

# تأثیر فرایند ترکیبی خشک کردن اسمزی توسط خشک کن کابینتی و انجماد بر برخی از خصوصیات شیمیایی و بافتی میوه‌های توت‌فرنگی

مریم عاملی<sup>۱</sup>، مهدی قیافه داوودی<sup>۲</sup>، ریحانه احمدزاده قویدل<sup>۳</sup>، حمید بخش آبادی<sup>۴\*</sup>

<sup>۱</sup> مدرس دانشگاه علمی کاربردی شرکت شهرک صنعتی مینودشت، گنبد، ایران

<sup>۲</sup> دانشیاربخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات و آموزش ترویج کشاورزی، مشهد، ایران.

<sup>۳</sup> استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، واحد قوچان، دانشگاه آزاد اسلامی، قوچان، ایران

<sup>۴</sup> دانشجوی دکتری مهندسی مواد و طراحی صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۹۴/۱۰/۱۹ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۵/۶/۲۰

## چکیده

هدف از این مطالعه بررسی تأثیر نوع تیمار اسمزی بر برخی از خواص شیمیایی و بافتی توت‌فرنگی‌های خشک و منجمد شده به منظور افزایش عمر انبارمانی این میوه‌ها بود. بدین منظور اثر محلول اسمزی در پنج سطح ساکارز (۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ درصد براساس وزن میوه) و ۰/۲ درصد اسید آسکوربیک، ۰/۱ درصد اسید سیتریک و ترکیبی از این دو اسید، بر ویژگی‌های شیمیایی (میزان رطوبت، اسیدیته، میزان قند و اسید آسکوربیک) و بافتی توت‌فرنگی‌های خشک شده با خشک کن کابینتی و سپس منجمد شده در قالب طرح کاملاً تصادفی مورد ارزیابی قرار گرفت. براساس نتایج بدست آمده مشخص گردید، زمانی که از تیماری با غلیظ‌ترین محلول اسمزی (۵۰ درصد ساکاروز) استفاده شد، نمونه‌ها بیشترین میزان سختی را داشتند در حالی که این نمونه‌ها کمترین میزان رطوبت را به خود اختصاص دادند. در بین میوه‌های توت‌فرنگی انجمادزدایی شده بیش‌ترین میزان قند کل (۸/۹ درصد) متعلق به میوه‌هایی بود که در محلول حاوی ۵۰ درصد ساکاروزی قرار داشتند. میزان اسید آسکوربیک توت‌فرنگی‌های تازه بین ۶۰ میلی‌گرم در هر ۱۰۰ گرم است و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون دانکن به وضوح مشخص نمود که نمونه‌های تیمار شده با اسید آسکوربیک، میزان اسید آسکوربیک بیشتری دارند. براساس نتایج بدست آمده می‌توان بیان داشت که توت‌فرنگی‌های با ۴۰ درصد ساکارز با ۰/۲ درصد اسید آسکوربیک و ۴۰ درصد ساکارز با اسید ترکیبی (۰/۲ درصد اسید آسکوربیک و ۰/۱ درصد اسید سیتریک) بهترین تیمارها از نظر کیفیت بافت، میزان قند و اسید آسکوربیک می‌باشند. در پایان از این تحقیق نتیجه می‌شود که این روش نگهداری کاربرد صنعتی و تجاری داشته و امکان صادرات را برای این محصول فراهم می‌کند.

**واژه های کلیدی:** انجماد، بافت، توت فرنگی، خشک کردن، خواص ارگانولپتیکی، رنگ.

## ۱- مقدمه

توت‌فرنگی گیاهی نهان‌دانه با نام علمی فراگاریا ویسکا<sup>۱</sup> و از خانواده گل سرخیان رزاسه<sup>۲</sup>، دارای بوته‌ای کوتاه، برگ‌هایی درشت و ساقه‌هایی باریک خزنده است که روی زمین قرار گرفته و ریشه می‌دواند. نژاد و گونه‌های متنوعی دارد که به صورت وحشی و اهلی می‌رویند. توت‌فرنگی در آب و هوای معتدل و گرم به خوبی رشد کرده و گل‌های آن حساس به سرما و رنگ سفید بوده و قسمت مورد استفاده خوراکی توت‌فرنگی در نهنج گل آن است که به تدریج بزرگ شده و به اصطلاح به عنوان میوه توت‌فرنگی معروف است (۲). این میوه سرشار از ویتامین C و پتاسیم بوده و کمی هم دارای ویتامین A، فولات و کلسیم می‌باشد (۲۰). این میوه بعنوان یک جایگزین شیرین، باعث افزایش سلامت قلب، کاهش خطر ابتلا به انواع سرطان و در کل ارتقاء سلامتی بدن می‌شود. از ترکیبات مهم آن می‌توان تانن، موسیلاژ، قندهای مختلف، سالیسیلات‌ها و به خصوص اسیدهای میوه را نام برد. توت‌فرنگی سرشار از ویتامین و فاقد چربی اشباع است و کالری کمی دارد، پاک‌کننده روده و مثانه نیز محسوب می‌شود (۱). همچنین توت‌فرنگی حاوی دو نوع رنگدانه آنتوسیانین می‌باشد که عبارتند از: پلارگونیدین و سیانیدین که ۹۵-۷۹ درصد از آنتوسیانین توت‌فرنگی پلارگونیدین است. این رنگدانه‌ها نسبت به تغییرات شیمیایی بسیار ناپایدار بوده و عواملی مانند درجه حرارت بالا، نبودن ساکارز، فلزات سنگین، اکسیژن و قهوه‌ای شدن آنزیمی باعث تجزیه و تغییر رنگ می‌گردند (۲۳). طبق آمار ارائه شده میزان ضایعات فرآورده‌های کشاورزی در حدود ۳۰ - ۳۵ درصد برآورد شده است که بخشی از آن به دلیل کمبود صنایع تبدیلی می‌باشد. یکی از مهمترین روش‌های نگهداری مواد غذایی فرآیند خشک کردن یا آبدایی است. خشک کردن ضمن اینکه بر روی محصول اثر حفاظتی دارد (کاهش فساد میکروبی و واکنش‌های مخرب)، وزن و حجم آن را به میزان چشمگیری کاهش داده و در نتیجه از هزینه‌های حمل و نقل و ذخیره‌سازی محصول می‌کاهد (۲۴ و ۲۵). خشک کردن مواد غذایی و مشخصاً میوه‌ها و سبزیجات از زمانهای بسیار دور به عنوان راهی جهت افزایش عمر ماندگاری آنها معمول بوده و امروزه نیز به عنوان

