بررسی انواع خشک کن های خورشیدی برای خشک کردن انگور(۲۹۴)

مجتبی داداش زاده[۱] ، حمید مرتضی پور[۲]

چکیده

خشک کردن موضوعی بسیار وسیع و با نظم داخلی است و از جمله فرایندهایی به شمار می رود که انرژی زیادی مصرف می کنند. بشر در دوران زندگی خویش همواره از انرژی خورشید بهره برده است. به طور کلی مزایای استفاده از انرژی خورشید را می توان: قابلیت تجدیدپذیری، تمیزی و رایگان بودن آن نام برد. همچنین این انرژی می تواند یک منبع کمکی جهت حفظ منابع سوختی تجدید ناپذیر به شمار آید.خشک کردن انگور یک صنعت مهم در بخش های زیادی از جهان (مناطقی که در آن انگور رشد می کند) می باشد و صادرات کشمش نیز سهم عمده ای از صادرات کشاورزی بسیاری از کشورها را به خود اختصاص داده است.در تحقیق حاضر ابتدا روش های مختلف خشک کردن خورشیدی مورد بررسی قرار گرفته و در ادامه، ارزیابی یک خشک کن خورشیدی خورشیدی انجام شده است. دستگاه خشک کن مورد استفاده در آزمایشهای تحقیق حاضر در دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز ساخته و مورد ارزیابی قرار گرفته شد. رطوبت اولیه انگور مورد آزمایش در تحقیق حاضر ۳/۴٪ و رطوبت نهایی ۰/۱۸٪ بر پایه خشک در حالی که شدت تابش انرژی خورشید در شرایط آزمایش ۸۷۰ وات بر متر مربع ثبت گردید. نتایج آزمایش نشان داد، با بکار گیری این خشک کن میتواند مدت زمان خشک شدن انگور به ۴ تا ۵ روز کاهش داد این در حالی است که در روش سنتی ۱۰تا ۱۲ روز برای خشک کردن صرف شد.

کلیدواژه: خشک کردن، خشک کن های خورشیدی، انگور، جمع کننده، محفظه خشک کردن

۱- کارشناس ارشد مکانیک ماشینهای کشاورزی از دانشگاه شیراز، پست الکترونیک: mojtaba.dadashzadeh@gmail.com
۲- کارشناس ارشد مکانیک ماشینهای کشاورزی از دانشگاه شیراز و مدرس دانشگاه جامع علمی-کاربردی

مقدمه

انگور یکی از عمومی ترین و لذیذ ترین میوه های جهان است که از زمان های بسیار قدیم مورد استفاده بشر به مقدار زیاد و اشکال مختلف قرار گرفته است. از مهمترین کشورهای تولید کننده انگور می توان اسپانیا, فرانسه و روسیه را نـام بـرد کـه بـیش از ٪۵۵ سطح زیر کشت جهان را در بر می گیرند.[۲] سطح زیر کشت انگور در ایران در سال ۱۳۸۳ معادل ۲۷۵۰۰۰ هکتار بوده اسـت [FAO) که مهمترین مراکز کشت آن در کشور مربوط به استان های فارس با ۵۷۷۴۵ هکتار، خراسان با ۴۵۵۷۱ هکتار و قزوین با ۳۳۴۹۸ هکتار در سال ۱۳۸۲ گزارش گردیده است.

خشک کردن انگور یک صنعت مهم در بخش های زیادی از جهان (مناطقی که در آن انگور رشد می کند) می باشـد و صـادرات کشمش نیز سهم عمده ای از صادرات کشاورزی بسیاری از کشورها را به خود اختصاص داده است.

روش های معمول خشک کردن به وسیله انرژی خورشید به دو صورت سنتی و یا استفاده از خشک کن های خورشیدی می باشـد. در روش سنتی خشک کردن، خوشه های انگور روی زمین یا روی صفحه های تخـت در لایـه هـای نـازک گـسترده شـده و در معرض تابش خورشید قرار می گیرند. هزینه مورد نیاز در این روش بسیار پایین است ولی خشک کردن از این طریق مستلزم صرف نیروی کارگری و مدت زمان زیادی می باشد. همچنین شرایط نا مساعد جوی آلودگی های ناشی از گـرد و خـاک محـیط، تلفـات ناشی از حمله حشرات و پرندگان ،نزول باران های موسـ ی و ... باعث افت کمی و کیفی محصول خشک شده می گردد. استفاده از خشک کن های خورشیدی در کشورهای در حال توسعه در مقایسه با روش های سنتی خشک کردن می تواند تلفـات محـصول را کاهش داده و در بهبود کیفیت محصول خشک شده به طور معنی داری موثر باشد [۱۰]. در سالهای اخیر تلاش زیـادی در جهـت ساخت و توسعه خشک کن های خورشیدی برای فراوری محصولات کشاورزی و باغی صورت گرفته است.

