

دستنامه فنی :

راهنمای کاربردی برداشت و فراوری زعفران

پروین شرایعی، محمدحسین سعیدی راد،
سودابه عین افشار و الهام آذرپژوه



سال انتشار: ۱۴۰۰

بسم الله الرحمن الرحيم

مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

دستنامه فنی:

راهنمای کاربردی برداشت و فراوری زعفران

تهیه و تدوین:

پروین شرایعی، محمدحسین سعیدی‌راد، سودابه عین‌افشار

و الهام آذری‌ژوه

اعضای هیئت علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع

طبیعی خراسان رضوی

سال انتشار:

۱۴۰۰



وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی



نوع نوشتار: دستنامه فنی

عنوان نوشتار: راهنمای کاربردی برداشت و فراوری زعفران

نگارنده: پروین شرایعی، محمدحسین سعیدی‌راد، سودابه عین‌افشار، الهام آذرپژوه

ویراستار ادبی: محمدرضا داهی

صفحه‌آرا: سمیه وطن دوست

ناشر: مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

شمارگان: محدود

نوبت چاپ: اول

سال انتشار: ۱۴۰۰



مسئولیت صحت مطالب با نگارنده است.

شماره ثبت ۶۱۳۱۲ در مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع‌رسانی کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی به تاریخ ۱۴۰۰/۱۲/۲۵

مخاطبان نشریه:

تولیدکنندگان و صادرکنندگان زعفران، کارشناسان کشاورزی، کشاورزان نمونه پیشرو

اهداف آموزشی:

شما خوانندگان گرامی در این نشریه با:

شما خوانندگان گرامی در این دستنامه با مراحل مختلف فرآوری زعفران، روش‌های نگهداری گل، روش‌های خشک کردن زعفران، بسته‌بندی و نگهداری زعفران آشنا می‌شوید.

آشنا خواهید شد.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	فصل اول- کلیات
۴	فصل دوم- برداشت، جابه‌جایی و حمل و نقل گل زعفران
۴	مقدمه
۴	برداشت گل زعفران
۶	روش برداشت
۷	الف- برداشت دستی
۹	ب- برداشت ماشینی
۹	تجهیزات کمک برداشت گل زعفران
۱۲	دستگاه قابل حمل برداشت گل زعفران
۱۴	ماشین خودگردان برداشت گل
۱۵	جابه‌جایی و حمل و نقل
۱۷	فصل سوم- اصول و روش‌های نگهداری گل
۱۷	مقدمه
۱۷	نگهداری در سردخانه بالای صفر
۱۹	نگهداری در کانتینرهای سرد
۲۰	نگهداری گل زعفران در انبارهای کنترل اتمسفر
۲۲	بسته‌بندی گل زعفران تحت اتمسفر تغییر یافته
۲۴	فصل چهارم- جداسازی کلالة
۲۴	مقدمه
۲۴	اصول و روش‌های جداسازی
۲۶	زعفران دسته
۲۷	زعفران سرگل
۲۸	زعفران پوشالی
۲۹	زعفران کنج
۲۹	ماشین‌های نوین کاربردی برای جداسازی گل زعفران
۳۲	مجموعه دستگاه فرآوری زعفران
۳۳	سامانه گل پاک‌کن هوشمند زعفران

۳۵	فصل پنجم- اصول و روش‌های خشک کردن
۳۵	مقدمه
۳۵	خشک کردن سنتی - زعفران دسته
۳۷	خشک کردن سنتی - کالاله سرگل یا پوشال
۳۸	خشک کردن با جریان هوای گرم
۳۹	خشک کردن با روش الک و هیتر (برشته کردن- اسپانیایی)
۴۰	خشک کن‌های کابینی
۴۱	خشک کردن با مایکروویو
۴۲	خشک کردن تحت خلأ
۴۳	خشک کن‌های خورشیدی
۴۴	خشک کن انجمادی
۴۵	خشک کن پرسی
۴۶	نگهداری کالاله‌های خشک شده
۴۸	فصل ششم- بسته‌بندی و نگهداری زعفران
۴۸	مقدمه
۴۸	بسته‌بندی
۴۸	الف- جداسازی
۵۰	ب- وزن کردن
۵۰	ج- ظرف‌های مناسب بسته‌بندی
۵۲	د- تجهیزات بسته‌بندی
۵۴	ه- برچسب‌گذاری
۵۵	و- بازرسی و کنترل کیفی
۵۶	نگهداری زعفران بسته‌بندی شده
۵۶	نتیجه‌گیری و پیشنهادها
۵۹	منابع

فصل اول

کلیات

زعفران با نام علمی *Crocus sativus* Linnaeus، از محصولات است که در چرخه توسعه صادرات غیرنفتی کشور جایگاه ارزنده‌ای دارد. ویژگی‌های خاص این گیاه عبارت است از: نیاز به آب کم (۴۰۰ تا ۶۰۰ میلی‌متر در یک سال)، امکان بهره‌برداری از آن به مدت ۵ تا ۷ سال در یک نوبت کاشت، سهولت حمل و نقل، بی‌نیازبودن زراعت آن از ماشین‌آلات سنگین و تکنولوژی پیچیده، توان جذب نیروی کار زیاد در زمان برداشت (برای تولید یک کیلوگرم زعفران خشک باید حدود ۱۵۰ تا ۲۰۰ هزار گل جمع‌آوری شود که نیازمند حدود ۴۰۰ ساعت نیروی کار است)، ماندگاری محصول به مدت طولانی، و نیاز به آبیاری در زمان‌هایی که دیگر گیاهان مزرعه نیاز آبی کمتری دارند (شرایعی و آذرپژوه، ۱۳۹۷). زعفران در سبد مصرف خانوارهای ایرانی جایگاه ویژه‌ای دارد زیرا ایرانیان تمایل دارند ترکیبات طبیعی را جایگزین انواع غیرطبیعی کنند. کلاله زعفران بخشی از گیاه است که جنبه دارویی دارد و علاوه بر ایجاد رنگ زیبا و عطر و طعم استثنایی، در کاهش سطح بیلی‌روبین خون، درمان افسردگی، رفع بیماری‌های پوستی و ضدسرطان نیز استفاده می‌شود (غفاری و روشن‌روان^۱، ۲۰۱۹). گلبرگ زعفران منبعی غنی از ترکیبات زیست‌فعال شامل فلاونول‌های گلیکوزیدی^۲ و رنگدانه آنتوسیانینی است که برای تولید رنگ طبیعی خوراکی مناسب هستند (عین‌افشار، ۱۳۹۷). برگ‌های زرد شده زعفران در ابتدای خواب حقیقی بنه زعفران (از اواسط اردیبهشت ماه) نیز به عنوان علوفه در تغذیه دام

۱. Ghaffari & Roshnrvan

۲. flavonol glycosides

به‌کار می‌روند. بنابراین، مزیت کشت زعفران در ارزآوری، جلوگیری از مهاجرت روستاییان و اشتغال‌زایی است.

بر اساس آمار موجود، بیش از ۹۰ درصد از تولید جهانی زعفران متعلق به ایران است و بنابراین ایران بزرگترین تولیدکننده و صادرکننده زعفران دنیا است (کوچکی و خواجه‌حسینی^۱، ۲۰۲۰). طبق آمارنامه کشاورزی (۱۴۰۰)، در سال ۱۳۹۹ از کل سطح زیر کشت زعفران (در حدود ۱۲۱/۲۵ هزار هکتار)، ۴۳۰/۵۲ تن کلالة زعفران خشک تولید شده‌است. از این مقدار زعفران تولیدی کشور، حدود ۹۰ درصد در استان‌های خراسان رضوی (۳۰۰/۹۴ تن)، جنوبی (۷۰/۱۵ تن) و شمالی (۲۳/۸۵ تن) تولید شده است. در تولید زعفران، استان‌های اصفهان، کرمانشاه، فارس و یزد به‌ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار می‌گیرند (احمدی و همکاران، ۱۴۰۰).

زراعت زعفران (تولید و انتخاب بنه، انتخاب و آماده‌سازی زمین، کاشت، تغذیه، آبیاری، کنترل عوامل تنش‌زای زنده و غیره)، به‌نژادی، مسائل برداشت و پس از برداشت و فرآوری زعفران در میزان تولید و کیفیت این محصول ارزشمند موثر هستند. مراحل فرآوری شامل برداشت، جابه‌جایی و ترابری گل، جداسازی کلالة خشک کردن، نمونه‌برداری و آزمون، دسته‌بندی (سورتینگ)، بسته‌بندی و فروش است که با هدف ارائه محصولی بازارپسند و با کیفیت مناسب اجرا می‌شوند. بسیاری از این مراحل در ایران بر مبنای دانش بومی پایه‌ریزی شده‌اند و در مزارعی کوچک با همکاری اعضای خانواده و با بهره‌گیری از نهاده‌ها و فناوری‌های محلی شکل می‌گیرند (فلاحی و همکاران، ۱۴۰۰). رعایت‌نشدن مسائل بهداشتی و فنی در مراحل مختلف برداشت و فرآوری زعفران سبب کاهش

1. Koocheki & Khajeh-Hosseini

کیفیت و وارد آمدن آسیب‌های جبران‌ناپذیر بر بازار جهانی زعفران ایرانی خواهد شد. از این‌رو، توسعه و کاربرد روش‌های اصولی و نوین در فرآوری زعفران اهمیت دارد.

هدف از این نوشتار، معرفی فرآیندهای مناسب برداشت، فرآوری، بسته‌بندی و نگهداری زعفران به منظور تولید محصولی با کیفیت مطلوب است و سعی شده تا به پرسش‌های اساسی و زیربنایی که به ذهن گروه هدف خطور می‌کنند، پاسخی علمی و منطقی دهد. امید است این نوشتار در توسعه و ترویج روش‌های مناسب فرآوری زعفران در کشور موثر باشد و کمک کند تا محصولی با کیفیت مطلوب، بر اساس نیاز و انتظارات مشتری و بازار تولید شود. به این ترتیب و با توسعه پایداری تجارت زعفران، کشاورزان و تولیدکنندگان کشور از منافع بیشتری برخوردار شوند.

فصل دوم

برداشت، جابه‌جایی و حمل و نقل گل زعفران

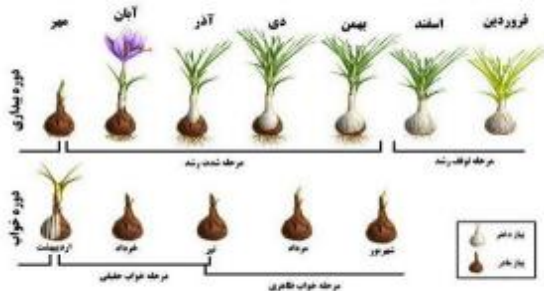
مقدمه

مرحله برداشت زعفران از مراحل دشوار، پرزحمت و حساس زراعت این گیاه است. جابه‌جایی و حمل و نقل مناسب گل زعفران کیفیت محصول نهایی را تضمین می‌کند. بنابراین، رعایت اصول و روش‌های صحیح این مراحل، زنجیره ارزش زعفران را حفظ خواهد کرد.

برداشت گل زعفران

به جدا کردن گل زعفران از گیاه در مزرعه و جمع‌آوری آن، برداشت می‌گویند. دو تا سه هفته پس از اولین آبیاری مزرعه، و با رسیدن دمای هوا به ۹ تا ۱۵ درجه سلسیوس (با میانگین 12 ± 1 درجه سلسیوس)، گل‌های زعفران ظاهر می‌شوند. در دمای هوای پایین‌تر از ۱۵ درجه سلسیوس، ابتدا گل و در دمای بالاتر ابتدا برگ ظاهر می‌شود. با توجه به اینکه ظهور گل زعفران پیش از خروج برگ می‌تواند بر کیفیت زعفران و کاهش هزینه برداشت مؤثر باشد، توصیه شده است نخستین آبیاری تقریباً ۱۶ روز پیش از آن باشد که میانگین دمای روزانه به محدوده ۱۴ درجه سلسیوس برسد.

