

بررسی اثر نوع نشاسته اصلاح شده و فشار گاز دی اکسید کربن بر برخی ویژگی های تعیین کننده پایداری نوشابه امولسیون طعم دار

بی بی مرضیه رضوی زاده^{۱*}، زینب زعفرانی^۲، رسول کدخدایی^۳

۱- دکتری شیمی، استادیار، گروه شیمی مواد غذایی، پژوهشکده علوم و صنایع غذایی

۲- گروه نانو فناوری مواد غذایی، پژوهشکده علوم و صنایع غذایی

۳- دکتری صنایع غذایی، دانشیار، گروه نانو فناوری مواد غذایی، پژوهشکده علوم و صنایع غذایی

(تاریخ دریافت: ۹۵/۰۱/۳۰ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۵/۲۲)

چکیده

در این تحقیق ابتدا امولسیون های روغن زنجبیل در آب از ترکیب معینی از صمغ عربی و صمغ زانتان با سه نوع نشاسته اصلاح شده (ان- کریمر، ان- لاک و کپسول) به عنوان فاز آبی و روغن زنجبیل حاوی صمغ استر به عنوان فاز روغنی به کمک فراصوت تهیه شدند. پس از رقیق سازی امولسیون ها با شربت شکر (۱۰٪ وزنی- وزنی)، پایداری آنها بر اساس تغییر اندازه ذرات، توزیع اندازه قطرات و گرانیروی در فشارهای مختلف ایجاد شده از دی اکسید کربن جامد (با غلظت های ۰/۵، ۱، ۱/۵، ۲ درصد وزنی- حجمی) در شرایط قبل و بعد از پاستوریزاسیون و در مدت زمان نگهداری در بازه های زمانی (۷، ۱۴، ۲۱ روز) بررسی شد. بررسی های رئولوژیکی کلیه نمونه های امولسیونی رقیق شده دلالت بر رفتار نیوتنی آنها داشت. هم چنین، تغییرات ویسکوزیته تنها نسبت به نوع نشاسته و فشارهای مختلف کربناسیون معنی دار بود. داده های آماری حاکی از آن بود که نوع نشاسته های اصلاح شده، اثر معنی داری بر قطر متوسط قطرات امولسیون داشتند و به طور کلی قطر متوسط قطرات در حضور نشاسته های اصلاح شده کپسول و ان- لاک بر خلاف ان- کریمر در طی دوره نگهداری افزایش یافت. هم چنین، سطوح مختلف دی اکسید کربن بر اندازه قطرات امولسیونی روند مشابهی را برای هر سه نوع نشاسته در زمان نگهداری نشان دادند. بررسی کلی روند توزیع اندازه قطرات در طی ۲۱ روز نگهداری حاکی از این بود که تنها در امولسیون های رقیق شده حاوی ان- کریمر در شرایط قبل و بعد از پاستوریزاسیون تغییر قابل توجهی نداشتند و از پایداری مناسبی برخوردار بودند.

کلید واژگان: نشاسته اصلاح شده، نوشابه امولسیونی، روغن زنجبیل، نوشیدنی طعم دار

۱- مقدمه

میسر می‌سازد. تشکیل لایه ضخیمی از فیلم دور قطرات روغن سبب می‌شود امولسیون روغن طعم‌دار هم در کنسانتره و هم در نوشابه رقیق شده به شدت پایدار شود [۱۱، ۱۰].

مناسب‌ترین جایگزین صمغ عربی در نوشابه‌های امولسیونی، نشاسته‌های اصلاح شده می‌باشد [۱، ۳]. این ترکیبات گروهی از مشتقات نشاسته هستند که در آنها گروه‌های چربی دوست که بر روی زنجیر اصلی استخلاف شده‌اند موجب خاصیت دوگانه دوستی مولکول می‌شوند. مشتقات نشاسته را می‌توان از طریق آبکافت اسیدی یا با هضم آنزیمی به نشاسته‌های با گرانروی پائین تبدیل کرد [۶، ۱۲]. نشاسته‌های اصلاح شده در محلول‌های آبی، نسبتاً آنیونی هستند و فعالیت سطحی مشابه صمغ عربی دارد. یکی از مزایای نشاسته اصلاح شده این است که نسبت به صمغ عربی از درجه خلوص بالاتری برخوردار بوده و مواد خارجی همراه آنها بسیار ناچیز می‌باشد. هم چنین در آب سرد نیز حل می‌شود و فاقد طعم مشخص است. علاوه بر این پایداری خوبی نسبت به تغییرات pH و دما دارد. در مقایسه با صمغ عربی مقادیر کمتری از آن لازم است تا همان درجه از پایدار سازی را ایجاد کند [۱۲].

از هیدروکلوئیدهایی مانند آلزینات پروپیلن گلاکول، صمغ زانتان، پکتین، صمغ ژلان، صمغ گاتی (هندی)^۱، و کربوکسی متیل سلولز نیز می‌توان جهت بالا بردن پایداری امولسیون‌های طعم‌دار استفاده کرد. این مواد به عنوان قوام دهنده در نوشیدنی‌های رقیق استفاده می‌شوند اما نمی‌توان به عنوان جایگزین صمغ عربی یا نشاسته اصلاح شده در امولسیون‌های غلیظ آنها را به کار برد [۹، ۱۳، ۱۴]. امولسیون‌های تهیه شده با این هیدروکلوئیدها پایداری لازم را برای امولسیون‌های غلیظ و نوشیدنی‌های غیرالکلی ندارند.

در نوشابه‌های امولسیونی، پایداری امولسیون در نوشابه نهایی که مخلوط کنسانتره امولسیون در شربت است به مراتب از پایداری کنسانتره مهم تر می‌باشد زیرا پایداری نوشابه امولسیونی را پس از تولید و در طی نگهداری و انبارداری پیش‌بینی می‌کند. تعیین میزان پایداری امولسیون رقیق شده نهایی در این نوشابه‌ها از طریق تعیین اندازه قطرات صورت می‌گیرد. معمولاً منحنی

نوشابه‌های امولسیونی دسته واحدی از امولسیون‌ها هستند که از دیگر امولسیون‌های غذایی متفاوتند زیرا این امولسیون‌ها ابتدا به عنوان امولسیون غلیظ تهیه می‌شوند و سپس با محلول شکر رقیق می‌شوند تا نوشیدنی نهایی تولید گردد [۱، ۲]. این نوشابه‌ی سبک^۱ می‌تواند به فرم گازدار یا بی‌گاز تهیه شود. نوشابه‌های امولسیونی ترکیبی از یک فاز روغنی و یک فاز آبی هستند و در دسته امولسیون‌های روغن در آب^۲ (O/W) قرار می‌گیرند [۳]. فاز روغنی شامل روغن‌های طعم دهنده^۳ و عوامل چگالنده^۴ می‌باشند [۴، ۵]. روغن‌های طعم‌دار معمولاً ترکیبی از اسانس‌های روغنی یا روغن مرکبات می‌باشند. در بیشتر نوشابه‌های امولسیونی طعم‌دار، روغن‌های طعم‌دار جزء اصلی فاز روغنی هستند. این جزء عامل طعم است و ممکن است تا حدی نوشابه را کدر کند. عوامل چگالنده، که عوامل بالا برنده چگالی نیز نامیده می‌شوند، به روغن طعم‌دار اضافه می‌شوند تا دانسیته فاز روغنی را بالا برند [۶]. فاز آبی معمولاً دارای چند ترکیب مختلف از جمله هیدروکلوئید، اسید، نگه‌دارنده و رنگ دهنده می‌باشد. هیدروکلوئیدها، بیوپلیمرهای محلول در آب هستند که از نظر ساختاری پلی‌ساکاریدهای با وزن مولکولی بالا و با اسکلت‌بندی محکم و تماماً پلی‌ال^۵ آب دوست می‌باشند. بعضی از هیدروکلوئیدها به عنوان پایدار کننده در امولسیون‌های روغن در آب به کار می‌روند [۷]. ساز و کارهای اصلی برای پایدارسازی امولسیون توسط هیدروکلوئیدها عبارتند از افزایش گرانروی، تشکیل شبکه سه بعدی، ایجاد دافعه فضایی^۶ و برهم‌کنش‌های الکترواستاتیکی. صمغ عربی از شناخته شده‌ترین هیدروکلوئیدها برای استفاده در نوشابه‌های امولسیونی است. قابلیت انحلال صمغ عربی در آب تقریباً نصف وزن آب مورد استفاده می‌باشد و نسبت به غلظتش گرانروی بسیار پایینی ایجاد می‌کند [۸، ۹]. صمغ عربی به عنوان پایدار کننده امولسیون و نیز امولسیون کننده شناخته شده است. صمغ عربی کشش بین سطحی میان روغن و آب را کاهش می‌دهد و تشکیل قطرات ریز روغن در امولسیون را

