مجله ترویجی زعفران
دوره۳- شماره ۱- پیاپند ۴- بهار و تابستان ۱۴۰۰

چالش‌ها و راهکارهای توسعه مکانیزاسیون زراعت زعفران

محمد حسین سعیدی راد[1*]، عباس مهدی نیا[2]، سعید ظریف نشاط[3]

۱. دانشیار پژوهش بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات ، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران ، (نگارنده مسئول)
۲. مربی پژوهش بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی سازمان تحقیقات ، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران
۳. دانشیار پژوهش بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات ، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۱/۰۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۶/۰۹

سعیدی راد، م. ح.، مهدی نیا، ع.، ظریف نشاط، س.، . چالش‌ها و راهکارهای توسعه مکانیزاسیون زراعت زعفران
مجله ترویجی زعفران، دوره ۳ - شماره ۱- پیاپند ۴- بهار و تابستان ۱۴۰۰ صفحه: ۲۴-۱۷

چکیده

ایران با سطح زیر کشت ۱۲۰ هزار هکتار و تولید سالیانه ۴۳۹ تن زعفران، بزرگترین تولیدکننده زعفران جهان به شمار می آید. از مهم ترین موانع و مشکلات زراعت زعفران، می توان مکانیزه نبودن برداشت، هزینه بالای تولید و نیاز به نیروی کار فراوان در مدت زمان محدود برداشت را نام برد. در این تحقیق چالش های پیش روی توسعه مکانیزاسیون برداشت و فرآوری گل زعفران از نقطه نظرهای اجتماعی، فنی و اقتصادی بررسی گردیده و ظرفیت ها و پتانسیل های موجود شامل تمام فعالیت های انجام شده در زمینه مکانیزاسیون برداشت زعفران، مورد ارزیابی فنی و اقتصادی قرار گرفته است. بررسی ها نشان داد که توسعه مکانیزاسیون برداشت زعفران و طراحی ماشین می بایست برای دو سطح مالکیت (کشاورزی معیشتی و کشاورزی صنعتی) به طور جداگانه در نظر گرفته شود. با توجه به عدم یکنواختی سطح خاک در مزارع زعفران، استفاده از ماشین های قابل حمل و کارگر محور برای برداشت گل از مزرعه توصیه می گردد تا بتوان عملیات برداشت را با حداقل ضایعات مدیریت نمود. برای مرحله جداسازی کلاله از گل در کشاورزی معیشتی، ماشین برش گل به صورت خانگی توصیه می شود تا ضمن حفظ ظرفیت کاری ایجاد شده، به تولید محصول بهداشتی و استاندارد کمک نماید. برای سطوح مالکیتی بزرگ، راه اندازی واحد های صنعتی و در صورت امکان تکمیل خط تغذیه ماشینی و خودکار گل می تواند از بروز ضایعات گل زعفران در روزهای اوج برداشت جلوگیری نماید.

واژه های کلیدی: زعفران، مکانیزاسیون، کاشت، برداشت گل، جداسازی کلاله از گل، سطح مالکیت

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: saiedirad@yahoo.com

در مناطق خشک و نیمه خشک ایران، آب به عنوان محدود کننده‌ترین عامل تولید، اولویت کشت را تعیین می‌نماید. اما از روزگاران گذشته کشاورزان هوشمند ایران زمین به ویژه کشاورزان خراسانی به اصل مهم افزایش بهره‌وری آشنا بوده و به کشت و کار محصولات با نیاز آبی کم، به ویژه زعفران پرداخته‌اند. زعفران به خاطر اشتغال زایی، درآمدزایی مناسب و ارزآوری بالا، از دیرباز یک محصول استراتژیک و با ارزش برای مناطق جنوبی و کم آب خراسان بزرگ بوده است. زعفران گیاهی است که با شروع بارندگی‌های پاییزه رشد می‌کند و با اتمام بارندگی‌های بهاره رشد آن خاتمه می‌یابد. در نتیجه بارندگی های سالانه با فصل رویش و رشد این گیاه تطابق دارد (سعیدی راد و مختاریان، ۱۳۹۰).

