

خشك كن خورشيدى روشى مناسب براى توليد انار دانه

جوکار، اکبر*

*استاديار بخش فنى و مهندسى كشاورزى، مركز تحقيقات و آموزش كشاورزى و منابع طبيعى استان فارس، سازمان تحقيقات، آموزش و ترويج كشاورزى

چکیده

ايران يکى از بزرگترين توليد کنندگان انار در دنيا است و سالانه بيش از يک ميليون تن انار توليد مى کند. ضايعات انار بين ۳۰ الی ۵۰ درصد است. اين ضايعات شامل انارهای درجه ۲ و ۳، آفتاب سوخته و ترک خورده می باشد که می توان دانه های آنها را با خشک کردن به يک محصول مناسب و مرغوب به نام انار دانه تبديل و حدود ۱۰ برابر ارزش افزوده ايجاد نمود. خشک کردن دانه انار در اغلب نقاط کشور ما به صورت آفتابى يا در هواى آزاد انجام مى شود که مشکلات زيادى از جمله آلودگى با فضولات پرندگان و حيوانات در آن ايجاد شده و در نهايت موجب کاهش كيفيت ظاهرى، فيزيکى و تغذيه اى خواهد شد. يکى از بهترين روش هاى خشک کردن، طراحى، ساخت و استفاده از خشک کن هاى خورشيدى است. در اين پژوهش براى خشک کردن دانه انار رقم بریت از يک خشک کن خورشيدى کابينتى مختلط به صورت فعال استفاده شد. به طور کلى زمان خشک کردن در دستگاه خورشيدى نسبت به روش آفتابى در بهترين حالت ۸۳/۵٪ کاهش يافت (۱۰ به ۲ روز). شکل فيزيکى، جاذبيت و رنگ دانه انار خشک شده با دستگاه خورشيدى بسيار مطلوب تر از روش آفتابى بود. مقدار ويتامين ث نيز در دانه انار خشک شده در دستگاه خورشيدى خيلى بيشتر از روش آفتابى بود. توصيه مى شود که دانه هاى انار به صورت تک لايه روى تورى هاى دستگاه ريخته شده و از ساعت ۱۱ صبح الی ۱۴ بعد از ظهر فن دستگاه روشن شود. سرعت چرخش جريان هوا در داخل دستگاه به صورت بسيار کم و ملايم ايجاد شود. توليد انار دانه با خشک کن خورشيدى قوياً توصيه مى شود.

واژگان کلیدی: انار، انار دانه، خشک کن خورشيدى، خشک کردن آفتابى

مقدمه

انار

انار، میوه درخت *Punica granatum L.* و از خانواده *Punicaceae* می‌باشد. انار در زبان یونانی و رومی نخستین با نام *(Puniacus Malus)* به معنای سیب کارتاجیا (*Cartage of Apple*) آمده است، از این رو نام علمی آن از پونیکوس و کلمه گراتاتوم گرفته شده است (۶). انار بومی ایران بوده و از ایران به سایر نقاط جهان برده شده است. انار در تمام استان‌های ایران به‌استثناء همدان وجود دارد. ارقام متفاوتی از انار به‌صورت اهلی، وحشی، آبی یا دیم و به‌صورت انبوه یا پراکنده دیده می‌شوند. طبق گزارش‌های ارائه شده انارهای قابل خوردن ۳۰۰۰ سال قبل از میلاد مسیح در ایران کشت می‌شده است (۲۱) و (۲۴).

تولید انار در دنیا و ایران

بنا به آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی، ایران یکی از بزرگترین تولید کنندگان انار در دنیا با سطح زیر کشت بیش از ۷۰۰۰۰ هکتار و تولید سالانه بیش از یک

میلیون تن انار می‌باشد. در بین استان‌های مختلف نیز استان فارس با بیش از ۲۸۰ هزار تن تولید سالانه بزرگترین تولید کننده انار در کشور است (۱). حدود ۳۶ درصد از انار دنیا در ایران تولید می‌شود و پس از آن هند، چین، آمریکا و ترکیه در رتبه‌های بعدی قرار می‌گیرند (۲۹).