1. Soft drink
2. Oil in Water Emulsion
3. Flavoric Oil
4. Weighting
5. Steric hindrance

۲- مواد و روش ها

۲-۱- مواد

صمغ عربی، صمغ زانتان، صمغ استر و روغن زنجبیل از شرکت سیگما-آلدریج آلمان تهیه شد. نشاسته های اصلاح شده (با نام های تجاری کپسول^۷، ان-کریمر^۸ و ان-لاک^۹) از شرکت نشنال استارچ انگلیس تهیه شدند. سدیم آزاید، سیتریک اسید (۲ مولار)، و سایر مواد شیمیایی عمومی با درجه تجزیه ای از شرکت مرک آلمان خریداری شدند. برای تهیه کلیه محلول ها از آب دیونیزه استفاده گردید.

۲-۲- آماده سازی محلول هیدروکلوئیدی (فاز

(آبی)

فاز آبی با غلظت ۱۵ درصد صمغ عربی، ۰/۲ درصد زانتان و ۱۰ درصد نشاسته اصلاح شده در آب دیونیزه (pH=7) تهیه شد. آنگاه، عملیات هم زدن به مدت نیم ساعت به کمک هم زن مغناطیسی (شرکت IKA، آلمان) انجام گرفت. محلول های تولید شده به مدت ۲۴ ساعت در یخچال قرار داده شد تا حداکثر جذب آب صورت پذیرد.

۲-۳- تهیه امولسیون غلیظ اولیه

به محلول کلونیدی در حالی که توسط یک همزن مغناطیسی در حال مخلوط شدن بود، روغن زنجبیل به میزان ۷ درصد وزنی- وزنی (حاوی یک درصد صمغ استر، به عنوان چگالنده) [۱۹]، افزوده شد. پس از آن pH نمونه (pH متر مدل 780، ساخت شرکت Metrohm، سوئیس) با استفاده از محلول سیتریک اسید ۲ مولار در نقطه ۳/۵ تنظیم گردید. پیش مخلوط حاصله به مدت ۵ دقیقه توسط هم زن مغناطیسی مخلوط شد و سپس با استفاده از همگن ساز اولترا توراکس (مدل T25، ساخت شرکت IKA، آلمان) با سرعت ۱۵۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۵ دقیقه همگن گردید. همگن سازی ثانویه به کمک یک دستگاه مولد امواج فرا صوت (مدل VCX 750، ساخت شرکت Sonics & Materials، آمریکا) با توان ۷۵۰ وات و فرکانس ۲۰ کیلو هرتز

توزیع اندازه قطرات بر حسب اندازه نسبت به درصد حجمی رسم می شود تا جزء حجمی قطرات با محدوده اندازه مشخص نسبت به حجم کل قطرات مشخص شود. این منحنی شاخص مطمئنی از پایداری امولسیون را در اختیار قرار می دهد [۱۴، ۱۵، ۱۶].

نوشیدنی های گازدار نوشیدنی هایی هستند که از اختلاط آب قابل شرب، گازکربنیک، عصاره، شکر و یا سایر شیرین کننده های طبیعی، مواد افزودنی مجاز، مواد نگهدارنده با نسبت های مشخص تشکیل شده باشند. یکی از خصوصیات دی اکسید کربن یا گاز کربنیک حل شدن سریع و یکنواخت آن در آب می باشد. با این حال میزان حل شدن آن در آب با افزایش دما کاهش و با زیاد شدن فشار افزایش می یابد. اگر چه خود CO₂ بی طعم و بی بو است ولی مقداری از آن که در آب حل می شود به اسید کربنیک (H₂CO₃) که کمی ترش مزه است تبدیل می گردد و به این ترتیب همراه با مواد طعم دهنده و شیرین کننده، طعم اصلی نوشابه به وجود می آید. هم چنین حباب های گاز کربنیک آزاد به نوعی در ایجاد ویژگی های حسی نوشابه کمک می کند. این گاز میکروبو-کش نیست ولی از رشد و نمو بسیاری از میکروارگانیسم ها جلوگیری می نماید و به کیفیت نگهداری نوشیدنی هایی که تحت شرایط بهداشتی تهیه و بسته بندی شده باشند می افزاید [۱۷].

پایداری امولسیون های مورد استفاده در صنایع نوشابه سازی یکی از مهم ترین مسائل مورد بررسی در این صنعت می باشد. وقتی امولسیون تا چند صد برابر رقیق می شود باید پایداری قابل توجهی داشته باشد. پایداری امولسیون اولیه و امولسیون رقیق شده تحت تأثیر عواملی چون دما، مواد افزودنی، نوع مواد اولیه مورد مصرف و اثرات متقابل آنها بر یکدیگر می باشد [۱۸]. لذا هدف از این تحقیق بررسی اثر سه نوع نشاسته اصلاح شده و نیز فشار گازکربنیک ناشی از غلظت های مختلف دی اکسید کربن جامد بر پارامتر های تعیین کننده پایداری نوشابه امولسیونی رقیق شده در طی زمان نگهداری ۲۱ روز و در شرایط قبل و بعد از مرحله پاستوریزاسیون می باشد.

7. Capsul
8. N-Creamer
9. N-Lok

۲-۶- تعیین اندازه قطرات امولسیون

توزیع اندازه قطرات امولسیون ها با استفاده از دستگاه پراش اشعه لیزر (مدل Analysette 22، شرکت Fritsch، آلمان) مورد اندازه گیری قرار گرفت. این دستگاه قطر قطرات را بر اساس تئوری Mie از روی پراکنش اشعه لیزر محاسبه نموده و بر حسب عدد ساتر یا قطر سطح به حجم که با نماد D_{32} نمایش داده می شود، محاسبه می کند [۱۵]:

$$D_{32} = \frac{\sum n_i d_i^3}{\sum n_i d_i^2} \quad (1)$$

که n_i تعداد قطرات با قطر d_i می باشد.

