نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد ۱۱، شماره ۵، آذر- دی ۱۳۹۴، ص. ۷۰۶-۶۹۴

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 11, No. 5, Dec - Jan 2015, p. 694-706

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 بیماری های مختلف شناخته شده است. بنابراین، افراد جامعه مصرف فراورده های غذایی کم چرب را به انواع با چربی کامل ترجیح می دهند. هدف این تحقیق بررسی اثر صمغ های گوار، دانه ریحان و مخلوط ۵۰:۵۰ آن ها بر خصوصیات بستنی کم چرب (۲/۵درصد) و نیم چرب (۵ درصد) در مقایسه با نمونه شاهد پرچرب (۱۰درصد) بود، بدین منظور اثرات این صمغ ها به عنوان جایگزین چربی در سطوح مختلف (۰/۳۵، ۰/۴۵، ۰/۵ و ۰/۵۵ درصد) بر ویژگی های فیزیکی نمونه ها شامل ویسکوزیته ظاهری، سرعت ذوب، ضریب افزایش حجم، pH، دمای خروج از بستنی ساز 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، ویژگی های فیزیکی

مقدمه

بستنی فرآورده منجمدی است که از شیر یا محصولات شیری با افزودن سایر ترکیبات از قبیل مواد شیرین کننده، پایدارکننده، امولسیفایر و مواد مولد عطر و طعم به دست می آید. چربی شیر، ترکیبی است که علاوه بر تأمین انرژی، اهمیت تغذیه ای داشته و از دیدگاه فیزیکی و حسی نقش مهمی را در مطلوبیت بستنی ایفا می کند. از طرفی وجود ارتباط مصرف زیاد چربی با بیماری هایی مانند چاقی، دیابت، سرطان و بیماری های قلبی، تقاضای روزافزون افراد جامعه را در مصرف فراورده های غذایی کم چرب در پی داشته است، اما با توجه به نقش چندگانه چربی، حذف یا کاهش آن اثرات عمده ای بر ویژگی های مختلف بستنی می گذارد و برای جبران این اثرات منفی، لازم است از ترکیباتی به عنوان جایگزین چربی استفاده گردد (Drake *et al*., 1999).

هیدروکلوئیدها بیوپلیمرهایی آبدوست با ساختمان پروتئینی یا کربوهیدراته هستند و امروزه کاربرد آن ها در صنایع مختلف، به دلیل عملکردهایی نظیر قوام‌دهندگی، تشکیل ژل، جلوگیری از تشکیل کریستال‌های شکر و یخ، کنترل رهایش عطر و طعم و جایگزین چربی بسیار گسترش یافته است (Roller and Jones, 1996; Williams and Phillips, 2000).

در آندوسپرم دانه های گیاه گوار پلی ساکارید گالاکتومانانی وجود دارد که از واحدهای پشت سر هم مانوز تشکیل شده و این واحدها به صورت یک در میان به یک مولکول گالاکتوز 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 (Roller and Jones, 1996 ;Adapa *et al*., 2000; Wielinga, 2000;).

ریحان عضو خانواده نعناعیان[5] 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

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی ارشد و استادان،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

5Lamiaceae

ریه ها، رفع زخم معده و سوء هاضمه استفاده می شود، با خیساندن دانه سیاه رنگ ریحان در آب، پریکارپ خارجی به سرعت جذب آب کرده و متورم می گردد، 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 بستنی های وانیلی بدون چربی (۰/۴ درصد)، کم چرب (۲/۵ درصد)، نیم چرب (۵ درصد) و مقایسه با نوع معمولی (۱۰ درصد)، Aime و همکاران (۲۰۰۰) خصوصیات حسی انواع نیم چرب 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 ۵۰درصد، 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 شربیانی، 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 تائید کردند. کنسانتره پروتئین شیر، خصوصیات بستنی های کم چرب و نیم چرب را به نوع معمولی نزدیک کرد و بهترین سطح این ماده در نمونه های کم چرب و نیم چرب به ترتیب ۳/۹۴ و ۳/۰۹ درصد برآورد گردید (مصطفوی، ۱۳۹۰). از صمغ‌های دانه ریحان، گوار و کربوکسی‌متیل‌سلولز به عنوان پایدارکننده بستنی در انواع دارای امولسیفایر و فاقد آن استفاده و فرمولاسیون حاوی ۹۶/۹۴درصد صمغ دانه ریحان و ۳/۰۶ درصد صمغ گوار در غلظت ۰/۳۵ درصد و ۰/۱۵درصد امولسیفایر مونو و دی گلیسرید 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 پایدار کننده 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 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 نمونه های بستنی کم چرب و نیم چرب 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 E_{471} 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 فروشگاه های لوازم قنادی خریداری شد.