سطح زیر کشت زعفران در سه دهه اخیر از حدود ۱۰ هزار هکتار در سال ۱۳۶۵ به بیش از ۱۲۰ هزار هکتار در سال ۱۳۹۸ افزایش یافته است. میزان تولید زعفران کل کشور در سال ۱۳۹۸، ۴۳۹ تن با عملکرد متوسط ۳/۶۵ کیلوگرم در هکتار گزارش شده است. از مجموع ۱۲۰ هزار هکتار سطح زیر کشت زعفران در کشور، استان های خراسان رضوی و جنوبی هر کدام با سطح زیر کشت ۹۱۰۰۰ و ۱۶۰۰۰ هکتار مقام اول و دوم در کشور را دارند. تعداد مزارع زعفران با مساحت کمتر از یک هکتار، بین یک تا دو هکتار و بیشتر از دو هکتار، به ترتیب برابر با ۱۲۰۱۶۲، ۲۷۹۰۲ و ۱۰۸۳۶ عدد می باشد. در مجموع تعداد ۱۷۷۵۰۴ نفر بهره بردار و ۹۰ تعاونی تولید در زمینه کشت و تولید زعفران در کشور فعالیت می کنند (آمارنامه کشاورزی، ۱۳۹۹).

امروزه استفاده از وسایل، تجهیزات و ماشین ها برای کشاورزی امری ضروری می‌باشد. به جرأت می‌توان گفت که این امکانات از مهم ترین نهاده های بخش کشاورزی می‌باشند. انتخاب و کاربرد مناسب ماشین‌آلات و منابع تأمین توان، اثر مستقیم و مؤثر بر میزان تولید و افزایش درآمد دارد. به طور کلی، زمانی که توسعه در سایر زمینه‌ها دارای محدودیت نبوده و بتوان در کنار توسعه فن‌آوری ماشین‌های کشاورزی در مزارع، فن‌آوری‌های جدید همانند استفاده از بذور اصلاح شده، کود و آفت‌کش‌ها، گسترش و توسعه اراضی (یکپارچه‌سازی) را به کار برد، می‌توان از فن‌آوری ماشین‌های کشاورزی بهره جست و به افزایش تولید، کاهش هزینه‌ها، کاهش سختی کار و اجرای کشاورزی پایدار جهت حفظ محیط زیست دست یافت. کاربرد ماشین در زراعت زعفران نیز از این امر مستثنی نبوده و با توجه به شرایط جدید، توسعه کاربرد ماشین در مراحل مختلف تولید زعفران (آماده سازی زمین، کاشت، داشت و برداشت) از ضروریات می باشد.

علاوه بر ایران، زعفران در نقاط مختلف دنیا مانند اسپانیا، اتریش، هندوستان، چین، یونان، ایتالیا، مصر، ترکیه و آذربایجان تولید می‌شود اما حدود ۹۰ درصد تولید زعفران جهان فقط مربوط به ایران است. علاوه بر کشورهای فوق، کشور های افغانستان و چین در آینده می‌توانند از رقبای ایران در زمینه تولید زعفران به شمار آیند. عدم استفاده از ماشین در مراحل مختلف برداشت و بالا بودن دستمزد کارگری به عنوان دلایل کاهش شدید تولید زعفران در اروپا و به ویژه کشور اسپانیا ذکر شده است (دیازمارتا و لویس، ۲۰۰۳) و این اتفاقی است که ممکن است در سال های آتی برای تولید زعفران ایران در صورت مکانیزه نشدن مراحل برداشت بیفتد.

هرچند که در سال های اخیر فعالیت هایی در

زمینه مکانیزاسیون برداشت زعفران در تعدادی از کشورهای اروپایی به ویژه اسپانیا انجام شده و انتظار می رود در آینده نزدیک، دستگاه ها و ماشین های اختراع شده وارد بازار گردند، ولی در وضعیت موجود، عدم مکانیزاسیون برداشت زعفران، یکی از عوامل اصلی بالابودن هزینه های تولید این محصول به شمار می آید.

