ارزیابی فنی و اقتصادی ماشین برداشت گل زعفران (مرحله جداسازی کلاله از گل)

محمد حسین سعیدی راد*[۱]، محمد علی ابریشمی[۲]، حسین مصطفی وند[۱]، سعید ظریف نشاط[۱] و صمد نظرزاده اوغاز[۱]

۱- اعضاء هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، Saiedirad@yahoo.com

۲- مهندس مکانیک، مخترع و سازنده دستگاه برداشت زعفران، شهرستان نیشابور

چکیده

ایران با سطح زیر کشت ۷۳۰۰۰ هکتار و تولید سالیانه ۲۵۴ تن زعفران خشک بزرگترین تولیدکننده زعفران جهان به شمار می آید. از مهمترین موانع و مشکلات زراعت زعفران مکانیزه نبودن برداشت و هزینه بالای تولید و نیاز به نیروی کار فراوان در مدت زمان محدود برداشت را نام برد. در این تحقیق ضمن شناسایی تمام فعالیت های انجام شده در زمینه های مکانیزاسیون براشت زعفران، دستگاه های موجود مورد ارزیابی فنی و اقتصادی قرار گرفتند. نتایج ارزیابی دستگاه برش گل زعفران طراحی و ساخته شده توسط ابریشمی فر نشان داد که این دستگاه با ظرفیت کاری ۴/۸۵ کیلوگرم گل در ساعت و خطای برش ۲/۵۱ درصد، توانایی بازگشت سرمایه در مدت زمان ۱/۵۵ سال را دارا می باشد. همچنین دستگاه جداساز کلاله از سایر قسمت های گل با ظرفیت کاری ۵۰ کیلوگرم در ساعت دارای عملکرد قابل قبولی بود.

واژه های کلیدی: زعفران، مکانیزاسیون، برداشت، ماشین

مقدمه

ایران بزرگترین تولیدکننده زعفران جهان است. سطح زیر کشت زعفران در دو دهه اخیر از حدود ۱۰۰۰۰ هکتار در سال ۱۳۶۵ به بیش از ۷۳۰۰۰ هکتار در سال ۱۳۹۰ افزایش یافته است که نشانگر رشد سالانه ای معادل ۲۵ درصد بطور متوسط در طی ۲۵ سال گذشته بوده است. میزان تولید زعفران کل کشور در سال ۱۳۹۰، ۲۵۴ تن با عملکرد متوسط ۳/۵ کیلوگرم در هکتار گزارش شده است. از مجموع ۷۳۰۰۰ هکتار سطح زیر کشت زعفران در کشور، استان های خراسان رضوی و جنوبی هر کدام با سطح زیر کشت ۵۷۰۰۰ و ۱۲۰۰۰ هکتار مقام اول و دوم در کشور را دارند. تعداد مزارع زعفران با مساحت کمتر از یک هکتار، بین یک تا دو هکتار و بالاتر از دو هکتار ، به ترتیب برابر با ۱۲۰۱۶۲ ، ۲۷۹۰۲ و ۱۰۸۳۶ عدد می باشد. در مجموع هم اکنون تعداد ۱۵۵۴۹۶ نفر بهره بردار و ۵۷ تعاونی تولید در زمینه کشت و تولید زعفران در کشور فعالیت می کنند (آمارنامه کشاورزی ، ۱۳۹۰).

میزان تولید زعفران در کل اروپا (اسپانیا، یونان و ایتالیا) در سال ۲۰۰۴ ، ۶۸۰۰ کیلوگرم گزارش شده است که تنها ۴٪ تولید زعفران جهان را به خود اختصاص می دهد. این در حالی است که میزان تولید زعفران در سال ۱۹۳۰ در این سه کشور اروپایی ۱۷۰ تن گزارش شده است. افزایش هزینه های کارگری از علل کاهش شدید تولید نامبرده می شود. نمودار میزان تولید زعفران تنها در کشور اسپانیا نشان می دهد (Diaz-Marta and Luis., 2003).

