

# تولید پودر نوشیدنی کربوهیدراتی - پروتئینی حاوی شیر خرمای به روش خشک کردن پاششی: بررسی اثر حامل‌های خشک کردن بر خصوصیات فیزیکی پودر نوشیدنی

فاطمه زنده‌بودی<sup>۱</sup>، سمیرا یگانه‌زاد<sup>۲\*</sup>، علیرضا صادقیان<sup>۲</sup>

۱- دانشجوی دکترا، گروه فرآوری مواد غذایی، پژوهشکده علوم و صنایع غذایی، مشهد، ایران.

۲- دکترا، استادیار گروه فرآوری مواد غذایی، پژوهشکده علوم و صنایع غذایی، مشهد، ایران.

(تاریخ دریافت: ۱۳/۰۷/۹۵ تاریخ پذیرش: ۱۳/۰۳/۹۶)

## چکیده

تولید نوشیدنی‌های پودری به‌ویژه بر پایه محصولات بومی و با هدف استفاده بهینه از ضایعات یکی از زمینه‌های تحقیقاتی مورد توجه در صنعت غذا می‌باشد. در این تحقیق با استفاده از خشک‌کن پاششی و با کمک حامل‌های مالتودکستری و صمغ عربی (با نسبت‌های ۱ : ۰/۷۵، ۰/۲۵ : ۰/۵ و ۰/۷۵ : ۰/۲۵)، پنج نوع پودر نوشیدنی بر پایه شیر خرمای و پروتئین آب‌پنیر تولید شد. اثر غلظت و نوع حامل بر ویژگی‌های فیزیکی شامل دانسیته توده، حلالیت، فعالیت آبی و جریان‌پذیری پودر مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد، پودر حاوی (۱۶٪ وزنی / وزنی) مالتودکستری دارای بالاترین میزان درصد حلالیت بود درحالی‌که نمونه شاهد کمترین حلالیت را در بین نمونه‌ها داشت. از نظر جریان‌پذیری و شاخص پراکنندگی پودر، نمونه‌ی حاوی ۵۰٪ : مالتودکستری - صمغ عربی بالاترین کیفیت را داشت. با استفاده از دستگاه گرماسنج افتراقی دمای انتقال شیشه‌ای اندازه‌گیری شد؛ افزودن حامل سبب افزایش معنی‌دار دمای انتقال شیشه‌ای پودر نوشیدنی گردید به گونه‌ای که از دمای حدود ۵۹ درجه سلسیوس در نمونه‌ی شاهد به دمای ۷۴ درجه سلسیوس در نمونه‌ی حاوی حامل ترکیبی رسید که نشان‌دهنده‌ی افزایش پایداری و قابلیت نگهداری پودر تولید شده می‌باشد ( $p < 0/05$ ). با توجه به نتایج به‌دست آمده استفاده ترکیبی از حامل به نسبت ۰/۲۵ : ۰/۷۵ مالتودکستری : صمغ عربی سبب تولید پودر نوشیدنی با کیفیت بالا از نقطه نظر خصوصیات فیزیکی شامل جریان‌پذیری، دانسیته توده، تخلخل توده و دمای انتقال شیشه‌ای پودر شد.

**کلید واژگان:** شیر خرمای، خصوصیات فیزیکی، خشک‌کن پاششی، دمای انتقال شیشه‌ای

\*مسئول مکاتبات: s.yeganehzad@rifst.ac.ir

## ۱- مقدمه

شیرین‌کننده عمده‌ترین ترکیب در فرمولاسیون نوشیدنی‌ها می‌باشد و ساکارز به عنوان پرمصرف‌ترین شیرین‌کننده در این صنعت شناخته می‌شود. شکر به عنوان یکی از عوامل موثر بر ایجاد بیماری دیابت و چاقی شناخته شده است. افزایش قیمت جهانی ساکارز و بیماری‌زا بودن آن، تمایل به استفاده روزانه از جایگزین‌های کم کالری را افزایش داده است. به همین دلیل تقاضا برای تولید محصولات فرآوری شده حاوی جایگزین‌های قند ساکارز رو به افزایش است؛ به علاوه مصرف‌کنندگان با هدف افزایش سلامت فردی به مصرف نوشیدنی‌های مقوی و طبیعی گرایش پیدا کرده‌اند [۱]. بر اساس گزارش سازمان غذا و کشاورزی جهانی<sup>۱</sup> (FAO) در سال ۲۰۱۴ میزان ۷/۶ میلیون تن خرما در جهان تولید گردیده است و خرما یکی از عناصر استراتژیک در کشورهای تولید کننده‌ی این محصول می‌باشد [۲ و ۳]. میوه خرما غنی از قندهای فروکتوز و گلوکز می‌باشد ولی میزان چربی و پروتئین کمی دارد. قند عمده موجود در خرما قندهای ساده است که در بدن انسان به سهولت جذب می‌گردد [۴]. خرما منبع مناسبی از بسیاری از مواد معدنی شامل پتاسیم، فسفر، منیزیم، سدیم، آهن و کلسیم می‌باشد. خرما هم‌چنین حاوی ترکیبات آنتی‌اکسیدانی می‌باشد که دارای نقش جلوگیری کننده از سرطان، بیماری‌های قلبی - عروقی، بیماری‌های عصبی مثل بیماری پارکینسون و آلزایمر می‌باشد [۵ و ۶]. در سال‌های اخیر به دلیل حجم بالای ضایعات، فرآوری محصولات جانبی خرما با هدف تولید محصولات با ارزش افزوده به سرعت رو به رشد است. در این زمینه تولید محصولات غذایی شامل نوشیدنی‌ها و استفاده از محصولات جانبی خرما به عنوان شیرین‌کننده طبیعی و جایگزین ساکارز و با قیمت پایین یک هدف ارزشمند می‌باشد.

پودر نوشیدنی نسبت به نوشیدنی آماده مصرف و در مقایسه با آن از نظر اقتصادی صرفه بالایی دارد که علت آن، کاهش حجم و وزن، کوچک‌شدن بسته‌بندی، سهولت حمل و نقل و کاربری و ماندگاری بالاتر می‌باشد. علاوه بر این حالت فیزیکی پودر سبب می‌شود که بتوان از آن به عنوان یک ترکیب پایدار طبیعی و آسان