روش ها

استخراج صمغ: صمغ دانه ریحان در شرایط بهینه دمای ۶۸°C، pH=۸ و نسبت آب به دانه، ۶۵:۱ 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 ۱۰درصد چربی، ۱۵درصد شکر، ۱۱درصد ماده جامد بدون چربی شیر، ۰/۳۵درصد پایدارکننده، ۰/۱درصد وانیل و ۰/۱۵درصد امولسیفایر بود. پس از توزین اجزاء لازم، ابتدا مواد مایع شامل شیر و خامه ضمن حرارت دادن تا حداکثر ۵۰°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 ۸۰° C به مدت ۲۵ ثانیه پاستوریزه و توسط هموژنایزر (Turrax T25D IKA, Germany Ultra) به مدت ۲ دقیقه در دور ۲۳۰۰۰ هموژن گردید. سپس بلافاصله به کمک حمام آب، یخ و نمک تا دمای ۵° C سرد شد. پس از آن، مرحله رسیدن به مدت ۱۲

ساعت در یخچال (دمای ۵ ±۰/۵°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 ۱۸°C- قرار گرفتند.

تیمارهای مورد بررسی: تیمارهای مورد بررسی عبارت بودند از: مقدار چربی (در دو سطح ۵ درصد : R، ۲/۵درصد: L)، نوع صمغ (گوار : G، ریحان : B و مخلوط (۵۰:۵۰) آن‌ها: M)، غلظت صمغ (در چهار سطح ۰/۳۵، 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 ۵±۰/۵°C و درجه برش ۱/s ۵۱/۸ تعیین گردید (Akalin *et al.*, 2007).

سرعت ذوب: برای تعیین سرعت ذوب بستنی پس از یک روز سخت شدن، وزن مقدار ذوب شده از نمونه های 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 بستنی ساز: 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 اندازه گیری 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 ۵۴۰ nm توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (Jenway, model 6105 U.V./VIS., Jenway Spectrophotometer, UK) بدست آمد (Bolliger *et al.*, 2000).

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

ضریب افزایش حجم[1]**:**

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

$$\text{کدورت}(\%) = \left(\frac{\text{جذب بستنی} - \text{جذب مخلوط}}{\text{جذب مخلوط}}\right) \times 100 \qquad (۲)$$

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

تجزیه و تحلیل داده‌ها: نمونه‌ها در دو تکرار تهیه و آزمون های فیزیکی در دو تا سه تکرار انجام شدند و نتایج بدست آمده با استفاده از نرم‌افزار MSTATC نسخه ۱/۴۲ بر پایه طرح کاملا تصادفی با آرایش فاکتوریل در معرض آنالیز واریانس قرار گرفت. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح آماری ۹۵ درصد (P<۰/۰۵) 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 هریک از انواع نیم چرب و کم چرب از نظر آماری معنادار نبود(P>۰/۰۵). اما مخلوط این دو صمغ قادر به جبران کاهش ویسکوزیته نمونه‌های کم چرب مربوطه نبود، بلکه تنها در نمونه های نیم چرب دارای مقادیر ۰/۵ و ۰/۵۵درصد صمغ، اختلاف معنی‌داری دیده نشد (P>۰/۰۵).

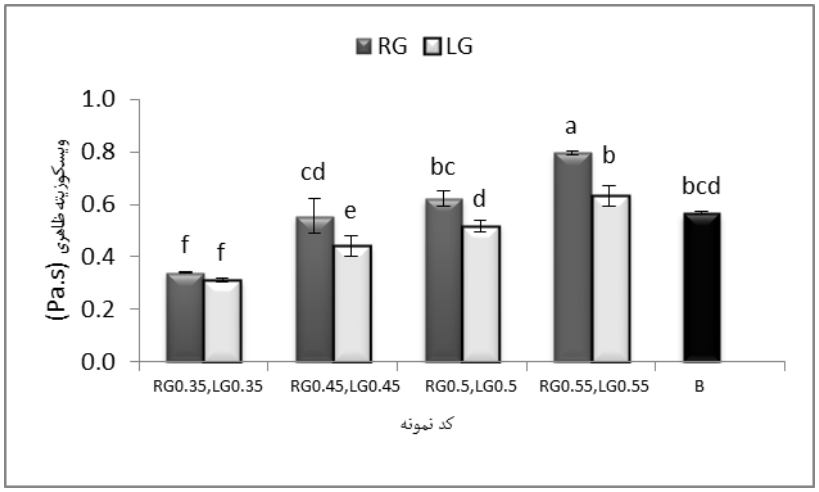
با کاهش چربی و در نتیجه افزایش فاز مایع مخلوط بستنی، کاهش مقاومت به جریان‌پذیری و به دنبال آن مشاهده مقادیر بیشتر ویسکوزیته ظاهری در نمونه‌های پرچرب نسبت به همتای نیم چرب و نمونه های نیم چرب نسبت به همتای کم چرب قابل انتظار بود.