هدف این تحقیق بررسی چند نوع خشک کن خورشیدی برای خشک کردن انگور و ارائه یک روش مناسب جهت استفاده در داخل کشور می باشد.

مروری بر انواع روش های خشک کردن انگور

انواع روشهای خشک کردن انگور عبارتند از :

۱- خشک دن به روش سنتی

خشک کن نوع قفسه ای

این نوع خشک کن هنوز به طور گسترده ای در سراسر نقاط جهان مورد استفاده قرار می گیرد. خشک کـن قفـسه ای دارای یـک دالان بزرگ به طول تقریبی ۵۰ تا ۱۰۰ متر، پهنای ۱/۵ متر و ارتفاع ۲/۵ متر در جهت شمالی– جنوبی است و به طور معمول ۶ تا ۱۰ ردیف قفسه داخل این دالان قرار می گیرد. هر قفسه شامل یک توری سیمی گالوانیزه و دیواره های چوبی است، قفسه هـا بـه فواصل ۲۵ سانتی متری روی هم قرار می گیرند و محصول بر روی توری پهن یا از آن آویزان می گردد، کل مجموعـه دالان نیـز توسط یک سقف فلزی پوشیده می شود. دوره خشک شدن بسیار طولانی بوده و به طور معمول حدود ۴۰ تا ۵۰ روز ادامه می یابـد اما از آنجایی که باران به محصول صدمه نمی زند کشمش تولیدی مرغوب، دارای طعم مناسب و رنگی مطبوع خواهد بود، در ایـن روش رنگ کشمش زرد کهربایی می باشد. در کل این روش از نظر اقتصادی روش مناسبی براورد نمی شـود و امکـان کپـک زدن محصول نیز در آن وجود دارد [۵].

خشک کردن با اتاقک سایه

این نوع خشک کن ها به صورت یک ساختمان مستطیل شکل می باشند که در یک فضای باز و بادگیر که به راحتی جریان هوای تازه در آن برقرار می گردد، بنا می شود. ابعاد ساختمان معمولا ۳۰ متر طول، ۳ تا ۴ متر عرض و ۳ تا ۴ متر ارتفاع می باشـد. بعـد طولی آن در جهت شرقی – غربی قرار می گیرد. دیوارهای ضخیم کناری با ضخامت ۵۰ تا ۶۰ سانتی متر با یک سری سوراخهای مستطیل شکل به ابعاد ۱۵*۷۰ سانتی متر مربعی به صورت مشبک در آمده اند و تهویه مناسب را بـرای فـضای داخلـی سـاختمان فراهم می کنند. طنابهایی که به صورت نردبانی بافته شدهاند از سقف آویزان می گردند و خوشه های انگور به ایـن طنابهـا وصـل

می شوند به دلیل عدم استفاده از منبع حرارتی مصنوعی و وجود تهویه کم در مجموعه ، خشک کردن ممکن است چندین ماه به طول بیانجامد . کشمش تولیدی در این روش سبز رنگ با سطحی صاف و طعمی مناسب است و در کل مرغوب ترین کشمش در این روش تولید می گردد. اما هزینه های اضافی مربوط به نیروی کارگری جهت آویزان کردن خوشه های انگور و دوره طولانی خشک شدن انگور در این روش از مهمترین مشکلات این روش به حساب می آیند [۸].

۲- خشک کن های خورشیدی

به طور کلی خشک کن های خورشیدی به دو گروه عمده خشک کن های فعال و خشک کن های غیر فعال تقسیم می شوند. خشک کن های خورشیدی غیر فعال، خشک کن هایی هستند که در آنها تنها از انرژی خورشید جهت خشک کردن محصول استفاده می گردد. در خشک کن های خورشیدی فعال علاوه بر انرژی خورشید معمولا از یک مکنده یا دمنده برای ایجاد جریان هوا در سرتاسر بستر محصول استفاده می شود[۴] .

خشک کن های خورشیدی غیر فعال به سه دسته تقسیم می شوند:

۱- خشک کن غیر فعال مستقیم، در این خشک کن ها بستر محصول در معرض تابش مستقیم خورشید قرار می گیرد و جریان هوا به روش جابجایی آزاد برقرار می گردد.

