

کاهش ضایعات آلوچه اصفهان از طریق خشک کردن آفتابی

سعید ملک^{۱*} و محسن حیدری سلطان آبادی^۲

۱ و ۲: مربی و استادیار بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران

بیان مسأله و اهمیت موضوع

سالانه حدود ۱۲ میلیون تن آلو در جهان تولید می‌شود. ایران با تولید حدود ۳۱۴ هزار تن، هفتمین تولیدکننده این میوه هسته‌دار در جهان به شمار می‌رود. سطح زیر کشت درختان بارور آلو در استان اصفهان بیش از ۵۹۸ هکتار است. از این سطح، در حدود ۷۰۰۵ تن انواع میوه آلو تولید می‌شود. ۵۰ درصد آلوی تولیدی به محصول خشک تبدیل می‌شود. خشک کردن اصولی و مناسب آلو و آلوچه، علاوه بر کاهش ضایعات محصول تازه که گاه تا ۳۰ درصد گزارش شده است، سبب افزایش ماندگاری محصول خشک و ایجاد ارزش افزوده می‌گردد. روش خشک کردن سنتی مبتنی بر نور و انرژی حرارتی خورشید، به دلیل رایگان و در دسترس بودن آن در تمام نقاط ایران، مناسب‌ترین منبع انرژی برای خشک کردن محصولات کشاورزی است. خشک کردن سنتی هر چند آسان‌ترین و کم‌هزینه‌ترین روش برای خشک کردن حجم زیادی از محصول آلوچه در برابر نور و گرمای خورشید است، اما شرایط غیر بهداشتی، تغییرات ناگهانی جوی و بارش‌های احتمالی به افت کیفیت محصول نهایی و از بین رفتن آن می‌انجامد. خشک‌کن‌های خورشیدی به دلیل سهولت در استفاده، کنترل بهتر شرایط و افزایش سرعت خشک کردن، می‌توانند جایگزینی مناسب، ساده و تمیز برای روش سنتی خشکاندن محصول روی زمین باشند. علاوه بر روش خشک کردن، با بهره‌گیری از برخی عملیات مقدماتی (پیش تیمار)، می‌توان سرعت و کیفیت فرآیند خشک کردن را به نحو مطلوبی افزایش داد. در این مقاله، عملیات مناسب خشک کردن آلوچه به روش سنتی (آفتابی در هوای باز)، همچنین استفاده از خشک‌کن خورشیدی به همراه برخی عملیات مقدماتی شرح داده شده است.

معرفی دستورالعمل

آماده‌سازی آلوچه برای خشک کردن

اولین قدم برای تهیه آلوچه خشک، انتخاب رقم مناسب است. آلوچه برقانی یکی از ارقام با کیفیت برای خشک کردن است که در مناطقی مانند کاشان تولید می‌شود. وزن هر میوه آلوچه برقانی در حدود ۳۵ تا ۴۰ گرم است. رسیدگی میوه نیز نقش به‌سزایی در طعم و رنگ محصول خشک‌شده دارد. پس از

جمع‌آوری میوه‌های چیده شده (بدون دم) از درخت، عملیات جداسازی میوه‌های خراب انجام می‌شود. میوه‌های نارس برای خشک‌شدن مناسب نیستند. از میوه‌های ریخته شده زیر درختان نیز نباید برای خشک‌کردن و تبدیل به آلوچه خشک استفاده کرد. زیرا در اثر سقوط و به دنبال آن، ترک‌خوردن پوست میوه، ذرات خارجی به درون میوه نفوذ کرده و کیفیت محصول خشک کاهش می‌یابد. برای افزایش سرعت خشک‌کردن، میوه‌ها را باید در روغن استرالیایی سرد، غوطه‌ور کرد. روغن استرالیایی، ترکیبی از آب، روغن زیتون (۲ درصد) و کربنات پتاسیم (۵ درصد) است. این روغن با ایجاد ترک‌های ریز در سطح میوه، سرعت خروج رطوبت و به تبع آن سرعت خشک‌شدن را افزایش می‌دهد. در این روش، میوه آلوچه در ظروف مناسب (ترجیحاً پلاستیکی) به مدت ۲ دقیقه در روغن استرالیایی در دمای ۳۷ الی ۴۰ درجه سلسیوس غوطه‌ور می‌شود. در حجم‌های بزرگ می‌توان از مخازن پلی‌اتیلنی استفاده کرده و دمای محلول روغن استرالیایی داخل آن را با استفاده از گردش بخار داغ یا آب گرم به ۴۰ درجه سلسیوس افزایش داد. حجم روغن مورد نیاز به مقدار میوه قابل خشک‌شدن بستگی دارد. محصول خشک شده با این روش دارای رنگ طلایی بوده و از بازارپسندی مناسبی برخوردار است (شکل ۱). روغن استرالیایی با همین نام در مراکز مهم خشک‌کردن میوه یافت می‌شود.



