

پیش تیمار هویج خشک شده با هوای گرم بوسیله آبیگری اسمزی

• جابر سلیمانی

عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی.

• زهرا امام جمعه

استادیار گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

• حمیدرضا قاسمزاده

دانشیار گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز.

تاریخ دریافت: اریبهشت‌ماه ۱۳۸۵ تاریخ پذیرش: خردادماه ۱۳۸۶

Email: elgar1352 @ yahoo - com

چکیده

آبیگری اسمزی، فرآیندی برای حذف قسمتی از آب مواد غذایی گیاهی و حیوانی با غوطه ور کردن در یک محلول غلیظ یا هیپرتونیک است. این فرآیند اغلب به عنوان پیش فرآیند روش‌های مختلف خشک کردن مانند: خشک کردن با هوای گرم، خشک کردن خلائی، خشک کردن انجمادی، خشک کردن با مایکروویو و... استفاده می‌شود. بنابراین، در این تحقیق نیز از این فرآیند به عنوان پیش فرآیند خشک کردن با هوای گرم در هویج استفاده شده است. برای تعیین شرایط بهینه آبیگری اسمزی تأثیر عوامل: دما، زمان، غلظت محلول، میزان کلرید سدیم و شربت گلوکز ورودی به داخل بافت هویج بررسی شد. تیمارهای دمایی شامل ۲۵، ۴۰ و ۵۵ درجه سانتیگراد و زمانها: ۱۵، ۳۰، ۶۰، ۱۲۰، ۲۴۰ و ۳۶۰ دقیقه بود. غلظت‌های انتخابی برای شربت گلوکز ۳۰، ۴۰ و ۵۰٪ و غلظت‌های نمک طعام ۵، ۱۰ و ۱۵٪ بود (برای تهیه محلول‌ها از نسبت‌های وزنی استفاده گردید). عمل اسمزی در دمای ۴۰ و درجه سانتیگراد، به مدت ۲۴۰ دقیقه بهترین نتیجه را از نظر میزان آبیگری و مواد جامد محلول نشان داد. نتایج آزمایشات نشان داد که غلظت ۵۰٪ شربت گلوکز + ۵٪ نمک طعام بهترین غلظت از نظر آبیگری و کمترین ماده ورودی به بافت را نشان می‌دهد.

کلمات کلیدی: هویج، خشک کردن، آبیگری اسمزی

Pajouhesh & Sazandegi No 78 pp: 101-109

Osmotic dehydration pretreatment for air-dried carrot

By: Soleimani J., Member of Scientific Board of Agricultural Engineering Department, Agricultural and Natural Resources Research Center of East Azarbaijan; Emam-Djomeh.Z, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture University of Tehran; Ghasemzadeh. H.R., Faculty of Agriculture, Tabriz Univesity.

Osmotic dehydration, the process for partial water elimination from food stuffs, that is called partial drying, involves product immersion in a hypertonic aqueous solution. The process has been used mostly as a pretreatment before different drying methods Such as: Hot air-drying, Vacuum drying, Freeze drying, Microwave drying, ... therefore, osmotic dehydration process was used as a pretreatment before air drying of carrot. For identification of optimum operating conditions, several factors such as solution concentration, its temperature, contact time and the rate of salt and glucose gains in carrot texture were investigated. Temperature treatments including: 25, 40, 55°C and time treatments were 15, 30, 60, 120, 240 and 360 minutes. Three levels of glucose syrup (30, 40 and 50%) and three levels of sodium chloride (5, 10 and 15%) were used to provide nine different solutions. The optimum operating conditions in view of water loss and solid gain were at 40°C for 240 minute. The results showed that the glucose and salt solution of the concentration 50% + 5%, respectively, that was the best concentration have a smaller solid gain (SG) and large water loss (WL).

Key words: Carrot, Drying, Osmotic dehydration

مقدمه

هویج یکی از مهمترین سبزی‌ها در سرتاسر جهان است. این سبزی منبع غنی بتاکاروتن، پیش ساز ویتامین A می‌باشد. هویج به صورت خام و پخته شده و همچنین به صورت شوربجیات مصرف می‌شود. تلاش‌های زیادی در جهت آماده سازی هویج برای مصرف در سوپ‌های آماده نوشیدنی‌ها، سرکه، خورش‌ها، کاری‌ها، پای‌ها و مرباجات صورت گرفته است (۱۴).

مصرف زیاد سبزی‌ها و میوه‌ها در سرتاسر جهان، باعث ابداع روش‌های گوناگون برای فرآوری این مواد غذایی شده است. یکی از عمومی‌ترین روش‌ها، خشک کردن است که باعث تسهیل در حمل و نقل به دلیل حجم کمتر ماده غذایی، افزایش قابلیت نگهداری به دلیل آب فعال پائین و کاهش واکنش‌های شیمیایی به دلیل میزان رطوبت کمتر می‌شود. اما با توجه به اثرات منفی روش‌های متداول خشک کردن مانند: کاهش کیفیت رنگ و بافت، از دست دادن عطر و طعم، کاهش دانسیته و از دست دادن مواد مغذی، تقاضا برای سبزی‌ها و میوه‌هایی که شبیه نوع تازه آن‌ها بوده و حرارت کم یا متوسطی تحمل کرده باشد، افزایش یافته است. بنابراین تلاش‌های گسترده‌ای برای جایگزین کردن روش‌هایی که فاقد ایرادهای فوق باشد، صورت گرفته است. از این رو در سال‌های اخیر فرآیند اسمز مورد توجه قرار گرفته است (۱۴).

برای اولین بار Ponting و همکارانش آبیگری جزئی آمیوه‌ها توسط محلول اسمزی را بررسی کردند.