یکی از فرآیندهای مهم در صنایع غذایی مطرح می‌باشد. حفظ ارزش تغذیه‌ای و قابلیت و سرعت جذب آب مجدد محصول خشک شده دو پارامتری است که بعنوان شاخص کیفیت محصول مد نظر قرار می‌گیرند و هدف و هنر متخصصین صنایع غذایی ارائه و اجرای روش‌هایی است که به تولید محصول با کمترین تغییرات ناخواسته و با بهترین کیفیت از نظر ارگانولپتیکی و تغذیه‌ای بینجامد. فرآیند اسمز به دلیل حفظ پایداری، ایجاد کیفیت بالا، اصلاح خصوصیات کاربردی و کاهش مصرف انرژی، علاقه محققین را در طی سالهای اخیر، بیش از پیش به خود جلب کرده است (۱۷). یکی از انواع خشک‌کن‌های صنعتی، خشک‌کن سینی‌دار یا کابینتی می‌باشد که در این نوع از خشک‌کن‌ها، برای قرار دادن محصول در معرض هوای گرم در یک فضای بسته، از سینی یا وسایل مشابه نگه‌دارنده استفاده می‌شود، سینی‌های حاوی محصول در داخل یک کابینت یا محیط مشابه و در معرض هوای گرم قرار داده می‌شوند تا فرآیند خشک شدن انجام شود. حرکت هوا بر سطح محصول با سرعت نسبتاً زیادی صورت می‌گیرد، تا اطمینان حاصل شود که انتقال جرم و حرارت با بازدهی بالایی انجام می‌شود. در بیشتر حالات خشک‌کن‌های کابینتی به صورت ناپوسته کار می‌کنند و از معایب آن‌ها خشک شدن غیر یکنواخت محصول درون سیستم می‌باشد. معمولاً برای بهبود یکنواختی بیشتر باید سینی‌های حاوی محصول جابه‌جا شوند (۳). امانلو و زمردین به منظور استفاده بهینه از خشک‌کن‌های کابینتی، آن‌ها را با استفاده از داده‌های تجربی مدل‌سازی نمودند (۵). محققین دیگری از این نوع خشک‌کن برای خشک نمودن تکه‌های گوشت استفاده کردند و تاثیر پارامترهای موثر بر این فرایند را پیشگویی نمودند (۲۲). خشک کردن یکی از دشوارترین عملیات فرآوری مواد غذایی محسوب می‌شود که عمدتاً به دلیل ایجاد تغییرات نامطلوب در کیفیت محصولات طی خشک کردن با روش‌های معمولی با هوای داغ باعث آسیب جدی به محصول خشک شده می‌شود (۱۸ و ۱۹).

چانگرو (۲۰۰۶) با مطالعاتی که بر روی خشک کردن توت‌فرنگی و هویج با تیمار اسمزی توسط مایکروویو و خلاء، انجام داد بیان داشت که اسید آسکوربیک، ترکیبات فنولی و آنتی‌اکسیدانی طی خشک کردن در توت‌فرنگی کاهش می‌یابد (۸). معمولاً میوه‌هایی خشک شده با فرآیند اسمزی و انجماد به نسبت میوه‌های تازه،

<sup>1</sup>Fragaria vesca<sup>2</sup>Rosaceae

متابولیسم سولفیت، کلرید کلسیم، سود ۰/۱ نرمال، متیلن بلو، استات روی و فنل فتالین از شرکت مرک آلمان تهیه گردید.

## ۲-۲- روش تهیه محصول

در این پژوهش از ترکیب سه روش برای تولید نمونه استفاده شد که به ترتیب شامل استفاده از محلول اسمزی، خشک کردن توسط جریان هوای داغ و انجماد توسط فریزر صندوقی بود. استفاده از این روش‌ها به منظور کاهش رطوبت توت‌فرنگی در هر مرحله از فرایند و حفظ کیفیت بافت، رنگ، عطر و طعم در طول نگهداری، در حین و بعد از انجماد است. ابتدا براساس وزن میوه، محلول‌های اسمزی را در ۱ لیتر آب با دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد تهیه و خوب هم‌زده تا مواد جامد در آب حل شود سپس توت‌فرنگی‌ها را بعد از توزین، به محلول اسمزی انتقال داده تا غوطه‌ور شوند، لازم به ذکر است که در این بخش از ۹ تیمار استفاده گردید که تیمارهای مورد استفاده کدگذاری و در جدول ۱ آورده شده است. بعد از ۱ ساعت نگهداری در محلول اسمزی توت‌فرنگی‌ها را خارج و روی سینی‌های خشک‌کن قرار داده و توسط خشک‌کن کابینتی با دمای ۴۵-۵۵ درجه سانتی‌گراد با جریان هوا، خشک شد. سپس محصول نیمه‌خشک، بلافاصله پس از سرد کردن اولیه توسط فریزر سریع (فریزر صندوقی) در دمای ۲۲- تا ۱۸- درجه سانتی‌گراد در ظروف پلی‌اتیلنی منجمد گردید. و بعد از گذشت یک ماه آزمایشاتی به قرار زیر روی آن‌ها صورت پذیرفت.