(از نظر کاربری) در بسیاری از محصولات غذایی، دارویی و بهداشتی استفاده نمود. با این حال خشک‌کردن نوشیدنی‌ها کار آسانی نیست. دمای انتقال شیشه‌ای<sup>۲</sup> پایین این ترکیبات (به دلیل وجود قندهای با وزن مولکولی پایین و اسیدهای آلی) و جذب رطوبت بالا، نقطه ذوب پایین و حلالیت بالا در آب، این محصول را به یک ترکیب بسیار چسبنده در حین خشک‌کردن (به ویژه خشک‌کردن پاششی) تبدیل نموده است. به دلیل این خصوصیت خشک‌کردن پاششی نوشیدنی فرآیندی بسیار پیچیده است [۷]. به طور کلی خشک‌کردن پاششی برای تولید پودر شیر خشک، پودر میوه و سبزی به کار می‌رود. این روش دارای مزایای فراوانی می‌باشد که شامل بالا بودن سرعت فرآیند، بازده مناسب و عملیات پیوسته می‌باشد. در حین فرآیند خشک‌کردن محلول مورد نظر به صورت قطرات در جریان هوای داغ پاشش می‌گردد. به دلیل گرمای کارآمد و انتقال جرم مناسب، قطرات مایع در چند ثانیه خشک می‌شود. محصول نهایی می‌تواند به صورت پودر، گرانول یا آگلومره باشد. فرآیند خشک‌کردن پاششی قابل کنترل است به گونه‌ای که می‌توان از آن برای تولید ذرات کروی یکنواخت و نسبتاً جریان‌پذیر با گستره اندازه ذرات مشخص را تولید نمود. هر چند به دلیل دمای نسبتاً بالای فرآیند استفاده از این روش ممکن است سبب از بین رفتن یا کاهش ویژگی‌های حسی و کیفی به ویژه ویتامین C، بتا کاروتن، ترکیبات عطر و طعم گردد. به علاوه خشک‌کردن مستقیم مواد حاوی قند بالا مثل شیر خرماء و ترکیبات حاوی آن مشکل‌آفرین خواهد بود. به طور مثال این ترکیبات تمایل به چسبیدن به دیواره خشک‌کن دارند. به وسیله دو روش می‌توان از چسبیدن به دیواره جلوگیری نمود؛ روش اول خشک‌کردن در دمای پایین تر از ۲۰ درجه سلسیوس می‌باشد. راه دوم استفاده از ترکیبات حامل می‌باشد. این ترکیبات به دلیل وزن مولکولی بالا سبب بالا بردن دمای انتقال شیشه‌ای محلول نهایی می‌شوند.

به‌طور معمول از مالتودکسترین و صمغ عربی جهت خشک‌کردن آب‌میوه‌ها و ترکیبات حاوی قند بالا استفاده می‌شود. علت این امر حلالیت بالا و ویسکوزیته پایین محلول‌های حاوی این نوع از حامل‌ها می‌باشد که یکی از عوامل مهم در فرآیند خشک‌کردن

1. Food and Agriculture Organization

2. Glass transition temperature (Tg)

شد. مالتودکسترین با درجه اک‌ی‌والان دکستروز (DE) ۶ ساخت شرکت MERCK آلمان و صمغ عربی ساخت شرکت Sigma Aldrich و صمغ زانتان ساخت شرکت Fufeng چین مورد استفاده قرار گرفت.

## ۲-۲-۲ روش‌ها

### ۲-۲-۲-۱- تولید خوراک اولیه خشک‌کن

فرمولاسیون‌های نوشیدنی مورد استفاده به عنوان خوراک شامل شیر خرم، کنسانتره پروتئین آب پنیر و زانتان و کنسانتره انبه به ترتیب به میزان ۱۰/۷۵٪، ۸/۶٪، ۰/۱۵٪، ۷٪، ۰/۷۵٪ و ۰/۲۰۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود. مالتودکسترین و صمغ عربی به عنوان حامل‌های خشک‌کردن مورد استفاده قرار گرفت. از نقطه‌نظر کیفیت محصول نهایی بهتر است از حداقل غلظت حامل استفاده گردد زیرا این ترکیب بر ویژگی‌هایی نظیر رنگ، عطر و طعم و حلالیت محصول نهایی تاثیرگذار است. هر چند در صورتی که اگر از میزان خیلی پایین حامل استفاده گردد، از یک سو خشک‌کردن و جدا کردن محصول از دیواره خشک‌کن غیر ممکن می‌شود و از سوی دیگر پودر نهایی بسیار چسبنده می‌باشد. بنابراین یک گستره‌ی وسیع غلظتی حامل استفاده شد که در نسبت‌های ۰ : ۰ : ۱ : ۰/۷۵ : ۰/۲۵ : ۰/۵ : ۰/۲۵ : ۰/۷۵ مالتودکسترین : صمغ عربی تعیین شد. میزان حامل (تکی و ترکیبی) ۱۶ درصد ماده خشک نوشیدنی در نظر گرفته شد. پودرهای حامل بر اساس غلظت‌های نام‌برده در دمای ۵۰ درجه سلسیوس به نمونه‌های نوشیدنی اضافه گردید و به مدت یک ساعت بر روی همزن مغناطیسی در دمای اتاق هم‌زده شد. حرارت‌دهی در حین مخلوط کردن (به مدت ۵ دقیقه) سبب حلالیت بهتر و ترکیب بهتر اجزای فرمولاسیون قبل از خشک‌کردن گردید [۱۲].

### ۲-۲-۲-۲ آماده سازی پودر نوشیدنی

پودر نوشیدنی پروتئینی کربوهیدراتی توسط دستگاه خشک‌کن پاششی آزمایشگاهی Buchi (مدل B 290 ساخت کشور سوئیس) تهیه شد. قبل از شروع عملیات خشک‌کردن، دستگاه به مدت ۲۰ دقیقه با پمپ کردن آب یون‌زدایی شده درون اتمایزر با دمای ورودی و خروجی به ترتیب ۱۸۰ و ۸۰ درجه سلسیوس شست‌وشو و تنظیم شد. دمای نوشیدنی در هنگام تزریق به

پاششی است. صمغ عربی به دلیل ویژگی امولسیون‌کنندگی و ویسکوزیته پایین در محلول‌های آبی، فرآیند خشک‌کردن پاششی را بهبود می‌بخشد [۸ و ۹]. صالحی و همکاران (۲۰۱۴) با استفاده از مالتودکسترین (با غلظت ۳۵٪ ماده جامد کل) سبب افزایش بیش از ۵۰٪ در میزان بازدهی تولید پودر شیر خرم در مقایسه با عدم استفاده از حامل شدند. با توجه به تحقیقات مانیک‌اواساگان و همکاران استفاده از صمغ عربی و مالتودکسترین به صورت جداگانه در تولید پودر خرم سبب ایجاد اختلاف محسوسی (از نظر آماری) در پارامترهای رنگ، حلالیت و دانسیته توده پودر تولید شده گردید به گونه‌ای که استفاده از مالتودکسترین در تولید پودر خرم سبب افزایش حلالیت و کاهش دانسیته توده شد و پودر تولید شده با صمغ عربی (به عنوان حامل به صورت تکی) از کیفیت پایین‌تری برخوردار بوده است [۱۰ و ۱۱]. بر اساس نتایج به دست آمده از تحقیقات فضائی و همکاران (۲۰۱۲) استفاده از حامل ترکیبی مالتودکسترین و صمغ عربی (به عنوان جایگزین بخشی از مالتودکسترین) سبب بهبود کیفیت پودر آب‌میوه شاه‌توت تهیه شده به روش خشک‌کردن پاششی گردید. تاکنون مطالعه‌ای بر تولید پودر نوشیدنی شیرین شده با شیر خرم و هم‌چنین اثر مالتودکسترین و ترکیب مالتودکسترین و صمغ عربی بر خصوصیات پودر نوشیدنی پروتئینی حاوی شیر خرم انجام نشده است. در این تحقیق با استفاده از روش خشک‌کردن پاششی و با کمک حامل‌های مالتودکسترین و صمغ عربی، پودر نوشیدنی پروتئینی حاوی شیر خرم (به عنوان جایگزین شکر) تولید شد.

