

استفاده از اسمز در بهینه‌سازی فرآیند خشک کردن موز

پریسا بهنام^{۱*}، حجت کاراژیان^۲، مصطفی شهیدی نوقایی^۳، مهدی پروینی^۱

^۱دانش آموخته کارشناسی ارشد مهندسی شیمی - صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شاهرود، شاهرود، ایران
^۲گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تربت حیدریه، تربت حیدریه، ایران
^۳پژوهشکده علوم و صنایع غذایی خراسان رضوی، مشهد، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۹/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۲/۲۳

چکیده

در این پژوهش فرآیند آبگیری اسمزی برای قطعات میوه موز به ضخامت ۱۰ میلی‌متر در سه سطح دمایی ۳۵، ۴۵ و ۵۵ درجه سانتی‌گراد و در فواصل زمانی ۳۰، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰، ۱۸۰، ۲۴۰ در غلظت‌های مختلف ساکارز در ۲ سطح (۳۵٪ و ۴۵٪) و گلوکز در ۲ سطح (۳۵٪ و ۴۵٪) و ترکیب (ساکارز ۲۰٪ و گلوکز ۲۵٪) و ترکیب (ساکارز ۲۵٪ و گلوکز ۲۰٪) در حالت استاتیک انجام گرفت. نسبت محلول اسمزی به میوه در ۲ سطح ۵ به ۱ و ۱۰ به ۱ انتخاب گردید. مقادیر حذف آب و جذب مواد جامد در فواصل زمانی مختلف محاسبه گردید. نتایج نشان داد، میزان حذف آب و جذب مواد جامد با افزایش غلظت و زمان خشک شدن و افزایش دمای محلول اسمزی ارتباط مستقیم داشت. محلول‌های اسمزی گلوکز دارای بیشترین میزان جذب قند و محلول‌های اسمزی ساکارزی دارای کمترین مقدار جذب جامد بودند. محلول اسمزی (ساکارز ۲۰٪ و گلوکز ۲۵٪) دارای بیشترین میانگین دفع آب بود. به کار بردن محلول ساکارز ۲۰٪ + گلوکز ۲۵٪ در دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد، نسبت ۱ به ۵ و زمان ۲۴۰ دقیقه شرایط مطلوبی بود.

واژه‌های کلیدی: آبگیری اسمزی، موز، جذب مواد جامد، کاهش آب.

۱- مقدمه

خشک کردن به عنوان یکی از عملی‌ترین روش‌ها به منظور حفظ کیفیت طبیعی میوه جات شناخته شده است (۱۵). موز دارای قند بسیار بالایی است. در خشک کردن با هوای گرم برای میوه جات محتوای قند بالا، زمان و دمای بالاتری مورد نیاز است که ممکن است باعث صدمات جدی به طعم، رنگ و مواد مغذی در محصولات شود (۳). آب گیری اسمزی به عنوان یک جایگزین مرحله میانی یا به عنوان یک تکنولوژی پیش فرآیند، افزایش قابل توجهی در زمینه فرآیندهای حفظ میوه به منظور کاهش مصرف انرژی و بهبود کیفیت محصولات میوه و سرعت بخشیدن به زمان خشک کردن در صنایع غذایی مطرح است (۱۰).

فرآیند اسمز، فرآیند خارج سازی آب بر اساس قرار گرفتن مواد غذایی در محلول هیپرتونیک است که نتیجه آن تولید محصولی با فعالیت آبی پایین و قابلیت نگهداری بالا می‌باشد (۱۴). محلولهای هیپرتونیک قادر به جداسازی آب از بافت میوه در طی یک مدت زمان معین هستند. این محلول‌ها معمولاً دارای فشار اسمزی بالاتر و فعالیت آبی کمتری در مقایسه با محیط سلولی مواد غذایی هستند. از آنجا که دیواره سلولی بسیاری از مواد غذایی می‌تواند به عنوان یک غشای نیمه تراوا عمل کند و به علت وجود گرادیان غلظت بین محلول اسمزی و مایعات داخل سلولی نیروی محرک لازم برای خروج آب از ماده غذایی به داخل محلول اسمزی ایجاد می‌شوند (۱۳ و ۵).

