تأثیرپیش فرآیندهای پوست‌گیری و آبگیری اسمزی بر خصوصیات کیفی و حسی آلو خشکباری

الهام آذرپژوه[1]* پروین شرایعی[1]

[1] استادیار بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی ، سازمان تحقیقات و آموزش ترویج کشاورزی، مشهد، ایران.

تاریخ دریافت مقاله : ۹۴/۸/۱۷ تاریخ پذیرش مقاله : ۹۴/۱۰/۱۳

چکیده

در این پژوهش فرآیند پوست‌گیری و خشک‌کردن آلوبخارا (Santa Rosa) به روش اسمز با استفاده ازمخلوط محلول‌های ساکارز، نمک مورد بررسی قرار گرفتند.بدین منظور آلو، با دو روش (غوطه‌وری در محلول جوشان هیدروکسید سدیم ۱/۵ درصد به مدت ۱ دقیقه و غوطه‌وری در محلول آب و نمک ۷ درصد به مدت یک ساعت) پوست‌گیری شد. سپس در محلول‌های اسمزی دوتایی با غظت‌های مختلف (ساکارز/ نمک) به مدت ۵ ساعت غوطه‌ور شد. نمونه‌ها با استفاده ازخشک‌کن کابینی با هوای داغ در ۶۰ درجه سلسیوس تا رسیدن به رطوبت نهایی ۱۴ درصد خشک گردیدند. نتایج نشان داد که با افزایش درصد ساکارز در محلول‌های اسمزی، درصد جذب مواد و درصد کاهش آب افزایش یافت. با افزایش غلظت ساکارز در محلول‌های اسمزی، میزان قهوه‌ای شدن و درصد چروکیدگی بافت نمونه‌های آلو کاهش یافت. نتایج ارزیابی حسی نمونه‌ها نشان داد که تیمار پوست‌گیری شده با آب‌نمک و غوطه‌وری در محلول اسمزی ۵۴ درصد ساکارز و ۵ درصد نمک بهترین تیمار فرآوری از نظر مصرف کننده بود.

واژه‌های کلیدی:آلو بخارا، خشک‌کردن اسمزی، ساکارز، نمک.

* مسوول مکاتبات : azarpazhooh@gmail.com

۱-مقدمه

آلو (Prunus Domestica)ازخانواده Rosaceae منبع بسیار خوبی ازکربوهیدرات، ویتامین A، کلسیم، منیزیم، آهن، پتاسیم، فیبر و حاوی مقدار قابل توجهی ویتامین ث می‌باشد (۲۱). طبق آخرین آمار منتشر شده از اداره کل آمار و اطلاعات کشاورزی، در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ سطح زیر کشت آلو در استان خراسان رضوی ۳۱۲۷۹ هکتار و تولید سالانه بیش از۳۲۷۰۰۸ تن بوده است(۱).

میوهٔ آلو به علت رطوبت بالا و همچنین کوتاه بودن فصل برداشت، اکثراً به شکل خشک شده نگهداری و مصرف می‌شود (۱۰).روش‌های پوست‌گیری و خشک‌کردن از چالش‌های مهم در فرآوری آلو می‌باشد. وجود لایه مومی موجود در آلو، منجر به ایجاد لایه‌ای مقاوم در برابر خروج رطوبت در هنگام خشک‌شدن می‌گردد و به طور معمول برای از بین‌بردن این لایه، از یک سری مواد شیمیایی مانند محلول‌های قلیایی استفاده می‌شود (۳۲). استفاده ازاین مواد شیمیایی باعث ایجاد شکاف‌هایی در روی لایه مومی کوتیکول آلو شده که منجر به افزایش سرعت خروج آب می‌گردد. انتخاب مناسبترین روش برای پوست‌گیری میوه قبل از خشک‌کردن بر مبنای کاهش زمان خشک‌کردن و حفظ کیفیت محصول از لحاظ رنگ، ارزش تغذیه و طعم و مزه می‌باشد (۳). میوه آلو معمولاً به روش سنتی و در کنار باغات خشک می‌شود. مهم‌ترین معایب خشک‌کردن سنتی، سرعت پایین فرآیند و میزان بالای آلودگی میکروبی محصول تولیدی می‌باشد. در عملیات خشک‌کردن صنعتی با استفاده از هوای داغ، اگرچه مدت زمان فرآیند در مقایسه با روش‌های سنتی کوتاه‌تر است، اما مصرف انرژی بالا بوده و بدلیل اعمال حرارت‌های نسبتاً شدید، کیفیت فرآورده به ویژه خواص حسی و تغذیه‌ای کاهش می‌یابد (۳۰). علاوه بر این، واکنش‌های قهوه‌ای شدن نیز طی خشک‌کردن سنتی و صنعتی کیفیت آلو را تحت تاثیر قرار می‌دهند. این فعل و انفعالات با ایجاد رنگ تیره، ظاهر نامطلوبی به فرآورده می‌بخشند و بازارپسندی آن را تقلیل می‌دهند. وجود این معایب، متخصصین و تولیدکنندگان را بر آن داشت که روش‌های مناسب‌تری را برای بهبود کیفیت فرآورده‌های خشکباری جستجو نمایند. در این راستا فرآیندهای اسمزی یکی از ثمر بخش‌ترین تکنیک‌های مورد استفاده می‌باشد (۶). فرآیندهای اسمزی باعث بهبود کیفیت، رنگ، طعم و بافت محصول، بدون افزودن مواد شیمیایی می‌شوند؛ هم‌چنین مواد مغذی موجود در محصول طی زمان نگهداری حفظ می‌شود (۹،۲۷). آبگیری به شیوه اسمز براساس حذف قسمتی از آب طبیعی موجود در میوه‌ها و سبزی‌ها در نتیجه غوطه‌وری آن‌ها در محلول‌های غلیظ صورت می‌گیرد. فرآیند اسمز شامل: انتقال آب از محصول به سمت محلول، انتقال جسم حل شده از سمت محلول به سمت محصول و انتقال مواد حل شده معدنی (مواد آلی، موادمعدنی، اسید و ویتامین) از میوه به سمت محلول می‌باشد (۸). بنابراین برای خشک‌کردن به زمان و انرژی کمتری نیاز است، در نتیجه باعث حفظ مواد مغذی نظیر ویتامین ث، رنگ طبیعی میوه، کیفیت بافت و کاهش واکنش‌های آنزیمی می‌شود (۶،۲۶).

