ارزیابی و مقایسه انواع خشک کنهای خورشیدی انگور

فرید امیرشقاقی- حسین محمدی مزرعه[1]

چکیده

انتخاب خشک کن خورشیدی یک تصمیم اساسی است و به شدت به شرایط محلی و محصولی که باید خشک شود بستگی دارد. استفاده از مواد و مهارتهای موجود محلی، هزینه های نگهداری و خرید ،تک منظوره یا چند منظوره بودن ، زمان لازم برای خشک کردن، شرایط اقلیمی ، ظرفیت خشک کن و کیفیت محصول در انتخاب نوع خشک کن باید در نظر گرفته بشود. در کشور ایران نیز با توجه به بالا بودن تعداد روزهای آفتابی در سال و نیز رطوبت کم و پایین بودن ارتفاع بسیاری از نقاط بنظر می‌رسد که انرژی خورشیدی جایگزین مناسبی برای سوختهای فسیلی باشد. در این تحقیق ۱۱ نوع خشک کن خورشیدی متداول مورد استفاده برای انگورشامل خشک کن خورشیدی نوع قفسه ای، خشک کن نوع – soyagi hana، خشک کن کابینتی خورشیدی ، خشک کن خورشیدی با سقف شیشه ای ، خشک کن خورشیدی با تهویه طبیعی، خشک کن خورشیدی نوع غیر مستقیم ، خشک کن با لایه های چند منظوره خورشیدی، خشک کن خورشیدی با گلخانه بعنوان یک جمع کننده ، خشک کن تونلی خورشیدی با جمع کننده یکپارچه، خشک کن خورشیدی هیبرید ،خشک کن خورشیدی با همرفتی طبیعی چند منظوره از نقطه نظر فنی مورد ارزیابی و مقایسه قرار گرفته و راهکارهای لازم جهت انتخاب بهینه ارائه می گردد.

کلمات کلیدی: انگور، خشک کن، خورشیدی، ارزیابی

مقدمه

برخي انرژي هاي تجديد پذير را تنها اميد بقاي كره زمين دانسته اند، در حالي كه عده اي آن را منبعي حاشيه اي با ظرفيت محدود به حساب مي آورند. از سويي منابع سوخت فسيلي پايان پذير و تجديدناپذير است و بايد از انرژي هاي تجديد پذير كه به رغم منابع فسيلي، منافع زيست محيطي فراواني در بردارد بيشتر بهره جست. انرژي خورشيدي، نتيجه فرآيند پيوسته همجوش هسته اي در خورشيد است و هم اكنون كل منبع انرژي خورشيدي ۱۰ هزار برابر مصرف انرژي كنوني بشر است اما اندک بودن شدت اين توان و تنوع زماني و جغرافيايي ودر دسترس بودن آن، مشكلات عمده اي را فراهم كرده كه سهم اين انرژي را در برابر كل انرژي محدود مي كند.

يكي از محدوديت هاي عمده در استفاده از انرژي خورشيدي، عدم كارآيي اقتصادي سيستم هاي خورشيدي اوليه در برابر سيستم هاي تكامل يافته با سوخت فسيلي است كه با افزايش قيمت سوخت هاي معمولي و اقتصادي تر كردن دستگاه هاي خورشيدي با حجم توليد بيشتر، گرايش به استفاده از اين گونه انرژي را مي توان شتاب بخشيد. در كنار محدوديت هاي اقتصادي لازم است انرژي خورشيدي و مزيت هاي استفاده از آن را با آموزش در محتواي فرهنگي زندگي

مردم و به منظور ارتقاي سطح آگاهي آنان وارد ساخت که به سرمايه گذاري و توجه دولت به بخش خصوصي نياز دارد. محور ديگر معادله اجتماعي انرژي خورشيدي، توسعه مهارت هاي فني در ميان طراحان، نصابان و تعميرکاران بسياري از دستگاه هايي است که به طور وسيع در سراسر جهان توزيع مي شوند.

در کشور ایران نیز با توجه به بالا بودن تعداد روزهای آفتابی در سال و نیز رطوبت کم و پایین بودن ارتفاع بسیاری از نقاط بنظر می‌رسد که انرژی خورشیدی جایگزین مناسبی برای سوختهای فسیلی باشد. مقدار انرژی دریافتی از خورشید در هر دقیقه ۲ کالری بر سانتی‌متر مربع یعنی معادل ۹۶۰۰ کیلوکالری بر متر مربع در هر روز می‌باشد. این میزان انرژی در مقایسه با مواد نفتی با میانگین انرژی حرارتی ۸۷۰۰ کیلوکالری در لیتر، معادل ۱/۱ لیتر که رقم قابل توجه‌ای می باشد. اما پایین بودن شدت تابش انرژی خورشیدی و راندمان حرارتی تجهیزات خورشیدی،باعث شده این تجهیزات از مقبولیت عمومی برخوردارنباشد. به این منظور دستگاههایی طراحی و ساخته شده‌اند که براحتی می‌توان از انرژی گرمایی تولید شده توسط آنها برای گرم کردن آب مصرفی منازل، گرم شدن محیط خانه و همچنین خشک کردن محصولات کشاورزی استفاده نمود. یکی از ساده‌ترین و رایج‌ترین راههای استفاده از انرژی خورشیدی تبدیل آن به انرژی گرمایی است. تبدیل انرژی خورشیدی به انرژی گرمایی بسادگی و با تجهیزات کم هزینه عملی می‌باشد. از آنجاییکه خشک‌کنها دستگاههایی هستند که نیاز به انرژی گرمایی زیادی دارند و در سطح وسیعی برای نگهداری محصولات کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرند، بنابراین جایگزین کردن انرژی خورشیدی بجای انرژی فسیلی به منظور تامین انرژی گرمایی مورد نیاز گامی‌موثر در جهت حفظ محیط زیست می‌باشد(۳و۱).

