Archive of SID

بررسی تاثیر روش‌های مختلف آماده سازی و خشک کردن خورشیدی بر کیفیت برگه گوجه فرنگی

شهین زمردی[1*]، حسین محمدی مزرعه[1]، اصغر خسروشاهی اصل[2]

1- اعضای هیات علمی بخش فنی و مهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی.
2- استاد گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه.

چکیـــــــده

به منظور افزایش راندمان حرارتی تجهیزات خورشیدی، دستگاه خشک‌کن خورشیدی قفسه‌ای با دو کلکتور در بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی آذربایجان غربی طراحی و ساخته شد. این دستگاه برای خشک کردن گوجه فرنگی مورد استفاده قرار گرفت. این آزمایش در قالب طرح فاکتوریل کاملاً تصادفی در دو فاکتور و چهارتکرار به اجرا درآمد. فاکتور اول روش آنزیم بری در سه سطح، بدون عمل تثبیت (شاهد)، فروبری در آبجوش به مدت 30 ثانیه و فروبری در آب نمک جوش 2/5 درصد به مدت 15 ثانیه و فاکتور دوم روش خشک کردن در دو سطح، روش سنتی آفتابی و خشک‌کن خورشیدی قفسه‌ای بود. درصد رطوبت، درصد ضایعات، قابلیت جذب آب مجدد، رنگ و طعم و مزه برگه‌های گوجه فرنگی تعیین‌شد. نتایج نشان داد متوسط دمای داخل محفظه خشک‌کن در سال اول و دوم بترتیب درحدود 9/5 و 12/5 درجه سانتیگراد بیشتر از میانگین حرارت محیط بود. نتایج حاصل از تعیین مقدار رطوبت گوجه فرنگی‌ها در سال اول حاکی است در زمان خشک شدن برابر، درصد رطوبت نمونه‌های خشک شده در خشک‌کن خورشیدی در حدود 25 درصد کمتر از نمونه‌های خشک شده در هوای آزاد است در حالیکه نتایج سال دوم نشان می‌دهد اختلاف معنی‌داری بین درصد رطوبت نمونه‌های خشک شده در هر دو روش وجود نداشت. همچنین گوجه فرنگی‌های تثبیت شده با آب نمک جوش 2/5 درصد دارای ضایعات کمتر، قابلیت جذب آب بیشتر و رنگ وظاهر بهتری بودند. درصد ضایعات در خشک‌کن خورشیدی نسبت به هوای آزاد حدود40 درصد کاهش یافته است. بنابر این با توجه به نتایج طرح استفاده از آب نمک جوش 2/5 درصد برای تهیه برگه گوجه فرنگی پیشنهاد می-گردد.

کلید واژه گان: خشک کردن خورشیدی، روش‌های آماده سازی و برگه گوجه فرنگی

1- مقدمه

امروزه با وجود روشهای پیشرفته دیگر، برای نگهداری اکثر میوه‌ها و سبزی‌ها از روش خشک کردن استفاده می‌شود. برای تامین انرژی خشک کردن اکثراً از انرژی فسیلی استفاده می‌شود. نظر به اهمیت استفاده از مواد فسیلی در تولید فرآورده‌های نفتی و پتروشیمی‌با ارزش افزوده بالاوآلوده کردن محیط زیست در اثر سوزاندن آنها، استفاده از این مواد برای تامین انرژی عاقلانه بنظر نمی‌رسد. از طرفی این منابع به علت محدود بودن نمی‌توانند بعنوان منابعی مطمئن برای آینده بشر بحساب آیند. در کشور ایران با توجه به بالا بودن روزهای آفتابی در سال و نیز رطوبت کم بسیاری از نقاط بنظر می‌رسد که انرژی خورشیدی جایگزین مناسبی برای سوختهای فسیلی و هسته‌ای باشد. مقدار انرژی دریافتی از خورشید معادل

* مسئول مکاتبات: szomord@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

9600 کیلوکالری بر متر مربع در هر روز می‌باشد. این میزان انرژی در مقایسه با مواد نفتی با میانگین انرژی حرارتی8700 کیلوکالری در لیتر، رقم قابل توجه‌ای می باشد [9].

در چند دهه اخیر خشک کردن در هوای آزاد بدلیل نیاز به فضای وسیعتر، احتمال کاهش کیفیت، آلودگی ناشی از هوا، حمله پرندگان، حشرات و مشکل کنترل فرآیند خشک کردن، تدریجاً محدودتر شده است. اما بدلیل مزایای انرژی خورشیدی، بشر در سطح وسیعی نیازمند آن خواهد بود. زیرا انرژی خورشیدی رایگان، تجدیدپذیر، فراوان و بی ضرر به محیط زیست بوده و می‌تواند نیازهای جهانی را برای توسعه پایدار تامین نماید. به همین دلیل اهمیت خشک‌کن‌های خورشیدی در سطح جهان در حال افزایش است، مخصوصا در مناطقی که انرژی خورشیدی فراوان و براحتی در دسترس می‌باشد [6]. خشک‌کن‌های خورشیدی، بر اساس نوع انرژی مصرفی و تجهیزات بکار رفته در آن به سه دسته، خشک‌کن-های خورشیدی طبیعی[1]، خشک‌کن‌های خورشیدی ترکیبی[2] و خشک‌کن‌های خورشید کمکی[3] تقسیم می‌شوند. در خشک‌کن-های خورشیدی طبیعی فقط از انرژی محیطی استفاده می‌شود و هوا، در اثر جابجایی طبیعی جریان می‌یابد. این خشک‌کن‌ها در مقایسه با روشهای سنتی بعلت داشتن حصار از ضایعات و خسارات وارده به محصول در اثر باران، گرد و غبار، حشرات، پرندگان، حیوانات و آلودگی از طریق هوا جلوگیری کرده و بدین طریق باعث بهبود کیفیت محصول نهایی می‌گردد. خشک‌کن‌های خورشیدی نیمه مصنوعی معمولا دارای فن برای عبور جریان هوا از میان محفظه خشک‌کن هستند. بدلیل سادگی و ارزانی از این خشک‌کن‌ها بیشتر استفاده می‌شود. در خشک‌کن‌های خورشید کمکی بخش عمده‌ای از انرژی حرارتی مورد نیاز از خورشید تامین می‌شود. این خشک‌کن معمولا دارای منبع ذخیره گرمایی و منبع انرژی کمکی می‌باشند و در مناطقی که ذخیره انرژی خورشیدی برای خشک کردن کافی نیست مورد استفاده قرار می‌گیرد [6 و 18].

