

مقاله کوتاه پژوهشی

تأثیر صمغ‌های گوار و دانه ریحان بر ویژگی‌های فیزیکی بستنی نیم‌چرب و کم‌چرب

فاطمه جاویدی^۱، سید محمد علی رضوی^{۲*}، مصطفی مظاهری تهرانی^۳، بهاره عماده زاده^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۰۸/۲۳

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۹/۰۷

چکیده

امروزه، ارتباط مصرف زیاد چربی با بیماری‌های مختلف شناخته شده است. بنابراین، افراد جامعه مصرف فراورده‌های غذایی کم‌چرب را به انواع با چربی کامل ترجیح می‌دهند. هدف این تحقیق بررسی اثر صمغ‌های گوار، دانه ریحان و مخلوط ۵۰:۵۰ آن‌ها بر خصوصیات بستنی کم‌چرب (۲/۵ درصد) و نیم‌چرب (۵ درصد) در مقایسه با نمونه شاهد پرچرب (۱۰ درصد) بود. بدین منظور اثرات این صمغ‌ها به عنوان جایگزین چربی در سطوح مختلف (۰/۳۵، ۰/۴۵، ۰/۵ و ۰/۵۵ درصد) بر ویژگی‌های فیزیکی نمونه‌ها شامل ویسکوزیته ظاهری، سرعت ذوب، ضریب افزایش حجم، pH، دمای خروج از بستنی‌ساز و کدورت مورد ارزیابی قرار گرفت. با کاهش چربی، ویسکوزیته ظاهری کاهش، سرعت ذوب و ضریب افزایش حجم افزایش یافت، اما با افزودن صمغ به عنوان جایگزین چربی و افزایش غلظت آن، روند معکوسی در این سه ویژگی دیده شد.

واژه‌های کلیدی: بستنی، جایگزین چربی، صمغ، ویژگی‌های فیزیکی

کریستال‌های شکر و یخ، کنترل رهایش عطر و طعم و جایگزین چربی بسیار گسترش یافته است (Roller and Jones, 1996; Williams and Phillips, 2000)

مقدمه

در آندوسپرم دانه‌های گیاه گوار پلی‌ساکارید گالاتومانانی وجود دارد که از واحدهای پشت سر هم مانوز تشکیل شده و این واحدها به صورت یک در میان به یک مولکول گالاتوز متصل هستند، صمغ گوار به سهولت جذب آب می‌کند بطوری که در دمای ۲۵ تا ۴۰ درجه سانتی‌گراد توسط همزدن قابل حل است. از نظر ساختمانی خنثی بوده و ویسکوزیته ایجاد شده توسط آن، به میزان کمی تحت تأثیر تغییرات pH محیط قرار می‌گیرد. حتی در مقادیر کم، قادر به افزایش زیاد ویسکوزیته می‌باشد. در برابر انجماد - خروج از انجماد مقاوم بوده و ارزان است، براحتی پخش می‌شود و پایدارکننده ای است که با کاهش سرعت رشد کریستال‌های یخ، به حفظ بافت نرم بستنی کمک می‌کند (Adapa et al., 2000; Roller and Jones, 1996; Wielinga, 2000).

بستنی فرآورده منجمدی است که از شیر یا محصولات شیری با افزودن سایر ترکیبات از قبیل مواد شیرین‌کننده، پایدارکننده، امولسیفایر و مواد مولد عطر و طعم به دست می‌آید. چربی شیر، ترکیبی است که علاوه بر تأمین انرژی، اهمیت تغذیه‌ای داشته و از دیدگاه فیزیکی و حسی نقش مهمی را در مطلوبیت بستنی ایفا می‌کند. از طرفی وجود ارتباط مصرف زیاد چربی با بیماری‌هایی مانند چاقی، دیابت، سرطان و بیماری‌های قلبی، تقاضای روزافزون افراد جامعه را در مصرف فراورده‌های غذایی کم‌چرب در پی داشته است، اما با توجه به نقش چندگانه چربی، حذف یا کاهش آن اثرات عمده‌ای بر ویژگی‌های مختلف بستنی می‌گذارد و برای جبران این اثرات منفی، لازم است از ترکیباتی به عنوان جایگزین چربی استفاده گردد (Drake et al., 1999).

ریحان عضو خانواده نعناعیان^۵ است، گونه‌ای از آن که در ایران گسترش دارد اوسیموم باسیلیکوم (*Ocimum Bacilicum*) می‌باشد. بر اساس گزارش ایران به کنفرانس بین‌المللی منابع ژنتیکی FAO (۱۹۹۶)، گیاه ریحان به عنوان گیاه بومی ایران معرفی شده است (حسینی پرور، ۱۳۸۸). در طب سنتی ایران، از جوشانده و دم کرده دانه و برگ گیاه ریحان برای رفع التهاب مجاری ادراری، رفع درد سینه و

هیدرولکولئیدها بیوپلیمرهایی آبدوست با ساختمان پروتئینی یا کربوهیدراته هستند و امروزه کاربرد آن‌ها در صنایع مختلف، به دلیل عملکردهایی نظیر قوام‌دهندگی، تشکیل ژل، جلوگیری از تشکیل

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی ارشد و استادن، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۴- استادیار، پژوهشکده علوم و صنایع غذایی خراسان رضوی
* - نویسنده مسئول
(Email :s.razavi@um.ac.ir)

کاربردهای هیدروکلوئیدهای بومی با هدف شناسایی پتانسیل بالقوه برای تجاری‌سازی آن‌ها، تحقیق در این زمینه ضروری می‌باشد. در این مطالعه، قابلیت کاربرد صمغ‌های گوار و دانه ریحان (بصورت منفرد و مخلوط) به عنوان جایگزین چربی و با هدف دستیابی به ویژگی‌های فیزیکی مطلوب در نمونه‌های بستنی کم‌چرب و نیم‌چرب مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

مواد

در این پژوهش، شیر استریلیزه و هموژنیزه (۱/۵ درصد چربی) از شرکت صنایع لبنی میهن، خامه استریلیزه و هموژنیزه (۲۵ درصد چربی) از شرکت صنایع لبنی پگاه خراسان، امولسیفایر E471 از شرکت بلدم (Beldem company, Belgium)، صمغ گوار از شرکت رودیا (Rhodia company, Germany) و شیر خشک بدون چربی از شرکت زرین شاد اصفهان و شکر و وانیل از فروشگاه‌های لوازم قنادی خریداری شد.

روش‌ها

استخراج صمغ: صمغ دانه ریحان در شرایط بهینه دمای 68°C و $\text{pH}=8$ و نسبت آب به دانه، ۱:۶۵ استخراج گردید. بدین گونه که پس از شستن سریع دانه‌های ریحان، با مقدار آب مشخص مخلوط شد و پس از تنظیم pH توسط اسید هیدروکلریک و هیدروکسید سدیم، با قرار دادن در دمای موردنظر به مدت ۲۰ دقیقه و هم‌زدن طی این مرحله، حداکثر جذب آب بدست آمد. سپس با استفاده از استخراج کننده (Pars Khazar 700P, Rasht, Iran) صمغ بدست آمده استخراج گردید. مقدار پروتئین، لیپید، خاکستر و کربوهیدرات در این شرایط به ترتیب ۲/۰۱، ۱۱/۵۵، ۵/۸۹ و ۷۴/۱۹ بود. (رضوی و همکاران، ۲۰۰۹).

تهیه بستنی: فرمولاسیون بستنی معمولی شامل ۱۰ درصد چربی، ۱۵ درصد شکر، ۱۱ درصد ماده جامد بدون چربی شیر، ۰/۳۵ درصد پایدارکننده، ۰/۱ درصد وانیل و ۰/۱۵ درصد امولسیفایر بود. پس از توزین اجزاء لازم، ابتدا مواد مایع شامل شیر و خامه ضمن حرارت دادن تا حداکثر 50°C مرتباً هم‌زده شدند. پس از آن، مخلوط مواد جامد شامل شکر، شیرخشک بدون چربی، امولسیفایر و صمغ به مایع حرارت دیده اضافه و پس از حل شدن به وسیله همزن (Sunny, Model SM-65, Germany) به مدت ۳ دقیقه کاملاً مخلوط شده و در دمای 80°C به مدت ۲۵ ثانیه پاستوریزه و توسط هموژنایزر (Turrax T25D IKA, Germany Ultra) به مدت ۲ دقیقه در دور ۲۳۰۰۰ هم‌زن گردید. سپس بلافاصله به کمک حمام آب، یخ و نمک تا دمای 5°C سرد شد. پس از آن، مرحله رسیدن به مدت ۱۲

ریه‌ها، رفع زخم معده و سوء هاضمه استفاده می‌شود، با خیساندن دانه سیاه رنگ ریحان در آب، پریکارپ خارجی به سرعت جذب آب کرده و متورم می‌گردد، با توجه به خوراکی بودن دانه ریحان، لایه موسیلاژی تشکیل شده نیز در مواد غذایی قابل استفاده است (عمادزاده، ۱۳۸۹). شرایط بهینه استخراج موسیلاژ آن توسط رضوی و همکاران (۲۰۰۹) تعیین شده است.