جدول ۱- کدگذاری تیمارهای اسمزی مورد استفاده قرار گرفته

تیمار	شکر (درصد)	اسید آسکوربیک (درصد)	اسید سیتریک (درصد)
۱	-	-	-
۲	-	۰/۲	-
۳	۲۰	۰/۲	-
۴	۳۰	۰/۲	-
۵	۴۰	۰/۲	-
۶	۵۰	۰/۲	-
۷	۴۰	-	-
۸	۴۰	۰/۲	۰/۱
۹	۴۰	-	۰/۲

نگهداری و سختی بیشتری پس از چرخه انجماد-آب شدن یخ دارند، که این به نوع محلول استفاده شده بستگی دارد. بخصوص خشک‌سازی توت‌فرنگی با فرایند اسمزی، امکان نگهداری بافت زیاد را در مقایسه با نمونه‌های عمل‌آوری نشده به هنگام آب شدن یخ میوه‌های منجمد شده، فراهم می‌کند (۷). کاهش مقدار نیروی حداکثری پس از انجماد نشان دهنده‌ی بافت‌های آسیب دیده میوه است که تا حدودی ناشی از آسیب هیستولوژیکی حاصل از تشکیل بلورهای یخ در طی انجماد می‌باشد. افزایش نیروی حداکثری را می‌توان به اثر جذب قند نسبت داد. تورجیانی و همکاران (۱۹۹۵) این مطلب را بیان کردند که سلول‌های حفاظت شده با قندها، آسیب دیدگی کمتر و چروکیدگی محتوای سلولی کمتری نشان می‌دهند. کلرید کلسیم نیز به افزایش سختی نسبت داده می‌شود که ناشی از برهم‌کنش کلسیم با اجزای دیواره سلولی ماتریس (شبکه) سلولی گیاه است (۲۴). مطالعات در زمینه خشک‌کردن اسمزی به عنوان یک فرایند مقدماتی برای انجماد زرد آلو نشان می‌دهد که میزان آسکوربیک اسید حفظ شده طی این روش بیشتر از انجماد سنتی بوده است. خشک‌کردن انجمادی-اسمزی<sup>۱</sup>، ترکیبی از فرایند شامل خشک‌کردن اسمزی و در ادامه خشک‌کردن با هوا و سپس انجماد است. ترکیب این دو فرایند رنگ و پارامترهای مکانیکی را بهبود می‌دهد و در نتیجه سبب کاهش خروج آب در مقایسه با نمونه‌های بدون فرایند مقدماتی می‌شود (۱۴). کاریم (۲۰۱۰) بر روی اثر پیش تیمارها و ویژگی‌های کیفی در خشک‌کن‌های هوایی در تکه‌های آناناس مطالعه کرد که نشان دهنده تأثیر و بهبود بر روی بافت، کیفیت و ویژگی‌های ارگانولپتیکی آناناس می‌باشد (۱۶). هدف از این تحقیق بررسی اثر خشک‌کردن میوه توت‌فرنگی با خشک‌کن ترکیبی کابینتی-اسمزی و سپس انجماد آن‌ها بر خصوصیات شیمیایی و بافتی میوه‌هاست.

## ۲- مواد و روش‌ها

### ۲-۱- مواد

توت‌فرنگی رقم سلوا از گلخانه واقع در اطراف مشهد خریداری و سپس میوه‌های سالم و آسیب دیده جداسازی و شسته شده و مواد شیمیایی نظیر اسید آسکوربیک، اسید سیتریک،

<sup>1</sup>osmo dehydro Freezing

### ۳-۲- اندازه گیری رطوبت نمونه

اندازه گیری رطوبت بر طبق روش AOAC ۴۴-۱۵، ۲ گرم از نمونه در ظرفی که قبلاً در آون به وزن ثابت رسیده بودند، توزین شد. سپس در آون با دمای  $3 \pm 100$  درجه سانتی گراد به مدت ۳-۵ ساعت خشک گردید که پس از سرد شدن در دسیکاتور و با استفاده از معادله ۱ محاسبه شد (۶).

$$\text{معادله (۱)} \quad \text{رطوبت (\%)} = \frac{(W_1 - W_2)}{m} \times 100$$

در معادله ۱،  $W_1$  وزن اولیه ظرف خالی به همراه نمونه قبل از خشک کردن،  $W_2$  وزن ظرف و نمونه بعد از خشک کردن و  $m$  بیانگر وزن نمونه می باشد.

### ۴-۲- اندازه گیری اسیدیت نمونه ها

میزان اسیدیت نمونه ها به روش تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال اندازه گیری شده و بر حسب اسید سیتریک گزارش شد (۹).