در سال 1977 مرکز ملی مطالعات انرژی آمریکا شروع به تحقیقاتی در مورد خشک‌کن خورشیدی کرد. از آن زمان تاکنون تحقیقات فراوانی در این زمینه انجام یافته است. امپراتوم[4] برای خشک کردن خرما، خشک‌کن خورشیدی از نوع کابینی طراحی نمود و نشان داد مساحت مورد نیاز جهت خشک کردن خرما در خشک‌کن خورشیدی 10 برابر کمتر از خشک کردن در هوای آزاد است. نتایج حاصل از تحقیقات بهاتی و وارم[5] نشان داد فلفل قرمز در خشک‌کن خورشیدی در مدت4 روز و در هوای آزاد در مدت20 روز تا رسیدن به محتوای رطوبت‌های نهایی مشابه خشک می‌شود. در ضمن کیفیت محصولات در خشک‌کن خورشیدی بهتر حفظ گردید. پیونا و همکاران[6] برای خشک کردن ماهی کولی از خشک‌کن خورشیدی چادری استفاده نموده و نشان دادند اگر چه درجه حرارت هوای داخل خشک‌کن در حدود 15-14 درجه سانتی‌گراد بیشتر از دمای محیط بود اما شدت فرایند خشک شدن نسبت به هوای آزاد تفاوت معنی‌داری نداشت.

بر اساس آمار خواربار جهانی در سال 2004 کشور ایران با تولید بیش از 4 میلیون تن گوجه فرنگی نهمین کشور تولید کننده این محصول در دنیا می‌باشند[4]. از محصولات گوجه فرنگی که اخیراً مورد توجه قرار گرفته پودر و برگه گوجه فرنگی است که عمدتاً در فراورده‌های غذایی فرموله شده از قبیل سوپ‌های خشک، غذاهای آماده و غیره مصرف می‌شود. برگه گوجه فرنگی دارای وزن و حجم کمتر، بسته بندی ارزان‌تر بوده بنابر این در حین حمل ونقل و نگهداری در انبار هزینه آن به مقدار قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد. در ضمن ماندگاری و عمر مفید آن زیاد است در نتیجه شرایط مناسبی برای تولید و صادرات دارد. یکی از مشکلات موجود در روشهای خشک کردن، تیره شدن رنگ محصول در اثر واکنش-های آنزیمی است که به بافت، عطر، طعم و ظاهر میوه آسیب می‌رساند. اولوریوندا و همکاران[7]نشان دادند گوجه فرنگی‌های ثبیت شده با محلول‌های 10 درصد و 30 درصد نمک طعام و 9 /0 درصد پتاسیم متا بی‌سولفیت به مدت 3 دقیقه قبل ازخشک شدن، دارای رنگ و ظاهربهتری بودند. در ضمن نرخ کاهش رطوبت در آنها نیز بیشتر بود. تریپتای و نایرنکر[8] برای جلوگیری از قهوه‌ای شدن برگه‌های گوجه فرنگی در طول فرآیند خشک‌کردن و نگهداری، گوجه فرنگی‌ها را در آب جوش، محلول2/5 درصد نمک (کلرید سدیم) یا 0/25 درصد پتاسیم متابی‌سولفیت به مدت 60 ثانیه بلانچ نموده و در خشک‌کن کابینی تا رطوبت 4 درصد خشک کردند. نتایج نشان

1. Solar Natural dryers
2. Semi artificial solar dryers
3. Solar assisted dryers
4. Ampratwum
5. Bhatti & Varma
6. Punna et al.
7. Olorunda et al.
8. Tripathi & Niranker