گلدهی مزرعه زعفران در یک دوره ۲۰–۱۵ روزه صورت می گیرد. این دوره چند روزه با توجه به شرایط آب و هوایی منطقه و همچنین زمان آبیاری اولیه می تواند در فاصله زمانی اواخر مهرماه تا اوایل آذرماه قرار گیرد. کشاورزان مناطق کوهستانی که سرمای پاییزی زودرس دارند در اواخر مهرماه گل های زعفران را برداشت خواهند نمود. تاخیر در آبیاری اولیه در هر منطقه می تواند گلدهی مزرعه زعفران را حداکثر ۷–۵ روز به تاخیر بیاندازد. پس از گذشت این زمان کوتاه حتی اگر آبیاری انجام نگیرد گل های زعفران با زحمت فراوان از زیر خاک خشک سر بر خواهند آورد. برداشت گل می بایست به صورت روزانه و در ساعات اولیه صبح انجام شود چرا که در این زمان دمای هوا پایین است و گل ها به صورت غنچه می باشند. با تابش اشعه خورشید و گرم شدن هوا گل ها شروع به باز شدن خواهند نمود. تاخیر در برداشت گل‌های زعفران موجب بازشدن کامل گل ها می گردد. این امر باعث خواهد شد تا گلبرگ ها که همانند پوششی محافظ کلاله قرمز رنگ را احاطه کرده اند از اطراف آن کنار رفته و این محصول با ارزش در معرض تابش اشعه‌های خورشید و باد قرار گرفته و موجب پایین آمدن کیفیت آن گردد. از طرف دیگر آلودگی محصول به علت نزدیکی به سطح خاک دور از انتظار نخواهد بود.

سیستم برش اتوماتیک به منظور جدا کردن کلاله از گل زعفران را با استفاده از سیستم پردازش تصویر به منظور تعیین تصاویری جهت مشخص کردن نقطه مناسب برش طراحی و ساخته شد. در این دستگاه ظروف پیاله ای شکل به گونه ای چیده شده اند که گلها به صورت یک به یک درون آنها قرار گرفته و به سمت سیستم اصلی حرکت می کند. در انتهای مسیر گل توسط دو تسمه پولی از درون پیاله گرفته شده و از محفظه تصویربرداری عبور می کند. تصویر هر گل آنالیز شده تا بهترین نقطه برش مشخص گردد. بعد از تعین نقطه برش، سیستم برش که در انتهای دستگاه قرار گرفته ارتفاع خود را بر طبق دستور کامپیوتر تنظیم کرده و گل را برش می دهد. سیستم مکنده کلاله و گل را پس از برش، به مخزن منتقل می کند. نتایج ارزیابی نشان داد بطور موثر و درصد بالائی عملیات برش صرف نظر از شکل ، اندازه گل، سرعت جابجائی و جهت گل انجام می شود. کارائی دستگاه ۸ برابر روش دستی گزارش شده است (Gracia, L. et al. 2009).

نتایج اندازه گیری خصوصیات فیزیکی گل زعفران نشان داد که سرعت حد برای سه قسمت گل یعنی کلاله، پرچم و گلبرگ دارای اختلاف معنی داری می باشد . این نتیجه پس از برداشت گل هایی که یک ، دو، سه و چهار روز از زمان چیدن آنها گذشته بود بررسی شده است. نتایج نشان داد که بین سرعت حد کلاله در یک روز پس از چیدن(۲/۸–۲/۴ متر بر ثانیه) و سرعت آستانه

سایر قسمت ها (۲-۱ متر بر ثانیه) اختلاف معنی داری وجود دارد و بطور دقیق کلاله را از سایر قسمت ها جدا می نماید. دبی هوای مورد نیاز برای این منظور ۱۷۰۰ مترمکعب بر ساعت و فشار استاتیک ۰/۸۲ سانتیمتر بود (Emadi, 2009).