بررسی منابع

در سال ۱۹۶۲ کلکتورهای خورشیدی برای خشک کردن محصولات کشاورزی و گرم کردن محل نگهداری دام و طیور مورد بررسی قرار گرفت. در سال ۱۹۷۷ بخش انرژی آمریکا شروع به تحقیقاتی در مورد خشک‌کن خورشیدی کرد. از آن زمان تاکنون تحقیقات فراوانی در این زمینه انجام یافته است. طی تحقیقاتی برای خشک کردن انگور و سایر میوه‌ها نیز از خشک‌کن خورشیدی با جریان هوا ۱/۵-۱ متر بر ثانیه استفاده شد. نتایج نشان داد زمان خشک شدن در مقایسه با روش طبیعی خشک کردن به نصف تقلیل یافت (۶). نتایج حاصل از خشک کردن محصولات مختلف کشاورزی در مزارع با استفاده از خشک‌کن خورشیدی نشان داد حرارت داخل خشک‌کن در روزهای ابری ۱۶درجه و در روزهای آفتابی ۴۷ درجه سانتیگراد بیشتر از دمای بیرون بود.در نتیجه زمان خشک شدن نیزکمتر از خشک کردن به

روش سنتی بوده و محصولات تولیدی نیز دارای کیفیت مطلوبتری بودند (۴). طی تحقیق دیگری از خشک‌کن خورشیدی با جابجایی طبیعی، خشک‌کن خورشیدی تونلی و خشک‌کن خورشیدی قفسه‌ای جهت تهیه کشمش استفاده شد. نتایج نشان داد در این خشک‌کن‌ها زمان خشک شدن کاهش و کیفیت کشمش تولیدی بطور قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌یابد. درضمن از صدمات باران نیز جلوگیری می‌شود. همچنین شمارش کلی میکروبی محصولات خشک شده در خشک کن خورشیدی ده برابر یا بیشتر کاهش داشته است (۵). زمردیان (۱۳۸۲) خشک کن خورشیدی از نوع همرفتی فعال مختلط که جریان هوا در آن بصورت جابجایی اجباری (در اثر بکارگیری یک دمنده) بود برای خشک کردن کشمش پیشنهاد نمود. نیروی محرکه الکتریکی برای راه اندازی دمنده از طریق بکارگیری یک واحد از پانل فتوولتائیک تامین می‌گردد. بنابراین خشک‌کن مذکور بدون نیاز به هر گونه سوختی فقط با استفاده از انرژی خورشید بصورت فعال کار می‌کند. این دستگاه از یک جمع کننده خورشیدی هوایی، بستر خشک کن، یک واحد پانل فتو ولتائیک و یک دمنده ساده تشکیل شده که از فناوری بسیار آسانی برخوردار است و براحتی قابل ساختن در هر کارگاه ساده روستایی می‌باشد(۲).

مواد و روشها

یازده نوع خشک کن خورشیدی مورد بررسی قرار گرفتند که عبارتند از:

۱- خشک کن خورشیدی نوع قفسه ای (خشک کردن سایه)

- ساده ترین نوع خشک کن ، متداول برای خشک کردن رقم سلطانا در استرالیا و انگور بی دانه تامسون درهند.

- مشخصات خشک کن :۱۰-۶ قفسه ، هر قفسه : ۱۰۰-۵۰ متر طول ، ۲/۵ متر ارتفاع کل ، ۱/۵ متر عرض.

- جهت قرارگیری : شمال – جنوب

- ساختمان خشک کن با یک سقف فلزی به منظور محافظت انگورها از باران و اشعه های اضافی خورشید پوشانیده می شود.

- برخی اوقات، پرده های جانبی برای محافظت انگورها از باران و گرد وغبار بکار می روند که این پرده در جاهای مرطوب استفاده نمی شوند.

- ظرفیت هر قفسه : kg/m^2 ۲۰ – ۱۵

- میزان رطوبت انگور خشک شده ۱۴ ٪ پایه تر در زمان ۲۱ – ۱۰ روز

نتایج تحقیقات انجام شده در این نوع خشک کن نشان داد که زمان خشک کردن انگورهای بدون تیمار از ۵ – ۴ هفته به ۱۴ – ۸ روز در ارفام تیمار شده رسید. هزینه نگهداری ناچیز و عمر تخمینی خشک کن ۴۰ – ۲۰ سال می باشد.

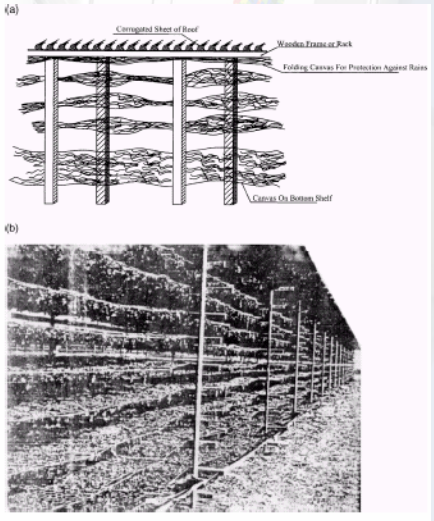

Fig. 1. Grapes drying on racks.