آبیگری اسمزی پیش تیماری برای روش‌های خشک کردن است که با انتقال آب به خارج از بافت ماده غذایی حداکثر کیفیت ممکن را به فرآورده می‌دهد. در این روش، تغلیظ ماده جامد غذایی به ویژه میوه‌ها و سبزی‌ها در محلول‌های غلیظ (ساکاریدها، کلرید سدیم، سوربیتول، گلیسرول و ...) اتفاق می‌افتد. هدف اصلی از آبیگری اسمزی به حداقل

رساندن صدمه به بافت سلولی و انتقال آب به بیرون از بافت در یک مدت کوتاه، در مقایسه با سایر روش‌های خشک کردن است (۶، ۹). طی آبیگری اسمزی چند جریان جرمی اتفاق می‌افتد. مهمترین جریان، انتشار آب از داخل فرآورده به داخل محلول اسمزی است. در جهت مخالف انتشار آب، جریان ماده حل شده از محلول اسمزی به داخل بافت ماده غذایی است. سومین جریان، به انتقال مواد با وزن مولکولی کم مانند: ساکاریدها، اسیدهای آلی، ویتامین‌ها و نمک‌های معدنی مربوط است. این جریان از لحاظ کمی چندان قابل توجه نیست (۹، ۱۲). انتقال جرم در بافت سبزی‌ها تابع ضریب انتشار فیک^۲ در شرایط غیر یکنواخت است (۱۷).

در سال‌های اخیر فعالیت‌های زیادی در راستای استفاده از آبیگری اسمزی برای نگهداری مواد غذایی به ویژه مواد غذایی با ترکیبات جامد، انجام گرفته است و به عنوان فرایند یا پیش فرایند مناسب خشک کردن، توجه ویژه‌ای یافته است. زیرا حداقل صدمه به کیفیت ماده غذایی در مقایسه با سایر روش‌های خشک کردن وارد می‌کند و آبیگری اسمزی باعث بهبود خاصیت ماندگاری و انبارمانی (Shelf life) و کیفیت رنگ، بافت، عطر و طعم محصول آبیگری شده می‌شود (۴، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳).

آبیگری اسمزی به عنوان پیش فرایند بعضی روش‌های خشک کردن مانند: خشک کردن با هوای گرم، خشک کردن در خلاء، سرخ کردن، کنسرو کردن و انجماد به کار می‌رود (۳).

از موادی که می‌توانند ایجاد فشار اسمزی کنند، می‌توان نمک طعام، ساکارز، شربت گلوکز، فروکتوز، گلوکز، گلیسرول، لاکتات کلسیم و سوربیتول و... را نام برد (۶، ۹، ۱۵). عوامل متعددی در فرآیند اسمزی مواد موثر هستند مانند: دما، نوع و غلظت عامل اسمزی، نسبت شربت/ نمونه، زمان، همزدن و خصوصیات فیزیکوشیمیایی مواد غذایی (۱۴).

مواد و روش‌ها

در این تحقیق هویج مورد استفاده رقم (cv.Danvers) و نمک (کلریدسدیم) استفاده شده از نوع نمک تصفیه و بسته بندی شده بود. شربت گلوکز مورد استفاده در این آزمایش‌ها از نوع شربت گلوکز تصفیه شده بی رنگ با معادل دکستروز ۴۲ می‌باشد.

مراحل آماده سازی اولیه شامل شستشوی نمونه‌ها، پوست گیری، حلقوی کردن نمونه‌ها (حلقه‌ها به ضخامت ۵mm و قطر ۲۵ ± ۰/۴ mm) برش داده شدند. در این آزمایش‌ها محلول‌های سه گانه اسمزی مختلفی نیز از شربت گلوکز و آب مقطر و نمک طعام با غلظت‌های متفاوت و جمعاً در ۹ غلظت تهیه شد. غلظت‌های انتخاب شده برای شربت گلوکز ۳۰، ۴۰ و ۵۰٪ و غلظت‌های نمک طعام ۵، ۱۰ و ۱۵٪ بود (برای تهیه محلول‌ها از نسبت‌های وزنی استفاده گردید). نسبت محلول / نمونه (۱۰:۱)، (۵:۱)، سرعت همزن: ۱۵۰rpm، دماهای انتخابی ۲۵، ۴۰ و ۵۵ درجه سانتی‌گراد زمان‌های مورد نظر ۱۵، ۳۰، ۶۰، ۱۲۰، ۲۴۰ و ۳۶۰ دقیقه بود.

در این تحقیق، با انجام آزمایش‌های مختلف در مرحله آگیری اسمزی، شرایط مناسب برای آگیری حلقه‌های هویج تعیین شد. این شرایط شامل: تعیین دما، زمان و غلظت‌های مناسب بود.

اندازه‌گیری میزان از دست دادن آب و جذب مواد جامد محلول

میزان از دست دادن آب^۵ (WL) و جذب مواد جامد محلول توسط نمونه‌ها^۶ (SG)، براساس توزین آن‌ها در مراحل مختلف (قبل از آگیری اسمزی، بعد از اسمز و بعد از خشک کردن در آون) و قرار دادن این اعداد در روابط زیر بدست آمد.

$$WL = \frac{m_0 - mt}{m_0}$$

در روابط فوق:

$$SG = \frac{dmt - dm_0}{m_0}$$

m^۰: وزن اولیه نمونه، mt: وزن نمونه بعد از اسمز، dmt: وزن خشک نمونه اسمزی، m^۰: dm وزن خشک نمونه می باشد (۵).
اندازه‌گیری میزان نمک جذب شده توسط نمونه‌ها بر اساس تیتراسیون Mohr بود.

اساس آزمایش بدین صورت است که نیترات نقره (AgNO_۳) با کلریدسدیم وارد واکنش شده و رسوب کلریدنقره تولید می‌کند. در نقطه پایانی یون‌های نقره با شناساگر کرومات پتاسیم وارد واکنش گردیده و رسوب آجری تولید می‌نماید.