در تحقیقی از مکانیزم برش و مکش برای جدا سازی کلاله ازگل بهره گرفته شد. در دستگاهی که طراحی و ساخته شد ابتدا گل ها در بخش پیش فرم مرتب شده و در یک جهت قرار می گیرند. سپس از طریق یک تیغه دوار با سرعت بالا دمگل برش داده شده و در قسمت مکش گلبرگ ها به طرفین باز می شوند. کلاله از طریق دو عدد غلتک از گلبرگ جدا می شوند. در قسمت انتهایی دستگاه از طریق یک استوانه مشبک، کلاله ها از بساک جدا می گردد (چاپاری ، ۱۳۸۹).

به منظور بررسی امکان جداسازی کلاله از گل های زعفران خشک شده ، گل های خشک شده را با استفاده از غلطک های فشار دهنده و خورشیدی های ضربه زن تحت تاثیر نیروهای فشاری و ضربه ای قرار داده شدند و تاثیر آهنگ تغذیه، سرعت دوران برای غلطک ها و استوانه های خورشیدی و نوع گل خشک شده (غنچه، نیمه باز و کاملا باز)، بر درصد وزنی کلاله های جدا شده و کلاله های شکسته بررسی شد. نتایج نشان داد، درصد وزنی کلاله های جداشده در گل های باز و نیمه باز نسبت به گل های غنچه بالاتر بوده ولی میزان شکستگی کلاله ها در گله های غنجه به میزان ۳۰٪ کمتر است. با افزایش سرعت دورانی استوانه ها، درصد وزنی کلاله های شکسته شده افزایش می یابد. مشخص گردید که استفاده از ضربه زن های خورشیدی دارای کارائی مناسب جهت جداسازی کلاله های گل های خشک شده زعفران نبوده و درصد وزنی کلاله های جدا شده در کلیه تیمارها کمتر از ۵۰٪ بدست آمد. استفاده از فشرده کننده غلطکی با سرعت دوران ۲۰۰ دور در دقیقه و نرخ تغذیه ۶ گرم بر ثانیه جهت جداسازی کلاله از گل های خشک شده نیمه باز، مطلوب ترین شرایط را نتیجه داد که موجب جداسازی ۹۹/۴۸ درصد کلاله ها گردید (سعیدی راد و همکاران، ۱۳۹۱).

با مکانیزه شدن مرحله جداسازی کلاله از گل زعفران، علاوه بر کاهش هزینه های تولید، بسیاری از مشکلات آلودگی که در برداشت دستی بوجود می آید حل خواهد شد. در این راستا تا کنون چندین ماشین ویژه در مناطق مختلف استان و کشور توسط مخترعین و صنعتگران ساخته و ثبت شده است. در این تحقیق به منظور دستیابی به مناسبترین مکانیزم جهت جداسازی کلاله از گل زعفران، تمام دستگاه های ساخته شده در کشور که قابل ارزیابی و آزمون بودند شناسایی شده و مورد ارزیابی فنی و اقتصادی قرار گرفتند. در این ارزیابی ها، ظرفیت مزرعه ای، میزان ضایعات، هزینه اولیه و هزینه های جاری بررسی شده و با مقایسه هزینه های برداشت دستی، سنوات بازگشت سرمایه برای هر دستگاه بدست آمد.

مواد و روش ها

به منظور شناسایی دستگاه ها و ماشین های ساخته شده برای جداسازی کلاله از گل زعفران در سطح کشور، ضمن جستجوی کلیه منابع علمی و ثبت اختراع شده، از تمامی مدیریت های جهاد کشاورزی مناطق زیر کشت زعفران استعلام به عمل آمد. پس

از شناسایی کلیه فعالیت های صورت گرفته، با مجری و سازنده هر دستگاه تماس گرفته شد و وضعیت موجود دستگاه طراحی و ساخته شده مشخص گردید. از بین تمامی دستگاه ها مواردی که وجود خارجی داشته و قابل ارزیابی بودند شناسایی شدند. برای جداسازی کلاله از گل زعفران نیز دستگاه ها و ماشین های متعددی شناسایی گردید. از بین این دستگاه ها تنها دستگاه طراحی و ساخته شده توسط آقای ابریشمی فر در حال کار و قابل ارزیابی بود. لذا در این تحقیق ضمن شرح مکانیزم و نحوه کار آن ، دستگاه مورد ارزیابی فنی و اقتصادی قرار گرفت. در این ارزیابی، ظرفیت نظری و عملی هر دستگاه بر حسب کیلوگرم گل در ساعت، میزان ضایعات بر حسب درصد اندازه گیری شد. در ارزیابی اقتصادی، با احتساب هزینه اولیه خرید هر دستگاه بر اساس قیمت اعلام شده توسط سازنده، عمر مفید هر دستگاه و هزینه های جاری و با مقایسه هزینه های برداشت دستی، سنوات بازگشت سرمایه برای هر دستگاه بدست آمد.