زمان ظهور گل در مناطق زعفران‌خیز، بسته به شرایط آب و هوایی، از اواخر مهرماه تا اواخر آبان‌ماه است (شکل ۲-۱)، (بهدانی و همکاران، ۱۳۹۷).



شکل ۱-۲- دوره یک ساله گیاه زعفران
(مراحل زندگی زعفران/ <http://nexdan.ir/tag/>)

دوره گلدهی و برداشت در یک مزرعه معمولاً حدود ۱۵ تا ۲۰ روز است. مقدار گل زعفران برداشت شده از واحد سطح مزرعه، به سن و مدیریت مزرعه و عوامل جوی بستگی دارد. مقدار گل برداشت شده در سال اول اندک است ولی در سال‌های بعد به تدریج افزایش می‌یابد، در سال‌های چهارم و پنجم به اوج خود می‌رسد و پس از آن مقدار تولید گل سال به سال کاهش می‌یابد. با توجه به اندازه بنه زعفران و مرغوبیت خاک منطقه، هر بنه حاوی یک جوانه است و از هر جوانه ۱ تا ۳ گل تولید می‌شود (ملافیلابی و همکاران، ۱۳۹۳).

برداشت گل در زمان مناسب بسیار مهم است. عمر متوسط هر گل ۳ تا ۴ روز است که اگر برداشت نشود از بین می‌رود. گل‌ها اگر مدت زیادی در معرض هوای گرم، باد و نور خورشید قرار گیرند از کیفیت رنگ، عطر و مرغوبیت محصول زعفران کاسته می‌شود.

گل‌ها صبح زود و پیش از برآمدن آفتاب و گاهی عصرها جمع-آوری می‌شوند. گل‌ها، در روزهای اول، یک روز در میان و در اوج گل‌دهی هر روز و گاهی ۲ نوبت در روز (صبح‌ها و عصرها) برداشت می‌شوند. گل‌های زعفران در مرحله غنچه، نیمه‌باز و کاملاً باز برداشت می‌شوند (شکل ۲-۲). در این میان، ویژگی‌های کیفی و میکروبی زعفران برداشت شده در مرحله غنچه به طور قابل توجهی بهتر از ویژگی‌های کیفی و میکروبی آن در مرحله نیمه‌باز و کاملاً باز است، زیرا پوشش اطراف گل در مرحله‌های حمل و نقل، نگهداری و جداسازی امکان آلودگی میکروبی را کاهش می‌دهد و درصد رطوبت غنچه‌ها را حفظ می‌کند (شرایعی و آذرپژوه، ۱۳۹۷).



ج



ب



الف

شکل ۲-۲- گل‌های زعفران آماده برداشت در مرحله الف (غنچه؛ ب) نیمه باز و ج) کاملاً باز
(<http://Khpro.org>)

روش برداشت

برداشت گل زعفران به دو صورت است: دستی و مکانیزه.

الف- برداشت دستی

برداشت با دست و با استفاده از نیروی کارگر روش متداول برداشت زعفران است. کارگران گل‌ها را به سمت بالا می‌کشند و آنها را از غلاف گل خارج می‌کنند (شکل ۲-۳). برای برداشت از هر هکتار مزرعه زعفران، در سال اول به ۵ یا ۶ نفر، سال دوم به ۱۰ نفر و سال سوم و سال‌های پس از آن به ۱۵ نفر نیاز است. بسته به تراکم گل، شرایط مزرعه و زمان رویش برگ‌های سوزنی، به‌طور میانگین هر کارگر ۱ تا ۳ کیلوگرم گل زعفران در ساعت برداشت می‌کند. برداشت ۱۰۰۰ عدد گل زعفران حدود ۴۵ تا ۵۵ دقیقه طول می‌کشد (گل-محمدی^۱، ۲۰۱۴).



شکل ۲-۳- برداشت دستی گل زعفران (<http://mahchine.net>)

در برداشت دستی گل زعفران، رعایت نکات زیر ضروری است.

^۱. Golmohammadi

- ۱- به دلیل محدودیت زمان برداشت گل زعفران، باید بین زمان برداشت، مساحت مزرعه و تعداد کارگران تناسب لازم ایجاد شود.
- ۲- برداشت گل بهتر است در ساعات اولیه بامداد باشد زیرا جمع‌آوری گل به صورت غنچه آسان‌تر و آسیب‌های مکانیکی به گل و زمان جابه‌جایی و ترابری کمتر است.
- ۳- از جمع‌آوری غنچه‌های کوچکی که هنوز از سطح زمین بالا نیامده‌اند خودداری شود، این غنچه‌ها بهتر است روز بعد برداشت شوند.
- ۴- پیش از آغاز به جمع‌آوری گل، کارگران باید دستان خود را با آب و صابون بشویند.
- ۵- فرد برداشت‌کننده گل باید تندرست باشد، بیماری تنفسی نداشته باشد و دستان او نباید آلودگی، بیماری پوستی و عفونی داشته باشد.
- ۶- توصیه می‌شود کارگران در زمان برداشت از دستکش یکبار مصرف استفاده کنند.
- ۷- حفاظت گل‌ها از باد و باران برای بهبود کیفیت زعفران بسیار اهمیت دارد.
- ۸- برای کنترل آلودگی‌های میکروبی، افزون بر رعایت دقیق موارد یاد شده، کودهای حیوانی (کود گاوی پوسیده، کود گوسفندی و کود مرغی) باید حداقل ۱ تا ۲ ماه پیش از اولین آبیاری و شروع برداشت گل به زمین داده شود تا گل‌های زعفران که ارتفاع کمی از سطح خاک دارند با آنها تماس نداشته باشند (فلاحی و همکاران، ۱۴۰۰؛ شرایعی و آذرپژوه، ۱۳۹۷؛ استاندارد ملی، شماره ۵۲۳۰).

ب- برداشت ماشینی

ورود فناوری و ماشین در این عرصه می‌تواند به کاهش هزینه‌های تولید، تلفات و آلودگی محصول کمک کند. برداشت با استفاده از ماشین به دلیل کاهش خطر تاخیر در برداشت و افزایش کیفیت محصول برداشت شده مهم است، زیرا زمان برداشت گل زعفران با دیگر محصولات منطقه مانند انار، سیب‌زمینی، چغندر قند و غیره همزمان است که سبب کمبود نیروی کارگری می‌شود.

از سوی دیگر، ماشینی شدن برداشت زعفران ممکن است سبب از دست رفتن شغل‌های ایجاد شده در کشاورزی معیشتی مناطق زعفران کاری شود.

تاکنون دستگاه‌ها و ماشین‌های متعددی طراحی و ساخته شده‌اند ولی بیشتر آنها به دلیل کارایی نامناسب یا مشکلات اقتصادی طراح و سازنده به مرحله تولید انبوه نرسیده‌اند. در برداشت گل زعفران، ماشین‌های کمک برداشت، قابل حمل و خودگردان طراحی و ساخته شده‌اند.

در برداشت ماشینی باید دقت شود تا بنه زعفران در فاصله‌های عرضی معین و در طول خط مستقیم در زمینی صاف و مسطح کاشته شود تا امکان برداشت با ماشین و بدون آسیب جدی به گل‌های زعفران وجود داشته باشد (سعیدی‌راد و همکاران، ۱۳۹۶).

تجهیزات کمک برداشت گل زعفران

ماشین کمک برداشت به کارگر کمک می‌کند تا گل‌ها را راحت‌تر و با زحمت کمتر برداشت کند.

شکل ۲-۴ یک ماشین خودگردان را نشان می‌دهد که برای حمل کارگر ساخته شده است، به طوری که کارگر می‌تواند در حالتی آسوده گل‌های زعفران را

برداشت کند. برای راحتی کار، ماشینی با قابلیت قرار گرفتن چهار کارگر برای عملیات کاشت، وجین و برداشت زعفران طراحی و ساخته شده است (شکل ۲-۴).



شکل ۲-۴- ماشین کمک برداشت زعفران
(ABAC Holland, 2015)

شکل ۲-۵، یک ماشین کمک برداشت تک نفره خودگردان را نشان می‌دهد که قابلیت حمل یک نفر کارگر را دارد.



شکل ۲-۵- ماشین کمک برداشت زعفران
(Diaz-Marta and Luis. 2003)

شکل ۲-۶، صندلی چرخدار (تrolley^۱) برای نشستن کارگر در زمان برداشت گل را نشان می‌دهد. تrolley دستگاهی است که برای برداشت گل زعفران طراحی شده است. این دستگاه از سه چرخ و یک نشیمن‌گاه قابل تنظیم و محلی برای قرار دادن سبد جمع‌آوری گل زعفران تشکیل شده است. چرخ‌ها به گونه‌ای طراحی شده‌اند که در بین ردیف‌های زعفران قابل تنظیم باشند. عرض دستگاه و ارتفاع نشیمن‌گاه متناسب با محصول قابل تغییر است. در هر بار، دو ردیف از محصول زعفران توسط کارگر قابل برداشت است.

^۱. Trolley



شکل ۲-۶- صندلی چرخ دار کمک برداشت
(عباسپور فرد و همکاران، ۱۳۹۷)

دستگاه قابل حمل برداشت گل زعفران

این ماشین برداشت که به مدل کوله‌ای نیز معروف است سه بخش برش، مکش و مخزن دارد. بخش برش که گل‌های زعفران را قطع می‌کند توسط کارگر در سطح مزرعه حرکت داده می‌شود و بخش مکش، گل‌های بریده شده را به مخزن پشتی منتقل می‌کند (شکل ۲-۷).



شکل ۲-۷- دستگاه قابل حمل برداشت گل زعفران
(سعیدی راد و همکاران، ۱۳۹۳)

واحد برش دو عدد تیغه دوار است که در خلاف جهت همدیگر می‌چرخند و واحد مکش یک پمپ مکشی است که توسط موتور تک سیلندر بنزینی با توان یک اسب بخار کار می‌کند. موتور با یک دست حمل می‌شود و واحد برش به همراه لوله مکش در دست دیگر قرار می‌گیرد. این دستگاه قابلیت برداشت ۵/۵ کیلوگرم گل زعفران در یک ساعت را دارد (شکل ۲-۸).



شکل ۲-۸- واحد برش در دستگاه های مکانیزه برداشت
(Bertetto and Ricciu, 2012)

نیروی مکش مقداری خاک را به همراه گل‌ها به مخزن جمع‌آوری وارد می‌کند که سبب آلودگی گل‌های زعفران می‌شود. برای حل این مشکل دستگاه قابل حمل برداشت گل بدون مکنده طراحی و ساخته شده‌است که قابلیت جمع‌آوری گل‌ها را در سبد پشت تیغه‌های برش دارد (شکل ۲-۹).



شکل ۲-۹- دستگاه پرتابل برداشت گل بدون مکنده جمع آوری گل

(<https://www.aparat.com/v/wtGDI>)

ماشین خودگردان برداشت گل

یک ماشین برداشت خودگردان سه ردیفه گل زعفران در اسپانیا طراحی و ساخته شده که در مرحله تحقیقاتی و آزمایشی است و هنوز به تولید انبوه نرسیده است (شکل ۲-۱۰). همان گونه که در شکل ۲-۱۰ مشاهده می شود این ماشین خودگردان دارای یک دماغه برداشت است که پس از برش گل ها، آنها را به مخزن گل منتقل می کند.