شکل ۱: خشک کن خورشیدی نوع قفسه ای

۲- خشک کن نوع soyagi – hana :

این نوع خشک کن در افغانستان استفاده می شود برای خشک کردن انگور بدون پیش تیماری. خانه های مخصوص خشک کردن انگور " soyagi – hana " نامیده می شوند (خانه سایه ای) مطابق شکل ۲ رنگ کشمشها کهربایی با سطح نرم، بافت خوب و در این روش به ۱۴-۱۲ ٪ (پایه تر) میزان رطوبت خشک می شوند. این خانه ها ، ساختمانهای بلند با شکل مکعبی با سقف مسطح ، معمولاً در جاهای مرتفع بالای زمین ها و خانه های کشاورزان برای حرکت هوای تازه در آنها قرار دارند. ابعاد خانه ۳۰ متر طول ، ۴-۳ متر عرض و ۴-۳ متر ارتفاع است. جهت قرارگیری شرقی – غربی، خوشه های انگور از طنابهای آویزان (Rope ladders) آویخته می شوند. بخاطر عدم استفاده از گرمای مصنوعی و تهویه ضعیف ، خشک کردن چندین ماه به طول می کشد.

معایب : سرمایه گذاری بالا ، کار در مرحله فرآوری (آویزان کردن) و دوره طولانی خشک کردن.

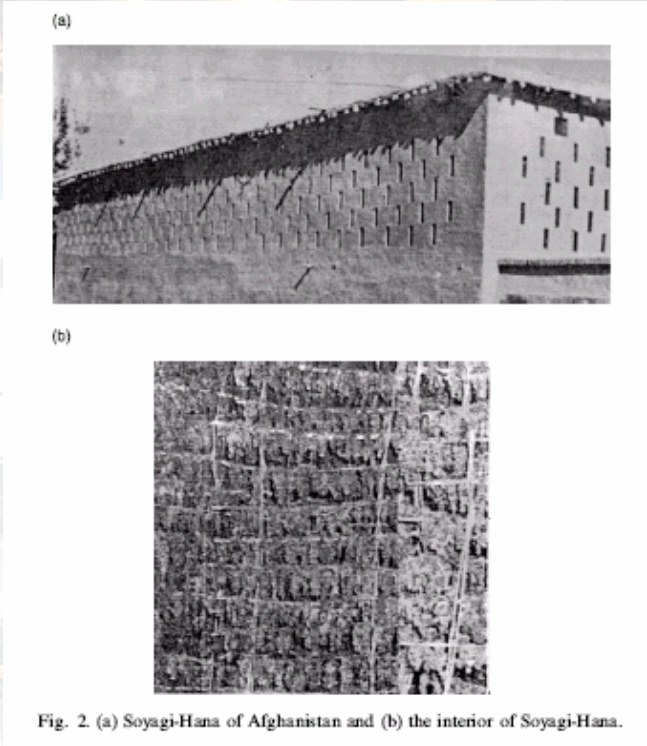

Fig. 2. (a) Soyagi-Hana of Afghanistan and (b) the interior of Soyagi-Hana.

شکل ۲: خشک کن نوعsoyagi – hana

۳- خشک کن کابینتی خورشیدی :

ساده ، قابل ساخت با مواد موجود در روستا ، یک جعبه گرم و کوچک ، ساخته شده معمولاً از چوب با یک طول حدود سه برابر عرض آن (برای کم کردن اثر سایه پانلهای کناری). اطراف و کف کابینت به رنگ سیاه برای جذب تشعشع خورشیدی منتقل شده از میان پلاستیک یا پوشش شیشه ای. یک درجه حرارت نسبی بالا ، تا ۸۰ درجه سانتیگراد، در خشک کن کابینتی ثبت شده است. وجود سوراخهایی نزدیک پایه و روی کناره عمودی عقبی(چند سانتی متر زیر پوشش) برای خروج هوا بوسیله جریان طبیعی قرار داده شده است.

مزایا : هزینه اولیه کم ، نگهداری ساده ، دوره خشک کردن نصف در مقایسه با خشک کردن خورشیدی در هوای باز و کیفیت بهبود یافته محصول.

معایب: ۱) زمان مورد نیاز برای خشک کردن زیادات بخاطر ضرایب انتقال رطوبت و گرمای کم مربوط به جریان هوای (دبی) همرفتی طبیعی ۲) راندمان کم

نتایج تحقیق نشان داد ۴-۳ روز زمان برای خشک کردن kg ۱۰ انگور و افزایش درجه حرارت در این روش ۳۰ – ۲۵درجه سانتیگراد بیش از دمای محیط بود.