راهکارهای توسعه مکانیزاسیون مراحل مختلف تولید زعفران

نتایج بررسی ها و مطالعات میدانی نشان می دهد که ضریب مکانیزسیون در مرحله آماده سازی زمین قبل از کاشت پیاز زعفران ۹۲ درصد بوده و با توجه به کاربرد مشترک ادوات خاک ورزی در محصولات مختلف، در این زمینه محدودیتی در استفاده از ماشین وجود ندارد (سعیدی راد و همکاران، ۱۳۹۳). برای کاشت پیازهای زعفران، دو دستگاه کارنده نیمه خودکار و تمام خودکار طراحی و ساخته شده و در دسترس کشاورزان قرار گرفته است. کارنده هفت ردیفه تمام خودکار زعفران با ظرفیت مزرعه ای ۰/۵ هکتار در ساعت، قابلیت کشت ۱۰-۵ تن پیاز در هکتار با فواصل ردیف های ۳۰-۲۵ سانتی متری را دارد. استفاده از این دستگاه موجب کاهش هزینه های کارگری به میزان ۷۵ درصد نسبت به روش سنتی(دستی) شده و موجب صرفه جویی در مصرف پیاز به میزان ۱۰ درصد می گردد (سعیدی راد، ۱۳۹۷).

در زمینه مکانیزاسیون برداشت گل از مزرعه و جداسازی کلاله از گل تحقیقات زیادی انجام گرفته و تا کنون دستگاه ها و ماشین های متعددی در این زمینه طراحی و ساخته شده اند. ولی اکثر آنها هنوز در مرحله اولیه تولید و یا آزمایشگاهی بوده و بعضاً به دلیل عدم کارائی مناسب و یا مشکلات اقتصادی طراح و سازنده رها گردیده اند. آنچه مسلم است، هم اکنون دو مرحله «برداشت گل از مزرعه» و «جداسازی کلاله از گل» به روش دستی و با استفاده از نیروی کارگری انجام می شود. توسعه مکانیزاسیون مراحل برداشت و فرآوری گل زعفران نیازمند توجه ویژه به جنبه های مختلف اجتماعی، اقتصادی و فنی می باشد. دستیابی به فناوری کاربردی و قابل توسعه برای مکانیزاسیون برداشت زعفران، بدون در نظر گرفتن مسائل و محدودیت های موجود در این حوزه میسر نبوده و باعث اتلاف وقت و هزینه های هنگفت خواهد شد. لذا متخصصین، طراحان و صاحبان ایده قبل از شروع می بایست با این مسائل و محدودیت ها آشنا شوند.

الف- اجتماعی

با توجه به دستی بودن مراحل برداشت و فراوری زعفران، در فصل برداشت تعداد زیادی نیروی کارگری در منطقه درگیر برداشت زعفران می شوند. جدول ۱ نیروی کارگری مورد نیاز برای برداشت گل از مزرعه زعفران با توجه به میزان گل دهی و عمر مزرعه را نشان می دهد. مشاهده می شود که با افزایش عمر مزرعه و افزایش میزان گل دهی، نیروی کارگری مورد نیاز نیز به شدت افزایش می یابد. به طور کلی، از هر کیلوگرم گل زعفران به طور میانگین ۱۰ تا ۱۲ گرم زعفران خشک استحصال می گردد. بنابراین با توجه به ۴۳۹ تن زعفران خشک تولید شده در کشور، بالغ بر۴۰ هزار تن گل زعفران برداشت می شود. به طور میانگین هر کارگر ۱ تا ۳ کیلوگرم گل زعفران در ساعت برداشت می نماید. با در نظر گرفتن دو کیلوگرم گل در ساعت برای هر نفر کارگر، برای برداشت کل گل های زعفران تولیدی تعداد ۲۰ میلیون نفر ساعت کار تولید می گردد. همچنین برای

جداسازی کلاله از گل تعداد ۱۰۰ میلیون نفر ساعت کارگر لازم است. بنابراین در مجموع در دوره ۴۵ روزه برداشت گل زعفران در سطح کشور ۱۲۰ میلیون نفر ساعت کارگر مورد نیاز می باشد.

ورود مکانیزاسیون و ماشین به این مرحله از تولید زعفران از چند جنبه قابل تأمل است. از یک طرف نگرانی برای از دست رفتن شغل های ایجاد شده در کشاورزی معیشتی مناطق زعفران کاری و از طرف دیگر خطر تأخیر در برداشت و افزایش ضایعات این محصول با ارزش به علت محدودیت زمانی برداشت گل های زعفران و هم زمانی برداشت این محصول با سایر محصولات منطقه از قبیل (انار، سیب زمینی، چغندرقند و...) و کمبود نیروی کارگری، احساس می شود. با این وجود، ورود فناوری و ماشین در این عرصه می تواند به کاهش هزینه های تولید، کاهش ضایعات و کاهش آلودگی محصول کمک نماید.