کلریدسدیم موجود در نمونه نیز از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{در صد نمک (m/v)} = \frac{۸۵/۵/۰/۱ \times T}{۵}$$

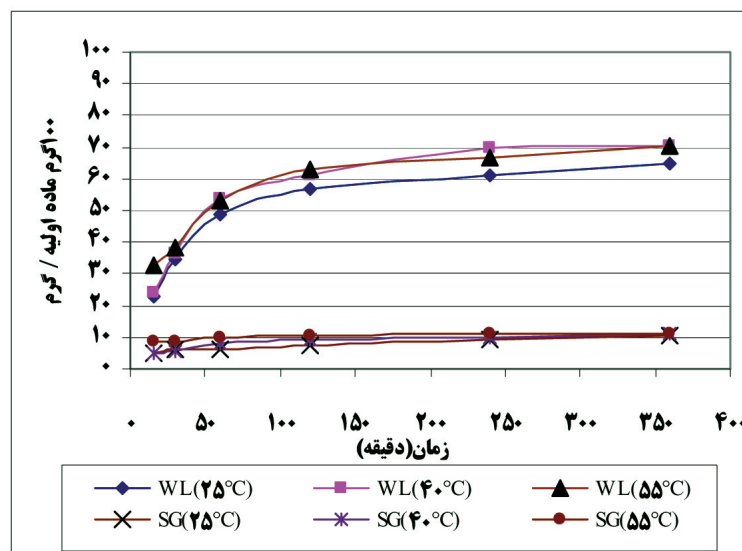
که در آن T میانگین حجم نیترات نقره ۰/۱ مولار مصرف شده برحسب میلی لیتر می‌باشد (۲).

اندازه‌گیری میزان شربت گلوکز جذب شده:

میزان نمک طعام - SG = میزان شربت گلوکز

روش انجام تجزیه و تحلیل آماری

متغیرها در این تحقیق، شامل غلظت شربت گلوکز (۳۰، ۴۰، ۵۰٪)، غلظت نمک (۵، ۱۰، ۱۵٪)، دما (۲۵، ۴۰، ۵۵ درجه سانتیگراد)، زمان (۱۵، ۳۰، ۶۰، ۱۲۰، ۲۴۰، ۳۶۰ دقیقه) است. برای مقایسه داده‌ها از نرم افزار آماری SAS در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی (CRBD) و در سه تکرار و برای مقایسه از مقایسه میانگین دانکن استفاده شده است. برای رسم سینتیک‌ها و نمودارها در این تحقیق از نرم افزار Excell استفاده شد.



شکل ۱- بررسی تیمارهای دمایی از نقطه نظر میزان آگیری و میزان ماده جذب شده

نتایج و بحث

تعیین دما و زمان مناسب آبیگری اسمزی

تأثیر سه تیمار دمایی ۲۵، ۴۰، و ۵۵ درجه سانتیگراد بر فرایند اسمز با معیارهای میزان آبیگری (WL) و میزان ماده جامد محلول جذب شده (SG) بررسی شد. نتایج این آزمایش در نمودار ۱ نشان داده شده است.

طبق جدول ۱، در مورد میزان آبیگری در سه تیمار ۲۵، ۴۰ و ۵۵ درجه سانتیگراد، دماهای ۴۰ و ۵۵ درجه سانتیگراد با هم تفاوت معنی دار ندارند و در مورد میزان ماده جذب شده دمای ۲۵ و ۴۰ درجه سانتیگراد با هم تفاوت معنی داری ندارند.

نمودار نشان می‌دهد که با افزایش دما میزان آبیگری و جذب مواد جامد افزایش می‌یابد. چون با افزایش دما، ویسکوزیته محلول کاهش و میزان ضریب نفوذ افزایش می‌یابد و در نتیجه منجر به اسمز مطلوب می‌شود. چرا که انتشار پدیده‌ای وابسته به دما است. دماهای بالاتر فرایند، تسریع انتقال آب از بافت ماده غذایی به خارج از آن راه از طریق انبساط و پلاستیسیته شدن غشاهای سلولی باعث شده و منجر به انتشار سریع تر آب فرآورده به خارج و خصوصیات انتقالی بهتر جرم در برخورد محلول

- فرآورده بدلیل کاهش ویسکوزیته محیط اسمزی می‌شود (۱۵). در بررسی که توسط Lazaridis و همکاران انجام شده، در دمای بالاتر از ۴۵ درجه سانتیگراد، غشای سلولی ناپدیدار شده و صدمه می‌بیند و در نتیجه انتشار شدید ماده حل شده جامد به داخل بافت مشاهده می‌شود. بنابراین دمای ۴۰ درجه سانتیگراد به عنوان دمای مطلوب انتخاب شد. (۷)

زمانهای انتخاب شده برای این تحقیق عبارتند از: ۱۵، ۳۰، ۶۰، ۱۲۰، ۲۴۰، ۳۶۰ دقیقه است و همچنانکه در نمودار ۱، مشاهده می‌شود، بعد از زمان ۲۴۰ دقیقه منحنی به یک حالت ایستا رسیده و افزایش میزان آبیگری و جذب مواد جامد محلول بسیار کند می‌شود، بنابراین زمان ۳۶۰ دقیقه با ۲۴۰ دقیقه چندان تفاوتی نشان نمی‌دهد. البته با توجه به جدول ۱ از نقطه نظر میزان ماده جامد جذب شده، زمان ۲۴۰ دقیقه در مقایسه با زمان ۳۶۰ دقیقه مطلوب تر است. از نقطه نظر میزان آبیگری زمان ۳۶۰ دقیقه مطلوب به نظر می‌رسد، اما با توجه به زمان زیاد سپری شده بین ۲۴۰ و ۳۶۰ دقیقه و میزان کم اختلاف آبیگری، ادامه فرآیند مقرون به صرفه نخواهد بود، در نتیجه زمان ۲۴۰ دقیقه به عنوان پایان عمل اسمزی انتخاب شد. در فرایند