دانه‌های انار منبع غنی از قندها، پکتین، آسکوربیک اسید و املاح معدنی است. براساس اعلام بانک اطلاعاتی تغذیه ملی بخش کشاورزی آمریکا، جدول ۱ ترکیبات مغذی در دانه انار را نشان می‌دهد. تعداد زیادی از مواد فیتوشیمیایی زیست‌فعال در انار وجود دارد که شامل استرول‌ها، ترپنوئیدها، آلکالوئیدها، تری‌گلیسریدها، مشتقات گالیک اسید، اسیدهای آلی، فلاونول‌ها، آنتوسیانین‌ها، کاتچین و پروسیانیدین‌ها می‌باشند. میوه انار به‌دلیل داشتن ترکیبات ضد اکسایشی نیز اهمیت فراوان دارد. مطالعات کلینیکی و اپیدمیولوژی نشان می‌دهد که مصرف انار به دلیل داشتن مقدار زیاد ترکیبات فنلی در جلوگیری از بیماری‌های قلبی و بعضی از انواع سرطان‌ها موثر است (۲۶ و ۲۷).

جدول ۱- ترکیبات مغذی در ۱۰۰ گرم دانه انار

انرژی	پروتئین	چربی کل	کربوهیدرات	فیبر رژیمی	قند کل	کلسیم	پتاسیم	سدیم	ویتامین ث
کیلوکالری	گرم	گرم	گرم	گرم	گرم	میلی گرم	میلی گرم	میلی گرم	میلی گرم
۸۶	۱/۴۳	۱/۰۷	۱۸/۵۷	۳/۴	۱۳/۵۷	۷	۲۳۶	۰	۱۰

معرفی، ضرورت و روش اجرا

اهمیت انار

انار ایران به دلیل کیفیت و مرغوبیت بالا، محصولی بی‌رقیب از نظر صادرات بوده و دارای اهمیت اقتصادی فراوانی است. با توجه به سطح زیر کشت بالای انار در کشور و افزایش روز افزون تولید آن، مسأله نگهداری و کنترل عوامل مؤثر در کاهش کیفیت و ضایعات میوه انار در مراحل پس از برداشت اهمیت زیادی دارد (۶).

محصولات باغی همچون انار به دلیل مشکل انبارمانی و فسادپذیری از وضعیت پیچیده‌ای برخوردارند. یکی از مشکلات میوه انار در ایران، نگهداری و عرضه مناسب آن است. در حال حاضر، پوسیدگی میوه انار در انبار یا در مراحل بازار رسانی، مهم‌ترین مشکل انبارمانی و مانع عمده صادرات میوه انار محسوب می‌گردد. هرگونه کم‌توجهی و ضربه یا زخمی‌شدن میوه در هنگام

برداشت آن، حمل‌ونقل و بازار رسانی می‌تواند منجر به پوسیدگی و کاهش بازارپسندی تمام میوه‌های آن محموله گردد. اندازه و ظاهر پوست میوه انار از جمله ویژگی‌های ظاهری است که باید در درجه‌بندی و بسته‌بندی مورد توجه قرارگیرد. از طرف دیگر محصولات درجه ۲ و ۳ انار در زمینه‌ی صادرات قابل‌استفاده نبوده و مدت‌زمان ماندگاری آن‌ها نیز به دلیل ترک‌خوردگی یا وضعیت فیزیولوژیکی این میوه محدود است (۳ و ۱۲).

این مشکلات و همچنین ریز بودن، آفتاب‌سوختگی و ترک‌خوردگی انارها با دانه‌کردن، فرآوری (مانند خشک کردن) و بسته‌بندی دانه‌ها رفع شده و یک روش مناسب جهت به دست آوردن سود تجاری ایجاد خواهد شد. مقدار ضایعات انار در کشور حداقل ۳۰ درصد است که در برخی از سال‌ها به ۵۰ درصد نیز می‌رسد (۱۲)، در واقع ۴۰۰ الی ۶۰۰ هزار تن انار در سال ضایع شده

صادرات، تولید بیشتر این محصول و کاهش ضایعات انار می‌گردد. هم اکنون اناردانه به کشورهای هند و پاکستان صادر می‌شود، اما هنوز آمار دقیقی از آن در دست نیست. این محصول در این کشورها به صورت چاشنی و طعم دهنده کاربرد زیادی دارد و به دلیل داشتن طعم خاص، مطلوب و همچنین خواص دارویی، طرفداران زیادی داشته و به صورت معمولی و حتی به صورت پودر مورد استفاده قرار می‌گیرد.