در راستای بررسی اثر سطوح مختلف نشاسته اصلاح شده نخود (صفر، ۵/۰۷، ۵/۱۹ و ۵/۳۶ درصد) بر بافت بستنی‌های وانیلی بدون چربی (۰/۴ درصد)، کم‌چرب (۲/۵ درصد)، نیم‌چرب (۵ درصد) و مقایسه با نوع معمولی (۱۰ درصد)، Aime و همکاران (۲۰۰۰) خصوصیات حسی انواع نیم‌چرب را قابل مقایسه با بستنی معمولی دانست. نصیری محلاتی (۱۳۸۰) با کاهش چربی فرمولاسیون شاهد (۸٪) از طریق جایگزین کردن سطوح صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد توسط نشاسته ژلاتینه، این ماده را در نسبت جایگزینی ۵۰ درصد، مناسب ارزیابی کرد. امکان استفاده از صمغ اکرا جهت جایگزین کردن ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد از چربی شیر دسر منجمد شکلاتی توسط Romanchik-Cerpovicz و همکاران (۲۰۰۶) بررسی گردید. نقاط ذوب همه فرآورده‌ها مشابه بود، ولی با افزایش مقدار صمغ، سرعت ذوب شدن به طور معنی‌داری کاهش یافت. نمونه‌های ماست چکیده بدون چربی حاوی صمغ دانه ریحان در مقایسه با صمغ دانه مرو از لحاظ خصوصیات فیزیکوشیمیایی، اختلاف معنی‌داری با نمونه حاوی پکتین نشان ندادند (رزمخواه شریبانی، ۱۳۸۸). حسینی پرور (۱۳۸۸) با اشاره به افزایش ویسکوزیته سرعت برشی صفر محلول‌های صمغ دانه ریحان - گوار نسبت به محلول صمغ گوار، کاربرد مخلوط دو صمغ را در برخی از فرمولاسیون‌های غذایی تأیید کردند. کنسانتره پروتئین شیر، خصوصیات بستنی‌های کم‌چرب و نیم‌چرب را به نوع معمولی نزدیک کرد و بهترین سطح این ماده در نمونه‌های کم‌چرب و نیم‌چرب به ترتیب ۳/۰۹ و ۳/۹۴ درصد برآورد گردید (مصطفوی، ۱۳۹۰). از صمغ‌های دانه ریحان، گوار و کربوکسی‌متیل سلولز به عنوان پایدارکننده بستنی در انواع دارای امولسیفایر و فاقد آن استفاده و فرمولاسیون حاوی ۹۶/۹۴ درصد صمغ دانه ریحان و ۳/۰۶ درصد صمغ گوار در غلظت ۰/۳۵ درصد و ۰/۱۵ درصد امولسیفایر مونو و دی‌گلیسرید بعنوان فرمول بهینه معرفی شد، از آنجایی که ترکیبات هیدروکلوئیدی دانه ریحان دارای خواصی از جمله سودوپلاستیسیته بالا، قابلیت حل شدن در آب سرد، وجود تنش تسلیم، ویسکوزیته سرعت برشی صفر بالا، پایداری حرارتی، مقاومت به انجماد - خروج از انجماد، رفتار شبه ژل و خاصیت امولسیفایری است، پتانسیل کاربرد به عنوان پایدارکننده در بستنی را دارد (بهرام پرور، ۱۳۹۱). با توجه به محبوبیت خاص بستنی در بین افراد جامعه، افزایش آگاهی آنها نسبت به خطرات ناشی از مصرف زیاد چربی و از سوی دیگر لزوم انجام تحقیقات در زمینه بررسی

ضریب افزایش حجم^۱:

ضریب افزایش حجم بستنی از طریق توزین حجم مشخصی از بستنی قبل و بعد از مرحله انجماد و محاسبه درصد اختلاف آن‌ها بر اساس رابطه (۲) محاسبه شد (آربوکل، ۱۹۷۲).

$$(۲) \quad \text{ضریب افزایش حجم (\%)} = \left(\frac{\text{جذب بستنی - جذب مخلوط}}{\text{جذب مخلوط}} \right) \times 100$$

pH: pH مخلوط بستنی بستنی پس از طی مرحله رسیدن توسط pH متر (Instrument, model pH meter 86505 AZ (AZ86P3) اندازه‌گیری شد (استاندارد ملی ایران، ۲۸۵۲).

تجزیه و تحلیل داده‌ها: نمونه‌ها در دو تکرار تهیه و آزمون‌های فیزیکی در دو تا سه تکرار انجام شدند و نتایج بدست آمده با استفاده از نرم‌افزار MSTATC نسخه ۱/۴۲ بر پایه طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل در معرض آنالیز واریانس قرار گرفت. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح آماری ۹۵ درصد ($P < 0.05$) استفاده شد. منحنی‌ها با استفاده از نرم افزار اکسل (Microsoft Office Excel 2007) ترسیم شدند.

نتایج و بحث**ویسکوزیته ظاهری**

با ملاحظه شکل‌های ۱ تا ۳ می‌توان دریافت کاهش چربی نمونه‌های مخلوط بستنی به تنهایی، باعث کاهش معنی‌دار مقدار ویسکوزیته ظاهری آن‌ها شد، اما با افزودن صمغ در نقش جایگزین چربی و افزایش مقدار آن اثر مذکور جبران گردید، بطوری که تفاوت مقدار ویسکوزیته ظاهری نمونه‌های حاوی صمغ گوار در سطوح ۰/۴۵ و ۰/۵ درصد از نوع نیم چرب و در سطوح ۰/۵ و ۰/۵۵ درصد از نوع کم چرب، نمونه‌های حاوی صمغ دانه ریحان در مقادیر ۰/۴۵، ۰/۵ و ۰/۵۵ درصد از هر یک از انواع نیم چرب و کم چرب از نظر آماری معنادار نبود ($P > 0.05$). اما مخلوط این دو صمغ قادر به جبران کاهش ویسکوزیته نمونه‌های کم چرب مربوطه نبود، بلکه تنها در نمونه‌های نیم چرب دارای مقادیر ۰/۵ و ۰/۵۵ درصد صمغ، اختلاف معنی‌داری دیده نشد ($P > 0.05$).

با کاهش چربی و در نتیجه افزایش فاز مایع مخلوط بستنی، کاهش مقاومت به جریان‌پذیری و به دنبال آن مشاهده مقادیر بیشتر ویسکوزیته ظاهری در نمونه‌های پرچرب نسبت به همتای نیم چرب و نمونه‌های نیم چرب نسبت به همتای کم چرب قابل انتظار بود. Cody و همکاران (۲۰۰۷) با بیان تأثیر معنی‌دار سطح چربی بر

ساعت در یخچال (دمای $5 \pm 0.5^\circ\text{C}$) انجام شد و در پایان این مرحله، عصاره وانیل اضافه شد. مخلوط بستنی تهیه شده برای طی مرحله انجماد، به مدت ۳۰ دقیقه در دستگاه بستنی‌ساز غیر مداوم (Model IC 100, Feller Technologic GmbH, Germany) قرار گرفت. در پایان، نمونه‌ها در ظروف پلاستیکی درب‌دار ریخته و کدگذاری شدند و حداقل به مدت ۲۴ ساعت در فریزر -18°C قرار گرفتند.

تیمارهای مورد بررسی: تیمارهای مورد بررسی عبارت بودند از: مقدار چربی (در دو سطح ۵ درصد: R، ۲/۵ درصد: L)، نوع صمغ (گوار: G، ریحان: B و مخلوط (۵۰:۵۰) آن‌ها: M)، غلظت صمغ (در چهار سطح ۰/۲۵، ۰/۴۵، ۰/۵ و ۰/۵۵ درصد) جهت مقایسه با نمونه شاهد (۱۰ درصد چربی: B).

ویسکوزیته ظاهری: ویسکوزیته ظاهری نمونه‌های مخلوط بستنی، پس از ۱۲ ساعت رساندن آن‌ها با استفاده از ویسکومتر چرخشی بوهلین (Bohlin Model Visco 88, Bohlin instruments, UK) مجهز به سیرکولاتور حرارتی (Julabo, Model F12-MC, Julabo Labortechnik, Germany) در دمای $5 \pm 0.5^\circ\text{C}$ و درجه برش $51/8$ ۱/s تعیین گردید (Akalin et al., 2007).

