



## اصلاح بارگاه سنتی خشک کردن انگور با استفاده از صفحات گرمایشی هوشمند و

### ارزیابی مصرف انرژی آن

شهین زمردی<sup>۱\*</sup>، فرید امیرشفاقی<sup>۱</sup> و کریم گرامی<sup>۱</sup>

۱-بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات، آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران.

#### چکیده

#### اطلاعات مقاله

#### تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۲/۱۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۳/۳۱

#### کلمات کلیدی:

ارزیابی مصرف انرژی،

بارگاه سنتی،

خشک کردن،

صفحات گرمایش کنترلی،

کشمش.

کشمش یکی از محصولات ارزآور در بخش کشاورزی است اما چالش‌های متعددی در کیفیت کشمش و رقابت آن در بازارهای خارجی وجود دارد. نوع بارگاه و شرایط محیطی خشک کردن می‌تواند در کیفیت کشمش تاثیر زیادی داشته باشد. در این تحقیق هدف اصلاح بارگاه سنتی خشک کردن انگور، با استفاده از صفحات گرمایشی هوشمند است. در این بررسی انگور رقم بی‌دانه در دو زمان مختلف برداشت شد و به دو صورت طبیعی (بدون پیش تیمار) و تیمار شده با محلول تیزاب آماده شد و در بارگاه معمولی با کف بتونی و بارگاه بتونی حاوی صفحات گرمایش هوشمند خشک گردید. نتایج نشان داد که زمان لازم برای خشک کردن انگورهای بدون تیمار ۲/۳۶ برابر زمان لازم برای خشک کردن انگورهای تیمار شده با تیزاب و زمان خشک کردن در آفتاب حدود ۴/۷۵ برابر زمان لازم در بارگاه با صفحات گرمایش هوشمند بود. همچنین در روش آفتابی بار میکروبی کلی، کلی‌فرم، کپک و مخمر بیشتر اما تعداد باکتری‌های اسید لاکتیک کمتر از روش بارگاه با صفحات گرمایش هوشمند بود در حالی که در کشمش‌های تیمار شده با قلیا بار میکروبی کلی، کلی‌فرم و کپک کمتر اما تعداد باکتری‌های اسید لاکتیک و مخمرها بیشتر از کشمش‌های طبیعی بود ( $P < 0.05$ ). نتایج ارزیابی حسی نیز نشان داد که امتیاز رنگ نمونه‌های با پیش تیمار قلبایی به‌طور معنی‌داری بیشتر از نمونه‌های بدون پیش تیمار بود. مقدار انرژی مصرفی برای تهیه یک کیلوگرم کشمش تیزابی در ۲۱ دسامبر و ۱۲ اکتبر ماه به ترتیب ۰/۹۸ و ۱/۷۸ کیلووات ساعت و برای تهیه یک کیلوگرم کشمش طبیعی این مقدار به ترتیب ۱/۶۳ و ۵/۵ کیلووات ساعت برآورد شد. با توجه به نتایج به دست آمده از این بررسی، می‌توان با برداشت به موقع انگور جهت تهیه کشمش و استفاده از بارگاه‌های با صفحات گرمایش هوشمند می‌توان کشمشی با کیفیت بهداشتی بالا و با خواص حسی مطلوب تهیه نمود.

DOI: 10.22034/FSCT.19.127.167

DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.127.20.3

\* مسئول مکاتبات:

s.zomorodi@areeo.ac.ir

## ۱- مقدمه

کشمش یکی از مهم‌ترین محصولات صادراتی کشور است و از این نظر در رتبه سوم جهانی (پس از آمریکا و ترکیه) قرار دارد. کشمش تولید شده در ایران به کشورهای اروپایی صادر می‌شود و دارای رقبان مهمی از جمله یونان، اسپانیا، آمریکا، ایتالیا و ترکیه می‌باشد [۱]. در ایران چالش‌های متعددی در افزایش کمی و کیفی کشمش حاصله و عرضه و رقابت در بازارهای داخلی و خارجی وجود دارد. عوامل بسیاری نیز در کیفیت و کمی کشمش تهیه شده، نقش دارند. نوع رقم و میزان رسیدگی انگور و نوع بارگاه و همچنین شرایط محیطی می‌تواند در کیفیت کشمش تاثیر زیادی داشته باشد [۲].

خشک کردن طبیعی انگور در برابر آفتاب به ویژه در کشورهای در حال توسعه در حد زیادی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این روش خشک کردن کاربردی بوده و هزینه سرمایه گذاری آن کم است. با این وجود، علیرغم سادگی و مقرون به صرفه بودن، این روش دارای اشکالات خاصی از جمله طولانی بودن مدت زمان فرایند، عدم اعتماد به شرایط آب و هوایی و خطر آلودگی با کپک‌ها و حشرات است [۳]. خشک کردن آفتابی انگور علاوه بر بارگاهی (ورزن)، به صورت بارگاه آونگی و سیمی نیز صورت می‌گیرد. این روش نیز دارای معایبی مانند زمان خشک کردن طولانی و نیاز به نیروی کار زیاد می‌باشد و هزینه احداث این نوع بارگاه‌ها نیز بالا بوده و نگهداری آن نیز مشکلات خود را دارد که دلایل عمده عدم استقبال باغداران از این نوع بارگاه‌ها می‌باشد. یکی دیگر از روش‌های خشک کردن آفتابی استفاده از خشک‌کن‌های خورشیدی است. این روش نیز علاوه بر بالا بودن سرمایه اولیه خشک کن خورشیدی، نیاز به دانش فنی دارد و همچنین وابسته به خورشید است [۴].

از طرفی اغلب باغداران به دلیل مواجه شدن انگور موجود در بارگاه‌های سنتی با باران‌های پاییزه و بی‌موقع در زمان خشک کردن اقدام به برداشت زود هنگام محصول می‌کنند. در نتیجه به علت پایین بودن درجه بریکس میوه، عملکرد کشمش تولیدی کاهش یافته و ضریب تبدیل آن نیز کاهش می‌یابد. در پی این روند باغداران متضرر شده و کشمش تولیدی نیز عطر و طعم مطلوبی نخواهد داشت. همچنین عدم رعایت موازین بهداشتی در

تهیه کشمش، موجب کاهش صادرات آن در سال‌های گذشته گردیده است [۲]. لذا لازم است به عوامل و شرایط موثر بر افزایش عملکرد تبدیل انگور به کشمش و بهبود کیفیت کشمش توجه گردد. با توجه به اهمیت کشمش در تغذیه افراد جامعه و صادرات غیر نفتی بهره‌گیری از روش‌های پیشرفته تولید کشمش برای افزایش کمیّت و کیفیت تولید کشمش ضروری است. یکی از روش‌های پیشرفته در خشک کردن انگور استفاده از صفحات گرمایشی هوشمند می‌باشد. از مزایای صفحات گرمایشی هوشمند می‌توان به کاهش هزینه خشک کردن، قابلیت کنترل هوشمند دما متناسب با رطوبت باقی مانده (دارای سنسور رطوبت)، دارای رله حفاظتی قطع جریان الکتریسیته در صورت آسیب احتمالی، عمر کارکردی زیاد و حتی نامحدود و بی‌نیاز به سرویس و نگهداری مستمر سیستم گرمایشی نصبی اشاره کرد. همچنین در ساخت این بارگاه از موادی بهره گرفته شده که دارای خاصیت هادی حرارت و در عین حال عایق الکتریسیته بوده و نگرانی‌های ناشی از برق گرفتگی را از بین می‌برد [۵]. از طرفی فرایندهای گرمایش الکتریکی معمولاً تمیز و بی صدا هستند و گرمای جانبی زیادی را به محیط اطراف منتقل نمی‌کنند [۶]. همچنین این بارگاه به دلیل دارا بودن پوشش سیمانی قابل شست و شو و ضد عفونی هستند.

