(مقاله پژوهشی)

بررسی اثر استویا و صمغ قدومه شیرازی (*Alyssum homolocarpum*) بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی بستنی

سونا شعائی [۱]، اسماعیل عطای صالحی [۱*]، مسعود نجف نجفی [۲]

۱-گروه علوم و صنایع غذایی، واحد قوچان، دانشگاه آزاد اسلامی، قوچان، ایران.

۲-گروه علوم و صنایع غذایی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۲/۱۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۴/۱۸

چکیده

در تولید بستنی به عنوان یکی از دسرهای شناخته شده، نقش هیدروکلوییدها و شیرین کننده‌ها بسیار مهم است. در این پژوهش اثر صمغ دانه قدومه شیرازی در سطوح صفر، ۰/۱، ۰/۲، ۰/۳ و ۰/۴ درصد به عنوان جایگزین کربوکسی متیل سلولز و استویا در سطوح صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد به عنوان جایگزین شکر بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی بستنی نرم مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که بیشترین مواد جامد مربوط به بستنی حاوی ۰/۳ درصد صمغ قدومه شیرازی و صفر درصد استویا بود. در مقابل تمام سطوح جایگزینی با استویا منجر به کاهش معنی‌دار وزن مخصوص نسبت به نمونه شاهد شد. بیشترین و کمترین میزان مقاومت به ذوب بستنی به ترتیب در نمونه حاوی ۰/۴ درصد صمغ دانه قدومه شیرازی و نمونهٔ شاهد مشاهده گردید، در حالی که حجم بستنی با افزایش درصد صمغ قدومه شیرازی به طور معنی‌داری افزایش پیدا کرد. استفاده از استویا و صمغ دانه قدومه شیرازی اثر معنی‌داری بر خصوصیات حسی بستنی داشت و سبب بهبود این ویژگی ها گردید.

واژه‌های کلیدی: استویا، بستنی، خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی، صمغ دانه قدومه شیرازی.

* مسئول مکاتبات eatayesalehi@yahoo.com

۱- مقدمه

بستنی به عنوان یکی از شناخته شده ترین و مطلوب‌ترین دسرهای غذایی، کف منجمدی است که از ذرات چربی به‌هم پیوسته، حباب‌های هوا، بلورهای یخ و یک فاز آبی تشکیل شده، که در آن پلی ساکاریدها، پروتیین‌ها، لاکتوز و مواد معدنی پراکنده شده‌اند. بافت بستنی به فاکتورهای زیادی مانند حالت تجمعی گلبول‌های چربی، مقدار و اندازه حباب‌های هوا، ویسکوزیته فاز آبی، اندازه و حالت تجمع یافته بلورهای یخ بستگی دارد. دستیابی به کیفیت مطلوب در بستنی از طریق اعمال روش‌های تولید و فرمولاسیون مناسب امکان‌پذیر خواهد بود (۱۲). از اجزای به کار رفته در بستنی می‌توان به هیدروکلوییدها اشاره نمود، که کاربرد اصلی آن ها پایداری ترمودینامیکی محصول است. این افزودنی‌ها، همچنین کیفیت بافت را تحت تأثیر قرار داده، شدت طعم و آزادسازی موقت آن‌ها را به حد نرمال رسانده، درک حس خامه‌ای فرآورده را بهبود داده و بر خصوصیات کیفی ذوب تأثیر مستقیم می‌گذارند (۱۵). در سال‌های اخیر، هیدروکلوییدها و صمغ‌های جدید و اصلاح شده‌ای از طریق تغییرات شیمیایی و مشتق سازی صمغ‌های طبیعی جهت ایجاد پلیمرهایی جدید با قابلیت افزایشی هیدروفیلی ساخته شده‌اند (۱۴). قدومه شیرازی[1] به عنوان یکی از مهم‌ترین منابع تولیدکننده موسیلاژ و صمغ شناخته شده است (۱۸). صمغ حاصل، کاربردهای مختلفی به عنوان قوام‌دهنده و تثبیت‌کننده امولسیون داشته و می‌توان از آن در صنایع غذایی بهره برد (۲۱، ۱۳). آگاهی مردم از اینکه تغذیه مناسب می‌تواند در سلامتی افراد موثر باشد، موجب شده تا امروزه تولیدکنندگان مواد غذایی، محصولاتی با چربی، شکر و نمک کم و فیبر بیشتر تولید نمایند که این رژیم‌های غذایی می‌تواند از بروز برخی از بیماری‌ها جلوگیری کند (۲۲). امروزه شیرین‌کننده‌های مصنوعی متنوعی (سیکلامات، ساخارین و آسپارتام)، قندهای الکلی (سوربیتول و مانیتول) و حتی با پیشرفت فرآوری، نسل جدیدی از شیرین‌کننده‌های طبیعی مانند استویا به عنوان جایگزین شکر، حجم‌دهنده و بافت‌دهنده به غذاها اضافه و تا حدودی می‌توانند ویژگی‌های ساکارز را تأمین کنند (۷). شیرینی موجود در استویا[2]، مربوط به دی‌ترپن گلیکوزید[3] بوده، که در آب محلول و ۳۰۰ بار شیرین‌تر از ساکاروز می‌باشد. گلیکوزیدها ترکیباتی ارگانیک هستند که از یک بخش گلیکونی و یک بخش غیر گلیکونی تشکیل شده‌اند. ستویزید[4] به عنوان مهم‌ترین و فراوان‌ترین ترکیب شیرین‌کننده گیاه است و به میزان ۵ تا ۱۰ درصد وزن خشک گیاه را شامل می‌شود (۲۸، ۲۷). سقایی شهری و همکاران (۱۳۹۳)، ویژگی‌های رئولوژیکی و بافتی بستنی حاوی صمغ دانه شاهی را مورد بررسی قرار دادند . نتایج آن‌ها عملکرد بسیار خوب صمغ دانه شاهی به عنوان یک پایدارکننده در حفاظت از محصول در برابر انجماد، کاهش رشد بلورهای یخ و کنترل فرآیند تبلور مجدد یخ که باعث تخریب بافت بستنی می‌شوند را نشان داد. استویا در بستنی با دو طعم قهوه و طعم مخلوط وانیل، توت فرنگی و سیب با نسبت‌های مساوی به کار رفت و خصوصیات حسی و بافتی محصولات ارزیابی شدند. بالاترین امتیاز شاخص طعم به نمونه حاوی قهوه و از لحاظ رنگ به محصول حاوی طعم مخلوط داده شد. مقدار کالری تولید شده توسط نمونه حاوی استویا پایین‌تر از نمونه دارای ساکارز بود. همچنین نمونه‌های استویا ماده خشک پایین‌تری نسبت به نمونه ساکارز داشتند، چون مقدار ساکارز در این نمونه‌ها پایین‌تر بود مقدار پذیرش کلی نیز روندی نزولی را طی نمود (۱۹). هدف از انجام این پژوهش، بررسی امکان تولید بستنی با استفاده از استویا در ۵ سطح جایگزینی صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد به جای شکر و صمغ قدومه شیرازی در ۵ سطح صفر، ۰/۱، ۰/۲، ۰/۳ و ۰/۴ درصد به جای کربوکسی متیل