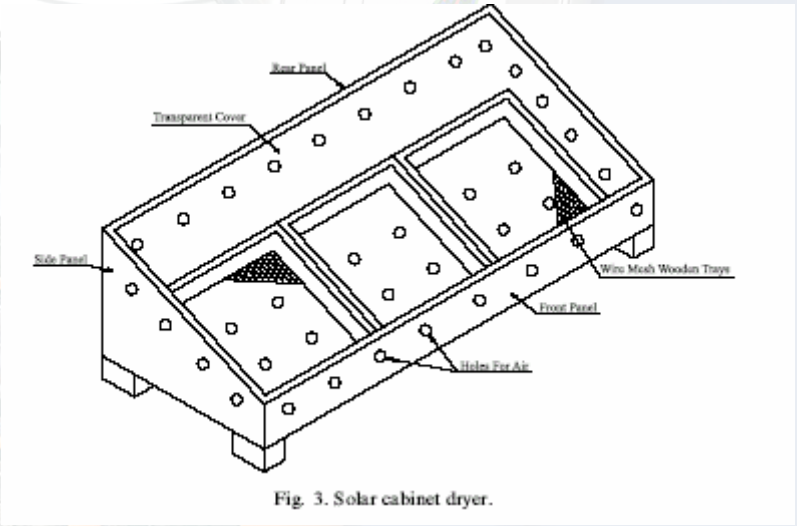

Fig. 3. Solar cabinet dryer.

شکل ۳: خشک کن کابینتی خورشیدی

۴- خشک کن خورشیدی با سقف شیشه ای :

خشک کن خورشیدی با سقف شیشه ای یا گلخانه خورشیدی (شکل ۴a) یک واحد شامل دو ردیف موازی سکوی خشک کردن ساخته شده از آهن گالوانیزه قرار گرفته روی تیرهای چوبی ، جهت شمال – جنوب، در بالای سقف یک دریچه برای خروج هوای گرم ، سوراخها در کناره دیوارها برای مکش هوای تازه از بیرون ، داخل محفظه به رنگ سیاه و در فصول بارانی یا ابری برای افزایش نسبت خشک کردن ، گرمکن گازی زیر یکی از سکوها قرار داده می شود. این نوع خشک کنها در برزیل برای خشک کردن کاکائو نیزبکار می رود. یک نوع خشک کن خورشیدی قابل تاشدن (foldable) مطابق شکل b ۴ساخته شده است که همان اصول خشک کن با سقف شیشه ای را دارد و در مورد انگور با ظرفیت ۱۰۰– ۲۵ کیلوگرم آزمایش شده است. این خشک کن از صفحات آلومینیم برای مواد اولیه دیواره های جانبی و از بیرون به رنگ سیاه رنگ آمیزی شده است. دراین نوع خشک کن درجه حرارت داخل دو برابر درجه حرارت بیرون در شب بود.

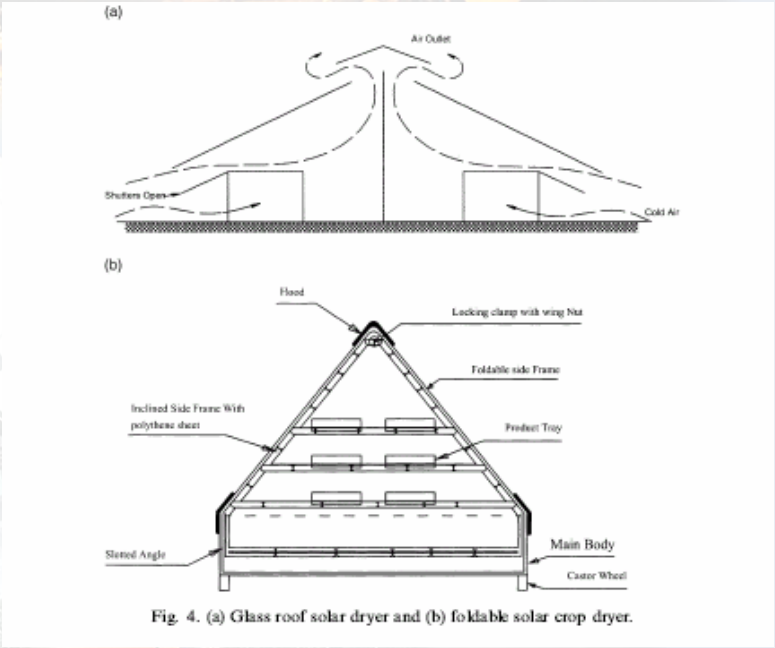

Fig. 4. (a) Glass roof solar dryer and (b) foldable solar crop dryer.

شکل ۴: خشک کن خورشیدی با سقف شیشه ای

۳- خشک کن خورشیدی با تهویه طبیعی:

خشک کن دارای دو قسمت اصلی است: ۱) جمع کننده خورشیدی برای گرم کردن هوا ۲) محفظه خشک کن برای نگهداری طبق هائی که انگور ها بطور مجزا در آن قرار می گیرند (شکل ۵). جمع کننده خورشیدی شامل یک پوشش فویل ترانسپرانت و صفحه جاذب سیاه رنگ و محفظه خشک کن پوشیده شده با یک فویل ترانسپرانت که انگورها را از باران و گرد و غبار محافظت کند.

جریان هوا به صورت طبیعی در داخل خشک کن بر قرار است بیشترین درجه حرارت ثبت شده در داخل خشک کن ۵۰ درجه سانتیگراد بود زمانیکه درجه حرارت بیرون ۳۰ درجه سانتیگراد بود. ظرفیت بارگیری محفظه خشک کن ۱۰۰ kg انگور تازه در متر مربع محفظه خشک کن یا ۲۵ kg انگور در متر مربع سطح جمع کننده می باشد. زمان خشک کردن ۸-۷ روز که تفاوت معنی داری در مقایسه با خشک کن خورشیدی در هوای باز(۱۰ – ۸ روز) نداشت. محصول در محافظت کامل از باران و گرد و غبار می باشد که کیفیت کشمش را بهبود می دهد. قابلیت تبدیل به حالت گرمایش مستقیم و غیر مستقیم را دارا می باشد. نوع محصول خشک شده در این روش مؤثر و اقتصادی بود.