cody و همکاران (۲۰۰۷) با بیان تأثیر معنی‌دار سطح چربی بر

1 Overrun

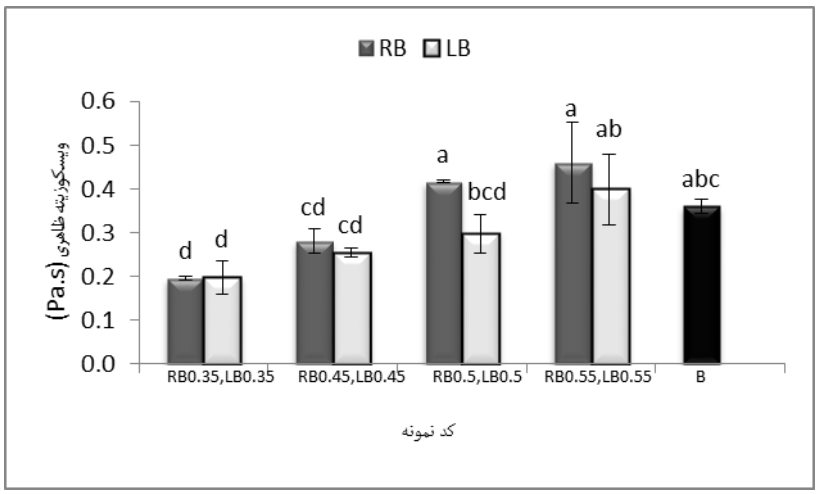
مقدار این ویژگی، چربی را به عنوان عامل افزاینده ویسکوزیته معرفی کردند. اثر حضور چربی در راستای افزایش ویسکوزیته فرمولاسیون های دارای مقادیر یکسان جایگزین چربی توسط Akalin و همکاران (۲۰۰۷) نیز به اثبات رسید که در این رابطه، تفاوت موجود بین نمونه‌های دارای ۳ و ۶ درصد چربی و حاوی ۴ درصد ایزوله پروتئین آب پنیر معنی‌دار بود. ایجاد ویسکوزیته در فرآورده های غذایی یکی از نقش های چربی می باشد، 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 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 می روند 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 کنش هایی است که هنگام پخش شدن آن‌ها بین زنجیرهای پلیمری به وجود می‌آید (Roller and Jones, 1996).



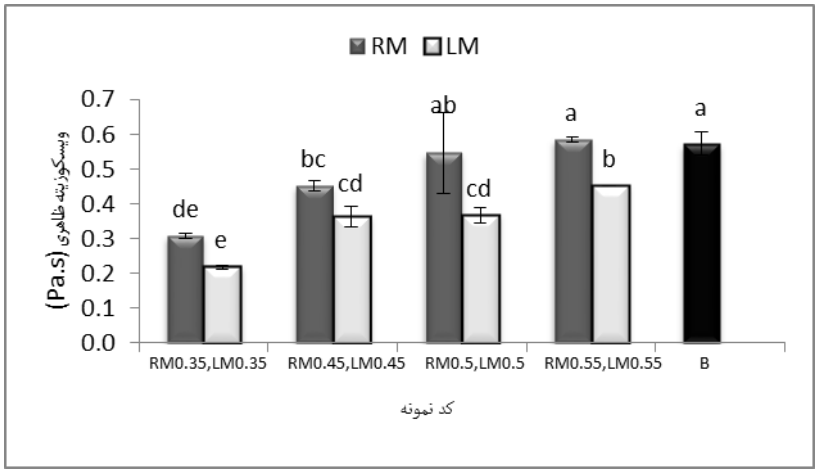
شکل ۱- ویسکوزیته ظاهری نمونه های بستنی نیم چرب (RG) و کم چرب (LG) حاوی صمغ گوار

حروف یکسان نشانگر عدم وجود اختلاف آماری معنی‌دار (P> ۰/۰۵) است.



شکل ۲- ویسکوزیته ظاهری نمونه های بستنی نیم چرب (RB) و کم چرب (LB) حاوی صمغ دانه ریحان

حروف یکسان نشانگر عدم وجود اختلاف آماری معنی‌دار (P> ۰/۰۵) 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 معنی‌دار (P> ۰/۰۵) است.