خشک کردن

خشک کردن یکی از عملیات‌های واحد بسیار مهم در فرآوری محصولات کشاورزی و به طور کلی مواد غذایی بوده و همچنین یکی از آسان‌ترین و متداول‌ترین روش‌های نگهداری مواد غذایی می‌باشد. خشک کردن عبارت است از کاربرد حرارت، تحت شرایط کنترل شده برای حذف قسمت عمده‌ای از آب موجود در ماده غذایی با تبخیر. خشک کردن موجب کاهش وزن و حجم مواد غذایی شده و در نتیجه هزینه انتقال و نگهداری آن‌ها (نگهداری در دمای پایین) کاهش می‌یابد (۱۶).

خشک کردن همیشه اهمیت زیادی در محافظت و افزایش عمر ماندگاری محصولات کشاورزی داشته است.

و از چرخه مصرف خارج می‌شود. فرآوری این ضایعات و ارائه حالت‌های مختلف این محصول به بازار و حتی صادرات آن منجر به کاهش ضایعات و ارزش افزوده زیادی خواهد شد. به عنوان مثال با دانه‌کردن انارهای ضایعاتی و خشک کردن دانه انار محصولی به نام اناردانه تولید خواهد شد که می‌تواند قیمت هر کیلو انار ضایعاتی را حدود ۱۰ برابر حتی بالاتر از انار سالم و درجه یک افزایش دهد. بنابراین ارائه اناردانه به بازار حائز اهمیت زیادی بوده و اگر کیفیت بالایی داشته باشد قطعاً جایگاه صادراتی خوبی نیز پیدا خواهد کرد (۴).

دانه‌های خشک شده انار در ایران به نام اناردانه معروف است، و در نواحی شمال ایران و در خارج از کشور به عنوان چاشنی غذا، سوپ و غیره مصارف زیادی دارد. (۲ و ۱۰). علاوه بر انارهای ضایعاتی می‌توان انارهای درجه ۲ و درجه ۳ را نیز به انار دانه تبدیل کرد. اکنون حدود ۲۰٪ از انار تولیدی استان فارس با روش سنتی و در شرایط بسیار نامطلوبی به انار دانه تبدیل می‌شود.

ارائه یک روش مناسب و تعیین شرایط بهینه خشک کردن نه تنها مشکلات روش سنتی را رفع کرده، بلکه بدلیل افزایش کیفیت محصول موجب گسترش

خشک شدن محصول، نیاز عملیات به نیروی انسانی و فضای فراوان، عدم یکنواختی کیفیت در محصول تولیدی، و در نهایت عدم امکان خشک کردن کافی محصول (۱۷، ۲۲ و ۲۸).

خشک کردن محصولات کشاورزی با خشک کن های خورشیدی نه تنها معایب خشک کردن آفتابی را ندارد بلکه به دلیل کاهش چشمگیر زمان خشک شدن، بهره‌وری انرژی و کیفیت محصول افزایش می‌یابد. به‌کارگرفتن خشک‌کن‌های خورشیدی برداشت زود هنگام محصول، افزایش کیفیت و عمر ماندگاری، حفظ قوه نامیه و قابل استفاده بودن دانه‌ها و محصولات کشاورزی را به دنبال دارد. ایران به دلیل واقع شدن در منطقه نیمه گرمسیری و خشک از تابش نور کافی برخوردار است. این خشک‌کن‌ها کم هزینه بوده و نیاز چندانی به تعمیر و نگهداری ندارند. لذا می‌توان آنها را به راحتی در اندازه های مختلف (بسته به نیاز کشاورزان) ساخت و به‌کار گرفت (۱۳). ساخت خشک‌کن‌های خورشیدی ساده و راحت بوده و برای شرایط روستا، محیط های خارج از شهر و برای مقیاس‌های کوچک فرآوری مواد غذایی قابل طراحی می‌باشد. بسیاری از مواد غذایی برای خشک شدن نیاز به دمای کمتر از ۸۰ درجه سلسیوس دارند، بنابراین

در این میان نقش استفاده از انرژی خورشید در خشک کردن محصولات کشاورزی به‌عنوان یک جایگزین مناسب برای سوخت های فسیلی (به‌ویژه در مناطقی که تابش خوبی از این منبع انرژی در فصل برداشت وجود دارد) به اثبات رسیده است (۲۳).