### ۵-۲- اندازه گیری قند نمونه ها

بعد از آماده سازی نمونه ها، ۵ میلی لیتر آب مقطر به آن ها افزوده و صاف می شود. سپس جهت شفاف سازی و تشکیل محلول حقیقی از فروسیانور پتاسیم استفاده شد و آنرا همزده، و پس از این مرحله به حالت ساکن قرار داده شد تا مواد ته نشین شود و بعد صاف گردید و نمونه صاف شده، داخل بورت ریخته شد. در ارلن دیگر ۵ میلی لیتر از هر کدام از محلول های فلهینگ A و B می ریزیم و بر روی هیتر قرار می دهیم تا گرم شود سپس محلول قندی داخل بورت را به میزان ۱۵ سی سی یکباره داخل ارلن اضافه کرده تا محلول به جوش آید از این لحظه به بعد عمل تیتراسیون را بصورت قطره قطره شروع می کنیم تا قرمز آجری شود. ختم عمل زمانی ست که محلول فلهینگ توسط ماده قندی احیا شود، در این حالت رنگ آبی داخل ارلن بی رنگ شده و نزدیک ختم عمل ۲-۳ قطره معرف متیلن بلو اضافه کرده و تیتراسیون را ادامه می دهیم تا رنگ متیلن بلو از بین برود که پایان ختم عمل است (۲۱).

### ۶-۲- اندازه گیری اسید آسکوربیک

بعد از خروج نمونه ها از انجماد و نرم کردن آن ها توسط هاون، میزان اسید آسکوربیک میوه ها بر طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۵۶۰۹ مشخص گردید (۴). ابتدا برای آماده سازی نمونه ها

توت فرنگی ها، از حالت انجماد خارج و توسط هاون نرم گردید و سپس ۲۰ میلی لیتر، آب مقطر به آن افزوده و صاف شد، سپس به محلول صاف شده معرف چسب نشاسته اضافه گردید در مرحله بعد این محلول با محلول ید در یدور پتاسیم (داخل بورت) تیترا شد، تا رنگ آبی و سبز تا خاکستری تشکیل شود. در نهایت میزان ویتامین C از معادله ۲ به دست می آید.

معادله (۲)  $17/6 \times \text{مقدار مصرفی یدور پتاسیم} = \text{میزان ویتامین C}$   
(میلی گرم در ۱۰۰ گرم)

### ۷-۲- اندازه گیری بافت نمونه

به منظور ارزیابی بافت توت فرنگی از بافت سنچ (QTS، CNS، Farnel، آمریکا) استفاده شد. بدین طریق نیروی لازم برای نفوذ یک پروپ با انتهای سوزنی با سرعت ۳۰ میلی متر در دقیقه به داخل توت فرنگی محاسبه و بر حسب میزان سختی گزارش شد (۱۱).

### ۹-۲- طرح آماری و آنالیز داده ها

تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از طرح کاملاً تصادفی و در سه تکرار انجام گردید. از نرم افزار SAS برای تجزیه و تحلیل اطلاعات و از آزمون چند دامنه ای دانکن برای مقایسه میانگین داده ها استفاده شد. در نهایت جهت ترسیم نمودارها از نرم افزار Microsoft Excel استفاده شد.