ب



الف

شکل ۱ - آلوچه برقانی خشک‌شده به روش سنتی. (الف) با روغن استرالیایی (ب) بدون روغن استرالیایی

خشک‌کردن آلوچه

خشک‌کردن آلوچه در فضای باز

در صورتی که بتوان بستری مناسب از نظر بهداشتی برای پهن کردن آلوچه مهیا کرد، استفاده از آن بستر به صرفه است. بستر سیمانی تمیز (ترجیحاً با پوشش پلاستیکی) و نیز بسترهای توری دار مناسب هستند. در بسترهای توری دار به منظور جلوگیری از تماس میوه با خاک می‌توان توری‌ها را با ارتفاعی از سطح زمین قرار داد (شکل ۲). بسترهای توری، مساحت مورد نیاز برای خشک‌کردن میوه را ایجاد کرده و تماس مستقیم میوه با خاک را قطع می‌کنند. همچنین در صورت بارندگی، زهکش مناسبی برای خروج

آب باران از اطراف میوه‌ها به شمار می‌آیند. در بعضی از کشورها از تخته‌های چوبی نیز به عنوان بستر استفاده می‌شود.



شکل ۲- بستر توری و پوشش پلاستیکی برای پهن کردن آلوچه تازه برای خشک شدن در معرض نور خورشید

پس از خشک شدن محصول، لازم است ۲ الی ۳ روز آلوچه‌های خشک شده، در یک بستر تمیز روی هم ریخته شده و چند بار مخلوط گردند تا رطوبت کل محصول یکنواخت شود.

خشک کردن آلوچه با خشک‌کن خورشیدی

استفاده از خشک‌کن‌های خورشیدی با توجه به رعایت بهداشت و کنترل فرآیند خشک شدن آلوچه در آن‌ها نسبت به روش سنتی، قابل توصیه است. در منطقه اصفهان، دمای هوای ورودی به خشک‌کن در حدود ۷۰ درجه سلسیوس و دمای هوای خروجی از خشک‌کن به حداکثر ۶۰ درجه سلسیوس می‌رسد. در این شرایط، دمای درون میوه به حداکثر ۵۱ درجه سلسیوس افزایش می‌یابد. این وضعیت نشان می‌دهد که استفاده از خشک‌کن خورشیدی توانسته است دمای محیط را حدود ۳۵ درجه سلسیوس تا دو برابر افزایش دهد بدون آن‌که هزینه‌ای بابت گرمای تولید شده صرف شود. خشک‌کن‌های خورشیدی معمولاً از یک جمع‌کننده حرارتی عایق‌بندی شده و یک اتاقک خشک‌کن تشکیل شده‌اند (شکل ۳). به منظور سنجش و کنترل شرایط خشک شدن آلوچه در خشک‌کن خورشیدی، حس‌گرهایی مانند ترموکوپل در قسمت‌های مختلف خشک‌کن و حتی در میوه قابل نصب است. با اتصال خروجی ترموکوپل به مبدل (مدول ثبت داده‌ها) و رایانه، دما به صورت پیوسته قابل ثبت است. برای ایجاد یکنواختی گرمای ورودی به اتاقک خشک‌کن می‌توان از تیغه‌هایی در خروجی جمع‌کننده حرارتی استفاده کرد. از جمله مشکلات استفاده از خشک‌کن‌های خورشیدی، ظرفیت کم خشک‌کن است. برای افزایش ظرفیت خشک‌کن خورشیدی می‌توان سطح داخلی اتاقک را طبقه‌بندی کرد. به عنوان مثال، ظرفیت خشک‌کن موجود در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان با اتاقکی به طول ۱۴۰ سانتی‌متر، عرض ۱۵۰ سانتی‌متر و با تعداد چهار طبقه، ۱۲۰ کیلوگرم آلوچه تازه است. در هر طبق خشک‌کن، ۳۰