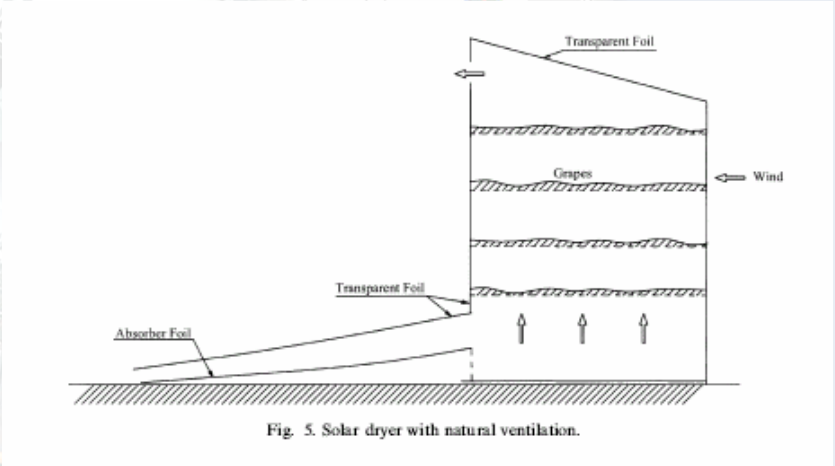

Fig. 5. Solar dryer with natural ventilation.

شکل ۵: خشک کن خورشیدی با تهویه طبیعی

۵- خشک کن خورشیدی نوع غیر مستقیم برای سبزیجات و میوه ها:

مطابق شکل ۶a ، دارای یک فن ، گرمکن هوای خورشیدی در دو طرف ، محفظه خشک کن. کلکتور و محفظه بصورت سری قرار دارند.هوا از میان کلکتور بوسیله یک هواکش الکتریکی مکیده می شود.محفظه خشک کن دارای سه قسمت است : دوقسمت به عنوان جعبه های خشک کردن و یکی برای سرویس. ظرفیت هر جعبه kg ۵۰۰-۳۵۰۰ است. در یک بررسی برای خشک کردن انگور، مشخص شد که برای خشک کردن kg ۹۰ انگور ۷- ۵ روز بسته به شرایط آب و هوایی مورد نیاز است.

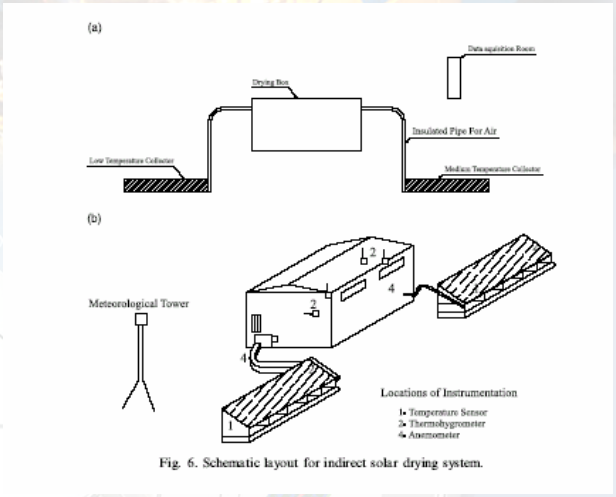

Fig. 6. Schematic layout for indirect solar drying system.

شکل ۶: خشک کن خورشیدی نوع غیر مستقیم برای سبزیجات و میوه ها

۶- خشک کن با لایه های چند منظوره خورشیدی:

این خشک کن (شکل ۷) شامل جمع کننده صفحه تخت هوای گرم، فن و خشک کن چند لایه ای است. کلکتور شامل یک پوشش فویل ترانسپرانت و جاذب فلزی سیاه می باشد. هوا از زیر جذب کننده مکیده می شود(بجای ما بین جذب کننده و پوشش ترانسپورانت) برای جلوگیری از آلودگی با گرد و غبار سطح جذب کننده. ظرفیت بارگیری خشک کن ۵۰۰kg انگور تازه در متر مربع سطح خشک کن یاkg ۳۸ انگوردر متر مربع سطح کلکتور بود. زمان لازم برای خشک کردن ۶-۵ روز بود یعنی دوره خشک کردن۵۰ ٪ در مقایسه با خشک کن خورشیدی طبیعی کاهش یافته بود. محصول کاملاً از باران ، گرد و غبار و الودگی حشرات محافظت می شد.کیفیت عالی محصول مزیت اصلی بود رنگ طلایی کشمش بعلت محافظت انگورها از تشعشع مستقیم نور افتاب است.