راویندرا و چاتوپادھی^۱ (۲۰۰۰) مشاهده کردند که برای ارزیابی بهترین شرایط فرآیند آبگیری اسمزی، نسبت جذب مواد جامد به کاهش آب موثر می‌باشد. مقادیر کمتر از این نسبت ایجاد بهترین شرایط در آبگیری اسمزی را فراهم می‌کند (۶). بارات^۲ و همکاران (۲۰۰۱) با بررسی انواع مختلف محلول‌های اسمزی و مقایسه آنها به این نتیجه دست یافتند که در محلول‌های اسمزی حاوی عوامل مختلف اسمزی نظیر کلرید سدیم و ساکارز یا گلوکز (محلول سه گانه) در مقایسه با محلول‌های دوگانه (فقط آب و نمک یا آب و ساکارز) مقدار آب بیشتری از بافت ماده غذایی خارج می‌شود (۱). چانگ^۳ و همکاران (۲۰۰۳) محلول شکر و نمک طعام را به صورت مخلوط در آبگیری اسمزی کدو حلوائی سبز مورد استفاده قرار دادند. نتایج نشان داد که سرعت

آبگیری اسمزی با افزایش دما و غلظت محلول اسمزی افزایش می‌یابد (۹). نوکیوندا^۴ و همکاران (۲۰۰۴) خشک کردن اسمزی قطعات موز را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد تیمار زمانی طولانی‌تر در غلظت بالای ساکارز منجر به یک محصول بسیار نرم می‌شود که برای خشک کردن بیشتر، نامناسب است. افزایش غلظت در همان دما افزایش قابل توجهی در تغییر وزن ایجاد نمی‌کند. غلظت‌های بالاتر ساکارز موجب سرعت بالاتری از حذف آب می‌شود. همچنین این نتایج نشان می‌دهد که برای موز، دما متغیر مهمی است. با توجه به بافت نرم موز، فرآیند اسمزی از موز به انجام شرایط شدید دما و غلظت نیاز ندارد (۱۵).

فیانو^۵ و همکاران (۲۰۰۶) بهینه سازی آبگیری اسمزی موز و به دنبال آن خشک کردن توسط هوا را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان می‌دهد که استفاده از غلظت بالای ساکارز برای محلول اسمزی و استفاده از تیمار اسمزی برای کاهش کل زمان پردازش خشک کردن میوه سودمند است (۱۲).

هدف از این پژوهش ایجاد ارتباط بین متغیرهای مستقل موثر در فرآیند آبگیری اسمزی موز با شاخص‌های جذب مواد جامد و دفع آب در شرایط آزمایشگاهی و تعیین شرایط بهینه با توجه به متغیرهای تحقیق برای تولید محصول است.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- آماده سازی نمونه

برای انجام این آزمایش گونه موز M.acuminapa از بازار محلی خریداری گردید. مقدار رطوبت اولیه میوه موز از طریق قرار دادن نمونه‌ها در آون اتمسفریک و در دمای ۱۰۳ درجه سانتی گراد تا دستیابی به وزن ثابت تعیین گردید (۷).

موزها پس از پوست گیری به وسیله‌ی یک چاقوی تیز به برش‌هایی به ضخامت ۱۰ mm برش داده شدند. به منظور جلوگیری از واکنش قهوه ای شدن، ورقه‌های موز به مدت ۵ دقیقه در متابی سولفیت سدیم ۱٪ غوطه ور شدند و سپس به صورت سطحی با آب مقطر شست و شو داده شدند و با کاغذ صافی رطوبت سطحی آنها گرفته شد (۳).

1. Ravindra and Chattopadhyay

2. Barat

3. Chang

4. Nowakunda

5. Fabiano

۲-۲- خشک کردن اسمزی

در این پژوهش از محلول‌های اسمزی ساکارز در ۲ سطح (۳۵٪ و ۴۵٪)، گلوکز در ۲ سطح (۳۵٪ و ۴۵٪)، ترکیب ۲۰٪ گلوکز و ۲۵٪ ساکارز، ترکیب ۲۵٪ گلوکز و ۲۰٪ ساکارز در ۳ سطح دمایی ۳۵، ۴۵ و ۵۵ درجه سانتیگراد در حالت استاتیک استفاده شد. مشخصات محلول‌های اسمزی بکار رفته در این پژوهش در جدول شماره ۱ آورده شده است. نسبت محلول اسمزی به میوه در ۲ سطح ۵ به ۱ و ۱۰ به ۱ انتخاب شده و قطعات موز در محلول‌های اسمزی غوطه ور و در فواصل زمانی مختلف از محلول اسمزی خارج و سطح آن با آب مقطر دیونیزه شسته و بر روی یک کاغذ صافی جهت جذب شدن آب سطحی قرار گرفته، بعد از جذب سطحی آب، نمونه‌ها توزین شدند. مقدار رطوبت اولیه و رطوبت نهایی، میزان کاهش آب و جذب مواد جامد و میزان کاهش وزن نمونه‌ها بر اساس توزین آنها در مراحل مختلف (قبل از آب‌گیری اسمزی، بعد از اسمز و بعد از خشک کردن در آون) از طریق معادلات زیر محاسبه گردید.