هزینه جاری دستگاه کلیه هزینه‌هایی است که یک دستگاه در طول دوره کاری خود متحمل می‌شود. این هزینه شامل مجموع هزینه‌های انرژی، استهلاک دستگاه، هزینه کارگری می باشد. از روابط زیر جهت محاسبه مدت زمان بازگشت سرمایه استفاده گردید.

(۱) هزینه استهلاک =هزینه استهلاک دستگاه × قیمت تمام شده دستگاه

(۲) انرژی =انرژی حامل انرژی × قیمت ساعات کاری ×تعداد دوره کاری × مقدار مصرف حامل انرژی در واحد زمان هزینه

(۳) کارگری =کارگر تعداد × (دستمزد روزانه) ساعات کاری تعداد × دوره کاری

(۴) هزینه جاری =هزینه انبارداری +هزینه کارگری+ هزینه انرژی+ هزینه استهلاک

(۵) درآمد کل =درآمد یک دوره در کارگر (روز/ساعت) × ظرفیت کاری دستگاه واحد دستمزد

(۶) درآمد خالص =درآمد کل – هزینه های جاری

(۷) مدت زمان بازگشت سرمایه=قیمت دستگاه÷درآمد خالص

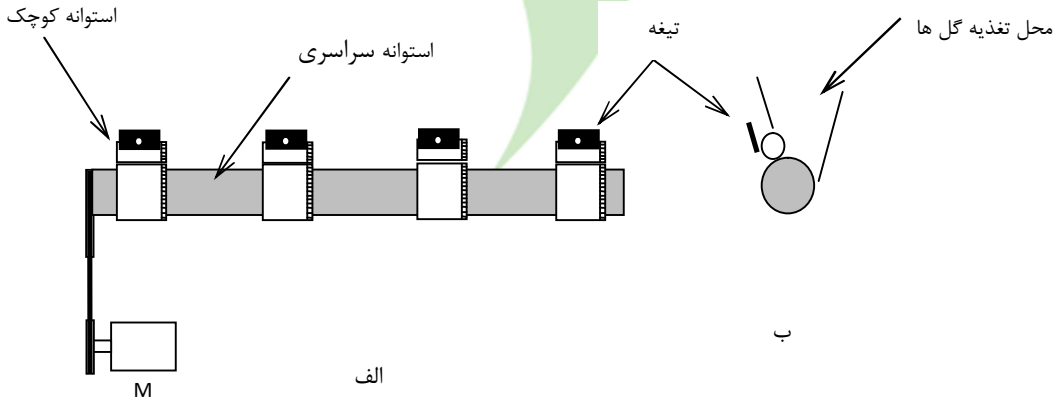
نتایج و بحث

مجموعه دستگاه فرآوری زعفران ساخته شده توسط آقای محمد علی ابریشمی (شهرستان نیشابور) متشکل از دو دستگاه، شامل دستگاه برش گل و دستگاه جداساز بود. طرز کار کلی دستگاه بدین صورت بود که دو کارگر گل ها را به صورت تک دانه ای وارد واحد برش می کردند. گل ها توسط یک تیغه با حرکت عمودی از انتهای اتصال دم به گلبرگ ها برش می خوردند. در واحد بوجاری کلاله های زعفران از مخلوط قسمت های مختلف گل جدا می شدند. در واحد بوجاری (جداکننده کلاله از گل) با توجه به خصوصیات آیرودینامیکی اجزاء گل، هر کدام از آنها به طور کامل جدا شده و محصول نهایی کلاله زعفران استخراج می‌گردید.