سرعت ذوب: برای تعیین سرعت ذوب بستنی پس از یک روز سخت شدن، وزن مقدار ذوب شده از نمونه‌های ۳۰ گرمی قرار گرفته روی توری فلزی در دمای محیط هر ۵ دقیقه ثبت گردید. سپس با ترسیم نمودار از مقادیر بدست آمده در برابر زمان‌های مربوطه، شیب نمودار (g/min) بعنوان سرعت ذوب نمونه‌ها ثبت شد (Schmidt et al., 1993).

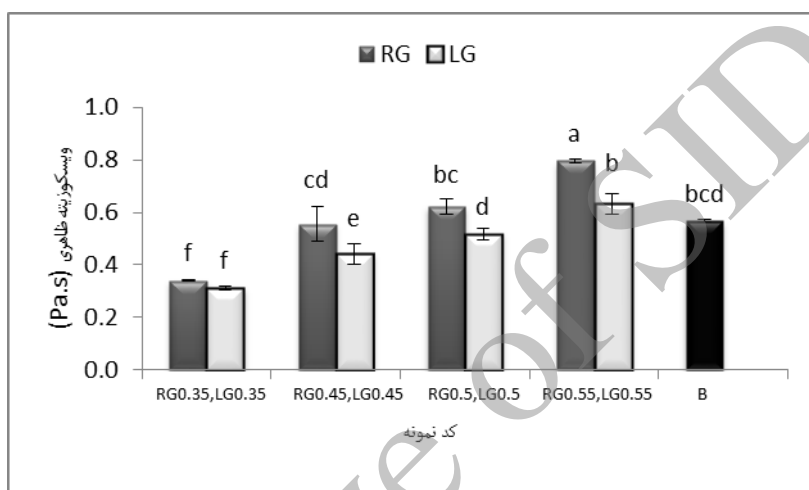
دمای خروج از بستنی‌ساز: بلافاصله پس از تهیه بستنی در دستگاه بستنی‌ساز و قبل از قرار دادن نمونه‌ها در ظروف، دمای خروج بستنی با قرار دادن دماسنج دیجیتال (French cooking, Biotemp, Alla France, France) در داخل مخزن دستگاه اندازه‌گیری شد (Bradley et al., 1992).

درصد کدورت: در رابطه با اندازه‌گیری درصد کدورت (درجه ناپایدار شدن چربی) بستنی بر اساس رابطه ذیل، ابتدا ۳ گرم از هر یک از نمونه‌های مخلوط بستنی و بستنی به نسبت ۱ به ۵۰۰ با آب دیونیزه رقیق و سپس جذب آن در طول موج 540 nm توسط دستگاه اسپکتروفوتومتر (Jenway, model 6105 U.V./VIS., Jenway Spectrophotometer, UK) بدست آمد (Bolliger et al., 2000).

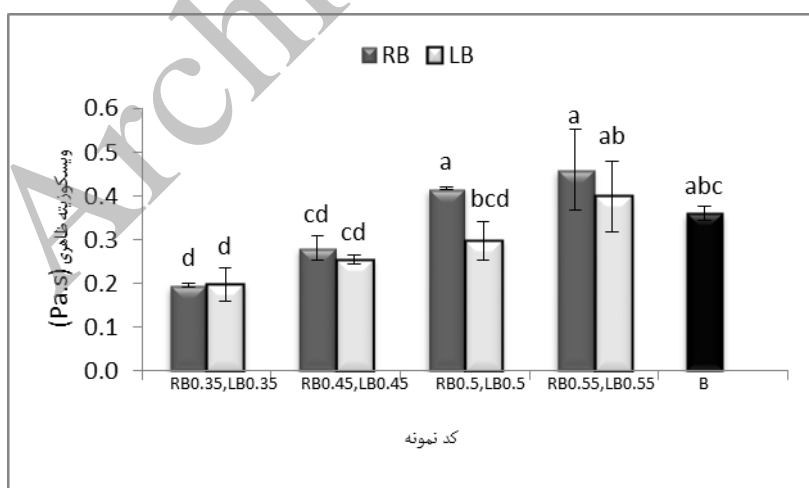
$$(۱) \quad \text{ضریب افزایش حجم (\%)} = \left(\frac{\text{وزن بستنی - وزن مخلوط}}{\text{وزن بستنی}} \right) \times 100$$

مورد نمونه نیم‌چرب حاوی ۰/۵۵ درصد صمغ گوار به طور معنی‌داری بالاتر از ویسکوزیته ظاهری نمونه شاهد پرچرب قرار گرفت. صمغ‌ها، ترکیباتی هستند که توانایی جذب آب بسیار بالایی داشته و بدین ترتیب حتی زمانی که در مقدار خیلی کم به کار می‌روند باعث ایجاد تغییرات قابل ملاحظه‌ای در خصوصیات رئولوژیکی محلول می‌شوند. تغییر ویسکوزیته ناشی از کاربرد این اجزاء به دلیل وزن مولکولی بالای آن‌ها، قابلیت انعطاف محدود بین واحدهای مونومر در زنجیرهای پلیمری و برهم کنش‌هایی است که هنگام پخش شدن آن‌ها بین زنجیرهای پلیمری به وجود می‌آید (Roller and Jones, 1996).

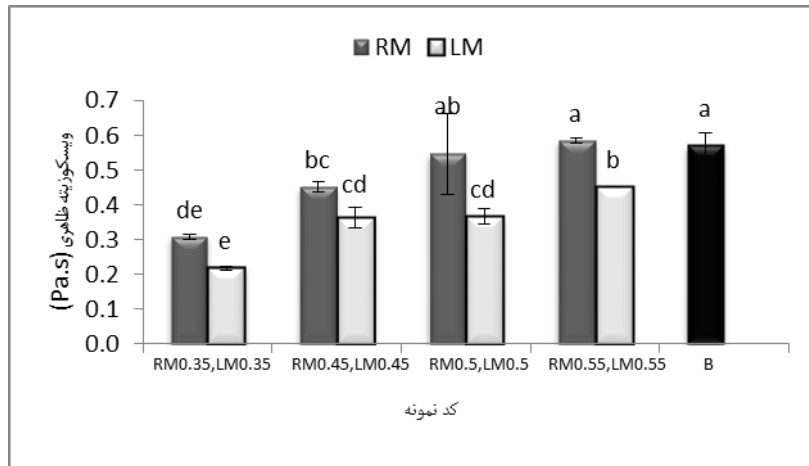
مقدار این ویژگی، چربی را به عنوان عامل افزایش‌دهنده ویسکوزیته معرفی کردند. اثر حضور چربی در راستای افزایش ویسکوزیته فرمولاسیون‌های دارای مقادیر یکسان جایگزین چربی توسط Akalin و همکاران (۲۰۰۷) نیز به اثبات رسید که در این رابطه، تفاوت موجود بین نمونه‌های دارای ۳ و ۶ درصد چربی و حاوی ۴ درصد ایزوله پروتئین آب پنیر معنی‌دار بود. ایجاد ویسکوزیته در فرآورده‌های غذایی یکی از نقش‌های چربی می‌باشد، بنابراین کاهش چربی باعث کاهش این ویژگی خواهد شد (Cody et al., 2007). اما همانطور که ملاحظه می‌شود افزودن صمغ‌های گوار و دانه ریحان و مخلوط آن‌ها باعث نزدیک کردن مقادیر این ویژگی به نمونه شاهد پرچرب شد، حتی در



شکل ۱- ویسکوزیته ظاهری نمونه‌های بستنی نیم‌چرب (RG) و کم‌چرب (LG) حاوی صمغ گوار
حروف یکسان نشانگر عدم وجود اختلاف آماری معنی‌دار ($P > 0.05$) است.



شکل ۲- ویسکوزیته ظاهری نمونه‌های بستنی نیم‌چرب (RB) و کم‌چرب (LB) حاوی صمغ دانه ریحان
حروف یکسان نشانگر عدم وجود اختلاف آماری معنی‌دار ($P > 0.05$) است.



شکل ۳- ویسکوزیته ظاهری نمونه های بستنی نیم چرب (RM) و کم چرب (LM) حاوی مخلوط صمغ ها
حروف یکسان نشانگر عدم وجود اختلاف آماری معنی دار ($P > 0.05$) است.

