

بررسی پارامترهای مؤثر بر خواص کیفی کشمش حاصل از انگور بی دانه‌ی قرمز

محمد غلامی پرشکوهی^{1*}، مجید رشیدی¹، ایرج رنجبر¹، سعید عباسی¹

¹ گروه ماشین‌های کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تاکستان، تاکستان، ایران

تاریخ دریافت: 90/7/10 تاریخ پذیرش: 90/12/10

چکیده

دستیابی به شرایط بهینه در فرآیند خشک کردن می‌تواند اثر مهمی بر زمان فرآوری و بهبود شاخص‌های کیفی این محصول داشته باشد. پارامترهای دما، سرعت جابه‌جایی هوای گرم و روش آماده‌سازی محصول، عوامل اصلی مؤثر بر فرآیند خشک شدن انگور محسوب شده، نقش مهمی در کیفیت محصول نهایی ایفا می‌کنند. در این تحقیق، اثرات دما در چهار سطح 50، 60، 70 و 80 درجه‌ی سانتی‌گراد، سرعت جابه‌جایی هوای گرم در سه سطح 1، 2 و 3 متر بر ثانیه و روش آماده‌سازی محصول در چهار سطح بدون آماده‌سازی، آماده‌سازی با آب داغ، آماده‌سازی با کربنات پتاسیم 5% و 0/4% روغن زیتون و آماده‌سازی با هیدروکسید سدیم 5/0% بر روی شاخص‌های کیفی کشمش حاصل از خشک شدن انگور بی‌دانه‌ی قرمز، مورد بررسی قرار گرفت. نتایج، نشان داد پارامترهای دما، سرعت جابه‌جایی هوا و روش آماده‌سازی محصول، اثرات بسیار معنی‌داری بر شاخص قهوه‌ای شدن، بازآپوشی و چروکیدگی دارند. پارامترهای دما و آماده‌سازی بر روی اسیدیته، تاثیر معنی‌دار دارند. در مجموع، کشمش‌هایی که با روش آماده‌سازی آب داغ، آماده‌سازی با کربنات پتاسیم 5% و 0/4% روغن زیتون و آماده‌سازی با هیدروکسید سدیم 5/0% در دمای 93 درجه‌ی سانتی‌گراد، در دمای °C 70 به دست آمده‌اند، دارای کیفیت بهتری می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: کیفیت کشمش، آماده‌سازی، دما، سرعت جابه‌جایی هوا، خشک کردن جابه‌جایی.

1 - مقدمه

در اکثر مناطق کشور، کشمش به روش سنتی تهیه می‌گردد. برای تهیه‌ی سنتی کشمش از وزن یا بارگاه استفاده می‌شود و آن محیطی است که برای خشک کردن انگور در هوای آزاد به کار می‌رود. محوطه‌ی این بارگاه باید دور از جاده‌های خاکی و یا اصطبل حیوانات باشد. در این روش، مدت زمان لازم برای خشک کردن طولانی است و مواد زائد مخصوصاً گرد و خاک به آن اضافه می‌شود و در برخی مناطق که پایین زودرس دارند کیفیت کشمش کاهش می‌یابد و در اثر پوسیدگی از بین می‌رود. کنترل کیفیت کشمش در این روش، غیر عملی است و دلیل آن هم تابش اشعه ماوراء بنفش خورشید به جبهه‌ها است که سبب تجزیه‌ی قند جبهه‌ها می‌شود. امروزه برای تهیه‌ی سریع کشمش با کیفیت بهتر که عاری از مواد زائد باشد از دستگاه‌های خشک کن استفاده می‌شود که از آن میان خشک کن‌های جابه‌جایی اجباری¹ (خشک کن با جریان هوای داغ) و خشک کن‌های خورشیدی برای این منظور، مورد استفاده قرار می‌گیرند. برای کوتاه کردن مدت زمان خشک شدن و بالا بردن کیفیت کشمش حاصله باید خشک کن با جریان هوای داغ طراحی و ساخته شود. در این میان، پارامترهای مختلفی چون دما، سرعت جابه‌جایی هوای گرم، روش آماده‌سازی بر کیفیت و زمان خشک شدن انگور تاثیر می‌گذارند که بسته به رقم و شرایط محیطی منطقه، شدت اثرات این پارامترها متفاوت می‌باشد. فرآیند خشک شدن باید به گونه‌ای باشد که با توجه به زمان آن، کم‌ترین تغییر را در شاخص‌های کیفی محصول ایجاد نماید. بررسی پارامترهای دما، سرعت جابه‌جایی هوا و روش آماده‌سازی بر زمان و آهنگ خشک شدن انگور بی‌دانه‌ی قرمز انجام شد. نتایج، نشان داد که پارامترهای دما، سرعت جابه‌جایی هوا و آماده‌سازی محصول اثرات معنی‌داری بر زمان و متوسط آهنگ خشک شدن دارند. تاثیر روش آماده‌سازی بر فرآیند خشک شدن انگور بسیار زیاد می‌باشد و در برخی دماها، زمان خشک شدن را تا 68% کاهش می‌دهد. افزایش دما نیز در برخی از روش‌های آماده‌سازی تا 66/5% زمان خشک شدن را کاهش می‌دهد. افزایش سرعت جابه‌جایی هوای گرم نیز می‌تواند تا حدود 8/3% زمان خشک شدن محصول را کاهش دهد (4).

اثرات تیمارهای آماده‌سازی بر روی شدت خشک کردن انگور بی‌دانه توسط دویماز و پالا² (2002) بررسی گردید. در این تحقیق، انگور بی‌دانه با رطوبت اولیه‌ی 80/5 و 73/3 درصد تحت 2 تیمار آماده‌سازی قرار گرفت. تیمار اول، شامل غوطه‌وری در محلول کربنات پتاسیم (5 درصد) و 0/05 کیلوگرم روغن زیتون در دمای محیط و به مدت یک دقیقه و تیمار دوم، شامل غوطه‌وری در محلول کربنات پتاسیم (5 درصد) و 0/2 کیلوگرم اتیل اولئات در دمای محیط و به مدت یک دقیقه بود. دماهای آزمایش 32، 50، 60 و 70 درجه‌ی سانتی‌گراد و سرعت جریان هوا در خشک کن 1/2 متر بر ثانیه بود. در طول فرآیند خشک شدن، سرعت جابه‌جایی هوا، وزن، رطوبت و رنگ نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. نتیجه آزمایش‌ها نشان می‌دهد که آهنگ خشک شدن انگور در تیمار دوم، بیش‌تر از تیمار اول و شدت قهوه‌ای شدن نیز در آن کم‌تر بود (6).