ب– محدودیت های فنی و مزرعه ای در برداشت گل

گل زعفران در زمان برداشت دارای ارتفاعی در حدود ۳ تا ۱۰ سانتی متر از سطح خاک می باشد. گل ها در ساعات اولیه صبح نزدیک سطح خاک بوده و با گذشت زمان و گرم شدن هوا، ارتفاع آنها افزایش می یابد. البته ارتفاع گل می تواند تحت تاثیر عوامل مختلف دیگری از قبیل عمر مزرعه، عمق کاشت پیازهای زعفران، زمان آبیاری اولیه و همچنین کیفیت خاک و مواد آلی موجود در آن قرار گیرد. نزدیکی گل ها به سطح خاک و از طرف دیگر وجود برگ های سوزنی زعفران که اغلب اوقات با گل ها ظاهر می شوند کاربرد ماشین را مشکل می سازد.

زمان سبز شدن برگ های سوزنی تابع شرایط آب و هوایی منطقه و همچنین زمان آبیاری اولیه می باشد. تأخیر در سبز شدن برگ ها و رویش آنها پس از اتمام دوره برداشت، ایده ال ترین شرایط برای برداشت راحت و آسان گل های زعفران می باشد. هرچند که رشد برگ ها و سبزشدن آنها را می توان تا حدودی با تأخیر در آبیاری اولیه به تاخیر انداخت ولی چنانچه سرمای پاییزی دیرتر فرا رسد گل دهی مزرعه نیز با تأخیر همراه گشته و برگ ها قبل از گل ها سبز خواهند شد.

عدم یکنواختی سطح خاک، وجود خار و خاشاک در سطح مزرعه، عدم انجام سله شکنی مناسب و دانه بندی درشت خاک در زمان بالا آمدن گل ها را می توان از دیگر محدودیت های کاربرد ماشین برشمرد.

از مهم ترین مسائل و مشکلات فنی که ماشین های برداشت در مزرعه با آن مواجه هستند می توان به موارد زیر اشاره نمود:

- ✓ در هنگام برش، شیره گیاهی ساقه گل سطح تیغه برش را پوشانده و با توجه به نزدیکی به سطح خاک آلوده به خاک نیز می گردد. لذا پس از مدتی، سطح تیغه ها با لایه ضخیمی از شیره گیاه و خاک پوشیده می شود که علاوه بر افزایش آلودگی موجب کاهش کیفیت برش و کارائی دستگاه می گردد.
- ✓ درگیر شدن تیغه های برش با سنگ و کلوخه و آسیب دیدن سریع آنها.

ج– محدودیت های فنی در جداسازی کلاله از گل

جداسازی کلاله ها از گل های زعفران از گذشته تا کنون به صورت سنتی و با استفاده از نیروی کارگر انجام می شود. به جرأت می توان گفت که حساس ترین و وقت گیر ترین مرحله برداشت زعفران، مرحله جداسازی کلاله از گل می باشد. کوتاه و محدود بودن دوره گل دهی در هر منطقه باعث می گردد تا نیروی کارگری و زمان کافی برای جداسازی کلاله تمامی گل های برداشت شده در هر روز وجود نداشته باشد و

کشاورزان اغلب مجبور به نگهداری گل ها تا چند روز می شوند. این امر موجب کاهش کیفیت محصول و گاهی اوقات فاسد شدن گل ها می گردد.

برای دستیابی به محصولی با کیفیت مطلوب توصیه می گردد تا جداسازی کلاله حداکثر یک روز پس از برداشت گل انجام گیرد (سعیدی راد و همکاران، ۱۳۹۱).