$$X_i = \frac{(M_0 - m_0)}{M_0} \quad (1)$$

$$X_f = \frac{(M - m)}{M} \quad (2)$$

$$WL = \frac{w_i \times x_i - w_f \times x_f}{w_i} \times 100 \quad (3)$$

$$SG = \frac{[w_f \times (1 - x_f) - w_i \times (1 - x_i)]}{w_i} \times 100 \quad (4)$$

$$WR = \frac{M_0 - M_f}{M_0} \times 100 \quad (5)$$

که در آن:

M_0, M وزن نمونه به ترتیب در زمان های t و زمان صفر،
 m_0, m وزن ماده خشک نمونه به ترتیب در زمان های t و زمان صفر،
 X_i, X_f مقدار رطوبت میوه تازه، مقدار رطوبت نمونه‌ها در پایان آب‌گیری،
 WL درصد کاهش آب،
 SG درصد جذب مواد،
 WR میزان کاهش وزن نمونه‌ها پس از فرایند،
 W_i وزن اولیه نمونه‌ها (g)،
 W_f وزن نمونه‌ها در پایان آب‌گیری (g) است (۱۱).

۳-۲- ارزیابی آماری داده‌ها

آنالیز آماری ویژگی‌های نمونه‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS 19 و طرح کاملاً تصادفی در قالب فاکتوریل در دو تکرار انجام شد. مقایسه میانگین داده با استفاده از آزمون دانکن و سطح اطمینان مورد استفاده ۹۵٪ انجام گرفت. برای رسم نمودارها از نرم افزار Excell استفاده شد. متغیرهای مستقل (شامل نوع محلول اسمزی، غلظت محلول اسمزی، دمای فرایند اسمز، مدت زمان غوطه‌وری در محلول اسمزی، نسبت وزنی محلول به میوه) و متغیرهای وابسته فرآیند شامل دفع رطوبت، جذب مواد جامد، افت وزن، نسبت دفع رطوبت به جذب مواد جامد و محتوی رطوبت نهایی می‌باشد.

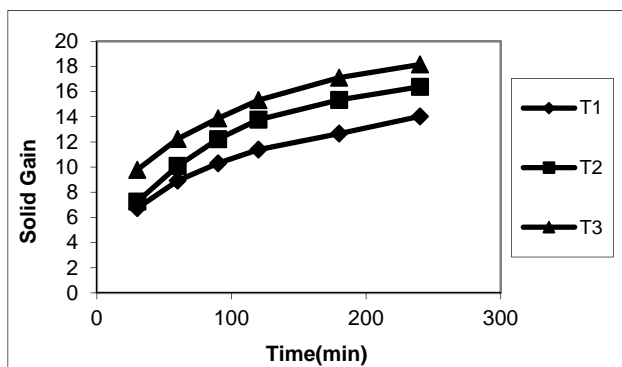
جدول ۱- مشخصات محلول‌های اسمزی مورد استفاده

مشخصه محلول	نوع محلول اسمزی (٪ وزنی/وزنی)
S1	(ساکارز ۳۵٪)
S2	(ساکارز ۴۵٪)
S3	(ساکارز ۲۵٪ + گلوکز ۲۰٪)
S4	(ساکارز ۲۰٪ + گلوکز ۲۵٪)
S5	(گلوکز ۳۵٪)
S6	(گلوکز ۴۵٪)

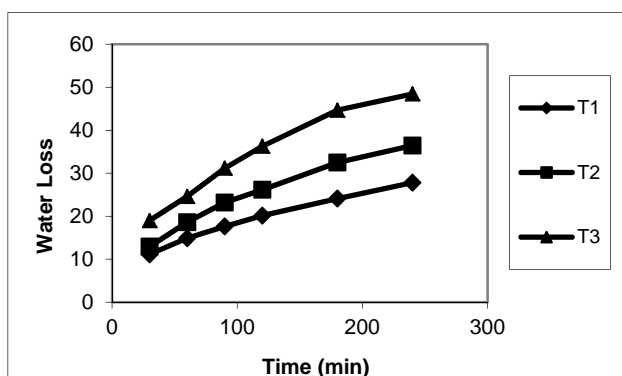
۳- نتایج و بحث

۳-۱- تاثیر دما بر تغییرات دفع آب (WL)