خشک کردن دانه انار در اغلب نقاط کشور ما به‌صورت آفتابی یا در هوای آزاد انجام می‌شود. میوه‌ها معمولاً در مناطق آفتابی رشد می‌کنند و در مقطعی از سال که تابش خورشید زیاد است، برداشت شده و به‌علت زیاد بودن برای تازه‌خوری خشک می‌شوند. بنابراین خشک کردن آفتابی یکی از روش‌های رایج نگهداری محصولات کشاورزی می‌باشد. اما خشک کردن محصولات کشاورزی در آفتاب یا هوای آزاد اشکالات زیادی دارد و رضایت بخش نیست.

در روش خشک کردن سنتی (در برابر آفتاب) مشکلات متعددی از جمله موارد زیر ایجاد خواهد شد:

هوای نامساعد و باران های موسمی که باعث بروز اختلالات زیاد در کار خشک شدن محصول می‌شود. آلوده شدن محصول با فضولات یا بقایای حشرات، پرندگان یا حیوانات، آلوده شدن محصول با گرد و غبار، کاهش کیفیت محصول به‌دلیل طولانی بودن زمان

خشک شده و همچنین کیفیت بالاتر تغذیه‌ای را اعلام کرده‌اند. خشک کردن محصولات با خشک‌کن خورشیدی علی‌رغم کاهش زمان، انرژی مورد نیاز و بالابردن کیفیت هنوز به‌طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار نگرفته است. علت این امر هزینه نسبتاً بالای اولیه و از آن مهم‌تر ظرفیت کم این خشک‌کن‌ها می‌باشد که باید به‌طور جدی مورد مطالعه و اصلاح قرار گیرد (۷، ۸، ۹، ۱۱، ۱۸، ۱۹، ۲۰، ۲۵ و ۳۰).

در این تحقیق شرایط بهینه تولید انار دانه با خشک‌کن خورشیدی تعیین و کیفیت فیزیکی، شیمیایی و میکروبی آن با روش آفتابی مقایسه می‌شود.

دستگاه خشک‌کن خورشیدی

شکل ۱ قسمت‌های مختلف دستگاه خشک‌کن خورشیدی مورد استفاده را نشان می‌دهد. دستگاه خشک‌کن خورشیدی شامل چند قسمت مهم و اصلی است؛ قسمت جمع‌کننده که شامل یک یا چند صفحه با رنگ تیره است و با شیب معینی در برابر تابش خورشید قرار می‌گیرد. روی صفحه جمع‌کننده، شیشه قرار داده شده و هوای بین صفحه و شیشه در اثر تابش خورشید گرم و داغ شده و به‌طور طبیعی به سمت قسمت بالا که محفظه خشک است هدایت می‌شود. در محفظه

خشک‌کن‌های خورشیدی برای خشک کردن محصولاتی که نسبت به دمای بالا حساسند، بسیار مناسب است. با توجه به دلایل ذکر شده استفاده از خشک‌کن خورشیدی در کشور توصیه می‌شود (۱۴ و ۱۵).