۲-۷- آزمون های رئولوژیکی

الف) جهت اندازه گیری خصوصیات رئولوژیکی امولسیون های رقیق شده از ویسکومتر چرخشی تک دوک بروکفیلد (مدل DV-III Ultra، آمریکا) استفاده گردید. آزمایش ها با استفاده از ست UL Adapter، اسپیندل SC4-18 مدل LV، دمای ۲۰ درجه سانتی گراد و در سرعت های ۵۰، ۶۰، ۷۰، ۸۰، ۹۰، ۸۰، ۷۰، ۶۰، ۵۰ دور در دقیقه برای نمونه های امولسیون صورت پذیرفت. گرانیروی ظاهری امولسیون ها در سرعت ۹۰ دور در دقیقه (درجه برش 110 S^{-1}) گزارش شد. هم چنین، ضریب قوام و شاخص رفتار جریان از طریق برازش مدل قانون توان برای داده های تنش برشی (γ) در برابر سرعت برش (τ) محاسبه شد [۲۱]:

$$\tau = k\gamma^n \quad (2)$$

در این معادله k ضریب قوام ($\text{Pa}\cdot\text{s}^n$) و n شاخص رفتار جریان (بدون بعد) می باشد.

۲-۸- نگهداری نمونه های امولسیونی

نمونه ها به مدت ۲۱ روز در دمای یخچال (۴ درجه سانتی گراد) نگهداری شدند و در فواصل زمانی ۷ روز (روز های ۱، ۷، ۱۴، ۲۱) آزمون های pH، اندازه قطرات و گرانیروی در ۲ تکرار انجام شد.

۲-۹- تجزیه و تحلیل آماری

کلیه آزمایشات در قالب آزمون فاکتوریل در طرح کاملا تصادفی انجام گرفت. برای تحلیل واریانس از نرم افزار Minitab18

انجام گرفت. به این صورت که ۷۰ میلی لیتر از امولسیون اولیه به محفظه ویژه فراصوت که به شکل یک استوانه فلزی دو جداره برای کنترل دما بود منتقل شد. زمان سونیفیکاسیون ۵ دقیقه و شدت صوت ۱۰۰ درصد در نظر گرفته شد. دمای نمونه در تمام مدت سونیفیکاسیون از طریق گردش آب در جداره استوانه در ۲۰ درجه سانتی گراد ثابت نگه داشته شد.

۲-۴- رقیق سازی امولسیون

جهت بررسی ویژگی های پایداری امولسیون نوشیدنی، امولسیون های تهیه شده که pH آن توسط اسید سیتریک در نقطه ۳/۵ تنظیم شده بود، به نسبت ۱:۱۰۰ با شربت حاوی ۱۰ درصد وزنی-وزنی شکر رقیق شدند.

۲-۵- پاستوریزاسیون و کربناسیون امولسیون

به منظور بررسی تأثیر کربناسیون، ابتدا نمونه های امولسیونی در بطری هایی از جنس PET و در حجم ۲۵۰ میلی لیتر، در دمای ۶۰ درجه سانتی گراد به مدت ۳۰ دقیقه پاستوریزه شدند. سپس مطابق با جدول ۱ که نشان دهنده میزان فشار گاز دی اکسید کربن ایجاد شده متناسب با مقدار یخ خشک (دی اکسید کربن جامد) اضافه شده است [۲۰]، یخ خشک در چهار سطح ۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ درصد وزنی-حجمی به امولسیون های رقیق شده اضافه گردید و بطری ها به طور دستی درب بندی شدند. لازم به ذکر است که تعدادی از نمونه ها بعد از رقیق سازی بدون اینکه پاستوریزه شوند گازدار شدند و به عنوان یکی از تیمارهای آزمایش ویژگی های آنها در طول دوره نگهداری با نمونه های پاستوریزه و گازدار شده مقایسه گردیدند.

Table 1 Resulted pressures from different percentages of CO₂ [20].

Pressure (kgcm ⁻²)	CO ₂ (%)
1.4	0.5
1.8	1
2.3	1.5
2.8	2

روز انجام شد. جدول ۲ مقادیر P حاصل از نتایج آنالیز واریانس این فاکتور ها و نیز اثرات متقابل آنها را نشان می دهد. از جدول ۲ ملاحظه می گردد که ضریب قوام و شاخص رفتار جریان به طور معنی داری ($P < 0/05$) تحت تأثیر نوع نشاسته، میزان دی اکسید کربن، دما و زمان نگهداری بودند. هم چنین بررسی اثرات متقابل نیز نشان داد که اثر متقابل فاکتور ها نیز بر ضریب قوام و شاخص رفتار جریان معنی دار بود ($P < 0/05$). نتایج مشابهی توسط دیگر محققین نیز گزارش شده است [۲۲]. هم چنین نتایج بدست آمده حاکی از آن است که گرانیروی امولسیون ها تحت تأثیر نوع نشاسته و فشار کربن‌اسیون می باشد ولی دما و زمان نگه داری به تنهایی اثر گذار نیستند. از سویی دیگر، اثر متقابل نشاسته- زمان- فشار کربن‌اسیون بر گرانیروی اثر معنی دار داشت اما اثرات متقابل کلی فاکتورها بر گرانیروی معنی دار نبود ($P > 0/05$). این در حالی است که به استثنای فاکتور دما، کلیه فاکتور ها و اثرات متقابل آنها بر اندازه قطرات امولسیون های رقیق شده مؤثر بودند ($P < 0/05$).

استفاده گردید. فاکتور های مستقل عبارت از نوع نشاسته (سه نوع)، غلظت یخ خشک (یا دی اکسید کربن جامد، ۴ سطح)، دما (۲ سطح، با و بدون پاستوریزاسیون) و زمان نگهداری (۴ سطح) و فاکتور های وابسته اندازه قطرات، توزیع اندازه قطرات، و گرانیروی می باشند. میانگین ها به روش آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح اطمینان ۹۵٪ مورد مقایسه قرار گرفتند. کلیه آزمایشات با سه تکرار انجام شده است (در موارد استثناء، در متن اشاره شده است).

۳- بحث

از آنجایی که هدف بررسی اثر نوع نشاسته بر پایداری نوشیدنی امولسیونی تحت فشارهای مختلف کربن‌اسیون از طریق بررسی تغییرات گرانیروی و اندازه ذرات امولسیونی می باشد، این بررسی در شرایط با و بدون پاستوریزاسیون و در طی زمان نگه داری ۲۱

Table 2 P values obtained from analysis of variance for independent factors versus diluted emulsion variables.

k (mPa.s ⁿ)	n	Viscosity (mPa.s)	d _{3,2} (μm)	Factor
0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	Type of Starch
0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	Carbon Dioxide(CO ₂)
0.000*	0.000*	0.478 NS	0.580 NS	Temperature
0.000*	0.000*	0.054 NS	0.000*	Time
0.000*	0.000*	0.078 NS	0.000*	CO ₂ -Starch
0.000*	0.000*	0.015*	0.020*	Temperature-Starch
0.000*	0.000*	0.016*	0.000*	Time-Starch
0.000*	0.000*	0.637 NS	0.012*	Temperature-CO ₂
0.000*	0.000*	0.464 NS	0.000*	Time-CO ₂
0.000*	0.000*	0.004*	0.000*	Time-Temperature
0.000*	0.000*	0.653 NS	0.000*	Temperature- CO ₂ -Starch
0.000*	0.000*	0.006*	0.000*	Time- CO ₂ -Starch
0.000*	0.000*	0.898 NS	0.000*	Temperature- Time – Starch
0.000*	0.000*	0.082 NS	0.000*	Temperature- Time -CO ₂
0.000*	0.000*	0.091 NS	0.000*	Time- Temperature -CO ₂ -Starch

NS: * No significant difference; significant difference ($P < 0.05$)

شده امولسیونی دارای شاخص رفتار جریان نزدیک به یک می باشد که نشان دهنده رفتار نیوتنی نوشیدنی ها می باشد. بنابراین می توان گفت که نمونه ها رفتار رئولوژیکی نزدیک به حالت ایده آل از خود بروز دادند که به علت بالا بودن فاکتور رقت می باشد [۲۴، ۲۳].