روش‌های مختلفی از جمله خشک کردن در آفتاب، خشک کردن توسط هوای داغ و مایکروویو، خشک کردن در هوای داغ همراه با خلا و خشک کردن به روش مادون قرمز برای خشک کردن کشمش مورد بررسی قرار گرفته است [۷]. محموت‌افلو و همکاران (۱۹۹۶) تاثیر روش خشک کردن آفتابی (روی زمین بتونی، روی صفحات پلی‌پروپیلن و صفحات چوبی) را بر خشک شدن انگور سلطانی مورد بررسی قرار دادند. نرخ خشک شدن به ترتیب برای روش‌های مورد آزمایش عبارت بود از: روی زمین بتونی > روی صفحات چوبی و یا روی صفحات پلی‌پروپیلن [۸]. لانگوا و همکاران (۲۰۲۰) تاثیر روش‌های مختلف خشک کردن را بر ویژگی‌های کیفی کشمش بررسی کرده و نشان دادند که بار میکروبی و تعداد کپک‌ها و مخمرها به ترتیب در نمونه‌های خشک شده در دمای ۷۰ درجه سلسیوس و خشک کردن انجمادی و خشک شده در دمای ۴۰ درجه سلسیوس کمترین مقدار بود [۹]. ماندال و تاکور (۲۰۱۵) نیز تاثیر پیش

## ۲-۲- روش‌ها

انگورها به دو روش تیمار شدند: ۱- بدون هیچگونه پیش تیماری (کشمش طبیعی) و ۲- فروبری در محلول تیزابی (کشمش تیزابی). محلول تیزاب از مخلوط ۲/۵ کیلوگرم کربنات پتاسیم و یک کیلوگرم روغن استرالیایی در ۱۰۰ لیتر آب به دست آمد و انگورها به مدت یک دقیقه در محلول تیزاب در دمای محیط غوطه‌ور شدند. عمل خشک کردن نیز به دو روش انجام شد: ۱- خشک کردن در بارگاه معمولی با کف بتونی و ۲- خشک کردن در بارگاه بتونی حاوی صفحات گرمایش کنترلی.

## ۲-۳- روش ساخت بارگاه حاوی صفحات

### گرمایش کنترلی

این بارگاه روی سکو نصب گردید که حدود ۲۵ سانتی متر از سطح زمین بالاتر بوده و دارای ۳ درصد شیب به سمت جنوب بود. پس از ساخت سکوها، یک لایه فوم عایق یونولیت تخت روی سکو قرار گرفت و صفحات گرمایش کنترلی روی آن نصب گردید. در نهایت صفحات، با بتون پوشش داده شد (شکل ۱).



Fig 1 Installation of heating plates on the platform

(ممرت، آلمان) با دمای  $2 \pm 10.3$  درجه سلسیوس تا رسیدن به وزن ثابت خشک گردید. برای تعیین اسیدیته، آب انگور استخراجی یا محلول ۱۰ درصد کشمش از طریق تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال در مجاورت فنل فتالین تا ایجاد رنگ صورتی کم‌رنگ تیتراژ شد و درصد اسیدیته قابل تیتراسیون برحسب اسید تارتاریک محاسبه شد. برای تعیین pH پس از کالیبره کردن دستگاه pH متر (مترهوم، سویس)، الکتروود دستگاه مستقیماً در

تیمارهای مختلف (فروبری در محلول‌های سود، گوگرد و شربت قند) و روش‌های خشک کردن (خشک‌کن برقی، خشک‌کن با هوای طبیعی، خشک کردن سایه در شرایط محیطی و خشک‌کن کابینت خورشیدی) را بر کیفیت کشمش حاصل از انگور تامپسون بی‌دانه مورد بررسی قرار دادند و گزارش کردند که زمان خشک شدن انگور رقم تامسون بی‌دانه تیمار شده با سود و خشک شده در سینی برقی، آفتابی، سایه و خشک‌کن خورشیدی کابینی به ترتیب ۸/۵ ساعت، ۱۴ روز، ۲۳ روز و ۵ روز می‌باشد [۱۰]. در این بررسی هدف اصلاح بارگاه سستی (ورزن) خشک کردن انگور با استفاده از صفحات گرمایشی هوشمند می‌باشد.

## ۲- مواد و روش‌ها

### ۲-۱- مواد

انگور سفید بی‌دانه از باغی واقع در جاده امامزاده (ارومیه) در دو زمان مختلف (۲۱ دسامبر و ۱۲ اکتبر سال ۲۰۲۱) برداشت شد. صفحات گرمایش هوشمند از مجتمع صنعت آلتان آزمون تهیه گردید.

## ۲-۴- روش‌های آزمایش فیزیکی شیمیایی

تعداد ۲۰ حبه انگور بطور تصادفی انتخاب شد. سپس وزن نمونه‌ها با استفاده از ترازوی دقیق (ساتیریوس، سویس) با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم توزین شد. قطر و طول حبه‌ها نیز توسط کولیس دیجیتالی (آکاد مدل ۱۲-۰۱۲-۱۱۱، اتریش) تعیین گردید. سپس میانگین وزن و قطر نمونه‌ها محاسبه شد. برای تعیین رطوبت انگور و کشمش مقدار ۱۰ گرم از نمونه همگن شده در آن

تجزیه و تحلیل شد. فاکتور اول زمان برداشت در دو سطح (۲۱ دسامبر و ۱۲ اکتبر)، فاکتور دوم نوع پیش تیمار در ۲ سطح (طبیعی و تیزابی) و فاکتور سوم روش خشک کردن در ۲ سطح (بارگاه معمولی و بارگاه حاوی صفحات گرمایش کنترلی) و در ۳ تکرار بود.

### ۳- نتایج و بحث

#### ۳-۱- ویژگی‌های انگور بی‌دانه مورد استفاده

مشخصات انگورهای مورد استفاده در تهیه کشمش در جدول ۱ آورده شده است. با توجه به جدول ۱ بریکس انگورهای برداشت شده در ۱۲ اکتبر بطور قابل توجهی بالاتر از بریکس انگورهای برداشت شده در ۲۱ دسامبر بود. زیرا در زمان رسیدن میوه و طی فصل برداشت انگور بی‌دانه (دسامبر تا اکتبر) مقدار بریکس در حال افزایش بوده و خواص کشمش استحصالی را به طور چشمگیری تحت تاثیر قرار می‌دهد [۱۲]. بر اساس نتایج ارزیابی و شرافتی (۱۳۷۹) در طول زمان‌های مختلف برداشت افزایش بریکس در انگور رقم پیکانی بین ۲۱-۱۵/۵ درصد و در ارقام بی‌دانه کشمش بین ۲۷/۵-۱۵/۶ درصد گزارش شده است [۱۳]. همچنین در زمان برداشت دیر هنگام، اسیدیته و pH انگور به ترتیب کاهش و افزایش پیدا کرده است. اما از نظر اندازه حبه‌ها (طول و قطر) اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. زیرا در مراحل نهایی رسیدن رشد حبه‌ها، فقط با نرم شدن بافت، انباشت قند و کاهش اسید همراه است [۱۴].

داخل آب انگور یا محلول ۱۰ درصد کشمش قرار گرفت و pH قرائت شد [۱۱].