سرعت ذوب

از آنجایی که سرعت انتقال حرارت هدایتی چربی کمتر از آب است، سرعت ذوب نمونه‌های نیم چرب و کم چرب حاوی ۰/۳۵٪ صمغ بیشتر از شاهد پرچرب ارزیابی شد که این اختلاف در رابطه با بستنی‌های دارای صمغ دانه ریحان و مخلوط آن با صمغ گوار، معنی‌دار بود ($P < 0.05$). اما مطابق با نتایج Aykan و همکاران (۲۰۰۸) افزودن جایگزین چربی کربوهیدراته، میزان سرعت ذوب نمونه‌های مربوطه را کاهش داد و به مقدار این خصوصیت در نمونه شاهد پرچرب نزدیک کرد، در این باره می‌توان به ظرفیت بالای صمغ‌ها برای اتصال به آب موجود در فرمولاسیون اشاره کرد. در رابطه با صمغ گوار، به جز نمونه‌های کم چرب و نیم چرب حاوی ۰/۵۵٪ صمغ، بین هیچ یک از نمونه‌ها با یکدیگر و با شاهد پرچرب تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ($P < 0.05$), ولی در همه نمونه‌های دارای درصد یکسانی از صمغ دانه ریحان و سطوح مختلف چربی اختلاف معنی‌داری بین مقادیر این خصوصیت وجود داشت، احتمالاً دلیل تفاوت بارز در نمونه‌های حاوی این دو صمغ به ساختمان مولکولی آن‌ها و توانایی جذب و حفظ آب جذب شده توسط آن‌ها برمی‌گردد. در بررسی نمونه‌های دربرگیرنده مخلوط دو صمغ، تفاوت معنی‌داری بین سرعت ذوب نمونه‌های کم چرب و نیم چرب حاوی ۰/۳۵ درصد صمغ‌ها با یکدیگر و با شاهد پرچرب و همچنین بین نمونه‌های کم چرب و نیم چرب دارای ۰/۴۵ درصد صمغ‌ها با شاهد پرچرب وجود داشت ($P < 0.05$). بهرام پرور (۱۳۹۱) مشاهده کردند برخلاف صمغ‌های گوار و کربوکسی متیل سلولز، افزایش سهم صمغ دانه ریحان در مخلوط پایدارکننده باعث کاهش سرعت ذوب بستنی شد و علت این امر را به ویسکوزیته و قدرت نگهداری آب بالاتر مخلوط بستنی‌های تهیه شده از صمغ دانه ریحان نسبت دادند.

در تحقیقی مشابه، اختلاف معنی‌داری بین مقادیر ویسکوزیته نمونه‌های بدون چربی حاوی ۲/۵ درصد جایگزین‌های چربی سیمپلس^۱ و دیری‌لو^۲ و بستنی کم چرب (۲/۵ درصد) مشاهده نشد (Aykan, Prindiville et al., 2000) و همکاران (۲۰۰۸) یکی از دلایل بیشتر بودن ویسکوزیته ظاهری نمونه‌های بستنی کم چرب و بدون چربی را نسبت به نمونه پرچرب، وجود جایگزین‌های چربی کربوهیدراته در فرمولاسیون آن‌ها ذکر کردند. Yilsay و همکاران (۲۰۰۵) نیز بیان کردند کاهش چربی (از ۱۲ به ۶ و ۰/۵ درصد) و افزودن ۶ درصد سیمپلس به ترتیب باعث کاهش و افزایش ویسکوزیته ظاهری نمونه‌های بستنی شد. نتایج پژوهشی در زمینه نقش پایدارکنندگی صمغ‌ها در حالت مخلوط، حاکی از تأثیر بیشتر صمغ دانه ریحان نسبت به صمغ‌های گوار و کربوکسی متیل سلولز در راستای افزایش ویسکوزیته مخلوط بستنی بود، محققان مقدار این ویژگی را بین ۰/۱۰۳ و ۱/۱۰۷ Pa.s گزارش کردند که به ترتیب به نمونه‌های حاوی ۰/۱۵ درصد امولسیفایر + ۰/۱۵ درصد پایدارکننده (۶۶/۶۷ درصد صمغ دانه ریحان، ۱۶/۶۷ درصد کربوکسی متیل سلولز و ۱۶/۶۷ درصد صمغ گوار) و ۰/۱۵ درصد امولسیفایر + ۰/۳۵ درصد پایدارکننده (۱۰۰ درصد صمغ دانه ریحان) مربوط بود (بهرام پرور، ۱۳۹۱).

با استفاده از مخلوط دو صمغ، در ویسکوزیته ظاهری نمونه‌های پرچرب، انواع نیم چرب دارای ۰/۳۵، ۰/۴۵، ۰/۵ درصد صمغ و بستنی‌های کم چرب حاوی ۰/۴۵ درصد صمغ به ترتیب به میزان ۲۳/۵، ۱۵/۳، ۸/۱، ۵/۲، ۴/۵ درصد هم افزایی^۳ مشاهده شد.

3 Simplese
4 Dairy Lo
5 Synergy

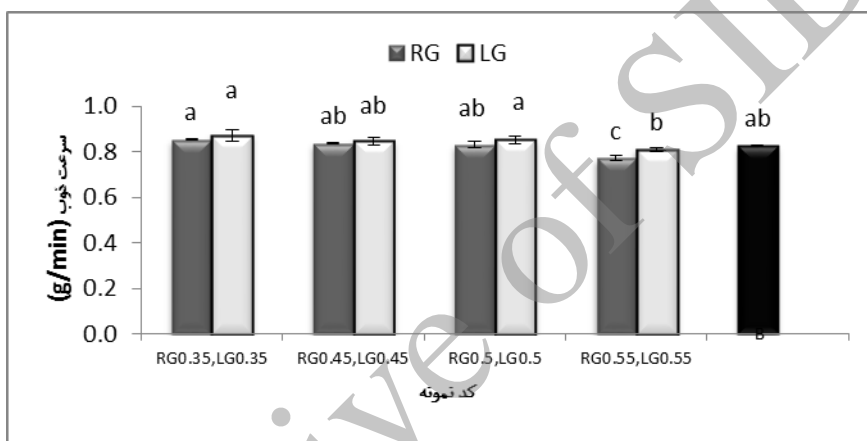
عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین pH نمونه‌ها، در تحقیقات مشابه توسط Aykan و همکاران (۲۰۰۸) و Karaka و همکاران (۲۰۰۹) به ثبت رسیده است.

دمای خروج از بستنی‌ساز

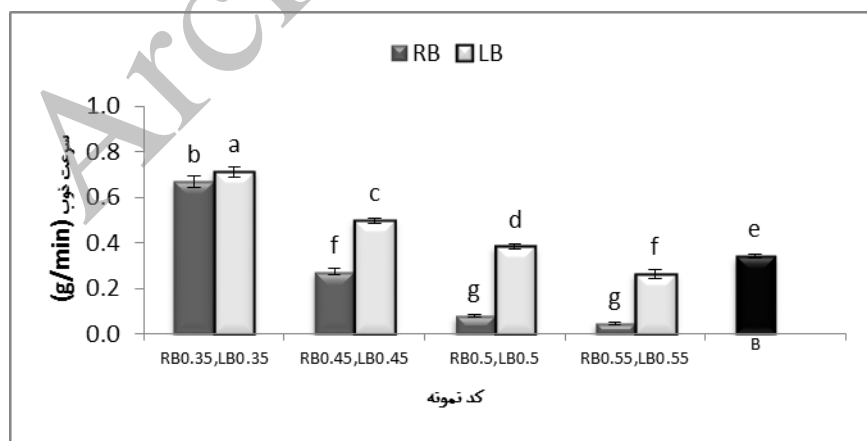
بررسی داده‌های مربوط به هر یک از سطوح چربی نشان داد با کاهش چربی فرمولاسیون و در نتیجه افزایش آب، نقطه انجماد افزایش می‌یابد. اختلاف مشاهده شده در مقادیر دمای خروج از بستنی‌ساز نمونه‌های کم‌چرب و نیم‌چرب نسبت به نمونه‌های شاهد پرچرب مربوطه برای تمامی نمونه‌های حاوی صمغ‌های گوار و دانه ریحان و اغلب نمونه‌های حاوی مخلوط آن دو صمغ، معنی‌دار بود ($P < 0.05$).