۳-۱- تأثیر گرانیروی

ضریب قوام (k)، شاخص رفتار جریان (n) امولسیون های رقیق شده بر اساس مدل قانون توان برای داده های تنش برشی در برابر سرعت برش محاسبه شد (جدول ۳). کلیه نمونه های رقیق

گرانروی برای انواع نشاسته در سطوح متفاوتی از دی اکسید کربن و در طی دوره نگهداری تغییر چندانی نکرده است.

گرانروی از عوامل مهم تعیین کننده رفتار جریان امولسیون به شمار می رود. هم چنین این عامل در پایداری امولسیون نقش اساسی و مهمی دارد. همانطور که در جدول ۲ مشاهده می گردد

Table 3 Values of n, k, and Viscosity of diluted emulsions after pasteurization in different percentages of CO₂ during storage time.

Capsul			N-Creamer			N-Lok			Treatment	
Viscosity (mPas ^f)	k (mPas ^f)	n	Viscosity (mPas ^f)	k (mPas ^f)	n	Viscosity (mPas ^f)	k (mPas ^f)	n	Time(day)	CO ₂ (%)
1.61±0.21	2009	0.9568	1.60±0.20	2.567	0.9051	1.63±0.10	0.572	0.9968	1	0.5
1.62±0.15	2097	0.9337	1.65±0.05	1.945	0.9802	1.63±0.03	2.159	1.0118	7	
1.62±0.22	1988	0.9804	1.72±0.22	1.690	0.9985	1.61±0.25	1.519	0.9961	14	
1.67±0.14	1820	0.9725	1.67±0.13	2.004	0.9646	1.66±0.22	1.748	0.9875	21	
1.65±0.095	2309	0.9402	2.49±0.51	1.735	0.9470	1.62±0.21	1.911	0.9635	1	1.0
1.61±0.25	2256	0.9213	1.85±0.07	1.915	0.9754	1.55±0.26	2.070	0.9444	7	
2.98±1.14	1907	0.9645	1.66±0.12	1.682	1.0051	1.71±0.04	1.798	0.9821	14	
1.67±0.07	1811	0.9779	1.73±0.15	1.777	0.9767	1.66±0.29	1.598	1.0054	21	
1.65±0.18	2550	0.9270	1.69±0.11	1.963	0.9697	1.63±0.23	1.975	0.9628	1	1.5
1.61±0.25	2004	0.9495	1.73±0.14	2.038	0.9663	1.59±0.30	1.958	0.9599	7	
1.63±0.06	2.122	0.9480	1.71±0.16	1.658	1.0118	1.62±0.29	2.470	0.9793	14	
1.67±0.26	1.870	0.9533	1.61±0.14	2.001	0.9547	1.65±0.29	1.875	0.9754	21	
1.63±0.21	2300	0.9253	1.67±0.56	2.545	0.9111	1.64±0.20	2.037	0.9546	1	2.0
1.66±0.04	2062	0.9602	2.05±0.19	2.193	0.9609	1.64±0.15	1.683	0.9912	7	
2.20±0.25	1.710	0.9694	3.59±0.38	2.025	0.9409	3.89±1.60	1.857	0.9715	14	
1.72±0.04	2030	0.9599	1.74±0.14	13.362	0.9365	1.64±0.22	2.125	0.9425	21	

انبارمانی و مصرف در معرض عملیات حرارتی نظیر پاستوریزاسیون قرار می گیرند. از این رو میزان مقاومت آنها و در حقیقت پایداری غشای امولسیفایری پیرامون قطرات در برابر دو فاز شدن، به هم پیوستگی و خامه ای شدن نیز حائز اهمیت می- باشد [۱۷]. به همین منظور پایداری امولسیونها در مقابل دو فاز شدن در حضور سه نوع نشاسته اصلاح شده و نیز سطوح مختلفی از دی اکسید کربن در مدت زمان نگهداری از طریق بررسی پارامترهای توزیع اندازه قطرات (تغییرات قطر متوسط ذره (d_{۳۲})) مورد مطالعه قرار گرفت .

این نتیجه از جدول ۳ نیز که در آن مقادیر گرانروی نمونه های امولسیونی رقیق شده برای سه نوع نشاسته در شرایط پاستوریزاسیون و در سطح کربناسیون (۱٪) ارائه شده است نیز مشاهده می گردد.

۳-۳- توزیع اندازه قطرات امولسیون نوشیدنی

پیش از این ذکر شد پایداری امولسیون به عوامل متعددی بستگی دارد که از جمله آن عوامل می توان به اندازه قطرات، و توزیع آنها اشاره کرد. اطلاعات حاصل از سنجش اندازه قطرات در پیش بینی پایداری و تفسیر خواص حسی و رئولوژیک امولسیون بسیار با ارزش است. بسیاری از امولسیون های غذایی در طی تولید،

Table 4 Particle size and viscosity of modified starches in the formulation of flavored beverage

Capsul		N-Creamer		N-Lok		Treatment
Viscosity (mPas)	d ₃₂ (μm)	Viscosity (mPas)	d ₃₂ (μm)	Viscosity (mPas)	d ₃₂ (μm)	
250.8±12.89b	0.85±0.024f	2109.55±68.55a	1.38±0.03c	248.61±20.41b	1.06±0.15e*	Concentrate emulsion
1.6±0.1885c	1.09±0.035e	1.64±0.0504c	1.64±0.075b	1.6±0.0285c	1.33±0.04cd	Dilute emulsion
0.2105±1.6c	0.015±1.14de	0.0475±1.6c	1.61±0.01b	0.1009±1.55c	1.35±0.07c	Diluted and Pasteurized emulsion
1.62±0.0948c	1.68±0.12b	1.64±0.1234c	1.9±0.02a	1.61±0.2133c	2±0.01a	Emulsion Carbonated (%l)

*a-d Superscript letters subscribed have a significant difference at less than 0.05.

± Standard deviation

نمونه‌های امولسیون به مدت ۶ ماه افزایش بسیار جزئی را در اندازه قطرات ایجاد کرد.

بررسی تأثیر سطوح مختلف دی اکسید کربن بر پارامترهای اندازه قطرات امولسیون‌های نوشیدنی حاکی از این بود که تغییرات قطر متوسط ذره روند مشابهی را برای هر سه نشاسته مورد مطالعه نشان دادند (شکل ۱). بررسی و مقایسه داده‌های آزمایش نشان داد که در روز اول نشاسته اصلاح شده کپسول، کمترین قطر متوسط در سطح ۱ درصد دی اکسید کربن و بیشترین آن در ۰/۵ درصد دی اکسید کربن مشاهده گردید. همین نتایج نیز در روز ۲۱ مشاهده گردید اگرچه که قطر متوسط ذرات در ۱ و ۲ درصد دی اکسید کربن تقریباً یکسان شده بود.