گل زعفران از اجزای گلبرگ، کلاله، پرچم و دم گل تشکیل شده است. وزن گل های زعفران از ۰/۳۵ تا ۰/۵۵ گرم متغیر بوده و هر کیلوگرم گل زعفران دارای ۲۵۰۰ تا ۲۷۰۰ گل می باشد. همان گونه که در جدول ۱ مشاهده می شود رطوبت گل های زعفران در حدود ۹۰ درصد می باشد (عمادی و سعیدی راد، ۲۰۱۱). بیشترین میزان رطوبت، جرم مخصوص و سرعت حد مربوط به دم گل می باشد. تفاوت سرعت حد اجزای گل، استفاده از جریان هوا برای تفکیک و جداسازی آن را میسر می سازد (عمادی، ۲۰۰۹).

به منظور جداسازی کلاله از گل می بایست، برش در انتهای دم گل انجام شود (شکل ۱) تا اجزای مختلف گل از یکدیگر جدا شوند و سپس کلاله از سایر قسمت ها تفکیک گردد. لذا به منظور مکانیزه کردن فرآوری گل زعفران، ماشین مورد استفاده می بایست قادر به انجام سه مرحله اصلی شامل ردیف کردن گل، برش گل و جداسازی کلاله از سایر قسمت های گل باشد.

متغیر بودن خصوصیات فیزیکی گل های زعفران شامل (رطوبت، شکل ظاهری، اندازه گل و طول دم گل) باعث شده که دستیابی به مکانیزم ردیف کن گل با محدودیت روبرو گردد. از طرف دیگر چسبندگی گل ها به یکدیگر به دلیل رطوبت بالا و درهم تنیده شدن گل ها در حین مراحل برداشت و حمل و نقل، از مشکلات عدیده برای تفکیک و ردیف کردن گل ها می باشد. تعداد زیاد گل در واحد جرم، عملکرد و کارائی سیستم برش گل را تحت تاثیر قرار می دهد (گراسیا و همکاران، ۲۰۰۹). بنابراین استفاده از سیستم برشی که بتواند با کمترین استهلاک و جابجایی، بیشترین ظرفیت برش گل های زعفران را داشته باشد، می تواند موثر واقع شود.

انتخاب دقیق و صحیح محل برش گل از مهم ترین نکات فنی در مرحله برش می باشد. در غیر

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی گل زعفران و اجزای آن (سعیدیراد، ۲۰۲۰)

خصوصیت	گل	کلاله (سه شاخهای)	کلاله (تک شاخهای)	پرچم	گلبرگ	دمگل
وزن (گرم)	۰/۳۵-۰/۵۵	۰/۰۲۶-۰/۰۳۵	۰/۰۰۸-۰/۰۱۲	۰/۰۰۶-۰/۰۱	۰/۰۲۷-۰/۰۳	۰/۱-۰/۱۷
جرم مخصوص (گرم برسانتی متر مکعب)	۰/۹۰-۰/۹۵	۰/۹۰-۰/۹۵	۰/۸۴-۰/۹۴	۱/۱۰-۱/۲۰	۰/۸۲-۰/۸۸	۰/۹۵-۰/۹۹
رطوبت (درصد)	۸۸-۹۳	۷۲-۷۷	۷۲-۷۷	۸۴-۸۷	۸۸-۹۰	۸۸-۹۲
سرعت حد (متر بر ثانیه)	۳-۳/۵	۲/۸-۳/۴	۳-۳/۵	۲-۲/۵	۱-۱/۵	۳/۵-۴

شکل ۱- محل برش گل

اینصورت موجب افزایش شدید ضایعات محصول می گردد. فاصله طولی ۵ میلی متری انتهای دم گل، محل مناسب برش بوده که در صورت جابجایی برش موجب افزایش یا کاهش طول خامه متصل به کلاله سه شاخه ای می گردد. بنابراین دقت سیستم تشخیص محل برش و سرعت عمل سیستم فرمان و سیستم برش در انجام یک برش خوب نقش اساسی دارند.

متفاوت بودن خصوصیات فیزیکی و آیرودینامیکی اجزای گل زعفران (جدول ۲) بهترین شرایط را برای تفکیک اجزای گل از یکدیگر فراهم می نماید و بر همین اساس دستگاه های مختلف طراحی و ساخته شده و اغلب نیز در این مرحله عملکرد مناسبی داشته اند.