pH

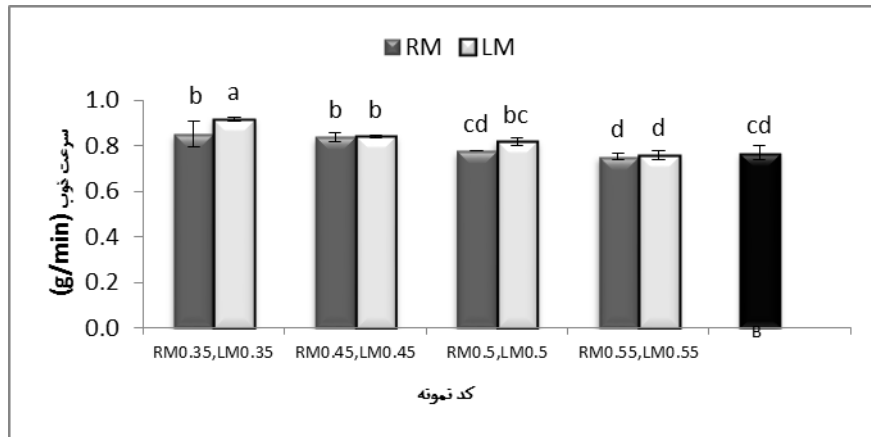
این خصوصیت بستنی تحت تأثیر کاهش و جایگزینی چربی قرار نگرفت، همچنین مقدار صمغ، تأثیر معنی‌داری بر میانگین تغییرات این ویژگی نداشت ($P > 0.05$) (جدول ۱ تا ۳). تأثیر متقابل درصد و نوع صمغ نیز بر این ویژگی بی‌معنی بود ($P > 0.05$). pH مطلوب بستنی در محدوده ۶/۴-۶/۲ قرار دارد و در مخلوط بستنی دارای ۱۱ درصد ماده جامد بدون چربی شیر، ۶/۳ مشاهده شده است (Marshall and Arbuckle, 1932; 1996). بهرام پرور و همکاران (۲۰۰۹) نیز مقدار pH را برای بستنی‌های دارای ۱۱ درصد ماده جامد بدون چربی شیر، بین ۶/۴۶ و ۶/۶ گزارش کردند. از آن‌جا که درصد ماده جامد بدون چربی شیر بر این خصوصیت مؤثر است و در فرمولاسیون‌های مختلف این تحقیق، مقدار آن حدود ۱۱٪ بود، تفاوت چندانی بین pH نمونه‌ها مشاهده نشد ($P > 0.05$).



شکل ۴- سرعت ذوب نمونه‌های بستنی نیم‌چرب (RG) و کم‌چرب (LG) حاوی صمغ گوار
حروف یکسان نشانگر عدم وجود اختلاف آماری معنی‌دار ($P > 0.05$) است.



شکل ۵- سرعت ذوب نمونه‌های بستنی نیم‌چرب (RB) و کم‌چرب (LB) حاوی صمغ دانه ریحان
حروف یکسان نشانگر عدم وجود اختلاف آماری معنی‌دار ($P > 0.05$) است.



شکل ۶. سرعت ذوب نمونه‌های بستنی نیم چرب (RM) و کم چرب (LM) حاوی مخلوط دو صمغ حروف یکسان نشانگر عدم وجود اختلاف آماری معنی دار ($P > 0.05$) است.

نمونه‌های حاوی مقادیر مختلف صمغ دیده نشد، زیرا صمغ‌ها پلیمرهایی بلند زنجیر هستند که تأثیر چندانی بر نزول نقطه انجماد بستنی نمی‌گذارند. نتایج بدست آمده توسط Patel و همکاران (۲۰۰۶) عدم تأثیرگذاری صمغ‌های لوبیای افاقیا، کاراجینان و گزانتان را بر نقطه انجماد بستنی تأیید می‌کند.

درصد کدورت

برای اندازه‌گیری درجه ناپایدار شدن چربی توسط اسپکتروفتومتر، تفاوت جذب نور در مخلوط بستنی رقیق شده و بستنی رقیق شده تعیین می‌گردد (Bolliger et al., 2000). مقایسه میانگین داده‌ها در جداول ۱ تا ۳، اختلاف معنی‌داری را بین نمونه‌های با سطوح چربی مختلف و دارای یک نوع صمغ نشان نمی‌دهد ($P > 0.05$). بررسی اثر درصد صمغ و تأثیر متقابل درصد و نوع صمغ بر این ویژگی نیز معنی‌دار نبود ($P > 0.05$). در تحقیقات صورت گرفته توسط مصطفوی (۱۳۹۰) و Schmidt و همکاران (۱۹۹۳) نتایج مشابهی دیده شد. محققان اخیر دلیل عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین نمونه‌های دارای ۴/۸ و ۲/۱ درصد چربی را وجود کافی چربی، پروتئین و امولسیفایر ذکر کردند.

زمان و شرایط دمایی مرحله رساندن و نیز دمایی پایین و عمل همزدن توسط تیغه‌های فریزر طی دوره انجماد، باعث تجمع جزئی گلبول‌های چربی می‌گردد. بدین ترتیب که پس از کاهش اندازه گلبول‌ها در اثر فرآیند هموژنیزاسیون، طی رساندن مخلوط بستنی امولسیفایرها که نسبت به پروتئین‌ها سورفاکتانت‌های بهتری هستند فرصت می‌یابند تا از فاز سرم به سطح گلبول‌های چربی جدید مهاجرت کرده و جایگزین پروتئین‌ها شوند، به دنبال این پدیده غشایی نازک روی گلبول‌های چربی ایجاد می‌گردد.

دمای بستنی هنگام خروج از فریزر به نوعی نشان‌دهنده نقطه انجماد اولیه آن می‌باشد. نقطه انجماد بستنی به مقدار و نوع مواد حل شده در آن وابسته است، افزودن ترکیباتی که بصورت محلول حقیقی‌اند از جمله لاکتوز، قندها و نمک‌ها نقش کاهنده بر نقطه انجماد مخلوط بستنی دارند. چربی‌ها در آب نامحلولند اما بر غلظت و در نتیجه بطور غیرمستقیم بر نقطه انجماد تأثیر می‌گذارند (Marshall and Arbuckle, 1996). بدین ترتیب که با افزایش درصد چربی فرمولاسیون، مقدار آب کمتری برای انحلال مواد محلول وجود خواهد داشت و به دلیل افزایش غلظت فاز مایع، نقطه انجماد کاهش خواهد یافت. بنابراین تفاوت دمایی مشاهده شده در اثر کاهش چربی از ۱۰ به ۵ و ۲/۵ درصد را می‌توان به دلیل ذکر شده نسبت داد. دمای خروج بستنی تهیه شده با فریزر مداوم معمولاً بین $4/4^{\circ}\text{C}$ تا $3/3^{\circ}\text{C}$ می‌باشد (Marshall and Arbuckle, 1996). روند مشابهی در سال ۱۹۹۹ توسط Baer و همکاران دیده شد، بطوری که دمایی خروج نمونه‌های بدون چربی $2/98^{\circ}\text{C}$ تا $2/82^{\circ}\text{C}$ و انواع کم چرب بین $5/04^{\circ}\text{C}$ تا $4/3^{\circ}\text{C}$ مشاهده شد. بهرام پرور (۱۳۹۱) با مطالعه بستنی‌های (۱۰ درصد چربی) متفاوت از نظر نوع، مقدار پایدارکننده و حضور امولسیفایر، مشاهده کردند مقدار این ویژگی در دامنه $6/2^{\circ}\text{C}$ تا $3/15^{\circ}\text{C}$ قرار گرفت. با ملاحظه جداول ۳-۱ می‌توان دریافت دمایی نمونه‌های شاهد پرچرب (۱۰ درصد) هنگام خروج از بستنی‌ساز در محدوده مشاهده شده توسط محققان اخیر می‌باشد.

با بررسی نتایج بدست آمده در جداول ۱ تا ۳ نمی‌توان روند مشخصی را بین بستنی‌های کم چرب و نیم‌چرب یافت، از آنجایی که افزایش آب نمونه‌های کم چرب نسبت به نیم‌چرب در برابر بستنی‌های نیم چرب نسبت به پرچرب کمتر بود، تنها در برخی موارد تفاوت معنی‌داری بین نمونه‌های دارای ۵ و ۲/۵ درصد چربی مشاهده شد. در رابطه با هریک از سطوح چربی نیز، روند مشخصی در

جدول ۱- داده‌های pH، دمای خروج و درصد کدورت و ضریب افزایش حجم نمونه‌های حاوی صمغ گوار

کد نمونه	pH	دمای خروج از بستنی ساز (°C)	کدورت (%)	ضریب افزایش حجم (%)
B	6/325±0.02 ^a	-4/1±0.17 ^d	8/23±0.63 ^a	28/9±0.39 ^b
RG+/35	6/320±0.02 ^a	-2/80±0.55 ^{ab}	8/08±0.10 ^a	29/3±0.96 ^{ab}
RG+/45	6/325±0.01 ^a	-3/07±0.25 ^c	7/67±0.48 ^a	25/1±0.75 ^c
RG+/5	6/310±0.01 ^a	-3/07±0.25 ^{bc}	7/99±0.64 ^a	25/1±0.61 ^c
RG+/55	6/310±0.01 ^a	-3/00±0.17 ^{bc}	8/20±0.68 ^a	22/0±1.43 ^d
LG+/35	6/310±0.02 ^a	-3/03±0.15 ^{bc}	7/70±0.59 ^a	31/6±1.36 ^a
LG+/45	6/320±0.02 ^a	-2/80±0.17 ^b	7/96±0.58 ^a	29/5±1.46 ^{ab}
LG+/5	6/315±0.01 ^a	-2/30±0.17 ^a	8/07±0.50 ^a	26/5±1.93 ^c
LG+/55	6/330±0.02 ^{ab}	-2/27±0.30 ^a	8/10±0.16 ^a	21/4±1.91 ^d

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون، فاقد تفاوت آماری معنی‌دار ($P>0.05$) بر اساس آزمون دانکن می‌باشند.