۲- خشک کن های غیر فعال غیر مستقیم، در این خشک کن ها هوای گرم از سرتاسر بستر محصول عبور می کند و جریان هوا معمولا به روش جابجایی آزاد برقرار می گردد. در این روش بستر محصول مستقیما در معرض تابش خورشید قرار ندارد.

۳- خشک کن های غیر فعال مختلط، این نوع از خشک کن ها ترکیبی از دو روش قبلی هستند . در این روش هوای گرم شده توسط انرژی خورشید از سرتاسر بستر محصول عبور می کند و در عین حال خود بستر نیز به طور همزمان در معرض تابش مستقیم خورشید قرار دارد.

خشک کن های خورشیدی فعال نیز در انواع کلی زیر وجود دارند:

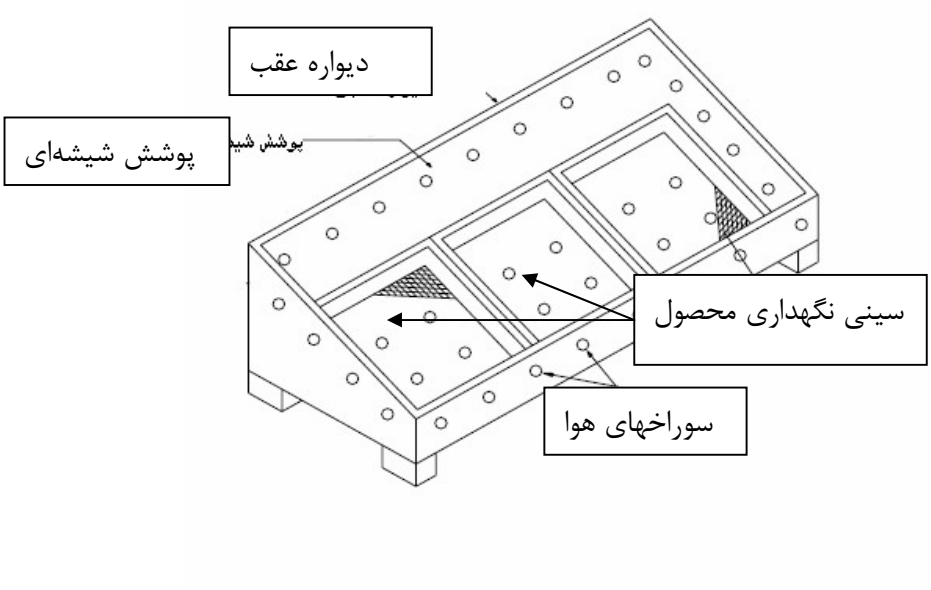
۱- خشک کن خورشیدی فعال غیرمستقیم، در این نوع خشک کن ها علاوه بر انرژی خورشید معمولا از یک مکنده یا دمنده برای ایجاد جزیان سریع هوا در سرتاسر بستر محصول استفاده می گردد و محصول مستقیما در معرض تابش نور خورشید نمی باشد.

۲- خشک کن خورشیدی فعال مختلط، در این نوع علاوه بر جابجایی اجباری- هوای گرم شده- به وسیله دمنده (یا مکنده) بستر محصول نیز در معرض تابش مستقیم خورشید قرار می گیرد .

خشک کن های خورشیدی غیر فعال مستقیم از نوع کابینتی

این نوع خشک کن ها بسیار ساده بوده و توسط روستائیان نیز به سادگی با هزینه اندک قابل ساخت و استفاده کردن خواهد بود.