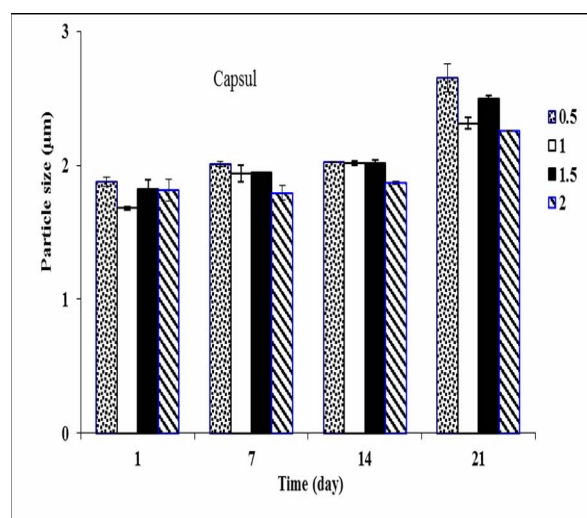


Fig1 Particle size variations for diluted emulsions containing Capsule starch against storage time, for different percentages of CO₂

نشاسته اصلاح شده همراه با دیگر هیدروکلوئیدها مهم ترین جزء فاز آبی نوشیدنی‌های امولسیونی هستند که به منظور افزایش ثبات و پایداری آنها بکار می‌روند. بنابراین می‌توان اذعان داشت که نقش پایدار کنندگی این ترکیبات عمدتاً از طریق تأثیر آنها بر گرانیروی و نیز پوشش کامل سطح قطرات و جلوگیری از نزدیک شدن آنها به یکدیگر و بروز پدیده‌های به هم پیوستگی و در هم آمیختگی می‌باشد [۲۵، ۲۶].

چنان که در جدول ۴ نشان داده شده است نشاسته‌های مورد استفاده در این پژوهش (ان-کریمر، ان-لاک و کپسول)، اثر معنی داری بر قطر متوسط قطرات امولسیون داشتند؛ بدین گونه که در حضور نشاسته اصلاح شده کپسول (۰/۸۵)، ان-لاک (۱/۰۶) و ان-کریمر (۱/۳۸) قطر متوسط ذرات به ترتیب افزایش یافت. بررسی و مقایسه داده‌های آزمایش نشان داد که کمترین قطر متوسط در نشاسته کپسول بدست آمد. مقدار کمتر قطر متوسط، نه تنها اثر مثبت قابل ملاحظه‌ای بر ثبات امولسیون دارد، بلکه به علت یکنواختی توزیع اندازه قطرات احتمال بروز سایر ساز و کارهای ناپایداری را نیز کاهش داده و امولسیون را پایدارتر می‌سازد [۲۷-۳۰]. در همین رابطه، نتایج تحقیقات تان [۲۵] بر روی امولسیون روغن پرتقال در محلول صمغ عربی و نشاسته اصلاح شده نشان داد که هیدروکلوئیدهای مذکور از طریق ایجاد یک لایه ویسکوالاستیک در اطراف قطرات روغن موجب تثبیت امولسیون شده و از در هم آمیختگی قطرات جلوگیری می‌کند. آزمایشات تکمیلی که توسط این محقق انجام شد مشخص کرد که گذشت زمان موجب تقویت و استحکام لایه ویسکوالاستیک در سطح قطرات می‌شود، به طوری که نگهداری

از ۰/۵ به ۲ درصد تأثیر معنی داری بر متوسط قطر قطرات نداشت (شکل ۳). در رابطه با نشاسته کپسول و ان-لاک کمترین متوسط قطر ذره مربوط به ۱ درصد گاز کربنیک می باشد. اما در رابطه با نشاسته ان-کریمر می توان گفت که متوسط قطر قطرات در تمامی سطوح گاز کربنیک تزریق شده به امولسیون نوشیدنی تقریباً یکسان است (شکل ۳).

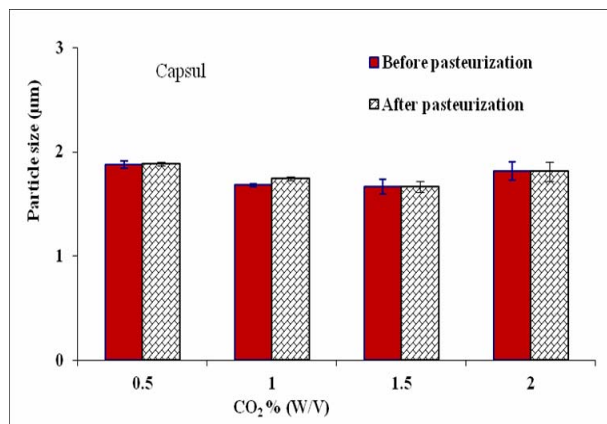


Fig 3 Comparison of the particle sizes of diluted emulsions before and after pasteurization in the samples containing Capsul at different percentages of CO₂.

تأثیر فشارهای مختلف گاز کربنیک (با غلظت های ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد یخ خشک) در شرایط دمایی محیط و پاستوریزاسیون بر روی منحنی توزیع اندازه ذره نمونه های رقیق شده امولسیون حاوی نشاسته اصلاح شده مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاکی از این بود که فشار گاز تزریق شده اختلاف معنی داری در توزیع اندازه قطرات نداشت و در تمام سطوح تزریق منحنی های توزیع اندازه به صورت مونو مودال (تک پیک یا تک کوهانه) و نرمال باقی ماند. قابل ذکر است که در فشار دی اکسید کربن ۱ درصد در نمونه های حاوی نشاسته کپسول و نیز ان-لاک بهترین شرایط به لحاظ یکنواختی توزیع قطرات برخوردار بود (شکل ۴). در امولسیون حاوی نشاسته ان-کریمر، نتایج مشخص نمود که فشار گاز تزریق شده تأثیر مشخصی بر توزیع اندازه قطرات نداشت و در تمام سطوح تزریق منحنی های توزیع اندازه به صورت مونو مودال (تک پیک یا تک کوهانه) و نرمال باقی مانده و کشیدگی به سمت راست نداشتند.

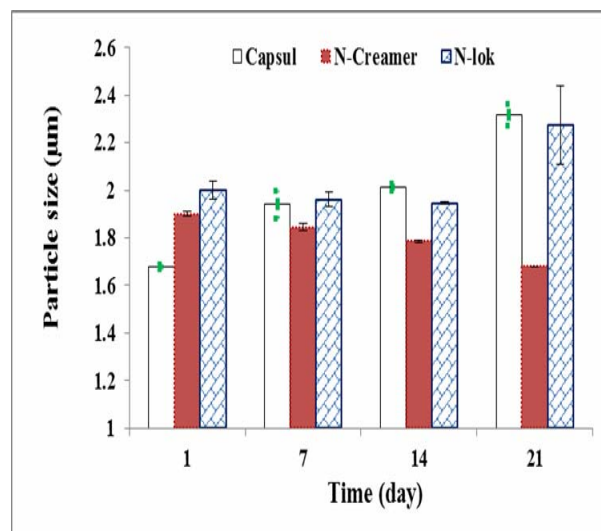


Fig 2 Particle size Changes for diluted emulsions containing modified starch against storage time, at carbon dioxide percentage 1%.

بررسی تغییرات اندازه قطرات در طی مدت زمان نگهداری امولسیون ها در دمای ۴ درجه سانتی گراد مشخص ساخت که با گذشت زمان، اندازه قطر متوسط در هر دو نشاسته کپسول و ان-لاک روند افزایشی داشت (شکل ۲). به طوری که کمترین و بیشترین اندازه قطر متوسط به ترتیب در روز ۱ و ۲۱ مشاهده گردید. از سوی دیگر میزان قطر متوسط قطرات در نشاسته ان-کریمر در طی مدت زمان نگهداری تغییرات اندازه ذرات روند نزولی داشتند اگرچه که این تغییرات معنی دار نبودند. اندازه قطرات فاز پراکنده نقش مهمی در پایداری امولسیون های غذایی دارد؛ به طوری که هر چه قدر اندازه قطرات کوچکتر باشد، امولسیون پایدارتر می باشد. از طرف دیگر اندازه قطرات امولسیون بر جدایش ثقلی قطرات روغن از فاز آبی (امولسیون های روغن در آب) نیز تأثیر گذار است [۳۱]. اهمیت تأثیر اندازه قطرات بر جدایش ثقلی از این جهت است که امولسیون های با قطرات کوچکتر، سرعت حرکت براونی و سرعت انتشار بیشتری نسبت به سرعت حرکت رو به بالا (رویه بستن یا خامه ای شدن) و یا رو به پایین (ته نشینی) که توسط نیروی جاذبه انجام می شود، دارند [۳۲، ۳۳].