www.SID.ir

Archive of SID

داد فعالیت آنزیم پکتین متیل استراز در اثر عمل بلانچینگ 31/6 درصد کاهش یافت. پالتی[1] راندمان خشک کردن فلفل سیاه را در هوای باز 1، در خشک‌کن خورشیدی کابینی 2/88 و در نوع چادری 1/92 گزارش نمود.کریم و همکاران[2] اثرات نوع رقم، روش‌های آماده‌سازی و خشک کردن را بر کیفیت برگه گوجه فرنگی بررسی نموده و نشان دادند مواد جامد محلول نمونه‌های نمک زده شده و نیز گوجه‌فرنگی‌های خشک شده درآفتاب بالاتر بوده است. باسننونی و طیب[3] با استفاده از خشک‌کن خورشیدی طبیعی پودر گوجه فرنگی تهیه نموده و نشان دادند که محصولات تولیدی کاملاً عاری از آلودگی بودند. گیوپتا و نایگرنکار[4] گوجه‌فرنگی‌ها را به مدت 15 ثانیه در آب جوش،10 ثانیه در آب نمک جوش آنزیم بری نمودند. سپس آنها را به قطر 1 و 2 و 3 سانتیمتری بریده و درخشک‌کن خورشیدی و خشک‌کن صنعتی خشک نمودند. نتایج نشان داد برش‌های1، 2، 3 سانتیمتری بترتیب در مدت 22، 28 و 35 ساعت در خشک‌کن خورشیدی تا رطوبت10 درصد و در خشک‌کن صنعتی قفسه‌ای تا رطوبت 8/5 درصد خشک شدند. عمل تثبیت آبگیری مجدد محصولات را افزایش داد. نسبت خشک شدن در خشک‌کن خورشیدی 17-18/4 و درخشک‌کن صنعتی 14/8-16/2 بود. ساکیلیک و همکاران[5] طی تحقیقی گوجه فرنگی‌ها را در خشک کن تونلی و هوای آزاد خشک کرده و نشان دادند گوجه‌فرنگی‌ها در خشک کن تونلی در مدت 4 روز و در هوای آزاد در مدت 5 روز، از رطوبت 93/35 درصد تا رطوبت11/50 درصد (بر اساس وزن مرطوب) خشک شدند. همچنین گوجه فرنگی‌های خشک شده در خشک‌کن از حمله حشرات، باران و گرد و خاک حفظ شدند بطوریکه گوجه فرنگی‌های خشک شده، دارای رنگ بهتر و کیفیت بهداشتی بالاتری بودند.

2- مـواد و روشـها

2-1- مواد و تجهیزات

دستگاه خشک کن خورشیدی کلکتوری (همراه با صفحات جمع کننده انرژی خورشیدی) که در بخش فنی و مهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی ساخته شد. مخلوط‌کن و آسیاب برقی ناسیونال ساخت کشور ایران، رفراکتومتر دستی Garlzeiss Jena ساخت کشور آلمان، pH متر مدل Metrohm 691 ساخت کشور سویس، ترازوی حساس با دقت 0/0001 گرم Sartorius ساخت کشور آلمان، آون معمولی با دمای حدود 2 ±103 درجه سانتی گراد ممرت ساخت کشور آلمان و گوجه فرنگی رقم کورال از ایستگاه تحقیقات کشاورزی کهریز واقع در 40 کیلومتری شمال ارومیه تهیه شد. واکنشگرهای لازم برای تعیین نمک اسید نیتریک، نیترات نقره، تیوسیانات پتاسیم و آمونیوم فریک سولفات که همه مواد مرک بودند.

2-2- روشها

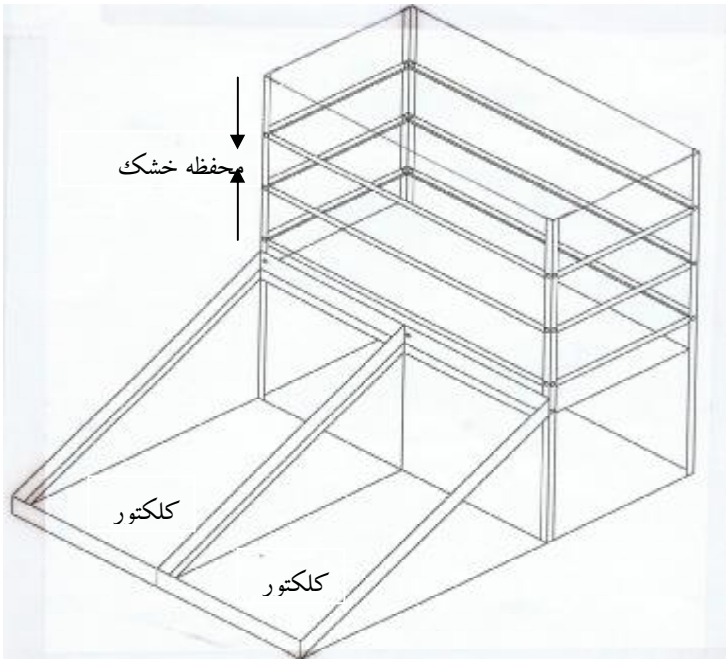
2-2-1- ساخت خشک‌کن خورشیدی: به طور کلی خشک‌کن‌های خورشیدی از دو قسمت اصلی محفظه خشک‌کن و کلکتور خورشیدی تشکیل شده است .فرآیند خشک کردن در محفظه خشک‌کن صورت می‌گیرد. کلکتور خورشیدی نیز برای تامین انرژی اولیه خشک‌کن بکار می‌رود. جذب کننده داخل کلکتور تشعشعات خورشیدی پـــراکنده و مستقیم را به گرما تبدیل و سپس به سیال عامل منتقل می‌کند [6]. در این سیستم سیال عامل هوای خشک‌کن می‌باشد. در این تحقیق با توجه به مطالعات و بررسی‌های انجام شده ابعاد دستگاه انتخاب و با استفاده از نرم افزار اتوکد نقشه آن تهیه و سپس خشک کن ساخته شد [1، 6 و 12]. شکل شماره 1 نمایی از خشک کن خورشیدی را نشان می‌دهد.

محفظه خشک‌کن از سه طبقه تشکیل شده است. ابعاد هر طبقه180×80 سانتیمتر و ارتفاع آن 30 سانتیمتر می‌باشد. سطوح جنوبی، شرقی و غربی خشک‌کن شفـــاف از نوع تلق شیشه‌ای و دیوارهای عقب و کف آن سیاه رنگ و عایقدار می‌باشد. بدلیل اینکه روی قسمتی از قفسه‌ها یا سینی‌های پایین‌تر سایه می‌افتد باید کلکتور خورشیدی برای تولید انرژی مورد نیاز به محفظه خشک کن متصل شود. به منظور تسهیل در نمونه‌برداری، هر طبقه دارای چهار سینی توری به ابعاد 80×45 سانتیمتر می‌باشد.