در تحقیقی مشابه، اختلاف معنی‌داری بین مقادیر ویسکوزیته نمونه‌های بدون چربی حاوی ۲/۵ درصد جایگزین‌های چربی سیمپلس[1] و دیری‌لو[2] و بستنی کم چرب (۲/۵ درصد) مشاهده نشد (Prindiville *et al*., 2000). Aykan 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 ۰/۵درصد) و افزودن ۶ درصد سیمپلس به ترتیب باعث کاهش و افزایش ویسکوزیته ظاهری نمونه های بستنی شد. نتایج پژوهشی در زمینه نقش پایدارکنندگی صمغ ها در حالت مخلوط، حاکی از تأثیر بیشتر صمغ دانه ریحان نسبت به صمغ های 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 کربوکسی‌متیل‌سلولز و ۱۶/۶۷ درصد صمغ گوار) و ۰/۱۵ درصد امولسیفایر+ ۰/۳۵ درصد پایدارکننده (۱۰۰درصد 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[3] مشاهده شد.

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<۰/۰۵). 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 می توان 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<۰/۰۵)، ولی در همه نمونه‌های دارای درصد یکسانی از صمغ دانه ریحان و سطوح مختلف چربی اختلاف معنی‌داری بین مقادیر این خصوصیت وجود داشت، احتمالا 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 ۰/۴۵درصد صمغ‌ها با شاهد پرچرب وجود داشت (P<۰/۰۵). 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.

3 Simplesse
4Dairy Lo
5Synergy

pH

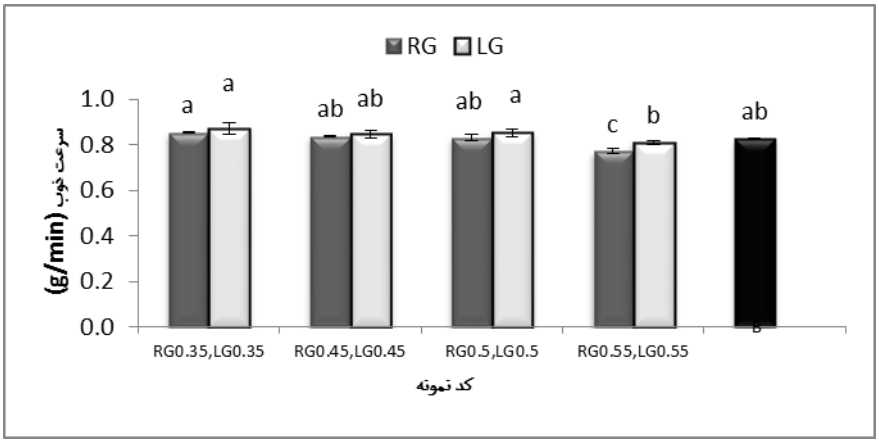
این خصوصیت بستنی تحت تأثیر کاهش و جایگزینی چربی قرار نگرفت، همچنین مقدار صمغ، تأثیر معنی‌داری بر میانگین تغییرات این ویژگی نداشت (P>۰/۰۵) (جداول۱ تا ۳). تأثیر متقابل درصد و نوع صمغ نیز بر این ویژگی بی‌معنی بود (P>۰/۰۵). pH مطلوب بستنی در محدوده ۶/۴-۶/۲ قرار دارد و در مخلوط بستنی دارای ۱۱ درصد ماده جامد 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، بین۶/۴۶ 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>۰/۰۵).

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

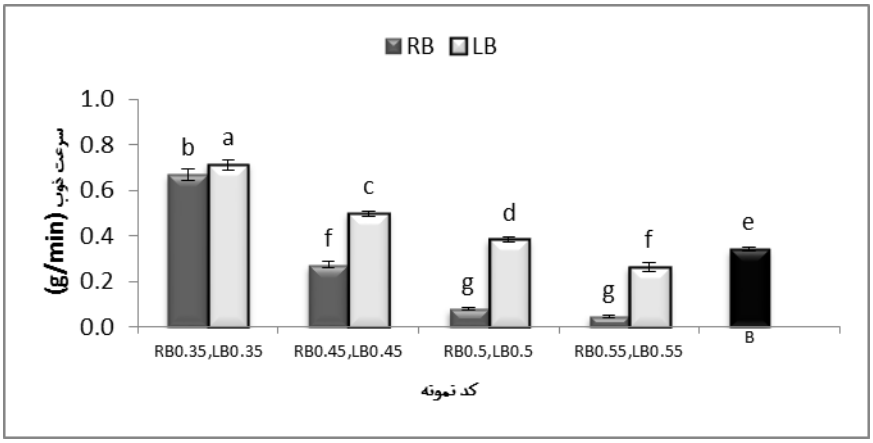
دمای خروج از بستنی‌ساز

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 کم چرب و نیم چرب نسبت به نمونه های شاهد پرچرب مربوطه برای تمامی نمونه‌های حاوی صمغ‌های گوار و دانه ریحان و اغلب نمونه های حاوی مخلوط آن دو صمغ، معنی‌دار بود (P<۰/۰۵).