مقایسه تغییرات در اندازه ذره برای امولسیون های رقیق و پاستوریزه شده در هر سه نشاسته اصلاح شده در سطوح متفاوت از دی اکسید کربن جامد نشان داد که افزایش سطح گاز کربنیک،

دماهای بالا باعث بی ثباتی و از هم پاشیدگی امولسیون می شود، چرا که در این شرایط بواسطه جنبش زیاد ملکول ها و کاهش گرانیوی فاز پیوسته دفعات و شدت برخورد قطرات با یکدیگر افزایش یافته و به علت ضعیف و نازک شدن غشای اطراف آنها احتمال به هم پیوستن و در هم آمیختگی شدت می یابد [۲۳]. بررسی تغییرات اندازه قطرات نمونه های امولسیون بعد از اعمال فرآیند حرارتی (۶۸ درجه سانتیگراد به مدت ۳۰ دقیقه) در سطوح مختلفی از گاز کربنیک حاکی از این بود که قطر متوسط و منحنی توزیع اندازه آنها تحت تأثیر حرارت قرار گرفت ولی این تغییرات معنی دار نبود. این نتایج مشخص می نماید که اگر چه دمای پاستوریزاسیون تا حدی بر پایداری نوشابه امولسیونی تأثیر گذار بوده است اما این تغییرات سبب ناپایداری کامل و از هم پاشیدگی امولسیون ها نشده است.

توزیع اندازه قطرات امولسیون نوشیدنی حاوی نشاسته کپسول در طی زمان نگهداری و در سطح ۱ درصد گاز کربنیک در شکل ۵ نشان داده شده است. چنان که ملاحظه می شود در طول مدت زمان نگهداری منحنی های توزیع اندازه تا روز ۱۴ به صورت تک پیک یا تک کوهانه^۱ و نرمال باقی ماندند، هر چند به تدریج جابه جایی مختصری به سمت راست داشتند و لذا پهنای پیک ها افزایش یافت و از ارتفاع آن ها نیز کاسته شد. این مشاهدات بیانگر این است که علی رغم وقوع به هم پیوستگی و احیاناً درهم آمیختگی تدریجی با گذشت زمان ۱۴ روز، دامنه این تغییرات بسیار محدود بود و یکنواختی توزیع اندازه قطرات تا حد زیادی حفظ شد. لیکن در روز ۲۱ تغییر شکل منحنی توزیع اندازه قطرات از حالت نرمال و تک پیک به چند قله ای و دنباله دار شدن و پهن تر شدن آن در طی دوره نگهداری برهم کنش های شدید بین قطره ای را مشخص می نماید [۳۴، ۳۵].

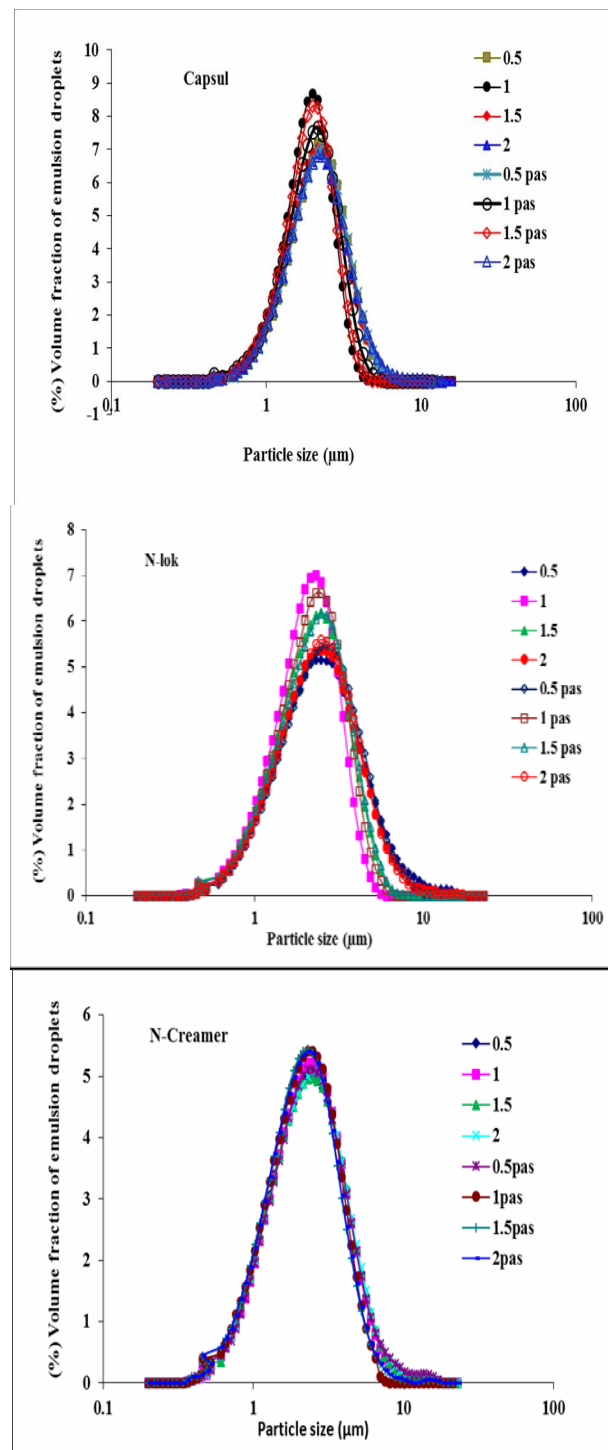


Fig 4 Particle size distribution of diluted emulsion containing modified starches before and after pasteurization of at various percentages of CO₂.

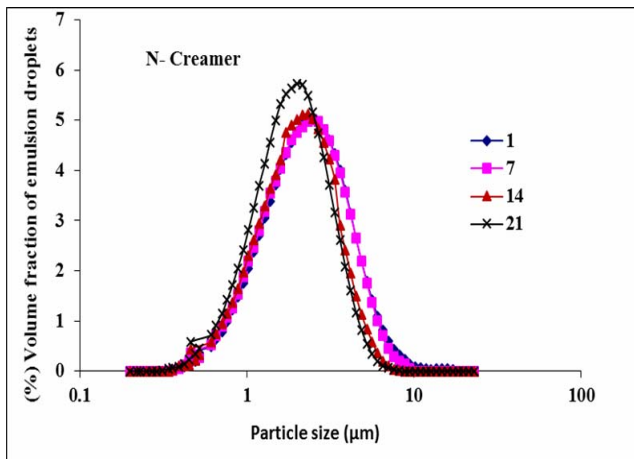


Fig 6 Droplet size distributions of diluted emulsions containing N- Cremer starch during storage (at 1% CO₂).