دستگاه برش گل: تغذیه واحد برش به صورت دستی و با استفاده از کارگر انجام می گرفت. هر واحد برشی شامل چهار تغیه برشی بوده که برای هر تیغه یک مجرای تغذیه وجود داشت. سه کارگر در کنار هم وظیفه تغذیه دستی گل ها را برای واحد برش بر عهده داشتند. برای دو تیغه برشی میانی یک کارگر و برای تیغه های کناری هر کدام یک کارگر مورد نیاز بود.

یک استوانه سراسری برای هر چهار تیغه وجود دارد. در زیر هر مجرای تغذیه و بر بالای این استوانه، چهار استوانه کوچک وجود دارد که توسط فنرهایی به استوانه سراسری متصل گردیده اند. حرکت از طریق چرخ دنده‌های تعبیه شده بر روی حلقه ها به استوانه‌های کوچک منتقل می شود. گردش استوانه سراسری با استوانه های کوچک درخلاف جهت همدیگر بوده و منجر به کشیدن گل ها به داخل می شود. سرعت دورانی استوانه کوچک ۳/۷ برابر سرعت استوانه سراسری بود. در پشت هر استوانه کوچک یک تیغه برشی وجود دارد که به محض دریافت فرمان برش، به حرکت درآمده و گل را در محل مورد نظر برش می‌داد. این برش بصورت ضربه ای انجام شده و عمل برش مابین تیغه و استوانه سراسری انجام می‌گیرد. در شکل ۱ واحد برش به صورت شماتیک نمایش داده شده است.

گل زعفران در انتهای دم و محل اتصال به گلبرگ ها دارای برآمدگی است. هنگامی که گل از بین دو استوانه عبور کند، قسمت برآمده از طریق فنر تعبیه شده باعث عقب راندن استوانه کوچک شده و در همان هنگام توسط واحد پردازشگر سرعت تیغه تعیین شده و تیغه با حرکت گیوتین مانند گل را برروی استوانه سراسری برش داده می شود. سرعت حرکت تیغه قابل تنظیم بوده تعیین کننده محل برش گل و همچنین طول خامه سفیدرنگ متصل به کلاله سه شاخه ای زعفران می باشد. حرکت استوانه سراسری از الکتروموتور تامین می‌شود. شکل ۲ استوانه های تغذیه گل و واحد برش گل را نمایش می دهد



شکل ۱. شماتیک کلی دستگاه برش گل زعفران، الف) نمای روبرو ب) نمای جانبی

شکل ۲. استوانه های تغذیه و برش گل زعفران

ارزیابی فنی دستگاه

به منظور ارزیابی دستگاه برش، تاثیر نوع گل بر اساس طول دم گل در سه سطح (۱۰ ، ۳۰ و بالاتر از ۳۰ میلی متر) و نرخ تغذیه نیز در سه سطح (۲۰۰، ۱۵۰ و ۱۰۰ گل در دقیقه برای چهار واحد برش با سه کارگر) برعملکرد دستگاه و همچنین خطای برش در قالب طرح آماری کاملا تصادفی با آزمایش فاکتوریل و در ۳ تکرار بررسی شد. خطای برش شامل درصدگل هایی که برش از محل مورد نظر انجام نگرفته و کلاله به دم یا سایر قسمت های گل متصل مانده بود می شد.

نتایج نشان داد که طول دم گل تاثیر معنی داری بر دو صفت مورد مطالعه ندارد. همچنین مشخص گردید که نرخ تغذیه نیز تاثیر معنی داری بر روی خطای برش نداشته ولی بطور مسلم ظرفیت دستگاه را تحت تاثیر قرار می دهد (جدول ۱).