کیلوگرم میوه تازه به صورت یک لایه قرار می‌گیرد. آلوچه در این خشک‌کن در مدت ۱۴ الی ۱۶ روز خشک می‌شود. برای خشک‌کردن مقادیر بیشتر محصول، نیاز به خشک‌کن خورشیدی بهینه شده با ظرفیت بیشتر است. خشک‌کن‌های خورشیدی را می‌توان بر اساس ظرفیت مورد نیاز، از شرکت‌های سازنده تهیه کرد. از طرفی این خشک‌کن‌ها را می‌توان با استفاده از امکانات ساده کارگاهی ساخت.



شکل ۳- خشک‌کن خورشیدی. ۱- جمع‌کننده حرارتی ۲- اتاقک خشک‌کن

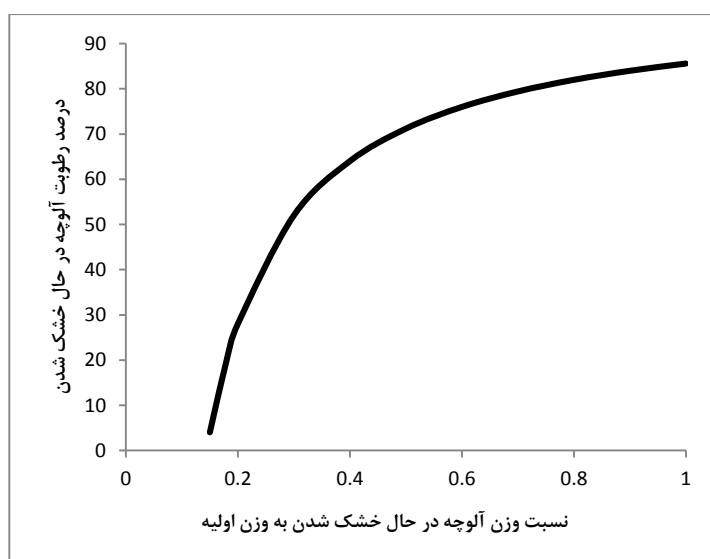
اندازه‌گیری رطوبت آلوچه در حال خشک‌شدن

یکی از فاکتورهای مهم در کیفیت آلوچه خشک‌شده، رطوبت نهایی آن است. آلوچه‌های تازه معمولاً دارای رطوبت اولیه ۹۰-۸۰ درصد هستند که در پایان عملیات خشک‌شدن، رطوبت آن‌ها به حدود ۱۵ درصد (بر مبنای وزن مرطوب) می‌رسد. رطوبت آلوچه در حال خشک‌شدن را می‌توان با استفاده از منحنی‌های رطوبتی همان محصول و در شرایط یکسان خشک‌شدن تخمین زد (شکل ۴). شکل ۴ با داده‌های به‌دست آمده در خشک‌کردن آلوچه برقانی کاشان با استفاده از خشک‌کن خورشیدی واقع در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان رسم شده است. از طریق این منحنی می‌توان در هر زمان با اندازه‌گیری وزن نمونه‌ای از آلوچه و مقایسه با وزن اولیه آن، میزان رطوبت آلوچه را تخمین زد و از وضعیت خشک‌شدن محصول آگاه شد. به عنوان مثال، اگر ۱۰۰ گرم آلوچه تازه پس از گذشت ۵ روز به وزن ۵۰ گرم رسید، نسبت تغییر وزن آن $50/100 = 0/5$ خواهد بود. روی محور افقی از عدد $0/5$ خطی موازی محور عمودی رسم می‌شود. نقطه تقاطع این خط با منحنی، درصد رطوبت محصول را برابر با ۷۰ درصد نشان می‌دهد. روش مذکور را می‌توان با یک ترازو با دقت $0/1$ گرم انجام داد.