د- ظرفیت و قیمت بهینه ماشین

از مهم ترین محدودیت های طراحی و ساخت ماشین برای مراحل برداشت و جداسازی کلاله از گل، ظرفیت و قیمت بهینه می باشد. تطابق قیمت تمام شده ماشین با ظرفیت آن می تواند موجب تجاری سازی ماشین و ورود آن به عرصه تولید گردد. از طرف دیگر سطح فناوری و نیاز به سرویس و نگهداری ماشین نیز از نکات مهم در انتخاب ماشین می باشد.

اغلب برای ماشین های کشاورزی عمر مفید ده ساله در نظر گرفته می شود لذا ماشین می بایست از نظر قیمت و ظرفیت بهینه به گونه ای طراحی گردد که قابلیت برگشت سرمایه در مدت ۳-۱ سال را دارا باشد. در جدول ۲، ظرفیت حداقلی برای بازگشت سرمایه در سه سال و ظرفیت بهینه برای بازگشت سرمایه در سال اول محاسبه شده است.

توصیه های ترویجی

۱.رعایت تناسب بین ظرفیت و قیمت تمام شده ماشین برای عرضه

۲.رعایت تناسب بین سطح فناوری، کشاورزی و فرهنگ کشاورز

۳.طراحی و ساخت ماشین با ظرفیت های مختلف

جدول ۲- محاسبه ظرفیت حداقلی و بهینه ماشین برداشت زعفران به ازاء هر ۱۰۰ میلیون ریال قیمت عرضه ماشین و نیاز به یک نفر کاربر

نوع عملیات	کارکرد یک ساله (روز)	کارکرد یک ساله (ساعت)	کارکرد سه ساله (ساعت)	دستمزد برداشت دستی (ریال بر کیلوگرم)	ظرفیت ماشین (کیلوگرم در ساعت)	
					ظرفیت حداقلی	ظرفیت بهینه
برداشت گل از مزرعه	۱۵	۱۵۰	۴۵۰	۱۰۰۰۰۰	۲/۲	۶/۶
جداسازی کلاله از گل	۲۵	۲۵۰	۷۵۰	۲۰۰۰۰۰	۰/۷	۲

متناسب با سطوح مالکیت

۴.استفاده از ماشین های قابل حمل و کارگر محور برای برداشت گل از مزرعه به منظور کاهش ضایعات

۵.استفاده از ماشین برش گل با تغذیه دستی برای کشاورزی با سطوح مالکیت کم و راه اندازی واحد های صنعتی و در صورت امکان تکمیل خط تغذیه ماشینی و خودکار گل برای سطوح مالکیت زیاد برای مرحله جداسازی کلاله از گل

منابع

آمارنامه کشاورزی سال ۱۳۹۸ (جلددوم). ۱۳۹۹. معاونت برنامه ریزی و اقتصادی دفتر آمار و فنآوری اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی.

سعیدی راد، م. ۱۳۹۷. مکانیزاسیون کاشت زعفران با طراحی و ساخت پیازکار هفت ردیفه تمام خودکار. فصل نامه بازتاب تات، ۱(۱)، ۳۲-۳۳.

سعیدی راد، م.، ظریف نشاط، س.، مهدی نیا، ع.، نظرزاده، ص.، مظهری، م.، محرابی، ا. عبادی، ع. ، تمهیدی، ف. و مصطفی وند، ح. ۱۳۹۳. بررسی و تحقیق در زمینه امکان توسعه مکانیزاسیون و ارائه مناسب ترین شیوه و الگوی عملیات مکانیزه در برداشت زعفران. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، شماره فروست ۴۴۶۷۸، ۹۳.۱/۱/۱۹

سعیدی راد، م.، شرایعی، پ.، مهدی نیا، ع.، و عمادی، ب. 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.

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

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

Emadi, B. 2009.Separating saffron flower parts using vertical air column. World Academy of Science, Engineering and Technology, 49.

Emadi, B. and Saeidirad, H. 2011. Moisture- Dependent Physical Properties of Saffron flower, J.Agr.Sci. Tech. (13) :387-398.

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. 104(1): 8-17.

Saeidirad, M.H. 2020. Mechanization of saffron production. In: Koocheki, A. and Khajeh-Hosseini, B. (Eds.), Saffron: Science, Technology and Health. 1st Edition. Woodhead Publishing, 187-204.