نتایج آزمون مقایسه میانگین ها که با استفاده از آزمون دانکن و در سطح احتمال ۵٪ انجام گرفت نشان داد که با افزایش نرخ تغذیه علاوه بر این که ظرفیت کاری دستگاه افزایش می یابد خطای برش گل نیز تغییر چندانی نمی کند. داده های جدول ۲ نشان می دهد که دقت دستگاه در برش صحیح گل ها تحت تاثیر هیچکدام از دو عامل نرخ تغذیه و طول دم گل قرار نگرفته که نشان از کارائی مناسب و دقیق آن دارد. همچنین می توان نتیجه گرفت که دستگاه با نرخ تغذیه ۲۰۰ گل در دقیقه و ظرفیت کاری ۴/۸۵ کیلوگرم گل در ساعت دارای عملکرد و کارائی مناسب می باشد. لازم به توضیح است که نرخ تغذیه ۲۰۰ گل در دقیقه برای چهار واحد برش دستگاه و توسط سه کارگر تامین می شود.

جدول ۱. نتایج آنالیز واریانس (میانگین مربعات)

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	
		ظرفیت کاری	خطای برش
نوع گل (طول دم گل)	۲	۰/۰۲۶ ns	۰/۰۳۹ ns
نرخ تغذیه	۲	۱۱/۸۳ **	۰/۰۹۹ ns
نوع گل × نرخ تغذیه	۲	۲/۵۴ ns	۰/۲۱۳ ns
خطا		۰/۰۲۰	۰/۱۲۹

* و ** :به ترتیب اختلاف معنی دار در سطوح احتمال ۵ و۱ درصد

ns : عدم وجود اختلاف معنی دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۲. نتایج آزمون مقایسه میانگین ها در سطوح مختلف متغیرها با استفاده از آزمون دانکن .

متغیرها	سطوح	ظرفیت کاری (کیلوگرم گل در ساعت)	خطای برش (درصد وزنی گل)
طول دم گل (میلی متر)	۱۰	۳/۷۸ a	۲/۳۶ a
	۳۰	۳/۶۵ a	۲/۴۲ a
	>۳۰	۴/۰۵ a	۲/۴۹ a
نرخ تغذیه (تعداد گل در دقیقه)	۲۰۰	۴/۸۵ a	۲/۳۶ a
	۱۵۰	۳/۶۸ b	۲/۳۷ a
	۱۰۰	۲/۵۶ c	۲/۵۴ a

اعداد با حروف مشابه برای هر تیمار در هر ستون حاکی از عدم اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد است .

ارزیابی اقتصادی دستگاه :

ارزیابی اقتصادی دستگاه بر اساس اطلاعات زیر که در آزمون بدست آمده و یا توسط طراح و سازنده مطرح شد انجام گردید.

قیمت تمام شده دستگاه : ۵۰ میلیون ریال

عمر مفید دستگاه : ۱۰ سال

ظرفیت کاری دستگاه : ۴/۸۵ کیلو گرم گل در ساعت

تعداد ساعات کاری در روز: ۱۸ ساعت

تعداد روزهای کاری در هر سال : ۴۵ روز

میزان مصرف برق : ۲۰۰ وات ساعت

تعداد کارگر مورد نیاز: ۳ نفر

هزینه های جاری، درآمد کل ، درآمد خاص و مدت زمان بازگشت سرمایه با استفاده از روابط (۱، ۲، ۳، ۴، ۵و ۶) محاسبه گردید. نتایج جدول ۳ نشان می دهد که دستگاه برش گل زعفران طراحی و ساخته شده توسط آقای ابریشمی فر توانایی بازگشت سرمایه در ۱/۵۵ سال را دارا می باشد. دقت بالای دستگاه در برش گل و امکان استفاده آن در محیط های مسکونی و استفاده از نیروی کارگری خانگی و ارزان و همچنین امکان بالابردن ساعات کاری روزانه از مزایای ویژه این دستگاه می باشد.