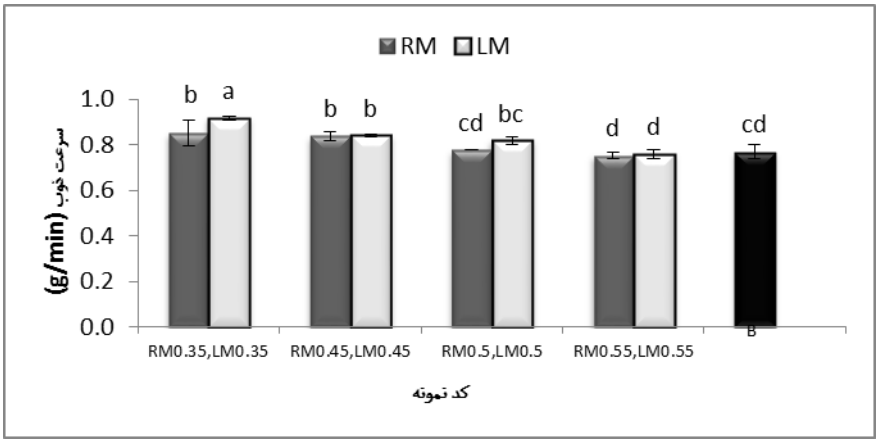
شکل ٤- سرعت ذوب نمونه های بستنی نیم چرب (RG) و کم چرب (LG) حاوی صمغ گوار

حروف یکسان نشانگر عدم وجود اختلاف آماری معنی‌دار (P> ۰/۰۵) است.



شکل ٥- سرعت ذوب نمونه های بستنی نیم چرب (RB) و کم چرب (LB) حاوی صمغ دانه ریحان

حروف یکسان نشانگر عدم وجود اختلاف آماری معنی‌دار (P> ۰/۰۵) است.



شکل ٦. سرعت ذوب نمونه های بستنی نیم چرب (RM) و کم چرب (LM) حاوی مخلوط دو صمغ

حروف یکسان نشانگر عدم وجود اختلاف آماری معنی دار (P> ۰/۰۵) است.

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 ۴/۴- تا $^{\circ}$C ۳/۳- می‌باشد (Marshall and Arbuckle, 1996). روند مشابهی در سال ۱۹۹۹ توسط Baer و همکاران دیده شد، بطوری که دمای خروج نمونه‌های بدون چربی ۲/۹۸- تا $^{\circ}$C ۲/۸۲- و انواع کم چرب بین ۵/۰۴- تا $^{\circ}$C ۴/۳- 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 ۶/۲- تا $^{\circ}$C ۳/۱۵- قرار گرفت. با ملاحظه جداول ۳-۱ می‌توان دریافت دمای نمونه‌های شاهد پرچرب (۱۰ درصد) هنگام خروج از بستنی‌ساز در محدوده مشاهده شده توسط محققان اخیر می باشد.

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 نیم چرب 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 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 اقاقیا، کاراجینان و گزانتان را بر نقطه انجماد بستنی تائید 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>۰/۰۵).

بررسی اثر درصد صمغ و تأثیر متقابل درصد و نوع صمغ بر این ویژگی نیز معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵). 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 دمای 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 می گردد.

جدول۱- 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	۶/۳۲۵±۰/۰۲^{a}	-۴/۱±۰/۱۷^{d}	۸/۲۳±۰/۶۳^{a}	۲۸/۹±۰/۳۹^{b}
RG۰/۳۵	۶/۳۲۰±۰/۰۲^{a}	-۲/۸۰±۰/۵۵^{ab}	۸/۰۸±۰/۱۰^{a}	۲۹/۳±۰/۹۶^{ab}
RG۰/٤۵	۶/۳۲۵±۰/۰۱^{a}	-۳/۰۷±۰/۲۵^{c}	۷/۶۷±۰/۴۸^{a}	۲۵/۱±۰/۷۵^{c}
RG۰/۵	۶/۳۱۰±۰/۰۱^{a}	-۳/۰۷±۰/۲۵^{bc}	۷/۹۹±۰/۶۴^{a}	۲۵/۱±۰/۶۱^{c}
RG۰/۵۵	۶/۳۱۰±۰/۰۱^{a}	-۳/۰۰±۰/۱۷^{bc}	۸/۲۰±۰/۶۸^{a}	۲۲/۰±۱/۴۳^{d}
LG۰/۳۵	۶/۳۱۰±۰/۰۲^{a}	-۳/۰۳±۰/۱۵^{bc}	۷/۷۰±۰/۵۹^{a}	۳۱/۶±۱/۳۶^{a}
LG۰/٤۵	۶/۳۲۰±۰/۰۲^{a}	-۲/۸۰±۰/۱۷^{b}	۷/۹۶±۰/۵۸^{a}	۲۹/۵±۱/۴۶^{ab}
LG۰/۵	۶/۳۱۵±۰/۰۱^{a}	-۲/۳۰±۰/۱۷^{a}	۸/۰۷±۰/۵۰^{a}	۲۶/۵±۱/۹۳^{c}
LG۰/۵۵	۶/۳۳۰±۰/۰۳^{a}	-۲/۲۷±۰/۳۰^{a}	۸/۱۰±۰/۱۶^{a}	۲۱/۴±۱/۹۱^{d}

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون، فاقد تفاوت آماری معنی‌دار (P>۰/۰۵) بر اساس آزمون دانکن می‌باشند.