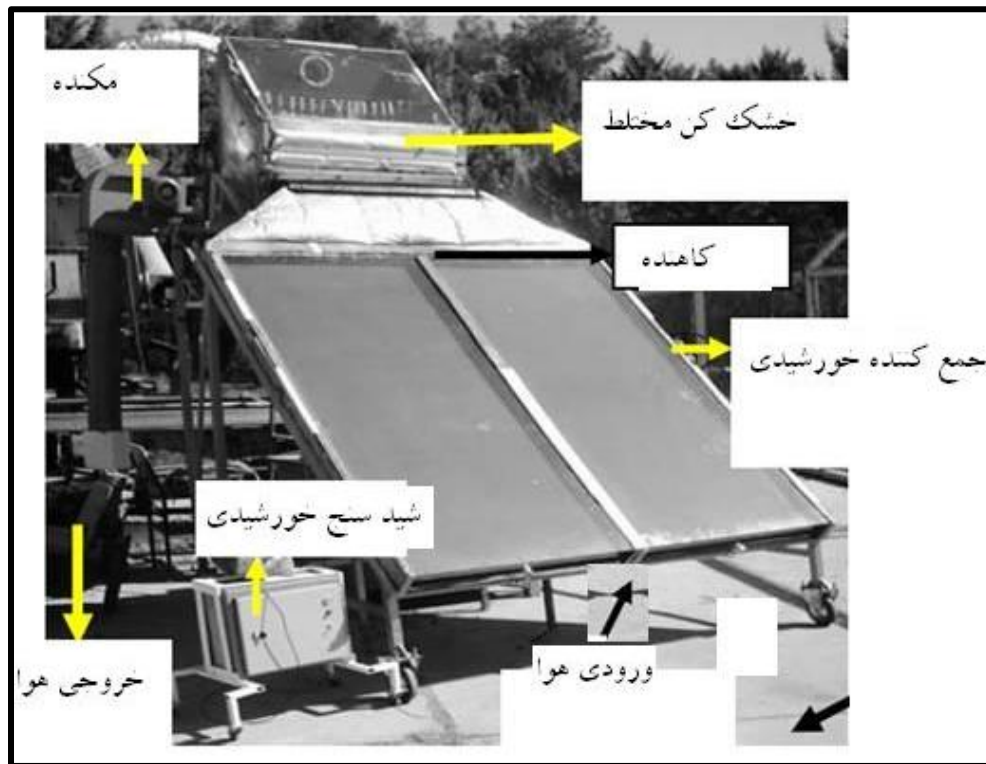
تاکنون در دنیا تحقیقات زیادی در مورد خشک کردن دانه انار به‌ویژه با خشک‌کن خورشیدی و مقایسه آن با دیگر روش‌ها صورت نگرفته است. اما محصولات دیگری با خشک‌کن خورشیدی خشک و بررسی شده که به اختصار به آنها اشاره می‌شود.

خشک‌کن‌های خورشیدی نه تنها می‌توانند محصولات خشک استراتژیک مانند کشمش را مشابه سایر روش‌ها تولید کنند بلکه در برخی فاکتورهای کیفی کشمش‌های تولیدی توسط این خشک‌کن‌ها نسبت به سایر روش‌ها از نظر رنگ، و ظاهر برتری دارند. پژوهش‌های زیادی در مورد محصولات زیادی از جمله انگور، برنج، انبه، نخود سبز، سیب‌زمینی، سیب درختی، نارگیل، موز، کاساوا، فلفل، پیاز، انواع سبزی، کدوی حلواپی، لانگان و فلفل سبز در مناطق گرمسیری و دارای آفتاب انجام شده که کلیه آنها کاهش زمان خشک‌شدن، کیفیت فیزیکی و ظاهری بهتر محصول

در اینجا می‌تواند دمای محیط را تا ۳۰ درجه سلسیوس بالا ببرد (۵).

در این پژوهش از یک خشک‌کن کابینتی مختلط به صورت فعال استفاده شد. زمانی خشک‌کن را فعال می‌نامیم که از مکنده استفاده نموده و هوا را در محفظه خشک‌کن به جریان در آوریم. اگر محفظه خشک‌کن که حاوی نمونه است کاملاً پوشانده شود طوری که نور خورشید به آن نتابد روش را غیر مستقیم گوئیم. زمانی که نور خورشید به محفظه ما بتابد و عملاً در خشک کردن تأثیر گذارد، روش را مختلط می‌نامیم (۵).

خشک‌کن سینی حاوی نمونه‌ها وجود دارد و با روشن کردن فن یا مکنده هوای داغ از محفظه بین جمع‌کننده و شیشه حرکت کرده و با عبور خود از منافذ سینی حاوی نمونه، موجب خشک شدن محصول می‌شود (۵). در پژوهش انجام شده ابعاد مخزن، و صفحات جمع‌کننده خشک‌کن به ترتیب $50 \times 80 \times 100$ سانتی‌مترمکعب 200×100 سانتی‌مترمربع بود. دامنه تابش نور خورشید در شیراز $1050 - 400$ وات بر مترمربع می‌باشد و خشک‌کن خورشیدی مورد استفاده



شکل ۱- قسمت‌های مختلف دستگاه خشک‌کن خورشیدی مورد استفاده

کاهش دمای محفظه خشک‌کن و در نتیجه افزایش زمان خشک‌کردن می‌شد. نمونه‌برداری برای اندازه‌گیری رطوبت در ساعت‌های ۹، ۱۱، و ۱۴ انجام می‌گرفت (۵).