شکل ۲-۱۰- ماشین خودگردان برداشت گل زعفران

(<https://www.namasha.com/v/QNyRruZO>)

جابه‌جایی و حمل و نقل

گل‌ها از مزرعه به محل مناسب جابه‌جا می‌شوند تا در آنجا کلاله و خامه از گل زعفران جدا شود. رعایت نکات بهداشتی در فرآیند جابه‌جایی گل‌های زعفران، تضمین‌کننده کیفیت محصول نهایی است.

گل‌های برداشت شده باید در سبدهای مشبک (حصیری یا پلاستیکی) یا ظرف‌های تمیز، خشک و قابل شستشو جمع‌آوری و جابه‌جا شوند (شکل ۲-۱۱).



شکل ۲-۱۱- سبدهای حصیری یا پلاستیکی مناسب برای جمع‌آوری زعفران

(<http://roostiran.ir/blog/22563/bardashte-talaye-sorkhe-kerman>; Skinner et al.,)
2018)

- برای جلوگیری از ایجاد آلودگی یا آسیب‌های ناشی از عوامل محیطی مانند نور، به ویژه در شرایطی که مسیر مزرعه تا محل ذخیره‌سازی زیاد است، باید روی گل‌ها با پوشش مناسب و تمیز پوشیده شوند.
 - ظرف حاوی گل زعفران باید به گونه‌ای باشد تا از انباشت و تراکم گل، آسیب مکانیکی و ایجاد آلودگی جلوگیری شود.
- بهتر است در خصوص ظرف‌های اولیه برای جابه‌جایی زعفران موارد زیر رعایت شوند:

- ظرف‌ها سطوحی صاف، تمیز، خشک و فاقد آلودگی میکروبی داشته باشند.
- هر روز ظرف‌ها بازدید و در صورت لزوم با آب بهداشتی و مواد شوینده غیرمعطر شستشو شوند.
- جنس ظرف‌های پلاستیکی از مواد دست دوم نباشد.
- از وسایلی مانند گونی و کیسه‌های پلاستیکی، به دلیل ایجاد آلودگی و آسیب‌های مکانیکی در گل نباید استفاده کرد.
- از انباشتگی بیش از اندازه و فشردن گل‌ها هنگام جابه‌جایی جلوگیری شود.
- گل‌ها، پس از حمل تا زمان جداسازی، در محلی سرد، تمیز و دور از نور آفتاب نگهداری شوند (شرایعی و آذرپژوه، ۱۳۹۷؛ سازمان ملی استاندارد، ۱۳۹۹).

فصل سوم

اصول و روش‌های نگهداری گل

مقدمه

پس از برداشت و انتقال گل‌ها از مزرعه، با توجه به حجم گل برداشت شده و فساد پذیری سریع، نگهداری مناسب گل زعفران اهمیت ویژه‌ای دارد. اغلب کشاورزان به دلیل زیاد بودن میزان گل در فصل برداشت، با کمبود نیروی کارگری روبه‌رو هستند و میزان زیادی از گل‌ها به شهرستان‌های مجاور فرستاده می‌شوند. طی حمل و نقل، گل‌ها در صورت رعایت‌نشدن نکات بهداشتی و انباشته شدن فاسد می‌شوند و پس از خشک کردن آلودگی میکروبی کلاله‌های زعفران افزایش و کیفیت آن کاهش می‌یابد. نگهداری گل به مدت طولانی‌تر تا زمان جداسازی کلاله و با حفظ خصوصیات کمی، کیفی و میکروبی به روش‌های مختلف صورت می‌گیرد.

نگهداری در سردخانه بالای صفر

گل زعفران از زمان چیدن تا جداسازی کلاله از سایر اجزای گل (پَر کردن) باید به دقت نگهداری شود تا از فساد و کاهش کیفیت گل زعفران و آلودگی میکروبی کلاله‌های زعفران خشک شده جلوگیری شود. کاهش رطوبت، تولید گاز اتیلن، افزایش تنفس و کاهش هیدرات‌های کربن از مهم‌ترین عوامل کاهش کیفیت گل زعفران هستند. کم‌شدن ذخایر غذایی و ادامه تنفس پس از برداشت به دمای نگهداری بستگی دارد. به‌هنگام نگهداری، حمل و نقل و جابه‌جایی، باید زنجیره سرد زعفران حفظ شود و تولید گاز اتیلن، میزان رطوبت و شدت تنفس گل‌ها تنظیم شود. دمای کمتر تنفس را کاهش می‌دهد و از مصرف هیدرات‌های

کربن جلوگیری می‌کند، در نتیجه کیفیت و ماندگاری گل‌ها افزایش می‌یابد (احمد^۱ و همکاران، ۲۰۱۳).

گل‌ها باید در دمای ۵/۰ تا ۴ درجه سلسیوس نگهداری شوند. هرچه دمای نگهداری به ۵/۰ نزدیک‌تر باشد، به دلیل کاهش شدت تنفس، کیفیت گل زعفران بهتر حفظ خواهد شد.

تنظیم رطوبت نسبی محیط به‌هنگام نگهداری، حمل و نقل و جابه‌جایی گل‌های زعفران بسیار مهم است. مناسب‌ترین رطوبت‌نسبی برای نگهداری گل‌های زعفران، ۹۰ تا ۹۵ درصد است. چنانچه رطوبت از ۹۰ درصد کمتر باشد، افت وزنی حاصل از تبخیر آب از گل به همراه تاثیر گاز اتیلن سبب بروز تغییرات نامطلوب در ظاهر گل می‌شود، مانند: خم شدگی، پوسیدگی، نرم شدن بافت، کاهش وزن، تغییر رنگ، تسریع پیری، افت کیفیت و محدودیت زمان ماندگاری گل‌ها (تاکور^۲، ۲۰۲۰). از سوی دیگر، رطوبت بالا موجب تشکیل قطره‌های آب در هنگام نگهداری گل‌ها می‌شود و شرایط رشد قارچ‌ها به‌ویژه بوتریتیس^۳ را فراهم می‌کند و باریک‌روبی کلاله خشک شده افزایش می‌یابد.

جریان هوا باید به صورت آرام و مداوم درون انبار سرد برقرار باشد تا تمام بخش‌های آن به طور یکنواخت خنک شود.

به منظور جلوگیری از تولید و افزایش گاز اتیلن در هوای انبار (سردخانه)، از نگهداری میوه و سبزی در محل نگهداری گل‌ها خودداری شود و نیز گل‌های پژمرده شده که اتیلن تولید می‌کنند از محیط سردخانه خارج شوند.

1. Ahmad

2. Thakur

3. Botritis

میزان انباشتگی گل زعفران در جعبه‌ها حداکثر ۱۰ سانتی‌متر باشد (آذریژوه و شرایی، ۱۳۹۷)، (شکل ۳-۱).



شکل ۳-۱- میزان انباشتگی گل زعفران در جعبه
(<https://m.facebook.com/heratssa/posts/1612018842214652>)

جعبه‌های گل زعفران در داخل انبار با فاصله‌ای معین چیده شوند تا گرمای ایجاد شده بر اثر تنفس گل‌ها، سبب پژمردگی آنها نشود (آذریژوه و شرایی، ۱۳۹۷؛ استاندارد ملی شماره ۵۳۳۰).

نگهداری در کانتینرهای سرد

با توجه به اهمیت نگهداری گل زعفران و جلوگیری از فاسد شدن آنها تا زمان فرآوری، می‌توان از یخچال‌هایی با ابعاد بزرگ استفاده کرد (شکل ۳-۲). کانتینرهای سردخانه‌ای یا یخچالی این فرصت را برای زعفران‌کاران فراهم می‌آورند تا گل‌های زعفران با هزینه کم و کیفیت مطلوب، تا زمان فرآوری و عرضه به بازار مصرف نگهداری شوند (سعیدی‌راد و همکاران، ۱۳۹۳).



شکل ۳-۲- نگهداری گل زعفران در کانتینرهای سردخانه‌ایی یا یخچالی
(سعیدی‌راد و همکاران، ۱۳۹۳)

ضخامت انباشتگی گل‌ها در سبدها ۱۰ سانتی‌متر باشد و بین سبدها هوادهی مناسب برقرار شود.

دمای داخل کانتینرها بین ۵ تا ۸ درجهٔ سلسیوس تنظیم شود. مدت ماندگاری گل‌های زعفران در این کانتینرها با حفظ خصوصیات کیفی، حداکثر ۴ تا ۵ روز است (سعیدی‌راد و همکاران، ۱۳۹۳).

نگهداری گل زعفران در انبارهای کنترل اتمسفر^۱

اتمسفر کنترل شده در افزایش عمر و کیفیت پس از برداشت میوه‌ها و سبزی‌های تازه مؤثر است. ترکیب گازهای اتمسفری و دمای پایین در این فناوری اهمیت زیادی دارد. علت افزایش استفاده تجاری از این فناوری در سال‌های اخیر، نگهداری میوه‌ها و سبزی‌های تازه، خارج از فصل و پاسخ به نیاز مشتریان برای انواع میوه‌ها و سبزی‌ها در سراسر سال و نیز استفاده نکردن از مواد شیمیایی در نگهداری میوه‌ها و سبزی‌هاست.

برای نگهداری گل‌های زعفران در این انبارها به نکات زیر توجه شود:

^۱Control atmosphere (CA)

سینی‌ها حداکثر تا ضخامت ۱۰ سانتی‌متر از گل زعفران انباشته و در داخل انبار با فاصله‌ای معین چیده شوند (شکل ۳-۳).



شکل ۳-۳- گل‌های زعفران قرارداده شده در سینی‌های سردخانه کنترل اتمسفر (سعیدی راد و همکاران، ۱۳۹۳)

برای تهیه انبار کنترل اتمسفر می‌توان از سردخانه مجهز به سیستم کنترل اتمسفر، در محدوده دمایی ۵- تا ۰ درجه سلسیوس استفاده کرد. در این دما، شدت تنفس کاهش می‌یابد. دقت شود دما از صفر درجه سلسیوس کمتر نباشد زیرا گل‌های زعفران در دمای ۲- تا ۳- درجه سلسیوس یخ می‌زنند (عین‌افشار، ۱۳۹۴).

گل‌های بریده شده دارای ۹۵ درصد آب هستند و اگر بعد از برداشت در رطوبت پایین قرار بگیرند به آسانی رطوبت خود را از دست می‌دهند و وزن آنها کاهش می‌یابد. بهترین شرایط برای انبارداری گل زعفران: رطوبت بالای محیط، دمای پایین و جریان ملایم هواست.

یکی از مهم ترین مشکلات نگهداری گل های بریده، افزایش تولید اتیلن می باشد. در انبارداری، غلظت های پایین اکسیژن و غلظت های بالای دی-اکسیدکربن سبب کاهش میزان تنفس و تولید اتیلن می شوند. بنابراین، کاهش اکسیژن تا ۵ درصد و افزایش دی اکسیدکربن تا ۵۰ درصد موجب حفظ کیفیت گل های زعفران می شود (عین افشار، ۱۳۹۴).

بسته بندی گل زعفران تحت اتمسفر تغییر یافته

در بسته بندی تحت اتمسفر تغییر یافته، میزان دی اکسیدکربن بالا و اکسیژن پایین است. در اتمسفر مناسب بدون آسیب متابولیکی به محصول، سرعت تنفس به کمینه خود می رسد. کم شدن اکسیژن و زیاد شدن دی اکسیدکربن در فضای اطراف محصولات تازه سرعت تنفس، رسیدن محصول و رشد میکروبی را کاهش داده ماندگاری محصول افزایش می یابد. با بسته بندی تحت اتمسفر تغییر یافته می توان زمان نگهداری گل های زعفران را با حفظ خصوصیات کیفی تا ۱۴ روز افزایش داد (عین افشار، ۱۳۹۴).