## ۲-۲ مواد و روش‌ها

### ۲-۱-۲ مواد

پودر کنسانتره پروتئین آب پنیر (۸۰٪) ساخت شرکت Agri Mark آمریکا استفاده شد. در این پژوهش از پودر کافئین، نمک پتاسیم کلرید، سدیم سیترات و پترولیوم اتر ساخت شرکت MERCK آلمان استفاده گردید. شیر خرمای کبکاب از شرکت مینوی شیراز تهیه و تا زمان تولید نوشیدنی در یخچال نگهداری شد. کنسانتره انبه در آزمایشگاه فرآوری مواد غذایی پژوهشکده علوم و صنایع غذایی با استفاده از میوه انبه تازه آماده

### ۲-۲-۶- شاخص پراکندگی<sup>۲</sup> پودر نوشیدنی در آب

شاخص پراکندگی به معنای درصدی از ماده خشک که پس از مخلوط کردن (در مدت زمان کوتاه) با هم‌زن دستی قادر به عبور کردن از غربال با مش معین می‌باشد. از غربال با مش ۲۵۰ میکرومتر به منظور جداسازی ذرات پراکنده شده از سوسپانسیون براساس میزان پراکندگی استفاده می‌شود. در این پژوهش ۵ گرم از نمونه‌های پودری در بشر ۱۵۰ میلی‌لیتری حاوی آب یون‌زدایی شده (در دمای اتاق) ریخته شد و سپس به مدت ۱۵ ثانیه به شدت هم زده شد. سپس دیسپرسیون به‌دست آمده از غربال با مش ذکر شده عبور داده شد و نمونه‌های گذشته از غربال در ظروف شیشه‌ای با وزن معین ریخته و به منظور خشک کردن در گرمخانه با دمای ۱۰۵ درجه سلسیوس نگهداری شد تا به وزن ثابت رسیدند. میزان ماده خشک استحصال شده توزین شد و براساس معادله (۱) شاخص پراکندگی بدست آمد:

$$DI = \frac{W_d \cdot (100 + w)}{W_m \cdot \frac{100 - W_m}{100}}$$

که در آن DI؛ شاخص پراکندگی،  $W_d$  (% وزنی / وزنی)؛ ماده خشک پس از غربال کردن،  $W_m$  (% وزنی / وزنی)؛ میزان رطوبت پودر و  $W$ : وزن نمونه می‌باشد [۱۶].

### ۲-۲-۷- نسبت هاسنر<sup>۳</sup>

نسبت هاسنر جهت تعیین قابلیت تراکم‌پذیری و جریان آزاد پودر اندازه‌گیری می‌شود. از نسبت دانسیته انباشتی به دانسیته توده پودر نوشیدنی عدد هاسنر بدست می‌آید [۱۷].

### ۲-۲-۸- اندازه‌گیری دمای انتقال شیشه‌ای<sup>۴</sup>

دمای انتقال شیشه‌ای همه‌ی نمونه‌ها توسط دستگاه گرماسنج روبشی افتراقی<sup>۵</sup> SPICO (مدل DSC-100 ساخت کشور چین) اندازه‌گیری شد. ۲ میلی‌گرم از هر یک از نمونه‌ها در ظروف ویژه<sup>۶</sup> دستگاه قرار داده شد. از ظرف خالی به عنوان شاهد استفاده شد. آزمایش از دمای ۲۰ تا ۱۰۰ درجه سلسیوس با

دستگاه در دمای ۴۵ درجه سلسیوس تنظیم شد. به منظور پمپاژ بهتر نوشیدنی و خشک کردن بهینه، بریکس نمونه‌ها تا ۲۰٪ رقیق شد. محلول نوشیدنی با سرعت جریان ۴۲ گرم بر دقیقه به داخل پاشنده پمپ گردید. دمای ورودی و خروجی در این زمان به ترتیب بر روی ۱۷۰ و ۸۰ درجه سلسیوس تنظیم شد. این دمای ورودی و خروجی براساس دمای توصیه شده برای ترکیبات حساس به حرارت در فشار اتمسفری تعیین شد. دمای خروجی نشان‌دهنده‌ی بالاترین دمایی است که قطره پاشیده شده در ستون در معرض آن قرار می‌گیرد. پودرهای به‌دست آمده تا قبل از آزمایشات فیزیکی در بسته‌بندی‌های با درب‌های محکم و غیرقابل نفوذ به هوا در دمای اتاق نگهداری شدند [۱۳].

### ۲-۲-۳- اندازه‌گیری رطوبت پودر

میزان رطوبت نمونه‌های پودری با استفاده از روش استاندارد (AOAC, 1998) در دمای ۷۰ درجه سلسیوس به مدت ۲۴ ساعت تا زمان رسیدن به وزن ثابت اندازه‌گیری شد. میزان رطوبت از اختلاف وزن قبل و بعد از گرمخانه‌گذاری بر مبنای وزن خشک به‌دست آمد [۱۴].

### ۲-۲-۴- فعالیت آبی پودر (aw)<sup>۱</sup>

فعالیت آبی هر یک از نمونه‌ها با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری فعالیت آبی AQUALAB (مدل 4TE ساخت کشور آمریکا) اندازه‌گیری شد.

### ۲-۲-۵- حلالیت پودر نوشیدنی

حلالیت پودر نوشیدنی براساس روش کاپرینو و همکاران (۲۰۱۲) اندازه‌گیری شد. یک گرم از پودر تهیه شده به ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر افزوده شد و بر روی هم‌زن مغناطیسی با دور ۶۰۰ rpm به مدت ۵ دقیقه هم زده شد. سپس پودر پخش شده در آب در لوله‌های دستگاه سانتریفیوژ ریخته شد و با سرعت دور ۳۰۰۰ g به مدت ۵ دقیقه سانتریفیوژ گردید. مایع رویی جدا شده از لوله‌ی سانتریفیوژ در پلیت‌های شیشه‌ای (با وزن ثابت) ریخته شد و در دمای ۱۰۵ درجه سلسیوس گرمخانه‌گذاری صورت گرفت و هر دو ساعت یکبار تا رسیدن به وزن ثابت توزین انجام پذیرفت. درصد حلالیت پودر با اندازه‌گیری تفاوت ماده خشک اولیه و مواد خشک ثانویه تعیین شد [۱۵].

1. Water activity

2. Dispersibility index

3. Hausner

4. Glass transition temperature (Tg)

5. Differential Scanning Calorimeter (DSC)

6. Pan

### ۲-۲-۱۲- تجزیه و تحلیل آماری

بعد از تهیه پودرهای مختلف نوشیدنی، نمونه‌ها از نظر خصوصیات فیزیکی مورد بررسی قرار گرفتند. در این پژوهش تاثیر غلظت‌های حامل در پنج سطح در قالب طرح کاملاً تصادفی بررسی شد. جهت انجام آنالیز داده‌ها ابتدا برای مقایسه میانگین‌ها آنالیز واریانس انجام شد و سپس برای گروه‌بندی تیمارها از آزمون دانکن استفاده شد (در سطح  $p < 0/05$ ). آزمون‌ها حداقل در سه تکرار انجام شد. در تمام مراحل، تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۱۹.۰ صورت گرفت. جهت رسم نمودارها از نرم‌افزار Microsoft Excel نسخه ۲۰۱۳ استفاده شد.