نتایج کاربردی

از عوامل مهم تأثیرگذار بر زمان خشک‌کردن دانه انار و کیفیت آن ضخامت و سرعت جریان هوا بر زمان خشک شدن است، طوری که با افزایش ضخامت و سرعت جریان هوا زمان خشک شدن افزایش می‌یابد. بدیهی است که با افزایش سرعت جریان هوا در داخل خشک‌کن مدت زمان بیشتری صرف خشک شدن می‌شود تا رطوبت یکسان و مطلوبی در محصول خشک شده نهایی ایجاد گردد. با افزایش جریان هوا درون خشک‌کن دمای داخل خشک‌کن کاهش می‌یابد چون هوای سرد بیشتری از محیط بیرون وارد دستگاه شده و در اثر کاهش دما، قدرت حذف رطوبت از محصول کاهش خواهد یافت.

به‌طور کلی زمان خشک کردن در روش خورشیدی نسبت به روش آفتابی یا هوای آزاد در بهترین حالت ۸۳/۵٪ کاهش یافت. این بدین معنی است که اگر با ریختن دانه انار در معرض هوای آزاد ۱۰ روز طول زمان لازم است تا محصول خشک شود؛ با این دستگاه طی

برای انجام آزمایش‌ها، دستگاه خشک‌کن خورشیدی در محوطه‌ای آفتاب‌گیر از بخش ماشین‌های کشاورزی دانشگاه شیراز واقع در باجگاه (۱۵ کیلومتری شیراز) قرار داده شد، به نحوی که جمع‌کننده‌های خورشیدی و محفظه خشک‌کن برای بهره‌گیری از بیشترین پرتوهای تابش خورشید رو به جنوب قرار داده شدند. طول و عرض جغرافیایی منطقه و زاویه جمع‌کننده دستگاه با سطح افق به ترتیب ۱۹،۳۰، و ۴۵ درجه بود (۵).

مخزن دستگاه شامل دو سینی بود. سینی بزرگ در پایین و سینی کوچک در بالا. چون سرعت خشک شدن در این دو سینی با یکدیگر متفاوت بود از سینی کوچکتر با ابعاد ۱۰۰ × ۵۰ استفاده شد. فاصله بین دو سینی ۲۰ سانتی‌متر بود (۵).

انار مورد استفاده در این پژوهش رقم بریت بود. زمان انجام آزمایش‌ها از اول مهر ماه تا اواسط آبان ۱۳۸۷ بود. خشک کردن دانه‌های انار به‌صورت مختلط (با تابش نور خورشید) و فعال انجام گرفت. فعال یعنی اینکه فن یا مکنده دستگاه روزی ۳ ساعت روشن می‌شد. بهترین زمان روشن کردن فن از ساعت ۱۱ الی ساعت ۱۴ بود. با توجه به ورود هوای سرد از بیرون به داخل دستگاه، روشن کردن فن در ساعات دیگر موجب

شکل فیزیکی، جذابیت و رنگ دانه انار خشک شده با دستگاه خشک کن خورشیدی بسیار مطلوب تر از روش سنتی آفتابی یا فرار دادن در هوای آزاد بود (شکل ۲).

دو روز دانه انار با کیفیتی بسیار عالی خشک خواهد شد.



شکل ۲- مقایسه ویژگی‌های ظاهری دانه انار خشک شده با دستگاه خشک کن خورشیدی و روش سنتی یا آفتابی

جریان هوا موجب افزایش رشد کپک‌ها و مخمرها خواهد شد. اما در اینجا نیز میزان رشد کپک و مخمر در دانه انار خشک شده در دستگاه خورشیدی خیلی کمتر از روش سنتی یا آفتابی بود. در روش سنتی در برخی از شرایط علاوه بر مشاهده کپک زدگی، بو و طعم نامطبوعی نیز در دانه انار حس می‌شد.