جدول ۲- داده‌های pH، دمای خروج و درصد کدورت و ضریب افزایش حجم نمونه‌های حاوی صمغ دانه ریحان

کد نمونه	pH	دمای خروج از بستنی ساز (°C)	کدورت (%)	ضریب افزایش حجم (%)
B	6/330±0.01 ^a	-4/60±0.52 ^c	7/78±0.23 ^a	14/2±1.07 ^{cd}
RR+/35	6/335±0.03 ^{ab}	-3/40±0.20 ^b	8/28±0.29 ^a	18/2±0.47 ^b
RR+/45	6/330±0.03 ^{ab}	-3/37±0.25 ^b	7/82±0.40 ^a	14/5±0.96 ^c
RR+/5	6/325±0.01 ^a	-2/90±0.30 ^{ab}	7/98±0.43 ^a	13/3±1.60 ^{cd}
RR+/55	6/330±0.03 ^{ab}	-3/37±0.25 ^b	8/23±0.36 ^a	12/0±1.44 ^d
LR+/35	6/320±0.01 ^a	-3/00±0.40 ^{ab}	7/99±0.51 ^a	20/8±2.76 ^a
LR+/45	6/335±0.03 ^{ab}	-2/60±0.17 ^a	8/29±0.56 ^a	15/6±0.65 ^c
LR+/5	6/325±0.01 ^a	-2/93±0.37 ^{ab}	7/96±0.45 ^a	15/5±0.73 ^c
LR+/55	6/330±0.03 ^{ab}	-2/87±0.15 ^{ab}	8/02±0.35 ^a	13/3±0.39 ^{cd}

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون، فاقد تفاوت آماری معنی‌دار ($P>0.05$) بر اساس آزمون دانکن می‌باشند.

جدول ۳- داده‌های pH، دمای خروج و درصد کدورت و ضریب افزایش حجم نمونه‌های حاوی مخلوط صمغ‌ها

کد نمونه	pH	دمای خروج از بستنی ساز (°C)	کدورت (%)	ضریب افزایش حجم (%)
B	6/315±0.01 ^a	-3/93±0.40 ^c	8/18±0.33 ^a	28/8±1.08 ^{cd}
RM+/35	6/325±0.01 ^a	-3/43±0.31 ^{bc}	8/17±0.37 ^a	30/2±0.80 ^{bc}
RM+/45	6/320±0.01 ^a	-3/33±0.38 ^b	7/97±0.37 ^a	27/3±1.09 ^{de}
RM+/5	6/310±0.01 ^a	-3/13±0.51 ^b	8/04±0.41 ^a	26/0±1.81 ^{ef}
RM+/55	6/320±0.02 ^a	-3/40±0.17 ^{bc}	8/02±0.31 ^a	23/2±0.69 ^e
LM+/35	6/310±0.01 ^a	-3/00±0.17 ^b	8/09±0.65 ^a	34/9±2.02 ^a
LM+/45	6/335±0.03 ^{ab}	-2/30±0.10 ^a	8/22±0.49 ^a	31/6±0.68 ^b
LM+/5	6/315±0.01 ^a	-2/10±0.40 ^a	8/15±0.58 ^a	27/8±0.89 ^{de}
LM+/55	6/310±0.02 ^a	-2/97±0.15 ^b	8/11±0.46 ^a	25/0±1.12 ^{fg}

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون، فاقد تفاوت آماری معنی‌دار ($P>0.05$) بر اساس آزمون دانکن می‌باشند.

که در اثر تغلیظ انجمادی و پاره شدن دیواره برخی از گلبول‌های چربی نیم کریستاله در فریزر، گلبول‌های مختلف بهم نزدیک شده و

چربی برآورد گردید و در رابطه با بستنی‌های حاوی ۰/۴۵ درصد صمغ گوار، نمونه‌های دارای ۰/۳۵ درصد صمغ دانه ریحان، ۰/۳۵ و ۰/۴۵ درصد مخلوط آن‌ها افزایش حجم، معنی‌دار بود ($P < 0.05$). به عبارتی در سطوح ۰/۵ و ۰/۵۵ درصد صمغ، از شدت اثرگذاری کاهش چربی فرمولاسیون به دلیل تأثیر بیشتر افزایش ویسکوزیته ناشی از مقدار صمغ بیشتر، کاسته شد و تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ($P > 0.05$). بطور کلی افزایش مقدار صمغ به دلیل افزایش ویسکوزیته نمونه‌های بستنی، کاهش معنی‌دار ضریب افزایش حجم را در پی داشت ($P < 0.05$) (شکل ۷).

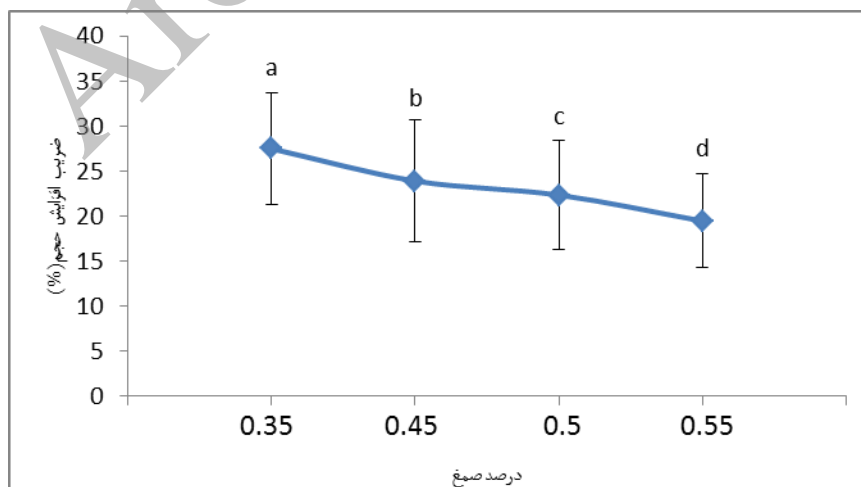
Marshall and Arbuckle (۱۹۹۶) بیان کردند چربی باعث کاهش سرعت هوادهی به مخلوط بستنی می‌گردد. لازم به ذکر است به علت این که در حین انجماد بستنی، گلبول‌های چربی روی سطح حفره‌های هوایی متراکم می‌گردند و همچنین وجود مقاومت به جریان، تا حدی برای حفظ حفره‌های هوایی ایجاد شده لازم است؛ حذف کامل آن نیز اثر کاهنده بر میزان افزایش حجم بستنی خواهد گذاشت. به نظر می‌رسد در راستای کاهش چربی تا ۲/۵ درصد در این پژوهش، ضمن کاهش ویسکوزیته مخلوط بستنی و در نتیجه تسهیل عمل همزدن توسط تیغه‌های فریزر، مقدار چربی لازم برای ناپایدار شدن و قرار گرفتن روی دیواره حفره‌های هوایی وجود داشته است. Akalin و همکاران (۲۰۰۷) تغییر ضریب افزایش حجم نمونه‌های کم چرب و نیم چرب حاوی ۴ درصد ایزوله پروتئین آب پنیر و نیز اینولین را نسبت به نمونه پرچرب بی‌معنی گزارش کردند، اما Schmidt و همکاران (۱۹۹۳) نتایج خود را مبنی بر کاهش ضریب افزایش حجم نمونه‌های حاوی جایگزین چربی کربوهیدراته نسبت به نمونه شاهد و انواع دارای جایگزین چربی پروتئینی بیان و دلیل خود را ویسکوزیته بالای بستنی حاوی جایگزین چربی کربوهیدراته ذکر کردند.

جزء مایع چربی باعث اتصال آن‌ها به یکدیگر می‌گردد (Marshall and Arbuckle, 1996; Segall and Goff, 2002).

