اثر بتاگلوکان به عنوان جایگزین چربی بر ویژگی های حسی و فیزیکوشیمیایی بستنی کم چرب

The effect of beta-glucan as a fat substitute on the sensory and physico-chemical properties of low-fat ice cream

فریبا شیبانی[۱]، سیمین اسداللهی[۲*]، محمدرضا اسحاقی[۲]

دریافت: ۹۹/۱۲/۱۳ پذیرش: ۱۴۰۰/۳/۱۵

چکیده

چربی شیر یکی از مهم‌ترین ترکیبات مورد استفاده در ساختار بستنی است. با توجه به اینکه رابطه نزدیکی بین مصرف زیاد چربی و بروز بیماری‌های مختلف وجود دارد، بنابراین افزایش آگاهی مردم در مورد افزایش سلامتی مبنی بر کاهش مصرف چربی، افزایش داشته است. در این مطالعه از هیدروکلوئید بتاگلوکان به عنوان یک منبع جدید و پایدار کننده انتخاب شد و در فرمولاسیون بستنی مورد استفاده قرار گرفت. در این پژوهش سطوح صفر، ۰/۱، ۰/۲، ۰/۳، ۰/۴، ۰/۵ و ۰/۶ (وزنی-وزنی) از بتا گلوکان در فرمولاسیون بستنی کم‌چرب بر ویژگی‌های شیمیایی (pH)، فیزیکی (ویسکوزیته، اووران و وزن مخصوص)، حسی و میکروبی بررسی گردید. نتایج حاکی از آن بود که تمامی نمونه‌های مخلوط بستنی با افزایش غلظت صمغ ویسکوزیته، مقاومت به ذوب و چسبندگی بافت افزایش و سختی بافت، pH، افزایش حجم و وزن مخصوص کاهش بسیار شدیدی در سطح مورد بررسی پیدا کرد. همچنین ارزیابی حسی حاکی از آن بود که نمونه حاوی ۰/۶ درصد بتاگلوکان بیشترین پذیرش را در بین ارزیاب‌ها داشته و به نمونه پرچرب نزدیکی بسیاری نسبت به سایر تیمارها نشان داد. قابل ذکر است که در این بررسی شمارش کلی میکروبی نیز در سطح مورد بررسی معنادار نشد.

کلمات کلیدی: بستنی، بتاگلوکان، ویژگی های رئولوژیکی و فیزیکوشیمیایی، ارزیابی حسی

۱- کارشناس ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد پیشوا-ورامین، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲- گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد پیشوا-ورامین، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

نویسنده مسئول مکاتبات: siminasadollahi5@gmail.com

مقدمه

بستنی عبارت است از سیستم پیچیده کف مانندی که در آن، حبابهای کوچک گاز (هوا) در فاز پیوسته‌ای که به طور جزئی منجمد شده است، پراکنده می‌باشد. البته تعریف قانونی آن درکشورهای مختلف متفاوت است، به طورمثال در ایران بستنی عبارت است از ماده جامد یا خمیری شکلی که در اثر انجماد به دست می‌آید و حداقل حاوی ۸٪ چربی و ۳۲٪ماده خشک می‌باشد (معاونت غذا و دارو، ۱۳۹۰). انواع بستنی شامل: بستنی شیری، بستنی شیری مخلوط با چربی نباتی، بستنی شیری با چربی نباتی کاکائویی یا شکلاتی می‌باشد. صمغ‌ها در دسته فیبرهای محلول طبقه‌بندی می‌شوند زیرا به ندرت هضم و جذب بدن شده و در نتیجه کالری کمتری در مقایسه با کربوهیدرات‌های قابل هضم مانند نشاسته در رژیم غذایی تولید می‌کنند. این ترکیبات در دامنه وسیعی از مواد غذایی مانند سس‌ها، سوپ‌ها، ماست، بستنی، چاشنی‌های سالاد، شیر تغلیظ شده کنسرو شده و دیگر محصولات لبنی، فرآورده‌های گوشتی، غذاهای سرخ شده و فرآورده‌های آردی به کار می‌روند (رحمانی، ۱۳۹۲). بتاگلوکان هیدروکلویید اصلی موجود در غلاتی مانند یولاف، جو، چاودار و گندم است و یک پلی ساکارید خارج سلولی است که از دیواره مخمر نانوایی، قارچ‌ها و باکتری‌ها به دست می آید. منومر آن گلوکز است که به واسطه پیوندهای گلیکوزیدی به هم متصل شده‌اند. ساده ترین شکل بتاگلوکان، گلوکان خطی و بدون شاخه به صورت بتا (۱به ۳) گلوکان می باشد. بتاگلوکان‌های شاخه‌دار دارای شاخه‌های (۱ به ۳)، (۱ به ۴) و (۱ به ۶) هستند (Huang, 1982). در حال حاضر پلی‌ساکاریدهای زیادی وجود دارند که سبب تغییر ویسکوزیته مواد غذایی و نیز بافت می‌شوند. علاوه بر این صمغ‌های پلی ساکاریدی جایگزین‌های بدون چربی هستند که ممکن است مانند یک منبع فیبرهای غذایی محلول در سطح پائین عمل کنند. امروزه این پلی ساکاریدها از گیاهان (نشاسته، سلولز، پکتین، صمغ گوار) جلبک‌های دریایی، سخت‌پوستان (آلژینات، کاراجینات، کیتوزان) و یا میکروبی (زانتان) به دست آمده‌اند اما انتخاب گزینه‌های جدید هنوز ادامه دارد (Rogers & Ignarro, 1992; Viñarta *et al*., 2006).