جدول ۳. نتایج حاصل از ارزیابی اقتصادی دستگاه

هزینه های جاری (هزار ریال)	درآمد کل (هزار ریال)	درآمد خالص (هزار ریال)	زمان بازگشت سرمایه (سال)
۲۸۴۶۱	۶۰۷۵۰	۳۲۲۸۹	۱/۵۵

دستگاه جدا ساز کلاله از سایر قسمت های گل:

این دستگاه شامل چهار قسمت اصلی نقاله تغذیه، فن مکنده، غربال استوانه ای و نوار نقاله های شیب دار است. شکل ۵-۱۰ نقاله تغذیه دستگاه که از توری پارچه ای ساخته شده است را نشان می دهد. قسمت های داخلی دستگاه به دلیل رعایت حقوق مخترع و حفظ مالکیت معنوی و مادی آن قابل شرح بصورت جز به جز نمی باشد. اما اصول کار این دستگاه بر این اساس است که محصول برش داده شده توسط دستگاه برش که در بخش قبلی شرح داده شده، شامل مخلوط گلبرگ، کلاله، دمبرگ‌ها و بساک است و می بایست این قسمت ها از یکدیگر جدا شوند. لذا مخلوط قسمت های برش خورده گل زعفران بوسیله کارگر بر روی نقاله تغذیه دستگاه جدا ساز ریخته می شود. کارگر می‌بایست به طور کامل مواد را روی نوارنقاله پهن کند. محصول پس از ورود به دستگاه از زیر واحد مکنده عبور می‌کند. فن مکنده گلبرگ‌ها را بدلیل وزن کم جدا کرده و به مخزن گلبرگ‌ها هدایت می‌کند. موادی که وزن سنگین‌تری را دارا می باشند بر روی غربال استوانه ای دوار سقوط می‌کنند. مواد در حین سقوط از یک میدان مغناطیسی عبور کرده و این موضوع باعث باردار شدن کلاله‌های سه شاخه ای و در نتیجه باز شدن و فاصله گرفتن شاخه های آن از یکدیگر می‌شوند. باز شدن سه شاخه این کلاله ها مانع عبور آن ها از سوراخ های استوانه و سقوط کلاله ها به داخل غربال استوانه ای می گردد. با چرخش استوانه، کلاله ها در اثر وزن خود بر روی نقاله های شیب دار در انتهای مسیر چرخشی استوانه می ریزند. دمبرگ ها و بساک در این مرحله از سوراخ های استوانه عبور کرده و به مسیر دیگری هدایت می شوند.

ارزیابی فنی دستگاه:

به منظور ارزیابی دستگاه جداساز کلاله، تنها تاثیرنرخ تغذیه در سه سطح (۶۰، ۵۰ و ۴۰ کیلوگرم مخلوط گل در ساعت) بردرصد کلاله های مخلوط شده با گلبرگ ها (کلاله های جدا نشده از سایر قسمت های گل)و همچنین درصد آلودگی کلاله های جدا شده (وجود سایر قسمت های گل در مخزن کلاله ها)با سایر قسمت های گل در سه تکرار بررسی شد. با توجه به اینکه نقاله تغذیه دارای سرعت ثابت بوده و امکان تغییر سرعت وجود نداشت، تغییر نرخ بر اساس تغییر ضخامت مواد بر روی نقاله تغذیه انجام شد.

نتایج نشان داد که با افزایش نرخ تغذیه از ۴۰ به ۶۰ کیلوگرم گل در ساعت، درصد وزنی کلاله های جدا نشده و همچنین آلودگی در مخزن کلاله ها افزایش می یابد بطوریکه تفاوت معنی داری بین نرخ تغذیه ۶۰ کیلوگرم گل در ساعت با دو نرخ تغذیه ۴۰ و ۵۰ کیلوگرم گل در ساعت وجود دارد (جدول ۴). بنابراین می توان نتیجه گرفت که دستگاه با نرخ تغذیه بهینه ۵۰ کیلوگرم کیلوگرم در ساعت دارای عملکرد مناسب و قابل قبولی می باشد.

جدول ۴. نتایج آزمون مقایسه میانگین ها در سطوح مختلف متغیرها با استفاده از آزمون دانکن .

متغیر	سطوح	کلاله های جدا نشده (درصد وزنی)	آلودگی در مخزن کلاله ها (درصد وزنی)
نرخ تغذیه (کیلوگرم گل در ساعت)	۶۰	۴/۲۳ a	۵/۳۱ a
	۵۰	۲/۸۴ b	۳/۶۴ b
	۴۰	۲/۴۵ b	۳/۵۲ b

اعداد با حروف مشابه برای هر تیمار در هر ستون حاکی از عدم اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد است .