نتایج مربوط به نمونه‌های نشاسته ان-لاک نیز نشان داد که فشار گاز تزریق شده اختلاف معنی داری در توزیع اندازه قطرات ایجاد کرد؛ با این حال در تمام سطوح دی اکسید کربن منحنی‌های توزیع اندازه به صورت نرمال باقی ماندند. قابل ذکر است که فشار دی اکسید کربن ۱ درصد از بهترین شرایط برخوردار بود. از سوی دیگر، در طول مدت زمان نگهداری نیز منحنی‌های توزیع اندازه به صورت نرمال (تک کوهانه) باقی ماندند، اما پیک‌ها به تدریج پهن تر شده و جابه‌جایی مختصری به سمت راست داشتند و از ارتفاع آن‌ها کاسته شد (شکل ۷). همان‌طور که پیشتر ذکر گردید این مشاهدات نشان می‌دهد که به هم پیوستگی و احیاناً درهم آمیختگی تدریجی با گذشت زمان، اتفاق افتاده است [۳۴].

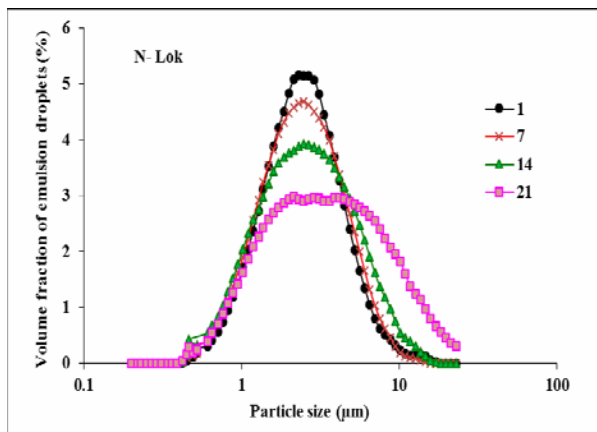


Fig 7 Droplet size distributions of diluted emulsions containing N- Lok starch during storage (at 1% CO₂).

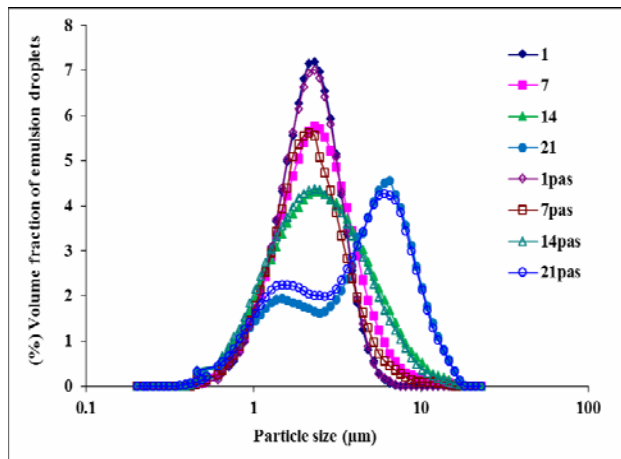


Fig 5 Droplet size distributions of diluted emulsions before and after pasteurization containing Capsule starch during storage (at 1% CO₂).

هم چنین، بررسی تغییرات اندازه قطرات نمونه‌های امولسیون بعد از اعمال فرآیند حرارتی و در طی مدت زمان نگهداری در نشاسته کپسول (۶۸ درجه سانتیگراد به مدت ۳۰ دقیقه) حاکی از این بود که قطر متوسط و منحنی توزیع اندازه آنها تحت تأثیر حرارت قرار گرفت ولی این تغییرات معنی دار نبود و روند تغییرات در ۲۱ روز نگهداری مشابه با نمونه‌هایی بود که بر روی آن‌ها فرآیند حرارتی انجام نشده بود.

توزیع اندازه قطرات امولسیون نوشیدنی نشاسته ان-کریمر در برابر زمان نگهداری و در سطح ۱ درصد گاز کربنیک در شکل ۶ نشان داده شده است. چنان‌که ملاحظه می‌شود در طول مدت زمان نگهداری منحنی‌های توزیع اندازه قطرات تا روز ۲۱، نه تنها به صورت (تک پیک) نرمال باقی ماندند، که بر هم منطبق نیز بودند. قابل ذکر است که از ارتفاع منحنی‌ها در طی دوره نگهداری به میزان بسیار جزئی کاسته شد. از آن‌جا که گرانیروی فاز پیوسته نقش مهمی در تثبیت امولسیون دارد و با توجه به نتایج بدست آمده در رابطه با گرانیروی بالای امولسیون حاوی نشاسته ان-کریمر (جدول ۳)، می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که افزایش گرانیروی حرکت قطرات را کاهش می‌دهد و در نتیجه تعداد برخورد قطرات به یکدیگر کمتر می‌شود و از شدت بهم آمیختن قطرات کاسته شده و در نهایت پایداری بهتر امولسیون را موجب می‌شود [۳۴].

۵- نتیجه گیری

بررسی روند تغییرات توزیع اندازه قطرات نشان داد که سه نوع نشاسته مورد استفاده در این پژوهش در تشکیل و پایداری امولسیون نوشیدنی روغن زنجبیل در آب مؤثر بودند. هم چنین مشخص گردید که میزان کربناسیون نوشیدنی تأثیر معنی داری بر روی خصوصیات گرانیروی و توزیع اندازه قطرات داشت. در حالی که، کمترین اندازه قطرات در نشاسته کپسول و در سطح ۱٪ کربناسیون مشاهده شد، در حضور نشاسته ان- کریمر منحنی توزیع اندازه قطرات امولسیونی در شرایط قبل و بعد از پاستوریزاسیون و در طی دوره نگهداری کمترین تغییرات را در طی بازه زمانی ۲۱ روز نشان دادند و از پایداری مناسبی برخوردار بود. در هر حال می توان چنین نتیجه گیری کرد که تولید نوشابه امولسیونی طعم دار می تواند به عنوان یک جایگزین مناسب جهت تولید نوشابه های صنعتی مدنظر قرار گیرد چرا که این محصولات از پایداری فیزیکوشیمیایی مناسبی برخوردار هستند اما به نظر می رسد که در ارتباط با فرمولاسیون و پذیرش آنها از سوی مصرف کننده نیاز به مطالعات بیشتری است.