ماتئو³ و همکاران (2000) در تحقیقی یک روش فیزیکی متفاوت برای بالا بردن شدت خشک کردن انگور بی‌دانه به کار برده شد. این روش که ساینده شدن سطح انگور توسط یک وسیله‌ی ساینده است با روش مرسوم غوطه‌وری در اتیل اولئات مقایسه گردید. آن‌ها دریافتند که دو روش از لحاظ سرعت خشک کردن مشابه هم می‌باشد ولی کشمش حاصل از روش آماده‌سازی ساینده، رنگ تیره‌تری به خود می‌گیرد. در این تحقیق، همچنین آهنگ خشک کردن توسط یک مدل ریاضی بیان و ضریب نفوذ نیز تعیین گردید (9).

وازکوز⁴ و همکاران (2000)، آهنگ خشک شدن انگور (رقم Muscatel) را در دمای 60 درجه‌ی سانتی‌گراد و رطوبت نسبی 22 درصد با روش‌های آماده‌سازی مختلف تعیین نمودند آن‌ها نتیجه گرفتند که آماده‌سازی در مدت زمان 3 دقیقه همراه محلول 7 درصد کربنات پتاسیم و روغن زیتون 0/4 درصد در دمای 60 درجه‌ی سانتی‌گراد مدت زمان خشک کردن را از 80 به 20 ساعت کاهش می‌دهد. در این تحقیق، مقدار ضریب نفوذ موثر در محدوده‌ی $10^{-10} m^2 s^{-1} * (1/2 - 2/8)$ تعیین شد (12).

اثرات روش‌های آماده‌سازی بر روی روند خشک کردن انگور و شاخص‌های کیفی فرآورده‌ی نهایی توسط پنگوانه⁵ و

2 - Doymaz and pala

3 - Matteo

4 - Vazquez

5 - Pangavhane

1 - Forced (air) convection

جریان هوا توسط یک دمنده که در زیر المنت‌ها قرار دارد کنترل می‌شود. میزان هوا دهی این دمنده‌ها در محدوده‌ی 180-220 متر مکعب بر ساعت توسط یک دیمر قابل تنظیم می‌باشد. در فاصله‌ای حدود 40 سانتی متر بالاتر از ظرف نمونه، دریچه‌هایی برای خروج هوای مرطوب تعبیه شده است. برای اندازه‌گیری دما دو حسگر دما در قسمت زیرین و رویی سطح حامل نمونه تعبیه شده است و دمای هوا را قبل و بعد از تماس با نمونه‌های آزمایش، اندازه‌گیری می‌نماید. عملیات داده‌برداری در فواصل زمانی 30 دقیقه به وسیله‌ی یک ترازوی دیجیتال با دقت $0/01 \pm$ گرم انجام و نتایج آن از ابتدا تا انتهای آزمایش ثبت گردید.

برای اندازه‌گیری سرعت جابه‌جایی هوای گرم در خشک‌کن از دستگاه سرعت‌سنج هوا³ مدل AM-4201 شرکت لوترون⁴ استفاده شد. این دستگاه، قابلیت اندازه‌گیری سرعت عبور هوا تا 20 متر بر ثانیه را دارا می‌باشد. برای تنظیم سرعت هوای ورودی، ابتدا پروانه‌ی دستگاه سرعت سنج هوا در محل عبور هوا قرار داده و سرعت عبور هوا توسط دستگاه قرائت شد. پس از آن با استفاده از دیمر مربوطه به دمنده‌ی دستگاه خشک‌کن، سرعت عبور هوا به میزان دلخواه تنظیم می‌شد. با استفاده از دماسنج و رطوبت‌سنج مدل HT-3003 شرکت لوترون در طول آزمایش‌ها تغییرات دمای آزمایشگاه و رطوبت نسبی هوای محیط اندازه‌گیری شد. وسایل آزمایشگاهی مورد نیاز علاوه بر وسایل معمول، عبارت بودند از آون خلاء با قابلیت ایجاد فشار مطلق تا 150 میلی بار، دماسنج جیوه‌ای، رفراکتومتر⁵، پتری‌دیش، ظروف پلاستیکی و هیتر برقی. مواد شیمیایی مورد نیاز عبارتند از: کربنات پتاسیم، هیدروکسید سدیم و روغن زیتون.

2-2- آزمایش‌های خشک‌کردن

در این تحقیق، اثر عوامل مختلف شامل آماده‌سازی، سرعت جریان و دمای هوای گرم خشک‌کن، بر انگور بی‌دانه‌ی قرمز، مورد بررسی قرار گرفت. تیمارهای آزمایش، شامل آماده‌سازی در چهار سطح، دما در 4 سطح و سرعت هوا در 3 سطح بود. تیمارهای آماده‌سازی به کار گرفته‌شده عبارتند از:

1- تیمار شاهد (بدون آماده‌سازی) [P₁] -2 تیمار آب داغ در دمای 95 درجه‌ی سانتی‌گراد و زمان 150 ثانیه
2 [P₂] -3 تیمار کربنات پتاسیم 5 درصد و 0/4 درصد روغن

همکاران (1999) بررسی گردید. آزمایش‌ها در یک خشک‌کن با دمای هوای 60 درجه‌ی سانتی‌گراد و سرعت جابه‌جایی 0/5 متر بر ثانیه و تیمارهای آماده‌سازی مختلف انجام گردید. نتایج نشان داد که روش آماده‌سازی انگور با محلول هیدروکسید سدیم، آهنگ خشک کردن انگور را در مقایسه با روش‌های دیگر به کار رفته به طور معنی‌داری افزایش می‌دهد (10).

دویماز¹ (2004) نشان داد که استفاده از اتیل اولئات و متابی سولفیت پتاسیم در زمان خشک کردن زردآلو موثر می‌باشد (7). همچنین در بررسی مدل‌های ریاضی خشک شدن انگور، مدل پیچ را به عنوان بهترین مدل انتخاب نمود (8).