### ۳- نتایج و بحث

#### ۳-۱- رطوبت پودر نوشیدنی

نتایج حاصل از اندازه‌گیری میزان رطوبت در شکل ۱ نشان داده شده است. براساس آزمایشات به‌دست آمده میزان رطوبت در نمونه‌های حاوی حامل نسبت به نمونه‌ی کنترل از لحاظ آماری بسیار پایین‌تر است به طوری که میزان رطوبت از  $7/3\%$  به  $3/5\%$  رسیده است ( $p < 0/05$ ). با افزودن حامل به فرمولاسیون اولیه میزان ماده جامد کل بالا می‌رود و در نتیجه‌ی این امر میزان رطوبت نهایی نیز برای تبخیر در زمان خشک‌کردن کاهش می‌یابد [۱۶ و ۱۹]. هم‌چنین مالتودکسترین و صمغ عربی سبب جلوگیری از جذب رطوبت محیطی توسط قندهای جاذب رطوبت<sup>۴</sup> میوه‌ها (نظیر قند شیر خرم) می‌گردند [۲۰]. لازم به ذکر است نوع حامل (مالتودکسترین یا صمغ عربی) و غلظت حامل بر میزان رطوبت پودرها تاثیر معنی‌داری نداشت ( $p > 0/05$ ).

سرعت حرارت‌دهی ۱۰ درجه سلسیوس در دقیقه انجام شد. به‌منظور یکسان نمودن کلبه شرایط آزمایش و حذف نمودن اثر رطوبت، همه‌ی نمونه‌های پودری در ابتدا با قرار گرفتن در دسیکاتور حاوی محلول نمک اشباع کلرید منیزیم به تعادل رطوبتی رسیدند [۱۵].

#### ۲-۲-۹- دانسیته توده<sup>۱</sup> پودر نوشیدنی

مقدار معینی (۳ گرم) از پودر در استوانه مدرج با حجم ۱۰ میلی‌لیتر (دارای ارتفاع و قطر درونی معین) ریخته شد، ارتفاع ایجاد شده توسط هر یک از نمونه‌ها معین گردید و از این راه میزان دانسیته توده پودر که شاخصی مهم در بسته‌بندی پودر می‌باشد اندازه‌گیری شد [۱۸].

#### ۲-۲-۱۰- دانسیته انباشتگی<sup>۲</sup> پودر

جهت اندازه‌گیری این پارامتر، وزن معینی از هر یک از نمونه‌های پودری را در یک استوانه مدرج با حجم معین ریخته شد و سپس به صورت متوالی و منظم ۱۲۵۰ بار بر روی سطح صاف به آرامی به آن ضربه وارد شد و از تقسیم وزن نمونه بر حجم ایجاد شده دانسیته انباشتگی به‌دست آمد [۱۷].

#### ۲-۲-۱۱- تخلخل توده<sup>۳</sup>

برای به‌دست آوردن این شاخص، ابتدا دانسیته ذره پودر تهیه شده با غلظت‌های مختلف دو نوع حامل با استفاده از روش پیکنومتر اندازه‌گیری شد. ۲ گرم از هر نمونه در داخل پیکنومتر (۲۵ میلی‌لیتر) ریخته شد و با حجم مشخصی از پترولیوم اتر پر گردید. استفاده از پترولیوم اتر به دلیل نفوذ در بین کوچکترین حفرات خارجی متصل شده با سطح ذرات (بدون حل کردن ماده) می‌باشد. دانسیته ذره از نسبت وزن پودر به حجم پودر بدست آمد و براساس براساس معادله (۲) میزان تخلخل توده با اندازه‌گیری نسبت دانسیته ذره به دانسیته توده بدست آمد.

$$\varepsilon = 1 - \frac{\rho_b}{\rho_p}$$

که در آن  $\varepsilon$ ؛ میزان تخلخل توده،  $\rho_b$ ؛ دانسیته توده و  $\rho_p$ ؛ دانسیته ذره نمونه می‌باشد [۱۵].

1. Bulk density
2. Tapped density
3. Bulk porosity

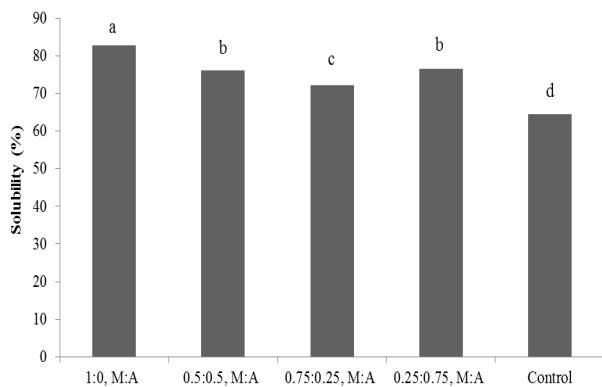
4. Hygroscopic

**Table 1** Water activity of soft drink powder in different concentration ratio of maltodextrin (M): gum Arabic (A). Mean  $\pm$  SD values in the same column with different superscripts are significantly different ( $p < 0.05$ ).

Ratio of carriers in powder	Water activity (aw)
0:0, M:A (Control)	0.350 $\pm$ 0.08 <sup>a</sup>
1:0, M:A	0.282 $\pm$ 0.03 <sup>b</sup>
0.75:0.25, M:A	0.251 $\pm$ 0.00 <sup>c</sup>
0.5:0.5, M:A	0.210 $\pm$ 0.06 <sup>d</sup>
0.25:0.75, M:A	0.242 $\pm$ 0.02 <sup>c</sup>

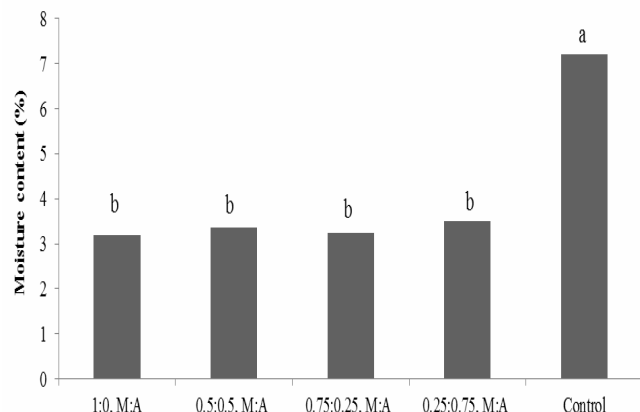
### ۳-۳- حلالت پودر نوشیدنی

با افزایش غلظت حامل درصد حلالت پودر نوشیدنی افزایش یافت (شکل ۲) ( $p < 0.05$ ). دلیل این امر را می‌توان حلالت در آب مناسب و خوب حامل‌ها بویژه مالتودکسترین ذکر کرد، به همین دلیل در فرآیندهای خشک‌کردن پاششی از حامل جهت افزایش حلالت پودر تولید شده استفاده می‌شود [۲۲].



**Fig 2** Solubility (%) of soft drink powder in different concentration ratio of maltodextrin (M): gum Arabic (A) and control sample. Total carrier concentration was 16 % w/w of soft drink solid content. Bars with different superscripts differ significantly ( $p < 0.05$ ).