هر ماده‌ای که بتواند فشار اسمزی ایجاد کند به عنوان عامل اسمزی در نظر گرفته می‌شود. عموماً از نمک‌ها درسبزی‌ها و از مواد قندی (ساکاریدها، شربت گلوکز یا ذرت) در میوه‌ها استفاده می‌گردد. مطالعات گسترده‌ای در زمینه استفاده از سیستم‌های دوتایی آبگیری اسمزی (آب/ شکر یا نمک) (۱۲،۳۴) و سه‌تایی آبگیری اسمزی (آب/ شکر/ نمک) انجام شده است (۱۸،۱۹،۲۰). نتایج این تحقیقات نشان داد که محلول‌های اسمزی با ترکیب سه‌گانه (آب/ کلریدسدیم/ ساکارز یا گلوکز) آب بیشتری در مقایسه با محلول اسمزی دوگانه به خارج بافت انتقال می‌دهند. همچنین ماده حل شده با وزن مولکولی کم (مانند گلوکز) در مقایسه با ماده حل شده با وزن مولکولی بالا (مانند ساکارز) در محلول اسمزی با غلظت یکسان، آب بیشتری از ماده غذایی می‌گیرد (۲۲). برای میوه‌های شیرین مزه، می‌توان از محلول‌های ساکارز/ نمک استفاده کرد. حضور ساکارز و نمک در سطح میوهٔ آبگیری شده، باعث جلوگیری از انتقال اکسیژن به بافت میوه شده و در نتیجه قهوه‌ای شدن آنزیمی محصول کاهش می‌یابد (۱۵).

لیرسی و همکاران (۱۹۸۵)، گزارش نمودند استفاده از نمک به میزان ۲ درصد باعث افزایش سرعت آبگیری سیب می‌شود. انتخاب نوع نمک به کمک آزمون‌های حسی تعیین می‌شود (۱۶). همچنین نتایج محققین نشان داد که به کار بردن ماده قندی ونمک در فرآیند اسمزی به میزان قابل توجهی بافت را محافظت کرده و حداقل صدمه و گسیختگی ماکرومولکول‌های سلولی و ترکیدگی دیواره سلولی را باعث شده و ظاهری مشابه با بافت تازه به مواد غذایی می‌دهند (۱۳). هم چنین مشخص شده است،

آبگیری از محصولات به شیوه اسمزی در محلول‌هایی ساکارز و یا نمک، ظرفیت آبگیری مجدد محصولات خشک شده را افزایش می‌دهد که این عمل در اثر دیفوزیون انتشار می‌باشد (۱۱).

نظر به اهمیت موضوع، پژوهش حاضر با اهداف تعیین روش مناسب پوست‌گیری و تعیین غلظت مناسب ترکیبات اسمزی جهت تولید آلوی خشکباری با کیفیت حسی مناسب انجام پذیرفت.

۲-مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

آلو بخارای مورد نیاز برای انجام آزمایش‌های خشک‌کردن، ازایستگاه تحقیقاتی گلمکان واقع در استان خراسان رضوی تهیه و تا پایان آزمایش‌ها در سردخانه با دمای۱±۴ درجه سلسیوس نگهداری شدند. جدول ۱مشخصات اولیهٔ میوهٔ تازه آلوبخارا را نشان می‌دهد. حدود یک ساعت قبل از شروع هر آزمایش، جهت متعادل‌سازی دمای نمونه‌ها با دمای محیط، نمونه‌ها از سردخانه به آزمایشگاه انتقال یافت.

مواد شیمیایی مورد استفاده شامل: سود، فنل فتالئین، ساکارز، سدیم کلراید (با درجه خوراکی)، فهلینگ A و B، معرف متیلن بلو، اتانول، یدور پتاسیم، ید، اسیداسکوربیک و معرف آمیدن با درجهٔ خلوص ۹۹/۵ از شرکت مرک و سیگما آلدریچ تهیه شدند.

جدول۱- خصوصیات کیفی میوهٔ آلو بلافاصله پس از برداشت

خصوصیات کیفی	مقدار
ویتامین ث (میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم)	۱۷/۶±۰/۰۷*
pH	۳/۶۳±۰/۲۵
میزان مواد جامد محلول (درصد)	۱۷/۷۵±۰/۷۸
اسید قابل تیتر (گرم اسیدسیتریک در ۱۰۰ گرم)	۱/۲۰±۰/۰۵
قند (درصد)	۱۳/۵±۰/۰۹

*اعداد ± انحراف معیار، میانگین ۵ تکرار است.

۲-۲ پوست‌گیری

میوهٔ آلو به دو روش پوست‌گیری شدند:

- غوطه‌وری در محلول قلیایی: نمونه آلو در سود جوشان ۱/۵ درصد (هیدروکسید سدیم) به مدت ۱ دقیقه قرار گرفت و پس از پوست‌گیری، اسید قابل تیتراسیون محصول با استفاده از محلول اسیداسکوربیک ۱ درصد تنظیم و بهpH معادل ۳/۵ رسانده شد.
- غوطه‌وری در محلول آب‌نمک: غوطه‌وری نمونه آلو در محلول آب‌نمک ۷ درصد به مدت ۱ ساعت و سپس پوست‌گیری با دست انجام شد.