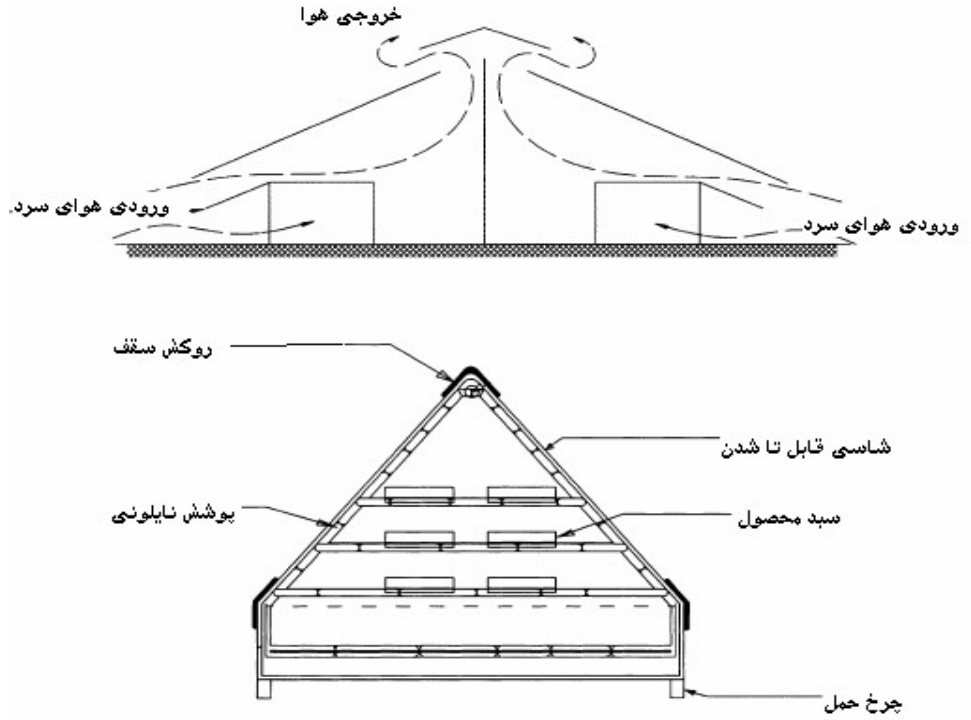
این خشک کن (شکل ۱) از نوع خشک کن های غیر فعال مستقیم می باشد که معمولا از چوب ساخته می شود و طول آن تقریبا ۳ برابر پهنای آن است. خشک کن دارای یک لایه شیشه یا پلاستیک شفاف است که نور خورشید از آن عبور کرده و به سطح سیاه رنگ زیر و اطراف برخورد کرده و حرارت تولید می کند ، درجه حرارت در داخل جمع کننده به حدود ۸۰ درجه سانتی گراد می تواند برسد مدت زمان لازم برای خشک کردن ۱۰ کیلو انگور در این خشک کن ۳-۴ روز گزارش شده است و محصول نهایی دارای کیفیت بالاتری نسبت به خشک کردن سنتی می باشد [۱۲].



شکل(۱). نمای شماتیک یک خشک کن غیر فعال مستقیم

خشک کن های خورشیدی غیر فعال مستقیم از نوع سقف شیشه ای

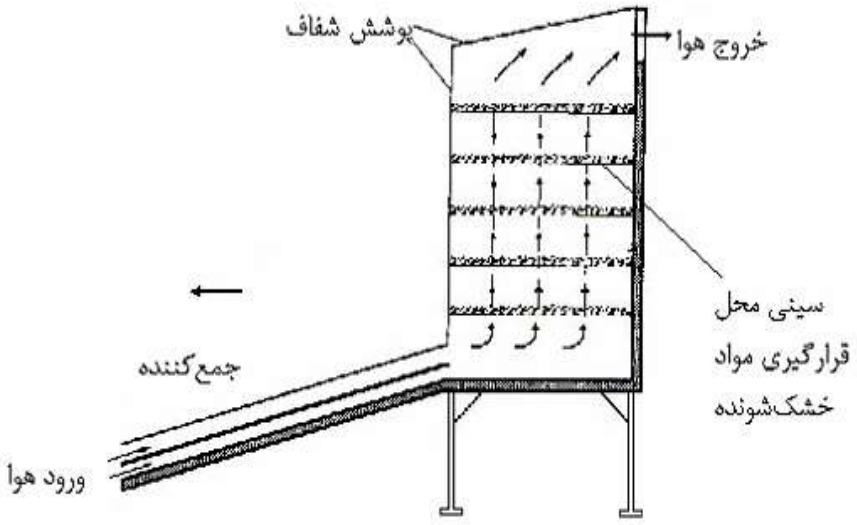
خشک کن خورشیدی سقف شیشه ای (شکل ۲) شبیه یک اتاقکی می باشد که شامل دو ردیف موازی سبد توری از جنس گالوانیزه که هر کدام دارای بدنه چوبی می باشند، است. این خشک کن دارای سقف شیشه ای دو تکه می باشدکه یکی از این دو به جهت شمال جغرافیایی و دیگری در جهت جنوب شیب گرفته اند. هوای گرم شده در داخل محفظه همرا با رطوبت جذب شده از قسمت بالایی اتاقک خارج می شود، در اثر خلاء ایجاد شده هوای تازه از قسمت پایین اتاقک وارد می شود و بدین ترتیب جریان هوا در داخل خشک کن برقرار می گردد. یک خشک کن شبیه خشک کن سقف شیشه ای طراحی کردند و به این نتیجه رسیدند که درجه حرارت داخل این خشک کن می توانند تا دو برابر درجه حرارت هوای محیط در موقع ظهر برسد [۱۱].