5. Palti
6. Kareem et al.
7. Bassnoni & Tayeb
8. Gupta & Nigrankar
1. Sacilik et al

www.SID.ir

Archive of SID



شکل 1 نمایی از خشک کن خورشیدی قفسه‌ای

خشک‌کن ساخته شده دارای دو عدد کلکتور است که ابعاد هر کدام 15×180×90 سانتیمتر بوده، پوشش رویی آن شیشه، صفحه جذب کننده از جنس ورق گالوانیزه موجدار و صفحه عایق از چوب سه لای بوده که جذب کننده و صفحه عایق سیاه رنگ شده‌اند. بین صفحه عایق و صفحه جذب کننده 7 سانتیمتر فاصله وجود دارد. جریان هوا از طریق جابجایی طبیعی از میان کلکتور و مواد موجود در قفسه‌ها عبور کرده و هوای مرطوب از دریچه‌های بالا خارج می‌شود. تحقیقات نشان داده است زاویه عرض جغرافیایی هر منطقه دارای بیشترین راندمان جذب انرژی خورشیدی می‌باشد. لذا با توجه به عرض جغرافیایی ارومیه زاویه کلکتور 36 درجه انتخاب شد.

جهت انجام آزمایشات دستگاه خشک کن در محوطه‌ای آفتابگیر قرار داده شد. محل مورد آزمایش دارای عرض جغرافیایی37 درجه و 33 دقیقه، طول جغرافیایی45 درجه و4 دقیقه، حداکثر دمای منطقه 38/4 و حداقل آن 23- درجه سانتیگراد، جمع بارندگی سالیانه 350 میلیمتر و تبخیر سالیانه در منطقه 1200 میلیمتر بوده است (متوسط 5 ساله 80-76). عمل خشک کردن در دوره اول در تاریخ 14 مهر ماه سال 79 و در دوره دوم در 29 مرداد ماه سال80 انجام گرفت. در طول زمان آزمایش دما و رطوبت نسبی حداقل و حداکثر محفظه خشک کن خورشیدی و دمای محیط تعیین گردید.

2-2-2-آماده سازی نمونه‌های گوجه فرنگی برای خشک کردن:گوجه فرنگی‌ها پس از شستشو به سه روش، بدون هیچگونه عملیاتی (شاهد)، فرو بری در آبجوش به مدت 15 ثانیه و فروبری در آب نمک جوش 2/5 درصد مدت10 ثانیه آنزیم بری شدند. سپس به برگه‌هایی به قطر 2 سانتی‌متری بریده شده و در سینی‌های مشبک پهن گردیدند. تراکم چیدن برگه‌های گوجه فرنگی در واحد سطح دستگاه خشک کن 0/8 گرم بر سانتی‌متر مربع بود. یکسری از نمونه‌ها در مجاورت مستقیم خورشید در هوای باز و سری دیگر با استفاده از خشک‌کن خورشیدی خشک شدند. هر سینی یک تکرار در نظر گرفته شد. مقدار 4/5 کیلوگرم برای هر تکرار استفاده گردید. از هر تکرار 3 برگه گوجه فرنگی بطور تصادفی انتخاب و علامتگذاری شد و در طول زمان خشک شدن وزن آنها روزانه یاد داشت برداری گردید.

2-2-3- روشهای آزمایش: اسیدیته گوجه فرنگی توسط تیتراسیون با سود 0/1 نرمال (بر حسب اسید سیتریک)، pH با استفاده از pH متر، ماده جامد محلول به روش رفراکتومتری، درصد نمک به روش ولهارد و رطوبت برگه‌ها بوسیله خشک کردن در آون معمولی در دمای حدود 2 ±103 درجه سانتی گراد و برای تعیین درصد ضایعات، برگه‌های کپک زده و سیاه شده از برگه‌های سالم جدا گردید و سپس تعداد آنها شمارش و ثبت شد. برای تعیین قابلیت جذب مجدد آب برگه‌ها، 10 گرم از هر نمونه در بشر100 میلی‌لیتری دقیقاً تورین گردید و در مقدار 100 میلی لیتر آب مقطر غوطه‌ور شد. پس از 6 ساعت هر نمونه از محلول خارج و بعد از آب چک شدن دقیقاً توزین شد. نسبت جذب آب نمونه‌ها با استفاده از فرمول زیر تعیین گردید [7].

$$\text{قابلیت جذب آب} = \frac{\text{وزن نمونه محصول نهایی پس از جذب آب}}{\text{وزن نمونه محصول نهایی قبل از جذب آب}}$$

رنگ، طعم و مزه توسط گروه ارزیاب حسی با استفاده از آزمایش تمایل مصرف کننده و روش هدونیک 5 نقطه‌ای انجام گرفت. تعداد20 داور با استفاده از آزمایش تشخیص درجه یا سطح کیفیت انتخاب شدند تا نمونه ها را از لحاظ فاکتورهای کیفی که با حواس قابل درک هستند مثل رنگ، طعم و مزه مورد بررسی قرار داده و آنها را بر حسب ارجحیت درجه‌بندی نمایند. از هر تیمار تعداد 20 نمونه یکسان تهیه و همراه با فرم مخصوصی که دارای مقیاس هدونیک 5 نقطه‌ای بود به داوران

www.SID.ir

Archive of SID

داده شد تا با توجه به ذائقه خود فرمها را تکمیل کنند. برای این منظور امتیاز 5 برای کیفیت مطلوب و امتیاز 1 برای کیفیت نامطلوب اختصاص داده شد. فرمهای تکمیل شده شامل ارزیابی کلی مصرف کننده بصورت یک ارزش عددی درآورده شد و تجزیه واریانس گردید.