۲-۳-آماده‌سازی محلول اسمزی

محلول اسمزی حاوی مخلوط ساکارز و نمک در غلظت‌های مختلف با بریکس مشخص به صورت زیر تهیه شد: ابتدا مقدار مشخصی از ساکارز و سدیم کلراید با توجه به هر آزمایش به داخل بالون ژوژه ریخته شده و با استفاده از آب مقطر، به حجم مورد نظر رسانده شد. سپس، بوسیله عمل هم‌زدن تمام ساکارز و نمک درآب مقطر حل و محلول اسمزی با بریکس مشخص بدست آمد. نسبت اختلاط میوه‌ها با محلول اسمزی ۱ به ۱۰ بود. تیمار اسمزی به مدت ۵ ساعت در حرارت ۵۰ درجه سلسیوس انجام شد. تیمارها شامل:

-غوطه‌وری میوه در محلول ساکارز ۶۰ درصد + ۲ درصد نمک
-غوطه‌وری میوه در محلول ساکارز ۵۴ درصد + ۵ درصد نمک
-غوطه‌وری میوه در محلول ساکارز ۴۵ درصد + ۶ درصد نمک
-غوطه‌وری در محلول ساکارز ۳۰ درصد + ۸ درصد نمک

۲-۴- خشک‌کردن

برای مقایسه خصوصیات کمی و کیفی نمونه شاهد با نمونه‌های پوست‌گیری و پیش تیمار شده به همراه فرآیند آبگیری اسمزی، از یک دستگاه خشک‌کن کابینی آزمایشگاهی استفاده شد. نمونه‌ها پس از خروج از محلول اسمزی، با استفاده از کاغذهای خشک‌کن (به منظور حذف محلول اسمزی اضافی) آبگیری شدند. سپس در سینی‌های مخصوص دستگاه خشک‌کردن کابینی قرار گرفته و در درجه حرارت ۶۰ درجه سلسیوس تا رسیدن به رطوبت نهایی ۱۴درصد (بر مبنای وزن مرطوب) خشک شدند.

۲-۵- بسته‌بندی و نگهداری

نمونه‌های خشک شده به مدت ۲ روز با هدف تعدیل رطوبت در آزمایشگاه در حرارت محیط نگهداری و سپس در بسته‌های ۲۵۰ گرمی پلی‌اتیلنی با ضخامت ۵۰ میکرون و تحت خلاء، بسته‌بندی و به مدت ۶ ماه در دمای محیط قرار گرفتند.

۲-۶- درصد کاهش آب و جذب مواد به بافت میوه

به منظورتعیین درصد کاهش آب و جذب مواد به بافت میوه، نمونه‌ها پس از توزین به مدت ۵ ساعت در محلول‌های اسمزی با غلظت‌های مشخص قرار گرفته و پس از شستشو و آبگیری سطحی با دستمال کاغذی، توزین شده و با توجه به فرمول‌های تجربی، درصد کاهش آب و درصد جذب مواد با استفاده از رابطه‌های (۱ و ۲) محاسبه گردید (۳).

$$WL = \frac{(M_0 - S_0) - (M - S)}{M_0} \quad (۱)$$

$$SG = \frac{S - S_0}{M_0} \quad (۲)$$

M_0 = وزن نمونه تازه (گرم)

M= وزن نمونه اسمزی شده (گرم)

S_0 = وزن ماده خشک نمونه تازه

S= وزن ماده خشک نمونه اسمزی شده

۲-۷- درصد تغییرات رطوبت

نمونه‌ها از محلول اسمزی در زمان‌های صفر،۱، ۲، ۳، ۴، ۵ ساعت خارج گردیدند و پس از خشک‌کردن رطوبت سطحی میوه با کاغذ جاذب رطوبت، درصد رطوبت محاسبه گردید (۵).

۲-۸-درصد چروکیدگی (sh[1])

به منظور اندازه‌گیری درصد چروکیدگی نمونه‌ها پس از خشک شدن، تغییرات حجم نمونه‌ها با استفاده از روش جابجایی مایع تعیین گردید (رابطه ۳). در این پژوهش برای کاهش جذب مایع توسط نمونه‌ها از تولوئن بجای آب استفاده شد(۱۴).

$$Sh = \frac{V0 - V}{V0} \times ۱۰۰ \quad (۳)$$

در این رابطه V_0 و V به ترتیب حجم اولیه و حجم نهایی نمونه بودند.

۲-۹- میزان قهوه‌ای شدن

به منظور تعیین میزان قهوه‌ای شدن ۸ گرم نمونه توزین شده و پس از آسیاب شدن در یک ظرف حاوی۱۰۰ سی‌سی محلول ۵۰ درصد حجمی اتانول حل می‌گردد. سپس نمونه به مدت ۲۴ ساعت در آن وضعیت قرار می‌گیرد. محتوی محلول صاف و سپس دانسیته نوری آن در دستگاه اسپکتروفتومتر و در طول موج ۴۴۰ نانومتر قرائت می‌گردد(۱۴).

۲-۱۰- نسبت آبگیری مجدد[2]

به منظور تعیین نسبت آبگیری مجدد، نمونه‌ها پس از خشک شدن و توزین در یک بشر ۲۵۰ میلی لیتری حاوی ۱۵۰ میلی لیتر آب مقطر در دمای ۵۰ درجه سلسیوس به مدت یک ساعت غوطه‌ور گردید. سپس نمونه‌ها از آب بیرون آورده شده و بلافاصله پس از جذب آب سطحی با کاغذ جاذب رطوبت، توزین شد. نسبت آبگیری مجدد با استفاده از رابطه (۴) محاسبه شد(۱۴).

$$RR = \frac{Wr}{Wd} \times ۱۰۰ \quad (۴)$$

در این رابطه Wrو Wd به ترتیب وزن اولیه نمونه و وزن نمونه پس از یک ساعت بودند.

۲-۱۱- ویتامین ث

به منظور اندازه‌گیری میزان ویتامین ث به ۵ میلی لیترآبمیوه، ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر و ۲ میلی لیتر معرف (آمیدن ۱ درصد) اضافه گردید و با محلول ید یک صدم نرمال که محتوی ۱۶ گرم یدور پتاسیم در لیتر است تیتر شد. سپس میزان ویتامین ث موجود در آبمیوه با استفاده از رابطه (۵) محاسبه گردید(۲).

(۵) ۱۰۰×۰/۸۸× محلول ید مصرفی = میلی‌گرم ویتامین در ۱۰۰ گرم نمونه

۲-۱۲-ارزیابی حسی

ارزیابی حسی با استفاده از روش هدونیک ۵ امتیازی، برای نمونه‌های پوست‌گیری شده و آبگیری اسمزی وهمچنین تیمار شاهد با ۸ نفر ارزیاب انجام شد. خصوصیات حسی بررسی شده در این ارزیابی شامل رنگ، شکل ظاهری، عطر و طعم، بافت و ارزیابی کلی بود.