با توجه به اثر عمده و مهم امولسیفایر بر این ویژگی، از آن جایی که مقدار و نوع امولسیفایر در این پژوهش ثابت بود، مشاهده عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین نمونه‌های مختلف امری قابل پیش بینی بوده است. مقدار معمول ناپایدار شدن چربی حدود ۶۰ درصد است (Goff and Jordan, 1988)، اما احتمالاً به دلیل مناسب نبودن قدرت تیغه‌های دستگاه بستنی‌ساز آزمایشگاهی جهت همزدن، در این پژوهش درجه ناپایدار شدن چربی از ۸/۲۹ درصد تجاوز نکرد (جدول ۱ تا ۳). در راستای بهینه یابی فرمولاسیون مخلوط پایدارکننده‌ها در انواع دارای امولسیفایر و فاقد آن، بهرام پرور و همکاران (۱۳۹۱) مشاهده کردند مقدار کدورت نمونه‌های مختلف، بین ۲/۵۷ (مخلوط حاوی ۰/۱۵ درصد پایدارکننده متشکل از صمغ‌های گوار، دانه ریحان و کربوکسی‌متیل سلولز با نسبت برابر، دارای ۰/۱۵ درصد امولسیفایر) و ۲۵/۷ درصد (مخلوط حاوی ۰/۱۵ درصد پایدارکننده متشکل از صمغ‌های گوار و کربوکسی‌متیل سلولز با نسبت برابر، دارای ۰/۱۵ درصد امولسیفایر) قرار داشت. مشابه با تحقیق کنونی، کافی نبودن نیروی برشی اعمال شده توسط تیغه‌های بستنی‌ساز غیرمداوم بعنوان دلیل احتمالی پایین بودن مقادیر درصد کدورت ذکر شد.

ضریب افزایش حجم

در نمونه‌های حاوی ۰/۳۵ درصد صمغ، کاهش چربی از ۱۰ به ۵ و ۲/۵ درصد باعث افزایش معنی‌داری در ضریب افزایش حجم شد ($P < 0.05$). در مقایسه نمونه‌های کم چرب و نیم‌چرب دارای سطح یکسانی از صمغ نیز می‌توان به نقش مقدار چربی در راستای کاهش ضریب افزایش حجم اشاره کرد، بطوری که در همه موارد بجز نمونه‌های حاوی ۰/۵۵ درصد صمغ گوار، مقدار افزایش حجم بستنی‌های دارای ۲/۵ درصد چربی بیشتر از نمونه‌های حاوی ۵ درصد



شکل ۷- تأثیر درصد صمغ بر ضریب افزایش حجم نمونه‌های بستنی

بستنی‌های تهیه شده با دستگاه‌های بهتر توصیه کرد. با بررسی فرمولاسیون‌های حاوی یک نوع صمغ مشخص شد با کاربرد مقدار کمتری صمغ دانه ریحان، ویسکوزیته ظاهری نمونه شاهد مربوطه شبیه‌سازی شد، در حالی که این اثر در ویژگی سرعت ذوب برای صمغ گوار مشاهده شد، اما بدون در نظر گرفتن نوع صمغ و با مقایسه نمونه‌های حاوی مقدار چربی و درصد صمغ یکسان می‌توان نتیجه گرفت صمغ دانه ریحان و مخلوط ۵۰:۵۰ آن با صمغ گوار به ترتیب در راستای کاهش سرعت ذوب و افزایش ویسکوزیته ظاهری نمونه‌های مورد بررسی تأثیرگذاری بیشتری را نشان دادند. بنابراین می‌توان طبق سلیقه و تقاضای افراد جامعه فرآورده‌هایی متنوع از بکارگیری هریک از صمغ‌ها به تنهایی یا مخلوط (۵۰:۵۰) آن‌ها تولید نمود. به دلیل مشاهده هم‌افزایی با استفاده از مخلوط ۵۰:۵۰ دو صمغ گوار و دانه ریحان در ویسکوزیته ظاهری اغلب نمونه‌های مخلوط بستنی و از آن جایی که نتایج برخی از تحقیقات انجام شده در زمینه کاربرد مخلوط هیدروکلوئیدها نسبت به حالت منفرد مطلوبتر بوده است، مطالعات بیشتر در رابطه با مخلوط صمغ‌های بومی با یکدیگر و مخلوط آن‌ها با سایر صمغ‌های تجاری در سطوح مختلف پیشنهاد می‌گردد. با توجه به قیمت بالای چربی شیر و نیز وجود ارتباط مستقیم بین مصرف زیاد چربی با بسیاری از بیماری‌ها، جایگزین کردن بخشی از چربی شیر توسط اجزاء جایگزین چربی علاوه بر صرفه اقتصادی، بی‌شک با استقبال زیادی از طرف افراد جامعه و متخصصین تغذیه روبرو خواهد شد.

در تحقیقات انجام شده توسط Akalin و همکاران (۲۰۰۷)، بهرام پرور و همکاران (۲۰۱۱) و بهرام پرور (۱۳۹۱) مقادیر پایینی برای ضریب افزایش حجم بدست آمد. این افراد دلیل قرار گرفتن داده‌های مربوطه را به ترتیب در دامنه ۲۰/۷-۳۹/۲، ۱۸/۸-۲۸/۶ و ۶۵/۲۲-۲۵/۴۵ درصد، استفاده از فریزر غیر مداوم مطرح کردند. در تحقیق کنونی نیز می‌توان دلیل پایین بودن مقادیر ضریب افزایش حجم را به کار نبودن دستگاه بستنی ساز مرتبط کرد.

نتیجه‌گیری

در این تحقیق از چربی موجود در فرمولاسیون معمول بستنی (۱۰ درصد) به میزان ۵۰ و ۷۵ درصد کاسته شد و اثرات صمغ‌های گوار، دانه ریحان و مخلوط ۵۰:۵۰ آن دو بعنوان جایگزین چربی مورد مطالعه قرار گرفت. از آنجایی که تفاوت معنی‌داری بین داده‌های بدست آمده از آزمون‌های اندازه‌گیری pH و درصد کدورت نمونه‌ها دیده نشد و از طرفی به دلیل مشاهده توانایی شبیه‌سازی ویسکوزیته و سرعت ذوب نمونه شاهد پرچرب در بستنی‌های نیم‌چرب و کم‌چرب، بعنوان دو خصوصیت فیزیکی موثر بر بافت و احساس دهانی فرآورده، می‌توان قابلیت کاربرد ترکیبات هیدروکلوئیدی مذکور را بعنوان جایگزین چربی تأیید نمود. علیرغم تأثیر افزودن صمغ به صورت روند کاهشی بر ضریب افزایش حجم نمونه‌های بستنی، به دلیل کار نبودن دستگاه و مشاهده مقادیر کم در تمامی موارد، می‌توان این تأثیر را نادیده گرفت و پژوهش‌های بیشتری برای

منابع

- Adapa, S., Dingeldein, H., Schmidt, K.A., & Herald, T.J. 2000. Rheological properties of ice cream mixes and frozen ice creams containing fat and fat replacers, *Journal of Dairy Science*, 83, 2224-2229.
- Aime, D.B., Arntfield, S.D., Malcolmson, L.J., & Ryland, D. 2001. Textural analysis of fat reduced vanilla ice cream products. *Food research int*, 34 : 237-246.
- Akalin, A.S., Karagözü, C., & Ünal, G. 2007. Rheological properties of reduced-fat and low-fat ice cream containing whey protein isolate and inulin. *European Food Research and Technology*, 227, 889-895.
- Arbuckle WS. Ice cream. Westport, Arbuckle WS. *Ice cream*. Westport
- Aykan, V., Sezgin, E., & Güzel-Seydim, Z.B. 2008. Use of fat replacers in the production of reduced-calorie vanilla ice cream. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 110, 516-520.
- Bahramparvar, M., Haddad Khodaparast, M., & Razavi, S. M. A. 2009. *International Journal of Dairy Technology*, 62, 571-576.
- BahramParvar, M. 2012. Effect of selected hydrocolloids (basil seed gum, guar gum and CMC) on rheological, textural and thermal properties of ice cream. PhD thesis. Ferdowsi University of Mashhad.
- Bolliger, S., Goff, H.D., & Tharp, B.W. 2000. Correlation between colloidal properties of ice cream mix and ice cream, *International Dairy Journal*, 10, 303-309.
- Bradley, R.L., Arnold, E., Barbano, D.M., Semerad, R.G., Smith, D.E. & Vines, B.K.. 1992. Chemical and physical methods. In: *Dairy Products: Standard Methods for the Examination of Dairy Products* (edited by R.T. Marshall). Pp. 433-529. WA, USA: American Public Health Association.
- Cody, T.L., Olabi, A., Pettingell, A.G., Tong, P.S., & Walker, J.H. 2007. Evaluation of Rice Flour for Use in Vanilla Ice Cream, *Journal of Dairy Science*, 90, 4575-4585.