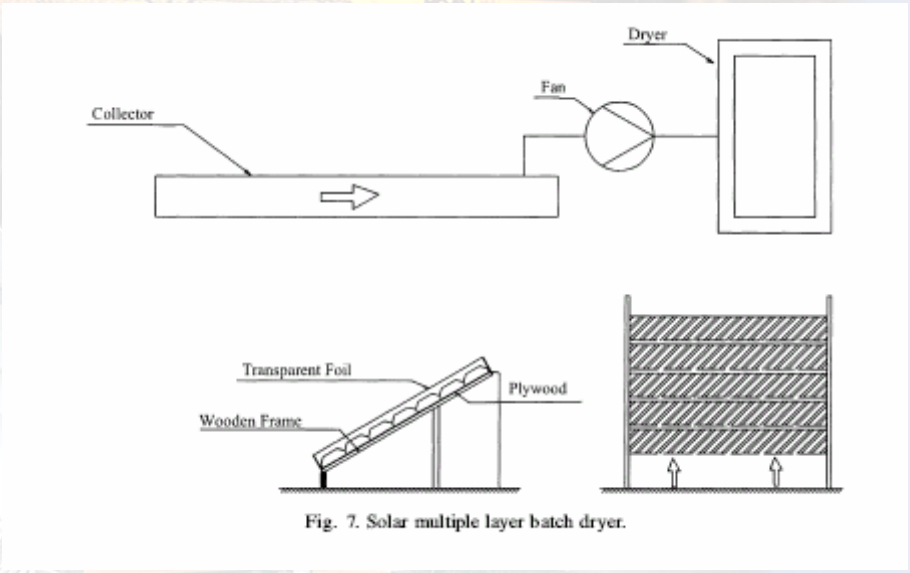

Fig. 7. Solar multiple layer batch dryer.

شکل ۷: خشک کن با لایه های چند منظوره خورشیدی

۷- خشک کن خورشیدی با گلخانه بعنوان یک جمع کننده :

خشک کن شامل یک گلخانه بعنوان جمع کننده بطول ۵۰ مترکه در قسمت جلو محفظه قرار گیری انگورها می باشد ، چندین طبق با یک سایبان چوبی، فن و فیلم پلاستیک یک جمع کننده خورشیدی موثر تشکیل می دهند که می تواند درجه حرارت هوا را تا ۲۰ درجه سانتیگراد افزایش دهد. هوا در گلخانه گرم شده و از میان طبق هایی که داخل محفظه هستند عبورمیکنند.

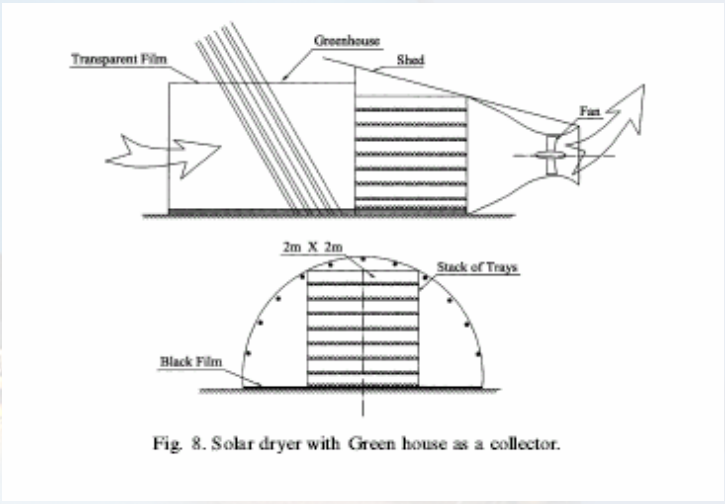

Fig. 8. Solar dryer with Green house as a collector.

شکل۸: خشک کن خورشیدی با گلخانه بعنوان یک جمع کننده

۸- خشک کن تونلی خورشیدی باجمع کننده یکپارچه:

شامل یک فن با جریان شعاعی کوچک، یک جمع کننده خورشیدی و یک خشک کن تونلی که انگورها در لایه های نازک پهن می شوند.گرما بوسیله جذب انرژی خورشیدی تولید می شود با جذب کننده برای انگورها. برای ظرفیتهای نگهداری کوچک محصول ، یعنی kg ۳۰۰-۵۰، جمع کننده خورشیدی و خشک کن تونلی بصورت سری وصل می شوند (مطابق شکل ۹a) با این وجود برای مقادیر بالایkg ۱۰۰۰، جمع کننده و خشک کردن تونلی بصورت موازی مرتب می شوند (مطابقb ۹). چهار چوب کلکتور و خشک کن تونلی عبارت بودند : ۲۰ متر طول ، ۶ سانتیمتر ارتفاع با ۱ متر عرض برای کلکتور و ۲ متر عرض برای خشک کن تونلی. چهار چوب کلکتور و خشک کن تونلی به زمین وصل می شود و با فویل ترانسپرانت مطابق شکل c ۹ پوشیده می شود.

در یک تحقیق ، این خشک کن با ظرفیت بارگیریkg ۲۵ انگور تازه در متر مربع ، خشک کنی در ۶-۵ روز با کیفیت بالا و خشک کنی یکنواخت و حفاظت کامل از باران ، گرد و غبار و حشرات بود. در یک تحقیق دیگر ، با ظرفیت kg ۱۰۰۰ انگور در مقایسه با خشک کن خورشیدی طبیعی ، دوره خشک کردن انگوراز۷/۵ به ۵/۵ روز (۷۰ ٪ کاهش) در خشک کن تونلی خورشیدی کاهش یافته بود. در یک تحقیق دیگر کاهش معنی دارای در دوره خشک کردن روشهای مختلف بود ، خشک کن خورشیدی طبیعی ۱۲-۸ روز ، در قفسه ها ۲۱-۱۴ روز و در خشک کن تونلی خورشیدی فقط ۷-۴ روز طول کشید. این خشک کن می تواند برای محصولات مختلف استفاده شود (سیستم خشک کردن چند منظوره).