Soukoulis وهمکاران (۲۰۰۹) اثرفیبرهای رژیمی را بر خصوصیات رئولوژیکی بستنی مطالعه کرده و نشان دادند که حضور فیبر در ترکیبات نامحلول به‌طور معناداری ویسکوزیته ظاهری و رفتار رقیق‌شوندگی با برش را در بستنی افزایش میدهد. Karaca و همکاران (۲۰۰۹) اثر استفاده از اینولین بلند زنجیر بر خواص رئولوژیکی بستنی حاوی مقادیر مختلف چربی را بررسی کردند و با دو نوع جایگزین چربی تجاری مقایسه کردند. نتایج نشان داد که ویسکوزیته ظاهری نمونه‌های حاوی ۴٪ و ۶٪ اینولین مشابه بستنی معمولی بوده اما نمونه حاوی ۸٪ اینولین مقادیر ویسکوزیته ظاهری بالاتری نشان داد. Onacik و همکاران (۲۰۱۶)، اثر افزودن بتا گلوکان به عنوان جایگزین چربی بر روی کیفیت مافین مورد بررسی قرار گرفت. نتیجه بدست آمده نشان داد اگر چه جایگزینی جزئی با بتاگلوکان جو ممکن است، اما می‌تواند خواص فیزیکی خمیر (هوادهی) و محصولات پخته شده (حجم، چگالی) را منفی کند. بهرام پرور و همکاران (۱۳۸۷)، به بررسی تاثیر جایگزینی مقادیر مختلف صمغ‌های کربوکسی متیل سلولز و ثعلب با صمغ دانه بالنگو شیرازی بر خصوصیات بستنی سخت خامه‌ای پرداختند؛ در این بررسی نسبت‌های صفر، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ درصد صمغ‌های کربوکسی متیل سلولز و ثعلب با ترکیبات هیدروکلوئیدی دانه بالنگو شیرازی جایگزین گردیدند. نتایج حاکی از آن بود که استفاده از صمغ بالنگو و نیز اثر سینرژیستی آن همراه با سایر صمغ‌ها باعث کاهش اوران، افزایش ویسکوزیته و بهبود خصوصیات حسی بستنی گردید. مهدیان و همکاران (۱۳۹۲)، بررسی اثر جایگزینی چربی شیر با اینولین و کنسانتره