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

کد نمونه	pH	دمای خروج از بستنی ساز (°C)	کدورت (٪)	ضریب افزایش حجم (٪)
B	۶/۳۳۰±۰/۰۱^{a}	-۴/۶۰±۰/۵۲^{c}	۷/۷۸±۰/۲۲^{a}	۱۴/۲±۱/۰۷^{cd}
RR۰/۳۵	۶/۳۳۵±۰/۰۳^{a}	-۳/۴۰±۰/۲۰^{b}	۸/۲۸±۰/۲۹^{a}	۱۸/۲±۰/۴۷^{b}
RR۰/٤۵	۶/۳۴۰±۰/۰۲^{a}	-۳/۳۷±۰/۲۵^{b}	۷/۸۲±۰/۴۰^{a}	۱۴/۵±۰/۹۶^{c}
RR۰/۵	۶/۳۲۵±۰/۰۱^{a}	-۲/۹۰±۰/۳۰^{ab}	۷/۹۸±۰/۴۳^{a}	۱۳/۳±۱/۶۰^{cd}
RR۰/۵۵	۶/۳۳۰±۰/۰۲^{a}	-۳/۳۷±۰/۲۵^{b}	۸/۲۳±۰/۳۶^{a}	۱۲/۰±۱/۴۴^{d}
LR۰/۳۵	۶/۳۲۰±۰/۰۱^{a}	-۳/۰۰±۰/۴۰^{ab}	۷/۹۹±۰/۵۱^{a}	۲۰/۸±۲/۷۶^{a}
LR۰/٤۵	۶/۳۳۵±۰/۰۳^{a}	-۲/۶۰±۰/۱۷^{a}	۸/۲۹±۰/۵۶^{a}	۱۵/۶±۰/۶۵^{c}
LR۰/۵	۶/۳۲۵±۰/۰۱^{a}	-۲/۹۳±۰/۳۷^{ab}	۷/۹۶±۰/۴۵^{a}	۱۵/۵±۰/۷۲^{c}
LR۰/۵۵	۶/۳۴۰±۰/۰۲^{a}	-۲/۸۷±۰/۱۵^{ab}	۸/۰۲±۰/۳۵^{a}	۱۳/۳±۰/۳۹^{cd}

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون، فاقد تفاوت آماری معنی‌دار (P>۰/۰۵) بر اساس آزمون دانکن می‌باشند.

جدول۳. داده های pH، دمای خروج و درصد کدورت و ضریب افزایش حجم نمونه های حاوی مخلوط صمغ ها

کد نمونه	pH	دمای خروج از بستنی ساز (°C)	کدورت (٪)	ضریب افزایش حجم (٪)
B	۶/۳۱۵±۰/۰۱^{a}	-۳/۹۳±۰/۴۰^{c}	۸/۱۸±۰/۳۴^{a}	۲۸/۸±۱/۰۸^{cd}
RM۰/۳۵	۶/۳۲۵±۰/۰۱^{a}	-۳/۴۳±۰/۳۱^{bc}	۸/۱۷±۰/۳۷^{a}	۳۰/۲±۰/۸۰^{bc}
RM۰/٤۵	۶/۳۲۰±۰/۰۱^{a}	-۳/۳۳±۰/۳۸^{b}	۷/۹۷±۰/۳۷^{a}	۲۷/۳±۱/۰۹^{de}
RM۰/۵	۶/۳۱۰±۰/۰۱^{a}	-۳/۱۳±۰/۵۱^{b}	۸/۰۴±۰/۴۱^{a}	۲۶/۰±۱/۸۱^{ef}
RM۰/۵۵	۶/۳۲۰±۰/۰۲^{a}	-۳/۴۰±۰/۱۷^{bc}	۸/۰۲±۰/۳۱^{a}	۲۳/۲±۰/۶۹^{g}
LM۰/۳۵	۶/۳۱۰±۰/۰۱^{a}	-۳/۰۰±۰/۱۷^{b}	۸/۰۹±۰/۶۵^{a}	۳۴/۹±۲/۰۲^{a}
LM۰/٤۵	۶/۳۳۵±۰/۰۳^{a}	-۲/۳۰±۰/۱۰^{a}	۸/۲۲±۰/۴۹^{a}	۳۱/۶±۰/۶۸^{b}
LM۰/۵	۶/۳۱۵±۰/۰۱^{a}	-۲/۱۰±۰/۴۰^{a}	۸/۱۵±۰/۵۸^{a}	۲۷/۸±۰/۸۹^{de}
LM۰/۵۵	۶/۳۱۰±۰/۰۲^{a}	-۲/۹۷±۰/۱۵^{b}	۸/۱۱±۰/۴۶^{a}	۲۵/۰±۱/۱۲^{fg}