#### ۲-۵- روش‌های آزمایش میکروبی

برای تهیه رقت اول، مقدار ۱۰ گرم از نمونه همگن شده کشمش در زیب کیب استریل توزین و مقدار ۹۰ میلی‌لیتر سرم فیزیولوژی استریل اضافه شد و توسط استومیکر (سوارد، انگلستان) کاملاً همگن گردید. برای تهیه سری رقت‌ها مقدار ۱ میلی‌لیتر از این رقت به ۹ میلی‌لیتر سرم فیزیولوژی استریل منتقل و مخلوط گردید. شمارش کلی میکروارگانیسم‌های هوازی در محیط کشت پلیت کانت آگار و شمارش کلی فرم‌ها، در محیط ویولت رد بایل آگار به صورت دولایه انجام شد و سپس مدت ۴۸ ساعت در گرمخانه با دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. کشت کپک-ها و مخمرها در محیط پپتوکستروز آگار به صورت سطحی انجام شد. پلیت‌ها مدت ۵ روز در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد گرمخانه‌گذاری گردید [۱۱].

#### ۲-۶- ارزیابی خواص حسی

طعم، بافت و رنگ نمونه‌های کشمش توسط گروه ارزیاب حسی با استفاده از روش هدونیک ۵ نقطه‌ای توسط ۱۵ داور تعیین شد. برای این منظور امتیاز ۵ برای کیفیت مطلوب و امتیاز یک برای کیفیت نامطلوب اختصاص داده شد. داوران برای شستشوی دهان خود بین نمونه‌ها از آب استفاده کردند [۱۱].

#### ۲-۷- روش تجزیه آماری

این طرح به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب بلوک‌های تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. داده‌ها توسط نرم افزار Minitab

Table 1 Specifications of grape samples

Harvesting Time	Brix	Moisture (%)	Acidity (%)	pH	Length (mm)	Diameter (mm)
21 <sup>th</sup> September	20.50±0.14b	77.75±0.94a	0.96±0.01a	3.00±0.007a	12.89±2.10a	11.33±1.81a
12 <sup>th</sup> October	24.70±0.10a	69.30±0.85b	0.54±0.02b	3.29±0.01b	15.23±1.31b	12.75±0.77

Superscript lower letters (a-b) beside mean values in the same column show the difference ( $p < 0.05$ ).

خشک کردن، زیاد بوده که زمان مناسبی برای استفاده از گرمای خورشید به عنوان منبع انرژی می‌باشد. در این راستا آلمیدا و همکاران (۲۰۱۳) نیز گزارش کردند که خشک کردن انگور در روش خشک کردن خورشیدی ۷۲۱ ساعت طول کشید که دلیل آن را به شرایط آب و هوایی در دوره خشک کردن نسبت دادند و بیان کردند که چون شروع خشک کردن در ۱۵ سپتامبر بود و در

#### ۳-۲- زمان خشک شدن

همان‌طوری که از جدول ۲ مشخص است زمان خشک کردن در دسامبر تقریباً نصف زمان لازم برای خشک کردن در ۱۲ اکتبر بود. دلیل آن مربوط به شرایط آب و هوایی زمان خشک کردن می‌باشد. زیرا در ۲۱ دسامبر ماه دمای هوا بالاتر و رطوبت نسبی آن پایین‌تر از ۱۲ اکتبر ماه است و تابش خورشید در طول دوره

سود می‌باشد [۱۶]. نتایج مشابهی در سایر تحقیقات نیز گزارش شده است [۱۶، ۱۷ و ۱۸]. همچنین زمان خشک کردن در بارگاه آفتابی حدود ۴/۷۵ برابر زمان لازم در بارگاه با صفحات گرمایش کنترلی بود. دلیل آن تامین انرژی گرمایی در بارگاه با صفحات گرمایش کنترلی از طریق الکتریسته حتی در شب و ساعات بدون آفتاب می‌باشد. دمای بالای خشک کردن موجب افزایش سرعت خشک شدن و کاهش زمان خشک شدن انگورها می‌شود [۱۰].

این زمان دمای هوا بالاتر و مقدار رطوبت نسبی هوا پایین‌تر است در نتیجه زمان مناسبی برای استفاده بهتر از نور خورشید به عنوان منبع انرژی می‌باشد [۱۵]. با توجه به نتایج بررسی حاضر زمان لازم برای خشک کردن انگورهای تیمار نشده در حدود ۲/۳۶ برابر زمان لازم برای خشک کردن انگورهای تیمار شده با قلیا بود. دلیل آن افزایش سرعت خروج آب از لایه پوست انگور در اثر ایجاد ترک‌های بسیار ریز در پوست حبه به واسطه پیش تیمار

**Table 2** Interaction of harvest time, drying and pretreatment methods on efficiency and drying time of raisins

Harvesting Time	Drying Methods	Pre treatment	Raisin production efficiency (g/kg)	Drying time (hr)
21 <sup>th</sup> September	traditional drying place	Alkaline	259 <sup>a</sup>	204 <sup>d</sup>
		Natural	260 <sup>b</sup>	528 <sup>b</sup>
	drying place with control heating plates	Alkaline	272 <sup>b</sup>	67 <sup>f</sup>
		Natural	257 <sup>b</sup>	120 <sup>e</sup>
12 <sup>th</sup> October	traditional drying place	Alkaline	306 <sup>a</sup>	468 <sup>c</sup>
		Natural	312 <sup>a</sup>	1104 <sup>a</sup>
	drying place with control heating plates	Alkaline	315 <sup>a</sup>	84 <sup>f</sup>
		Natural	320 <sup>a</sup>	216 <sup>d</sup>
SEM			6.1	10.5

Superscript lower letters (a–f) beside mean values in the same column show the difference ( $p < 0.05$ ). SEM: Standard Error Mean

بریکس از ۲۰/۵ به ۲۴/۷ در زمان برداشت راندمان تولید کشمش حدود ۲۶ درصد افزایش پیدا کرد (از ۲۶۰/۲۵ به ۳۱۳/۲۵ گرم رسید). نجاتیان (۱۳۸۴) نیز نشان دادند که با افزایش بریکس راندمان تولید کشمش افزایش یافت، به طوری که با افزایش بریکس از ۱۳/۲۵ به ۲۴/۷۹ درصد مقدار انگور برای تولید یک کیلوگرم کشمش از ۵/۶۳ کیلوگرم به ۳/۵ کیلوگرم کاهش یافت که خود ناشی از افزایش وزن ۵۰ دانه کشمش بود [۲]. در این راستا ماندال و تاکور (۲۰۱۵) نیز راندمان تولید کشمش از ارقام مختلف انگور با روش‌های مختلف پیش تیمار و خشک کردن را بین ۲۸۳/۵–۲۴۴/۰ گرم بر کیلوگرم انگور گزارش کردند. همچنین راندمان تولید کشمش از رقم تامسون بیدانه تیمار شده با سود و خشک شده در سینی برقی، آفتابی، سایه و خشک کن خورشیدی کابینی به ترتیب ۲۴۴/۵، ۲۴۷/۵، ۲۵۵/۵ و ۲۴۹/۱۶ گرم در کیلوگرم گزارش شد [۱۰]. کریمی و میرزایی (۱۳۹۷) نیز عملکرد کشمش تولیدی به روش تیزابی را ۲۸۴ گرم در کیلوگرم و نمونه‌های بدون تیمار را ۲۷۲ گرم در کیلوگرم انگور اعلام کردند که با نتایج این بررسی همخوانی دارد [۱۹].