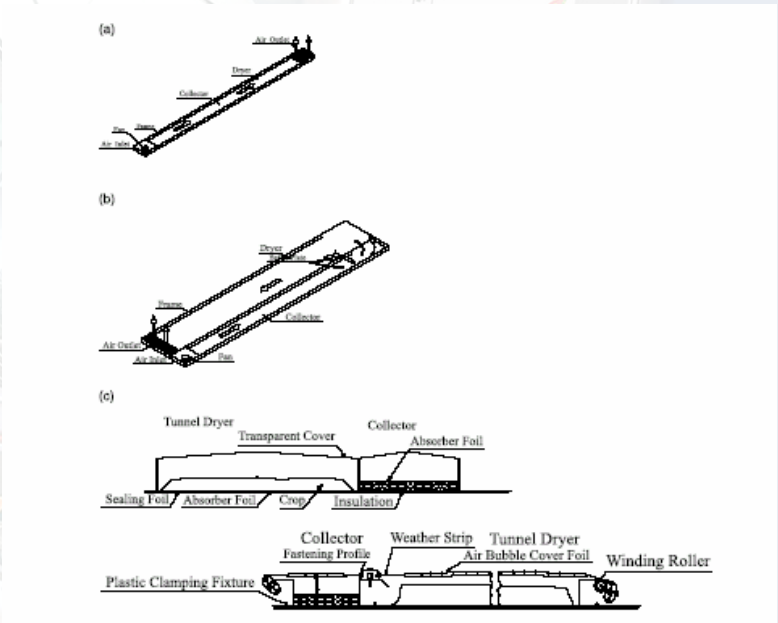

Fig. 9. Solar tunnel dryer with integral collector: (a) solar tunnel dryer for drying small quantities, (b) solar tunnel dryer for drying larger quantities and (c) cross-section of collector and dryer.

شکل ۹: خشک کن تونلی خورشیدی با جمع کننده یکپارچه

۹- خشک کن خورشیدی هیبرید:

مطابق شکل ۱۰ این نوع خشک کن شامل دو واحد است : واحد گرمکن خورشیدی و محفظه خشک کن. واحد گرمایش چهار کلکتور صفحه تخت و بیست کلکتور لوله ای تخلیه کننده (Philips) که در دو واحد با ۲۰ لوله و دو کلکتور صفحه تخت در هر واحد پیکربندی شده اند. کلکتور صفحه تخت بعنوان گرمکن اولیه هوای تازه بکار می رود و کلکتور خلاء باراندمان بالا بعنوان المنت گرمکن ثانویه پیش گرمکن هوای تازه برای بالاترین درجه حرارت خروجی ممکن بکار می رود. واحد گرمکن خورشیدی از محفظه خشک کن قابل تفکیک است. محفظه خشک کن مولفه اصلی خشک کن هیبرید خورشیدی است، آن دو قسمت تقسیم می شود: قسمت بالایی (a ۱۰) شامل فن، گرمکن برقی و سیستمی برای راه اندازی جریان باد خشک کن و قسمت پائینی (b ۱۰) شامل واگنهایی با طبق هایی که محصول تازه روی آنها پهن می شوند. طبق های خشک کن در چهار واگن قرار می گیرند و هر واگن ۳۰ طبق دارد. ظرفیت بارگیری برای انگورها kg/m^2 ۱۸-۱۶ در طبق ها می باشد. سنسورهایی برای اندازگیری درجه حرارت و رطوبت هوای خشک کن می باشد. عمل خشک کردن با استفاده از dampers کنترل می شود. سه damper تعبیه شده است : در ورودی هوای تازه در واحد خورشیدی ، در ورودی پیش گرمکن هوا در محفظه خشک کن و در خروجی (سقف محفظه خشک کن) برای کنترل فرایند خشک کردن و بهینه سازی هوای پیش گرم خورشیدی. خشک کن دو عدد فن دارد که یکی در محفظه خشک کن برای نگهداری جریان هوا در کابینت خشک کن قرار داده شده است. کیفیت میوه خشک شده در این روش بسیار بالا است فن دوم برای فشار دادن هوای پیش گرم شده از واحد خورشیدی به محفظه خشک کن بکار می رود. در بررسی خشک کن خورشیدی هیبرید ، زمان خشک کردن انگور ۴۰-۳۰ ساعت بود.

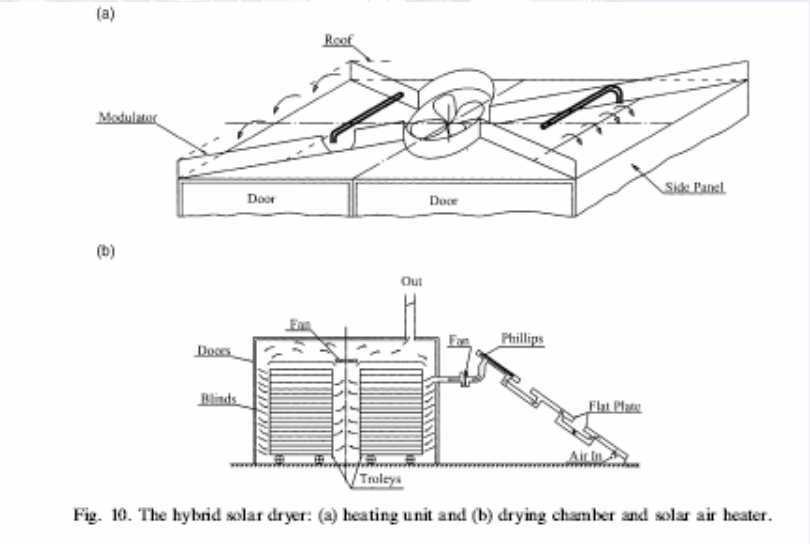

Fig. 10. The hybrid solar dryer: (a) heating unit and (b) drying chamber and solar air heater.