به منظور بسته بندی گل زعفران تحت اتمسفر تغییر یافته، به روش زیر عمل شود:

- گل های زعفران به صورت غنچه تهیه شوند.
- گل ها وزن شوند و در داخل بسته های پلاستیکی چند لایه پلی اتیلن - پلی آمید با ضخامت ۸۵ میکرون قرار گیرند (شکل ۳-۴).
- از مواد جاذب رطوبت، مانند سیلیکاژل، در کیسه های مخصوص، بدون تماس مستقیم با گل های زعفران، استفاده شود.



شکل ۳-۴- گل‌های زعفران در بسته‌های از جنس پلی اتیلن - پلی‌آمید
(عین‌افشار، ۱۳۹۴)

-کیسه‌ها در دستگاه بسته‌بندی تحت اتمسفر تغییر یافته قرارگیرند و گازهای دی‌اکسیدکربن و اکسیژن با ترکیب مناسب (۵۰ درصد دی‌اکسیدکربن و ۵ درصد اکسیژن) به آن تزریق و بلافاصله به صورت حرارتی دوخت شوند. ترکیب گاز پس از بسته‌بندی با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری درصد گاز^۱ تعیین شود.

-بسته‌ها در سردخانه در دمای صفر درجه سلسیوس به مدت حداکثر ۲ هفته قابلیت نگهداری دارند (عین‌افشار، ۱۳۹۴).

^۱. Gas analyzer

فصل چهارم

جداسازی کالاه

مقدمه

پس از انتقال گل از مزرعه، در کوتاه‌ترین زمان ممکن باید کالاه را از سایر اجزای گل جدا کرد، زیرا بر اثر گذشت زمان گرده‌های زرد رنگ پرچم روی کالاه‌ها قرار می‌گیرند و سبب سخت‌تر شدن جداسازی، آسیب دیدن کالاه‌ها و کاهش ارزش و بازارپسندی زعفران تولیدی می‌شوند (فلاحی و همکاران، ۱۴۰۰).

اصول و روش‌های جداسازی

مکان جداسازی باید تمیز، بهداشتی و به‌دور از هر نوع آلودگی باشد (شکل ۱-۴).

برای کاهش خطر آلودگی، حتی الامکان از ورود افراد غیر به محل جداسازی جلوگیری شود؛ در صورت لزوم، حداکثر مراقبت برای جلوگیری از ایجاد آلودگی در نظر گرفته شود.

افرادی که کار جداسازی را به‌عهده دارند باید سالم باشند، به بیماری‌های واگیردار مبتلا نباشند و نکات بهداشتی را رعایت کنند.

کارگران باید همیشه دست‌ها را تمیز نگه‌دارند و پیش از جداسازی کالاه از گل، دست‌ها را با مواد ضدعفونی‌کننده غیرمعطر بشویند.

توصیه می‌شود به منظور جلوگیری از آلودگی ثانویه، کارگران از دستکش و ماسک یکبار مصرف استفاده کنند.

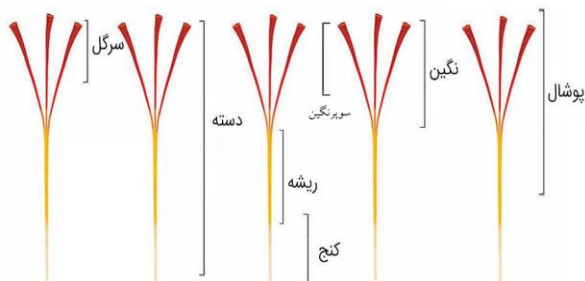
استفاده از کلاه یا پوشاندن موها با روسری در زمان جداسازی برای کارکنان الزامی است (شکل ۱-۴).

کارکنان حین کار باید از تماس دست با بدن و سطوح آلوده جلوگیری کنند وگرنه شستشوی مجدد دست‌ها ضروری خواهد بود.



شکل ۴-۱- محل و کارکنان جداسازی با رعایت نکات بهداشتی
(<https://medplant.ir/31806>)

در ایران به شکل‌های مختلفی کالاه را جدا می‌کنند (شرایعی و آذرپژوه، ۱۳۹۷)، (شکل ۴-۲).



شکل ۴-۲- جداسازی کلاله از خامه به شکل‌های مختلف

([http:// aydana.com](http://aydana.com))

زعفران دسته

معمولاً دختران یا زنان زعفران را به صورت دسته جداسازی می‌کنند و به‌نوعی رشته‌ها را به هم می‌پیچند و به همین دلیل به زعفران دسته زعفران دخترپیچ نیز می‌گویند.

زعفران دسته، به دو فرم نخ پیچ‌شده و بدون نخ پیچ‌شده ارائه می‌شود (شکل ۳-۴). توصیه نمی‌شود زعفران به صورت دسته جداسازی شود، زیرا این نحوه جداسازی شرایط مناسبی برای رشد و تکثیر میکروارگانیسم‌ها و افزایش آلودگی ایجاد می‌کند که سبب کاهش کیفیت محصول و طولانی بودن مدت زمان خشک کردن می‌شود. (ابراهیمی و همکاران، ۱۳۹۴).



ب



الف

شکل ۴-۳- زعفران دسته (الف)، نخ پیچ شده، (ب) بدون نخ پیچی
(شرایعی و آذرپژوه، ۱۳۹۷)

زعفران سرگل

زعفران سرگل، پایین‌ترین مقدار بقایای گل و رطوبت را در بین انواع زعفران دارد. حجم زعفران سرگل کم است و به همین دلیل می‌توان وزن خالص آن را در هر پاکت بسته‌بندی تا ۲ کیلوگرم افزایش داد (شکل ۴-۴).



شکل ۴-۴- زعفران سرگل
(شرایعی، آذرپژوه، ۱۳۹۷)

زعفران پوشال

در این روش، گل زعفران از نقطه وصل سه کلاله تا حداکثر ۱۱ میلی متر از خامه جدا می شود (شکل ۴-۵).



شکل ۴-۵- جداسازی کلاله به صورت پوشالی

زعفران تهیه شده با این روش به دلیل کاهش امکان آلودگی، افزایش حجم ظاهری محصول، و حفظ کیفیت زعفران بازارپسندتر است ضمن اینکه در این روش زمان خشک کردن کوتاه تر و سرعت جداسازی بیشتر است. این نوع زعفران به دو صورت زعفران پوشال نگین و زعفران پوشال تهیه می شود (شکل ۴-۶).



ب



الف

شکل ۴-۶- انواع زعفران پوشال، الف) پوشال نگین؛ ب) پوشال (شرایعی، آذرپژوه، ۱۳۹۷)

زعفران کنج

این نوع زعفران خاصیت رنگدهی بسیار کمی دارد و بیشتر حاوی عطر زعفران است (شکل ۴-۷).



شکل ۴-۷- زعفران کنج (شرایعی، آذرپژوه، ۱۳۹۷)

ماشین‌های نوین کاربردی برای جداسازی گل زعفران

مکانیزه کردن جداسازی گل با توجه به افزایش سطح زیرکشت و کمبود نیروی انسانی کافی و نیز افزایش اهمیت این گیاه در مصارف خوراکی، صنعتی و مخصوصاً دارویی ضرورت دارد. مکانیزه کردن جداسازی نگرانی‌های مرتبط با کاهش کیفیت و مشکلات ناشی از جداسازی دستی کلاله از گل زعفران را کاهش می‌دهد.

متفاوت بودن ویژگی‌های فیزیکی و آثرودینامیکی اجزای گل زعفران (جدول ۴-۱) بهترین شرایط را برای تفکیک اجزای گل از یکدیگر فراهم می‌کند. دستگاه‌های مختلفی براساس این ویژگی‌ها طراحی و ساخته شده‌اند اما اغلب عملکرد مناسبی نداشته‌اند.

جدول ۴-۱- خصوصیات فیزیکی گل زعفران و اجزای آن

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

منبع: سعیدی راد، ۲۰۲۰.

*سرعت حد عبارت است از سرعت هوای سیال مود نیاز برای معلق کردن یا متعادل کردن یک ذره در سقوط آزاد که میزان آن به خصوصیات فیزیکی ذره، سیالیت محیط سقوط و نیروی شتاب دهنده ثقلی بستگی دارد.

به دلیل متغیر بودن ویژگی‌های فیزیکی گل زعفران (رطوبت، شکل ظاهری، اندازه گل و طول دمگل) و درهم تنیده شدن گل‌ها حین مراحل برداشت و حمل و نقل، دستیابی به مکانیزم تفکیک و ردیف‌کن گل دشوار است. تعداد زیاد گل در واحد جرم، عملکرد و کارایی سیستم برش گل را تحت تاثیر قرار می‌دهد

(سعیدی‌راد^۱، ۲۰۲۰). بنابراین، استفاده از سیستم برشی که بتواند با کمترین استهلاک و جابه‌جایی، بیشترین ظرفیت برش گل‌های زعفران را داشته باشد، می‌تواند موثر واقع شود.

انتخاب دقیق و صحیح محل برش گل از مهم‌ترین نکات فنی در مرحله برش است. انتخاب نادقیق و نادرست محل برش گل سبب افزایش شدید ضایعات محصول می‌شود. به منظور جداسازی کلاله از گل، برش باید در انتهای دمگل باشد تا اجزای مختلف گل از یکدیگر جدا شوند و کلاله از سایر قسمت‌ها تفکیک شود. فاصله طولی ۵ میلی‌متری انتهای انتهای دمگل، محل مناسب برش است که در صورت جابه‌جایی برش موجب افزایش یا کاهش طول خامه متصل به کلاله سه شاخه‌ای می‌شود (شکل ۴-۸). بنابراین، دقت سیستم تشخیص محل برش و سرعت عمل سیستم فرمان و سیستم برش برای یک برش خوب نقش اساسی دارند. ماشین مورد استفاده در فرآوری مکانیزه گل زعفران، باید قادر به اجرای سه مرحله اصلی باشد: ردیف‌کردن گل، برش گل و جداسازی کلاله از سایر قسمت‌های گل.



شکل ۴-۸ - محل برش گل زعفران
(سعیدی‌راد، ۲۰۲۰)

¹. Saeidirad

تاکنون دستگاه‌ها و ماشین‌های متعددی برای جداسازی کلالة از گل زعفران طراحی و ساخته شده‌اند که در زیر دو دستگاه جداسازی کلالة از گل شرح داده می‌شوند که تاکنون توانسته به مرحله تولید برسند.

مجموعه دستگاه فرآوری زعفران

این مجموعه دستگاه فرآوری زعفران متشکل از دو واحد برش گل و جداساز است.

اصول کار واحد برش بر اساس تغذیه دستی توسط کارگر است. گل‌ها از بین دو غلتک دوار عبور می‌کنند و در انتهای مسیر توسط یک تیغه با حرکت عمودی و گیوتین‌وار از محل اتصال گلبرگ‌ها به دم، برش داده می‌شوند. این دستگاه دارای چهار تیغه برشی با حرکت رفت و برگشتی است، می‌تواند سرعت حرکت تیغه‌ها را کنترل کند، و نیاز به سه نفر کارگر دارد. ظرفیت کاری دستگاه با چهار واحد برش، ۵ کیلوگرم گل در ساعت است و میانگین خطای برش (شامل گل-های برش داده نشده) ۲/۵ درصد است (شکل ۴-۹).