1 *Alyssum homolocarpum*

2 - Stevia Rebaudianabertoni

3 - Diterpene Glycosides

4 –Stevioside

سولز و همچنین نحوه تأثیر آن‌ها بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی این محصول بود.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

شیر استریلیزه و هموژنیزه (۱/۵ درصد چربی) و خامه استریلیزه و هموژنیزه (۳۰درصد چربی) ازشرکت کاله، شیر خشک بدون چربی از شرکت پگاه خراسان، استویا با قدرت شیرین کنندگی ۴۴۰ برابر ساکارز از شرکت تکفا، دانه قدومه شیرازی، شکر و وانیل از فروشگاه ها و بازار محلی تهیه شدند.

۲-۲- تولید صمغ قدومه شیرازی

استخراج صمغ دانه قدومه‌شیرازی با استفاده از روش کوچکی و همکاران (۲۰۱۰) انجام گردید. به این صورت که، ابتدا دانه های قدومه شیرازی به طور دستی و با دقت تمیز، سپس از دانه کامل با استفاده از آب مقطر دیونیزه تحت شرایط بهینه استخراج در دمای ۳۶ درجه سانتی‌گراد، pH ۴ و نسبت آب به دانه ۱:۴۰ به مدت یک ساعت صمغ استخراج شد. محلول تهیه شده به مدت یک شبانه روز در یخچال نگهداری، سپس توسط اکستراکتور آزمایشگاهی صمغ از آن استخراج گردید و پس از آن با استفاده از آون در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد خشک و در نهایت صمغ های خشک شده با آسیاب[1] خرد و سپس از غربال با مش ۱۰۰ عبور داده شدند (۲۰).

۲-۳- تهیه بستنی

فرمولاسیون بستنی شامل ۱۶درصد شکر، ۴۹/۸۲ درصدشیر، ۲۸/۲۹ درصد خامه، ۰/۴ درصد پایدارکننده، ۵/۳۸ درصد شیر خشک و ۰/۱ درصد پودر وانیل بود. برای پایداری محصول نهایی از قدومه شیرازی در مقادیر صفر، ۰/۱، ۰/۲، ۰/۳ و ۰/۴ درصد به عنوان جایگزین کربوکسی متیل سلولز استفاده گردید. استویا در مقادیر صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد، جایگزین شکر شد. برای تولید بستنی، ابتدا شیر و خامه همزمان در یک ظرف استیل ریخته و ضمن حرارت دادن تا دمای ۵۰ درجهٔ سانتی‌گراد، مرتباً همزده شدند. سپس به منظور یکنواختی، مخلوط به مدت ۵دقیقه توسط همزن برقی[2]، با سرعت ۳۰ دور در دقیقه همزده شد. در ادامه مخلوط مواد جامد شامل شکر، شیرخشک بدون چربی و پایدارکننده، به تدریج اضافه و پس از همزدن کامل، در بن ماری با دمای ۶۹ درجهٔ سانتی‌گراد به مدت نیم ساعت پاستوریزه گردید. در نهایت سریعاً به کمک مخلوط سرمازا (یخ و آب نمک) تا دمای ۵ درجهٔ سانتی‌گراد خنک و به مدت ۲۴ ساعت در دمای یخچال نگهداری و بعد از اتمام مرحله رساندن، پودر وانیل اضافه گردید. مخلوط نهایی در دستگاه بستنی ساز غیر مداوم خانگی یک لیتری[3]، به مدت ۴۰ دقیقه منجمد گردید. نمونه‌های بستنی منجمد در ظروف بسته بندی و به فریزر با دمای ۱۸- درجهٔ سانتی گراد منتقل تا عمل سخت‌شدن انجام شود (۱۲).

۲-٤- بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی بستنی

میزان ماده جامد بستنی براساس مواد اولیه و نمونه های تولیدی با استفاده از روش وزنی (۳۴)، و وزن مخصوص مخلوط بستنی با استفاده از روش پیکنومتری در دمای ۲۵ درجهٔ سانتی گراد تعیین شد. روش کار به این صورت بود که وزن پیکنومتر خشک و خالی (G)، وزن پیکنومتر همراه با آب مقطر (G_1) و وزن پیکنومتر به همراه نمونه (G_2) را اندازه گرفته و وزن مخصوص با رابطه زیر محاسبه شد (۱۶).

رابطه (۱)

$$\rho = G2\text{-}G/G1\text{-}G$$

1 - CNCM13ST1, Bosch, Germany

2- Tefal, France
1- Delonghi, Italy

برای اندازه‌گیری ذوب شدن بستنی ۸۰ گرم، از نمونه بر روی مش سیمی متصل به یک استوانه مدرج در دمای ۲۵ درجهٔ سانتی‌گراد با رطوبت نسبی ثابت ۵۰٪ قرار داده شد. حجم چکیده شده در فواصل ۱۰دقیقه و در کل ۴۵ دقیقه اندازه-گیری گردید (۳۲).