با توجه نتایج آماری تیمار دما بر روی میزان دفع آب در سطح آماری ۰/۰۵ تاثیر کاملاً معنی‌داری داشته است. از طرفی همانگونه که در شکل ۱ مشاهده می‌شود می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش دما از ۳۵ به ۵۵ درجه سانتی‌گراد میزان دفع آب افزایش پیدا کرده است، از طرفی با افزایش زمان خشک شدن نیز میزان دفع آب افزایش پیدا کرده است که مطابق با مطالعات پیشین بود (۱۷). دماهای بالاتر موجب تغییر در نفوذپذیری دیواره سلولی می‌شود، در نتیجه نفوذپذیری بافت در برابر خروج رطوبت افزایش می‌یابد. استفاده از دماهای بالاتر منجر به تورم و پلاستیکی شدن غشاء سلولی و در نتیجه انتشار سریعتر رطوبت از بافت می‌شود. همچنین در دماهای بالاتر ویسکوزیته محلول اسمزی کمتر است، بنابراین به دلیل کاهش ویسکوزیته محلول اسمزی، انتشار رطوبت در سطح تماس قطعه‌های موز با محلول اسمزی بهتر صورت می‌گیرد (۱۷). همچنانکه مشاهده می‌شود دماهای



شکل ۲- تغییرات مقدار جذب قند در سه دمای T1=35 و T2=45 و T3=55 درجه سانتی‌گراد در طی آب‌گیری از قطعات موز به روش اسمزی

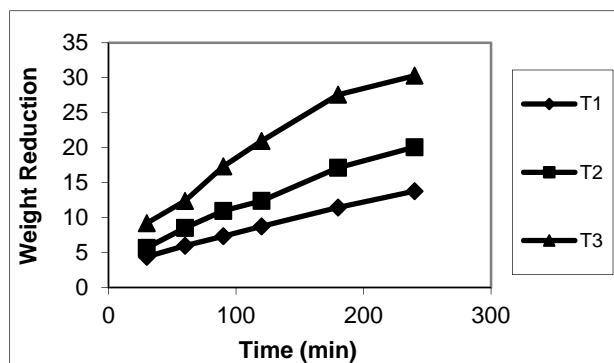


شکل ۳- تغییرات افت وزن در سه دمای T1=35 و T2=45 و T3=55 درجه سانتی‌گراد در طی آب‌گیری از قطعات موز به روش اسمزی

۳-۳- تاثیر دما بر تغییرات کاهش وزن (WR)

در این پژوهش مشخص شد که دما بر روی تغییرات کاهش وزن در سطح آماری ۰/۰۵ تاثیر معنی‌داری داشته است. با توجه به شکل ۳ به این نتیجه می‌توان رسید که میزان کاهش وزن با افزایش دما از ۳۵ به ۵۵ درجه سانتی‌گراد افزایش پیدا کرده است، همچنین با گذشت زمان از ۳۰ تا ۲۴۰ دقیقه میزان کاهش وزن افزایش پیدا کرده است. می‌توان نتیجه گرفت که میزان محتوای رطوبتی نمونه‌ها کاهش پیدا کرده و از طرفی مقدار WL بیشتر از SG بوده که در نهایت منجر به کاهش وزن معنی‌دار نمونه‌ها شده است. با توجه به جدول مقایسات میانگین دانکن مشخص می‌شود که تاثیر سطوح مختلف دما بر میزان کاهش وزن نمونه‌های موز با یکدیگر در سطح آماری ۰/۰۵ اختلاف کاملاً معنی‌داری است و همچنین میانگین مقادیر کاهش وزن نمونه‌های موز در طی زمان‌های ۳۰، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰، ۱۸۰ و ۲۴۰ در سطح آماری ۰/۰۵ با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشتند.

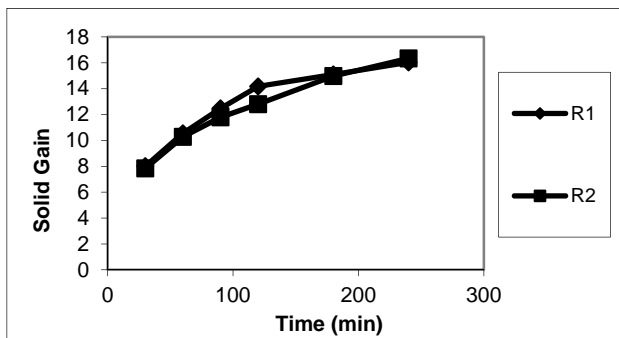
۳۵، ۴۵ و ۵۵ درجه سانتی‌گراد در سطح آماری ۰/۰۵ اختلاف معنی‌داری با یکدیگر دارند بصورتیکه دمای ۵۵ سانتی‌گراد با میانگین دفع آب ۳۰/۰۲ (آب اولیه / kg / آب / kg) بیشترین و دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد با میانگین دفع آب ۱۹/۲ دارای کمترین تاثیر بر روی تغییرات دفع آب بوده‌اند. از طرفی مقایسات میانگین نشان داد که زمان‌های ۳۰، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰، ۱۸۰ و ۲۴۰ در سطح آماری ۰/۰۵ با یکدیگر اختلاف معنی‌داری دارند.