- Emadzadeh, B. 2010. Formulation of low-calorie pistachio butter and evaluation of the rheological, sensory and chemical characteristics: A surface response methodology. PhD thesis. Ferdowsi University of Mashhad.
- Goff, H.D., & Jordan, W.K.. 1989. Action of emulsifiers in promoting fat destabilization during the manufacture of ice cream, *Journal of Dairy Science*, 72, 18-29.
- HosseiniParvar, S.H. 2009. Basil seed gum: Physicochemical, rheological and emulsifying characterization and its synergistic effect in mixtures with locust bean gum and guar gum. PhD thesis. Ferdowsi University of Mashhad.
- Iranian National Standard No. 2852.
- Karaka, O.B., GÜven, M., Yasar, K., Kaya, S., & Kahyaoglu, T. 2008. The functional, rheological and sensory characteristics of ice creams with various fat replacers. *International Journal of Dairy Technology*.
- Marshall, R.T., & Arbuckle, W.S. 1996. Ice Cream. 5th ed. Chapman & Hall, New York.
- Mostafavi, F. 2011. Evaluation of using Milk Protein Concentrate in low fat ice Creams and optimization of its formulation with Response Surface Methodology. MSc thesis. Ferdowsi University of Mashhad.
- Nasiri-Mahallati, M. 2001. Production of low calorie ice cream and optimization of its physicochemical and sensory properties using empirical models. MSc thesis. Ferdowsi University of Mashhad.
- Patel, M.R., Baer, R.J., & Acharya, M.R. 2006. Increasing the Protein Content of Ice Cream. *Journal of Dairy Science*, 89, 1400-1406.
- Prindiville, E.A., Marshall, R.T., & Heymann, H. 2000. Effect of milk fat, cocoa butter, and whey protein replacers on the sensory properties of low fat and non fat chocolate ice cream, *Journal of Dairy Science*, 83, 2216-2223.
- Razavi S.M.A., Mortazavi S.A., Matia-Merino L., Hosseini-Parvar S.H., and Khanipour E. 2009. Optimization study of gum extraction from Basil seeds (*Ocimum basilicum*.L) using Response Surface Methodology, *International Journal of Food Science and Technology*, 44 (9), 1755-1762.
- Razmkhah, S. 2010. The effect of some local hydrocolloids on rheological and sensory characteristics of non-fat concentrated yoghurt. MSc thesis. Ferdowsi University of Mashhad.
- Roller, S., Jones, S. 1996. Handbook of fat replacers. *CRC Press*, Boca Raton, New York.
- Romanich-Cerpovicz, J.E., Tilmon, R.W., & Baldree, K.A. 2002. Moisture retention and consumer acceptability of chocolate bar cookies prepared with okra gum as a fat ingredient substitute. *Journal of the American Diet Association*, 106, 594-597.
- Schmidt, K., Lundy, A., Reynolds, J., & Yee, L.N. 1993. Carbohydrate or protein based fat mimicker effects on ice milk properties, *Journal of Food Science*, 58, 761-763.
- Segall, K.I., & Goff, H.D. 2002. A modified ice cream processing routine that promotes fat destabilization in the absence of added emulsifier, *International Dairy Journal*, 12, 1013-1018.
- Wielinga, W.C. Galactomannans. In: Phillips, G.O., Williams, P.A., 2000. *Handbook of hydrocolloids*. CRC Press. Boca Raton New York.

Effect of guar and basil seed gums on physical properties of low fat and light ice cream

F. Javidi¹, S. M. A. Razavi^{2*}, M. Mazaheri Tehrani³, B. EmadZadeh⁴

Received: 2012.11.18

Accepted: 2013.11.28

Introduction: Recently, consumers have directed their interest towards low fat products as they associated them with a reduced risk of well-known health problems such as obesity and coronary heart diseases. Fat is a multifunctional ingredient in ice cream system. Thus, in attempts to provide desirable flavor and physical characteristics of full fat ice cream, manufacturers looking for fat replacers (Drake et al. 1999). Hydrocolloids have functionalities such as thickening, gelling, fat replacing, which allow them to use in different industries (Roller and Jones, 1996; Williams and Phillips, 2000). Guar gum is used as a stabilizer in ice cream and provides smoothness in texture, retards ice crystal growth, and increases freeze-thaw stability (Wielinga, 2000). The rheological properties and potential of basil seed gum (Rayhan) as a novel stabilizer for structure formation and reducer for ice recrystallization in regular ice cream have been recently investigated (Hosseini-Parvar, 1388; Bahram-Parvar, 1391). In this research, the physical properties of light (5% fat) and low fat (2.5% fat) ice creams as a result of replacement of milk fat by guar gum (as a commercial hydrocolloid), basil seed gum (as a novel hydrocolloid) and their blend (50:50) at different concentrations were investigated and compared to those of control sample (10% fat).

Materials and methods: The ice cream formulations were prepared based on the following composition: 2.5% (L), or 5% (R) or 10% (B) milk fat, 11% MSNF, 15% sugar, 0.1% vanilla, 0.15% emulsifier and 0.35%, 0.45%, 0.50% or 0.55% selected gums (guar gum, basil seed gum or blend (50:50) of them). Liquid materials including milk and cream were mixed together and warmed up to 50°C. After that, the pre-weighed and mixed dry ingredients were dispersed into them, under agitation. The mixes were pasteurized at 80°C for 25 s, homogenized at 23000 rpm for 2 min, cooled rapidly to 5°C and then aged at constant temperature overnight (12 h) at 5°C. The freezing was carried out in a batch soft ice cream maker. Apparent viscosity of ice cream mixes were evaluated using a rotational viscometer at 5°C and 51.8 s⁻¹. Before melting rate determination, samples were tempered at -18°C overnight. Ice cream samples (30 g) were put on a wire screen mesh and allowed to melt at ambient temperature. Melting rates were measured from the slope of linear portion of drained mass vs. time graphs. The pH values for mix samples were measured with a pH meter. After the mix was frozen in a batch freezer, Draw temperature of ice creams was obtained using a digital thermometer. Mix and ice cream samples (3 g) were diluted 1: 500 in two steps with deionized water and absorbance was measured by a spectrophotometer at 540 nm. Turbidity (%) was calculated as (absorbance in mix - absorbance in ice cream)/absorbance in mix × 100%. A known volume of ice cream and mix were weight and overrun was determined as (weight of the mix - weight of the ice cream)/ weight of the mix × 100%.

Results & discussion: Reducing fat in any food formulation will cause a decrease in viscosity (Cody et al., 2007). Fat reduction decreased apparent viscosity ($P < 0.05$), but addition of gums and an increase of their concentration augmented this physical property due to of high molecular-weight polymeric nature and water retention of hydrocolloids and the interactions that can occur between polymer chains when hydrocolloids are dissolved or dispersed (Roller and Jones, 1996). Compare with fat, water has higher thermal conductivity, so the reduction of fat content of ice creams resulted in faster melting rate. Addition of gums as fat replacers reinforced the melting resistance due to their water holding capacity effect. The normal pH of ice cream mix is about 6.2-6.3. A mix containing 11 % NMS had a value of 6.3, and an increase in NMS lowered the pH (Marshall and Arbuckle, 1996). In this study, there was no significant difference in the pH of mix samples ($P > 0.05$), ranging from 6.31 to 6.34. Draw temperature as a measure of freezing point of ice cream is dependent on the type and concentration of the soluble constituents and varies with the composition. Addition of some ingredients such as sweeteners, lactose and salts decrease the freezing point. Fat is immiscible with the aqueous phase and carbohydrate polymers are very large molecules, depression of the freezing point is caused indirectly by using of these materials, as a result of decreasing the water content (Marshall and Arbuckle, 1996). In this study, a

1, 2 and 3- Former MSc student and Professors, Food science and Technology Department, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran

4- Assistant professor, Food Nanotechnology Department, Research Institute of Food Science and Technology, Iran.

(*Corresponding Author Email: s.razavi@um.ac.ir)

reduction of fat content of full fat ice cream resulted in higher draw temperature. However, there was not a specific trend in the temperature values of samples with same fat content and different fat replacer levels. There was no significant difference between turbidity of samples with same kind of gum. Similar results were obtained by Schmidt et al. (1993), which related to sufficient amount of milk fat (2.1 and 4.8 %), milk proteins and emulsifiers in ice cream formulations.

Conclusion: Decreasing the fat content generally caused an increase in the value of overrun. But, very high viscosity of mix may prevent vigorous agitation and air incorporation that seems the reason of why increasing fat replacer concentration resulted in overrun reduction

Keywords: Ice Cream, Fat Replacer, Gum, Physical Properties

Archive of SID