شکل ۴-۹- واحد برش گل از مجموعه دستگاه فرآوری زعفران، طراحی و ساخته شده

در داخل کشور

(سعیدی‌راد، ۲۰۲۰)

محصول برش داده شده (گلبزرگ، کلاله، دمبرگ‌ها و بساک) با استفاده از جریان باد، غربال استوانه‌ای و میدان مغناطیسی از یکدیگر جدا می‌شوند. در پایان، کلاله‌های زعفران با خشک‌کن تعبیه شده در داخل مجموعه دستگاه خشک و از انتهای دستگاه خارج می‌شوند (شکل ۴-۱۰).



شکل ۴-۱۰- مجموعه دستگاه فرآوری زعفران
(برش، جداسازی کلاله از گل و خشک کردن)
(سعیدی‌راد، ۲۰۲۰)

سامانه گل پاک‌کن هوشمند زعفران

این سامانه هوشمند است و سه بخش اصلی دارد: تغذیه، شناسایی و برش، و جداساز. گل‌های زعفران به صورت انبوه و توده‌ای در مخزن قرار می‌گیرند و واحد تغذیه گل‌ها را از مخزن وارد خط می‌کند. به این ترتیب، گل‌ها وارد واحد شناسایی می‌شوند که مبتنی بر فناوری‌های نوین و پیشرفته (پردازش تصویر در تلفیق با روش‌های هوش مصنوعی) است. این واحد گل‌ها را شناسایی و نقطه مناسب برش را تعیین می‌کند. پس از شناسایی نقطه برش، گل از محل مناسب توسط ربات‌های هوشمند بریده می‌شود. در ادامه، اجزای گل وارد بخش جداساز

می شوند. ابتدا گلبرگ‌ها در یک مخزن جدا قرار می گیرند و پس از آن دیگر اجزای گل مانند پرچم‌ها، دمگل‌ها و سرانجام کلاله‌ها جدا می شوند. این دستگاه نیازمند فضای نصب کارگاهی به مساحت ۲۰۰ متر مربع است و قابلیت جداسازی ۱۵-۲۰ کیلوگرم گل زعفران را در ساعت دارد (جمشیدی، ۱۳۹۹)، (شکل ۴-۱۱).



شکل ۴-۱۱- سامانه گل پاک کن هوشمند زعفران
(جمشیدی، ۱۳۹۹)

فصل پنجم

اصول و روش‌های خشک کردن

مقدمه

خشک کردن سبب تغییرات فیزیکی، شیمیایی و بیوشیمیایی کلالة می‌شود که برای دستیابی به ویژگی‌های مطلوب زعفران ضروری است. افزون بر این، فرآیند خشک کردن مهم‌ترین نقش را در نگهداری زعفران به عهده دارد. کاهش میزان رطوبت به ۱۰ تا ۱۲ درصد سبب حفظ کیفیت محصول در دوره نگهداری می‌شود (ایزو^۱ ۱-۳۶۳۲، ۲۰۱۱، ایزو ۲-۳۶۳۲، سازمان ملی استاندارد، ۱۳۹۱ الف و ب).

روش خشک کردن بر کیفیت و ارزش محصول نهایی تاثیر بسزایی دارد. در کشورها و مناطق مختلف، زعفران با دو روش سنتی و صنعتی خشک می‌شود.

خشک کردن سنتی - زعفران دسته

در شیوه سنتی ایران، معمولاً زعفران‌ها به صورت دسته جدا می‌شوند و روی پارچه نازک یا روزنامه و در اتاقی با دمای مناسب (۲۵ درجه سلسیوس) قرار داده می‌شوند. هر چند روز یک‌بار دسته‌ها برگردانده می‌شوند تا کاملاً خشک شوند (شکل ۵-۱).

^۱. ISO



شکل ۵-۱- روش خشک کردن سنتی زعفران دسته

(<https://zaferanpress.com>)

برخی از کشاورزان برای افزایش سرعت خشک کردن، زعفران‌های دسته شده را در معرض نور مستقیم خورشید (روش آفتابی) قرار می‌دهند. زعفران خشک شده قرمز تیره است و با فشار بین دو انگشت به راحتی خرد می‌شود.

توصیه می‌شود زعفران دسته در سایه خشک نشود زیرا کیفیت و قدرت رنگ‌دهی زعفران کاهش و آلودگی به مواد خارجی و گرد و غبار روی زعفران افزایش می‌یابد.

روش سنتی خشک کردن زعفران دسته معایبی دارد، مانند: افزایش امکان پیک‌زدگی، کاهش کیفیت محصول، بالا بودن مقدار رطوبت، تیره شدن رنگ ظاهری زعفران‌های خشک، افزایش مدت زمان خشک شدن، افزایش احتمال آلوده شدن به مواد خارجی و افزایش امکان آلودگی به انواع میکروب‌ها.

خشک کردن سنتی - کلاله سرگل یا پوشال

در روش خشک کردن سنتی - کلاله سرگل یا پوشال، پس از جداسازی کلاله و خامه از گل، کلاله‌ها به صورت ردیفی روی پارچه و کاغذ پهن و در سایه خشک می‌شوند (شکل ۵-۲).



شکل ۵-۲- روش خشک کردن سنتی کلاله سرگل یا پوشال
(<https://aydana.com/drying-and-packaging-of-saffron>)

مدت زمان خشک شدن زعفران در روش سنتی (در سایه) ۷ تا ۱۰ روز با رطوبت نهایی ۸ تا ۱۰ درصد گزارش شده است (اسکینر^۱ و همکاران، ۲۰۱۷). اشکال عمده این روش مانند خشک کردن سنتی زعفران دسته، طولانی بودن زمان خشک شدن است که سبب ایجاد واکنش‌های آنزیمی، اکسایش بیشتر رنگدانه کرووسین در حضور اکسیژن هوا، رشد و تکثیر میکروارگانیسم‌ها و افزایش میزان آلودگی میکروبی زعفران می‌شود (عاطفی و همکاران، ۱۳۹۲). در سال‌های اخیر این روش خشک کردن به تدریج منسوخ شده و روش‌های مناسب دیگری به جای آن در پیش گرفته شده است مانند: خشک کردن با جریان

¹. Skinner

هوای گرم، خشک کردن با روش الک و هیترو و خشک کردن با دستگاه‌های خشک کن پرس‌ی.

خشک کردن با جریان هوای گرم

استفاده از جریان هوای گرم، به‌رغم بازده پایین انرژی و زمان‌بر بودن در خشک کردن زعفران، به دلیل هزینه کم و سهولت کاربرد رواج دارد (ملافیلابی و همکاران، ۱۳۹۸).

در این روش، ابتدا چارپایه فلزی یا چوبی به ارتفاع یک‌متر درست می‌شود که دارای سه تا پنج طبق با فاصله ۲۰ سانتی‌متر است. طبق‌ها با تورهای مناسب پوشیده می‌شوند (شکل ۵-۳).



شکل ۵-۳- خشک کردن زعفران با انتقال هوا

(<https://eliuo.ir>)

زعفران روی طبق‌ها در کنار یک منبع حرارتی مانند بخاری خشک می‌شود. به منظور تسریع فرایند خشک شدن می‌توان از جریان هوای پنکه رومیزی یا سقفی استفاده کرد.

نکاتی که در خشک کردن با انتقال هوا باید رعایت شود عبارت‌اند از:

- کالاهای زعفران باید به‌صورت یکنواخت داخل طبق‌ها پهن شوند.

- میزان انباشتگی روی هر طبق در حدود یک بند انگشت باشد.
- فاصله طبق‌ها از منبع حرارتی باید به اندازه‌ای باشد که از یک سو از سوختن و سیاه‌شدن زعفران جلوگیری شود و از سوی دیگر زعفران در کمترین زمان ممکن خشک شود.

خشک کردن با روش الک و هیتر (برشته کردن - روش اسپانیایی)

خشک کردن با روش الک و هیتر روشی است ارزان که به برشته کردن یا روش اسپانیایی نیز مشهور است و وزارت کشاورزی آن را در میان کشاورزان ترویج کرده است (شکل ۴-۵).

خشک کردن با این روش شامل مراحل زیر است:
- مقدار ۱۵۰ تا ۲۰۰ گرم کلاله به تورهای مخصوص منتقل می‌شود.



شکل ۴-۵- خشک کردن با روش اسپانیایی

- شعله به طور یکنواخت و غیرمستقیم، طی ۱۵ تا ۲۰ دقیقه، کلاله های قرار گرفته با فاصله معین از منبع حرارتی را در دمای ۶۰ درجه سلسیوس خشک می‌کند.

- بعد از تنظیم حرارت، به هیچ عنوان به زعفران دست زده نمی‌شود.

- بعد از ۲۰ دقیقه توری خالی دیگری روی توری زعفران قرار داده می‌شود و هر دو را با یکدیگر برمی‌گردانند تا زعفران در توری دیگر کاملاً تخلیه شود.

- توری حاوی زعفران نیمه خشک را روی دستگاه قرار می‌دهند و حرارت دادن تا ۱۵ دقیقه ادامه یابد.

- با ۳ یا چهار بار تکرار این فرایند، زعفران داخل توری کامل خشک می‌شود.

- پس از بیرون آوردن زعفران از توری، آن را به سرعت روی پارچه قرار می‌دهند تا خنک شود.

- زعفران‌ها را سپس در ظرف‌های مخصوص قرار می‌دهند و تا زمان عرضه به بازار در جای خنک و خشک نگهداری می‌شوند (اسکینر و همکاران، ۲۰۱۷).

- در انتها، در هر توری ۴۰ تا ۵۰ گرم زعفران خشک شده با رطوبت ۵ تا ۱۵ درصد حاصل می‌شود.

سرعت عمل خوب و مناسب، کیفیت مطلوب محصول نهایی، امکان استفاده گروهی برای کشاورزان، و قیمت پایین و مقرون به صرفه بودن از مزایای این روش خشک کردن است. اما در این روش احتمال سوختگی و افت کیفیت زعفران، به دلیل کنترل نشدن دقیق دما و رطوبت زعفران، وجود دارد (شرایعی و آذرپژوه، ۱۳۹۷).

خشک‌کن‌های کابینی

این خشک‌کن‌ها در دو نوع برقی و گازی ساخته شده‌اند (شکل ۵-۵).



شکل ۵-۵- خشک کن کابینی در حالت بارگیری سینی‌های
محتوی کلاله‌های زعفران
(سعیدی راد و همکاران، ۱۳۹۳)

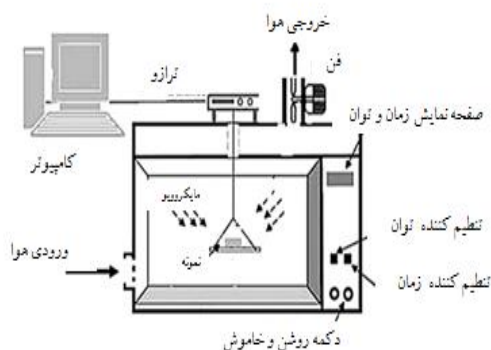
این خشک‌کن‌ها ظرفیت ۱/۵ کیلوگرم کلاله^۱ تر را دارند و زمان لازم برای خشک شدن ۲-۳ ساعت است. خشک‌کن دارای زمان‌سنج و ترموستات برای تنظیم خودکار زمان و دمای خشک کردن (۶۰-۵۵ درجه سلسیوس) است.

خشک‌کردن با مایکروویو

در این نوع خشک‌کن، مولکول‌های آب با جذب انرژی از دستگاه مایکروویو به سرعت تبخیر می‌شوند و مدت زمان خشک‌کردن از چند روز به چند دقیقه کاهش می‌یابد (۶ دقیقه با توان ۴۰۰ وات و ۳ دقیقه با توان ۶۰۰ وات). اشعه^۱ مایکروویو کاهش معنی‌دار آلودگی میکروبی را سبب می‌شود و تاثیر نامطلوبی بر کیفیت زعفران از نظر ویژگی‌های قدرت رنگ، عطر و طعم به جا نمی‌گذارد (شکل ۵-۶)، (کوچکی^۱، ۲۰۲۰).