توصیه ترویجی

خشک کردن دانه انار با خشک کن خورشیدی نه تنها موجب افزایش کیفیت محصول می‌شود بلکه مدت زمان خشک کردن را به مقدار قابل توجهی کاهش می‌دهد. توصیه می‌شود که دانه‌های انار به صورت تک لایه در داخل توری‌های دستگاه ریخته شده و از ساعت ۱۱

با افزایش ضخامت و سرعت جریان هوا در خشک شدن و در نتیجه افزایش مدت زمان خشک شدن ویتامین ث محصول که در برابر حرارت بسیار حساس می‌باشد تجزیه شده و از بین می‌رود. ویتامین ث به عنوان شاخص مواد مغذی و حساس در برابر حرارت در نظر گرفته می‌شود. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که در اثر ماندن زیاد محصول در دستگاه مواد مغذی حساس در برابر حرارت کاهش خواهند یافت. اما مقدار ویتامین ث در دانه انار خشک شده با خشک کن خورشیدی خیلی بیشتر از روش سنتی یا آفتابی بود.

ماندن زیاد دانه انار در داخل دستگاه یا افزایش زمان خشک شدن دانه انار در اثر افزایش ضخامت و سرعت

۴- جوکار، ا.، مفتون آزاد، ن.، جوکار، ل. ۱۳۹۰. بررسی خشک کردن دانه انار در خشک‌کن تونلی و خشک کردن آفتابی. انتشارات سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. شماره ۹۰/۵۲۰ مورخ ۹۰/۳/۵.

۵- جوکار، ا.، مفتون آزاد، ن.، جوکار، ل. ۱۳۸۹. بررسی خشک کردن دانه انار با خشک کردن خورشیدی و خشک کردن آفتابی (انار دانه). انتشارات سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. شماره ۸۹/۷۲۳ مورخ ۸۹/۶/۲۷.

۶- حسینی نیا، س. م. ۱۳۷۳. انار، وزارت کشاورزی، معاونت امورباغبانی، دفتر امور میوه‌جات گرمسیری و نیمه گرمسیری، ص ۳

۷- داداش زاده، مجتبی، زمردیان، علی و مصباحی، غلامرضا. ۱۳۸۷. تاثیر دبی هوای خشک کننده و نحوه خشک کردن بر روند کاهش رطوبت انگور در یک خشک کن خورشیدی کابینتی. مجله علمی- پژوهشی علوم صنایع کشاورزی، ۲۲ (۱): ۲۳-۳۴.

۸- زارع، داریوش، زمردیان، علی و قاسم خانی، حمید. (۱۳۸۴). تاثیر دبی جرمی هوای ورودی و زمان تخلیه محصول بر روند کاهش رطوبت شلتوک در

صبح الی ۱۴ بعداز ظهر فن دستگاه روشن شود. سرعت چرخش جریان هوا در داخل دستگاه به صورت بسیار کم و ملایم ایجاد شود، طوری که هوای خروجی از دستگاه سرد نبوده و کمی ولرم باشد. با توجه به فراوانی شدت تابش آفتاب در مناطق جنوبی، طراحی، گسترش و ترویج این نوع خشک‌کن برای محصولات کشاورزی توصیه می‌شود.

مراجع

۱- احمدی، کریم، قلی‌زاده، حشمت‌الله، عبادزاده، حمیدرضا و دیگران. ۱۳۹۵. آمارنامه کشاورزی سال زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۳. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات، تهران.

۲- استاندارد ملی ایران. ۱۳۸۰. دانه خشک شده انار (انار دانه) - ویژگیها و روشهای آزمون، شماره ۶۰۸۳، ۶ ص.

۳- جوکار، اکبر، زمردیان، علی، مفتون آزاد، ندا و جوکار، لادن. ۱۳۹۱. تعیین شرایط بهینه خشک کردن دانه انار در خشک‌کن خورشیدی با استفاده از روش سطح پاسخ. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، ۱۳(۱)، ۵۲-۵۷.

۱۳- واحد تحقیقات و طراحی مهندسی شرکت تولیدی و صنعتی کارینو. (۱۳۷۲). خشک کردن محصولات کشاورزی راهی به سوی استقلال اقتصادی. ۱۳۲. صفحه.

14- Akwasi, A. (1997). Dehydration of food crops using a solar dryer with convective heat flow. *Solar Energy*, 59 (4-6): 121-126.

15- Bennamoun, L., & Belhamri, A. (2002). Design and simulation of a solar dryer for agriculture products. *Journal of Food Engineering*, 59: 259-266.