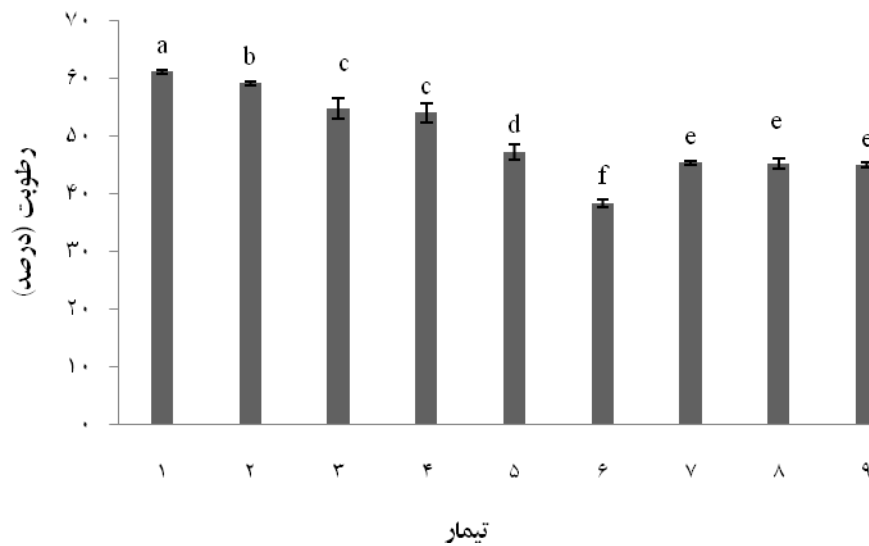
### ۳- نتایج و بحث

#### ۳-۱- رطوبت

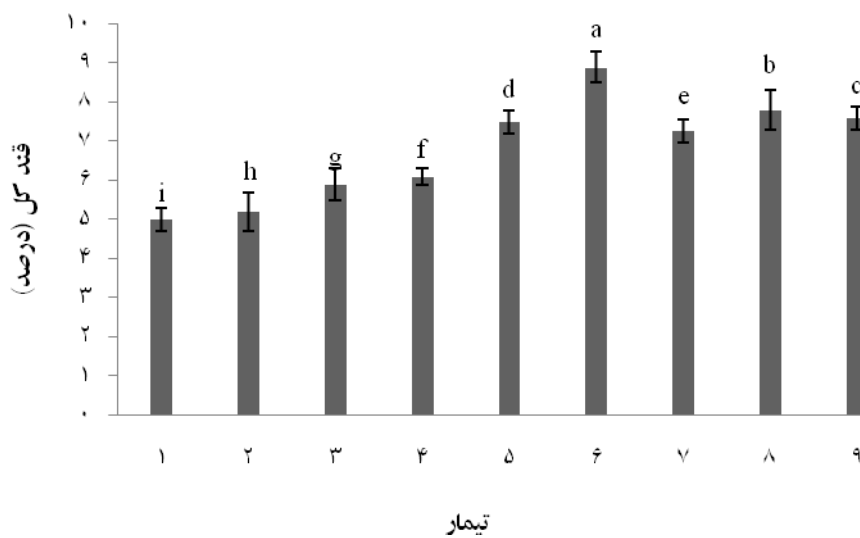
میزان رطوبت توت فرنگی های تازه بین ۸۵-۷۰ درصد است که باید رطوبت آن کاهش یابد. برای این کار از ترکیب خشک کردن (خشک کن کابینتی) و انجماد صنعتی استفاده گردید. توت فرنگی در خشک کن به مدت ۴-۵ ساعت خشک شده و پس از طی شدن این زمان ثابت و تعیین شده، رطوبت نمونه ها اندازه گیری شد و بعد از سرد شدن سریع توت فرنگی ها منجمد شدند. نتایج آزمون میزان رطوبت در شکل ۱ آورده شده است همانطور که مشخص است که کمترین رطوبت مربوط به نمونه هایی بود که در محلول های اسمزی با درصد بالای ساکارز و اسید قرار گرفته بودند (تیمار ۶)، همچنین میوه هایی که در تیمارهای فاقد ساکاروز بودند رطوبت نهایی بیشتری داشتند. از نتایج شکل ۱ چنین استنباط می شود که نمونه هایی که در

محلول به نمونه می‌رود، پتانسیل‌های اسمزی در انتقال رطوبت و ماده حل شونده کاهش می‌یابد (۱۰). گومز و همکاران (۲۰۰۴)، در مورد فرایند آبگیری اسمزی میوه آسیرا پژوهشی انجام دادند که در این بررسی شاخص‌های کاهش میزان آب، جذب شکر و نسبت این دو مورد ارزیابی قرار گرفتند. با توجه به نتایج حاصل بهترین شرایط برای انجام فرایند اسمز، استفاده از محلول دوگانه با غلظت شکر ۵۰ و ۶۰ درصد بود. مناسب‌ترین دما جهت انجام فرایند این ۶۰ درجه سانتی‌گراد پیشنهاد گردید (۱۵).

فرمولاسیون خود حاوی ساکارز بیشتر بودند (زمان خشک کردن بالاتر) در نگهداری مواد جامد (افزایش خروج آب)، بهتر عمل می‌کنند که باعث می‌شود نمونه‌ها در طی انجماد دچار یخ‌زدگی نشود و در طی دیفراسست (انجمادزدایی)، مانع از آب چک می‌شوند. کرزو و گومز (۲۰۰۳) بیان داشتند که تغییرات میزان آب و جذب مواد حل شده در مواد غذایی (میوه‌ها و سبزیجات) در فاز اول اسمزی بیشتر از دوره زمانی، بعدی آن است. با گذشت زمان، وقتی که رطوبت از نمونه به محلول و مواد حل شده از