^۱. Koocheki

توجه: نظر به قوانین مربوط به محصولات ارگانیک، کاربرد مایکروویو در خشک کردن زعفران باید به تایید صادرکنندگان گواهی‌ها برسد.



شکل ۵-۶- شمای دستگاه خشک کن مایکروویو
(Koocheki, 2020)

خشک کردن تحت خلأ

سیستم‌های خشک کن تحت خلأ با استفاده از این اصل فیزیکی طراحی و ساخته می‌شوند که در فشار پایین‌تر از فشار اتمسفر، دمای تبخیر آب کاهش می‌یابد (شکل ۵-۷). این سیستم برای محصولاتی کاربرد دارد که حساسیت بالایی به دمای بالاتر از ۵۰ درجه سلسیوس دارند.



شکل ۵-۷- خشک کن تحت خلأ

در خشک کردن مواد تحت خلأ - به دلیل کاهش فشار اکسیژن، یکنواختی و سرعت بالای انتقال دما - محصولات با کیفیت و راندمان بالا و آلودگی میکروبی کم خشک می شوند. (چن^۱ و همکاران، ۲۰۲۰).

اما، در زعفران های خشک شده تحت خلأ به دلیل وجود خلأ و کاهش میزان سافرانال (عامل عطر زعفران)، بوی علفی تولید می شود که بازارپسندی محصول را کاهش می دهد (گریگوری^۲ و همکاران، ۲۰۰۵).

خشک کن های خورشیدی

خشک کن خورشیدی برای خشک کردن محصولات مختلف کشاورزی مناسب است. صفحه جاذب واحد جمع کننده خشک کن، انرژی تابشی خورشید را جذب می کند و سبب گرم شدن هوای عبوری می شود. هوای گرم، رطوبت محصول را کاهش می دهد. اما متغیر بودن میزان تابش خورشید در فصل های مختلف سال سبب طولانی تر شدن زمان خشک شدن محصول در

۱. Chen

۲. Gregory

پاییز و زمستان و کاهش ویژگی‌های کیفی زعفران خشک شده می‌شود (روستاپور و علوی‌منش، ۱۳۹۷).

خشک‌کن انجمادی

در این نوع خشک‌کن، با انجماد آب و پس از آن کاهش فشار محیط، آب منجمد به طور مستقیم تصعید می‌شود. فرآیند کامل خشک کردن انجمادی شامل چهار مرحله است: پیش آماده‌سازی، انجماد، خشک کردن اولیه و خشک کردن ثانویه (فیضی و کردجزی، ۱۳۹۷).

در این روش، کالاهای در سینی خشک‌کن در دمای ۲۲- تا ۱۸- درجه سلسیوس به مدت ۲۰ ساعت منجمد و پس از آن در دمای ۱۳- و فشار ۰/۱۵ میلی‌متر جیوه به مدت ۱۲ ساعت خشک می‌شوند (کوچکی، ۲۰۲۰)، (شکل ۵-۸).



زعفران خشک شده به روش انجمادی حاوی رنگدانه و عطر بسیار بالاتر و میزان رطوبت کمتری نسبت به روش سنتی است. مقدار رطوبت کمتر در نمونه مانع تجزیه کروسین و تبدیل آن به کروسستین می‌شود. مقدار بالای رنگ و عطر زعفران خشک شده با این روش، هزینه‌های بالای سرمایه‌گذاری اولیه را پوشش می‌دهد (کوچکی، ۲۰۲۰).

خشک‌کن پرسی

خشک کردن پرسی زعفران روشی است که اغلب برای تولید زعفران سوپرنگین استفاده می‌شود. در این روش، کلاله‌های زعفران به صورت کاملاً صاف و بدون خمیدگی و فرخوردگی تولید می‌شوند.

برای خشک کردن زعفران به صورت پرسی، در روش سنتی از دو صفحه فلزی استفاده می‌شود تا با وارد آوردن فشاری نه چندان زیاد، کلاله‌ها به صورت صاف و بدون پیچ خوردگی خشک شوند. دستگاه‌های خشک‌کن پرسی زعفران را با فشار هوا خشک می‌کنند. در این روش، لایه‌ای از کلاله‌های تر زعفران روی سینی خشک‌کن قرار می‌گیرد و زیر و روی محصول با لایه‌ای پارچه‌ای از جنس حریر یا کتان پوشانده می‌شود. مکش شدید هوای گرم از زیر محصول پوشیده شده با پارچه، باعث خشک شدن سریع کلاله‌های زعفران در مدت ۱۰ تا ۱۵ دقیقه می‌شود. مکش هوا با یک فن قوی با قدرت ۲ اسب بخار و سرعت دوران دمنده معادل ۳۰۰۰ دور در دقیقه تامین می‌شود. این موضوع سبب می‌شود تا کلاله‌ها به هیچ وجه آسیب نبینند و کیفیت آنها حفظ شود (شکل ۵-۹).



شکل ۵-۹- خشک کن پرسی زعفران

این خشک کن ها مجهز به سنسور رطوبت و دما هستند و دمای داخل خشک کن را در محدوده ۵۵ تا ۶۰ درجه سلسیوس و رطوبت نهایی را ۵ تا ۷ درصد تامین می کنند. گرمای مورد نیاز را المنت های برقی یا کوره هوای گرم با سوخت گاز شهری تامین می کند. باید توجه شود که کالاه ها تر باشند یعنی زعفران خشک در این فرایند وارد نشود.

عیب روش پرسی این است هنگامی که فشار به زعفران وارد می شود ممکن است برخی از آنها بشکند و در محصول نهایی، زعفران شکسته (خرد و ریزه) وجود داشته باشد.

نگهداری کالاهای خشک شده

- حفظ ویژگی های کیفی زعفران تا هنگام عرضه به بازار، نیازمند ذخیره سازی محصول در محیطی بهداشتی و کنترل عوامل محیطی در انبار ذخیره سازی است.

- روی هر یک از بسته‌بندی‌های اولیه، برگ شناسایی شامل نام تولیدکننده، نام منطقه برداشت، نوع زعفران، تاریخ بسته‌بندی اولیه، درصد رطوبت و غیره قرار داده شود.
- محل و مکانی که برای نگهداری زعفران انتخاب می‌شود باید به دور از هرگونه حشره یا جوندۀ باشد.
- گرد و غبار یا آلودگی احتمالی که در محل نگهداری زعفران وجود دارد، باید در دوره‌های زمانی معینی از بین برود.
- در انبار نگهداری باید زعفران را از آلاینده‌ها و نیز رطوبت (عامل موثر بر رشد میکروبی)، دور نگه‌داشت.
- چیدمان کالا باید در انبار به گونه‌ای باشد که از فشرده شدن و خرد شدن زعفران جلوگیری شود.
- در انبار ذخیره زعفران باید از رفت و آمدها یا نصب تجهیزات مختلف جلوگیری شود.
- زعفران باید در دمای پایین (۵ تا ۱۰ و حداکثر ۲۰ درجه سلسیوس) و رطوبت نسبی کم (حداکثر ۶۰ درصد) نگهداری شود (سازمان ملی استاندارد، ۱۳۹۹ و ۱۳۸۰).

فصل ششم

بسته‌بندی و نگهداری زعفران

مقدمه

بعد از کیفیت و مرغوب‌بودن زعفران، بسته‌بندی جذاب و مناسب زعفران تاثیر مستقیمی بر سلامت نهایی محصول، افزایش فروش و تجاری‌سازی آن دارد. نگهداری محصول در محلی مناسب، برای حفظ خصوصیات کمی، کیفی و کاهش آلودگی میکروبی ضروری است.

بسته‌بندی

زعفران بلافاصله بعد از آماده شدن و درجه‌بندی باید بسته‌بندی شود. در صورتی که این عمل میسر نباشد زعفران آماده شده را باید در ظرف‌های درپوش‌دار خشک و تمیز قرار داد و در دمای پایین (۴ درجه سلسیوس) نگهداری کرد. بسته‌بندی زعفران دارای مراحل اصلی زیر است (سازمان ملی استاندارد، ۱۳۹۱ الف و ب، ۱۳۹۹).

الف - جداسازی

ر این مرحله، مواد خارجی و هر گونه آلودگی مانند بقایای گیاهی، مواد آسیب‌دیده، فلزات و سایر مواد خارجی با دقت از زعفران جدا شوند. همچنین زعفران از نظر احتمال وجود مواد تقلبی (مواد مصنوعی یا گیاهی مانند اندام‌های گیاهی مشابه یا سایر اندام‌های زعفران و نیز ترکیبات آلی و غیرآلی) بررسی شود (شکل ۶-۱).



شکل ۶-۱- مراحل بسته‌بندی زعفران

(<https://www.javanonline.ir/fa/news/643492/>)

در صورتی که محصول به فضولات دامی آغشته است یا دچار خسارت آفات و عوامل میکروبی باشد، نباید آن را پذیرفت.

برای جداسازی، زعفران روی سطحی تمیز گسترده و بازبینی می‌شود.

در صورت درجه‌بندی زعفران دسته باید ابتدا زعفران داخل ظرف‌های مخصوص و روی میز گسترده شود و پس از باز کردن زعفران دسته، خامه‌ها را با قیچی قبلا شسته و ضدعفونی شده جداکرد.

تعداد و ابعاد میزهای مورد استفاده برای درجه‌بندی و بسته‌بندی باید متناسب با ظرفیت تولید و از جنس استیل مقاوم، ضدزنگ و قابل شستشو و ضدعفونی باشد.

برای جدا کردن زعفران نرمه و گرده از الک با مش مخصوص استفاده شود.

مواد زائد جدا شده از محصول باید بلافاصله از محل درجه‌بندی و ذخیره‌سازی خارج شوند.

ب- وزن کردن

برای وزن کردن زعفران باید از ترازوهای دقیق (کمینه دقت ۰/۰۱ گرم) و کاملاً کالیبره استفاده کرد. لازم است گفته شود پیمانه‌های وزنی کاملاً به ابعاد بسته‌بندی و بازار هدف بستگی دارد. اما توصیه می‌شود که وزن هر بسته برای مصارف خانگی بیشتر از ۳۰ گرم نباشد و برای مصارف صنعتی و صادرات حداکثر وزن هر بسته ۱ کیلوگرم باشد (شکل ۶-۲).



شکل ۶-۲- وزن کردن دقیق زعفران برای بسته‌بندی

(<https://saffronprice.co/saffron-packaging-steps-according-to-the-standard/>)

ج- ظرف‌های مناسب بسته‌بندی

استفاده از ظروف مناسب و رعایت احتیاط‌های لازم در جلوگیری از ورود مواد زاید و آلاینده به زعفران بسته‌بندی شده از عوامل مهم شاخص‌های کیفی زعفران هستند.

برای بسته‌بندی اولیه زعفران، ظرف باید دارای استحکام؛ بدون گذاشتن هرگونه تغییر فیزیکی، شیمیایی و میکروبی بر زعفران درون بسته؛ و نسبت به

رطوبت، گرد و غبار و گازها غیرقابل نفوذ باشد (سازمان ملی استاندارد، ۱۳۹۱ الف و ب).

بدین منظور می‌توان از ظرف‌های پلیمری مناسب برای تماس با مواد غذایی مانند پلی‌اتیلن با دانسیته پایین، پلی‌اتیلن با دانسیته بالا (سازمان ملی استاندارد، ۱۳۹۴ الف، ۱۳۹۲ و ۱۳۸۷)، کاغذ موم‌دار (سازمان ملی استاندارد، ۱۳۹۴ ب)، کیسه‌های پلاستیکی چند لایه بر پایه فویل آلومینیم (سازمان ملی استاندارد، ۱۳۸۳)، فویل آلومینیم، ظرف شیشه‌ای پوشش داده شده با تیتانیم، زیرکونیم و یا آلومینیم (کوچکی، ۲۰۲۰) استفاده کرد.