2- مواد و روش‌ها

2-1- مواد

آزمایش‌ها بر روی انگور بی‌دانه‌ی قرمز² انجام شد. انگور مورد نیاز از منطقه‌ی تاکستان قزوین تهیه شد. شهرستان تاکستان در غرب استان قزوین واقع شده است. استان قزوین در حوزه‌ی مرکزی ایران بین 48 درجه و 45 دقیقه تا 45 درجه و 50 دقیقه شرقی از نصف‌النهار گرینویچ و 35 درجه و 27 دقیقه تا 36 درجه و 45 دقیقه‌ی عرض شمالی نسبت به خط استوا قرار دارد. رطوبت اولیه‌ی انگور در حدود (68-72) درصد و قطر دانه‌های آن در حدود 1/5-1/2 سانتی متر بود. درصد قند متوسط انگور نیز 26/52 درصد بود. انگورها در سردخانه و دمای حدود 1 ± 4 درجه‌ی سانتی‌گراد در مدت آزمایش نگه‌داری شدند.

برای انجام عملیات خشک کردن از سه عدد خشک‌کن آزمایشگاهی ثابت (از نوع جابه‌جایی هوای متقاطع) استفاده گردید. خشک‌کن‌های مورد استفاده برای خشک کردن میوه‌ها و سبزیجات مناسب بوده و دارای یک صفحه مشبک می‌باشند که جریان هوا به صورت متقاطع و از زیر به محصول در حال خشک شدن برخورد می‌نماید. ابعاد هر کدام از خشک‌کن‌ها عبارت است از طول و عرض 40 سانتی متر و ارتفاع 165 سانتی متر. قسمت نمونه‌گیر دارای حدود 100 سانتی متر فاصله از کف دستگاه و حدود 60 سانتی متر فاصله تا سقف خشک‌کن بود. هر کدام از این خشک‌کن‌ها دارای دو منبع حرارتی مستقل می‌باشند که یکی به وسیله‌ی کامپیوتر و دیگری به صورت دستی کنترل می‌گردد.

3 - Anemometer

4 - Lutron

5 - Refract meter

1 - Doymaz

2- Black currant grape

به دست آمده از خشک‌شدن انگوره‌های تحت آزمایش، اندازه‌گیری چهار پارامتر اسیدیته، شدت قهوه‌ای‌شدن، میزان جذب مجدد آب و چروکیدگی به شرح زیر انجام شد.

2-3-1- اسیدیته

اسیدیته‌ی نمونه‌ها بر مبنای تیتراسیون آزمون با محلول سود 0/1. مولار در حضور معرف فنل فتالین انجام گردید (5). نمونه به وسیله‌ی آسیاب برقی به طور یکنواخت خرد شده، مقدار 5 گرم از آزمون با دقت $0/01 \pm$ گرم درون بالن سر سمباده‌ای، توزیع می‌شود. مبرد به بالن متصل و محتویات آن، درون حمام آب جوش به مدت 30 دقیقه حرارت داده می‌شود. پس از خنک شدن بالن، محتویات آن به صورت کمی به درون فلاسک 50 میلی لیتری منتقل و تا علامت (50 میلی لیتر) با آب، رقیق می‌شود. محتویات فلاسک مخلوط و توسط قیف بوختر و صافی فیلتر می‌گردد. به وسیله‌ی پیپت، 25 میلی لیتر از مخلوط صاف شده به بشر 50 میلی لیتری دارای همزن انتقال داده شده و 0/5 میلی لیتر معرف فنل فتالین به آن اضافه می‌گردد. ضمن هم زدن مداوم مخلوط با استفاده از بورت حاوی سود 0/1 مولار، تیتراسیون تا حصول یک رنگ صورتی ماندگار به مدت 30 ثانیه، انجام می‌گردد. میزان اسیدیته‌ی آزمون از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:

$$(2) \quad (\%) \text{ اسید مالیک} = \left(\frac{50}{m} \right) \times v \times C \times \left(\frac{100}{v_0} \right) \times 0.067$$

که در آن m وزن آزمون بر حسب گرم، v حجم سود مصرفی در تیتراسیون بر حسب میلی لیتر، C مولاریته سود و v_0 حجمی از مخلوط صاف شده که تیترا می‌شود بر حسب میلی لیتر می‌باشد. با در نظر گرفتن مقادیر m، C و v_0 مورد استفاده در آزمایش، ساده شده رابطه‌ی فوق به صورت زیر خواهد بود:

$$(3) \quad v = 0/268 \times 100 \text{ گرم نمونه} / \text{گرم اسید مالیک}$$

2-3-2- شاخص قهوه ای شدن

شاخص قهوه ای شدن نمونه‌ها بر مبنای استخراج رنگدانه‌های قهوه‌ای از آزمون توسط محلول آبی اسیداستیک - فرمالدهید 2% - 1% (حجمی) و اندازه‌گیری جذب در 420 و 600 نانومتر می‌باشد (5). نمونه‌ها به وسیله‌ی آسیاب برقی به طور یکنواخت خرد شده، مقدار 5 گرم از آزمون، با دقت $0/01 \pm$ گرم درون ارلن توزین می‌گردد. توسط استوانه‌ی مدرج، 50 میلی لیتر محلول آبی اسید استیک - فرمالدهید به آزمون افزوده، به مدت 10 دقیقه بر روی سطح افقی به طور ساکن قرار می‌گیرد. توسط همزن با یک

زیتون در دمای محیط و زمان 5 دقیقه [P₃] (3) 4- تیمار هیدروکسید سدیم 0/5 درصد در دمای 93 درجه‌ی سانتی‌گراد و زمان 5 ثانیه و شست و شو با آب سرد حدود 5 دقیقه [P₄] (10).