همان‌طور که قبلاً ذکر شد در نمونه‌های حاوی حامل، میزان رطوبت کمتر است و همچنین چسبندگی بین ذرات پودر و جذب رطوبت پودر کاهش یافته است و در نتیجه مساحت سطح تماس پودر با آب افزایش یافته و متعاقباً درصد حلالت بالا می‌رود. حداکثر حلالت در نمونه‌ی حاوی بیشترین مقدار مالتودکسترین و نمونه‌ی حاوی ۰/۲۵ : ۰/۷۵ مالتودکسترین : صمغ عربی مشاهده شد و نمونه‌ی کنترل کمترین درصد حلالت

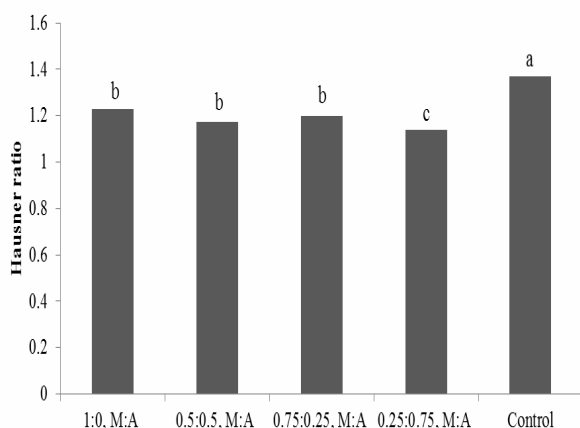


**Fig 1** Water content of soft drink powder in different concentration ratio of maltodextrin (M): gum Arabic (A) and control sample. Total carrier concentration was 16 % w/w of soft drink solid content. Bars with different superscripts differ significantly ( $p < 0.05$ ).

### ۳-۲- فعالیت آبی پودر نوشیدنی

میزان فعالیت آبی بالا نشان‌دهنده‌ی میزان بالای آب آزاد شرکت‌کننده در فعالیت‌های بیوشیمیایی است. میزان میانگین فعالیت آبی نمونه‌های پودری در این تحقیق از ۰/۲۱ تا ۰/۳۵ محاسبه شد (جدول ۱). بنابراین پودر در این فعالیت آبی (کمتر از ۰/۶) از لحاظ فعالیت میکروبی پایدار است. براساس نتایج به‌دست آمده، میزان فعالیت آبی با افزودن حامل به پودر نوشیدنی به‌طور معنی‌دار کاهش یافت که دلیل این امر می‌تواند این حقیقت باشد که حامل‌هایی نظیر صمغ عربی و مالتودکسترین با آب اتصالاتی برقرار می‌کنند و میزان آب آزاد را در سیستم کاهش می‌دهند. به علاوه با جایگزینی مقداری از مالتودکسترین با صمغ عربی در نمونه‌ها میزان فعالیت آبی کاهش یافت و کمترین میزان فعالیت آبی (۰/۲۱) مربوط به نمونه‌ی حاوی ۰/۸ صمغ عربی و ۰/۸ مالتودکسترین به‌دست آمد ( $p < 0.05$ ). این نتایج با یافته‌های موریرا و همکاران (۲۰۰۹) مطابقت دارد؛ به‌طوری‌که افزودن مالتودکسترین و صمغ عربی به عصاره زیتون سبب کاهش فعالیت آبی و میزان رطوبت نهایی پودر عصاره گردید.

۱/۲۵ باشند از لحاظ جریان پذیری متوسط به شمار می‌روند [۲۶]. همان‌طور که در شکل ۴ نشان داده شده است در نمونه‌ی شاهد نسبت هاسنر بیشتر از ۱/۲۵ می‌باشد که نشان‌دهنده‌ی جریان پذیری پایین این نمونه است. اما با افزودن حامل به پودر نوشیدنی عدد هاسنر کاهش یافته و به زیر عدد ۱/۲۵ رسیده است (در سایر نمونه‌ها) ( $p < 0.05$ ). این پدیده جریان‌پذیری خوب این نمونه‌ها را نشان می‌دهد و در نمونه‌های حاوی غلظت بالاتر صمغ عربی نسبت به مالتودکسترین، جریان پذیری بیشتری مشاهده شد که دلیل آن تفاوت صمغ عربی و چسبندگی کمتر دیواره تشکیل شده توسط این صمغ می‌باشد ( $p < 0.05$ ).



**Fig 4** Hausner ratio of drink powder in different concentration ratio of maltodextrin (M): gum Arabic (A) and control sample. Total carrier concentration was 16 % w/w of soft drink solid content.

### ۳-۶- دمای انتقال شیشه‌ای

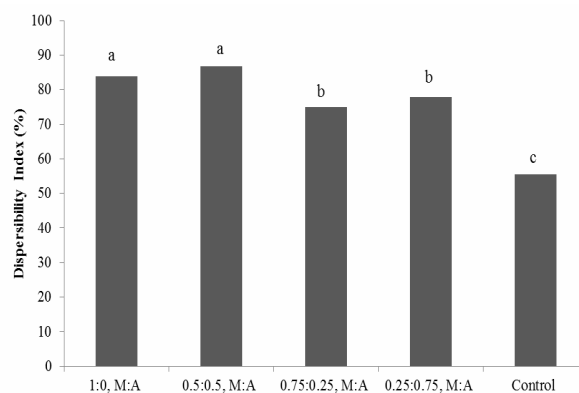
دمای انتقال شیشه‌ای اصلی‌ترین شاخص تغییرات دمایی فاز بی‌شکل<sup>۱</sup> مواد می‌باشد. انتقال شیشه‌ای زمانی رخ می‌دهد که فاز بی‌شکل ماده جامد و با استحکام بالا یا فاز شیشه‌ای<sup>۲</sup> تبدیل به فاز با سیالیت بالاتر و استحکام خیلی پایین یا فاز لاستیکی<sup>۳</sup> تبدیل شود. با استفاده از دستگاه گرماسنج روبشی افتراقی می‌توان جریان حرارتی بخش بی‌شکل را که در محدوده دمایی انتقال بین دو وضعیت شیشه و لاستیک می‌دهد، اندازه‌گیری نمود. در این

1. Amorphous phase
2. Glass phase
3. Rubbery phase

را داشت ( $p < 0.05$ ), که نتایج مشابهی توسط فضائی و همکاران (۲۰۱۲) به‌دست آمد [۱۶].

### ۳-۴- شاخص پراکندگی پودر

شاخص پراکندگی معیاری است که به‌طور گسترده برای تعیین میزان پخش شدن پودر در حلال (آب) استفاده می‌شود. توانایی یک پودر در جدا شدن به صورت ذرات انفرادی هنگامی که در آب پخش می‌شود یکی از معیارهای مهم در تنظیم دستگاه‌هایی نظیر هم‌زن‌ها در کارخانجات می‌باشد [۲۳]. پودرهای با توانایی پخش شدن زیاد دارای خیس‌پذیری بالا نیز هستند. ذرات بدون چربی دارای شاخص پخش‌شوندگی بیشتری نسبت به ذرات حاوی چربی می‌باشند [۲۴ و ۲۵]. همان‌طور که در شکل ۳ نشان داده شده است، بیشترین (۸۶٪) و کمترین (۵۵/۴٪) شاخص پراکندگی پودر نوشیدنی به ترتیب مربوط به نمونه‌ی ۰/۵ : ۰/۵ و ۰ : ۰ مالتودکسترین : صمغ عربی می‌باشد ( $p < 0.05$ ). وجود مالتودکسترین و صمغ عربی در دیواره پودر نوشیدنی سبب بزرگ شدن اندازه ذرات پودر می‌گردد، در نتیجه سبب افزایش شاخص پخش شدن پودر می‌شود [۱۹].



**Fig 3** Dispersibility index (%) of soft drink powder in different concentration ratio of maltodextrin (M): gum Arabic (A) and control sample. Total carrier concentration was 16 % w/w of soft drink solid content.