آلمیدا و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که سریع‌ترین زمان خشک کردن در دمای ۶۰ درجه سلسیوس، ۴۷ ساعت طول کشید که تقریباً نصف زمان لازم برای خشک شدن در دمای ۵۰ درجه سلسیوس بود. ماندال و تاکور (۲۰۱۵) زمان خشک شدن انگور رقم تامسون بیدانه تیمار شده با سود و خشک شده در سینی برقی، آفتابی، سایه و خشک کن خورشیدی کابینی به ترتیب ۸/۵ ساعت، ۱۴ روز، ۲۳ روز و ۵ روز گزارش کردند [۱۰]. سردار و همکاران (۲۰۱۹) نیز نشان دادند که زمان خشک کردن نمونه شاهد، تیمار فرو بری در محلول حاوی ۲/۴ درصد کربنات پتاسیم و ۱/۵ درصد روغن، تیمار غوطه‌وری داغ در محلول هیدروکسید سدیم ۰/۳ درصد در دمای ۱۰۰ درجه سلسیوس و تیمار فروبری در محلول حاوی ۲/۴ درصد کربنات پتاسیم و ۱/۵ درصد روغن به ترتیب ۶۰ تا ۹۶ ساعت، ۴۰ تا ۵۱ ساعت، ۶۰ تا ۷۸ ساعت و ۶۰ تا ۸۰ ساعت بود [۱۸].

### ۳-۳-۳- راندمان تولید کشمش

بر اساس نتایج تجزیه آماری داده‌ها بر راندمان تولید کشمش فقط زمان برداشت معنی‌دار بود ( $P < 0.05$ ). به طوری که با افزایش

## ۳-۴- تاثیر تیمارها بر ویژگی های فیزیکی شیمیایی

## کشمش

نتایج تجزیه آماری داده‌ها نشان داد که تاثیر متقابل تیمارها بر رطوبت، بریکس، اسیدیته و pH کشمش‌های تولیدی معنی‌دار بود ( $P < 0.05$ ). همان‌طوری که از جدول ۳ مشخص است کشمش‌های تولید شده به روش آفتابی نسبت به روش صفحات گرمایش کنترلی دارای بریکس کمتر و رطوبت بیشتر در حالی که کشمش‌های پیش تیمار شده با قلیا نیز در مقایسه با کشمش‌های بدون پیش تیمار دارای بریکس و رطوبت کمتری بودند ( $P < 0.05$ ). رطوبت اولیه انگور تازه در زمان‌های برداشت ۲۱ دسامبر و ۱۲ اکتبر سال ۲۰۲۱ به ترتیب  $77/75 \pm 0/94$  و

$69/30 \pm 0/85$  درصد بود که پس از خشک شدن به ترتیب به  $15/98$  و  $15/84$  درصد رسید که پایین‌تر از ۱۸ درصد بود. رطوبت کشمش‌های تهیه شده در این تحقیق در محدوده  $17/51 - 14/74$  درصد و بریکس در محدوده  $77/85 - 75/00$  قرار داشت. رطوبت کشمش مطابق استاندارد ملی ایران و بین‌المللی باید بین ۱۳-۱۸ درصد باشد [۲۰]. رطوبت نمونه‌های کشمش تهیه شده در این تحقیق در محدوده استاندارد قرار داشت. شارما و همکاران (۲۰۱۸) مقدار رطوبت کشمش‌های وارداتی کشور هند را در اغلب موارد بین ۱۶ تا ۱۹ درصد تعیین کردند در حالی که در بین آنها حداقل مقدار رطوبت به ترتیب ۹/۹ درصد و ۱۱/۲ درصد بود [۲۱].

**Table 3** Interaction of harvest time, drying methods and pretreatments on physicochemical properties of raisins

Harvesting Time	Drying Methods	Pre treatment	Brix	Moisture (%)	Acidity (%)	pH
21 <sup>th</sup> September	traditional drying place	Alkaline	77.00 <sup>ab</sup>	15.52 <sup>b</sup>	3.85 <sup>b</sup>	2.27 <sup>b</sup>
		Natural	75.00 <sup>c</sup>	17.51 <sup>a</sup>	3.80 <sup>c</sup>	2.50 <sup>a</sup>
	drying place with control heating plates	Alkaline	78.50 <sup>a</sup>	15.83 <sup>b</sup>	3.80 <sup>c</sup>	2.57 <sup>a</sup>
		Natural	78.55 <sup>a</sup>	15.07 <sup>b</sup>	3.76 <sup>d</sup>	2.44 <sup>ab</sup>
12 <sup>th</sup> October	traditional drying place	Alkaline	77.50 <sup>b</sup>	15.97 <sup>b</sup>	3.91 <sup>a</sup>	1.30 <sup>d</sup>
		Natural	76.00 <sup>c</sup>	17.04 <sup>a</sup>	3.75 <sup>d</sup>	1.55 <sup>c</sup>
	drying place with control heating plates	Alkaline	78.85 <sup>a</sup>	14.74 <sup>c</sup>	3.88 <sup>ab</sup>	1.13 <sup>d</sup>
		Natural	77.05 <sup>b</sup>	15.64 <sup>b</sup>	3.78 <sup>d</sup>	1.44 <sup>c</sup>
SEM			0.28	0.28	0.01	0.08

Superscript lower letters (a-f) beside mean values in the same column show the difference ( $p < 0.05$ ). SEM: Standard Error Mean

اسیدیته اولیه انگور تازه در زمان‌های برداشت ۲۱ دسامبر و ۱۲ اکتبر سال ۲۰۲۱ به ترتیب  $0/96$  و  $0/54$  درصد و pH نیز  $3/00$  و  $3/29$  بود که پس از خشک شدن، اسیدیته به ترتیب به  $2/44$  و  $1/24$  درصد و pH به ترتیب به  $3/80$  و  $3/83$  رسید. اسیدیته کشمش حاصل از انگورهای برداشت شده در تاریخ ۲۱ دسامبر (زود هنگام) به طور معنی‌داری بالاتر از کشمش‌های حاصل از انگورهای برداشت شده در تاریخ ۱۲ اکتبر (دیر هنگام) بود ( $P < 0.05$ ). دلیل آن مربوط به اسیدیته نمونه‌های انگور برداشت شده در زمان‌های مختلف می‌باشد (جدول ۱). کاهش اسیدیته در طی خشک شدن آهسته یک رویداد بزرگی است که در خشک شدن طولانی مدت در شرایط محیطی کنترل نشده نیز مشاهده شده و به کاهش اسید مالیک نسبت داده شده است. وابستگی غلظت اسید مالیک به تنش آب و دمای مزرعه کاملاً مشهور

آل‌عسکری و همکاران (۲۰۱۲) نیز مقدار رطوبت کشمش کشورهای مختلف از جمله ایران را بین  $15/8$  تا  $17/1$  درصد و بطور متوسط  $16/3$  درصد اعلام کردند [۲۲]. ماندال و تاکور (۲۰۱۵) نیز مقدار رطوبت و بریکس کشمش حاصل از ارقام مختلف انگور با پیش تیمارها و روش‌های مختلف خشک کردن را به ترتیب بین  $16/55 - 14/47$  درصد و  $84/93 - 70/66$  گزارش کردند [۱۰]. دلیل این اختلافات را می‌توان به نوع رقم، زمان برداشت، روش‌های پیش تیمار و خشک کردن نسبت داد. رطوبت کشمش یک پارامتر مهم در احساس دهانی و قابلیت پذیرش مصرف کننده می‌باشد. اگر رطوبت کشمش کمتر از ۱۴ درصد باشد، بافت کشمش سخت می‌شود، در حالی که در رطوبت بیشتر از ۱۸ درصد کشمش مورد حمله میکروب‌ها قرار می‌گیرد [۲۱].