طرح با استفاده از آزمایشات فاکتوریل کاملاً تصادفی در چهار تکرار و دو فاکتور تجزیه گردید. فاکتور اول روش آماده سازی در سه سطح و فاکتور دوم روش خشک کردن در دو سطح است. تجزیه آماری با استفاده از نرم افزار MSTAT-C انجام شد. میانگین‌ها در صورت معنی‌دار بودن، با آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه گردیدند.

3- نتایج و بحث

درجدول شماره 1 مشخصات گوجه فرنگی کورال مورد استفاده برای خشک کردن آمده است.

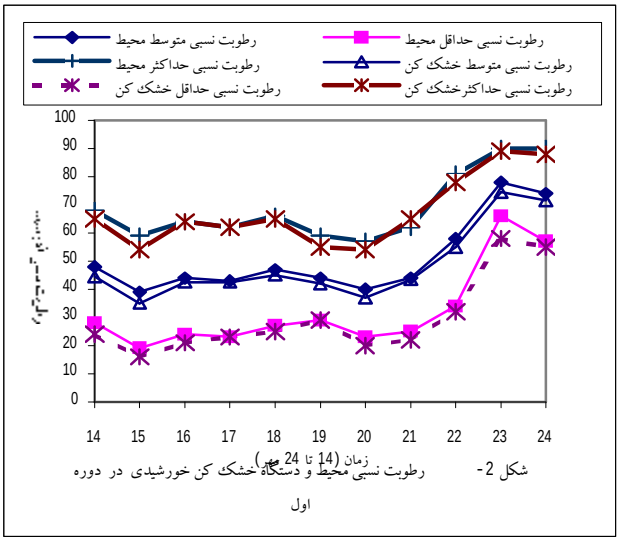
جدول 1 ویژگیهای کیفی گوجه فرنگی رقم کورال*

رطوبت (درصد)	درصد اسیدیته (برحسب اسید سیتریک)	pH	مواد جامد محلول (بریکس)
93/15	0/64	4/1	6/4

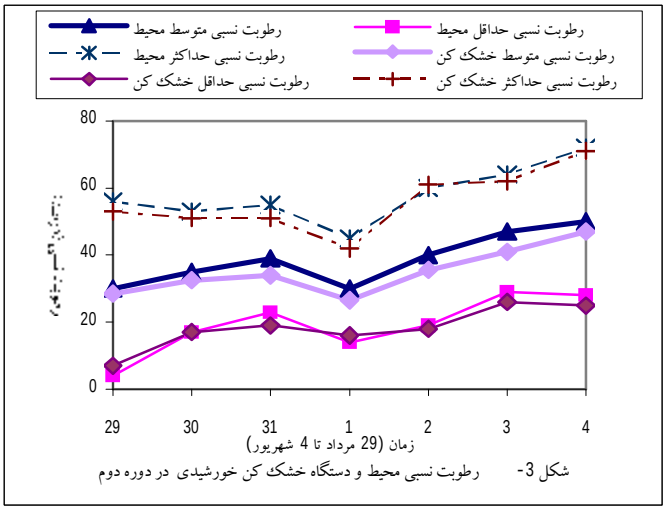
* نتایج میانگین 4 تکرار است.

ترکیبات محصولات کشاورزی بستگی زیادی به خصوصیات آب وهوایی، خاک و سایر عوامل محل کشت دارد. در این بررسی به دلیل بالا بودن عملکرد و میزان تولید زیاد آن در این استان و درصد مواد جامد محلول گوجه‌فرنگی رقم کورال، برای تهیه برگه گوجه‌فرنگی انتخاب شد.

شکل‌های 2 و 3 مقایسه رطوبت نسبی محفظه خشک کن و محیط را به ترتیب در دوره اول و دوم اجرا نشان می‌دهد. متوسط دمای داخل محفظه خشک‌کن و دمای محیط در دوره اول به ترتیب22/5 و 13 و در دوره دوم بترتیب درحدود 35/7 و 24 درجه سانتیگراد بود. اختلاف بین دما محفظه خشک‌کن و محیط در دو دوره اجرای آزمایش بدلیل شرایط آب وهوایی زمان انجام آزمایش می‌باشد. در دوره اول در زمان انجام عملیات خشک شدن بارندگی زیاد و هوا تقریباً خنک بود. بطوریکه دما بین 23/4- 5 درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی هوا نیز بین 94-23 درصد بود. ولی در دوره دوم در زمان انجام عملیات خشک کردن هوای بیرون گرم و بارندگی وجود نداشت. دما بین 13/4-35/4 درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی هوا نیز بین 72-4 درصد بود. دمای خشک کن به ترتیب 9/5 و 12 درجه سانتیگراد بیشتر از میانگین حرارت محیط می‌باشد. ماکاراجی و همکاران[1] نیز نشان دادند دمای خشک‌کن خورشیدی 18 تا 25 درجه سانتیگراد بالاتر از حرارت محیط است که نتایج این بررسی را تایید می‌کند.