متغیر دمای خشک‌کن در چهار سطح 50، 60، 70 و 80 درجه‌ی سانتی‌گراد و متغیر سرعت هوا نیز دارای سه سطح 1، 2 و 3 متر بر ثانیه بود. پس از آماده‌سازی، انگورها به مدت 2 ساعت در دمای محیط قرار داده شدند تا به حالت تعادل با محیط برسند. سپس، حدود 120-125 گرم از هر نمونه را بر روی سینی‌های خشک‌کن به صورت تک لایه قرار داده و سینی‌ها در داخل خشک‌کن گذاشته شدند. عملیات داده‌برداری (وزن کشی نمونه‌ها) در فواصل 30 دقیقه توسط یک ترازوی دیجیتال با دقت $0/01 \pm$ گرم انجام و نتایج آن از ابتدا تا انتهای فرایند ثبت گردید. این عمل تا زمانی که رطوبت محصول به حدود 15 درصد برسد ادامه می‌یافت. آزمایش‌ها در سه تکرار (طرح آماری کامل تصادفی در قالب فاکتوریل) اجرا شد و از خشک‌کن آزمایشگاهی ثابت استفاده گردید. پس از پایان آزمایش خشک‌کن کردن برای هر تیمار در سه تکرار اقدام به نمونه‌گیری شده و نمونه‌ها توسط یک ترازو با دقت $0/01 \pm$ گرم توزین شدند. سپس با استفاده از آون تحت خلا در دمای 70 درجه‌ی سانتی‌گراد و فشار 150 میلی بار به مدت 8 ساعت قرار داده شدند (11). پس از خشک شدن کامل، نمونه‌ها مجدداً توزین شدند. سپس با استفاده از رابطه‌ی (1)، مقدار رطوبت نمونه بر مبنای خشک تعیین گردید. با میانگین گیری از سه رطوبت به دست آمده، رطوبت تیمار آزمایش در پایان فرایند آزمایش، تعیین شد. پس از تعیین رطوبت تیمار در پایان آزمایش، وزن خشک تیمار از رابطه‌ی (1)، محاسبه گردید و سپس با استفاده از همان رابطه با در دست داشتن وزن تیمار آزمایش در فواصل زمانی ذکر شده، مقدار رطوبت در زمان‌های بالا به دست آمد.

$$(1) \quad M = \frac{M_w - M_d}{M_d}$$

در این رابطه، M ، M_w و M_d به ترتیب برابر مقدار رطوبت (db%)، وزن نمونه‌ی تر و نمونه‌ی خشک بر حسب کیلوگرم می‌باشد.

2-3-3- ارزیابی شاخص‌های کیفی کشمش

پس از انجام آزمایش‌های خشک کردن در آزمایشگاه به منظور بررسی اثر تغییرات هر یک از پارامترهای دما، سرعت جابه‌جایی هوای و روش آماده‌سازی بر روی شاخص‌های کیفی کشمش‌های

2-4- آنالیز آماری

پس از اجرای آزمایش‌های مربوط به تغییرات چهار شاخص فاکتورهای کیفی در تیمارهای آزمایش با استفاده از نرم افزار آماری استاتستیکا¹، تجزیه و تحلیل داده‌ها مطابق طرح آماری کاملاً تصادفی در قالب آزمایش‌های فاکتوریل و در سه تکرار انجام شد و پس از تجزیه‌ی واریانس داده‌ها، مقایسه‌ی میانگین‌های به دست آمده به وسیله‌ی آزمون دانکن در سطح 1% یا 5% صورت گرفت. تمامی نمونه‌ها نشانه‌گذاری شده و دارای کد اختصاری بودند.

3- نتایج و بحث

3-1- خواص کیفی کשמش حاصل از انگور بی‌دانه‌ی قرمز 3-1-1- شاخص قهوه‌ای شدن کשמش حاصل از انگور بی‌دانه‌ی قرمز

نتایج تجزیه‌ی واریانس داده‌های آزمایش‌های اندازه‌گیری شاخص قهوه‌ای شدن کשמش حاصل از انگور بی‌دانه‌ی قرمز در جدول (1)، آورده شده است. از تجزیه و تحلیل داده‌های به دست آمده، نتیجه‌گیری شد که تغییر پارامترهای دما، سرعت جابه‌جایی هوا و آماده‌سازی محصول اثرات بسیار معنی‌داری بر شاخص قهوه‌ای شدن در سطح 1% دارند. همچنین، تمام اثرات متقابل بین متغیرهای دما، سرعت جابه‌جایی هوا و آماده‌سازی محصول بر شاخص قهوه‌ای شدن در سطح 1% معنی‌دار می‌باشند. مشابه این نتیجه قبلاً توسط رامهرمزیان برای روش‌های دیگر آماده‌سازی گزارش شده بود (2). با توجه به جدول مقایسه‌ی میانگین‌ها (جدول 2)، نتیجه‌گیری می‌شود که شاخص قهوه‌ای شدن با افزایش دما کاهش می‌یابد. علت آن به خاطر کاهش زمان خشک شدن می‌باشد. روش آماده‌سازی و سرعت جابه‌جایی هوا نیز در شاخص قهوه‌ای شدن تاثیر دارد که بسته به نوع و روش آماده‌سازی متفاوت است. علت آن را می‌توان در تاثیر عواملی مانند pH محصول، میزان رطوبت و موادی که در آماده‌سازی استفاده می‌شوند، دانست. در فرآیند خشک کردن مواد غذایی قهوه‌ای شدن از مرکز ماده آغاز می‌شود و در پایان فرآیند خشک کردن که مقدار رطوبت کاهش می‌یابد، بیش‌تر می‌شود (1).

همزن مغناطیسی با سرعت بالا، عمل استخراج انجام می‌گیرد. مخلوط حاصل، توسط قیف بوختر و صافی فیلتر و مخلوط فیلتر شده به درون ارلن مدرج منتقل و با محلول آبی اسید استیک - فرمالدهید به حجم 200 میلی لیتر رسانده می‌شود. میزان جذب مخلوط نهایی، در طول موج‌های 420 و 600 نانومتر در اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری می‌شود، ضمن اینکه از مخلوط آبی اسید استیک - فرمالدهید 0/02 - 0/01 حجمی برای تنظیم و صفر کردن اسپکتروفتومتر استفاده می‌گردد. شاخص قهوه‌ای شدن آزمون برابر با اختلاف بین میزان جذب در طول موج‌های 420 و 600 نانومتر می‌باشد.