شکل ۱۰: خشک کن خورشیدی هیبرید

۱۰- خشک کن خورشیدی با همرفتی طبیعی چند منظوره :

مطابق شکل ۱۱ شامل یک گرمکن صفحه تخت خورشیدی، اتصال دهنده انعطاف پذیر کاهنده یا محفظه پلنوم و محفظه خشک کن است. برای افزایش زمان خشک کردن از ماده شیمیایی پیش تیماری ، ۲/۵ ٪ روغن و ۲ ٪ k_2co_3 استفاده شد که انگورها تقریباً سه دقیقه در آن فرو برده می شدند این باعث بهتر شدن کیفیت کشمش می شود. در مقایسه میزان رطوبت کاهش یافته از ۳۴/۹ به ۱۷٪ در روش خشک کن سایه ۱۵ روز ، در روش خورشید باز ۷ روز و در خشک کن خورشید با همرفتی طبیعی ۴روز طول کشید(۷).

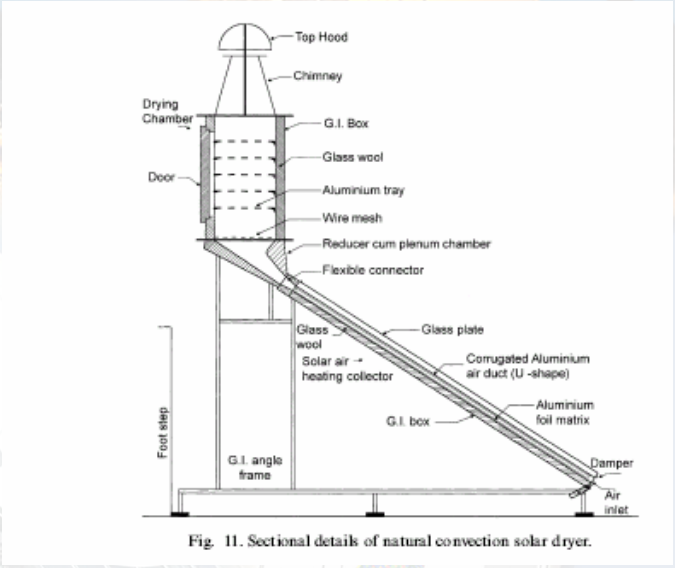

Fig. 11. Sectional details of natural convection solar dryer.

شکل ۱۱: خشک کن خورشیدی با همرفتی طبیعی چند منظوره

نتیجه گیری و بحث

در حالت کلی می توان نتیجه گیری کرد:

- خشک کن خورشیدی از نظر فنی و اقتصادی ثابت شده است
- برای بهبودی قابلیت پذیرش خشک کن خورشیدی در بین کشاورزان افزایش اندازه خشک کن ضروری است
- چند منظوره بودن برای کاهش هزینه خشک کن
- توسعه یک سیستم ذخیره درجه حرارت برای مواقع شب ضروری است
- گرمای یدکی و جریان همرفتی اجباری برای کنترل بهتردرخشک کنهای انگور در اندازه بزرگ توصیه می شود.

انتخاب خشک کن خورشیدی یک تصمیم اساسی است و به شدت به شرایط محلی و محصولی که باید خشک شود دارد.

منابع

۱-زمردی، شهین و حسین محمدی مزرعه. ۱۳۸۰. استفاده از خشک‌کن‌های خورشیدی گامی‌در جهت سازگاری صنایع با محیط زیست. زیتون شماره ۱۵ صفحات ۲۴-۲۷.

۲- زمردیان، علی. ۱۳۸۲. معرفی یک خشک کن خورشیدی برای انگور و زردآلو به روش همرفتی فعال با بکارگیری پانل فتوولتائیک. خلاصه مقالات اولین همایش ملی خشکبار.

۳-محمدی مزرعه ، حسین و شهین زمردی. ۱۳۷۸. نقش مردم در استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر و سازگار با محیط زیست. مجموعه مقالات سومین کنفرانس سراسری روستا و انرژی.

4- Gregorio, G. B., T.V. Alcoado. 1981. Development of a pyramidel solar dried for agricultural products. FSTA.1969-3/94.

5-Issen, W. and A.W. Maehlbaver. 1985. Solar drying of grapes. Drying Technology. 3(1):63-74.

6- Mirzaer, M. M., G. G. Vmarou. 1982. Use of solar energy to dry fruit and grapes. FSTA.1969-3/94.

7- Pangavhane D.R. and R.L. Sawhney. 2002. Review of research and development work on solar dryers for grape drying. Energy conversion & management. 43(45-61).

Investigation and evaluation of grape solar dryers

Abstract

This paper mainly deals with the development trends of solar dryers used for grape drying. Eleven typical installations, including traditional methods, are presented. Technical and economical results indicate that solar drying of grapes is feasible. However, the farmer's acceptance of solar drying was still very limited. This may be due to the small capacity of the dryers and too long pay back period or to socio-cultural factors. Further research and development work should be continued in order to over rule these factors. As research and development work has made significant progress, it seems that a review of all developed solar drying units is appropriate.

Keywords: grape, dryer,solar,evaluation