شکل ۱- تغییرات کاهش آب در سه دمای T1=35 و T2=45 و T3=55 درجه سانتی‌گراد در طی آب‌گیری از قطعات موز به روش اسمزی

۲-۳- تاثیر دما بر تغییرات جذب ماده جامد (SG)

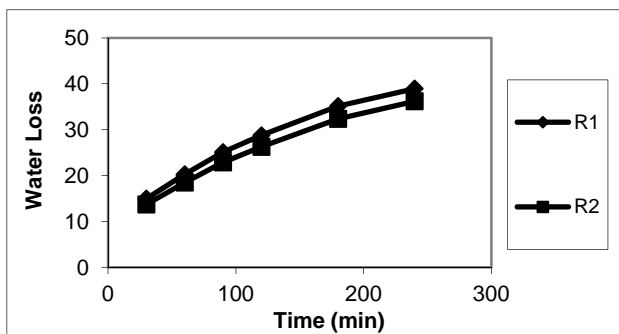
نتایج نشان داد که تیمار دما بر روی تغییرات جذب مواد جامد در سطح آماری ۰/۰۵ تاثیر کاملاً معنی‌داری داشته است. همانطور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود مقدار جذب مواد جامد با افزایش دما از ۳۵ به ۵۵ درجه سانتی‌گراد افزایش پیدا کرده است، از طرفی با افزایش زمان خشک کردن اسمزی هم میزان جذب مواد جامد به طور صعودی افزایش پیدا کرده است. بیچر و همکارانش (2009) گزارش کردند که با افزایش دما میزان جذب مواد جامد در فرآیند اسمزی افزایش پیدا می‌کند افزایش دما باعث آسیب جبران‌ناپذیر و کاهش انتخاب پذیری غشاء سلولی می‌شود و در نتیجه جذب قند با افزایش دما افزایش پیدا می‌کند (۸). بین دماهای ۳۵، ۴۵ و ۵۵ درجه سانتی‌گراد در سطح آماری ۰/۰۵ با یکدیگر اختلاف معنی‌داری وجود دارد، همچنین مقایسات میانگین زمان خشک کردن اسمزی نشان داد که زمان‌های ۳۰، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰، ۱۸۰ و ۲۴۰ در سطح آماری ۰/۰۵ با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشتند.



شکل ۵- تغییرات مقدار جذب قند در دو نسبت R1=1:5 و R2=1:10 در طی آب گیری از قطعات موز به روش اسمزی

۳-۷- تاثیر نوع محلول اسمزی بر تغییرات دفع آب (WL)

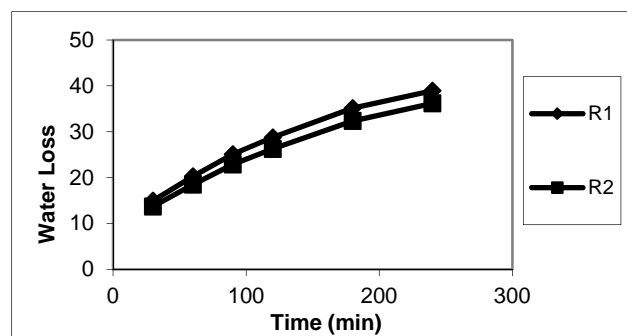
تیمار نوع محلول اسمزی بر روی تغییرات دفع آب در سطح آماری ۰/۰۵ تاثیر معنی داری داشته است. مطابق با شکل ۶ محلول اسمزی S4 دارای بیشترین میزان دفع آب بوده است و از طرفی محلول اسمزی S1 دارای کمترین میزان دفع آب بوده است. می توان نتیجه گرفت که محلول های اسمزی حاوی گلوکز مانند S4 و S6 باعث دفع آب بیشتری نسبت به محلول های اسمزی ساکارزی شده اند، این نتایج مطابق با مطالعات صورت گرفته توسط شهیدی و همکاران (۱۳۹۰) بود (۴). ذرات گلوکز به دلیل کوچکتر بودن نسبت به ذرات ساکارز راحتتر آب جذب کرده و دارای قدرت اسمزی بالاتری هستند (۱۶). همچنین مطابق با شکل ۶ مشاهده می شود که با افزایش غلظت محلول اسمزی میزان دفع آب در نمونه های موز افزایش پیدا کرده است، این مورد کاملاً توجیه پذیر است چرا که نیروی اسمزی با افزایش غلظت محلول اسمزی افزایش پیدا می کند و در نتیجه آب بیشتری از بافت میوه موز در حین غوطه وری در محلول اسمزی خارج می شود.