زمان تقریبی پایان فرآیند خشک‌کردن آلوچه بیشتر به روش تجربی و با رسیدن آلوچه به رطوبت نهایی تعیین می‌شود. یک روش برای تعیین پایان عملیات خشک‌شدن آلوچه، آزمون به هم چسبیدن دو میوه

کاهش ضایعات آلوچه اصفهان از طریق خشک کردن آفتابی

است. در این روش، دو میوه خشک شده به هم فشار داده می شوند. در صورت خشک شدن کافی، این دو میوه به هم چسبیده و با یک ضربه ضعیف از هم جدا می شوند. چسبندگی بیشتر، نشانه ناقص خشک شدن و نچسبیدن میوه ها نشانه زیاده از حد خشک شدن خواهد بود. پس از خشک شدن آلوچه، عملیات مشروط کردن برای یکنواخت شدن مقدار رطوبت در تمام بخش های توده انجام می شود. محصول خشک شده در چند نوبت و به فاصله یک روز مخلوط می شود تا رطوبت در کل توده یکسان و یکنواخت گردد.



شکل ۴- منحنی رابطه رطوبت و وزن آلوچه طی فرآیند خشک شدن

بسته بندی آلوچه

مناسب ترین روش نگهداری آلوچه خشک، بسته بندی استاندارد آن است. بسته بندی آلوچه در کیسه های پلی اتیلنی و یا پوشش های دو یا سه لایه به صورت معمولی و یا در صورت امکان تحت خلاء انجام می شود (شکل ۵). نگهداری آلوچه به صورت فله ای، موجب افت کیفیت و افزایش ضایعات محصول می شود. در این صورت، رعایت نکات بهداشتی و حفاظت از نفوذ آفات انباری و سایر میکروارگانیسم ها ضروری است.



شکل ۵- نمونه ای از ظروف بسته بندی آلوچه خشک

فرآیند به کارگیری / نحوه اجرایی شدن

دستورالعمل حاضر قابل استفاده برای باغداران، تولیدکنندگان و صاحبان صنایع تولید آلوچه خشک است. در صورت خشک کردن آلوچه در فضاهای روباز، تهیه بسترهای تمیز سیمانی و یا توری دار الزامی است. کاربران می توانند با استفاده از منحنی رطوبتی و آزمون به هم چسبیدن دو میوه، رطوبت نهایی محصول خشک شده را تخمین بزنند.

مزایا و اثربخشی

با تهیه و کاربرد روغن استرالیایی در خشک کردن آلوچه مطابق دستورالعمل حاضر، سرعت خشک کردن، ۲۰ درصد افزایش می یابد. اجرای اصول خشک کردن آلوچه در آفتاب و خشک کن های خورشیدی و به کارگیری عملیات مقدماتی برای افزایش سرعت فرآیند به همراه رعایت اصول بهداشتی و فنی توصیه شده در این مقاله می تواند به صورت مستقیم موجب کاهش ضایعات در فرآیند تولید آلوچه خشک و ایجاد ارزش افزوده برای محصول تولیدی شود. همان گونه که اشاره شد، در استان اصفهان سالانه ۷۰۰۵ تن انواع میوه آلو تولید می شود که با فرض حدود ۳۰ درصد ضایعات، ۲۳۳۵ تن از این محصول با ارزش ضایع شده و از زنجیره تولید خارج می شود. عملیات کم هزینه خشک کردن آفتابی و یا استفاده از خشک کن های خورشیدی، می تواند میزان ضایعات این محصول را کاهش دهد. قابلیت ماندگاری محصول خشک نهایی با کم شدن مقدار رطوبت و کاهش حجم آن، به میزان قابل توجهی افزایش می یابد.