رابطه (۲)

درصد مقاومت به ذوب= وزن بستنی ذوب نشده/وزن بستنی×۱۰۰

افزایش حجم به روش وزنی با مقایسه حجم مشخصی از مخلوط بستنی قبل از انجماد (M_1) و بعد از انجماد (M_2) و محاسبه درصد اختلاف آنها توسط رابطه زیر حاصل گردید (۲۳).

رابطه (۳)

$$\%OR = M1-M2/M2$$

ارزیابی حسی برای ۵۰ نمونه بستنی تولید شده در این پژوهش (۵ تیمار قدومه، ۵ تیمار استویا و ۲ تیمار زمانی) پس از تولید، بر اساس روش هدونیک نه نقطه‌ای (۹ عالی ، ۵ متوسط و ۱ ضعیف) توسط افراد آموزش دیده انجام شد. صفات حسی مورد ارزیابی شامل عطر، طعم و پذیرش کلی بود(۲۴).

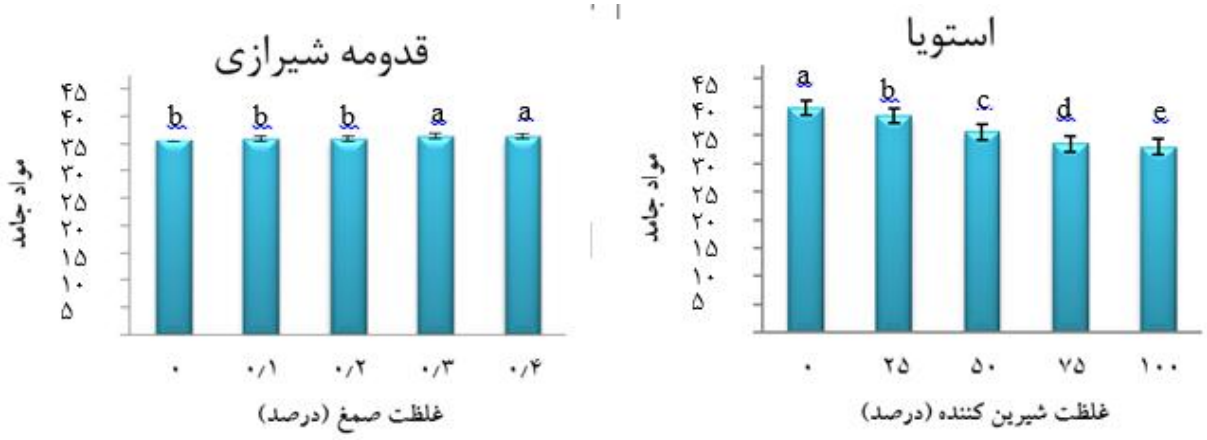
۲-۵- تجزیه و تحلیل آماری

برای ارزیابی خصوصیات فیزیکوشیمیایی تیمارها از قالب طرح دو عاملی (اثر جایگزینی استویا و قدومه شیرازی) در ۵ سطح با پایه کاملاً تصادفی و در سه تکرار و برای ویژگی‌های حسی بستنی، از قالب طرح سه عاملی (اثر جایگزینی استویا، قدومه شیرازی و زمان نگهداری بستنی) استفاده شد. مقایسه میانگین داده‌ها از طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن، در سطح اطمینان ۹۵ درصد و با نرم افزار SAS نسخه ۹/۲ انجام شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- بررسی تأثیر استویا و قدومه شیرازی بر مواد جامد بستنی

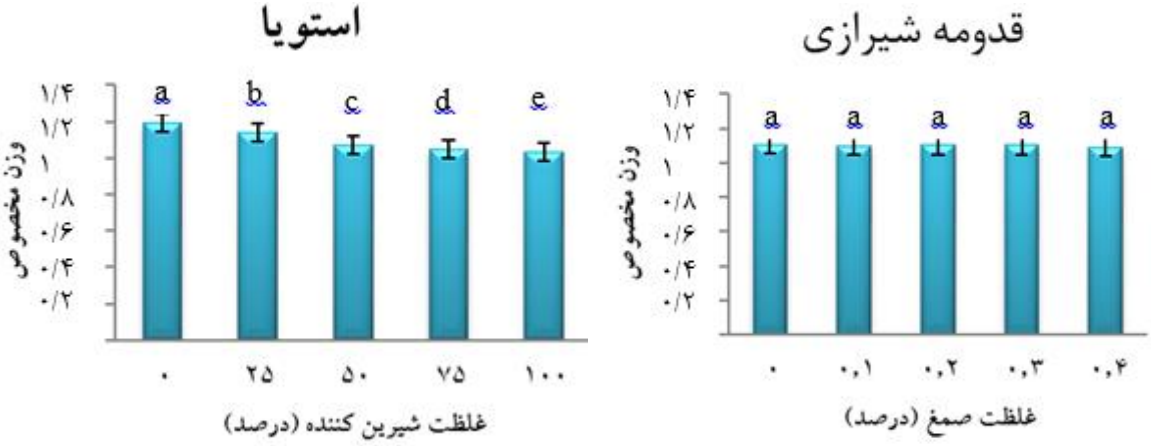
بر اساس شکل۱مقایسه میانگین میزان مواد جامد بستنی (درصد وزنی) نشان داد که افزودن شیرین کننده استویا و صمغ قدومه‌ی شیرازی تأثیر معنی‌داری بر میزان مواد جامد داشت ($P<۰/۰۰۰۱$). به گونه‌ای که با افزایش درصد استویا مقدار مواد جامد کاهش یافت. و برعکس استفاده از صمغ قدومه شیرازی منجر به افزایش مواد جامد بستنی شد. اوملا و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند که مواد جامد ناکافی در بستنی سبب کاهش کیفیت بافت خواهد شد.