۲-۱۳-آنالیزآماری

آنالیز داده‌ها توسط نرم‌افزار SAS 9.1 با استفاده ازآزمایش فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی باپیش تیمار پوست A، و غلظت محلول اسمزیB انجام گرفت. میانگین‌ها بر اساس آزمون

[1]- Shirinkage

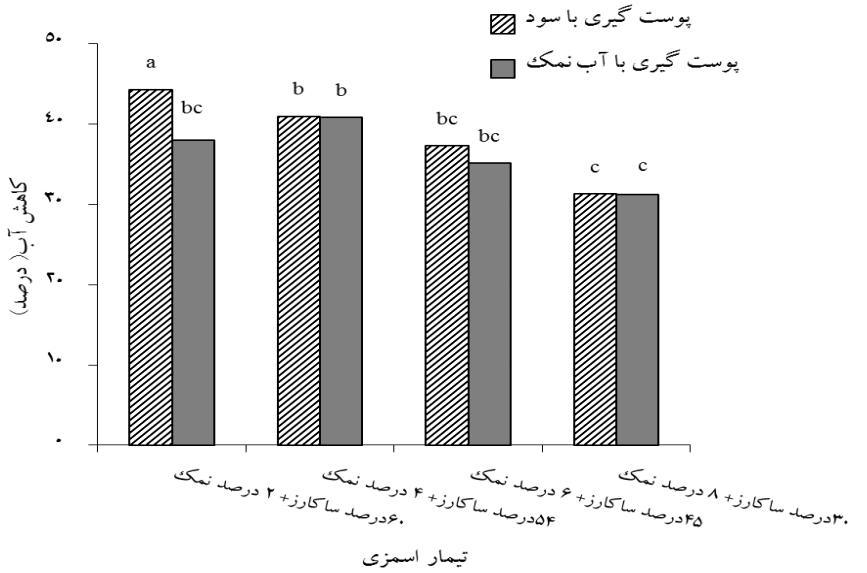
[2]-Rehyradtion Ratio

دانکن در سطح احتمال ۵ درصد (P <۰/۰۵) مقایسه شدند. نمودارها با نرم افزار Microsoft Excel ۲۰۱۰ ترسیم گردیدند.

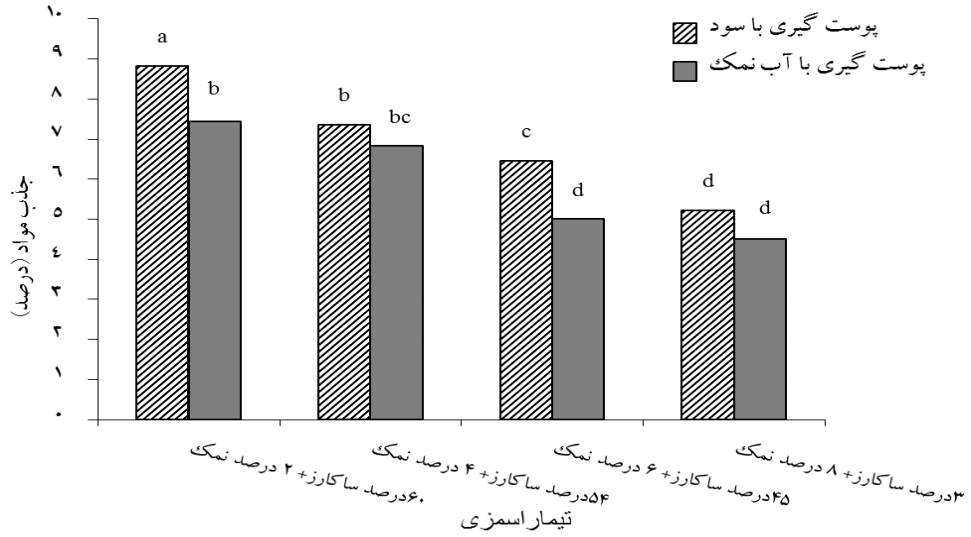
۳- نتایج و بحث

۳-۱-تاثیر پیش تیمار پوست‌گیری و اسمزی بر درصد کاهش آب و جذب مواد

درصد کاهش آب و جذب مواد تحت تأثیر اثر مستقل و متقابل پوست‌گیری و تیمار اسمزی قرار گرفت. نتایج نشان داد که درصد جذب مواد و کاهش آب در تیمار پوست‌گیری با سود تفاوت معنی‌داری با تیمار پوست‌گیری با آب‌نمک در سطح ۵ درصد داشته است. میزان کاهش آب و جذب مواد در تیمار پوست‌گیری با سود بیشتر از آب‌نمک بوده است. نتایج نشان داد که هرچه میزان ساکارز در محلول بیشتر باشدپیشرفت فرآیند اسمز بیشتر و درصد کاهش آب افزایش می‌یابد. درصدکاهش آب در نمونه‌های پوست‌گیری شده با سود و غوطه‌ور شده در محلول اسمزی با بالاترین غلظت قند (۶۰ درصد ساکارز+ ۲ درصد نمک)، ۴۵ درصد بود درحالی‌که این میزان در نمونه‌های غوطه‌ور شده در محلول‌های اسمزی با پایین‌ترین غلظت قند (۳۰ درصد ساکارز + ۸ درصد نمک)، ۳۰ درصد بود (شکل ۱- الف).



الف



ب

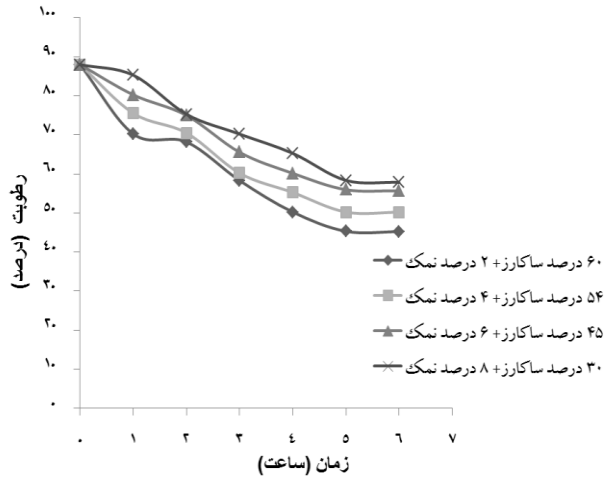
شکل۱ - اثر متقابل تیمارهای پوست‌گیری و اسمزی بر(الف) درصد کاهش آب و (ب) درصد جذب مواد

حروف مختلف نشان دهنده اختلاف آماری معنی‌دار است.