### ۳-۵- نسبت هاسنر

ارزش عددی نسبت هاسنر برای ذرات ریز بین ۱/۱۰ - ۱/۹۵ می‌باشد. مواد با نسبت هاسنر بین ۱/۱ تا ۱/۲۵ دارای رفتار جریان‌پذیری خوب هستند و ذرات با هاسنر ۱/۲۵ تا ۱/۹۵ دارای جریان‌پذیری ضعیف هستند و پودرهایی که دارای عدد هاسنر

براساس نتایج ارائه شده در جدول ۲ بالاترین دمای انتقال شیشه‌ای (۷۴/۹ درجه سلسیوس)، مربوط به نمونه حاوی حامل ترکیبی ۰/۲۵ : ۰/۷۵ مالتودکسترین : صمغ عربی و نمونه‌ی شاهد دارای کمترین میزان دمای انتقال شیشه‌ای (۵۹/۲) است ( $p < 0.05$ ). علت افزایش دمای انتقال شیشه‌ای پودرهای حاوی حامل در مقایسه با نمونه شاهد عبارت است از این پدیده که افزودن ترکیباتی با وزن مولکولی بالا (مثل مالتودکسترین و صمغ عربی) به ترکیبات حاوی مقادیر بالای قندهای با وزن مولکولی پایین سبب افزایش نهایی در دمای انتقال شیشه‌ای می‌گردد [۱۵].

**Table 2** Glass transition temperature of energetic drink powder in different concentration ratio of maltodextrin (M): gum Arabic (A). Mean  $\pm$  SD values in the same column with different superscripts are significantly different ( $p < 0.05$ ).

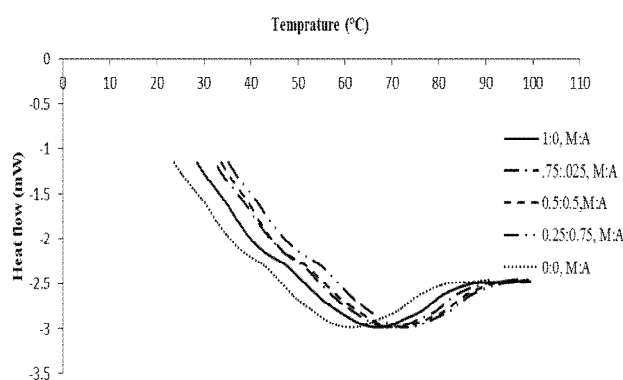
Ratio of carriers in powder	Glass transition temperature ( $^{\circ}\text{C}$ )
0:0, M:A (Control)	$59.2 \pm 1.2^d$
1:0, M:A	$66.3 \pm 1.2^c$
0.75:0.25, M:A	$69.1 \pm 1^b$
0.5:0.5, M:A	$72.5 \pm 0.7^{ab}$
0.25:0.75, M:A	$74.9 \pm 1.3^a$

### ۳-۷- دانسیته توده

دانسیته توده معیاری برای سنجش خصوصیات فشرده شدن مواد جامد ذره‌ای است و این معیار نشان‌دهنده‌ی میزان حجم فضای خالی بین ذرات پودر می‌باشد در نتیجه به دانسیته ذرات و آرایش ذرات در بستر پودر وابسته است. دانسیته توده پودر نوشیدنی بین  $0.196 \text{ (g/ml)}$  تا  $0.397 \text{ (g/ml)}$  متغیر بود. با افزودن حامل به پودر نوشیدنی میزان دانسیته توده کاهش محسوسی یافت ( $p < 0.05$ ). علت این امر می‌تواند به دلیل پایین تر بودن رطوبت محصول و یا میزان بالای هوای محصور شده در داخل ذرات باشد، زیرا حامل‌هایی نظیر صمغ عربی و مالتودکسترین مواد تشکیل دهنده‌ی پوسته خارجی هستند که قادرند هوا را در درون خود محصور نمایند [۱۶].

براساس شکل ۶ در نمونه‌هایی که حامل غالب صمغ عربی بود، نسبت به نمونه‌های حاوی غلظت‌های بالای مالتودکسترین، دانسیته توده بیشتر کاهش یافت ( $p < 0.05$ ). علت این امر

تحقیق از روش گرماسنجی جهت به دست آوردن منحنی‌های جریان حرارتی در مقابل درجه حرارت استفاده شد. پودرهای نوشیدنی تولید شده به روش خشک کردن پاششی که حاوی قندهای با وزن مولکولی پایین هستند، ممکن است به دلیل خصوصیتی نظیر چسبندگی و جذب رطوبت بالا در فرآیند خشک کردن و به طور کلی دمای انتقال شیشه‌ای پایین سبب ایجاد مشکلاتی گردند؛ مثل چسبیدن به دیواره ستون خشک‌کن و متعاقباً کاهش بازدهی تولید و افزایش مشکلات عملیاتی. این مواد در فاز بی‌شکل دارای جذب رطوبت بالا بوده و خاصیت جریان‌پذیری خود را در رطوبت‌های بالا از دست می‌دهند. این مشکلات را می‌توان با افزودن حامل (مثل پلی‌مرها و صمغ‌ها) به خوراک اولیه قبل از پاشش به درون ستون خشک‌کن کاهش داد یا به طور کامل رفع نمود [۲۷]. شکل ۵ منحنی‌های به دست آمده از دستگاه گرماسنج افتراقی را در نمونه‌های حاوی مقادیر مختلف دو نوع از حامل، نشان می‌دهد. دمای انتقال شیشه‌ای به صورت تغییرات گام‌به‌گام گرماگیر در جریان حرارتی مشاهده شد. همان‌طور که انتظار می‌رفت با افزودن حامل، نقطه عطف تغییر جریان حرارتی منحنی گرماسنجی به سمت افزایش دمای انتقال شیشه‌ای، تغییر مکان داشته است.



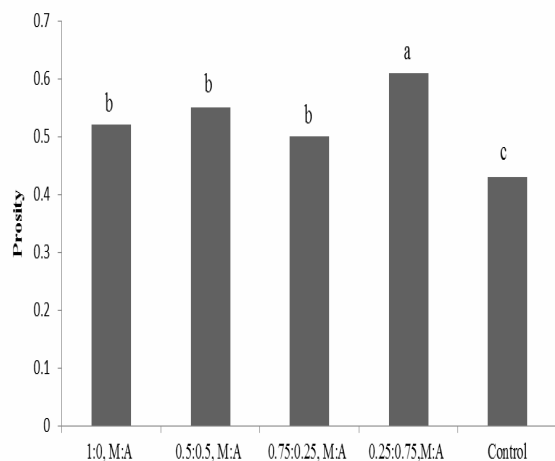
**Fig 5** DSC profile for energetic drink powder in different concentration ratio of maltodextrin (M): gum Arabic (A). Total carrier concentration was 16 %w/w of soft drink solid content.



با افزودن حامل دانسیته انباشتگی نسبت به نمونه شاهد کاهش یافت ( $p < 0.05$ ). دلیل این پدیده می‌تواند خصوصیات مالتودکسترین و صمغ عربی باشد که سبب کاهش چسبندگی بین ذرات می‌شوند [۲۸].