جدول ۱. تجزیه واریانس برای صفات مورد مطالعه: آب از دست داده (WL) و ماده جذب شده (SG) برای

| متغیرهای دما و زمان | | | |
|---------------------|----|---------------------|--------------------|
| MS | | | |
| S.V | df | آب از دست داده (WL) | ماده جذب شده (SG) |
| دما | ۲ | ۱۹۹/۲۶** | ۳۷/۴۴** |
| زمان | ۵ | ۲۷۶۳/۴** | ۳۲/۶۷** |
| دما*زمان | ۱۰ | ۱۱/۴۱ ^{ns} | ۱/۹۹ ^{ns} |
| E | ۳۶ | ۷/۶ | ۲/۱۳ |
| R ² | - | ۰/۹۸ | ۰/۷۷ |
| C.V | - | ۵/۳۲ | ۱۷/۱ |

در سطح ۱٪ معنی دار**، در سطح ۵٪ معنی دار*، ns معنی دار نیست.

مقایسه میانگین دما و زمان برای صفات مورد مطالعه: آب از دست داده (WL) و ماده جذب شده (SG) با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن

| دما (C°) | آب از دست داده (WL) | ماده وارد شده (SG) |
|----------|---------------------|--------------------|
| ۵۵ | ۵۳/۹۳ | ۱۰/۱۶ |
| ۴۰ | ۵۲/۶ | ۸/۰۷ |
| ۲۵ | ۴۷/۶۲ | ۷/۳۹ |

| زمان (دقیقه) | آب از دست داده (WL) | ماده وارد شده (SG) |
|--------------|---------------------|--------------------|
| ۳۶۰ | ۶۸/۹۵ | ۱۱/۰۴ |
| ۲۴۰ | ۶۵/۷۲ | ۱۰/۱۰۶ |
| ۱۲۰ | ۶۱/۱۷ | ۹/۱۱۴ |
| ۶۰ | ۵۱/۶۸ | ۸/۰۷۳ |
| ۳۰ | ۳۵/۰۸ | ۶/۷۹ |
| ۱۵ | ۲۵/۷ | ۶/۱۳ |

میزان آگیری می‌شود.

اثر افزایش غلظت نمک بر محلول سه گانه آب- شربت گلوکز - نمک

شکل ۳ نشان می‌دهد که در غلظت ثابت (۳۰٪) شربت گلوکز، افزایش غلظت نمک از ۵ تا ۱۵٪ بطور معنی‌داری باعث افزایش میزان آگیری و جذب مواد جامد می‌گردد. این نتیجه در مورد غلظت‌های ۴۰ و ۵۰٪ شربت گلوکز صدق می‌کند.

با مقایسه نتایج به دست آمده چنین استنباط می‌شود که افزایش غلظت شربت گلوکز تأثیر بیشتری در افزایش میزان آگیری نسبت به افزایش غلظت نمک در محلول دارد.

طبق گزارش Panagiotou و همکارانش وزن مولکولی پایین‌تر ماده حل شده اسمزی به دلیل ضریب نفوذ زیاد، میزان ماده جذب شده را افزایش می‌دهد و چون نمک وزن مولکولی کمتری در مقایسه با شربت گلوکز دارد لذا میزان ماده جذب شده را افزایش می‌دهد. Lazaridis و همکارانش نشان دادند که تحت شرایط یکسان فرایند اسمزی، وجود شربت ذرت استفاده شده به عنوان عامل اسمزی باعث جذب کمتر ماده حل شده می‌شود (۱۱).

انتخاب محلول‌های اسمزی مناسب

نتایج مربوط به میزان آگیری و جذب مواد در محلول‌های اسمزی اولیه در جدول ۲ نشان داده شده است.

آگیری اسمزی تا زمان مشخصی میزان آگیری و جذب مواد جامد محلول افزایش می‌یابد و سپس با افزایش زمان، میزان آگیری و جذب مواد جامد محلول کند بوده و به حالت یکنواخت می‌رسد و سرانجام به حالت پایدار و ایستا می‌رسد (۸). Flink, Lenart در سال ۱۹۸۴، Lazaridis و همکارانش در سال ۱۹۹۴ بیان کردند که زمان ایستایی آگیری اسمزی بعد از مدت زمان ۴ تا ۵ ساعت ظاهر می‌شود.

بررسی اثر ترکیب محلول

اثر افزایش غلظت شربت گلوکز بر

محلول‌های سه گانه آب-نمک-شربت گلوکز

افزایش غلظت شربت گلوکز در محلول سه گانه آب - شربت گلوکز - نمک (میزان نمک ثابت است) بررسی گردید. با توجه به شکل ۲، مشاهده می‌شود که با افزایش غلظت شربت گلوکز از ۳۰ تا ۵۰٪ در محلول اسمزی، میزان آگیری افزایش و میزان جذب مواد جامد محلول کاهش می‌یابد. افزودن غلظت ۵۰٪ شربت گلوکز، از لحاظ میزان آگیری تفاوت معنی‌داری با غلظت‌های ۴۰ و ۳۰٪ نشان می‌دهد. از نقطه نظر جذب مواد جامد غلظت ۵۰٪ شربت گلوکز، تفاوت معنی‌داری با دو غلظت دیگر (۴۰ و ۳۰٪) نشان داده و میزان آن کمتر است. این نتایج در مورد غلظت‌های ثابت ۱۰ و ۱۵٪ نمک نیز صادق است، یعنی افزایش غلظت شربت گلوکز اثر معنی‌داری بر روی میزان جذب مواد جامد ندارد. ولی افزایش آن از ۳۰ تا ۵۰٪ در هر یک از غلظت‌های ۱۰٪ و ۱۵٪ نمک، باعث افزایش زیاد