شکل ۶- تاثیر غلظت و نوع محلول اسمزی بر تغییرات کاهش آب

۳-۴- تاثیر نسبت مواد جامد به مایع (R) بر تغییرات دفع آب (WL)

یکی دیگر از عوامل تاثیر گذار بر مقدار دفع آب، نسبت مواد جامد (موز) به محلول اسمزی (w/w) (R) است که جهت جلوگیری از رقیق شدن محلول اسمزی در حین فرآیند خشک کردن اسمزی مورد توجه قرار می گیرد. با توجه به نتایج آماری مشخص می شود که نسبت مواد جامد به محلول اسمزی (R) بر روی تغییرات دفع آب در سطح آماری ۰/۰۵ تاثیر معنی داری داشته است. همانطور که در شکل ۴ مشهود است نسبت ماده جامد به محلول اسمزی 1:5 (R1) میزان WL را نسبت به 1:10 (R2) بیشتر افزایش داده است به طوری که در سطح آماری ۰/۰۵ با یکدیگر اختلاف معنی داری داشتند. در نسبت های وزنی پایین به دلیل عمق کمتر محلول، سطح تماس محلول با هوا نسبت به حجم محلول بیشتر است و تبخیر آب با سهولت بیشتری انجام می گیرد (۲).

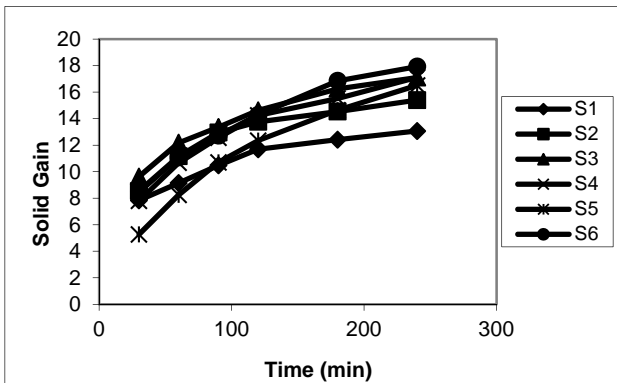


شکل ۷- تغییرات کاهش آب در دو نسبت R1=1:5 و R2=1:10 در طی آب گیری از قطعات موز به روش اسمزی

۳-۵- تاثیر نسبت مواد جامد به مایع (R) بر تغییرات جذب مواد جامد (SG)

نتایج آماری نشان می دهد که بین نسبت 1:5 و 1:10 بر روی جذب مواد جامد (SG) اختلاف معنی داری در سطح آماری ۰/۰۵ وجود ندارد. همانطور که در شکل ۵ مشاهده می شود روند تغییرات SG در دو نسبت R1 (1:5) و R2 (1:10) تقریباً بر هم منطبق بودند. همانطور که قبلاً هم اشاره شد با افزایش زمان SG افزایش می یابد که این موضوع نیز برای هر دو نسبت R1 و R2 صدق می کند.

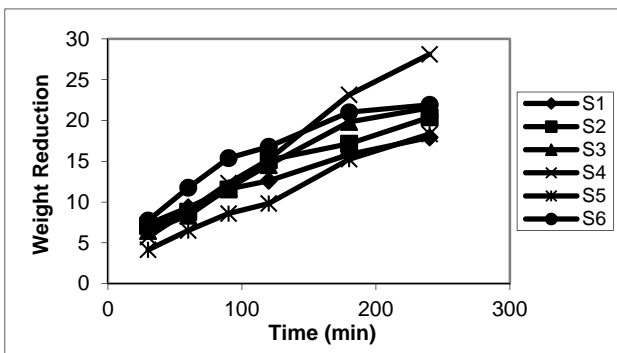
کمتری را ایجاد کرده است که شهیدی و همکاران (۱۳۹۰) هم نتایج مشابهی را بدست آوردند (۴). هم‌چنین با توجه به جدول مقایسات میانگین مشخص شد که بین محلول‌های S3 و S4 و S6 از طرفی اختلاف معنی داری در سطح آماری ۰/۰۵ وجود نداشت. از طرفی بین محلول‌های S1، S5، S6 اختلاف آماری معنی داری از لحاظ تاثیر بر میزان SG در سطح آماری ۰/۰۵ وجود داشت.