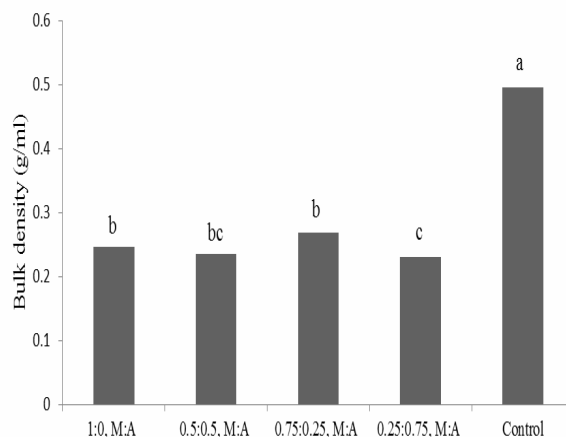
### ۳-۹- تخلخل توده

براساس نتایج بدست آمده (شکل ۸) کمترین تخلخل نمونه‌های پودری مربوط به نمونه‌ی شاهد است. دلیل این امر ممکن است به دلیل کاهش فضاهای بین ذرات و افزایش تعداد ذرات با اندازه خیلی ریز باشد. به‌طورکلی با افزایش میزان دانسیته توده (شکل ۶) میزان تخلخل توده کاهش یافت. نتایج مشابهی در تحقیقات زیائویان (۲۰۰۸) و باربوسا-کانوواس و همکاران (۲۰۰۵) مشاهده شد، براساس این تحقیقات ذرات خشک‌شده به روش پاششی اغلب دارای منافذ هوایی هستند که در اثر خروج هوای موجود در خوراک اولیه خشک‌کن، در زمان پاشش به درون ستون خشک‌کن ایجاد شده‌اند؛ این منافذ در موادی که توسط حامل‌ها (ایجادکننده دیواره نظیر مالتودکسترین و صمغ عربی) پوشش داده شده‌اند، به میزان بیشتری ایجاد می‌گردد که در نهایت نشان‌دهنده‌ی تخلخل بیشتر این نمونه‌ها می‌باشد.



**Fig 8** Porosity of soft drink powder in different concentration ratio of maltodextrin (M): gum Arabic (A) and control sample. Total career concentration was 16 % w/w of soft drink solid content. Bars with different superscripts differ significantly ( $p < 0.05$ ).

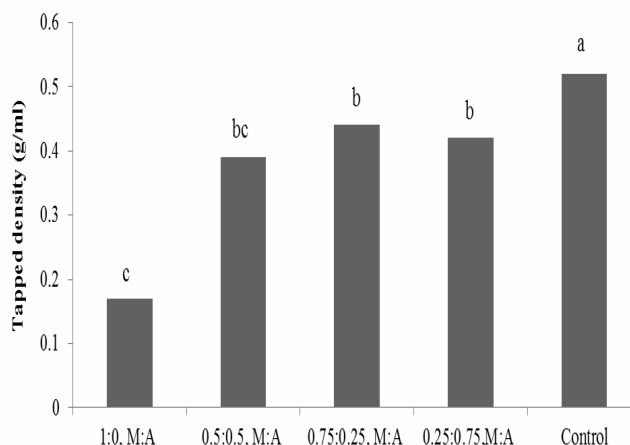
می‌تواند به این دلیل باشد که افزایش میزان صمغ عربی سبب افزایش دمای انتقال شیشه‌ای و در نتیجه کاهش چسبندگی ذرات پودر به هم و افزایش فاصله و هوای بین ذرات پودر باشد [۱۶].



**Fig 6** Bulk density of soft drink powder in different concentration ratio of maltodextrin (M): gum Arabic (A) and control sample. Total career concentration was 16 % w/w of soft drink solid content. Bars with different superscripts differ significantly ( $p < 0.05$ ).

### ۳-۸- دانسیته انباشتگی

دانسیته انباشتگی نشان‌دهنده‌ی دانسیته پودر بسته‌بندی شده پس از برخورد ضربات مکانیکی در زمان حمل و نقل و بهره‌برداری در زمان نگهداری می‌باشد. روند تغییرات دانسیته انباشتگی مشابه با دانسیته توده پودر نوشیدنی مشاهده شد (شکل ۷).



**Fig 7** Tapped density of soft drink powder in different concentration ratio of maltodextrin (M): gum Arabic (A) and control sample. Total career concentration was 16 %w/w of soft drink solid content. Bars with different superscripts differ significantly ( $p < 0.05$ ).

- [4] Ahmadi, H. Azizi, M.H. Jahanian, L. Amirkaveei, S. 2001. Evaluation of replacement of date liquid sugar as a replacement for invert syrup in a layer cake. *Food Technology*, 81, 57-64.
- [5] Dragsted, L.O. Strube, M. Larsen, J.C. 1993. Cancer-protective factors in fruits and vegetables: biochemical and biological background. *Pharmacology and Toxicology*, 72, 116-135.
- [6] Renaud, S. DeLorgeril, M. 1992. Wine, alcohol, platelets, and the French paradox for coronary heart disease. *Lancet*, 339, 1523-1526.
- [7] Sandhu, K. S. Minhas, K. S. (2006). Oranges and Citrus Juices, in *Handbook of Fruits and Fruit Processing* (ed Y. H. Hui), Blackwell Publishing, Ames, Iowa, USA.
- [8] Duffie, J. Marshall, W. 1953. Factors influencing the properties of spray-dried materials. *Chemical Engineering and Processing*, 49, 417-423.
- [9] Salehi, A. Javadi, SH. Nasrini, S.M. 2014. Physical and mechanical properties of spray dried date palm syrup powder. Fifth International Date Palm Conference, UAE, 497-502.
- [10] Manickavasagan, A. Thangavel, K. Dev, S. R. S. Aniesrani Delfiya, D.S. Nambi, E. Orsat, V. Raghavan, G.S.V. 2015. Physicochemical Characteristics of Date Powder Produced in a Pilot Scale Spray Dryer. *Drying Technology: An International Journal*, DOI: 10.1080/07373937.2015.1014045.
- [11] Bhandari, B.R. Datta, N. Crooks, R. Howes, T. Rigby, S. 1997. A semi-empirical approach to optimize the quantity of drying aids required to spray dry sugar rich foods. *Drying Technology*, 15 (10), 2509-2525.
- [12] Mosquera, L.H. Moraga, G. Martínez-Navarrete, N. 2010. Effect of maltodextrin on the stability of freeze-dried borjón (Borjoa patinoi Cuatrec.) powder. *Journal of Food Engineering*, 97, 72-78.
- [13] Farahnaky, A. Mansoori, N. Majzoobi, M. Badii, F. Physicochemical and sorption isotherm properties of date syrup powder: Anti plasticizing effect of maltodextrin. 2015. *Food and Bioproducts Processing*, 98, 133-141.

در پژوهش حاضر استفاده از حامل سبب افزایش معنی‌داری در ویژگی تخلخل توده شد ( $p < 0/05$ )؛ که دلیل آن عبارت است از توانایی حامل‌ها به‌ویژه صمغ عربی در محبوس نمودن هوا در داخل ذرات پودر، که در نتیجه‌ی آن دانسیته توده کاهش و تخلخل توده افزایش یافته است [۲۸].