جدول ۲: در صد میزان آگیری و در صد جذب مواد جامد محلول در محلول‌های اسمزی (شرایط آزمایش: دما = ۴۰ درجه سانتیگراد، سرعت همزن = ۱۵۰ rpm، نسبت محلول / نمونه = ۱۰:۱ زمان = ۲۴۰ دقیقه)

| تیمار | درصد شربت گلوکز | درصد نمک | (WL) ماده اولیه g/100g | (SG) ماده اولیه g/100g |
|-------|-----------------|----------|---------------------------|---------------------------|
| ۱ | ۳۰ | ۵ | ۵۳/۹۲ ± ۱/۸۷ | ۱/۱ ± ۱۰/۲ |
| ۲ | ۳۰ | ۱۰ | ۵۷ ± ۰/۸۹ | ۱/۴۵ ± ۱۰/۸ |
| ۳ | ۳۰ | ۱۵ | ۶۱/۸ ± ۳/۱۵ | ۰/۳۸ ± ۱۳/۸۱ |
| ۴ | ۴۰ | ۵ | ۵۹/۹ ± ۰/۸۹ | ۲/۳۶ ± ۱۱ |
| ۵ | ۴۰ | ۱۰ | ۶۱/۱۲ ± ۳/۱۹ | ۰/۵۹ ± ۱۰/۶ |
| ۶ | ۴۰ | ۱۵ | ۶۷/۷۵ ± ۱/۵۲ | ۰/۶۴ ± ۱۲/۲۵ |
| ۷ | ۵۰ | ۵ | ۶۹/۵ ± ۱/۶۴ | ۰/۱ ± ۸/۵۲ |
| ۸ | ۵۰ | ۱۰ | ۷۳/۶ ± ۳/۰۲ | ۰/۵۸ ± ۱۱/۴۳ |
| ۹ | ۵۰ | ۱۵ | ۷۹/۱۲ ± ۲/۱۵ | ۰/۸۰ ± ۱۲/۴۲ |

بررسی جذب نمک در غلظت ثابت نمک و غلظت متغیر شربت گلوکز

با توجه به شکل ۵ مشاهده می‌شود که با افزایش غلظت شربت گلوکز، میزان جذب نمک کاهش می‌یابد، چون طبق قانون فیک $\frac{\partial c}{\partial x}; J = AD \frac{\partial c}{\partial x}$ ثابت بوده و ضریب نفوذ با ویسکوزیته نسبت مستقیم دارد (۱)، لذا با افزایش ویسکوزیته، D کاهش می‌یابد و در نتیجه J (شاروردی نمک) نیز کاهش می‌یابد. در این فرمول: J: شار جریان، A: مساحت و D: ضریب نفوذ یا انتشار می‌باشد.

بررسی جذب نمک در غلظت ثابت شربت گلوکز و غلظت متغیر نمک

با ملاحظه شکل ۶ مشخص می‌شود که با افزایش میزان نمک، میزان جذب نمک نیز افزایش می‌یابد. چون طبق قانون فیک $\frac{\partial c}{\partial x}; J = AD \frac{\partial c}{\partial x}$ و افزایش یافته و نتیجتاً نیز افزایش می‌یابد.

بررسی جذب شربت گلوکز در غلظت ثابت

شربت گلوکز و غلظت متغیر نمک

با توجه به شکل ۷، با افزایش میزان غلظت نمک، میزان جذب شربت گلوکز افزایش می‌یابد.

این مطلب با مشاهدات Flink, Lenart در سال ۱۹۸۴ مطابقت دارد و آن‌ها نشان دادند که نفوذ نمک در داخل بافت فرایند شده با اسمز بصورت عمیقتری اتفاق می‌افتد و نفوذ بیشتر شربت گلوکز را منجر خواهد شد و به تبع آن میزان جذب ماده جذب شده افزایش می‌یابد.

با بکار بردن محلولی سه گانه، حضور نمک مانع تشکیل لایه متراکم در سطح نمونه می‌شود و منجر به آگیری و جذب مواد جامد محلول می‌شود (۸).

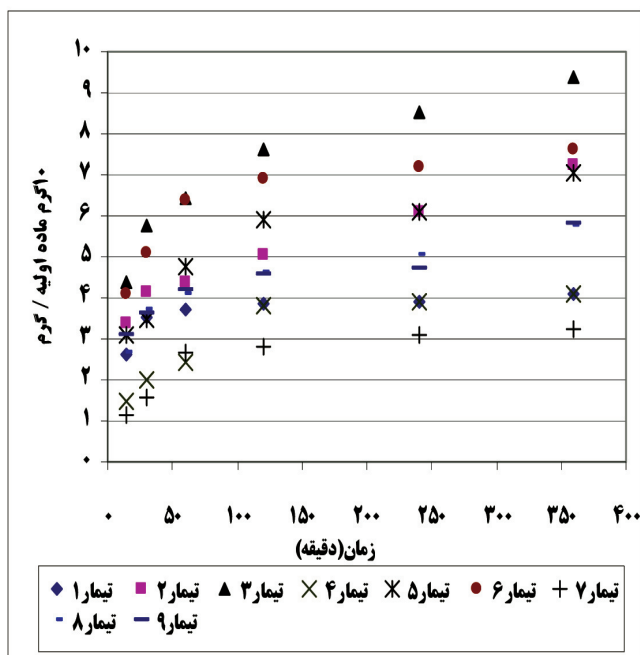
با توجه به مطالب فوق میتوان چنین نتیجه گیری کرد که با افزایش میزان غلظت شربت گلوکز و نمک میزان آگیری و میزان جذب ماده جامد افزایش می‌یابد، اما افزایش میزان آگیری در ۴ تیمار (۶، ۷، ۸، ۹) از سایر تیمارها (۵ تیمار قبلی) بیشتر بوده و تفاوت زیادی با آن‌ها دارند. از نقطه نظر میزان ماده جذب شده نیز اکثر تیمارها با هم برابرند، ولی تیمار ۷ حداقل ماده جذب شده داشته و از این جهت با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری نشان می‌دهد و تیمار ۳ نسبت به سایر تیمارها حداکثر ماده جذب شده را نشان می‌دهد و از این نظر با آن‌ها تفاوت معنی‌داری نشان می‌دهد.