شکل ۱- تأثیر نوع تیمار اسمزی بر میزان رطوبت میوه‌های توت‌فرنگی



شکل ۲- تأثیر نوع تیمار اسمزی بر میزان قند کل میوه‌های توت‌فرنگی

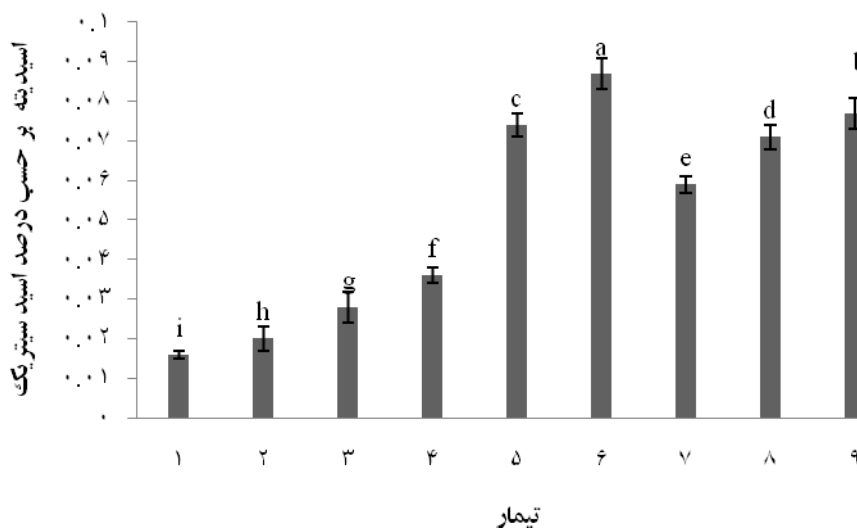
## ۳-۲- قند کل

ترکیبات قندی مهم در ساختمان آنتوسیانین ها شامل: گلوکز، رامنوز، گالاکتوز، آرابینوز، فروکتوز و گزیلوز می باشد. استفاده از ساکارز اثرات زیان بار کمتری در بافت توت فرنگی در طی فرایند ایجاد می کند. محدوده استاندارد قند توت فرنگی تازه بین ۵-۷ گرم در هر ۱۰۰ گرم میوه می باشد و دارای درصد قند کمی است که برای بیماران دیابتی مفید می باشد. نتایج به دست آمده از این تحقیق پیرامون میزان قند نمونه های مورد بررسی نشان داد که نوع تیمار بر میزان قند میوه ها تاثیر معنی دار داشت ( $P < 0.05$ ). در بین میوه های توت فرنگی انجام دزدایی شده بیشترین میزان قند کل (۸/۹ درصد) متعلق به میوه هایی است که در محلول حاوی ۵۰ درصد ساکاروزی قرار داشتند، بود. علت کمتر بودن قند برخی از میوه ها، عدم استفاده از محلول ساکاروز می باشد. همانطور که از شکل ۲ بر می آید، درصد قند اندازه گیری شده توت فرنگی های حاصل از تیمارهای ۱ تا ۴ بعد از انجام در محدوده استاندارد قرار داشت. نتایج این بخش با نتایج فورنی و همکاران (۱۹۹۷) که

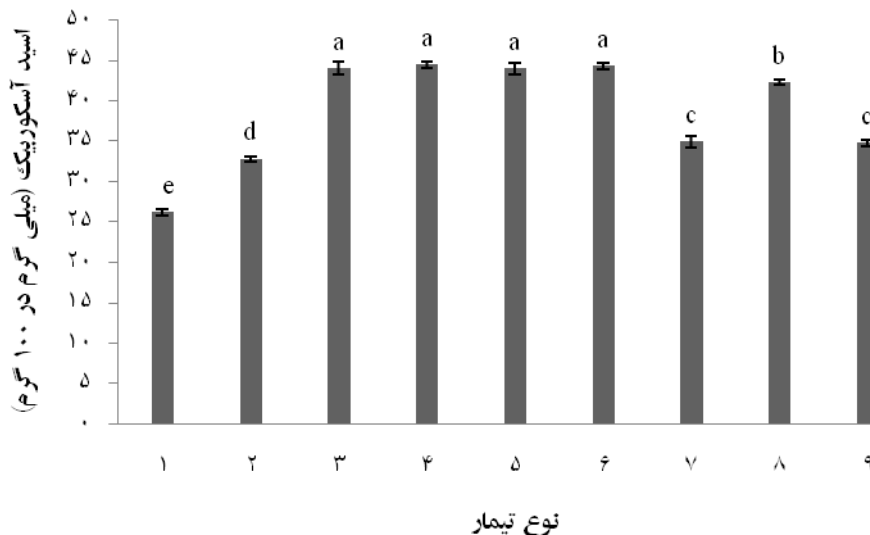
تحقیقاتی روی تاثیر ترکیب قند در ثبات رنگ زردآلوه های خشک و منجمد شده انجام دادند، مطابقت داشت (۱۴).

## ۳-۳- اسیدیتة نمونه ها

تجزیه و تحلیل داده های حاصل از آزمایش نشان داد که نوع تیمار بر اسیدیتة میوه ها بعد از انجماد و نگهداری تاثیر معنی دار داشت ( $P < 0.05$ ). مقایسه میانگین ها به روش آزمون دانکن (شکل ۳) نشان داد که خشک کردن و انجماد باعث افزایش اسیدیتة نسبت به توت فرنگی تازه می شود. همانطور که از شکل ۳ نیز مشخص است در تیمارهایی که از اسید در محلول اسمز استفاده شد، دارای میزان اسیدیتة بالاتری بودند. مرتضوی و همکاران (۱۳۸۸) بیان داشتند که آب گیری یا خشک کردن منجر به ایجاد تغییراتی در میزان اسیدیتة قابل تیترا می شود (۳). دسوزا و چانگ (۱۲) از محلول کلرید کلسیم برای تیمار دادن توت فرنگی استفاده نمودند، و بیان داشتند که تیمار به کار گرفته شده منجر به افزایش اسیدیتة میوه ها گردید.