#### ۴- نتیجه‌گیری

در این پژوهش پودر نوشیدنی حاوی پروتئین آب‌پنیر و کربوهیدرات (شیره خرما) به روش خشک‌کردن پاششی با موفقیت تولید شد. اثر غلظت‌های حامل مالتودکسترین و صمغ عربی بر نمونه‌ها نشان داد که افزودن حامل در مقایسه با نمونه‌ی شاهد سبب کاهش محسوس رطوبت و فعالیت آبی نوشیدنی گردید که این امر سبب افزایش ماندگاری و خصوصیات پودر از نظر میکروبی می‌شود. نتایج حاصل از تحقیق حاضر نشان داد که جایگزینی بخشی از مالتودکسترین با صمغ عربی سبب بهبود خصوصیات پودر نوشیدنی نسبت به سایر نمونه‌ها از جمله پودر نوشیدنی حاوی ۱۰۰٪ مالتودکسترین گردید. به‌طوری‌که در نمونه‌های حاوی صمغ عربی به نسبت ۰/۷۵ از کل حامل، بیشترین تخلخل، شاخص جریان‌پذیری، دمای انتقال شیشه‌ای و کمترین دانسیته توده مشاهده شد که نشان‌دهنده‌ی بهبود کیفیت و افزایش پایداری پودر نوشیدنی در زمان ماندگاری می‌باشد ( $p < 0/05$ ).

#### ۵- منابع

- [1] Saniah, K. Sharifah Samsiah, M. 2012. The application of *Stevia* as sugar substitute in carbonated drinks using Response Surface Methodology. *Journal of Tropical Agriculture and Food Science*, 40, 23-34.
- [2] No name. 2014. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), Statistical Databases. Downloaded from <http://fao.org/faostat/en/#data/QC> on December 30, 2016.
- [3] Al-Farsi, M. A. Lee, C.H.Y. 2008. Nutritional and functional properties of dates: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48, 877-887.

- [22] Grabowski, J.A. Truong, V.D. Daubert, C.R. 2006. Spray-drying of amylase hydrolized sweet potato puree and physicochemical properties of powder. *Journal of Food Science*, 71, 209-217.
- [23] Ji, J. Fitzpatrick, J. Cronin, K. Crean, A. Miao, S. 2015. Assessment of measurement characteristics for rehydration of milk protein based powders, *Food Hydrocolloids*, doi: 10.1016/j.foodhyd.2015.09.027.
- [24] Galet, L. Vu, T. Oulahna, D. Fages, J. 2004. The wetting behaviour and dispersion rate of cocoa powder in water. *Food and Bio Products Processing*, 82, 298-303.
- [25] Goaldard, C. Samimi, A. Galet, L. Dodds, J. A. Ghadiri, M. (2006). Characterization of the dispersion behavior of powders in liquids. *Particle & Particle Systems Characterization*, 23, 154-158.
- [26] Jinapong, N. Suphantharika, M. Jamnong, P. 2008. Production of Instant Soymilk Powders by Ultrafiltration, Spray Drying and Fluidized Bed Agglomeration. *Journal of Food Engineering*, 84, 194-205.
- [27] Jittanit, W., Niti-Att, S. and Techanuntachikul, O. 2010. Study of spray drying of pineapple juice using maltodextrin as an adjunct. *Journal of Science*, 37, 498-506.
- [28] Goula A. M. Adamopoulos K.G.A . 2010. A New Technique for Spray Drying Orange Juice Concentrate. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 11, 342-351.
- [29] Xiaoyan, Z.Y. 2008. Effect of superfine grinding on properties of ginger powder. *Journal of Food Engineering*, 91 (2), 217-222.
- [30] Barbosa-Canovas, G.V. Ortega-Rivas, E. Juliano, P. Yan, H. 2005. *Food Powders: Physical Properties, Processing, and Functionality*. Kluwer Academic/Plenum Publishers. New York.
- [14] AOAC. 1998. *Official Methods of Analysis*. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA.
- [15] Caparino, O.A. Tang, J. Nindo, C.I. Sablani, S.S. Powers, J.R. Fellman, J.K. 2012. Effect of drying methods on the physical properties and microstructures of mango (Philippine 'Carabao' var.) powder. *Journal of Food Engineering*, 111, 135-148.
- [16] Fazaeli, M. Emam-Djomeh, Z. Kalbasi Ashtari, A. Omid. M. 2012. Effect of spray drying conditions and feed composition on the physical properties of black mulberry juice powder. *Food and Bio Products Processing*, 90, 667-675.
- [17] Jakubczyka, E. Gondeka, E. Tambor, K. Characteristics of selected functional properties of apple powders obtained by the foam-mat drying method. <https://www.researchgate.net/publication/266486685>.
- [18] Goula, A.M. Adamopoulos, K.G. 2008. Effect of maltodextrin addition during spray drying of tomato pulp in dehumidified air: II. Powder properties. *Drying Journal*, 26, 726-737.
- [19] Mishra, P. Mishra, S. Lata Mahanta, C. 2013. Effect of maltodextrin concentration and inlet temperature during spray drying on physicochemical and antioxidant properties of amla (*Emblica officinalis*) juice powder. *Food and Bio Products Processing*, 92, 7-14.
- [20] Phisut, N. 2012. Spray drying technique of fruit juice powder: some factors influencing the properties of product. *International Food Research Journal*, 19 (4): 1297-1306.
- [21] Moreira, G.E.G. Costa, M.G.M. Souza, A.C.R. Brito, E.S. Medeiros, M.F.D. Azeredo, H.M.C. 2009. Physical properties of spray dried acerola pomace extract as affected by temperature and drying aids. *Food Science and Technology*, 42, 641-64.

## Production of carbohydrate-protein based soft drink powder containing date syrup by spray dryer: evaluation effect of drying carriers on physical properties of the powdered drink

Zendeboodi, F.<sup>1</sup>, Yeganehzad, S.<sup>2\*</sup>, Sadeghian, A. R.<sup>2</sup>

1- PhD student, food processing department, Research Institute of Food Science and Technology (RIFST), Mashhad, Iran.

2- PhD, assistant professor, food processing department, Research Institute of Food Science and Technology (RIFST), Mashhad, Iran.

(Received: 2016/10/04 Accepted:2017/06/03)

Manufacturing of powdered products based on endemic fruits and with the aim of waste reduction is one of the research interests in food industry. In this research five powdered samples drink based on date syrup and whey protein was produced by spray dryer, maltodextrin and gum arabic were used as carriers (in the ratio of 1:0, 0.75:0.25, 0.5: 0.5, 0.25:0.75). Effect of carrier type and concentration on physical properties include bulk density, solubility, water activity, flow ability was evaluated. Sample containing maltodextrin (16% w/w) had the highest solubility however control sample had the lowest solubility. In the case of flowability and dispersibility index, specimen containing 50% : 50% maltodextrin-gum arabic had the best quality. Glass transition temperature was measured using differential scanning calorimeter. Carrier addition caused significant increase in glass transition temperature of powdered drink in such a way that  $T_g$  of control sample was about 59 °C and in sample contained combined carriers was about 74 °C, these results represent increase in stability and storage quality of the powder was produced ( $p < 0.05$ ). According to physical properties of powdered drink, using mixture of maltodextrin and gum arabic (0.25: 0.75) could produce high quality powdered drink in the case of flowability, bulk density, bulk porosity and glass transition temperature.

**Keywords:** Date syrup, Maltodextrin, Physical properties, Glass transition temperature.

---

\* Corresponding Author E-Mail Address: s.yeganehzad@rifst.ac.ir