شکل ۸- تاثیر غلظت و نوع محلول اسمزی بر تغییرات مقدار جذب قند

۳-۸- تاثیر نوع محلول اسمزی بر تغییرات کاهش وزن (WR)

نوع محلول اسمزی بر روی تغییرات افت وزن در سطح آماری ۰/۰۵ تاثیر معنی داری داشته است. با افزایش غلظت محلول اسمزی و با افزایش زمان غوطه وری مقادیر افت وزن افزایش یافته است. با توجه به شکل ۹ مشخص می‌شود که محلول اسمزی S4 دارای بیشترین میزان افت وزن بوده است و از طرفی محلول‌های اسمزی S1 و S5 دارای کمترین افت وزن بوده‌اند. محلول‌های اسمزی S4 و S6 در سطح آماری ۰/۰۵ با یکدیگر اختلاف معنی داری در تاثیر بر میزان WR داشتند.

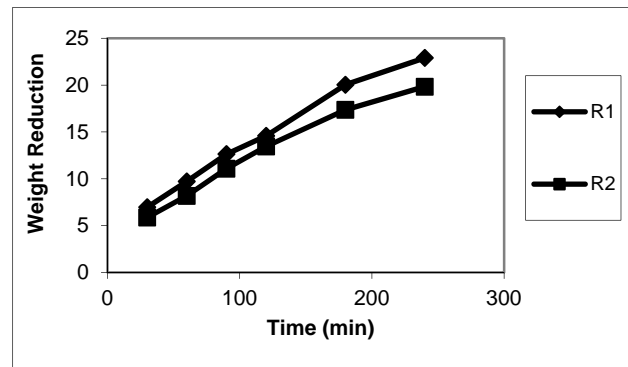


شکل ۹- تاثیر غلظت و نوع محلول اسمزی بر تغییرات مقدار افت وزن

با توجه به جدول مقایسات میانگین دانکن مشخص می‌شود که بین محلول‌های اسمزی S2 و S3 و همچنین S3 و S6 در سطح آماری ۰/۰۵ بر روی تغییرات دفع آب اختلاف معنی داری مشاهده نشد، از طرفی بین محلول‌های اسمزی S1، S5، S6 و S4 اختلاف آماری معنی داری در سطح آماری ۰/۰۵ مشاهده شد.

۳-۶- تاثیر نسبت مواد جامد به مایع (R) بر تغییرات کاهش وزن (WR)

تیمار نسبت مواد جامد به محلول اسمزی (R) بر روی تغییرات کاهش وزن در سطح آماری ۰/۰۵ تاثیر معنی داری داشته است. همانطور که در شکل ۷ قابل مشاهده است نسبت وزنی 1:5 (R1) میزان افت وزن را بیشتر کاهش داده است و از طرفی نسبت R1 و R2 در سطح آماری ۰/۰۵ با یکدیگر اختلاف معنی دار نداشته‌اند.



شکل ۷- تغییرات افت وزن در دو نسبت (%w/w) R1=1:5 و R2=1:10 در طی آب‌گیری از قطعات موز به روش اسمزی

۳-۷- تاثیر نوع محلول اسمزی بر تغییرات جذب مواد جامد (SG)

نوع محلول اسمزی بر روی تغییرات جذب مواد جامد در سطح آماری ۰/۰۵ تاثیر کاملاً معنی داری داشته است. با توجه به شکل ۸ مشخص می‌شود که با افزایش غلظت محلول اسمزی و زمان غوطه وری مقدار SG افزایش پیدا کرده است که این نتیجه در ارتباط با افزایش قدرت اسمزی با افزایش غلظت محلول اسمزی است. همچنین با توجه به شکل ۸ و جدول مقایسات میانگین مشخص شد که محلول‌های اسمزی S3، S6 دارای بیشترین میزان جذب قند یعنی ۱۳/۸۵ و ۱۳/۵۵ بترتیب بودند و محلول‌های اسمزی ساکارزی یعنی (S1، S2) دارای کمترین مقدار SG بودند. در حقیقت محلول‌های ساکارزی به دلیل بزرگتر بودن مولکول ساکارز کمتر به درون بافت موز نفوذ کرده و در نتیجه میزان SG

۴- نتیجه گیری

نتایج حاصل از این تحقیق نشان می دهد که با افزایش دما و غلظت محلول اسمزی و افزایش زمان خشک شدن میزان دفع آب و جذب مواد جامد و کاهش وزن افزایش پیدا می کند. می توان نتیجه گرفت که محلول های اسمزی حاوی گلوکز باعث دفع آب بیشتری نسبت به محلول های اسمزی ساکارزی می شوند. محلولهای اسمزی گلوکز دارای بیشترین میزان جذب قند و محلولهای اسمزی ساکارزی دارای کمترین مقدار جذب جامد بودند در حقیقت محلول های ساکارزی به دلیل بزرگتر بودن مولکول ساکارز کمتر به درون بافت موز نفوذ کرده و در نتیجه میزان جذب قند کمتری را ایجاد می کنند. محلول اسمزی (ساکارز ۲۰٪ + گلوکز ۲۵٪) دارای بیشترین میزان افت وزن بوده است و از طرفی محلول های اسمزی ساکارز ۳۵٪ و گلوکز ۳۵٪ دارای کمترین افت وزن بوده اند. به کار بردن محلول ساکارز ۲۰٪ + گلوکز ۲۵٪ در دمای ۵۵ درجه سانتی گراد، نسبت ۱ به ۵ و زمان ۲۴۰ دقیقه شرایط مطلوبی بود.