جنس ظرف مورد استفاده برای بسته‌بندی زعفران نباید از نایلون، پلی‌اورتان، مقوای تراشه‌ای و کاغذهای انحلال‌پذیر در آب باشد (سازمان ملی استاندارد، ۱۳۹۹).

برای محافظت از بسته‌های کوچک زعفران بهتر است از لفاف‌های بسته‌بندی مناسب، محکم و با درجه غذایی استفاده کرد. بدین منظور می‌توان از جعبه‌های مقوایی مخصوص مواد خوراکی (سازمان ملی استاندارد، ۱۳۹۴ ج و ۱۳۹۸)، ظرف‌های فلزی مناسب برای مواد غذایی، جعبه‌های چوبی و بسته‌های آلومینیمی چند لایه استفاده کرد.

بسته‌بندی باید به گونه‌ای باشد که علاوه بر استحکام، مصرف‌کننده بتواند آن را به سهولت باز کند.

پیش از انتقال زعفران به بسته، ظرف مورد نظر باید به دقت بررسی شود، از ظرف شکسته، لب پریده یا آلوده استفاده نشود.

نکات بهداشتی در بسته‌بندی

دستگاه بسته‌بندی باید به تعداد مورد نیاز، متناسب با ظرفیت تولید و نوع بسته‌بندی در واحد موجود باشد. درزبندی و دوخت بسته‌ها باید به گونه‌ای باشد تا امکان دخل و تصرف در محتویات بسته‌ها مقدور نباشد ضمن اینکه از ورود عوامل ایجاد کننده فساد مانند رطوبت، هوا و گرد و غبار جلوگیری کند. همه وسیله‌هایی که در کار بسته‌بندی با زعفران تماس دارند باید تمیز باشند و ضدعفونی شوند.

آب و ترکیبات مجاز را می‌توان برای تمیز کردن و ضدعفونی تجهیزات بسته‌بندی به کار گرفت (سازمان ملی استاندارد، ۱۳۹۱ ج). برای کاهش خطر آلودگی، بهتر است فاصله زمانی بین کاربرد ترکیبات تمیز کننده تا استفاده از تجهیزات بسته‌بندی رعایت شود.

د-تجهیزات بسته‌بندی

ساده‌ترین و فراگیرترین نوع بسته‌بندی، دستگاه دوخت ریلی و حرارتی است (شکل ۶-۳). دستگاه‌های دوخت حرارتی بعد از توزین و قرار گرفتن محصول داخل محفظه پلاستیکی، آن را می‌دوزند و به اصطلاح پرس می‌کنند.



اگر سرمایه کم و فضا نیز کم باشد، بهترین راه و بهترین گزینه بسته‌بندی دوختی است.

راه‌های دیگر به سرمایه اولیه بیشتری نیاز دارند و بالطبع هزینه‌های مترتب بر آنها نیز بالاتر است اما سود و درآمد بیشتری نیز دارند. نوع دیگری از دستگاه‌های بسته‌بندی اسکین پک هستند که زعفران در محفظه‌ای پلاستیکی یا شیشه‌ای بسته‌بندی می‌شود (شکل ۶-۴).



شکل ۶-۴- بسته‌بندی اسکین پک زعفران
(<http://nafisfile.com/product/38748>)

دستگاه‌های بسته‌بندی تحت خلأ نیز در صورتی که ظرف‌های بسته‌بندی قابلیت تخلیه هوا را داشته باشند، برای زعفران به کار می‌روند (شکل ۶-۵). استفاده از این روش سبب حفظ کیفیت و افزایش زمان ماندگاری زعفران می‌شود.



شکل ۶-۵- دستگاه بسته‌بندی تحت خلا

۵- برچسب‌گذاری

در این مرحله، مشخصات دقیق محصول باید روی بسته نوشته شود.

روی بسته‌های زعفران باید نام و نوع محصول (زعفران رشته‌ای، زعفران رشته‌ای بریده، زعفران پودر و ...)، نام و نشانی تولیدکننده و بسته‌بندی کننده، علامت تجاری، وزن خالص، تاریخ دقیق بسته‌بندی و تاریخ مصرف، درجه محصول، شماره سری ساخت، واژه "شکستنی" (در صورت استفاده از بسته‌بندی شیشه‌ای)، جمله "در جای خشک، خنک و دور از نور نگهداری شود" و نیز نام کشور مبدأ تولید "مثلاً تولید ایران" با جوهر غیرسمی و پاک‌نشدنی به صورت خوانا به زبان کشور تولیدکننده و در صورت صادرات به زبان انگلیسی یا زبان کشور خریدار بر چسب شود.

مطالب بیان شده در برچسب باید واضح، مشخص، خوانا، پاک‌نشدنی و در شرایط عادی خرید و مصرف قابل دیدن باشد.

چنانچه ظرف دارای پوشش خارجی نیز باشد، این پوشش باید دارای اطلاعات ضروری باشد یا برچسب روی ظرف از بیرون پوشش قابل دیدن و خواندن باشد.

برای بسته‌بندی‌های خیلی کوچک می‌توان از درج مواردی مانند تاریخ بسته‌بندی و شرایط محل نگهداری صرف‌نظر کرد مشروط بر اینکه بسته‌های کوچک در بسته‌های بزرگتر قرار گیرند و اطلاعات لازم روی بسته نهایی درج شود. در خصوص برچسب‌زنی زعفران فرآوری شده (با مواد و روش‌های مجاز)، تمامی مواد تشکیل دهنده، روش‌های فرآوری و مواد افزودنی باید روی برچسب قید شود.

و- بازرسی و کنترل کیفی

محصول بسته‌بندی شده پیش از آنکه درون کارتن‌های حمل قرار داده شود، باید به صورت تصادفی از لحاظ کیفیت و وزن بازرسی شود (شکل ۶-۶)، (سازمان ملی استاندارد، ۱۳۹۱ج).



شکل ۶-۶- بازرسی و کنترل کیفی زعفران بسته‌بندی شده

(<http://nafisfile.com/product/38748>)

نگهداری زعفران بسته‌بندی شده

شرایط فنی و ساختمانی محل نگهداری زعفران بسته‌بندی شده از نظر کف، دیوارها و سقف باید با شرایط استاندارد مطابقت داشته باشد.

انبار مواد اولیه و محصول باید از هم جدا باشند.

مساحت انبار باید متناسب با حجم کار بسته‌بندی و حداکثر زمان نگهداری کالا در انبار باشد.

انبار محصول باید به دماسنج و رطوبت‌سنج مجهز و تهویه آن مطلوب باشد.

انبار نگهداری محصول نباید در معرض تابش مستقیم نور باشد.

گذاشتن مستقیم بسته‌های زعفران روی کف انبار مجاز نیست و کالا باید همواره روی پالت با جنس مناسب یا داخل قفسه‌های مناسب قرار گیرد.

دمای محیط نگهداری زعفران نباید از ۲۰ درجه سلسیوس بیشتر باشد.

رطوبت نسبی محیط نگهداری زعفران نباید از ۶۰ درصد بیشتر باشد.

نگهداری زعفران در شرایط مناسب (از نظر دما، رطوبت و بسته‌بندی)، سبب می‌شود خصوصیات کیفی زعفران تا یک سال حفظ شود.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

زعفران از گذشته تا کنون جایگاه ویژه‌ای از نظر اقتصادی، اجتماعی، زیست محیطی و سیاسی در کشاورزی ایران داشته است. با توجه به بازار بسیار خوب زعفران در سطح جهان، ایران باید تلاش کند تا از رقابت با کشورهای دیگر تولیدکننده این محصول عقب نماند و بازار جهانی این محصول را از طریق تولید محصولی با کیفیت مطلوب به‌دست آورد.

یکی از دلایل کاهش کیفیت زعفران، ناکافی بودن اطلاعات و امکانات مناسب برای برداشت و فراوری آن است. با شناخت بهتر این مراحل و رعایت یک سری از اصول و بالا بردن اطلاعات کشاورزان، کارشناسان و مروجان می-توان کیفیت و زمان ماندگاری زعفران را افزایش داد.

در این راهنما، اطلاعاتی در زمینه برداشت، فراوری، بسته‌بندی و نگهداری زعفران ارائه شد که با رعایت آنها می‌توان محصولی بازارپسند با کیفیت مناسب تولید کرد. با توجه به مطالب ارائه شده، می‌توان پیشنهادهای زیر را به‌طور خلاصه مطرح کرد:

گل زعفران در صبح زود (پیش از برآمدن آفتاب) و به‌صورت غنچه برداشت و سعی شود هنگام برداشت، دست‌ها با گرد و خاک مزرعه تماس پیدا نکند.

برای حمل و نقل گل از ظرف‌های تمیز و بهداشتی مانند سبدهای پلاستیکی مشبک (به استثنای کف) استفاده شود.

برای نگهداری گل‌های جمع‌آوری شده از مکان‌های تمیز، بهداشتی، خنک و دور از نور خورشید استفاده شود.

پس از انتقال گل از مزرعه، در کوتاه‌ترین زمان ممکن کالاه از سایر اجزای گل جدا شود.

محل جداسازی تمیز و بهداشتی باشد و افرادی که به کار جداسازی می‌پردازند نکات بهداشتی را رعایت کنند.

گل زعفران با دقت و از نقطه وصل سه کاله به همراه حداکثر ۱۱ میلی‌متر از خامه، از دیگر بخش‌های گل جدا شود و به صورت منظم در ظرف‌های تمیز قرار گیرد و بلافاصله خشک شود.

برای خشک کردن زعفران از حرارت غیرمستقیم و یکنواخت استفاده شود و دما از ۶۰ درجه سلسیوس بالاتر نرود.

روش خشک کردن طوری انتخاب شود تا در مدتی کوتاه محصول خشک شود.

از خشک کردن زعفران روی سطوح فلزی و غیر بهداشتی خودداری شود. رطوبت نهایی زعفران در پایان عملیات خشک کردن بیشتر از ۱۲ درصد نباشد.

برای مناطق پراکنده تولید زعفران و مزارع کوچک می‌توان از شیوه انتقال هوای گرم یا روش اسپانیایی (به دلیل سادگی روش و هزینه اندک تهیه وسایل و تجهیزات) و در مزارع بزرگ‌تر و مناطق متمرکز می‌توان از خشک‌کن‌های صنعتی متناسب با جریان هوای گرم کنترل شده استفاده کرد.

زعفران در بسته‌ها و ظرف‌های مناسب بسته‌بندی و مشخصات مورد نیاز روی بسته‌ها نوشته شود.

زعفران بسته‌بندی شده باید در مکانی بهداشتی و در دما و رطوبت مناسب و دور از نور نگهداری شود.

دمای محیط نگهداری زعفران نباید از ۲۰ درجه سلسیوس بیشتر باشد. رطوبت نسبی محیط نگهداری زعفران نباید از ۶۰ درصد بیشتر باشد.