شکل (۲). نمای شماتیک یک خشک کن های خورشیدی غیر فعال مستقیم از نوع سقف شیشه ای

خشک کن خورشیدی غیرفعال مختلط

این خشک کن (شکل ۳) دارای دو قسمت جمع کننده انرژی خ شید و محفظه خشک شدن محصول که سبد های انگور در آن قرار می گیرند، می باشد. جمع کننده دارای یک پوشش شفاف و یک صفحه جاذب سیاه رنگ می باشد. محفظه خشک کردن نیز دارای پوشش شفاف می باشد تا محصول علاوه بر این که در معرض تابش مستقیم خورشید قرار می گیرد از خطر باران و گرد و خاک هم حفظ گردد. جابجایی هوای گرم در خشک کن به صورت جابجایی آزاد (جابجایی در اثر تغیرات چگالی هوای گرم شده) است و در صورت وزش باد و با مکش ایجاد شده در مجرای خروجی هوای خشک کن این جریان افزایش خواهد یافت. بیشترین درجه حرارت داخل محفظه خشک کردن در شرایطی که دمای محیط حدود ۲۰ درجه سانتی گراد بوده، معادل ۵۰ درجه سانتی گراد گزارش شده است. ظرفیت بار گیری تا ۱۰۰ کیلوگرم انگور تازه در هر متر مکعب فضای داخل محفظه و یا ۲۵ کیلوگرم انگور برای هر متر مربع از سطح جمع کننده می باشد[۶].



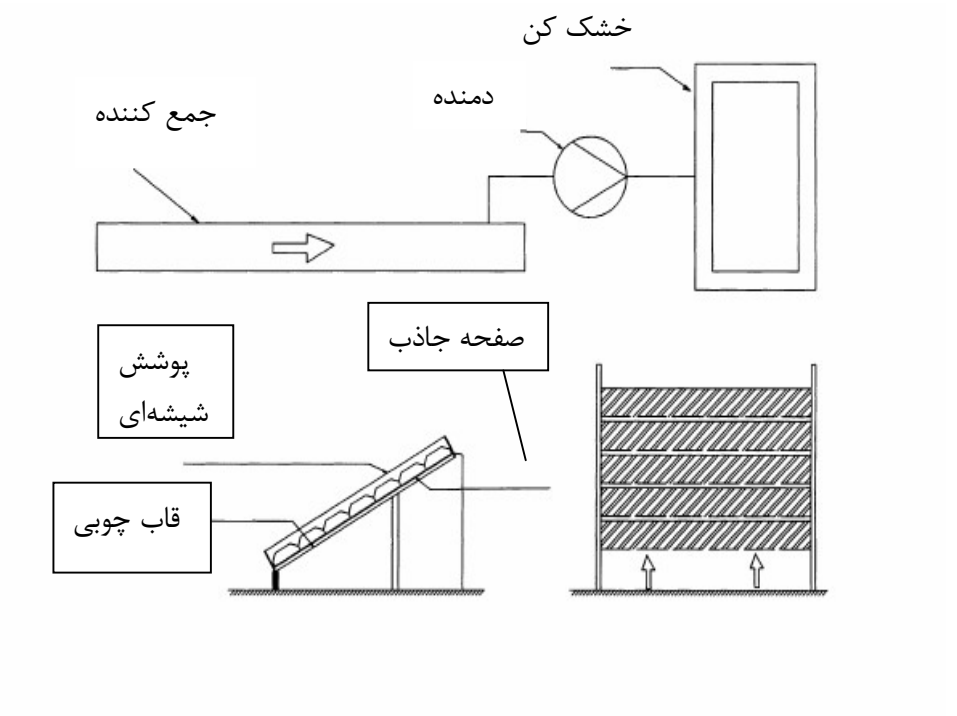
شکل (۳). تصویر شماتیک خشک کن خورشیدی غیرفعال مختلط

طول دوره خشک شدن انگور در این نوع خشک کن ۷ تا ۸ روز می باشد که این مدت اختلاف معنی داری با زمان خشک شدن به روش سنتی (۸ تا ۱۰ روز) ندارد. اما کیفیت کشمش تولیدی در این روش به مقدار زیادی بهبود می یابد.