شکل ۱- تأثیر شیرین‌کننده استویا و صمغ قدومه شیرازی بر میزان مواد جامد بستنی

۳-۲- بررسی تأثیر استویا و قدومه شیرازی بر وزن مخصوص بستنی

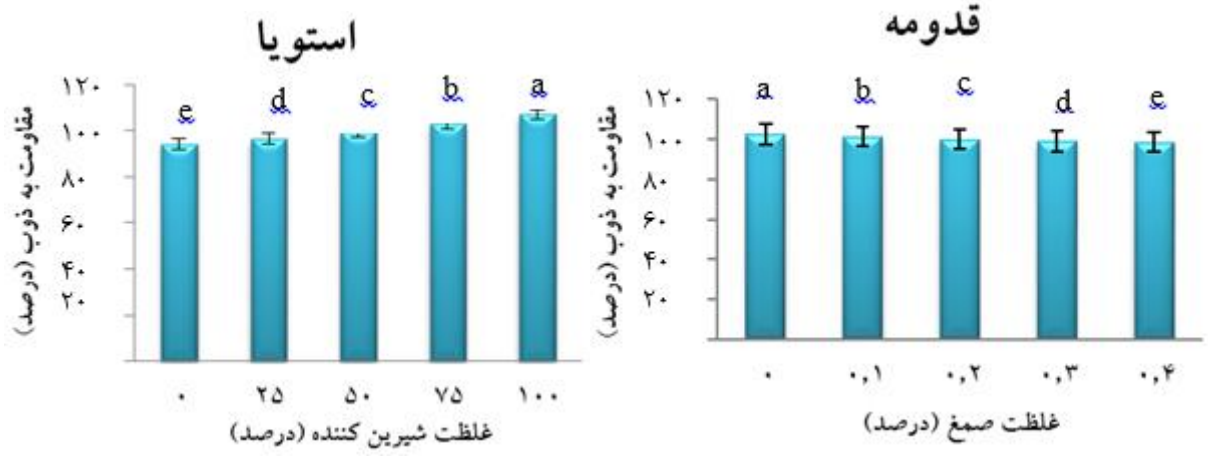
وزن مخصوص مایعات در فرآیندهایی مانند سانتریفیوژکردن، هموژنیزاسیون، تعیین ویژگی‌های جریان و محاسبه توان پمپ اهمیت دارد (۱۵). وزن مخصوص مخلوط‌های بستنی بسته به ترکیبات متشکله ۱/۰۵۴۴-۱/۱۲۳۲ می‌باشد که با نتایج به دست آمده در این مطالعه هم خوانی دارد (۸، ۲). طبق نتایج آورده شده در شکل ۲، تمام سطوح جایگزینی شکر با استویا منجر به کاهش معنی‌دار وزن مخصوص مخلوط بستنی نسبت به نمونه شاهد شد به گونه‌ای که تیمار شاهد بالاترین میزان وزن مخصوص (۱/۱۳) را داشت ($P <$ ۰/۰۰۰۱). در حالی که بین تیمارهای مختلف صمغ قدومه شیرازی تغییری در وزن مخصوص مشاهده نشد، به عبارت دیگر سطوح جایگزینی این صمغ با نمونه‌های حاوی کربوکسی متیل سلولز در بستنی تغییری در وزن مخصوص ایجاد نکرده و نمونه شاهد (۱۰۰ درصد کربوکسی متیل سلولز) تفاوتی با سایر نمونه‌های حاوی قدومه شیرازی نداشت (شکل ۲). مطابق مطالعه چاووشی و همکاران (۱۳۹۲) در خصوص استفاده از پورهٔ چغندر به عنوان جایگزین ساکارز و پایدارکننده در بستنی، با افزایش پورهٔ چغندر وزن مخصوص از صفر تا ۲۰ درصد وزنی/وزنی کاهش پیدا کرد که با داده‌های این پژوهش مطابقت دارد. همچنین نتایج رفتنی امیری و احمدی (۱۳۹۳) نشان دادند که، کم‌ترین وزن مخصوص بستنی با ۰/۴ و بیشترین مربوط به مخلوط حاوی ۷۵ درصد کتیرا و ۲۵ درصد کربوکسی متیل سلولز به میزان ۱/۰۸ می‌باشد. در مطالعه نامبردگان تیمار شاهد کم‌ترین میزان وزن مخصوص را داشت که بر خلاف نتایج پژوهش حاضر است.



شکل ۲- تأثیر شیرین‌کننده استویا و صمغ قدومه شیرازی بر وزن مخصوص بستنی

۳-۳- بررسی تأثیر استویا و قدومه شیرازی بر مقاومت به ذوب بستنی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که ویژگی مقاومت به ذوب بستنی در تمامی تیمارهای مورد مطالعه (استویا، قدومه شیرازی) تحت تأثیر قرار گرفته است (**P** <۰/۰۰۰۱). طبق داده‌های شکل ۳، بیشترین و کمترین میزان مقاومت به ذوب به ترتیب در نمونه‌های حاوی ۱۰۰ درصد استویا به میزان ۱۰۷/۱۸ و تیمار صفر درصد به مقدار ۹۴/۴۵ مشاهده شد. در کل تفاوت بین سطوح مختلف استویا با یکدیگر معنی‌دار بود به طوری که با افزایش میزان استویا مقاومت به ذوب بستنی نیز افزایش پیدا کرد. با استفاده از صمغ قدومه شیرازی در مخلوط بستنی نیز تفاوت معنی‌داری بین سطوح مختلف مشاهده شد به طوری که مشخص است تیمار شاهد (بدون صمغ) پایین‌ترین درصد مقاومت به ذوب را دارا بود. در مقابل جایگزینی کربوکسی متیل سلولز با صمغ قدومه موجب افزایش میزان مقاومت به ذوب مخلوط بستنی شد به طوری که، این میزان در تیمار ۰/۴درصد از ۹۴/۴۵ به ۱۰۲/۳۴ رسید که نسبت به تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری را نشان داد. در ذوب شدن بستنی دو پدیده انتقال حرارت و انتقال جرم به صورت هم‌زمان دخالت دارند. در طی ذوب شدن، حرارت محیط تدریجاً از قسمت خارجی به قسمت داخلی بستنی نفوذ کرده و موجب ذوب شدن کریستال‌های یخ می‌شود. آب حاصل از ذوب کریستال‌های یخ در فاز سرمی غیر منجمد پخش شده و سپس مخلوط رقیق شده از بین ساختار کفی بستنی عبور نموده و نهایتاً چکه می‌کند و به عبارتی بهتر جریان می‌یابد (۳۰). آکین و همکاران (۲۰۰۷)، اعلام کردند فرآیند ذوب بستنی در ارتباط با آزادی حرکت مولکول‌ها است. با توجه به نتایج حاصل از مطالعه رفتنی امیری و احمدی (۱۳۹۳)، کاربرد کربوکسی متیل سلولز با ایجاد ویسکوزیته بالاتر نسبت به مخلوط صمغ‌ها و همچنین نسبت به نمونه حاوی ۱۰۰ درصد کتیرا، موجب می‌شود مولکول‌های آب فاقد تحرک شوند و نتوانند آزادانه میان مولکول‌های مخلوط حرکت کنند. بنابراین کتیرا در تمام سطوح بکار رفته موجب کاهش مقاومت به ذوب بستنی شد که برخلاف نتایج مطالعه حاضر بر روی صمغ قدومه شیرازی عمل نمود. فاکتورهای زیادی مانند اجزا فرمولاسیون، ضریب قوام، حجم فاز یخی، حجم و نوع گلبول‌های چربی بر سرعت ذوب بستنی موثرند. طبق نتایج جاویدی و همکاران (۱۳۹۳)، افزودن صمغ به دلیل افزایش ویسکوزیته ٔ سیستم، افزایش مقاومت به ذوب نمونه‌ها را در پی داشت که مشابه نتایج به دست آمده در این بررسی بر روی قدومه شیرازی نیز حاصل گردید.