شکل ۳- تاثیر نوع تیمار اسمز بر میزان اسیدیتة میوه های توت فرنگی



شکل ۴- تأثیر نوع تیمار اسمزی بر میزان اسید آسکوربیک میوه‌های توت‌فرنگی

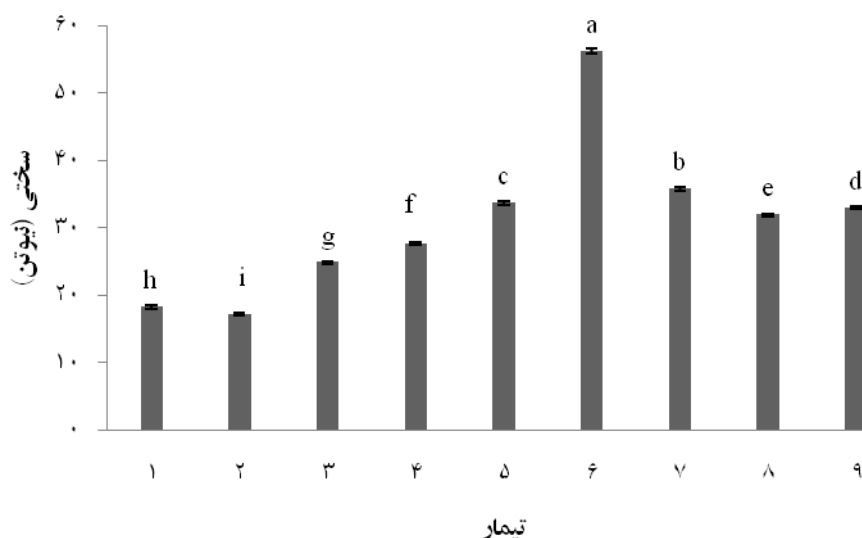
#### ۳-۴- میزان اسید آسکوربیک نمونه‌ها

اسید آسکوربیک دارای نقش حفاظتی، آنتی‌اکسیدانی و تثبیت رنگ، توت‌فرنگی‌ها در طی فرایند می‌باشد. تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از آزمایش نشان داد که نوع تیمار اسمزی بر میزان اسید آسکوربیک میوه‌های رفع انجماد شده موثر است ( $P < 0/05$ ). مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون دانکن (شکل ۴) به وضوح مشخص نمود که نمونه‌های تیمار شده با اسید آسکوربیک، میزان اسید آسکوربیک بیشتری دارند. میزان اسید آسکوربیک توت‌فرنگی تازه بین ۶۰ میلی‌گرم در هر ۱۰۰ گرم است. در اینجا با توجه به این نکته که نمونه‌های حاوی اسید آسکوربیک چه به صورت تنها و چه به صورت ترکیبی با اسید سیتریک برهم اثر مثبت داشته و به مقدار بیشتری حفظ می‌شوند. کمترین میزان اسید آسکوربیک از تیمار اول بدست آمد که احتمالاً به علت بیشتر بودن رطوبت در این نمونه بود. تورجیانی و همکاران (۲۰۰۱)، مطالعاتی در مورد پیش تیمارهای اسمزی روی میوه و تأثیرات فیزیکی و شیمیایی و ساختاری آنها انجام دادند و دریافتند که این پیش تیمارها باعث کیفیت بهتر و افزایش خواص عملگرایی (اسید آسکوربیک) میوه می‌شود (۲۴).

#### ۳-۵- سختی بافت توت‌فرنگی‌ها

برای اینکه بیان مناسبی از سفتی، نرمی و یا در اصل مرغوبیت بافت محصول نهایی و برابری آن با نمونه‌ی تازه توت‌فرنگی

وجود داشته باشد، باید یک محدوده برای بافت توت‌فرنگی تازه تعیین گردد. قبل از انجام آزمون روی تیمارهای تعیین شده، چند نمونه توت‌فرنگی تازه را مورد آزمون بافت‌سنجی قرار داده که محدوده سختی آن‌ها ۲۵-۴۰ تعیین شد. پس در اینجا حداکثر سختی قابل قبول برای نمونه‌های توت‌فرنگی فرایند شده ۴۰ نیوتن حداقل آن برای میوه‌ها ۲۵ نیوتن بود. نتایج آزمون بافت‌سنجی در شکل ۵ نشان می‌دهد، که تیمار شماره ۶ (غوطه‌ور شده در غلیظ‌ترین محلول ساکاروز)، بیشترین میزان سختی (از لحاظ عددی، بالاترین عدد) و تیمارهای ۱، ۲ و ۳ بافت نرم‌تری از محدوده‌ی تعیین شده توت‌فرنگی‌های تازه داشتند. لازم به ذکر است نمونه‌هایی که از تیمار ۷ بدست آمده بودند به علت عدم استفاده از اسیدها دارای بافت سفت‌تری بود، زیرا استفاده از اسید سیتریک و اسید آسکوربیک باعث تخریب بافت شده و توت‌فرنگی از حالت طبیعی نرم‌تر می‌شود. اربا و همکاران (۱۹۹۴) با تحقیقاتیکه روی اثر ترکیبات قندی مختلف (ساکاروز و سوربیتول) و خشک‌کن‌های هوایی بر خواص شیمیایی و فیزیکی طی فرایند خشک کردن و انجماد انجام دادند، بیان داشتند که سوربیتول باعث افزایش مواد جامد محلول در میوه‌ها (زردآلو، هلو) و همچنین نرم شدن بافت میوه‌ها نسبت به ساکاروز می‌شود (۱۳).



شکل ۵- تاثیر نوع تیمار اسمزی بر سختی بافت میوه‌های توت فرنگی

#### ۴- نتیجه گیری

براساس نتایج بدست آمده می‌توان بیان داشت که توت فرنگی‌های با ۴۰ درصد ساکارز با ۰/۲ درصد اسید آسکوربیک و ۴۰ درصد ساکارز با اسید ترکیبی (۰/۲ درصد اسید آسکوربیک و ۰/۱ درصد اسید سیتریک) بهترین تیمارها از نظر کیفیت بافت، قند، اسید آسکوربیک می‌باشند. می‌توان توت فرنگی‌های خشک شده را، به مدت طولانی نگهداری کرد، بدون اینکه طعم و بافت آن تغییر زیادی کند همچنین قابلیت ارائه به بازار بصورت منجمد برای فرآورده‌های قنادی، بستنی، مربا، مصرف مستقیم و غیره را دارد. استفاده از تکنیک آب‌گیری اسمزی قبل از انجماد، باعث بهبود بافت شده و به عنوان یک تکنیک جدید جهت تولید محصولات حاوی میوه با کیفیت بالا می‌باشد. در پایان از این تحقیق نتیجه می‌شود که این روش کاربرد صنعتی و تجاری داشته و امکان صادرات را برای این محصول فراهم می‌کند.