خشک کن خورشیدی فعال غیر مستقیم با سبدهای چند لایه

این خشک کن (شکل ۴) دارای یک جمع کننده انرژی خورشید با صفحه جاذب پلکانی (به منظور افزایش سطح جذب انرژی و سطح تماس با هوای داخل جمع کننده) و یک محفظه خشک کن می باشد. هوا گرم داخل جمع کننده از طریق یک مکنده گریز از مرکز به سمت محفظه خشک کن حرکت می کند. در داخل محفظه خشک کن سبدهایی با چند لایه طوری قرار گرفته اند و انگور روی این طوری ها پهن می شود. جریان هوای داخل جمع کننده از داخل این سبدها عبور کرده و ضمن گرفتن رطوبت محصول از مجرای خروجی خشک کن خارج می شود [۶].

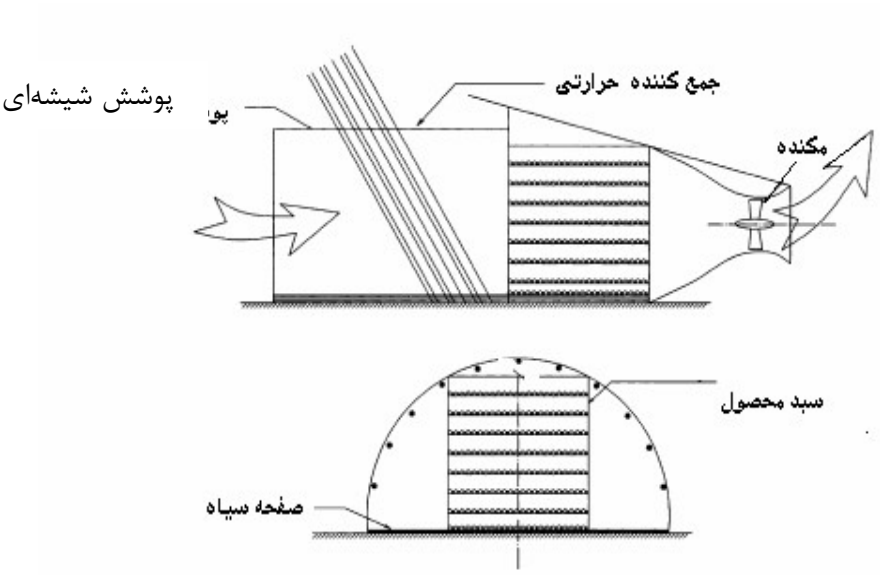
ظرفیت بار گیری این نوع خشک کن ۳۸ کیلوگرم به ازای هر متر مربع سطح جمع کننده می باشد. دوره خشک شدن در این روش ۵ تا ۶ روز است و محصول دارای کیفیت بسیار مطلوبی می باشد.



شکل (۴). تصویر یک خشک کن خورشیدی فعال غیر مستقیم با سبدهای چند لایه

خشک کن های فعال مختلط از نوع تونلی

در این نوع از خشک کن (شکل ۵) محفظه خشک کردن به صورت تونلی می باشد که انگور به صورت یک لایه نازک در داخل آن پهن می گردد. جذب انرژی خورشید هم در جمع کننده و هم مستقیما توسط محفظه خشک شدن صورت می گیرد. برا ی ظرفیتها ی پایین (حدود ۵۰ تا ۳۰۰ کیلوگرم) معمولا محفظه خشک کردن و جمع کننده پشت سر هم (به صورت سری) قرار می گیرند ولی در ظرفیتهای بالا (تا ۱۰۰۰ کیلوگرم) این دو قسمت کنار هم و به صورت موازی قرار می گیرند. در خشک کن تونلی با جمع کننده خورشیدی ، جمع کننده و محفظه تونلی خشک شدن هر دو روی زمین بسته می شوند و یک پوشش شفاف روی آنها قرار می گیردو دیواره های اطراف نیز عایق بندی می گردد. در این نوع خشک کن جابجایی هوا به صورت اجباری و توسط یک مکنده گریز از مرکز صورت می گیرد. برای جلوگیری از ورود حشرات به داخل خشک کن در مجرای ورودی هوا به داخل به طور معمول یک توری سیمی قرار می گیرد[۹].



شکل (۵). تصویر یک خشک کن فعال مختلط از نوع ونلی

در شرایطی که انگور به روش سنتی در مدت زمان ۸ تا ۱۲ روز خشک می شود با این روش می توان آن را در مدت ۴ تا ۷ روز خشک کرد.