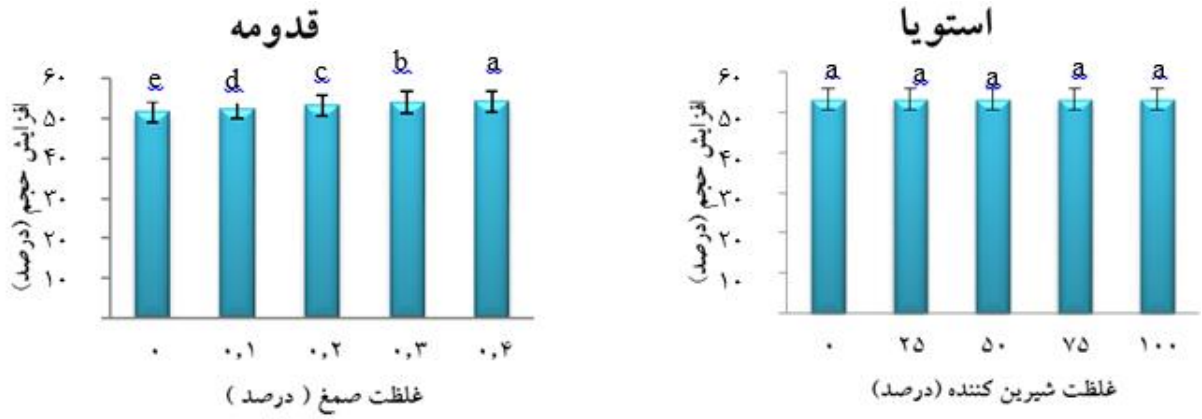


شکل ۳- تأثیر شیرین‌کننده استویا و صمغ قدومه شیرازی بر مقاومت به ذوب بستنی

۳-٤- بررسی تأثیر استویا و قدومه شیرازی بر افزایش حجم[1] بستنی

نتایج شکل۴، نشان داد که استویا تأثیر معنی‌داری بر میزان افزایش حجم نداشت (P =۰/۷۷). در مقابل کاربرد قدومه شیرازی در مخلوط بستنی موجب تأثیر معنی‌داری بر میزان افزایش حجم شد (P<۰/۰۰۰۱). با بررسی شکل ۴ مشخص می‌شود که، میزان افزایش حجم بستنی تیمار شده با صمغ قدومه شیرازی حدود ۵۳-۶۳ حاصل بود. به عنوان مثال در تیمار شاهد (بدون صمغ) کم‌ترین افزایش حجم به مقدار ۵۳/۸۰ درصد مشاهده گردید. این در حالی است که افزایش سطوح جایگزینی صمغ قدومه شیرازی (از ۰/۱ به ۰/۴) سیر صعودی افزایش حجم مشخص گردید به طوری که، این ویژگی با مقدار ۶۳/۲۸ در تیمار ۰/۴ درصد قدومه شیرازی در مقایسه با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری داشت. افزایش حجم بستنی به دلیل ارتباط آن با ویژگی‌های بافتی بستنی بسیار حائز اهمیت بوده، چون افزایش حجم پایین موجب پدید آمدن پیکره‌ای سرد و خیس در بستنی شده اما، افزایش حجم بیش از حد نیز باعث به وجود آمدن بافتی کف مانند می‌گردد (۲۶،۲۹). از این رو جهت اتخاذ مناسب‌ترین افزایش حجم می‌بایست پذیرش مصرف-کنندگان و متعاقب آن مسایل اقتصادی مورد توجه قرار گیرد (۱۲). برخی محققین میزان اوران مطلوب در بستنی مرغوب را ۲۵-۵۰ درصد و برخی دیگر ۳۷/۷-۷۱/۳ درصد اعلام کردند (۲۵). هاشم و همکاران (۲۰۱۶) نشان دادند که با افزایش شیره خرما درصد افزایش حجم سیر صعودی داشته اما این مقدار معنی‌دار نبود. علیزاده و همکاران (۲۰۱۴) با بررسی اثر استویا بر روی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی بستنی نرم گزارش کردند که با افزایش میزان استویا میزان افزایش حجم زیاد شده که با نتایج پژوهش حاضر مشابهت ندارد. امیری عقدایی و همکاران (۱۳۹۱) نیز گزارش کردند که با افزایش غلظت موسیلاژ دانه اسفرزه میزان افزایش حجم کاهش یافت. در نمونه‌های حاوی پایدار کننده‌های ترکیبی (موسیلاژ- ثعلب) نیز بیان شد که با افزایش غلظت پایدارکننده میزان افزایش حجم کاهش یافت که با نتایج این بررسی مغایرت دارد. با توجه به گزارش‌های سایر پژوهشگران در ارتباط با اهمیت ویسکوزیته مخلوط بستنی و تأثیر آن بر میزان افزایش حجم، دلیل اینکه افزایش غلظت صمغ‌ها موجب کاهش میزان افزایش حجم شده، ممکن است این امر باشد که، افزایش ویسکوزیتهٔ مخلوط بستنی موجب کاهش قابلیت هم‌زدن آن و جلوگیری از ورود هوا به داخل مخلوط بستنی شده باشد. زیرا هر چه ویسکوزیته کمتر باشد، نیروی برشی کم‌تری برای هم زدن، انجماد و هوادهی لازم است و حباب‌های هوا دائماً بدون متلاشی شدن و به طور مناسب داخل بافت توزیع می‌شود (۲۳). بهرام پرور و همکاران (۱۳۸۷) با بررسی تأثیر جایگزینی کربوکسی متیل سلولز و ثعلب با ترکیبات هیدروکلوییدی بالنگو شیرازی، اعلام کردند با افزایش ویسکوزیته، میزان افزایش حجم کاهش می‌یابد. این محققین میزان افزایش حجم بستنی هنگام استفاده از کربوکسی متیل سلولز، ثعلب و بالنگو شیرازی را در محدوده ۳۵ تا ۶۴ درصد گزارش کردند. گوهری اردبیلی و همکاران (۱۳۸۴)، با بررسی تأثیر جایگزینی شکر با شیره خرما بر ویژگی های فیزیکی و حسی بستنی نرم، اعلام کردند با افزایش ویسکوزیته میزان افزایش حجم کاهش می‌یابد.