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون، فاقد تفاوت آماری معنی‌دار (P>۰/۰۵) 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

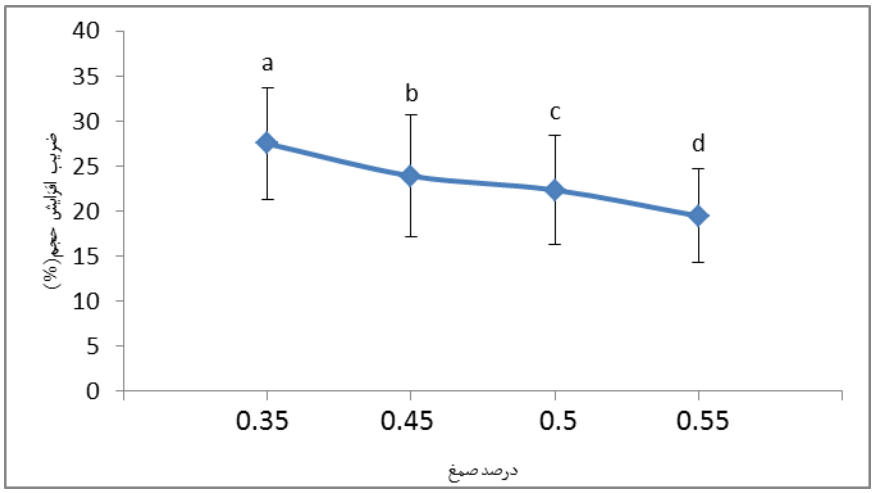
جزء مایع چربی باعث اتصال آن‌ها به یکدیگر مـی‌گـردد (Marshall and Arbuckle, 1996; Segall and Goff, 2002).

با توجه به اثر عمده و مهم امولسیفایر بر این ویژگی، از آن جـایی که مقدار و نوع امولسیفایر در این پژوهش ثابـت بـود، مشـاهده عـدم وجود اختلاف معنی‌دار بین نمونه‌های مختلف امری قابل پـیش بینـی بوده است. مقدار معمول ناپایدار شدن چربـی حـدود ۶۰ درصـد اسـت (Goff and Jordan, 1988)، اما احتمـالاً بـه دلیـل مناسـب نبـودن قدرت تیغه‌های دستگاه بستنی‌ساز آزمایشگاهی جهت همزدن، در این پژوهش درجه ناپایدار شدن چربی از ۸/۲۹ درصد تجاوز نکرد (جـداول ۱ تا ۳). در راستای بهینه یابی فرمولاسیون مخلوط پایدارکننـده‌هـا در انواع دارای امولسـیفایر و فاقـد آن، بهـرام پـرور و همکـاران (۱۳۹۱) مشاهده کردند مقدار کدورت نمونه های مختلف، بین ۲/۵۷ (مخلـوط حاوی ۰/۱۵ درصد پایدارکننده متشکل از صمغ‌های گوار، دانه ریحـان و کربوکسی‌متیل‌سلولز با نسبت برابر، دارای ۰/۱۵ درصد امولسیفایر) و ۲۵/۷ درصـد (مخلـوط حـاوی ۰/۱۵درصـد پایدارکننـده متشـکل از صمغ‌های گوار و کربوکسی‌متیل‌سـلولز بـا نسـبت برابـر، دارای ۰/۱۵ درصد امولسیفایر) قرار داشت. مشابه با تحقیق کنـونی، کـافی نبـودن نیروی برشی اعمال شده توسط تیغه‌های بستنی‌ساز غیرمداوم بعنـوان دلیل احتمالی پایین بودن مقادیر درصدکدورت ذکر شد.