شکل 2 رطوبت نسبی محیط و دستگاه خشک کن خورشیدی در دوره اول

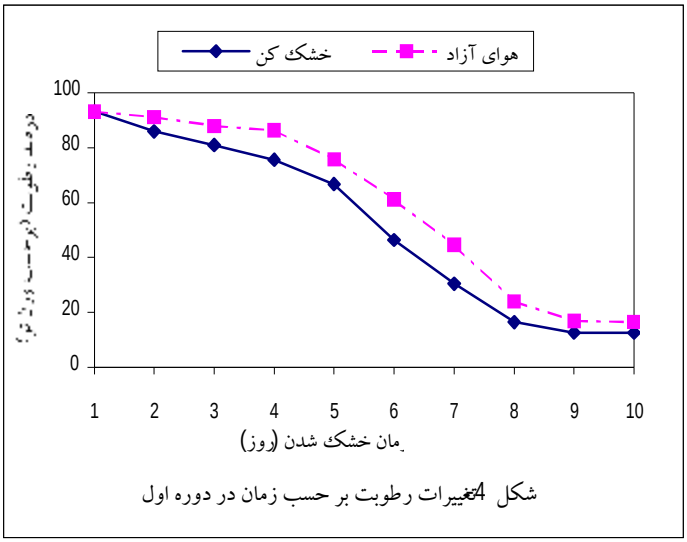


شکل 3 رطوبت نسبی محیط و دستگاه خشک کن خورشیدی در دوره دوم

1. Mukherjee et al.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل 4 تغییرات رطوبت بر حسب زمان در دوره اول

شکل 4 تغییرات رطوبت بر حسب زمان در دوره اول

شکل 4 تغییرات رطوبت برگه‌های گوجه فرنگی را نسبت به زمان به ترتیب در دوره اول را نشان می‌دهد. نتایج حاصل از تعیین مقدار رطوبت گوجه فرنگی‌ها حاکی است در دوره اول اجرای طرح درصد رطوبت نمونه‌های خشک شده در خشک‌کن خورشیدی در حدود 25 درصد کمتر از نمونه‌های خشک شده در هوای آزاد بود در حالیکه در دوره دوم اختلاف معنی‌داری بین درصد رطوبت نمونه‌های خشک شده در هر دو روش وجود ندارد. در خشک کردن مواد غذایی دو عامل بسیار مهم است. اول تامین حرارتی که باید برای تبخیر آب به محصول داده شود. دوم خارج ساختن آب و بخار آب از محصول و محیط اطراف آن است. از عوامل مهم در انتقال انرژی و انتقال ماده عبارت از درجه حرارت، سرعت تهویه و خشکی هوا می‌باشد. لذا هرچه دمای محیط گرماده نسبت به محصول بالاتر باشد قدرت کشش بخار آب آن از محصول زیادتر است. بنابر این به دلیل بالا بودن دمای خشک کن از دمای محیط باید سرعت خشک کردن در خشک کن بیشتر باشد. اما سرعت خشک شدن در هوای آزاد و داخل خشک‌کن علی رغم اختلاف دمای 12-9/5 درجه سانتیگراد به یکدیگر نزدیک است و اختلاف زیادی نسبت به یکدیگر ندارد مخصوصاً در سال دوم اجرا. چون عامل دیگری که مطرح است افزایش رطوبت نسبی هوا و اشباع شدن آن از بخار آب می‌باشد. با وارد شدن رطوبت محصول در هوا، اگر عمل تهویه صورت نگیرد رفته رفته درصد بخار آب افزایش یافته تا هوا از رطوبت اشباع می‌شود. این پدیده قدرت خشک کنندگی خشک کن را کاهش می‌دهد. بنابر این به دلیل محدودیت تهویه هوا در خشک‌کن و وجود جریان هوا در بیرون از خشک کن باعث شده سرعت خشک شدن در هوای آزاد و داخل خشک‌کن اختلاف زیادی نسبت به یکدیگر نداشته باشند.

در نتیجه تنها سعی در افزایش دمای محیط برای خشک کردن کافی نبوده و خشک‌کن‌های خورشیدی باید با تجهیزات بیشتری پا به عرصه رقابت گذارد. از این تجهیزات می‌توان فن‌های تهویه، سیستم‌های دریچه‌ای باز و بسته شونده اتوماتیک و مواد ایزوله کننده مناسب را نام برد.

نتایج تجزیه آماری نشان می‌دهد روشهای خشک کردن و تاثیر متقابل روشهای آماده سازی و خشک کردن بر درصد ضایعات گوجه فرنگی بترتیب در سطح 1 و 5 درصد معنی‌دار است (جدول شماره 2).

جدول 2 خلاصه تجزیه واریانس فاکتورهای کیفی برگه‌های گوجه فرنگی

منابع متغیر	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		رطوبت	نمک	قابلیت آبگیری	درصد ضایعات	رنگ	طعم و مزه
روشهای خشک کردن(A)	1	7/55*	0/09ns	8/97ns	144/4**	1/281ns	1/123ns
روشهای آماده‌سازی(B)	2	7/674*	1/96*	17/86*	12/12ns	2/762*	2/921*
B *A	2	4/24ns	0/08ns	ns 3/46	56/70*	1/921ns	0/540ns
اشتباه	15	14/253	0/09	30/119	72/11	0/854	1/331
ضریب تغییرات (%)	-	13/28	8/43	7/26	9/39	25/29	33/53