1- Over run



شکل ٤- تأثیر شیرین‌کننده استویا و صمغ قدومه شیرازی بر افزایش حجم بستنی

۳-۵- بررسی تأثیر استویا و قدومه شیرازی برویژگی‌های حسی بستنی

در جداول۱ میانگین امتیاز خصوصیات حسی شامل عطر و طعم و پذیرش کلی با سطوح مختلف استویا و صمغ قدومه شیرازی نشان داده شده است.

جدول ۱- نتایج امتیازهای ارزیابی حسی بستنی تیمار شده با سطوح مختلف استویا و صمغ قدومه شیرازی

درصد جایگزینی استویا	عطر و طعم	پذیرش کلی	درصد صمغ قدومه شیرازی	عطر و طعم	پذیرش کلی
صفر	۸/۸٦±۰/۰۲^{a}	۸/۳٤±۰/۰۲^{a}	صفر	۸/۸٦±۰/۰۲^{a}	۸/۳٤±۰/۰۲^{a}
۲۵	۸/٤۰±۰/۰۲^{b}	۷/٦۹±۰/۰۲^{b}	۰/۱	۸/۷۷±۰/۰۲^{ba}	۸/۱٦±۰/۰۲^{c}
۵۰	۸/۰٤±۰/۰۲^{c}	۷/۳٤±۰/۰۲^{c}	۰/۲	۸/۷۳±۰/۰۲^{b}	۸/۲۱±۰/۰۲^{b}
۷۵	۷/٤٤±۰/۰۲^{d}	۷/۱۱±۰/۰۲^{d}	۰/۳	۸/۷۸±۰/۰۲^{ba}	۸/۳۵±۰/۰۲^{a}
۱۰۰	٦/۰٦±۰/۰۲^{e}	۵/٦۰±۰/۰۲^{e}	۰/٤	۸/۸۱±۰/۰۲^{ab}	۸/۲۹±۰/۰۲^{ab}

* حروف غیر مشابه در هر ستون نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ است.

همان طور که یافته‌های جدول (۱) نشان می‌دهد شیرین‌کننده استویا به عنوان یک شیرین‌کننده طبیعی نتوانست موجب بهبود عطر و طعم نمونه‌های بستنی گردد. به طوری که مشخص است، نمونه شاهد بدون وجود استویا با میانگین ۸/۸۶ بالاترین امتیاز را در ارزیابی حسی بین نمونه‌های حاوی استویا به خود اختصاص داد. به عبارت دیگر افزایش غلظت شیرین‌کننده استویا از ۲۵ درصد تا ۱۰۰ درصد موجب کاهش معنی‌دار عطر و طعم بستنی شد به طوری که نمونه حاوی ۱۰۰ درصد استویا با میانگین ۶/۰۶ نسبت به تیمار شاهد با اختلاف معنی‌داری از نظر عطر و طعم امتیاز کمی از ارزیابان گرفت. افزودن صمغ قدومه شیرازی تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای مختلف از نظر ارزیابی حسی عطر و طعم از خود نشان نداد. به طوری که تیمار شاهد با امتیاز ۸/۸۶ بالاترین امتیاز عطر و طعم را به خود اختصاص داد و بعد از آن نمونه حاوی ۰/۴ درصد قدومه با ۸/۸۱ در رتبه دوم از نظر این ویژگی حسی قرار گرفت. بی‌شک ویژگی‌های بافتی و طعم بستنی از مهم‌ترین فاکتورهای پذیرش از دیدگاه مصرف‌کننده می‌باشند (۳۱). طبق نتایج رفتنی امیری و احمدی (۱۳۹۳)، بر روی جایگزینی کربوکسی‌متیل‌سلولز با صمغ کتیرا، با افزایش سطح جایگزینی، امتیاز عطر و طعم نمونه‌ها به طور منظم و معنی‌داری افزایش یافت. به طوری که نمونه شاهد کم ترین و نمونه حاوی ۱۰۰ درصد کتیرا بالاترین امتیاز مربوط به عطر و طعم را کسب کردند. هیدروکلوییدها عمدتاً از نظر عطر و آروما خنثی هستند ولی اجازه آزاد شدن طعم‌های سایر افزودنی‌ها را می‌دهند (۱۱). سوکولیس و همکاران (۲۰۰۸و۲۰۱۰) با بررسی تأثیر درصد پایدارکننده‌های مختلف (زانتان، سدیم آلژینات، گوار، کربوکسی متیل سلولز و هیدروکسی پروپیل متیل) بر ویژگی‌های طعمی بستنی پروبیوتیک اعلام کردند، کاهش درصد هیدروکلوییدها منجر به بهبود شیرینی و طعم وانیل شد که احتمالاً ناشی از کاهش آزادسازی طعم وانیل به دلیل پایدارسازی بیش از حد نسبت دادند. نتایج جدول (۱) نشان می‌دهد که، با افزایش درصد استویا امتیاز پذیرش کلی کاهش یافت ($P <$ ۰/۰۰۰۱). درمقابل افزودن صمغ قدومه شیرازی در سطوح مختلف تفاوت معنی‌داری از خود نشان نداد. به عنوان مثال تیمار ۰/۱ درصد با ۸/۱۶ کم ترین میانگین امتیاز پذیرش کلی را به خود اختصاص داد و بیشترین امتیاز پذیرش کلی مربوط به نمونه ۰/۳ صمغ قدومه و به مقدار ۸/۳۵ گزارش گردید. طبق نتایج بهرام پرور و همکاران (۱۳۸۷) نتایج داوری حسی نمونه‌های حاوی کربوکسی متیل سلولز جایگزین شده با بالنگو شیرازی، هیچ تفاوت معنی‌داری در پذیرش کلی مصرف‌کنندگان نشان نداد اما به طور کلی با افزایش درصد ترکیبات هیدروکلوییدی دانه بالنگو، پذیرش کلی افزایش یافته است که مشابه نتایج بدست آمده در این مطالعه می‌باشد.