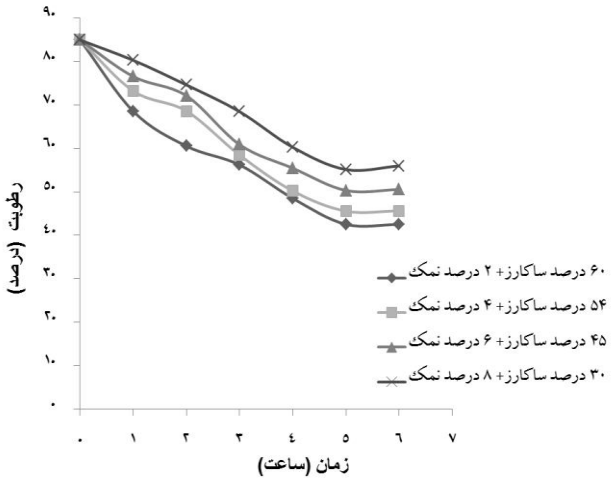
میزان جذب مواد درتیمار پوست‌گیری شده با سود و سپس غوطه‌ور شده درمحلول ۶۰ درصد ساکارز + ۲ درصد نمک درحدود ۹ درصد بود که در مقایسه باتیمار اسمزی مشابه و پوست‌گیری شده با آب‌نمک اختلاف آماری معنی‌داری در سطح ۵ درصد داشت. تیمار پوست‌گیری شده با آب نمک و غوطه‌ور شده در محلول ۳۰ درصد ساکارز + ۸ درصد نمک کمترین میزان جذب مواد را داشت. اما، با توجه به اینکه افزایش درصد جذب مواد ممکن است باعث از بین رفتن طعم اصلی میوه شود؛ بهتر است از محلول‌های با درصد پایین‌تر ساکارز استفاده نمود (شکل۱- ب). لیریسی و همکاران (۱۹۸۵)، نیز گزارش نمودند که میزان جذب مواد در غلظت‌های بالا ساکارز بیشتر بوده است(۱۶). درصد جذب مواد در نمونه‌های پوست‌گیری شده با سود به علت ایجاد منافذ در بافت میوه بیشتر بود. رودریگزو همکاران (۲۰۰۶)، نیز نتایج مشابهی گزارش نمودند(۲۹).

۳-۲-تغییرات رطوبت

شکل۲ (الف و ب) تغییرات رطوبت طی فرآیند اسمز با استفاده از غوطه‌وری در سود و آب‌نمک را نشان می‌دهد. همانطورکه مشاهده می‌شود درصد تغییرات رطوبت طی فرآیند اسمز روند افزایشی داشت. تغییرات رطوبت میوه در هر دو روش پوست‌گیری در ساعات اولیه اسمز بسیار سریع بود وپس از۴ ساعت، شیب ملایم‌تری داشت وپس از ساعت ۵ تقریبا ثابت شد. تغییرات رطوبت در نمونه ۶۰ درصد ساکارز + ۲درصد نمک از سایر محلول‌های اسمزی کمتر بود. همچنین تغییرات رطوبت در نمونه۶۰ درصد ساکارز +۲ درصد نمک از سایر محلول‌های اسمزی در هر دو روش پوست‌گیری کمتر بود.در محلول‌های ترکیبی با درصد ساکارز بالاتر، به علت وجود مولکول‌های کوچکتر و ایجاد فشار اسمزی بالاتر، مقدارآب‌گیری بیشتر بود. و اسکانسلوس و همکاران (۲۰۱۲)، نیز نتایج مشابهی گزارش نمودند (۳۳).



الف



ب

شکل ۲- تغییرات درصد رطوبت برای محلول‌های مختلف اسمزی در روش (الف) پوست‌گیری با سود (ب) پوست‌گیری با آب نمک

۳-۳-اثر پیش تیمار پوست‌گیری و اسمزی بر مدت زمان خشک شدن و خواص شیمیایی آلو

جدول ۲ مدت زمان خشک‌کردن آلو شاهد و نمونه پوست‌گیری شده با سود و نمک و غوطه‌ور شده در محلول‌های اسمزی را نشان می‌دهد. نتایج نشان داد استفاده از تیمار اسمزی باعث کاهش زمان خشک‌کردن می‌شود. حداکثر زمان خشک‌کردن مربوط به تیمار شاهد (بدون استفاده از روش اسمزی) بود.

جدول۲– مقایسه میانگین تیمارهای پوست‌گیری و اسمزی بر مدت زمان خشک کردن

روش پوست‌گیری	تیمار	زمان خشک کردن
	شاهد	۷۵۰ ± ۳۵a*
پوست‌گیری با سود	۶۰ درصد ساکارز+ ۲ درصد نمک	۴۳۲ ± ۲۸d
	۵۴ درصد ساکارز+ ۴ درصد نمک	۵۹۸ ± ۳۳c
	۴۵ درصد ساکارز+ ۶ درصد نمک	۶۰۵±۴۵c
	۳۰ درصد ساکارز+ ۸ درصد نمک	۶۸۰±۴۹b
پوست‌گیری با آب نمک	۶۰ درصد ساکارز+ ۲ درصد نمک	۴۴۰±۲۳d
	۵۴ درصد ساکارز+ ۴ درصد نمک	۶۲۱±۲۱bc
	۴۵ درصد ساکارز+ ۶ درصد نمک	۶۳۸±۱۸bc
	۳۰ درصد ساکارز+ ۸ درصد نمک	۶۸۹±۳۶b

*درهرستون میانگین‌های دارای حروف متفاوت درسطح احتمال ۵ درصدتفاوت معنی‌داری با هم دارند.

اعداد انحراف± استاندارد، میانگین ۳ تکرار است.