۵- منابع

شبکه عصبی مصنوعی در حالت استاتیک، مجله علمی پژوهشی علوم و فناوری غذایی، سال سوم، شماره ۱، ۷۳-۶۱.

6. Alves, D. G., Barbosa, L. J., Antonio, G. C., Xidieh Murr, F. E. 2005. Osmotic dehydration of acerola fruit (*Malpighia punicifolia* L.), *Journal of Food Engineering*, 68, 99-103.

7. AOAC, 1990. Official methods of analysis. Washington: Association of Official Analytical Chemists.

8. Bchir, B., Besbes, S., Attia, H. and Blecker, C. 2009. Osmotic dehydration of pomegranate seeds: mass transfer kinetics and differential scanning calorimetry characterization, *International Journal of Food Science and Technology*, 44, 2208-221.

9. Chang, M.J. Han, M.R. and Kim, M.H. 2003. Effects of salt addition in sugar based osmotic dehydration on mass transfer and browning reaction of green pumpkin, *Journal of Agricultural Chemistry and Biotechnology*, 46(3), 92-96.

10. Eroglu, E. and Yildiz, H. 2010. Recent developments in osmotic dehydration, 8(6), 24-28.

11. Fernandes, F.A.N., Gallão, M.I., and Rodrigues, S. 2009. Effect of osmotic dehydration and ultrasound pre-treatment on cell structure: Melon dehydration, *Journal of LWT Food Science and Technology*, 41, 604-610.

12. Fernandes, F. A.N., Rodrigues, S., Gaspareto, O. C. P. and Oliveira, E. L. 2006. Optimization of osmotic dehydration of bananas followed by air-drying, *Journal of Food Engineering*, 77, 188-193.

13. Jayaraman, K. S. 1990. Effect of pretreatment with salt and sucrose on the quality and stability of dehydrated cauliflower, *Journal of Food Science and Technology*, 25, 47-60.

14. Lerici, C. R., Pinnavaia, G., Dalla Rosa, M. and Bartolucci, L. 1985. Osmotic dehydration of fruit: Influence of Osmotic agent on drying behavior and product quality, *Journal of Food Science*, 50, 1217-1226.

15. Nowakunda, K., Andrés, A. and Fito, P. 2004. Osmotic dehydration of banana slices as a pretreatment for drying processes, 2077-2083.

16. 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.

17. Sutar, P. P. and Gupta, D. K. 2007. Mathematical modeling of mass transfer in osmotic dehydration of onion slices, *Journal of Food Engineering*, 78, 90-97.

۱. امام جمعه، ز.، طهماسبی، م.، پیروزی فرد، م.خ. و عسگری، غ.، ۱۳۸۷، بررسی تاثیر پیش فرآیند اسمزی بر ویژگی های بافتی و ریز ساختاری گوجه فرنگی خشک شده با هوا، *مجله مهندسی بیوسیستم/ایران*، دوره ۳۹، شماره ۱، ۱۳۹-۱۳۳.

۲. رضاگاه، م.ا.، کاشانی نژاد، م.، میرزایی، ح.ا. و خمیری، م.، ۱۳۸۸، تاثیر دما، غلظت محلول اسمزی و نسبت وزنی بر سینتیک خشک کردن اسمزی قارچ دکمه ای، *مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی*، جلد ۱۶، ص ۹-۱.

۳. زیرجانی، ل. و توکلی پور، ح.، ۱۳۸۹، مطالعه امکان تولید برگه موز توسط روش خشک کردن ترکیبی هوای داغ و مایکروویو، *نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران*، جلد ۶، شماره ۱، ص ۶۷-۵۸.

۴. شهیدی، ف.، محبی، م.، نوشاد، م.، احتیاطی، ا. و فتحی، م.، ۱۳۹۰، بررسی تاثیر پیش تیمار اسمز و فراصوت بر برخی ویژگی های کیفی موز خشک شده به روش هوای داغ، *نشریه پژوهش های علوم و صنایع غذایی ایران*.

۵. مختاریان، م. و شفاف زونزیان، م.، ۱۳۹۰، پیش بینی سینتیک فرآیند آبگیری اسمزی کدوی حلوائی به کمک ابزار هوشمند