در نتیجه می‌توان گفت با افزایش میزان نمک میزان ماده جذب شده نیز افزایش می‌یابد.

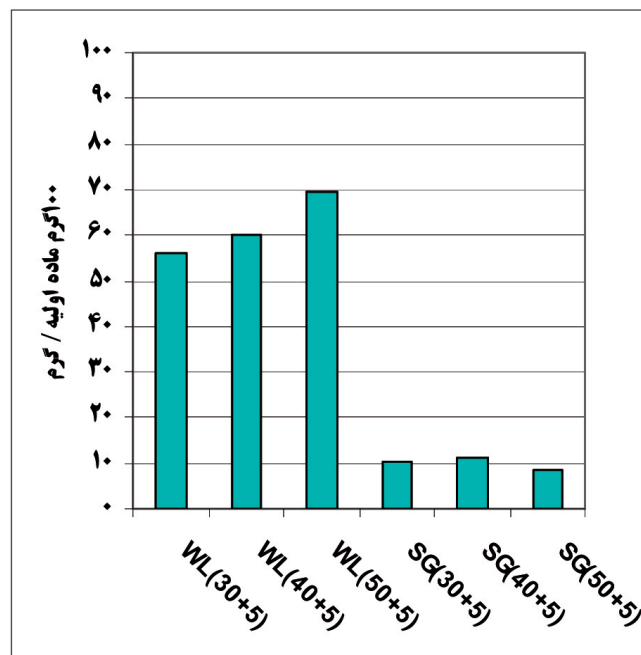
بنابراین در بین تیمارها، با توجه به میزان آگیری و میزان ماده جذب شده می‌توان گفت که بهترین تیمار، تیمار ۷ است.

بررسی جذب نمک و شربت گلوکز در آگیری اسمز

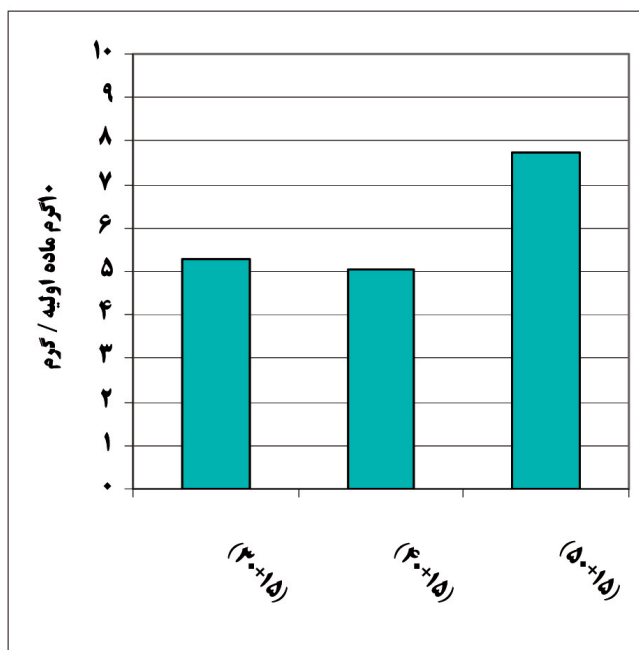
سنتیک میزان جذب نمک نمونه‌ها در محلولهای اسمز در شکل ۴ رسم شده است. روند این سنتیک‌ها کاملاً منطبق با سنتیک ماده جامد جذب شده است، با این تفاوت که در ابتدا (در زمان کمتر از یک ساعت)، حداکثر جذب نمک اتفاق می‌افتد پس از آن جذب نمک کندتر می‌شود. به علت تفاوت زیاد ضریب نفوذ نمک و ضریب نفوذ شربت گلوکز، نمک سرعت بیشتری در نفوذ دارد و در ابتدای فرایند، نمک وارد بافت محصول شده و پس از مدتی شربت گلوکز هم وارد بافت خواهد شد و این نفوذ شربت گلوکز مانع نفوذ بیشتر نمک می‌شود و بدین علت است که در سنتیک ذیل میزان نمک جذب شده بعد از حدود ۲-۱ ساعت، تقریباً ثابت می‌شود.



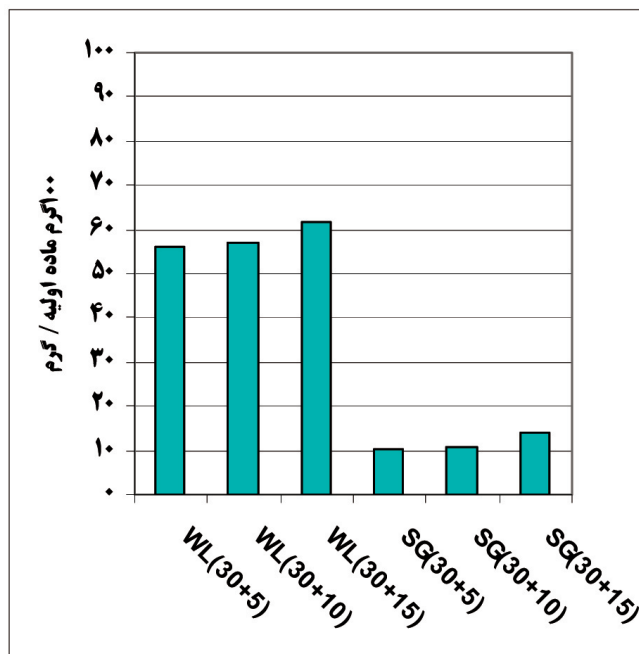
شکل ۴- میزان جذب نمک در محلولهای مختلف و زمانهای مختلف



شکل ۲- بررسی اثر غلظتهای مختلف شربت گلوکز بر محلول سه گانه آب-نمک-شربت گلوکز در زمان ۲۴۰ دقیقه



شکل ۵- میزان جذب نمک در غلظت ۱۵٪ نمک و غلظت متغیر شربت گلوکز



شکل ۳- بررسی اثر غلظت‌های مختلف نمک بر محلول سه‌گانه آب-نمک-شربت گلوکز در زمان ۲۴۰ دقیقه

در سطح ۱٪ معنی دار**، در سطح ۵٪ معنی دار*، ns معنی دار نیست.