*در سطح 5 درصد معنی‌دار * *در سطح 1 درصد معنی‌دار
ns غیر معنی‌دار

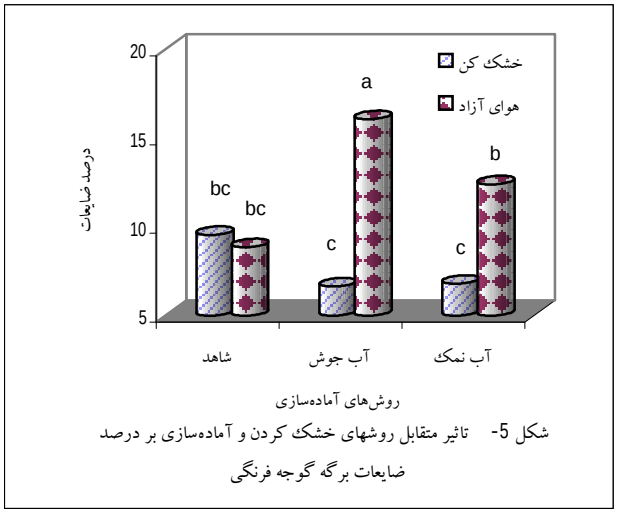
www.SID.ir

Archive of SID

درصد ضایعات در خشک‌کن نسبت به هوای آزاد حدود40 درصد کاهش یافته است. همچنین گوجه فرنگی‌های خشک شده در خشک کن از حمله حشرات، باران و گرد و خاک حفظ شدند بطوریکه گوجه فرنگی‌های خشک شده، دارای رنگ بهتر و کیفیت بهداشتی بالاتری بودند. شکل 5 نیز تاثیر متقابل روشهای آماده سازی و خشک کردن را بر درصد ضایعات گوجه فرنگی نشان می‌دهد. نتایج حاصل از تحقیقات شیارتی و همکاران[1] در مورد خشک‌کن خورشیدی تونلی برای خشک کردن انگور، گوجه فرنگی، سیب زمینی و پیاز نشان می‌دهد که آلودگی محصولات خشک‌کن ده برابر یا بیشتر کاهش یافته است.که با نتایج این بررسی مطابقت دارد.

جدول 3 مقایسه میانگین تیمارها بر فاکتورهای کیفی برگه گوجه فرنگی

نوع تیمار	رطوبت (درصد)	رنگ (بر اساس ارزیابی حسی)	طعم و مزه (بر اساس ارزیابی حسی)
شاهد	11/8a	3/00b	3/70b
آب جوش	9/57b	3/80a	3/25 b
آب نمک جوش	12/67a	4/15a	4/20a



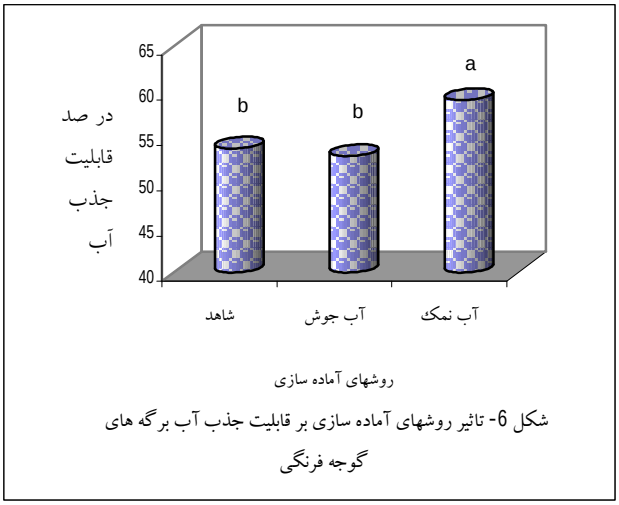
شکل 5- تاثیر متقابل روشهای خشک کردن و آماده‌سازی بر درصد ضایعات برگه گوجه فرنگی

شکل 5 تاثیر متقابل روشهای خشک کردن و آماده سازی بر درصد ضایعات برگه گوجه فرنگی

1. Shiarty et al. ,

اثر روشهای آماده سازی بر مقدار رطوبت، اسیدیته، نمک، قابلیت جذب آب مجدد، رنگ و طعم و مزه برگه‌ها در سطح 1 درصد معنی‌دار شد. مقایسه میانگین‌ها حاکی است مقدار رطوبت‌گوجه‌فرنگی‌های تثبیت شده با آب نمک جوش و شاهد در یک گروه آماری قرار دارند ولی درصد رطوبت گوجه فرنگی‌های تثبیت شده با آب جوش کمتر از سایر تیمارها بود (جدول شماره3).

قابلیت جذب آب برگه‌های تثبیت شده با آب نمک بیشتر می‌باشد. اما برگه‌های تثبیت شده با آب جوش و شاهد در یک گروه آماری قرار دارند (شکل شماره 6). استفاده از فرایند آنزیم‌بری برای خشک کردن گوجه فرنگی، قابلیت جذب آب محصولات خشک شده را به طور معنی‌داری افزایش داده است.



شکل 6- تاثیر روشهای آماده سازی بر قابلیت جذب آب برگه های گوجه فرنگی

شکل 6 تاثیر روشهای آماده سازی بر قابلیت جذب آب برگه های گوجه فرنگی

مقایسه میانگین‌های ارزیابی حسی برگه‌ها نشان می‌دهد گوجه فرنگی‌های تثبیت شده با آب جوش و آب نمک جوش 2/5 درصد دارای رنگ و گوجه فرنگی‌های تثبیت شده با آب نمک جوش 2/5 درصد دارای طعم و مزه مطلوبتری بودند (جدول شماره 4). علت بالا بودن کیفیت رنگ به دلیل غیر فعال شدن آنزیمهای عامل تغییر رنگ در اثر عمل تثبیت بوده و استفاده از آب نمک و بالا بودن اسیدیته برگه‌ها نیز می‌تواند علت بهبود معنی‌دار طعم و مزه برگه‌ها باشد.