می‌باشد [۲۳]. ماندال و تاکور (۲۰۱۵) گزارش کردند که اسیدیتیه در کشمش‌های خشک شده در سینی‌های برقی به دلیل کوتاه بودن زمان خشک شدن، نسبتاً کمتر بود [۱۰] که با نتایج تحقیق ما مطابقت ندارد. دلیل عدم مطابقت شاید مربوط به زمان خشک شدن کشمش باشد (۸/۵ ساعت در مقابل ۱۳۵ ساعت). با توجه به جدول ۳ کشمش‌های پیش تیمار شده با قلیا نیز در مقایسه با کشمش‌های بدون پیش تیمار دارای pH بیشتر ( $P < 0.05$ ) و اسیدیتیه کمتری ( $P < 0.05$ ) بودند. دلیل آن را به ایجاد ترک ریز در پوست انگورها توسط محلول سود نسبت دادند که ماهیت قلیایی دارد و اسیدیتیه محصول را خنثی می‌کند. در این راستا ماندال و تاکور (۲۰۱۵) گزارش کردند که روش پیش تیمار قلیایی، اسیدیتیه کشمش را کاهش داد [۱۰]. pH کشمش در کشورهای مختلف از جمله ایران در محدوده ۳/۸-۴/۴۳ [۲۲] و در محدوده ۴/۰۶-۵/۳۳ [۲۱] گزارش شده است. pH نمونه‌های تهیه شده در این تحقیق نیز بین ۳/۷۵-۳/۹۱ تعیین شد. pH کشمش‌های تیمار شده با قلیا در هر دو روش خشک کردن بطور معنی‌داری بالاتر و اسیدیتیه آن کمتر از کشمش‌های بدون تیمار بود ( $P < 0.05$ ).

### ۳-۵- تاثیر تیمارها بر شمارش میکروبی

همان‌طوری که از جدول ۴ مشخص است با رسیدن بیشتر انگور، کشمش حاصل دارای بار کلی میکروبی، کلی‌فرم‌های فرضی،

باکتری‌های اسید لاکتیک و کپک‌ها کمتر و مخمر بیشتری بود ( $P < 0.05$ ). دلیل آن را می‌توان به pH اولیه انگورها نسبت داد که با رسیدن انگور افزایش پیدا کرده است. تعداد میکروارگانیسم‌ها در کشمش به عوامل بسیاری از جمله نوع آلودگی و اسپور آنها در میوه قبل از خشک شدن بستگی دارد [۲۴]. در روش آفتابی بار میکروبی کلی، کلی‌فرم‌ها و تعداد کپک‌ها و مخمرها بیشتر اما تعداد باکتری‌های اسید لاکتیک کمتر از روش صفحات گرمایش کنترلی بود ( $P < 0.05$ ). در کشمش‌های تیمار شده با قلیا نیز بار میکروبی کلی، کلی‌فرم و کپک‌ها کمتر اما تعداد باکتری‌های اسید لاکتیک و مخمرها بیشتر از کشمش‌های طبیعی بود ( $P < 0.05$ ). عوامل مختلف قبل و پس از برداشت انگور، روش‌های پیش تیمار و خشک کردن تأثیر عمده‌ای بر کیفیت میکروبی کشمش دارد و قرار گرفتن کشمش در محیط و زمان خشک شدن طولانی‌تر نیز منجر به افزایش سطح قارچ‌ها در کشمش می‌شود [۲۵]. آلودگی کشمش به میکروارگانیسم‌ها احتمالاً در طول فرایند خشک کردن، مخصوصاً در روش‌های سنتی رخ می‌دهد. همچنین تماس محصول با دست نیز یکی از مهم‌ترین عوامل آلودگی است [۲۶]. کمتر بودن بار میکروبی کلی و کلی‌فرم‌ها در کشمش‌های تولیدی توسط صفحات برقی را می‌توان به کم بودن زمان خشک شدن و بالا بودن دمای خشک کردن نسبت داد.

**Table 4** Interaction of harvest time, drying methods and pretreatments on microbial properties of raisins

Harvesting Time	Drying Methods	Pretreatment	Total count (Logcfu/g)	Lactic acid bacteria (Logcfu/g)	Coliform (Logcfu/g)	Mold (Logcfu/g)	Yeast (Logcfu/g)
21 <sup>th</sup> September	traditional drying place	Alkaline	2.87 <sup>d</sup>	2.81 <sup>a</sup>	2.36 <sup>b</sup>	2.05 <sup>b</sup>	1.80 <sup>b</sup>
		Natural	4.90 <sup>a</sup>	1.25 <sup>e</sup>	2.96 <sup>a</sup>	2.37 <sup>a</sup>	1.25 <sup>c</sup>
	drying place with control heating plates	Alkaline	2.27 <sup>e</sup>	2.38 <sup>b</sup>	2.04 <sup>c</sup>	1.05 <sup>c</sup>	0.95 <sup>d</sup>
		Natural	3.22 <sup>c</sup>	2.58 <sup>b</sup>	2.33 <sup>b</sup>	2.01 <sup>b</sup>	0.30 <sup>e</sup>
12 <sup>th</sup> October	traditional drying place	Alkaline	1.55 <sup>g</sup>	1.98 <sup>c</sup>	1.55 <sup>c</sup>	0.85 <sup>d</sup>	2.33 <sup>a</sup>
		Natural	3.38 <sup>b</sup>	2.46 <sup>b</sup>	1.93 <sup>d</sup>	1.25 <sup>c</sup>	2.39 <sup>a</sup>
	drying place with control heating plates	Alkaline	0.55 <sup>h</sup>	2.21 <sup>c</sup>	0.82 <sup>f</sup>	0.33 <sup>f</sup>	1.15 <sup>c</sup>
		Natural	1.95 <sup>f</sup>	1.70 <sup>d</sup>	1.37 <sup>e</sup>	0.57 <sup>e</sup>	0.85 <sup>d</sup>
SEM			0.06	0.09	0.11	0.09	0.06

Superscript lower letters (a-h) beside mean values in the same column show the difference ( $p < 0.05$ ). SEM: Standard Error Mean

درجه سلسیوس (۲/۴۸) سیکل لگاریتمی) و کمترین آنها در کشمش‌های خشک شده در ۷۰ درجه سلسیوس (۰/۲۳) سیکل

در این راستا لانگوا و همکاران (۲۰۲۰) نیز نشان دادند که بیشترین بار میکروبی کلی در کشمش‌های خشک شده در ۴۰

پارامترهای ظاهری (رنگ، طعم و بافت) از مهمترین ویژگی‌های کیفی کشمش هستند که بر استقبال مصرف کنندگان تأثیر می‌گذارند. این پارامترها بسته به شرایط عملیاتی و پیش تیمارها و همچنین فرایند خشک کردن، می‌تواند به طور قابل توجهی تحت تأثیر قرار گیرد [۲۷].