#### ۵- منابع

- ۱- اثنی عشری، م.، زکائی، م.، خسروشاهی، ر. ۱۳۸۷. فیزیولوژی و تکنولوژی پسابز برداشت. چاپاول، انتشارات دانشگاه همدان. ۶۵۸ صفحه.
- ۲- کاشی، ع. و حکمتی، ج. ۱۳۷۰. پرورش توت فرنگی. چاپ احمدی (کرج). ۱۲۱ صفحه
- ۳- مرتضوی، س. م.، ارزانی، ک و منصوری، ی. ۱۳۸۸. تاثیر زمان و دماهای مختلف هیدراسیون بر خصوصیات کیفی میوه

های خشک خرما، رقم برحی. مجله فرآوری و نگهداری مواد غذایی. ۷۹،-۹۱.

- ۴- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۷۶. اندازه‌گیری اسید آسکوربیک در میوه‌ها و سبزی‌ها در میوه‌ها و سبزی‌ها و فرآورده‌های آن‌ها. استاندارد ملی ایران شماره ۵۶۰۹.

5- Amanlou, Y and Zomorodian, A. 2010. Applying CFD for designing a new fruit cabinet dryer. Journal of Food Engineering, 101:8-15.

6- AOAC. 2008. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists, Vol. II. Arlington, VA: Association of Official Analytical Chemists.

7- Blanda, G., Cerretani, L., Cardinali, A., Barbieri, S. Bendini, A. and Lercker, G. 2009. Osmotic dehydrofreezing of strawberries: Polyphenolic content, volatile profile and consumer acceptance. LWT - Food Science and Technology, 42: 30-36.

8- Changrue, V. 2006. Hybrid (Osmotic, Microwave-vacuum) Drying of Strawberries and Carrots. A thesis submitted to McGill University in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy. 190 p.

9- Chung, H. D. F. Cheour and A. Passos. 1993. Effect of foliar application of calcium chloride on shelf life and quality of strawberry fruits. Journal of Horticultural Sciences, 34(1):7-15.

10- Corzo, O. and Gomez, E. R. 2003. Optimization of osmotic dehydration of cantaloupe using desired function methodology. Journal of Food Engineering, 64:213-219.

11- Del Valle, J. M., Aranguiz, V. and Leon, H. 1998. Effect of blanching and calcium infiltration on PPO activity, texture, microstructure and



physical and structural effects. *Journal of Food Engineering*, 42(2):247-253.

25- Torreggiani, D. and Bertolo, G. 2005. Osmotic pre-treatments in fruit processing : chemical , physical and structural effects. *Journal of food engineering*, 49: 1-7.

kinetics of osmotic dehydration of apple tissue. *Food Research International*, 31: 557- 569.

12- Desouza, A. L. B., Fernandes, M. I. and Quintao Scalon, S. 1999. "post harvest application of CaCl<sub>2</sub> in strawberry fruits: Evaluation of fruit quality and post-harvest life. " *Scienc.E.agrotec., Larvas University*, 23(4):841-848.

13- Erba, M. L., Forni, E., Colonello, A. and Giangiacomo, R. 1994. Influence of sugar composition and airdehydration levels on the chemical-physical characteristics of osmodehydrofrozen fruit. *Food Chemistry*. 50:69-73.

14- Forni, E., Sormani, A., Scalise, S and Torreggiani, D. 1997. The influence of sugar composition on the colour stability of osmodehydrofrozen intermediate moisture apricots. *Food Research International*. 30( 2) 87-94

15- Gomes,D.,Barbosa,J.L.,Colato, G.and Fernando,E.M.2004. Osmotic dehydration of acerola Fruit. *Journal of Food Engineering*,25:176-183.

16- Karim. O.R. 2010. Air-Oven Drying of Pre-Treated Fruit Slices: A Promising Solution to Post-Harvest Losses. *Pakistan Journal of Nutrition*, 9 (6): 547-551.

17- Kar, A. and Gupta, D.K.. 2001. Osmotic dehydration characteristics of button mushroom. *Journal of Food Science and Technology*, 38(4), 352-357.

18- Lurie, S. and Nussiouitch, A. 1996. Compression characteristics, firmness and texture perception of the treated and unheated apples, *Int. Journal of Food science and Technology*, 31: 1-5.

19- Moreira, RM., Figueired, A., and Sereno, A. 2000. Shrinkage of apple disks during drying by warm air convection and freeze drying. *Drying Technology*. 182 : 279-294.

20- Pritts,M.p.1998.Strawberry nutrition and nutrient deficiencies. In: Mass, J.L.(ed)*Compendium of Strawberry Diseases*, APS Press, St Paul. Minnesota,98.

21- Ranganna S. 1986. *Handbook of analysis and quality control for fruit and vegetable products*, 1st Edn., McGraw-Hill, New Delhi.

22- Shafiur Rahman, M., Perera, C.O., Dong Chen, X., Driscoll, R.H and Lal Potluri, P. 1996. Density, shrinkage and porosity of calamari mantle meat during air drying in a cabinet dryer as a function of water content. *Journal of Food Engineering*, 30(1):135-145.

23- Thomas, P.2002. Leaf number and position effects on the survival and performance of grape microcuttings in vitro, and the sensitivity of the cut nodal region to the mediurna. *Vitis*,41:3-4.

24- Torreggiani,D. and Bertolo, G. 2001. Osmotic pre-treatments in fruit processing: chemical,