ارزیابی اقتصادی دستگاه :

ارزیابی اقتصادی دستگاه بر اساس اطلاعات زیر که در آزمون بدست آمده و یا توسط طراح و سازنده و مطرح شد انجام گردید.

قیمت تمام شده دستگاه : ۳۵۰ میلیون ریال

عمر مفید دستگاه : ۲۰ سال

ظرفیت کاری دستگاه : ۵۰ کیلو گرم گل در ساعت

تعداد ساعات کاری در روز: ۸ ساعت

تعداد روزهای کاری در هر سال : ۴۵ روز

میزان مصرف برق : ۲۲۰۰ وات ساعت

تعداد کارگر مورد نیاز: ۱ نفر

هزینه های جاری، درآمد کل ، درآمد خاص و مدت زمان بازگشت سرمایه با استفاده از روابط (۱، ۲، ۳، ۴، ۵و ۶) محاسبه گردید. نتایج جدول ۵ نشان می دهد که دستگاه جداساز کلاله طراحی و ساخته شده توسط آقای ابریشمی فر توانایی بازگشت سرمایه در ۱/۴ سال را دارا می باشد. می توان نتیجه گرفت که ظرفیت بالای واحد جداساز به میزان ۵۰ کیلوگرم در ساعت (۴۰۰ کیلوگرم در روز) مستلزم بکارگیری تعداد واحدهای برش حداقل به تعداد ۱۰ واحد در یک خط فرآوری می باشد.

جدول ۵. نتایج حاصل از ارزیابی اقتصادی دستگاه

هزینه های جاری (هزار ریال)	درآمد کل (هزار ریال)	درآمد خالص (هزار ریال)	زمان بازگشت سرمایه (سال)
۵۰۷۸۰	۳۰۰۰۰۰	۲۴۹۲۲۰	۱/۴

منابع

۱- آمارنامه کشاورزی. ۱۳۹۰. معاونت برنامه ریزی و اقتصادی دفتر آمار و فنآوری اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی.

۲- سعیدی راد، م. و ع. مختاریان. ۱۳۹۰. اصول علمی کاربردی کاشت، داشت و برداشت زعفران. انتشارات غلامی.

۳- سعیدی راد، م. پ. شرایعی، ع. مهدی نیا و ب. عمادی. ۱۳۹۱. جداسازی مکانیکی کلاله از گل زعفران خشک شده با روش های مختلف گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، ۹۱/۶۹۳، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.

4- Diaz-Marta A. and G. Luís. 2003. Saffron in Europe (white book). University of Castilla La Mancha (UCLM).

5- Emadi, B. 2009. Separating saffron flower parts using vertical air column. International Journal of Biological and Life Sciences, *Vol 5:1*.

6- Gracia, L., Vidal, C and Gracia, C. 2009. Automated cutting system to obtain the stigmas of the saffron flower, Automation and Emerging Technologies, Biosystems Engineering , *Vol 104, Issu Pages 8-17* .

7- Jacobs, C. O. and W. R. Harrol.1983. Agricultural power and Machinery, McGrow Hill Book Co. New York.

Investigation and research on mechanization development probability and provide the most optimum method for saffron harvesting mechanization

Abstract

Iran is the largest producer of saffron in the world with 73,000 ha area cultivation and of 254 tons production. The main problem of saffron production is not mechanized harvesting, high production costs and requirement to high labor at limited time harvesting. In this research, all designed and constructed machine for saffron harvesting were identified and evaluated. The evaluation of saffron flower processing machine showed that the flower cutting machine (designed and constructed by Abrishamifar) with 4.85 kg/h saffron flower and 2.51% cutting error was able to return on investment at 1.55 year. The separating machine for saffron stigma was acceptable with 50 kg/ha saffron flower.

Keywords: Saffron, Mechanization, Harvesting, Mac