با توجه به جدول ۵ کشمش‌های حاصل از پیش تیمارهای قلیایی نسبت به نمونه‌های بدون پیش تیمار بطور معنی‌داری امتیاز رنگ بالاتری داشتند ( $p < 0.05$ ). دلیل این امر را می‌توان به حساسیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز به پیش تیمار سود نسبت داد. نتایج مشابهی نیز توسط زمینی و همکاران (۲۰۱۷) گزارش شده است [۲۸]. فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز در مراحل تهیه کشمش می‌تواند موجب اکسید شدن ترکیبات فنلی و تیره شدن رنگ کشمش گردد. همچنین نمونه‌های خشک شده با استفاده از روش صفحات گرمایش کنترل‌ی به روش آفتابی دارای امتیاز رنگ بالاتری بودند. دلیل این امر را می‌توان به زمان خشک کردن نسبت دادند. زیرا بسته به شرایط پیش تیمار و همچنین روش و دمای خشک کردن، کشمش‌ها در رنگ‌های مختلف (سبز، زرد، قهوه‌ای و سیاه) حاصل می‌شود. بر اساس نتایج گینه و همکاران (۲۰۱۵) رنگ کشمش‌های خشک شده به روش همرفتی در ۶۰ و ۵۰ درجه سلسیوس به ترتیب با زمان خشک شدن ۴۷ ساعت و ۱۰۱ ساعت نسبت به خشک شده در گلخانه خورشیدی با زمان خشک شدن ۷۲۱ ساعت، روشن‌تر بود. آنها دلیل این امر را به زمان خشک شدن طولانی‌تر نسبت دادند [۲۹]. نتایج مشابهی نیز توسط زمینی و همکاران (۲۰۱۷) گزارش شده است [۲۸]. نتایج این تحقیقات نتایج حاصل از بررسی حاضر را تایید می‌کند.

لگاریتمی) بود. آنها نتیجه گرفتند که دماهای بالاتر در هنگام خشک کردن اثر مخرب بیشتری بر بار میکروبی کلی کشمش تولیدی داشت. آنها بار میکروبی کلی کشمش را بین ۰/۴ تا ۲/۴ سیکل لگاریتمی تعیین کردند [۹].

آل عسکری و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که بیشترین بار میکروبی کلی در حدود  $10^7 \times 8/5$  واحد کلنی در گرم در ۷ نوع کشمش ایرانی وجود داشت که در مقایسه با استاندارد میکروبی بالاتر بود. اما تعداد باکتری‌های اسید لاکتیک (LAB) در کشمش‌های مورد بررسی بسیار کمتر بود بطوری‌که در کشمش‌های کشورهای چین، هند و مراکش هیچگونه LAB مشاهده نشد اما در کشمش‌های ایرانی، کشور ترکیه و مراکش به ترتیب ۱۰، ۱۳ و ۷ کلنی در گرم LAB تعیین شد. تعداد مخمرها نیز در نمونه‌ها بین  $10^0 \times 6/3 - 10^4 \times 2/44$  واحد کلنی در گرم متغیر بود [۲۲]. لانگوا و همکاران (۲۰۲۰) در کشمش‌ها تعداد کپک‌ها را بین ۰/۳۴ تا ۱/۳ و مخمرها را ۰/۱ تا ۱/۶ سیکل لگاریتمی تعیین کردند [۹] که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت. پایین بودن آلودگی میکروبی در کشمش‌های تولیدی در تحقیق حاضر بیانگر وضعیت آماده‌سازی و خشک کردن مناسب و بهداشتی می‌باشد. رابطه بین وضعیت آماده‌سازی کشمش و کیفیت میکروبی کشمش را تایید می‌کند. محصول خوب از روش‌های مناسب آماده‌سازی کشمش، به دست می‌آید [۲۳].

### ۳-۶- تأثیر تیمارها بر ویژگی‌های حسی کشمش

**Table 5** Interaction of treatments on sensory properties of raisins

Harvesting Time	Drying Methods	Pre treatment	Color	Flavor	Texture
21 <sup>th</sup> September	traditional drying place	Alkaline	4 <sup>b</sup>	3 <sup>b</sup>	4 <sup>a</sup>
		Natural	3 <sup>c</sup>	3.5 <sup>b</sup>	4 <sup>a</sup>
	drying place with control heating plates	Alkaline	4 <sup>b</sup>	2.5 <sup>b</sup>	4 <sup>a</sup>
		Natural	3.5 <sup>c</sup>	3 <sup>b</sup>	4 <sup>a</sup>
12 <sup>th</sup> October	traditional drying place	Alkaline	5 <sup>a</sup>	4.5 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>
		Natural	2 <sup>d</sup>	4.5 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>
	drying place with control heating plates	Alkaline	5 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>
		Natural	3 <sup>c</sup>	4.5 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>
SEM			0.15	0.34	0.59

Superscript lower letters (a–f) beside mean values in the same column show the difference ( $p < 0.05$ ). SEM: Standard Error Mean



گرمایشی با انگور در تماس نبوده بلکه گرما از طریق هدایت از سطح بتونی به انگورها منتقل می‌شود و موجب تبخیر و حذف آب از آن می‌گردد. در این تحقیق برای خشک کردن انگورها، دمای بارگاه بتونی با صفحات گرمایش کنترل‌ری روی ۵۵ درجه سلسیوس و مقدار رطوبت حدود ۱۵ درصد تنظیم شد. در این خشک‌کن در صورت وجود خورشید (در طول روز)، انرژی خورشیدی نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. این روش یک مزیت عمده در مقایسه با خشک‌کن‌های هوای داغ نیز دارد به طوری که در این روش به حرارت دادن حجم زیادی از هوا قبل از آغاز خشک کردن نیازی نبوده، در نتیجه راندمان حرارتی آن بالاتر خواهد بود. قیمت متوسط هر متر مربع از صفحات گرمایشی در سال ۲۰۲۱ حدود ۲۵۰۰ ریال بود. لازم به ذکر است این صفحات عمر کارکردی زیاد و حتی نامحدود دارند و عملاً نیازی به سرویس و نگهداری مستمر سیستم گرمایشی نمی‌باشد. همچنین نیازی به زیرساخت محکم برای ساخت این بارگاه نیست. لذا هزینه سرمایه‌گذاری این سیستم پایین بوده و استفاده از آن مقرون به صرفه خواهد بود. با توجه به جدول ۶ مصرف انرژی در خشک کردن کشمش‌های تیزابی به طور معنی‌داری کمتر از خشک کردن کشمش طبیعی بود.

امتیاز طعم کشمش‌های تهیه شده از انگورهای زود برداشت شده بطور معنی‌داری کمتر از انگورهای دیر برداشت شده است که علت آن مربوط به اسیدیته انگور می‌باشد. اما بین امتیاز طعم کشمش‌های تهیه شده به روش آفتابی در مقایسه با بارگاه حاوی صفحات گرمایش کنترل‌ری تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین هیچیک از تیمارها تاثیر معنی‌داری بر بافت کشمش‌های تولیدی نداشت. با توجه به اینکه رطوبت کشمش تاثیر زیادی بر سفتی بافت کشمش دارد اما در این مطالعه رطوبت کشمش‌های تهیه شده تقریباً یکسان بودند لذا امتیاز بافت کشمش‌ها اختلاف معنی‌داری را نشان نداد.

### ۳-۷- ارزیابی مصرف انرژی خشک‌کن

خشک‌کن‌ها یکی از مهمترین تجهیزات در صنایع فرآوری مواد غذایی هستند. اولین گام در تعیین کمیت عملکرد یک فرایند خشک کردن، محاسبه انرژی مورد نیاز سیستم برای حذف آب از ماتریس مواد غذایی است [۳۰]. خشک‌کن‌ها برای انجام خشک کردن به انرژی نسبتاً زیادی نیاز دارند. هزینه زیاد به دلیل بالا بودن گرمای نهان تبخیر آبی است (۲۲۶۰ کیلو ژول بر کیلوگرم) که معمولاً در طی فرایند خشک کردن از محصول خارج می‌شود [۳۱]. در روش بارگاه با صفحات گرمایش هوشمند، محیط

**Table 6** Energy consumption in control heating plates for preparing (kg) of raisins in 2021

Harvesting Time	pretreatment	Drying time (h)	Electricity consumption (KWh/kg)	Price kWh of electricity (2500 R)
21 <sup>th</sup> September	Alkaline	68 <sup>d</sup>	0.98 <sup>d</sup>	2450 <sup>d</sup>
	Natural	120 <sup>b</sup>	1.63 <sup>c</sup>	4075 <sup>c</sup>
12 <sup>th</sup> October	Alkaline	84 <sup>c</sup>	1.78 <sup>b</sup>	4450 <sup>b</sup>
	Natural	216 <sup>a</sup>	5.5 <sup>a</sup>	13750 <sup>a</sup>

Superscript lower letters (a-d) beside mean values in the same column show the difference ( $p < 0.05$ ).