٤- نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این مطالعه نشان دادکه، جایگزینی شکر با استویا در فرمولاسیون بستنی منجر به افت خواصی نظیر مقدار مواد جامد، وزن مخصوص و خواص حسی وافزایش مقاومت به ذوب بستنی می شود و تاثیری بر افزایش حجم آن ندارد. از طرفی با افزودن صمغ قدومه شیرازی مقدار مواد جامد و حجم بستنی افزایش و مقاومت به ذوب کاهش یافت در حالی‌که اثر افزودن صمغ بر وزن مخصوص و خواص حسی بستنی معنی دار نبود. بر اساس برآیند یافته‌های حاصل از این تحقیق جایگزینی ۲۵٪ شکر با استویا و استفاده از ۰/۴٪ صمغ قدومه شیرازی به جای کربوکسی متیل سلولز در فرمولاسیون بستنی توصیه می شود.

٥- منابع

۱. امیری عقدایی، س. س.، اعلمی، م.، رضایی، ر.، دادپور، م. و خمیری، م.، ۱۳۹۱. تأثیر موسیلاژ دانه های ریحان و اسفرزه بر ویژگی های

فیزیکوشیمیایی، رئولوژیکی و حسی بستنی نرم، *نشریه پژوهش و نوآوری در علوم و صنایع غذایی*، جلد۱، شماره۱، ۳۸-۲۳.

۲. بهرام پرور، م.، حداد خداپرست، م. ح. و امینی، ا. م.، ۱۳۸۷. بررسی تأثیر جایگزینی مقادیر مختلف صمغ های کربوکسی متیل سلولز و ثعلب با صمغ بالنگوی شیرازی بر خصوصیات بستنی خامه ای، *نشریه پژوهش های علوم و صنایع غذایی*، جلد٤، شماره۱، ٤٧-۳۷.

۳. چاووشی، ف.، تقی زاده، م. و مهدیان، ا.، ۱۳۹۳. بررسی امکان استفاده از پوره چغندر قند (*Beta Vulgaris L.*) به عنوان جایگزین ساکاروز در بستنی، *مجموعه مقالات بیست و دومین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی ایران*، گرگان، ایران.

٤. رفتنی امیری، ز. و احمدی، م. ا.، ۱۳۹۳. بررسی امکان جایگزینی کربوکسی متیل سلولز با صمغ کتیرا بر ویژگی های فیزیکی و حسی بستنی، *نشریه پژوهش های صنایع غذایی*، جلد۲٤، شماره۲، ۲۹۰-۱۷۹.

۵. سقایی شهری، ا.، کاراژیان، ح. و محمدی نافچی، ع.، ۱۳۹۳. ویژگی های رئولوژیکی و بافتی بستنی حاوی صمغ دانه شاهی، *نشریه پژوهش های صنایع غذایی*، جلد۲٤، شماره۲، ۱۸۸-۱۷۹.

٦. گوهری اردبیلی، ا.، حبیبی نجفی، م. ب. و حداد خداپرست، م. ح.، ۱۳۸٤. بررسی تاثیر جایگزینی شکر با شیره خرما بر ویژگی های فیزیکی و حسی بستنی نرم، *نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران*، جلد۱، شماره۲، ۳۲-۲۳.

۷. نورمحمدی، ا.، پیغمبردوست، س. ه.، اولاد غفاری، ع.، آزادمرد دمیرچی، ص. و حصاری، ج.، ۱۳۹۰، تأثیر جایگزینی ساکارز توسط قندهای الکلی و آسپارتام بر خواص کیک اسفنجی، *نشریه پژوهشهای صنایع غذایی*، جلد۲۱، شماره۲، ۱٦٥-۱٥٥.

8. Abdullah, M., Rehman, S., Zubair, H., Saeed, H. M., Kousar, S. and Shahid, M. 2003.Effect of skim milk in soymilk blend on the quality of ice cream. *Pakistan Journal of Nutrition*, 2: 305-311.
9. Akin, M. B., Akin, M. S., and Kirmaci, Z. 2007. Effect of inulin and sugar levels on the viability of yoghurt and probiotic bacteria and the physical and sensory characteristics in probiotic ice cream. *Food chemistry*, 104(1): 93-99.
10. Alizadeh, M., Azizi-Lalabadi, M. and Kheirouri, S. 2014. Impact of using stevia on physicochemical, sensory, rheology and glycemic index of soft ice cream. *Food and Nutrition Sciences*, 5: 390-396.
11. Ayar, A., Sert, D. and Akbulut, M. 2009. Effect of salep as a hydrocolloid on storage stability of 'I ˙ncir Uyutması' dessert. *Food Hydrocolloids*, 23(1): 62–71.
12. Bahramparvar, M. and Mazaheri Tehrani, M. 2011. Application and functions of stabilizers in ice cream. *Food Reviews International*, 27(4): 389-407.
13. Beresovsky, N., Kopelman, I. J. and Mizrahi, S. 1995. The role of pulp interparticle interactions in determining tomato juice viscosity. *Journal of Food Processing and Preservation*, 19(2): 133-146.
14. Glicksman, M., 1982. *Food Hydrocolloids*, Vol 1, 2 and 3. FL: CRC Press Inc.
15. Goff, H. D. 2008. 65 Years of ice cream science. *International Dairy Journal*, 18: 754-758.