2-3-3- بازآبپوشی

بازآبپوشی نمونه‌ها بر مبنای ریختن آزمون در آب و اندازه‌گیری افزایش وزن می‌باشد (5). وزن اولیه هر آزمون با دقت 0/01 ± گرم تعیین و درون بشر قرار می‌گیرند. به بشرها آب اضافه می‌شود به طوری که دانه‌های کשמش کاملاً درون آب قرار گیرند. در فواصل زمانی 15 دقیقه، دانه‌های کשמش به وسیله‌ی پنس از آب بیرون آورده شده به آرامی بر روی دستمال کاغذی خشک قرار می‌گیرد به طوری که تنها آب سطحی نمونه‌ها جذب دستمال گردد. سپس با دقت 0/01 ± گرم توزین و مجدداً به داخل بشر محتوی آب برگردانده می‌شوند. این عمل تا زمانی که اختلاف دو توزین متوالی کم‌تر از 0/01 ± گرم شود، ادامه می‌یابد. بازآبپوشی آزمون از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{بازآبپوشی} = \frac{W_2 - W_1}{W_1} \times 100 \quad (4)$$

که W_1 و W_2 به ترتیب وزن آزمون قبل از آزمون و بعد از رسیدن به وزن ثابت می‌باشند.

2-3-4- میزان چروکیدگی

میزان چروکیدگی بر مبنای ریختن آزمون در حجم معینی از تولون درون استوانه مدرج و اندازه‌گیری حجم جابه‌جا شده تعیین می‌شود (5). بدین منظور در ابتدای آزمون خشک کردن 5 عدد حبه‌ی انگور انتخاب و حجم آن‌ها اندازه‌گرفته شد. بعد از خشک شدن انگورها مجدداً حجم آن‌ها اندازه‌گیری شد. میزان چروکیدگی نسبت حجم انگور خشک شده به حجم اولیه‌ی انگور می‌باشد.

جابه‌جایی هوا و روش آماده‌سازی بر میزان چروکیدگی تاثیر معنی‌دار دارد که بسته به دما متفاوت می‌باشد. خشک کردن در دمای 50 درجه‌ی سانتیگراد و آماده‌سازی P₁ و خشک کردن در دمای 80 درجه‌ی سانتیگراد و آماده‌سازی P₂ به ترتیب کم‌ترین و بیش‌ترین مقدار چروکیدگی را دارد.

3-1-4- اسیدیته کشمش حاصل از انگور بی‌دانه‌ی قرمز

نتایج تجزیه‌ی واریانس داده‌های آزمایش‌های اندازه‌گیری اسیدیته‌ی کشمش حاصل از انگور بی‌دانه‌ی قرمز در جدول (7)، آورده شده است. از تجزیه و تحلیل داده‌های به دست آمده، نتیجه‌گیری شد که تغییر پارامترهای دما و آماده‌سازی محصول اثرات بسیار معنی‌داری روی اسیدیته‌ی کشمش در سطح 1% دارند. همچنین، اثر متقابل بین این دو نیز در سطح 1% معنی‌دار می‌باشد. با استفاده از روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن، مقایسه‌ی میانگین‌ها انجام و نتایج آن در جدول (8) آمده است. با توجه به جدول مقایسه‌ی میانگین‌ها نتیجه‌گیری می‌شود که تغییرات اسیدیته بسته به دما و روش آماده‌سازی متفاوت می‌باشد به طوری که با افزایش دما میزان اسیدیته افزایش می‌یابد. روش آماده‌سازی محصول نیز در میزان اسیدیته تاثیر می‌گذارد که این تاثیر در دماهای مختلف متفاوت می‌باشد. علت آن را می‌توان نحوه‌ی تاثیر روش آماده‌سازی بر تغییرات ساختاری و شدت خشک کردن دانست.

3-2- امتیازدهی نتایج حاصل از آزمایش‌ها

با توجه به نتایج حاصله از تجزیه و تحلیل زمان و آهنگ خشک شدن (4) و نیز شاخص‌های کیفی فرآورده‌ی نهایی، هر یک از تیمارهای آزمایش امتیاز دهی گردیده و نتایج در جدول (9)، آمده است. شاخص‌های امتیاز دهی در این جداول عبارتند از: زمان خشک شدن که با توجه به زمان کاری یک کارگاه فرآوری حداکثر 12 ساعت (720 دقیقه) در نظر گرفته شد. حداقل پذیرش شاخص قهوه‌ای شدن به میزان 0/11، حداقل بازآپوشی به میزان 70%، حداقل چروکیدگی به میزان 0/23 و حداکثر اسیدیته نیز 1/3 در نظر گرفته شد (4). در صورت کسب هریک از شاخص‌های ذکر شده توسط تیمارها، ستون مربوط به تیمار مورد نظر دارای یک ستاره خواهد شد. با توجه به جدول، ملاحظه می‌گردد که دمای 70 درجه‌ی سانتی‌گراد با روش‌های آماده‌سازی P₂، P₃ و P₄ دارای بیش‌ترین امتیاز می‌باشند.

3-1-2- بازآپوشی کشمش حاصل از انگور بی‌دانه‌ی قرمز

نتایج تجزیه‌ی واریانس داده‌های آزمایش‌های اندازه‌گیری بازآپوشی کشمش حاصل از انگور بی‌دانه‌ی قرمز در جدول (3) آورده شده است. از تجزیه و تحلیل داده‌های به دست آمده نتیجه‌گیری شد که تغییر پارامترهای دما، سرعت جابه‌جایی هوا و آماده‌سازی محصول، اثرات بسیار معنی‌داری روی جذب مجدد آب در سطح 1% دارند. همچنین تمام اثرات متقابل بین متغیرهای دما، سرعت جابه‌جایی هوا و آماده‌سازی محصول بر روی بازآپوشی در سطح 1% معنی‌دار می‌باشند. با استفاده از روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن، مقایسه‌ی میانگین‌ها انجام و نتایج آن در جدول (4) آمده است. با توجه به جدول مقایسه‌ی میانگین‌ها، نتیجه‌گیری می‌شود میزان بازآپوشی در روش آماده‌سازی P₂ نسبت به سایر روش‌های آماده‌سازی بیش‌تر می‌باشد و در روش آماده‌سازی P₁ نسبت به سایر روش‌های آماده‌سازی کم‌تر می‌باشد. دما نیز در میزان بازآپوشی تاثیر می‌گذارد که تاثیر آن بسته به نوع ماده‌ی آماده‌سازی، متفاوت است. علت آن را می‌توان در تغییر بافت سطحی انگور در اثر آماده‌سازی دانست. هر قدر میزان بازآپوشی بیش‌تر باشد، تغییرات ساختاری کم‌تری در محصول رخ می‌دهد (1). در دمای 50 درجه‌ی سانتیگراد میزان بازآپوشی کم‌ترین مقدار را دارد و علت آن را می‌توان پایین بودن اختلاف رطوبت درون محصول دانست (1).