است در نتیجه افزایش دمای هوا منجر به کوتاه شدن زمان خشک شدن و کاهش مصرف انرژی شده است. برآورد مصرف انرژی برای برخی از انواع خشک‌کن‌های رایج مانند خشک‌کن مایکروویو، خشک‌کن مادون قرمز، خشک‌کن خلاء، خشک‌کن خورشیدی و خشک‌کن‌های ترکیبی انجام شده است. این خشک‌کن‌ها بسته به نوع محصول خشک شده و میزان رطوبت نهایی مورد نظر، مقدار متفاوتی انرژی مصرف می‌کنند [۳۲]. یحیی و همکاران (۲۰۱۱) مقدار انرژی مصرفی خشک‌کن‌های برقی، کلکتور خورشیدی و ترکیبی برای خشک کردن

همان‌طوری که قبلاً ذکر شد کوتیکول مومی انگور، مانع اصلی مقاومت کننده و کنترل کننده انتشار رطوبت در انگور است. اما پیش تیمارهای شیمیایی مقاومت پوست را کاهش داده و نفوذ آب از لایه مومی را افزایش می‌دهد در نتیجه سرعت خشک کردن افزایش یافته و مصرف انرژی کم می‌شود. همچنین زمانی که انگور در ۲۱ دسامبر خشک گردید مصرف انرژی کمتر از زمان خشک کردن در ۱۲ اکتبر بود. دلیل آن مربوط به شرایط آب و هوایی زمان خشک کردن است چون در دسامبر ماه هوا گرم

انگور را در زمان رسیدگی کامل ( ۱۰ تا ۱۵ مهرماه) برداشت نمود. همچنین با توجه به کوتاه بودن زمان خشک کردن انگور در این بارگاه‌ها می‌توان مقدار بیشتری انگور در مقایسه با بارگاه‌های سنتی خشک نمود و از فضای کم بیشتری استفاده را کرد.

## ۵- منابع

- [1] FAO. 2021. Food and Agriculture Organization. www.fao.org Analysis of factors affecting the export supply of Iranian dried products (case study of raisins). Quantitative Economics (Economic Studies). 8: 75-88.
- [2] Najatiyan, M, A. 2019. New farms producing healthy raisins. Jihad Keshavarzi Institute of Higher Education. Tehran. (In Persian).
- [3] Arvind, P., Siddharth, V., & Deepoo, M. 2021. Traditional and recent development of pretreatment and drying process of grapes during raisin production: A review of novel pretreatment and drying methods of grapes. Food Frontiers. 2021: 1-16
- [4] Wang, J., Mujumdar, A. S., Mu, W., Feng, J., Zhang, X., Zhang, Q., Fang, X., & Xiao, Z. G. H. 2016. Grape drying: current status and future trends. In: Morata, A., Loira, I., editors. Grape and Wine Biotechnology Intech Open; <https://doi.org/10.5772/64662>.
- [5] Anonymous. 2020. Catalog of agricultural products-livestock. Altan Azmoon Industry Complex. www.topsunheating.com
- [6] Fink, D. G. & Beaty, H. W. 1978. Standard handbook for electrical engineers, Eleventh Edition, McGraw-Hill, New York. pp. 21-144 to 21-188.
- [7] Khiari, R., Zemni, H. & Mihoubi, D. 2018. Raisin processing: physicochemical, nutritional and microbiological quality characteristics as affected by drying process. Food Reviews International. 2018: 1-53.
- [8] Mahmutoğlu, T., Emir, F. & Saygi, Y.B. 1996. Sun/solar drying of differently treated grapes and storage stability of dried grapes. Journal Food Engineering. 29: 289-300.
- [9] Langová, R., Juzl, M., Cwиковá, O. & Kos, I. 2020. Effect of different method of drying of five varieties grapes (*vitis vinifera* L.) on the bunch stem on physicochemical,

برگ چای سبز را به ترتیب ۶۵، ۶۸/۷ و ۷۰ کیلوژول گزارش کردند [۳۳]. در نهایت هزینه برق مصرفی در بارگاه با صفحات گرمایشی به قیمت هر کیلو کشمش افزوده خواهد شد. اما با توجه به کیفیت بالای کشمش‌های تولیدی با این بارگاه، علاوه بر این که می‌توان آن را جبران نمود، بلکه می‌توان محصول بهداشتی و با کیفیت بالا تولید و صادر نمود.

## ۴- نتیجه گیری

نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که سرعت خشک شدن کشمش‌ها در بارگاه با صفحات گرمایش کنترلی ۴/۷۵ بار سریع‌تر از روش خشک کردن در بارگاه‌های سنتی و در انگورهای تیمار شده با تیزاب نیز ۲/۳۶ برابر سریع‌تر از انگورهای بدون تیمار بود. آلودگی میکروبی نیز در کشمش‌های تهیه شده در بارگاه با صفحات گرمایش کنترلی بسیار کمتر از روش سنتی خشک کردن بود ( $P < 0.05$ ). مقدار انرژی مصرفی برای تهیه یک کیلوگرم کشمش تیزابی در اواخر شهریور و مهرماه به ترتیب ۱/۷۸ و ۰/۹۸ کیلووات ساعت و برای تهیه یک کیلوگرم کشمش طبیعی این مقدار به ترتیب ۱/۶۳ و ۰/۵ کیلووات ساعت برآورد شد. با توجه به اینکه کیفیت و کمیّت (بازدهی) کشمش علاوه بر نوع رقم، به طور قابل توجهی به مقدار بریکس و در نتیجه به زمان برداشت انگور بستگی دارد. اما باغداران به علت مواجه شدن با باران‌های پاییزه و بی‌موقع در زمان خشک کردن انگور در بارگاه‌های سنتی، اقدام به برداشت زود هنگام محصول می‌کنند. در نتیجه به علت پایین بودن درجه بریکس انگور، عملکرد تولید کشمش کاهش یافته و ضریب تبدیل آن نیز کاهش پیدا می‌کند. در پی این روند باغداران متضرر شده و کشمش تولیدی نیز ترش مزه شده و از کیفیت مناسبی برخوردار نخواهد بود. با توجه به نتایج به دست آمده از این بررسی، سرعت خشک شدن کشمش‌ها در بارگاه با صفحات گرمایش کنترلی سریع‌تر از روش خشک کردن در بارگاه‌های سنتی است. در نتیجه با برداشت به موقع انگور جهت تهیه کشمش و استفاده از بارگاه‌های با صفحات گرمایش کنترلی می‌توان به این مشکل فایق آمد. لذا در صورت استفاده از بارگاه‌های با صفحات گرمایش کنترلی برای تهیه کشمش، می‌توان