منابع

- احمدی، ک.، عبادزاده، ح.، حاتمی، ف.، محمدنیا افروزی، ش.، عباس طاقانی، ر.، یاری، ش.، کلاتری، م. ۱۴۰۰. آمارنامه کشاورزی سال ۱۳۹۹. وزارت جهاد کشاورزی، جلد سوم. ۱۶۴ ص.
- آذرپژوه، ا.، شرایعی، پ. ۱۳۹۷. شرایط نگهداری گل زعفران در سردخانه. نشریه ترویجی زعفران، دوره ۱، شماره ۱، صفحات ۴۰-۳۴.
- بهدانی، م. ع.، فلاحی، ح. ر.، سردار، م. ۱۳۹۷. آشنایی با دانش فنی تولید زعفران. سازمان جهاد کشاورزی خراسان جنوبی، مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی، اداره رسانه آموزشی. صفحات ۱-۵۸.
- جمشیدی، ب. ۱۳۹۹. شناسایی و معرفی فناوری‌های مناسب و پیشرفته سورتینگ و درجه‌بندی زعفران بر پایه کیفیت، ایمنی و سلامت. مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. نشریه شماره ۵۸۸۵۱.
- روستاپور، ا. ر.، علوی‌منش، س. م. ۱۳۹۷. خشک‌کن خورشیدی خانگی و راهکارهای افزایش کارایی آن. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. معاونت ترویج. نشرآموزش کشاورزی. نشریه شماره ۵۴۶۹۴.
- سازمان ملی استاندارد. ۱۳۸۰. زعفران- آئین کار تجهیزات و تأسیسات کارگاه‌های بسته‌بندی. استاندارد ملی ایران شماره ۵۰۹۷. ۷ ص.
- سازمان ملی استاندارد. ۱۳۸۳. زعفران- بسته‌بندی- کیسه‌های قابل انعطاف چندلایه با پایه فویل آلومینیوم- ویژگی‌ها و روش‌های آزمون. استاندارد ملی ایران شماره ۷۳۴۵. ۱۸ ص.

سازمان ملی استاندارد. ۱۳۸۷. بسته‌بندی - لفاف‌های چند لایه جهت بسته‌بندی تک نفره مواد غذایی (ساشه) - ویژگی‌ها و روش‌های آزمون. استاندارد ملی ایران شماره ۱۵۴۸. ۱۸ ص.

سازمان ملی استاندارد. ۱۳۹۱ الف. زعفران - ویژگی‌ها. استاندارد ملی ایران شماره ۲۵۹-۱. تجدیدنظر پنجم. ۱۰ ص.

سازمان ملی استاندارد. ۱۳۹۱ ب. زعفران - روش‌های آزمون. استاندارد ملی ایران شماره ۲۵۹-۲. تجدیدنظر پنجم. ۷۳ ص.

سازمان ملی استاندارد. ۱۳۹۱ ج. عملیات خوب کشاورزی ایران (ایران گپ) زعفران. استاندارد ملی ایران شماره ۱۶۵۳۶. ۳۷ ص.

سازمان ملی استاندارد. ۱۳۹۲. بسته‌بندی - ظروف پلی پروپیلن تولید شده به روش شکل‌دهی گرمایی جهت بسته‌بندی مواد غذایی - ویژگی‌ها (اصلاحیه شماره ۱). استاندارد ملی ایران شماره. A1 - 11604. ۶ ص.

سازمان ملی استاندارد. ۱۳۹۴ الف. بسته‌بندی - ظروف پلی‌استایرن تولید شده به روش شکل‌دهی گرمایی جهت بسته‌بندی مواد غذایی - ویژگی‌ها (اصلاحیه شماره ۲). استاندارد ملی ایران شماره A2 - ۱۱۵۴۷. ۷ ص.

سازمان ملی استاندارد. ۱۳۹۴ ب. کاغذ و مقوا - کاغذ و مقوای موم‌دار برای بسته‌بندی عمومی - ویژگی‌ها و روش‌های آزمون. استاندارد ملی ایران. شماره ۱۴۶۱، ۱۷ ص.

سازمان ملی استاندارد. ۱۳۹۴ ج. بسته‌بندی - جعبه مقوایی مواد خوراکی - ویژگی‌های شیمیایی و روش‌های آزمون. استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۶۸۷. ۱۱ ص.

سازمان ملی استاندارد. ۱۳۹۸. بسته‌بندی - ورق مقوایی و جعبه مقوایی مواد خوراکی - ویژگی‌های فیزیکی و روش‌های آزمون. استاندارد ملی ایران. شماره ۳۳۴۱. ۱۹ ص.

سازمان ملی استاندارد. ۱۳۹۹. زعفران - برداشت، ترابری، فراوری، بسته‌بندی و انبارش - آئین کار. استاندارد ملی ایران شماره ۵۲۳۰. تجدید نظر اول. ۲۳ ص.

سعیدی‌راد، م. ح.، عین‌افشار، س.، مهدی‌نیا، ع.، ظریف‌نشاط، س.، نظرزاده اوغاز، ص. ۱۳۹۳. طراحی، ساخت و ارزیابی انبار کنترل اتمسفر (سطح آزمایشگاهی) به منظور افزایش مدت زمان نگهداری گل زعفران. مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. نشریه شماره ۴۵۴۹۴.

سعیدی‌راد، م. ح.، ابریشمی‌فر، م.، ظریف‌نشاط، س.، نظرزاده اوغاز، ص. ۱۳۹۳. بررسی و تحقیق در زمینه توسعه مکانیزاسیون و ارائه مناسب‌ترین شیوه و الگوی عملیات مکانیزه در برداشت زعفران. مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. نشریه شماره ۴۴۶۷۸.

سعیدی‌راد، م. ح.، ظریف‌نشاط، س.، نظرزاده اوغاز، ص.، مهدی‌نیا، ع.، چاجی، ح. ۱۳۹۶. مکانیزاسیون مراحل مختلف تولید زعفران. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. معاونت ترویج. نشر آموزش کشاورزی. نشریه شماره ۵۱۹۵۷.

سعیدی‌راد، م. ح.، ظریف‌نشاط، س.، مهدی‌نیا، ع.، نظرزاده اوغاز، ص.، مظهری، م.، محرابی، ا.، عبادی، ع.، تمهیدی، ف.، مصطفی‌وند، ح. ۱۳۹۳. بررسی و تحقیق در زمینه امکان توسعه مکانیزاسیون و ارائه مناسب‌ترین شیوه و الگوی عملیات مکانیزه در برداشت زعفران. مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. نشریه شماره ۴۴۶۷۸.

شرایعی، پ.، آذرپژوه، ا. ۱۳۹۷. نکات فنی در برداشت و فرآوری زعفران به منظور کاهش آلودگی میکروبی و حفظ کیفیت. نشریه ترویجی زعفران، دوره ۱، شماره ۱، صفحات ۱۶-۲۴.

عاطفی، م.، اکبری‌اوغاز، ع.، مهری، ا. ۱۳۹۲. اثرات خشک کردن بر ویژگی‌های شیمیایی و حسی زعفران. مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، سال هشتم، شماره ۳، صفحات ۲۰۸-۲۰۱.

عباسپورفرد، م. ح.، یوسف‌زاده، ح.، اظهاری، ا.، ابراهیمی‌نیک، م. ع.، حدادی‌مقدم، م. ۱۳۹۷. ارزیابی ارگونومیکی برداشت زعفران به روش‌های سنتی و استفاده از تrolley. نشریه زراعت و فناوری زعفران، جلد ۶، شماره ۲، صفحات ۲۵۳-۲۶۷.

عین‌افشار، س. ۱۳۹۴. تاثیر انبارهای کنترل اتمسفر در نگهداری گل زعفران. مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. نشریه شماره ۴۶۹۵۹.

عین‌افشار، س. ۱۳۹۷. تولید رنگ و ترکیبات آنتی‌اکسیدانی طبیعی از ضایعات گل زعفران. نشریه ترویجی زعفران، دوره ۱، شماره ۱، صفحات ۳۷-۲۵.

فلاحی، ح. ر.، بهدانی، م. ع.، رضوانی‌مقدم، پ.، جامی‌الاحمد، م. ۱۴۰۰. اصول استانداردسازی تولید زعفران ارگانیک در ایران. نشریه زراعت و فناوری زعفران، جلد ۹، شماره ۱، صفحات ۷۹-۴۳.

فیضی، ج.، کردجزی، ع. ۱۳۹۷. مروری بر روش‌های خشک کردن مواد غذایی. نشریه رویکردهای نوین در آزمایشگاه‌های علمی ایران. سال دوم، شماره ۳، صفحات ۸۶-۸۱.

ملافیلابی، ع.، خرم‌دل، س.، شباهنگ، ج. ۱۳۹۸. اثر روش‌های مختلف خشک کردن بر محتوی رطوبت، زمان خشک شدن و خصوصیات کیفی کلاله زعفران. نشریه پژوهش‌های زعفران، جلد ۷، شماره ۲، صفحات: ۱۷۷-۱۸۸.

ملافیلابی، ع.، کوچکی، ع.، رضوانی مقدم، پ.، نصیری محلاتی، م. ۱۳۹۳. اثر سن مزرعه و منطقه بر عملکرد و فراوانی بنه در گروه‌های مختلف وزنی زعفران زراعی (*Crocus sativus* L.). نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. جلد ۱۲، شماره ۴، صفحات ۶۱۲-۶۰۵.

Ahmad, S., Tahir, I., Shahri, W. 2013. Effect of different storage treatments on physiology and postharvest performance in cut scapes of three Iris Species. Journal of Agricultural Science and Technology, 15(2): 323-331.

Bertetto, A.M., and Ricciu, R. 2012. Mechanization in Harvesting Saffron: an opportunity for economic development in Sardinia”, proc. of advances in business-related scientific research conference in Olbia, [ABSRC 2012 Olbia].

Chen, D., Xing, B., Yi, H., Li, Y., Zheng, B., Wang, Y., Shao, Q. 2020. Effects of different drying methods on appearance, microstructure, bioactive compounds and aroma compounds of saffron (*Crocus sativus* L.). LWT- Food Science and Technology 120, 108913.

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

Ghaffari, S., and Roshanravan, N. 2019. Saffron; An updated review on biological properties with special focus on cardiovascular effects. Biomedicine & Pharmacotherapy, 109: 21-27.

Golmohammadi, F. 2014. Saffron and its farming, economic importance, export, medicinal characteristics and various

- uses in South Khorasan Province-East of Iran. International Journal of Food and Allied Sciences, 3 (5): 566–596.
- Gregory, M.J., Menary, R.C., Davies, N.W. 2005. Effect of drying temperature and air flow on the production and retention of secondary metabolites in saffron. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53: 5969-5975.
- ISO 3632- 1. 2011. Spices -Saffron (*Crocus sativus* L.)- Part 1: Specification. Geneva: Switzerland: International Organization for Standardization.8pp.
- ISO 3632- 2. 2010. Spices - Saffron (*Crocus sativus* L.) - Part 2: Test methods. Geneva: Switzerland: International Organization for Standardization. 36pp.
- Koocheki, A. and Khajeh-Hosseini, B. 2020. Saffron: Science, Technology and Health. 1st Edition. Woodhead Publishing, 580pp.
- Koocheki, A. 2020. Dehydration of saffron stigmas. In: Koocheki, A. and Khajeh-Hosseini, B. (Eds.), Saffron: Science, Technology and Health. 1st Edition. Woodhead Publishing, pp. 291-298.
- 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, pp. 187-204.
- Skinner, M., Ghalehgolabbahani, A., Parker, B. 2018. Harvesting and Processing Saffron Flowers. <http://www.uvm.edu/~saffron>.
- Skinner, M., Ghalehgolabbahani, A., Parker, B., Mirza, Kh. Z. 2017. Drying saffron. [http:// www.uvm.edu/ ~entlab/ Saffron/ Saffron.Html](http://www.uvm.edu/~entlab/Saffron/Saffron.Html).
- Thakur, N. 2020. A review on the effect of storage methods and packaging material on the post- harvest longevity of cut

flowers. International Journal of Chemical Studies, 8: 2375-2379.