ضریب افزایش حجم

در نمونه‌های حاوی ۰/۳۵ درصد صمغ، کاهش چربی از ۱۰ بـه ۵ و ۲/۵ درصد باعث افزایش معنی‌داری در ضریب افـزایش حجـم شـد ($P<0/05$). در مقایسه نمونه‌های کم‌چرب و نـیم‌چـرب دارای سـطح یکسانی از صمغ نیز می‌توان به نقش مقدار چربی در راستای کـاهش ضریب افزایش حجم اشـاره کـرد، بطـوری کـه در همـه مـوارد بجـز نمونـه‌هـای حـاوی ۰/۵۵درصـد صـمغ گـوار، مقـدار افـزایش حجـم بستنی‌های دارای ۲/۵ درصد چربی بیشتر از نمونه‌های حاوی ۵ درصد چربی برآورد گردید و در رابطه با بستنی‌های حاوی ۰/۴۵ درصد صمغ گوار، نمونه‌های دارای ۰/۳۵درصد صمغ دانـه ریحـان، ۰/۳۵ و ۰/۴۵ درصد مخلوط آن هـا افـزایش حجـم، معنـی‌دار بـود ($P<0/05$). بـه عبارتی در سطوح ۰/۵ و ۰/۵۵ درصد صمغ، از شدت اثرگذاری کاهش چربی فرمولاسیون به دلیل تأثیر بیشتر افـزایش ویسـکوزیته ناشـی از مقـدار صـمغ بیشـتر، کاسـته شـد و تفـاوت معنـی‌داری مشـاهده نشد($P>0/05$). بطور کلـی افـزایش مقـدار صـمغ بـه دلیـل افـزایش ویسکوزیته نمونه‌های بستنی، کاهش معنی‌دار ضریب افزایش حجم را در پی داشت ($P<0/05$) (شکل ۷).

Marshall and Arbuckle (۱۹۹۶) بیـان کردنـد چربـی باعـث کاهش سرعت هوادهی به مخلوط بستنی می‌گردد. لازم به ذکر است به علت این که در حین انجماد بستنی، گلبول‌های چربی روی سـطح حفره‌های هوایی متراکم مـی‌گردنـد و همچنـین وجـود مقاومـت بـه جریان، تا حدی برای حفظ حفره های هوایی ایجاد شـده لازم اسـت؛ حذف کامل آن نیز اثر کاهنده بر میزان افزایش حجم بسـتنی خواهـد گذاشت. به نظر می‌رسد در راستای کاهش چربی تا ۲/۵ درصد در این پژوهش، ضمن کاهش ویسکوزیته مخلوط بستنی و در نتیجه تسـهیل عمل همزدن توسط تیغه های فریزر، مقدار چربی لازم بـرای ناپایـدار شدن و قرار گرفتن روی دیواره حفره‌های هوایی وجود داشـته اسـت. Akalin و همکاران (۲۰۰۷) تغییر ضریب افزایش حجم نمونـه هـای کم چرب و نیم چرب حاوی ۴ درصد ایزولـه پـروتئین آب پنیـر و نیـز اینولین را نسـبت بـه نمونـه پرچـرب بـی‌معنـی گـزارش کردنـد، امـا Schmidt و همکاران (۱۹۹۳) نتایج خود را مبنی بـر کـاهش ضـریب افزایش حجم نمونه های حاوی جایگزین چربی کربوهیدراته نسبت به نمونه شاهد و انواع دارای جایگزین چربی پروتئینی بیان و دلیل خـود را ویسکوزیته بالای بستنی حاوی جایگزین چربـی کربوهیدراتـه ذکـر کردند.



شکل۷- تأثیر درصد صمغ بر ضریب افزایش حجم نمونه های بستنی

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 ۳۹/۲-۲۰/۷ ، ۲۸/۶-۱۸/۸ 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 کارا 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 صمغ های 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 شبیه سازی ویسکوزیته و سرعت ذوب نمونه شاهد پرچرب در بستنی‌های نیم چرب و کم چرب، بعنوان دو خصوصیت فیزیکی موثر بر بافت و احساس دهانی فرآورده، می‌توان قابلیت کاربرد ترکیبات هیدروکلوئیدی مذکور را بعنوان جایگزین چربی تائید نمود. علیرغم تأثیر افزودن صمغ به صورت روند کاهشی بر ضریب افزایش حجم نمونه های بستنی، به دلیل کارا نبودن دستگاه و مشاهده مقادیر کم در تمامی موارد، می‌توان این تأثیر را نادیده گرفت و پژوهش‌های بیشتری برای 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 هم افزایی 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.

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., Karagözlü, 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., & Guzel-Seydim, Z.B. 2008. Use of fat replacers in the production of reduced-calorie vanilla ice cream. *European Jornal 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 proteinf 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.

Romanchik-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. Boka Raton New York.

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 11, No. 5, Dec - Jan 2015, p. 694-706

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد ۱۱، شماره ۵، آذر- دی ۱۳۹۴، ص. ۷۰۶-۶۹۴

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

F. Javidi[1], S. M. A. Razavi[2*], M. Mazaheri Tehrani[3], B. EmadZadeh[4]

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, manufactures 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 physicalproperties 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% emulsifierand 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 slop 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.

Conclution: 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