16- Fellows, P. J. (1990). *Food processing technology principles and practice*. Ellis Horwood, New York. pp. 281-310.

17- Imoudu, P.B., & Olufay, A.A. (2000). The effect of sun drying on milling yield and quality of rice. *Bioresource Technology*, 74: 267-269.

18- Janjai, S., Lamlert, N., Intawee, P., Mahayothee, B., Bala, B.K., et.al. (2009). Experimental and simulated performance of a PV-ventilated solar greenhouse dryer for drying of peeled longan and banana. *Solar Energy*, In Press.

19- Jairaj, K.S., Singh, S.P., & Srikant, K. (2009). A review of solar dryers developed for grape drying. *Solar Energy*, In Press.

یک خشک‌کن خورشیدی نیمه پیوسته. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۹ (۴): ۲۶۴-۲۵۱.

۹- زمردیان، علی و علامه، علی رضا. ۱۳۸۱. بررسی خشک شدن شلتوک به روش لایه نازک و تعیین ضخامت بهینه با به‌کارگیری یک خشک‌کن خورشیدی آزمایشگاهی با جریان جا به جایی آزاد. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ۶، (۱): ۲۱۷-۲۰۹.

۱۰- گزارش سمینار بررسی مسائل انار در ایران. ۱۳۶۷. جهاد دانشگاهی دانشکده های کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ۲۲۳ص.

۱۱- مصباحی، غلامرضا، زمردیان، علی، داداش زاده، مجتبی و فرحناکی، عسکر. (۱۳۸۵). بررسی مقایسه ای تولید کشمش به وسیله خشک‌کن خورشیدی و سایر روش های خشک کردن. مجله علمی پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران، ۲ (۲): ۷۳-۶۱.

۱۲- میرجلیلی، سید عباس. ۱۳۸۱. شناخت انار. نشر آموزش کشاورزی. کرج. ۲۳۵ صفحه.

- 27- Smith, R. E. 2014. Pomegranate: Botany, Postharvest Treatment, Biochemical Composition and Health Effects. New York: Nova Science Pub Inc.
- 28- Togrul, I.T., & Pehlivan, D. (2002). Mathematical modeling of apricots in thin layer. Journal of Food Engineering, 55: 209-216.
- 29- Valero, D., S. H. Mirdehghan, M. Sayyari and M. Serrano. 2015. Chapter 23 - Vapor Treatments, Chilling, Storage, and Antioxidants in Pomegranates. In V. Preedy (Ed.), Processing and Impact on Active Components in Food (pp. 189-196). San Diego: Academic Press.
- 30- Yaldyz, O., & Ertekyn, C. (2001). Thin layer solar drying of some vegetables. Drying Technology, 19 (3/4): 583-597.
- 20- Kalra, S.K., & K.C., Bhardwaj. (1981). Use of simple solar dehydrator for drying fruit and vegetable products. Journal of Food Science and Technology, (India) 18: 23-26.
- 21- Kahramanoğlu, I. and S. Usanmaz. 2016. Pomegranate Production and Marketing: CRC Press, Taylor & Francis Group.
- 22- Malviya, M.K., & R.S.R., Gupta. (1985). Design and development of a natural convection solar dryer. ISAE. SJC. 4: 16-21.
- 23- Mani, A. (1980). Hand book of solar radiation data for India. Madras, Allied Publishers, Private Limited Publication.
- 24- Mars, M. 2000. Pomegranate plant material: Genetic resources and breeding, a review. In P. Melgarejo, J. J. Martínez-Nicolás, & J. Martínez-Tomé (Eds.), Production, processing and marketing of pomegranate in the Mediterranean region: Advances in research and technology (Vol. 42, pp. 55-62): Zaragoza : CIHEAM.
- 25- Mustafa, A., İlhan, C.T, & Sezayi, Y. (2009). Determination of drying characteristics of apples in a heat pump and solar dryer. Desalination, 239: 266–275.
- 26- Oberlies, N. H. and M. F. Paine. 2007. Pomegranates: Ancient Roots to Modern Medicine Edited by N. P. Seeram, R. N. Schulman, and D. Heber. CRC Press/Taylor & Francis, Boca Raton. (Vol. 70): American Chemical Society.