16. Goff, H. D. and Hartel, R. 2013. *Ice cream*. P.403-430. Springer, New York.
17. Hashim, I. B. and Al Shamsi, K. S. 2016. Physiochemical and sensory properties of ice-cream sweetened with date syrup. *MOJ Food Processing & Technology*, 2(3): 91-95.
18. Heyman, B., Depypere, F., Delbaere, C. and Dewettinck, K. 2010. Effects of non-starch hydrocolloidson the physicochemical propertiesand stability of a commercial béchamel sauce. *Journal of Food Engineering*, 99(2): 115-120.
19. Konde Deshmukh, Y.R., Sirsat, A. N., Hande, P. K., Zele, S. S. and More, K. D. 2014. Preparation of ice-cream using natural sweetener stevia. *Food Science Research Journal*, 5(1): 30-33.
20. Koocheki, A., Mortazavi, S. A., Shahidi, F., Razavi, S. M. A., Kadkhodaee, R. and Milani, J. M. 2010. Optimization of mucilage extraction from Qodume Shirazi seed (*Alyssum Homolocarpum*) using response surface methodology. *Journal of Food Process Engineering*, 33(5): 861-882.
21. Koocheki, A., Taherian, A. R., Razavi, S. M. A. and Bostan, A. 2009. Response surface methodology for optimization of extraction yield, viscosity, hue and emulsion stability of mucilage extracted from *Leidiumperfoliatum* seeds. *Food Hydrocolloids*, 23(8): 2369-2379.
22. Louis, J. L., Balestrieri, M. L. and Napoli, C. 2007. Nutrition, physical activity, and cardiovascular disease. *Cardiovascular Research*, 73(2): 326-340.
23. Marshall, R. T. and Arbuckle, W. S. 1996. *Ice Cream*. 5th (ed.). P.349. Chapman & Hall, NewYork.
24. Marshall, R. T., Goff, R.D. and Hartel, R.W., 2003, *Ice cream*. 6th (ed.). Kluwer Academic/Plenum Publishers, NewYork.
25. Muse, M.R. and Hartel, R.W. 2004. Ice cream structural elements that affect melting rate and hardness. *Journal of Dairy Science*, 87(1): 1-10.
26. Paton, A., Harley, M.R. and Harley, M. M. 1999. Basil: the genus ocimum (edited by R. Hiltumen & Y. Holm). The Netherlands: Harwood Academic Publishers, P.1–38.
27. Pól, J., Hohnová, B. and Hyötyläinen, T. 2007. Characterisation of *Stevia Rebaudiana* by comprehensive two-dimensional liquid chromatography time-of-flight mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 1150(1-2): 85-92.
28. Ramesh, K., Singh, V. and Megeji, N.W. 2006. Cultivation of stevia rebaudiana (BERT) Bertoni: a comprehensive review. *Advance in Agronomy*, 89: 137-177.
29. Rincon, F., Leon de Pinto, G. and Beltran, O. 2006. Note. behaviour of a mixture of acacia glomerosa, enterolobium cyclocarpum and Hymenaea courbaryl gums in ice cream preparation. *Food Science and Technology International*, 12(1): 1-13.
30. Soukoulis, C., Chandrinos, I. and Tzia, C. 2008. Study of the functionality of selected hydrocolloids and their blends with K-carrageenan on storage quality of vanilla ice cream. *LWT-Food Science and Technology*, 41: 1816-1827.
31. Soukoulis, C., Lyroni, E. and Tzia, C. 2010. Sensory profiling and hedonic judgment of probiotic ice cream a function of hydrocolloids, yogurt and milk fat content. *LWT-Food Science and Technology*, 43(9): 1351-1358.
32. Thompson, L.U. 1983. Succinylated whey protein concentrates in ice cream and instant puddings. *Journal Dairy Science*, 66(8): 1630-1637.
33. Umelo, M. C., Uzoukwu, A. E., Odimegwu, E. N., Agunwah, I. M., Njoku, N. E. and Alagbaoso, S. O. 2014. Proximate, physicochemical and sensory evaluation of ice cream from

blends of cow milk and Tigernut (Cyperus esculentus) milk. *International Journal of Scientific Research and Innovative Technology*, 1(4): 63-76.

34. Winton, L. A. and Winton, K.B. 2001. Techniques of food analysis, Agrobios, India, 780-790.

(Original Research Paper)

The Effect Stevia and Qodume Shirazi Seed Gum (Alyssum homolocarpum) on the Physicochemical and Sensory Properties of Ice cream

Sona Shoaei [1], Esmaeil Ataye Salehi1[1*], Masood Najaf Najafi[2]

1- Department of Food Science and Technology, Quchan Branch, Islamic Azad University, Quchan, Iran.

2- Department of Food Science and Technology, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research Education and Extention Organization, Mashhad, Iran.

Received:04/03/2020 Accepted:08/07/2020

Abstract

In the production of ice cream as one of the well-known desserts, the role of hydrocolloids and sweeteners is very important. In this study, the effect of Alyssum homolocarpum seed gum (AHSG) at 0, 0.1, 0.2, 0.3 and 0.4% as carboxymethyl cellulose substitution and stevia at 0, 25, 50, 75 and 100% as Sugar substitution on physicochemical and sensory properties of soft ice cream was investigated. The results showed that the highest solids content of ice cream was 0.3% AHSG and 0% Stevia. In contrast, all levels of stevia replacement resulted in a significant reduction in specific gravity compared to the control sample. The highest and the lowest ice cream melting resistance was observed in the sample with 0.4% AHSG (102.34) and control sample (94.45), respectively while the ice cream volume is significantly increased with growing the percent of AHSG. Using stevia and AHSG had a significant impact on ice cream sensory characteristics and improved them.

Keywords: Stevia, Ice Cream, Physicochemical and Sensory Properties, Alyssum Homolocarpum Seed Gum.

*Corresponding Author: eatayesalehi@yahoo.com