۶- منابع

- [6] McClements, D. J. (2005) Food emulsions: Principles, practice, and techniques Boca Raton, FL: CRC Press.
- [7] Mirhosseini, H., Tan, C. P., Hamid, N. S. A., Yusof, S., (2008) Optimization of the contents of Arabic gum, xanthan gum and orange oil affecting turbidity, average particle size, polydispersity index and density in orange beverage emulsion. *Food Hydrocolloids*, 22 (7), 1212-1223.
- [8] Dickinson, E. and Stainsby, G., (1982) Colloid in Food, Applied Science, London, p. 44.
- [9] Dickinson, E., Ma, J. and Povey. M. J. W. (1994) Creaming of concentrated oil-in-water emulsions containing xanthan, *Food Hydrocolloids*, 8(5), 481.
- [10] Dickinson, E. Elverson, D. J. and Murray, B.S. (1989) On the film-forming and emulsion- stabilizing properties of gum Arabic: dilution and flocculation aspects, *Food Hydrocolloids*, 3(2), 101.
- [11] Trubiano, P. C. (1986) Succinate and substituted succinate derivatives of starch, in Modified Starches: Properties and Uses (O. B. Wurzburg, ed.), CRC Press, Boca Raton, FL,.
- [12] Larre, C., Huchet, B. Berot, S., and Popineau, Y. Functional (2001) Properties of Peptides derived from wheat storage proteins by limited enzymatic hydrolysis and ultrafiltration. In Dickinson, E., and Miller, R. Food colloids: fundamentals of formulation, Royal Society of Chemistry, Cambridge.
- [13] McClements, D. J. (2000) Comments on viscosity enhancement and depletion flocculation by polysaccharides, *Food Hydrocolloids*, 14, 173.
- [14] Mirhosseini, H., and Tan, C. P., (2009) Response surface methodology and multivariate analysis of equilibrium headspace concentration of orange beverage emulsion as function of emulsion composition and structure, *Food Chemistry*, 115, 324-333.
- [15] Taherian, A. R., Fustier, P., Britten, M., and Ramaswamy, H. S., (2008) Rheology and Stability of Beverage Emulsions in the presence and Absence of Weighting Agents: A Review, *Food Biophysics*, 3 (3) 279-286.
- [16] Mirhosseini, H., Tan, C. P., Hamid, N. S. A., Yusof, S., (2008) Optimization of the contents of Arabic gum, xanthan gum and
- [1] Buffo, R. A., Reineccius, G. A., & Oehlert, G. W., (2001). Factors affecting the emulsifying and rheological properties of gum acacia in beverage emulsions. *Food Hydrocolloids*, 15, 53-66.
- [2] Tan, C-T. (1990). Beverage emulsions. In K. Larsson & S. E. Friberg, Food emulsions (2nd Ed.). (pp. 445±478). New York: Marcel Dekker.
- [3] Dalgleish, D. G. (2006) Food emulsions—their structures and structure-forming properties, *Food Hydrocolloids*, 20, 415-422.
- [4] Piorkowski, D. T., McClements, D. J. (2014) Beverage emulsions: Recent developments in formulation, production, and applications, *Food Hydrocolloids*, 42 (1), 5-41.
- [5] Dziezak, J. D. (1991) A focus on gums. *Food technology*, 45, 115-132.

- [27] Nor Hayati, I., Bin Che Man, Y., Ping Tan, C., & Nor Aini, I., (2009). Droplet characterization and stability of soybean oil/palm kernel olein O/W emulsions with the presence of selected polysaccharides. *Food Hydrocolloids*, 23, 233-243.
- [28] Jayme, M. L., Dunstan, D. E., and Gee, M. L., (1999) Zeta potentials of gum Arabic stabilized oil in water emulsions. *Food Hydrocolloids*, 13, 459-465.
- [29] Dickinson, E., (2003) Hydrocolloids at interfaces and the influence on the properties of dispersed systems, *Food hydrocolloids* 17, 25-39.
- [30] Taherian, A. R., Fustier, P., and Ramaswamy, H. S., (2007) Effects of added weighting agent and xanthan gum on stability and rheological properties of beverage cloud emulsions formulated using modified starch. *Journal of food process Engineering*. 30, 204-224.
- [31] Fernandez, P., André, V., Rieger, J., and Kühnle, A., (2004) Nano-emulsion formation by emulsion phase inversion. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 251, 53-58.
- [32] Tadros, T., Izquierdo, P., Esquena, J., and Solans, C., (2004) Formation and stability of nano-emulsions, *Advances in Colloid and Interface Science*, 108-109, 303-318.
- [33] Taherian, A. R., Fustier, P., and Ramaswamy, H. S., (2006) Effect of added oil and modified starch on rheological properties, droplet size distribution, opacity and stability of beverage cloud emulsions. *Journal of Food Engineering*, 77, 687-696.
- [34] Hennock, M., Rahalkar, R. R., and Richmond, P., (1984) Effect of xanthan gum upon the rheology and stability of oil-water emulsions. *Journal of Food Science* 49, 1271-1274.
- [35] Jafari, S. M., He, Y., and Bhandari, B., (2007) Effectiveness of encapsulating biopolymers to produce sub-micron emulsions by high energy emulsification techniques, *Food Research International*, 40, 862-873.
- orange oil affecting turbidity, average particle size, polydispersity index and density in orange beverage emulsion. *Food Hydrocolloids*, 22 (7), 1212-1223.
- [17] Mirhosseini, H., Tan, C. P., Hamid, N. S. A., Yusof, S., (2008) Effect of Arabic gum, xanthan gum and orange oil contents on ζ -potential, conductivity, stability, size index and pH of orange beverage emulsion, *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 315 (1-3), 47-56.
- [18] Piorkowski, D. T., McClements, D. J. (2014) Beverage emulsions: Recent developments in formulation, production, and applications, *Food Hydrocolloids*, 42 (1), 5-41.
- [19] Chanamai, R., and McClements, D. J., (2000) Impact of weighting agents and sucrose on gravitational separation of beverage emulsions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48, 5561-5565.
- [20] Iranian national standard, No: 1249, March 2003, page 4.
- [21] Pchhabra, R. and Frichardson, J. F., Non-Newtonian Flow In The process Industries, Planta Tree, Great Britain, (1999).
- [22] Togrul, H., and Arslan, N., Carbohydrate Polymers (2003)54, 73-82.
- [23] Buffo, R.A., Reineccius, G.A., Oehlert, G.W. (2002) Influence of time-temperature treatments on the emulsifying properties of gum acacia in beverage emulsions, *Journal of food engineering*, 51 (4), 341-345.
- [24] Sutherland, I.W., Biotechnology Advances (1994)12, 393-448.
- [25] C. T. Tan, (1998) Beverage flavor emulsion- A form of emulsion liquid membrane microencapsulation, in Food Flavors: Formation, Analysis and Packaging Influences, (E.T. Contis, et al., eds.), Elsevier Science, Amsterdam p. 29.
- [26] Chanamai, R. and McClements, D. J. (2002) Comparison of gum Arabic, modified starch, and whey protein isolate as emulsifiers: influence of pH, CaCl₂ and temperature, *Journal of food science*, 67(1), 120.

Study of Modified Starch Type and Carbon Dioxide Pressure on Some Characteristics of Determining the Stability of Flavored Beverage Emulsion

Razavizadeh, B. M. ^{1*}, Zaferani, Z. ², Kadkhodae, R. ³

1. PhD in Chemistry, Assistant Professor, Department of Food chemistry, Research Institute of Food science and Technology

2. Department of Food nanotechnology, Research Institute of Food science and Technology

3. PhD in Food Technology, Associated Professor, Department of Food nanotechnology, Research Institute of Food science and Technology

(Received: 2016/04/18 Accepted: 2017/08/13)

In this study, Ginger oil in water emulsions were prepared by ultrasound with defined combinations of Arabic gum, xanthan gum, and three types of modified starch (N- CREAMER, N- LOK and CAPSUL) as the aqueous phase and ginger oil containing ESTER gum as the oil phase. After dilution of the emulsions with glucose syrup (10% w/w), their stability based on changes in particle size, droplet size distribution and viscosity were investigated in different generated pressures of solid carbon dioxide (with concentrations 0.5, 1, 1.5, and 2 percent) before and after pasteurization and during storage time within intervals (0, 7, 14, 21 days). Rheological studies of diluted emulsions indicated Newtonian behavior. Viscosity changes versus type of starch and different pressure of CO₂ were significant. Experimental data showed that modified starches had a significant effect on the average diameter of droplets emulsion, so that the average diameter of the droplets in the presence of CAPSUL, N- LOK, unlike N- CREAMER were increased during storage. Also, the different levels of carbonation on emulsion droplets size changes showed a similar trend for all three types of starch for the time of storage. The overall trend of droplet size distributions during storage 21 days indicated only the diluted emulsions including N- CREAMER starch were stable without any significantly changes before and after pasteurization.

Key word: Modified Starch, Beverage Emulsion, Ginger Oil, Flavored Beverage

* Corresponding Author E-Mail Address: bmrz110@gmail.com