genotypes of Rosa damascena Mill. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*. 23(2): 195-203.

Sustainable Agricultural Science Research /Vol. 3/No. 1/Spring 2023/P: 19-32

https://www.sarj.iauk.ac.ir

Design, Fabrication and Evaluation of a Portable Harvesting Machine for Damask Rose Flower (*Rosa Damascena*)

Omid Reza Roustapour [1] and Mohammad Younesi Alamouti [2*]

[1]Associate Professor, Agricultural Engineering Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Alborz, Iran

[2] Associate Professor, Imam Khomeini Higher Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Alborz, Iran

* Corresponding Author's Email: mohamadyounesi@yahoo.com

(Received: January. 3, 2023 – Accepted: March. 23, 2023)

ABSTRACT

Rosa *damascena* is one of the significant Rosa flower in all over the world and one of the famous plant in horticulture history. Rosa flowers harvesting period is from about April 20th to June 20th in Iran. In order to increase the quality, the flowers should be harvested before sunrise and in the cool morning air. In the current research, a portable machine for flower harvesting designed and developed. This machine contains a cutter, suction pipe, engine, frame, Knapsack and a cyclone separator. All components of the machine including the engine and the cyclone separator are assembled on frame and carried on by workers. Flowers were cut exactly under the receptacle by a reciprocating cutter and were sucked to the flexible pipe by the engine and after that transferred to a cyclone separator. Finally, flowers are collected in a canvas bag installed at the end of cyclone. Evaluation of the machine was done using completely randomized design with three treatments and three replications in the flower plain of Lizangan from Darab. The treatments were the revolution of engine shaft in three levels of 900, 1200 and 1500 rpm. The parameters including fuel consumption and harvesting period time in every treatment were measured. The control treatment was considered traditional flower harvesting by hand. Based on the evaluation results, increasing the rotational speed of the engine shaft was caused to increase fuel consumption and decrease the net harvesting period time. Also, harvesting time at maximum rotational speed of the engine was decreased in comparison with hand harvesting.

Keywords: Rosa damascene, Mechanized harvesting, Portable machine, Fuel consumption, Harvesting period