تریپتای و نایرنکر (1989) خاطر نشان کردند در اثر عمل تثبیت گوجه فرنگی‌ها در آب جوش و محلول 2/5 درصد

www.SID.ir

Archive of SID

نمک به مدت 60 ثانیه، فعالیت آنزیم پکتین متیل استراز 31/6 درصد کاهش می‌یابد. اولاندا و همکـاران (1990) نیـز نـشان دادند عمل تثبیت قبل از خشک کردن موجب بهبـود رنـگ و ظاهر محصول می‌گردد که نتایج این مطالعه را تایید می‌کنند.

4- منابع

[1] Ampratwum, D. B. 1998. Design of solar for date. Agricaltural Machanization in Asia , Africa and Latin America. 29(3):59-62.

[2] Bassnoni, A.A. and Tayeb, V. 1982. Solar drying of tomato in the form of sheets. Drying symposium (3rd). P: 385-389.

[3] Bhatti, S. and Varma, V. 1995. Fruit and vegetable processing. CBSS. P:106-115.

[4] FAO. 2005. www.fao.org.

[5] Gupta, R. G. and Nigrankar, V. 1984. Drying of tomatoes. J. Food Sci. Technol. 21(6): 372- 376.

[6] Imre, L.1997. Solar dryers. Industrial drying of foods. Christopher. G. J. Baker. P:210-216.

[7] Kalbasi, A. and Fatemian. 2001. Effects of osmotic dehydration properties on guality criteria of sliced golden Delicious apple. Iranian J. Agric. Sci. 32(4): 835-845. (In Farsi).

[8] Kareem, M. I. A., Mohamed, B. B. and Osman, E. M.. 1978. Factor in fluencing the rehydration of tomato slices. J. Food Sci. Technol. 10: 69-79.

[9] Mahamadi Mazraeh, H. and Zomorodi, SH. 2000. Role of people in use of renewable and environmental compatible energies. 3RD Village & Energy on ference. 23-24 Feb.Sari. Iran. (In Farsi).

[10] Mermahamadi, M. A. and Gane Basiri, M. 1367. Analaysis of world energy condition. Iranian J. Kimya. 6:8-12. (In Farsi).

[11] Mukherjee, S., Bandyopadhyay, S. and Bose, A. N. 1990. An improved solar dryer for fish drying in the Coastal belt. J. Food. Sic. Technol. 27(3):175-177.

[12] Patil, R. T. 1989. Drying studies on black pepper. J. Food Sci. Tech.26(4):230-231

[13] Punna- Reddy, K., Sudhakara, N. S., Rudra- Setty, T. M. and Surga- Prakesh, V. 1991. Drying of anchories (Stolephorus indicus) in a solar polythene tent. (8)

[14] Olorunda, A.B., Aworh, O. C. and Ohuoha, C. N. 1990. Upgraing quality of dried tomato:effect of drying methods, conditions and pre drying treatments. J. Sci. Food and Agric. 52(4): 442-454.

[15] Sacilik, R., Keskin, R. and Elicin, A. K. 2006. Mathematical modeling of solar tunnel drying of thin layer organic tomato. J. Food Enginerring. 73(3): 231-238.

[16] Shiarty, E. L., Mueller, T. and Muehlbauer, W . 1992. Drying fruits and vegetables with solar energy in Egypt. Agric. Mechanization. 22(4): 61-64.

[17] Tripathi, R. N. and Niranker, N. 1989. Effect of starch dipping on quality of dehydrated tomato slices. J. Food Sci.Technal. 26(3):137-141.

[18] Zomorodi, SH. and Mahamadi Mazraeh, H. 2002. Adaptation of industry with environmental by using of solar dryers. Iranian J. Zeitun. Vol. 150: 24-27. (In Farsi).

www.SID.ir

Archive of SID

The study of the effects of pretreatment methods in solar drying procesess on the quality of dried slice tomatoes

Zomorodi, SH. [1*], Mohammadi Mazraeh, H.[1] Khosroshahi Asl, A.[2]

1-Members of Scientific Board Engineering Department of Agricultural Research Center of Western Azarbijan
2- Professor, Faculty of Agriculture, University of Urmia

In order to increase the heat efficiency of solar driers a shelf type solar dryer with two collectors was designed and constructed in Agriculture Research Center of West Azarbaijan, and used to dry tomatoes slices. This experiment was conducted by complete randomized factorial experimental design in 2 factors and 4 replicates. The first factor was pretreatment in 3 levels, without pretreatment (control), dipping in boiling water for 15 second and dipping in 2/5% boiling brine for 10 seconds and second factor was drying method in two levels, open sun drying and shelf type solar dryer. The analysis of the results showed that average temperature of inside of the solar dryer in first and second years were 9/5 and 12 higher than the average ambient temperature respectively. The results also showed that in the first year the moisture contents of dried tomatoes produced using solar dryer was about 25% the lower than that produced by open sun drying, while in second year moisture contents were not significantly different. Also blanched slices in 2/5 % boiling brine had little damage, more rehydration ratio and better color in comparasion with other treatments. The percentage of damage and contamination of the sliced produced using solar dryer was reduced by 40% in comparison with. The samples dried in open air. Therefore according to the results obtained, it is recommended to blanch slices with 2/5 % boiling brine solution for 10 seconds to get a better results.

Key words: Dried tomatoes, Solar drying, Pretreatment

[*]Corresponding author E-mail address:: szomord@yahoo.com

www.SID.ir