3-1-3- چروکیدگی کشمش حاصل از انگور بی‌دانه‌ی قرمز

نتایج تجزیه‌ی واریانس داده‌های آزمایش‌های اندازه‌گیری چروکیدگی کشمش حاصل از انگور بی‌دانه‌ی قرمز در جدول (5)، آورده شده است. از تجزیه و تحلیل داده‌های به دست آمده نتیجه‌گیری شد که تغییر پارامترهای دما، سرعت جابه‌جایی هوا و آماده‌سازی محصول اثرات بسیار معنی‌داری بر چروکیدگی در سطح 1% دارند. همچنین، تمام اثرات متقابل بین متغیرهای دما، سرعت جابه‌جایی هوا و آماده‌سازی محصول بر روی چروکیدگی در سطح 1% معنی‌دار می‌باشند. با استفاده از روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن، مقایسه‌ی میانگین‌ها انجام شد و نتایج آن در جدول (6)، آمده است. با توجه به جدول مقایسه‌ی میانگین‌ها (جدول 6) نتیجه‌گیری می‌شود که میزان چروکیدگی با کاهش دما کاهش می‌یابد که بسته به روش آماده‌سازی میزان آن متفاوت می‌باشد. با کاهش دما به دلیل این که تغییرات دمایی بین داخل و خارج محصول کم می‌شود چروکیدگی کم خواهد شد. سرعت

بررسی پارامترهای موثر بر خواص کیفی کשמش حاصل از انگور بی دانه قرمز

جدول 1- نتایج تجزیه واریانس داده‌های شاخص قهوه‌ای شدن کשמش حاصل از انگور بی دانه قرمز

F	MS	SS	درجه آزادی	منابع تغییر
1115/8**	0/13347	0/40042	3	دما
85/5**	0/01022	0/02044	2	سرعت هوا
124/5**	0/01489	0/04468	3	روش آماده سازی
50/2**	0/00601	0/03604	6	دما × سرعت هوا
116/4**	0/01392	0/12532	9	دما × آماده سازی
18/6**	0/00223	0/01337	6	سرعت × آماده سازی
34/1**	0/00407	0/07334	18	دما × سرعت هوا × آماده سازی
	0/00012	0/1148	96	خطا
		0/82629	143	کل

**= وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال 1%

جدول 2 - آزمون مقایسه‌ی میانگین شاخص قهوه‌ای شدن کשמش حاصل از انگور بی دانه قرمز

دما (°C)				سرعت هوا (m/s)	روش آماده‌سازی محصول
80	70	60	50		
FGH ₀ /280	J ₀ /315	FGH ₀ /277	C ₀ /201	1	P ₁
LM ₀ /358	LM ₀ /356	C ₀ /201	B ₀ /176	2	
H ₀ /303	J ₀ /313	BC ₀ /193	BC ₀ /190	3	
J ₀ /316	FG ₀ /272	FG ₀ /273	FGH ₀ /277	1	P ₂
N ₀ /451	HIJ ₀ /296	C ₀ /201	FGH ₀ /280	2	
DE ₀ /222	GHI ₀ /285	CD ₀ /209	FGH ₀ /281	3	
LM ₀ /356	J ₀ /308	E ₀ /231	CD ₀ /210	1	P ₃
LM ₀ /356	M ₀ /367	FGH ₀ /280	CD ₀ /205	2	
J ₀ /309	F ₀ /261	FG ₀ /268	CD ₀ /209	3	
K ₀ /336	FG ₀ /271	E ₀ /231	A ₀ /105	1	P ₄
KL ₀ /340	F ₀ /262	E ₀ /240	A ₀ /100	2	
KLM ₀ /347	FG ₀ /265	E ₀ /236	A ₀ /111	3	

*= حروف مشابه، نشانگر عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح 5% می‌باشد.

جدول 3- نتایج تجزیه‌ی واریانس داده‌های بازآپوشی کشمش حاصل از انگور بی‌دانه‌ی قرمز

F	MS	SS	درجه آزادی	منابع تغییر
2246/6**	5574/6	16723/7	3	دما
44/5**	110/3	220/6	2	سرعت هوا
9739/8**	24167.4/4	72502/6	3	آماده سازی
224/9**	558	3347/7	6	دما × سرعت هوا
206/3**	511/9	4607/2	9	دما × آماده سازی
246/5**	611/6	3669/4	6	سرعت × آماده سازی
128/9**	319/9	5758/5	18	دما × سرعت هوا × آماده سازی
	2/5	238/2	96	خطا
		107067/9	143	کل

**= وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال 1%

جدول 4 - آزمون مقایسه‌ی میانگین بازآپوشی کشمش حاصل از انگور بی‌دانه‌ی قرمز (دانکن 5%)

دما (°C)				سرعت هوا (m/s)	روش آماده‌سازی محصول
80	70	60	50		
^{HI} 40/83	^{HI} 39/76	^B 11/03	^A 5/44	1	P ₁
^J 43/538	^H 38/14	^C 14/19	^A 6/40	2	
^M 59/58	^E 26/07	^C 15/60	^B 9/17	3	
^P 70/14	^U 87/99	^V 92/22	^L 56/38	1	P ₂
^W 108/3	^T 85/41	^T 84/90	^O 66/84	2	
^Q 74/41	^U 89/04	^{MN} 59/95	^I 41/28	3	
^G 34/09	^G 35/05	^G 34/86	^C 15/72	1	P ₃
^F 30/86	^{FG} 32/96	^E 25/53	^D 19/56	2	
^S 81/88	^{FG} 32/86	^E 26/61	^C 16/08	3	
ST 82/77	^{QR} 75/90	^O 65/28	^Q 75/43	1	P ₄
^O 66/86	^R 78/38	^O 65/65	^P 71/27	2	
^{QR} 77/17	^Q 74/70	^N 62/44	^K 50/00	3	