مقایسه میانگین محلول‌های اسمزی و زمان برای صفت مورد مطالعه: جذب نمک و شربت گلوکز با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن. (A: کمترین میزان جذب و F: بیشترین میزان جذب)

نتیجه‌گیری کلی

با افزایش دما میزان ماده جامد محلول جذب شده و میزان آگیری افزایش می‌یابد. میزان نمک جذب شده در ماده غذایی با افزایش غلظت نمک و کاهش میزان شربت گلوکز در محلول اسمزی افزایش نشان

بررسی جذب شربت گلوکز در غلظت متغیر شربت گلوکز و غلظت ثابت نمک

با ملاحظه شکل ۸، با افزایش غلظت شربت گلوکز، میزان جذب شربت گلوکز افزایش می‌یابد، چون طبق قانون فیک $D \frac{\partial c}{\partial x} = J$ (ضریب نفوذ) و $\frac{\partial c}{\partial x}$ افزایش یافته و در نتیجه J افزایش می‌یابد.

تجزیه و تحلیل آماری

جدول ۳، تجزیه واریانس برای صفات مورد مطالعه: میزان جذب نمک و جذب شربت گلوکز برای متغیرهای مستقل محلول‌های اسمزی و زمان.

جدول ۳، تجزیه واریانس برای صفات مورد مطالعه: میزان جذب نمک و جذب شربت گلوکز برای متغیرهای مستقل محلول‌های اسمزی و زمان.

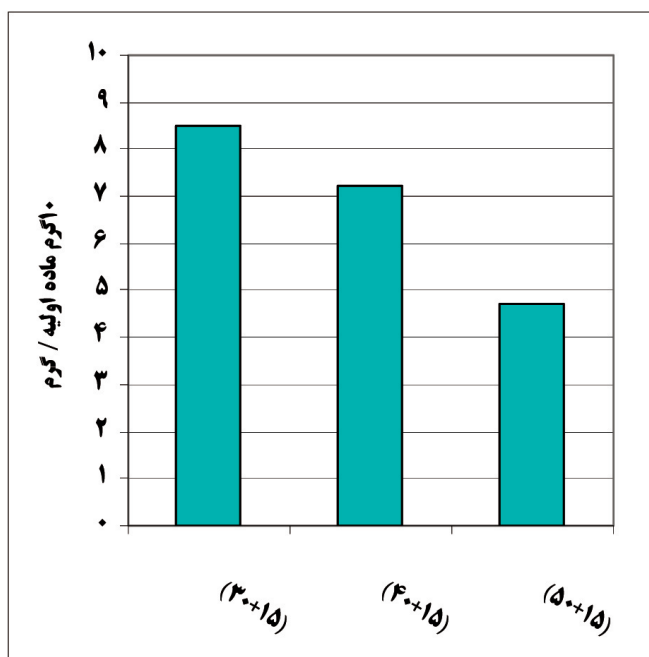
| S.V | df | نمک طعام | شربت گلوکز |
|----------------|----|----------|------------|
| محلول اسمزی | ۸ | **۱۳/۲۵ | **۲/۸۱ |
| زمان | ۵ | **۱۲/۰۲ | **۳۸/۲۰ |
| E | ۴۰ | **۰/۲۴ | **۰/۹ |
| R ² | - | ۰/۹۴ | ۰/۸۵ |
| C.V | - | ۱۰/۸۳ | ۲۱/۸ |

در سطح ۱٪ معنی دار**، در سطح ۵٪ معنی دار*، ns معنی دار نیست.

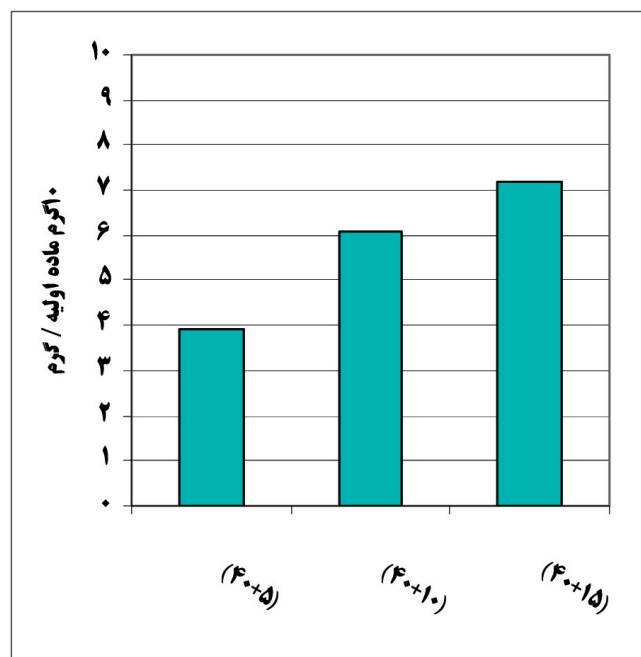
مقایسه میانگین محلول‌های اسمزی و زمان برای صفت مورد مطالعه: جذب نمک و شربت گلوکز با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن. (A: کمترین میزان جذب و F: بیشترین میزان جذب)

| زمان (دقیقه) | نمک طعام | شربت گلوکز |
|--------------|----------|------------|
| ۳۶۰ | ۲/۸۸ | A |
| ۲۴۰ | ۳/۶۶ | B |
| ۱۲۰ | ۴/۳۵ | C |
| ۶۰ | ۵ | D |
| ۳۰ | ۵/۴ | D |
| ۱۵ | ۶ | E |

| محلول اسمزی | نمک طعام | شربت گلوکز |
|-------------|----------|------------|
| ۱ | ۳/۶۲ | B |
| ۲ | ۵/۰۴ | D |
| ۳ | ۷ | F |
| ۴ | ۲/۹۵ | A |
| ۵ | ۵/۰۷ | D |
| ۶ | ۶/۲۲ | E |
| ۷ | ۲/۳۸ | A |
| ۸ | ۴/۳۳ | C |
| ۹ | ۴/۳۲ | C |



شکل ۸- میزان شربت گلوکز جذب شده در غلظت متغیر شربت گلوکز و غلظت ۱۵٪ نمک



شکل ۶- میزان نمک جذب شده در غلظت ۴۰٪ شربت گلوکز و غلظت متغیر نمک

,Vol.14, 104-112.