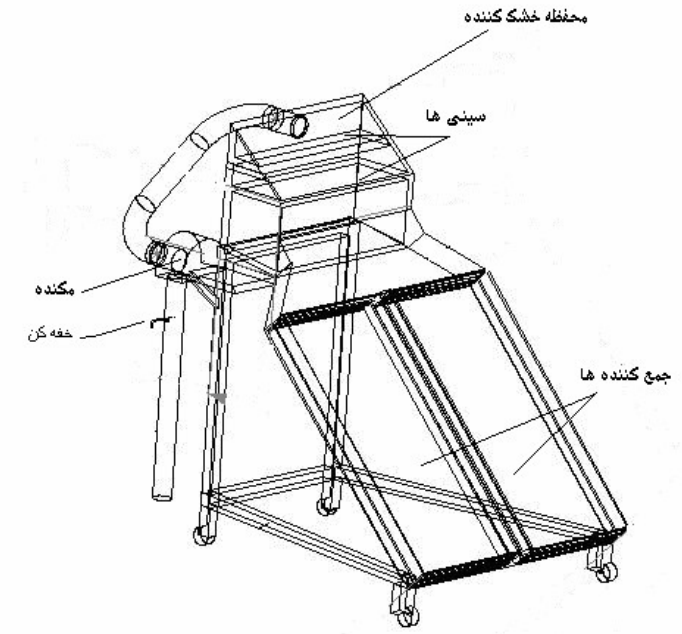
مواد و روش ها

در تحقیق حاضر یک خشک کن خورشیدی فعال مختلط از نوع کابینتی مورد بررسی قرار گرفته است. این خشک کن در دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز در سال ۱۳۸۴ طراحی و ساخته شد(شکل ۶) و در ماههای مهر و آبان همان سال بر روی انگور مورد ارزیابی قرار گرفت. این خشک کن از نوع فعال مختلط می باشد که قابلیت بکارگیری به صورت غیرمستقیم و همچنین غیر فعال شدن را دارد [۳]. قسمتهای اصلی این دستگاه شامل: جمع کننده ها، محفظه خشک کننده، کانال رابط و سیستم تامین جریان هوا می باشد.

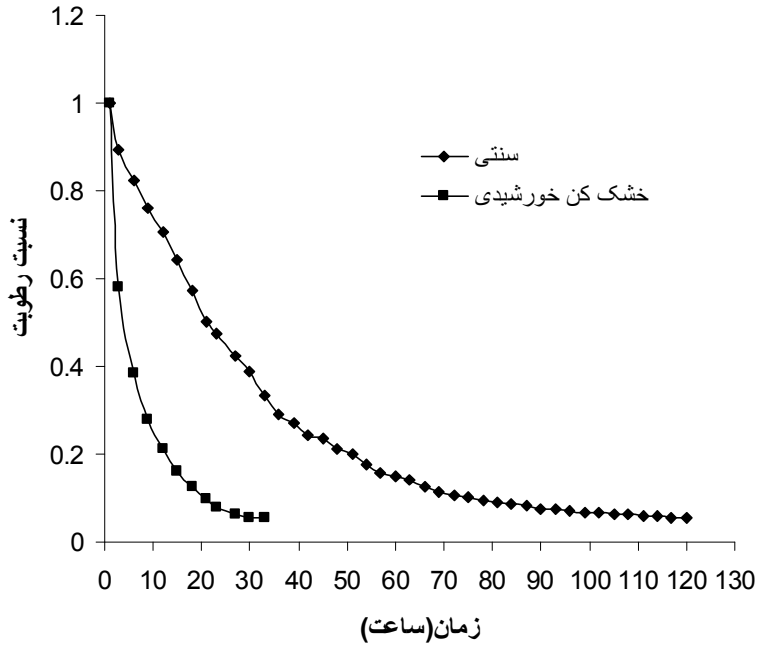
واحد جمع کننده به صورت تخت ساخته شده و دارای صفحه جاذب سیاه رنگ می باشد. به منظور جلوگیری از اتلاف حرارتی جمع کنندها با پوشش پشم شیشه ای پوشانده شده است. بر روی جمع کننده ها پوشش شیشه قرار داده شده است. محفظه خشک کننده شامل یک درب جهت دسترسی به داخل آن و چند سری ریلهایی برای نگهداری سینی محصول می باشد. به منظور استفاده از تابش مستقیم انرزی خورشید، قسمت بالایی مجفظه با پوشش شیشه ای ساخته شده و داخل محفظه با رنگ سیاه پوشش داده شده است. جهت جلوگیری از اتلاف حرارتی از پشم شیشه استفاده شد. هوای گرم شده در جمع کننده ها توسط یک مکنده که در قسمت عقب محفظه خشک کننده نصب شده است، مکیده و از بستر محصول عبور داده می شود. دبی هوای خشک کننده نیز توسط یک خفه کن که در دهانه خروجی مکنده نصب گردیده قابل تغییر می باشد. رطوبت اولیه انگور مورد آزمایش ۳/۴٪ و رطوبت نهایی ۰/۱۸٪ بر پایه خشک و همچنین شدت تابش انرژی خورشید ۸۷۰ وات بر متر مربع ثبت گردیده است. آزمایشها از ساعت ۱۰ صبح شروع و تا ۴ عصر ادامه داشت.