همانطورکه در جدول۲ مشاهده می‌شود با افزایش غلظت ساکارز در محلول‌های اسمزی سرعت خشک‌کردن افزایش یافت که این نتیجه با گزارشات قبلی مطابقت دارد (۷،۱۷،۲۵). سرعت خشک کردن آلو در روش پوست‌گیری با سود بیشتر بود که احتمالاً به علت تأثیر سود در ایجاد منافذ در بافت آلو می‌باشد که به سرعت خروج آب کمک می‌نماید(۷،۱۷).جدول ۳، میانگین اثرمتقابل تیمارهای پوست‌گیری و اسمزی بر برخی از ویژگی‌های شیمیایی آلو پس از تیمار اسمز و خشک‌کردن را نشان می‌دهد. نتایج نشان داد بیشترین میزان قند پس از اسمز و پس از خشک‌کردن مربوط به تیمارهای غوطه‌ور شده در محلول اسمزی ساکارز ۶۰ درصد +۲ درصد نمک و ۵۴ درصد ساکارز + ۵ درصد نمک بود.

با افزایش میزان ساکارز در محلول اسمزی نسبت آبگیری مجدد توسط نمونه‌های آلو خشک کاسته شد که این پدیده به علت پرشدن فضای بین سلولی بافت میوه توسط مواد جامد و ایجاد فضای کمتر جهت جذب آب می‌باشد (۱۴). مقایسه آلوی خشک شده به روش اسمزی با شاهد نشان داد که نسبت آبگیری مجدد درآلوی شاهد بیشتراز تیمارهای اسمزی بود (جدول ۳).

مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارها نشان داد که استفاده از تیمارهای اسمزی باعث کاهش قهوه‌ای شدن رنگ نمونه‌ها شد و هم‌چنین پوست‌گیری با نمک میزان قهوه‌ای شدن را نیز کاهش داد؛ البته این میزان در مقادیر بالای ساکارز از نظر آماری معنی‌دارنبود. این نتایج با یافته‌های سایر دانشمندان مطابقت دارد(۱۴،۲۸).

میزان ویتامین ث در نمونه‌هایی پیش تیمار شده با میزان بالاتر ساکارز، نسبت به نمونه شاهد بیشتر بود. این پدیده احتمالاً به علت افزایش سرعت فرآیند اسمز و در نتیجه کوتاه شدن فرآیند خشک‌شدن می‌باشد. هم‌چنین نمونه‌های پوست‌گیری شده با سود و تیمار اسمزی ۶۰ درصد ساکارز + ۲درصد نمک بیشترین میزان ویتامین ث را دارا بودند. این نتیجه با مطالعات قبلی مطابقت داشت (۱۵،۱۶،۳۱).

مقایسه نمونهٔ شاهد با نمونه‌های تهیه شده به روش اسمزی نشان داد که درصد چروکیدگی در نمونهٔ شاهد بیشتر از سایر نمونه‌ها بود. لذا، روش اسمز باعث تولید محصولی با کیفیت بالاتر شد. با کاهش میزان ساکارز در محلول‌های اسمزی، شدت چروکیدگی افزایش یافت. هرچه غلظت ساکارز در محلول بالاتر باشد، چروکیده شدن بافت آلو به علت نفوذ ماده خشک بیشتر به درون بافت میوه و پرکردن فضای بین سلولی کمتر می‌شود. میزان چروکیدگی بافت با شدت فرآیند اسمز (شدت آبگیری) رابطه مستقیم دارد، چنین به نظر می‌رسد که افزایش درصد جذب مواد در فرآیند اسمز منجر به افزایش مقاومت بافت در مقابل چروکیدگی می‌شود. همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، تیمار پوست‌گیری شده با آب نمک و غوطه‌ور در محلول اسمزی با محلول اسمزی ۵۴ درصد ساکارز +۵ درصد نمک دارای حداقل درصد چروکیدگی بود. این نتایج با گزارشات محققان قبلی نیز مطابقت دارد(۱۴،۱۷).

جدول ۳- اثر متقابل تیمارهای پوست‌گیری و اسمزی بر برخی از ویژگی‌های شیمیایی آلو

تیمار پوست‌گیری	تیمار آبگیری	درصد قند	دانسیته نوری	چروکیدگی	ویتامین ث
پوست‌گیری با سود	شاهد	۴۴ d*	۰/۸۵a	۰/۷۲a	۲۱c
	ساکارز ۳۰٪+۸٪نمک	۳۰/۹۸ f	۰/۵۵c	۰/۵۵b	۳۲/۳۵b
	ساکارز۴۵٪+۶٪نمک	۳۹/۴۲e	۰/۵۴c	۰/۴۵c	۳۳/۰۴b
	ساکارز۵۴٪+۵٪نمک	۵۳/۴۲ c	۰/۴۵ d	۰/۳۱ de	۳۴/۱۷ab
	ساکارز ۶۰٪+۲٪نمک	۵۶/۹۸ c	۰/۴۳ d	۰/۳۵e	۳۶a
پوست‌گیری با آب‌نمک	شاهد	۴۵ d	۰/۷۵b	۰/۷۵a	۲۴c
	ساکارز ۳۰٪+۸٪نمک	۷۱/۱۵b	۰/۵۱cd	۰/۵۱bc	۳۱/۲۲b
	ساکارز۴۵٪+۶٪نمک	۷۷/۲۲b	۰/۴۸cd	۰/۴۳cd	۳۱/۷۶b
	ساکارز۵۴٪+۵٪نمک	۸۱/۸۸ a	۰/۴۴ d	۰/۲۸d	۳۲/۱۹b
	ساکارز ۶۰٪+۲٪نمک	۸۴/۸۸a	۰/۴۳ d	۰/۳۳de	۳۱/۴۱b

*در هرستون میانگین‌های دارای حروف متفاوت درسطح احتمال ۵ درصدتفاوت معنی‌داری با هم دارند.