**= حروف مشابه، نشانگر عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح 5% می‌باشد.

بررسی پارامترهای موثر بر خواص کیفی کشمش حاصل از انگور بی‌دانه قرمز

جدول 5- نتایج تجزیه‌ی واریانس تغییرات چروکیدگی کشمش حاصل از انگور بی‌دانه قرمز

F	MS	SS	درجه‌ی آزادی	منابع تغییر
4/9**	0/00183	0/00549	3	دما
8**	0/002993	0/00599	2	سرعت هوا
22/7**	0/008523	0/02557	3	آماده سازی
13/1**	0/004903	0/02942	6	دما × سرعت هوا
10/1**	0/003785	0/034067	9	دما × آماده سازی
9/5**	0/003563	0/021379	6	سرعت × آماده سازی
4/7**	0/001759	0/031654	18	دما × سرعت هوا × آماده سازی
	0/000375	036021	96	خطا
		0/0189591	143	کل

**= وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال 1%

جدول 6- آزمون مقایسه‌ی میانگین چروکیدگی کشمش حاصل از انگور بی‌دانه قرمز (دانکن 5%)

دما (°C)				سرعت هوا (m/s)	روش آماده‌سازی محصول
80	70	60	50		
BCDEFGHIJK ⁰ /250	ABCDEFGHI ⁰ /240	ABCDEFGH ⁰ /233	A ⁰ /210	1	P ₁
NO ⁰ /317	FGHIJKL ⁰ /262	ABCDE ⁰ /222	ABCD ⁰ /215	2	
FGHIJKL ⁰ /263	ABCDEFG ⁰ /231	ABCDEFG ⁰ /228	ABCDEFGHIJK ⁰ /248	3	
O ⁰ /330	ABCDEFGHI ⁰ /236	EFGHIJKL ⁰ /259	ABCDEFGHI ⁰ /240	1	P ₂
HJKLM ⁰ /271	ABCD ⁰ /215	AB ⁰ /211	ABCDEFGHI ⁰ /236	2	
ABC ⁰ /214	ABCDEFGHI ⁰ /237	BCDEFGHIJK ⁰ /249	CDEFGHIJK ⁰ /253	3	
ABCDEFG ⁰ /229	ABCDEFGHI ⁰ /246	MNO ⁰ /302	ABCDEFGH ⁰ /233	1	P ₃
NO ⁰ /317	GHIJKL ⁰ /265	KLMN ⁰ /286	O ⁰ /328	2	
EFGHIJK ⁰ /255	KLMN ⁰ /285	O ⁰ /329	ABCDEFGHI ⁰ /234	3	
ABCDEFGHIJK ⁰ /248	EFGHIJK ⁰ /255	JKLMN ⁰ /283	ABCDEFG ⁰ /232	1	P ₄
IJKLM ⁰ /273	KLMN ⁰ /286	CDEFGHIJK ⁰ /253	MNO ⁰ /303	2	
ABCDEF ⁰ /225	LMNO ⁰ /296	DEFGHIJK ⁰ /254	EFGHIJKL ⁰ /260	3	

*= حروف مشابه، نشانگر عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح 5% می‌باشد.

جدول 7- نتایج تجزیه‌ی واریانس تغییرات اسیدیته‌ی کشمش حاصل از انگور بی‌دانه‌ی قرمز

F	MS	SS	درجه‌ی آزادی	منابع تغییر
33/6 ^{**}	0/5058	1/5084	3	دما
1/1 ^{n.s}	0/0159	0/0318	2	سرعت هوا
8/3 ^{**}	0/1244	0/3733	3	روش آماده‌سازی
0/4 ^{n.s}	0/0058	0/0348	6	دما × سرعت هوا
7/5 ^{**}	0/1117	1/0053	9	دما × آماده‌سازی
0/4 ^{n.s}	0/0063	0/0378	6	سرعت × آماده‌سازی
0/5 ^{n.s}	0/0078	0/1397	18	دما × سرعت هوا × آماده‌سازی
	0/0149	1/4348	96	خطا
		4/5659	143	کل

^{**}= وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال 1%

^{n.s}= عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال 5%

جدول 8 - آزمون مقایسه‌ی میانگین اسیدیته‌ی کشمش حاصل از انگور بی‌دانه‌ی قرمز (دانکن 5%)

دما (°C)				سرعت هوا (m/s)	روش آماده‌سازی محصول
80	70	60	50		
FGHI ₁ /33	BCDEFGHI ₁ /22	BCDEFGHI ₁ /12	^A 0/854	1	P ₁
EFGHI ₁ /30	BCDEFGHI ₁ /22	AB ₁ /01	^A 0/844	2	
EFGHI ₁ /29	BCDEFGHI ₁ /21	ABC ₁ /02	^A 0/859	3	
BCDEFGHI ₁ /25	CDEFGHI ₁ /27	BCDEFGHI ₁ /15	^A 0/859	1	P ₂
HI ₁ /35	BCDEFGHI ₁ /25	BCDEFGHI ₁ /15	^A 0/858	2	
I ₁ /36	BCDEFGHI ₁ /24	BCDEFGHI ₁ /20	ABCD ₁ /03	3	
GHI ₁ /35	GHI ₁ /35	BCDEFGHI ₁ /18	BCDEF ₁ /10	1	P ₃
I ₁ /36	GHI ₁ /35	BCDEFGHI ₁ /18	ABCD ₁ /03	2	
I ₁ /36	FGHI ₁ /34	BCDEFGHI ₁ /19	BCDEFGHI ₁ /21	3	
BCDEFG ₁ /10	ABCDE ₁ /07	DEFGHI ₁ /28	BCDEFGHI ₁ /23	1	P ₄
BCDEF ₁ /10	ABCDE ₁ /07	CDEFGHI ₁ /27	BCDEFGHI ₁ /17	2	
CDEFGHI ₁ /27	BCDEFGH ₁ /11	DEFGHI ₁ /28	BCDEFGH ₁ /11	3	

*= حروف مشابه، نشانگر عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح 5% می‌باشد.