بحث و نتیجه گیری

آزمایشها نشان دادند با بکار گیری این خشک کن میتواند مدت زمان خشک شدن انگور به ۴ تا ۵ روز کاهش داد این در حالی است که در روش سنتی ۱۰تا ۱۲ روز برای خشک کردن صرف شد. همچنین طی بررسی های بعمل آمده به کمک بخش صنایع غذایی دانشگاه شیراز کیفیت محصول نهایی نیز بالاتر از روش سنتی خشک کردن مشاهده گردید. شکل(۷) تغییرات نسبت رطوبت انگور را نسبت به مدت زمان لازم برای خشک شدن در شرایطی که از خشک کن به صورت فعال مختلط استفاده شده است را نشان می دهد مشاهده می گردد که خشک شده انگور در مرحله نزولی خشک شدن واقع گردیده است و فاقد نرخ ثابت خشک شدن می باشد.



شکل (۶). تصویر شماتیک خشک کن فعال مختلط کابینتی مورد استفاده در آزمایش



شکل (۷) تغییرات نسبت رطوبت انگور نسبت به زمان

نتیجه گیری

استفاده از خشک کنهای خورشیدی از نظر اقتصادی مقرون بصرفه می باشد و از لحاظ بهداشتی و کیفیت محصول نهایی بسیار مناسب تر از روشهای سنتی خشک کردن می باشد. استفاده از منابع کمک حرارتی جهت استفاده در مواقعی که تابش خورشید کافی نمی باشد و به ویژه در شب باعث بالا رفتن بازده این خشک کنها می شود. همچنین با جایجایی اجباری هوا که توسط یک مکنده یا دمنده فراهم می گردد می توان زمان لازم برای خشک کردن را کاهش داد.

منابع

۱- استرامیلو، س و کودرا، ت. ۱۳۷۷. خشک کردن، اصول، کاربرد و طراحی. مترجم: حسن پهلوانزاده. انتشارات تربیت مدرس. ۴۵۸ صفحه.

۲- تفضلی, ع., ج. حکمتی و پ. فیروزه. ۱۳۷۰. انگور. انتشارات دانشگاه شیراز. ۳۱۵ صفحه

۳- داداش زاده, م. ۱۳۸۴. طراحی، ساخت و ارزیابی یک خشک کن فعال خورشیدی برای انگور . پایان نامه کارشناسی ارشد مکانیک ماشینهای کشاورزی. دانشگاه شیراز.

4- Bala, B.K. and J.L. Woods. 1994. Simulation of the indirect natural convection solar drying of rough rice. Solar Energy, 53: 259-266.

5- BRACE Research Institute. 1975. Reseach Report no. T-99. Quebec. Canada.

6- Eissen, W, Muhlbauer, W and Kutzbach. 1985. Solar drying of grapes, Drying Thechnol, 3(1): 63-74.

7- Gentry, J. P, Miller. M. W and Claypool, L. L. 1965. Engineering and fruit qulity aspects of prune dehydration in parallel and counter flow tunnels, Food Technol, 1427-1431.

8- Grnacarevic, M. 1969. Drying and processing grapes in afghanistan. AM J Enology Viticulture, 20, 198-202.

9- Lutz, K, Muhlbauer. W, Muller. J and Reisinger. G. 1987. Development of a multi-purpose solar crop dryer for arid zones, Solar and Wind Thecnol, 4(4): 417-424.

10- Muhlbaure, W. 1986. Present status of solar crop drying. Energy in Agricalture, 5, 121.

11- Nair, K. K. V, Bongirar, D. R. 1994. Solar dryer for agricaltural products. A do it yourself solar dryer, Indian Chem Eng, 36(3): 103-105.

12- Sharma. V. K, Sharma. S, Ray. R. A, Garg. H. P. 1986. Design and performance of a dryer suitable for rural aplications. Energy Convers Mgmt, 26(1): 111-119.