- biochemical properties of raisins. Iranian Horticultural Sciences. 49: 475-491.
- [20] Anonymous. 1991. Specification and methods of test for raisin. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. No. 17. (In Parisian).
- [21] Sharma, S., Sharma, A. K., Banerjee, K., Barman, K. & Nath, V. 2018. Evaluation of physico-chemical, nutritional quality and safety of imported raisin samples available in Indian market. Journal of Pharmacognosy and Photochemistry. 7: 1246-1251.
- [22] AlAskari, G., Kahouadji, A., Khedid, K., harof R. C. & Mennane, Z. 2012. Physicochemical and microbiological study of "raisin", local and imported (Morocco). Middle-East Journal of Scientific Research. 11: 01-06.
- [23] Koundouras, S., Marinos V., Gkoulioti, A., Kotseridis, Y. & van Leeuwen, C. 2006. Influence of vineyard location and vine water status on fruit maturation of nonirrigated cv. Agiorgitiko (*Vitis vinifera* L.). Effect on wine phenolic and aroma components. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 54: 5077–5086.
- [24] Magnoli, C., A. Astroeca, L. Ponsone, M. Combina, G. Palacio, C.A.R. Rose A.M. & Dalcero, M. 2004. Survey of mycoflora and ochratoxin A in dried vine fruit from Argentina markets. Letters in Applied Microbiology. 39: 326-331.
- [25] Doymaz, I. 2006. Drying kinetics of black rapes treated with different solutions. Journal Food Engineering. 76: 212-217.
- [26] Witthuhn, R. C., Engelbrecht, S., Joubert, E. & Britz, T. J. 2005. Microbial content of commercial South African high moisture dried fruits. Journal Applied Microbiology. 98: 722-726.
- [27] Omolola, A. O., Jideani, A. I. O. & Kapila, P. F. 2017. Quality properties of fruits as affected by drying operation. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 57: 95–108.
- [28] Zemni, H., Sghaier, A., Khiari, R., Chebil, S., Ben Ismail, H., Nefzaoui, R., Hamdi, Z. & Lasram, S. 2017. Physicochemical, phytochemical and mycological characteristics of Italia Muscat raisins obtained using different pre-treatment and drying techniques. Food Bioprocess Technology. 10: 479–490.
- microbiological, and sensory quality. Foods. 9: 1183.
- [10] Mandal, G. & Thakur, A. K. 2015. Preparation of raisin from grapes varieties grown in Punjab with different processing treatments. International Journal of Bio-Resource, Environment and Agriculture Science. 1(1): 25-31.
- [11] Zomorodi, Sh., Dilmaghanian, F., & Shavakhi, F. 2021. Application of essential oils of dill (*Anethum graveolens* L) for improvement of quality and shelf-life of natural raisins. Iranian Journal of Food Science and Technology. 115: 23-35. (In Persian)
- [12] Najatiyan, M, A. 2005. Increasing the efficiency (reducing waste) of raisin production. The Second National Conference on Agricultural Waste. Tarbiat Modares University pp. 506-516. (In Persian)
- [13] Arzani, K., & Sharafati, A. H. 2000. Study of grape harvest date of Peykani cultivar and alkaline solutions post-harvest on quantity and quality of Kashmar green raisins. the first national grape conference. 28-26 September, Qazvin. pp. 1. (In Persian)
- [14] Pileh, F., Farrokhzad, A., Ismaili, M. & Dolati Baneh, H. 2012. The effect of harvest time and shelf life on some biochemical properties of berry of white seedless sultana cultivar. Journal of Food research. 25: 564-576. (In Persian)
- [16] Lokhande S. M. & Sahoo A. K. 2016. Effect of drying on grape raisin quality parameters. International Journal of Innovative Research in Science and Engineering. 2: 86-95.
- [17] Masbahi, Gh. R., Zomorrodian, A., Dadashzadeh, M. & Farahnaki, A. 2010. A Comparative Study of Raisin Production by Solar Dryer and Other Drying Methods. Iranian Food Science and Technology Research. 2: 61- 74. (In Persian).
- [18] Sardar, N. R., Tiwari Manish, G.P., Tagalpallewar, J.P., & Rathod Prabhakar, B. 2019. Effect of various pretreatments on raisin making from grapes (*Vitis vinifera* L.). International Journal Current. Microbiology Applied Science. 8(5): 575-587.
- [19] Karimi, R. & Mirzaei, F. 2019. The effect of three drying methods on biophysical and

- emphasis on energy aspects. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, 22(2): 195-201.
- [32] Nwakuba, N. R., Asoegwu, S. N. & Nwaigwe, K.N. 2016. Energy consumption of agricultural dryers: an overview. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*. 18: 119-132.
- [33] Yahya, M., Ruslan, M. H., Othman, M. Y., Yatim, B., Sulaiman, M. Y., Mat, S., Lim, C. H., Alghoul, M. A., Zaharim, A. & Sopian, K. 2011. Evaluation of energy requirement for drying of green tea using a solar assisted drying system (Vgroove solar collector); *Proceedings of the 3rd WSEAS International Conference on Renewable Energy Sources*. Pp. 298-303.
- [29] Guiné, R. P. F., Almeida, I. C., Correia, A. C. & Gonçalves, F. J. 2015. Evaluation of the physical, chemical and sensory properties of raisins produced from grapes of the cultivar crimson. *Journal of Food Measurement and Characterization*. 9: 337-346.
- [30] Billiris, M. A., Siebenmorgen, T. J. & Mauromoustakos, A. 2011. Estimating the theoretical energy required to dry rice. *Journal of Food Engineering, Elsevier*, 107(2): 253-261.
- [31] Raghavan, G. S. V., Rennie, T. J., Sunjka, P. S., Orsat, V., Phaphuangwittayakul, W. & Terdtoon, P. 2005. Overview of new techniques for drying biological materials with



## Modification of the traditional grape drying place using control heating plates and evaluate its energy consumption

Zomorodi, Sh. <sup>1\*</sup>, Amir Shaghghi, F. <sup>1</sup>, Gerami, K. <sup>1</sup>

1. Department of Engineering Research, West Azerbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Urmia, Iran.

### ARTICLE INFO

#### Article History:

Received 2022/ 03/ 05

Accepted 2022/ 06/ 21

#### Keywords:

Cntrol heating plates,  
Dying,  
Energy consumption,  
Raisins,  
Traditional grape drying place.

**DOI:** 10.22034/FSCT.19.127.167

**DOR:** 20.1001.1.20088787.1401.19.127.20.3

\*Corresponding Author E-Mail:  
s.zomorodi@areeo.ac.ir

### ABSTRACT

Raisin is one of the important export products in the agricultural sector, but there are several challenges in increasing the quality of raisins and their competition in foreign markets. The type of drying place and environmental conditions can have a great impact on the quality of raisins. In this study, the aim is to modify the traditional grape drying place, using intelligent heating plates. The seedless grape was harvested at two different times and prepared by two methods, natural (without pretreatment) and treated with alkaline solution and dried in traditional place with concrete floor and traditional place modified by control heating plates. The results showed that the drying time of non-treated raisins was 2.36 times of alkali-treated raisins and the drying time of traditional place was about 4.75 times of modified place. Also, the total count, coliform, molds and yeasts in the traditional drying place were higher, but the number of lactic acid bacteria was less than the modified method ( $P < 0.05$ ). In alkali-treated raisins, the total count, coliform and mold were lower, but the number of lactic acid bacteria and yeasts was higher than natural raisins ( $P < 0.05$ ). The results of sensory evaluation also showed that the color score of samples with alkali-treated raisins was significantly higher than other. The amount of energy consumed to prepare one kg of raisins in 21<sup>th</sup> September and 12<sup>th</sup> October was 0.98 and 1.78 kWh, respectively, and for natural raisins, this amount was 1.63 and 5.5 kWh, respectively. According to the results obtained in this study, it is possible to prepare raisins with high hygienic quality and desirable sensory properties by harvesting grapes in a timely and drying in the place with intelligent heating plates.