بررسی پارامترهای موثر بر خواص کیفی کשמش حاصل از انگور بی‌دانه قرمز

جدول 9- امتیاز دهی به تیمارهای انگور بیدانه قرمز

امتیاز کل	اسیدپته	چروکیدگی	بازآپوشی	شاخص قهوه‌ای شدن	آهنگ خشک شدن	زمان خشک شدن	تیمار آزمایش
*	*						T ₁ V ₁ P ₁
***	*	*		*			T ₁ V ₁ P ₂
**	*			*			T ₁ V ₁ P ₃
**	*		*				T ₁ V ₁ P ₄
*	*						T ₁ V ₂ P ₁
**	*			*			T ₁ V ₂ P ₂
***	*	*		*			T ₁ V ₂ P ₃
***	*	*	*				T ₁ V ₂ P ₄
**	*	*					T ₁ V ₃ P ₁
***	*	*		*			T ₁ V ₃ P ₂
**	*	*		*			T ₁ V ₃ P ₃
**	*	*		*			T ₁ V ₃ P ₄
***	*		*	*			T ₂ V ₁ P ₁
***	*	*		*			T ₂ V ₁ P ₂
*****	*	*		*	*	*	T ₂ V ₁ P ₃
*****	*	*		*	*	*	T ₂ V ₁ P ₄
***	*		*	*			T ₂ V ₂ P ₁
**	*			*			T ₂ V ₂ P ₂
*****	*	*		*	*	*	T ₂ V ₂ P ₃
*****	*	*		*	*	*	T ₂ V ₂ P ₄
*	*						T ₂ V ₃ P ₁
***	*	*		*			T ₂ V ₃ P ₂
****	*	*		*	*	*	T ₂ V ₃ P ₃
*****	*	*		*	*	*	T ₂ V ₃ P ₄
*****	*	*		*	*	*	T ₃ V ₁ P ₁
*****	*	*	*	*	*	*	T ₃ V ₁ P ₂
*****	*	*		*	*	*	T ₃ V ₁ P ₃
*****	*	*	*	*	*	*	T ₃ V ₁ P ₄
*****	*	*		*	*	*	T ₃ V ₂ P ₁
*****	*	*	*	*	*	*	T ₃ V ₂ P ₂
*****	*	*		*	*	*	T ₃ V ₂ P ₃
*****	*	*	*	*	*	*	T ₃ V ₂ P ₄
****	*			*	*	*	T ₃ V ₃ P ₁
*****	*	*	*	*	*	*	T ₃ V ₃ P ₂
*****	*	*		*	*	*	T ₁ V ₃ P ₃
*****	*	*	*	*	*	*	T ₃ V ₃ P ₄
****	*	*		*	*	*	T ₄ V ₁ P ₁
*****	*	*	*	*	*	*	T ₄ V ₁ P ₂
***	*			*	*	*	T ₄ V ₁ P ₃
*****	*	*	*	*	*	*	T ₄ V ₁ P ₄
****	*	*		*	*	*	T ₄ V ₂ P ₁
*****	*	*	*	*	*	*	T ₄ V ₂ P ₂
****	*	*		*	*	*	T ₄ V ₂ P ₃
****	*	*		*	*	*	T ₄ V ₂ P ₄
****	*	*		*	*	*	T ₄ V ₃ P ₁
****	*		*	*	*	*	T ₄ V ₃ P ₂
****	*	*		*	*	*	T ₄ V ₃ P ₃
****	*		*	*	*	*	T ₄ V ₃ P ₄

9- Matteo, M., Cinquanta, L., Galiero, G. and Crescitelli, S. 2000. Effect of a novel physical pretreatment process on the drying kinetics of seedless grapes. *Journal of Food Engineering*. 46: 83-89.

10- Pangavhane, D.R., Sawheny, R.L. and Saravardha, P.N. 1999. Effect of various dipping pretreatments on drying kinetics of Thompson seedless grapes. *Journal of Food Engineering*. 39(2): 211-216.

11- Tsami, E., Marinos-Kouris, D. and Maroulis, Z.B. 1990. Water sorption isotherms of raisins, currants, figs, prunes and apricots. *Journal of Food Science*. 55(6): 1594-1597.

12- Vazquez, G. Chenlo, R. and Costoyas, A. 2000. Effect of various treatments on the drying kinetics of Muscatel grape. *Drying Technology*. 18(9): 2131-2144.

4- نتیجه گیری

متغیرهای دما، سرعت جابه‌جایی هوا و روش آماده‌سازی محصول اثرات بسیار معنی‌داری بر چروکیدگی، شاخص قهوه‌ای شدن و بازآپوشی دارند. پارامترهای دما و روش آماده‌سازی محصول بر اسیدیته‌ی کشمش، تاثیر معنی‌دار می‌گذارد. برای تهیه‌ی کشمش، مناسب‌ترین شرایط خشک کردن عبارت است از دمای هوای 70 °C، سرعت هوای 1، 2 و 3 متر بر ثانیه و روش‌های آماده‌سازی آب داغ، کربنات پتاسیم و هیدروکسید سدیم. روش آماده‌سازی با آب داغ به منظور جلوگیری از استفاده‌ی مواد شیمیایی برای تسریع زمان خشک کردن، توصیه می‌شود.

5- منابع

1- توکلی پور، ح. 1380. خشک کردن مواد غذایی، اصول و روش‌ها. انتشارات آبیژ. تهران. 170-1.

2- رامهرمزیان، ش. 1379. تعیین اثرات تیمارهای آماده‌سازی و پارامترهای فرایند خشک کردن بر روی برخی شاخص‌های کیفی کشمش. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد مهندسی کشاورزی، علوم و صنایع غذایی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، دانشکده‌ی کشاورزی.

3- ضرابی، م. 1377. تعیین پارامترهای طراحی در خشک کردن انگور. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد مهندسی شیمی. دانشگاه تربیت مدرس. دانشکده‌ی مهندسی شیمی.

4- غلامی پرشکوهی، م. و رشیدی، م. 1388. تاثیر دما، سرعت جابه‌جایی هوا و روش آماده‌سازی در فرآیند خشک شدن انگور بی‌دانه‌ی قرمز. مجله‌ی علوم و صنایع غذایی ایران. شماره‌ی 2 تابستان 1388، 22-13.

5- Canellas, J., Rossello, C., Simal, S., Soler, L. and Mulet, A. 1993. Storage conditions affect quality of raisins. *Journal of Food Engineering*. 58 (4): 805-809.

6- Doymaz, I. and Pala, M. 2002. The effects of dipping pretreatment on air-drying rates of seedless grapes. *Journal of Food Engineering*. 52: 423-427.

7- Doymaz, I. 2004. Effects of pretreatment using potassium metabisulphide and alkaline ethyl oleate on the drying kinetics of Apricots. *Biosystems Engineering*. 89(3): 281-287.

8- Doymaz, I. 2006. Drying kinetics of black treated with different solutions. *Journal of Food Engineering*. 76: 212-217.