5 - Emam-djomeh. Zahra. 1998; Tranferent deau at de solute lors de la deshydratation dun aliment model at de La Viand par immersion dans des solutions a plusiears Consti tuantss. These de doctoral Cleimont FD France.

6 - Kuntz.L.A. 1995; Investigating infusion, Food product design, Weeks Publishing Company.

7- Lazarides.H.N. and Mavroudis.N.F. 1996; Kinetics of osmotic dehydration of a highly shrinking vegetable tissue in a salt-free medium, J.F.Eng. 30(1996) 61-74.

8 - Lazarides.H.N. 1999; Advance in osmotic dehydration in processing Foods. (eds.F.A.R. oliveria. etal.) CRC Press, Newyork.

9 - Lenart. Andrzej.1996; Osmo-Convective drying of fruits and vegetabls: Technology and application, drying Technology,14(2), 391-413.

10- Maw.B.W, Hung.y.c., Tollner.E.W., Smittle.D.A. and Mullinix.B.G. 1996; Physical and mechanical properties of fresh and stored sweet onions, American society of Agricultural Engineers (ASAE), Vol.39(2), 633-637.

11- Panagiotou.N.M., Karathanos.V.T. and Maroulis.Z.B. 1999; Effect of osmotic agent on osmotic dehydration of fruits, Drying Technology, 17(1&2),175-189.

12 - Sereno.A.M., Hubinger.M.D., Comesana. J.F. and Correa.A. 2000; Prediction of water activity of osmotic solutions,J.F.Eng 49 (2001) 103-114

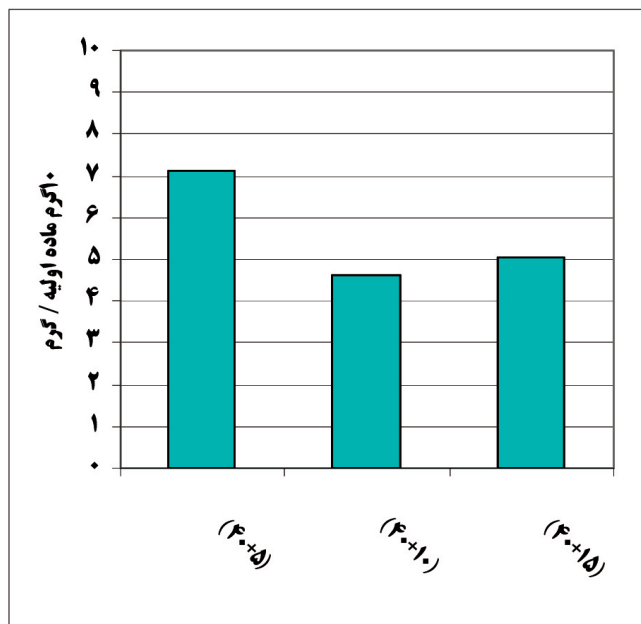
13 - Shipman.J.W., Rahman.A.R., Segars.R.A., Kapsulis.J.G. and Mestcott.R.E. 1972; Improvement of the texture of dehydrated celery by glycerol treatment, J.F.sci,Vol.37, 568-571.

14 - Singh.S., Shivhare.U.s., Ahmed.J. and Raghavan.G.S.V. 1999; Osmotic concentration kinetics and quality of carrot preserve, Food Research International 32(1999). 509-514.

15 - Tregunno.N.B. and Goff.H.D. 1996; Osmodehydrofreezing of apples: Structural and textural effects, Food Research International Vol.29, 471-479.

16 - Van Arsdel. and Wallace. B. 1973; Food dehydration, 2d ed. AVI Pub.co.

17- Yang.D.C., and LEMaguer.M.1992; Mass transfer kinetics of osmotic dehydration of mushrooms,J.F. processing and preservation 16(1992).



شکل ۷- میزان جذب شربت گلوکز در غلظت ۴۰٪ شربت گلوکز و غلظت متغیر نمک

می‌دهد. میزان آبیگری (WL) با افزایش غلظت محلول اسمزی به ویژه غلظت شربت گلوکز افزایش و میزان ماده محلول جذب شده (SG) با افزایش غلظت نمک در محلول اسمزی افزایش می‌یابد.

پاورقی‌ها

- 1 - Curries
- 2 - Partial dehydration
- 3- Fick
- 4- Dextrose Equivalent
- 5 - Water Loss
- 6- Solid Gain

منابع مورد استفاده

- ۱ - سنیک، آر.بی. وهلمن دی، آر، ترجمه علی مرتضوی و همکاران، ۱۳۷۸؛ درآمدی بر مهندسی صنایع غذایی، چاپ اول، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
- ۲ - جیمز، سی، اس، ترجمه اصغر خسروشاهی، ۱۳۷۶؛ شیمی تجزیه مواد غذایی، چاپ اول، انتشارات دانشگاه ارومیه.
- 3- Anonymous. 1995; Fruit and vegetable processing, ch-08, Fruit drying and dehydration technology. FAO
- 4 - Bongirwar.D.R. and Sreenivasan.A. 1977; Studies on osmotic dehydration of banana., Journal of food science and technology