۳-۴- ارزیابی حسی

نتایج ارزیابی حسی نشان داد که رنگ نمونه‌های پوست‌گیری شده با سود از نظر مصرف کننده مطلوبیت کمتری داشت که احتمالاً به علت تأثیر حرارت و قلیا بر بافت میوه آلو و تولید محصولی به رنگ قرمز می‌باشد.کلیه تیمارهای اسمزی نسبت به شاهد امتیاز بالاتری داشتند؛ که این موضوع با نتایج تحقیقات قبلی در این زمینه مطابقت دارد (۱۷،۲۳،۲۴). رنگ نمونه پوست‌گیری شده با آب‌نمک و غوطه‌ور در محلول‌های ۶۰ درصد ساکارز +۲ درصد نمک و ۵۴ درصد ساکارز+۵ درصد نمک از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری نداشتند و بالاترین امتیاز ارزیابی را کسب نمودند(جدول ۴). نمونه‌های اسمزی از لحاظ طعم و مزه، رتبه بالاتری نسبت به شاهد کسب نمودند، زیرا فرآیند اسمز در محیط دور از اکسیژن انجام شده که باعث حفظ بهتر مواد موثر در عطر و طعم محصول می‌شود. نتایج تحقیقات قبلی نیز، موید نتیجه فوق می‌باشد (۱۹). نتایج آزمون حسی نشان داد که در هیچ کدام از تیمارهای اسمزطعم نمک نامطلوب تشخیص داده نشد. از آنجاکه این مقدار کم نمک باعث افزایش

جدول ۴- نتایج آنالیز ارزیابی حسی

تیمار پوست‌گیری	تیمار آبگیری	بافت	رنگ	مزه	پذیرش کلی
پوست‌گیری با سود	شاهد	۳,۲۷c*	۲,۱۸ d	۲,۶ b	۲ c
	ساکارز ۳۰٪+۸٪نمک	۴,۲ a	۴,۳۶ a	۳,۹ a	۴,۲۷ a
	ساکارز۴۵٪+۶٪نمک	۳,۷ b	۴ a	۳,۷۲ a	۴ a
	ساکارز۵۴٪+۵٪نمک	۳,۴۵ c	۳,۰۹ c	۳,۲۷ a	۳,۹ b
	ساکارز ۶۰٪+۲٪نمک	۴,۰۹ ab	۳,۴۵ bc	۳,۹ a	۴,۲۷ a
پوست‌گیری با آب‌نمک	شاهد	۲,۲۷ d	۲ d	۲,۶ b	۲ c
	ساکارز ۳۰٪+۸٪نمک	۴,۲۷ a	۴,۱۸ a	۳,۸۱ a	۴,۴۵ a
	ساکارز۴۵٪+۶٪نمک	۴,۰۹ ab	۳,۹ ab	۴ a	۴,۰۹ ab
	ساکارز۵۴٪+۵٪نمک	۳,۷۲ bc	۴,۳ a	۳,۷۲ a	۳,۴۵ b
	ساکارز ۶۰٪+۲٪نمک	۳,۷۲ bc	۴,۱۸ a	۳,۱۸ a	۳,۶ b

*در هرستون میانگین‌های دارای حروف متفاوت در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری با هم دارند.

چشمگیر درصد آبگیری می‌شود لذا ترجیح داده شد برای تسریع فرآیند اسمز تا حدی از نمک طعام به عنوان تشدید کننده استفاده شود (۲۵، ۳). نتایج اثر تیمار اسمز و پوست‌گیری بر پذیرش عمومی مصرف‌کننده نشان داد که تیمارهای پوست‌گیری شده با آب‌نمک و سود از نظر آماری تفاوت معنی‌داری نداشتند. تمامی تیمارهای غوطه‌ور شده در محلول اسمزی از لحاظ پذیرش عمومی مصرف‌کننده مطلوب بودند و نسبت به شاهد امتیاز بالاتری کسب نمودند.

۴- نتیجه‌گیری کلی

هدف از این پژوهش، مطالعه تاثیر پیش تیمار پوست‌گیری وغوطه‌وری در محلول‌های سه‌تایی اسمزی بر خصوصیات فیزیکوشیمیای آلو بود. نتایج نشان داد که روش پوست‌گیری و میزان غلظت محلول اسمزی در فرآیند آبگیری آلو بر کاهش آب و جذب مواد جامد نقش معنی‌داری ایفا می‌کند. بررسی نتایج حاصله از داده‌ها نشان داد که بیشترین مقدار کاهش آب و جذب مواد جامد در محلول اسمزی زمانی مشاهده گردید که از غلظت ۶۰ درصد ساکارز همراه با پوست‌گیری با سود استفاده گردد. درصد تغییرات رطوبت(آب‌گیری) در مراحل فرآیند اسمز روند افزایشی داشت. در محلول‌های اسمزی که درصد ساکارز بیشتر بود به علت وجود مولکول‌های کوچکتر و ایجاد فشار اسمزی بالاتر میزان آبگیری بیشتر بود. نمونه‌های خشک آلو که با سود پوست‌گیری و درمحلول‌هایی با غلظت بالاتر ساکارز غوطه‌ور شده بودند، درصد قند بالاتری داشتند؛ ولی با افزایش درصد ساکارز در محلول اسمزی قدرت جذب مجدد آب در نمونه‌های آلوی خشک کاسته شد. با افزایش غلظت ساکارز در محلول اسمزی، میزان قهوه‌ای شدن و چروکیدگی نمونه‌های آلوی خشک کاهش و میزان ویتامین ث افزایش یافت. بررسی ارزیابی حسی نمونه‌ها نشان داد که تیمارهایی با درصد کمتر ساکارز و درصد بالاتر نمک از نظر مصرف‌کننده مطلوب‌تر بودند، هرچند که این تیمارها در فرآیند اسمز خواص شیمیایی و فیزیکی مطلوب‌تری داشتند.

با توجه به اینکه هدف از اجرای این طرح تعیین مناسب‌ترین تیمار اسمزی در تهیه آلوی خشک بود و نیز درصد جذب مواد با تغییر طعم اصلی میوه در تولید آلوی فاکتور منفی تلقی می‌شود. بنابراین باید در انتخاب بهترین محلول علاوه بر درصد آبگیری درصد جذب مواد را نیز مد نظر قرار داد.

۵- منابع

۱ بی‌نام. ۹۲-۱۳۹۱.آمارنامه وزارت کشاورزی، اداره کل آمار و اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی.

۲ بی‌نام. ۱۳۸۶. آب میوه‌ها، ویژگی‌ها و روش‌های آزمون، استاندارد ملی ایران، شماره۲۶۸۵ ، موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.

۳ صوتی خیابانی، م. سحری، م ع , امام جمعه، ز. ۱۳۸۰. بررسی تاثیر شرایط فرآیند اسمز بر میزان آبگیری در برگه هلو. مجله علوم کشاورزی ایران۳۴، شماره ۲۷۳-۲۸۱(۲):۳۴

4 Aminzadeh, R. Sargolzaei,J. and Abarzani,M. 2012. Preserving melons by osmotic dehydration in a ternary system followed by air-drying. Food and Bioprocess Technology5(4): 1305-1316.

5 AOAC. 1990. Official method of analysis. Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists (No. 934.06).

6 Azarpazhooh, E. and Ramaswamy.H.S. 2011. Optimization of microwave-osmotic pretreatment of apples with subsequent air-drying for preparing high-quality dried product. International Journal of Microwave Science and Technology 2011.

7 Bolin, H.C. Huxsoll, R. Jackson and Ng K. (1983). Effect of osmotic agents and concentration on fruit quality. Journal of Food Science48(1): 202-205

8 Dehghannya, J. Emam-Djomeh, Z. Sotudeh-Gharebagh, R.and Ngadi, M. 2006. Osmotic dehydrationof apple slices with carboxy methyl celluloseCoating. Drying Technology, 24, 45-50.

9 Dijkstra, l. Walk, J.R.L. 1991. Enzymatic browning in apricots (Prunus armeniaca). Journal of the Science of Food and Agriculture. 54,229-234.

10 Doymaz, I. 2004. Effect of dipping treatment on air dryingof plums. Journal of Food Engineering, 64, 465-470.

11 Flink, J. M. 1980. Dehydrated carrot slices: Influence of osmotic concentration an drying behavior and product quality. Food Processing Engineering. 1,412-418.

12 Ibitwar, B.B. Kaur, B. Arora, S.and Pathare, P.B. 2008. Osmo convective dehydration of Plum. International Journal of Food Engineering, 4(8).

13 Jayaraman, K.S. Dasgupta, D.K. and Babu Rao, N. 1990. Effect of pretreatment with salt and sucrose on the quality and stability of dehydrated cauliflower, International Journal of Food science and Technology, 25: 47-60.

14 Koocheki, A. and. Azarpazhooh.E. 2010. Evaluation of mass exchange during osmotic dehydration of plum using response surface methodology. International JournalofFood Properties 13(1): 155-166.

15 Lerici, C.R. Mastrocola, D. Nicoli, M.C. 1988. Use of direct osmosis as fruit and vegetables dehydration. Acta Alimentaria Polonica. 14,35-40.

16 Lerici, C.R. Pinnavaia, G. Dalla Rosa, M.and Bartolucci, L. 1985.Osmotic dehydration of fruit: Influence of osmotic agents on drying behavior and product quality.Journal of Food Science. 50,1217-1219.

17 Lozano, J.E. Rostein, E. and Urbician, M.J. 1983. Shrinkage, porosity and bulk density of food stuffsand at changing moisture contents, J. Food Sci. 48: 1497-1553.

18 Mercali, G.D. Marczak,L.D.F. Essaro,I.C.T. and Noreña, C. P. Z. 2011. Evaluation of water, sucrose and NaCl effective diffusivities during osmotic dehydration of banana (Musa sapientum, shum.). LWT-Food Science and Technology44(1): 82-91.

19 Mercali, G. Dmarczak,L.D.F. Tessaro,I.C. and NoreñaC.P.Z. 2012. Osmotic dehydration of bananas (Musa sapientum, shum.) in ternary aqueous solutions of sucrose and sodium chloride. Journal of Food Processing and Engineering35(1): 149-165.

20 Moreira, R. Figueiredo,A. and Sereno,A. 2000. Shrinkage of apple disks during drying warm air .convection and freeze drying, Drying Technology. 18(1 and 2): 279-294

21 Nunes, C. Saraiva, J.A.and Coimbra, M.A. 2008. Effect of candying on cell wall polysaccharides of plums (Prunus domestica L.) and influence of cell wall enzymes. Food Chemistry, 111, 538-548.

22 Panagiotou, N.M. Karathanos, V.T. and Maroulis, Z.B. 1999. Effect of osmotic agent on osmotic dehydration of fruits. Drying Technology, 17: 175-189.

23 Park, K.J. Bin, A.and Reis Brod, F.P 2003. Drying of pear d Anjou with and without osmotic dehydration.Journal of food Engineering. 56,97-103.

24 Park, K.J. Bin, A. and Reis Brod, F.P.and Brandini Park, T.H.K. 2002. Osmotic dehydration kinetics of pear d' anjou (Pyrus communis L.). Journal of food Engineering. 52, 293–298.

25 Pokharkar, S.M. Prasad, S. andDas, H.1997. A model of osmotic concentration of banana slices. Journal of Food Science and Technology. 34, 230-232.

26 Ponting, J.D. Watteys, G.G. Forrey, R.R. Jackson, R. andStanley, W.L. 1966. Osmotic dehydration of fruits. Journal of Food Technology. 20,125-128.

27 Qing-guo, H. Min, Z. Mujumdar, A.S. Wei-hua,D.and Jin-cai, A.S. 2006. Effects of different drying methods on the quality changes of granular edamame.Drying Technology, 24, 1025-1032.

28 Raoult-Wack, A.L. 1994. Recent advances in the osmotic dehydration of foods. Trends in Food Science and Technology. 5, 255-260.

29 Rodrigues, S. andFernandes, F.A. 2007. Dehydration of melons in a ternary system followed by air –drying. Journal of Food Engineering. 80:678-687.

30 Sacilik, K.and Elicin, A.K. Unal, G. 2006. Dryingkinetics of uryani plum in a convective hot-air dryer.

31 Silva, K.S. Fernandes,M.A. and Mauro, M.A. 2014. Osmotic dehydration of pineapple with impregnation of sucrose, calcium, and ascorbic acid. Food and Bioprocess Technology7(2): 385-397.

32 Tarhan, S. 2007. Selection of chemical and thermal pretreatment combination for plum drying at low and moderate drying air temperatures. Journal of Food Engineering 79(1): 255-260

33 Vasconcelos, J.I. Andrade, S.A. Maciel,M.I. Guerra,N.B.and Vasconcelos,M.A. 2012. Osmotic dehydration of the Indian fig (Opuntia ficus indica) with binary and ternary solutions. International Journal of Food Science and Technology47(11): 2359-2365.

34 Yadav, A.K. and Singh,S.V. 2014. Osmotic dehydration of fruits and vegetables: a review. Journal of Food Science and Technology51(9): 1654-1673.