پروتئینی شیر (MPC)[1] بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی وحسی بستنی کم‌چرب بیان داشتند که مخلوط کلیه نمونه ها دارای رفتار رقیق شوندگی با برش (رفتار غیرنیوتنی از نوع شبه پلاستیک) بوده و ویسکوزیته ظاهری با افزایش آهنگ برشی کاهش، ضریب قوام افزایش و شاخص رفتار جریان نمونه‌ها نسبت به نمونه شاهد کاهش یافت. در حالی که اختلاف معناداری بین نمونه‌های حاوی اینولین در مقدار این خصوصیات مشاهده نشد. ویسکوزیته ظاهری نمونه ها با افزایش مقدار هر دونوع جایگزین چربی افزایش یافت. جاویدی و همکاران (۱۳۹۱) به بررسی تاثیر صمغ‌های گوار و دانه ریحان به عنوان جایگزین چربی بر ویژگی‌های رئولوژیکی، فیزیکی و حسی بستنی کم چرب و نیم چرب پرداختند. صمغ‌های گوار، دانه ریحان و مخلوط ۵۰:۵۰ آن ها در سطوح ۰/۳۵، ۰/۴۵، ۰/۵۰ و ۰/۵۵٪ در بستنی کم چرب (۲/۵٪) و نیم چرب (۵٪) در مقایسه با نمونه شاهد پرچرب (۱۰٪) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که با کاهش چربی ویژگی‌های بافتی سفتی، چسبندگی، پیوستگی و مدول ظاهری الاستیسیته، سرعت ذوب، ضریب افزایش حجم، دمای خروج از بستنی‌ساز و خصوصیات زبری، سرمازایی، سفتی و سرعت ذوب نمونه‌ها افزایش یافت. استفاده از صمغ در نقش جایگزین چربی، برخی خصوصیات نمونه‌های کم‌چرب و نیم‌چرب را به بستنی پرچرب نزدیک کرد. تغییرات pH درصد کدورت و پذیرش کلی نمونه‌های بستنی از نظر آماری معنی‌دار نبود.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

مواد شیمیایی (سود) از شرکت مرک آلمان، کربوکسی متیل سلولز از شرکت پاسارگاد نوین تهران، صمغ عربی تولید شده در شرکت آذرین دارو تهران، اسانس وانیل تهیه شده از نمایندگی شرکت مان، شکر از بازار محلی خریداری شدند.

۲-۲- روش ها

۲-۲-۱- فرمولاسیون تهیه بستنی

مرحله بعد، تعیین فرمولاسیون بستنی کم چرب با استفاده از صمغ بتاگلوکان و رسیدن به غلظت مناسب صمغ مورد استفاده و رسیدن به یک بافت مناسب بود.

۲-۲-۲- تیمارهای مورد بررسی

۷ تیمارهای مورد بررسی عبارت بودند از جایگزین چربی (بتا گلوکان که در پنج سطح ۰/۱، ۰/۲، ۰/۳، ۰/۴و ۰/۵ گرم به ازای هر کیلوگرم بستنی و نمونه شاهد شامل نمونه کم‌چرب و فاقد جایگزین چربی بتا گلوکان بود (جدول۱).

۲-۲-۳- آزمونهای شیمیایی بستنی

۲-۲-۳-۱- pH: طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۲۸۵۲ و توسط pH متر Mitrohm مدل ۷۸۰، ساخت سوئیس اندازه گیری شد.

[1] Milk Protein concentrate

جدول (۱)، تیمار های مورد بررسی

Table 1. treatments studied

تیمارها Treatments	میزان چربی(٪) Fat content (٪)	میزان بتا گلوکان(درصد وزنی/وزنی) Beta glucan content (percentage b. w / w)
شاهد	10	0
G_1	9.9	0.1
G_2	9.8	0.2
G_3	9.7	0.3
G_4	9.6	0.4
G_5	9.5	0.5
G_6	9.4	0.6

۲-۲-۴ آزمون های فیزیکی

۲-۲-۴-۱ وزن مخصوص: با استفاده از پیکنومتر مطابق روش مهدیان و کاراژیان (۱۳۹۲)، انجام گردید.

۲-۲-۴-۲ اووران (حجم افزایی): دراررزیابی میزاناوورراننمونه هاازظروفیباحجممشخص استفادهشد. پسازانجمادمحصولدربستنی ساز،ازمخلوطنمونه گیریصورتگرفت. آنگاه نمونهموردنظرتوزینگردیدوافزایشحجماز طریقرابطه (۱)، برحسبدرصدمحاسبهشد (بهرام پرور وهمکاران، ۱۳۸۷).

$$\text{اوروان میزان} = \frac{\text{وزن نمونه قبل انجماداز} - \text{وزن نمونه ازبعد انجماد}}{\text{وزن بعدنمونه از انجماد}} \times 100$$

۲-۲-۴-۳ آزمایشاتویسکومتری

به منظور اندازه گیری های رئولوژیکی از ویسکومتر بروکفیلد مجهز به سیرکولاتور حرارتی (DV-III programmable Brookfield rheometer،آمریکا، استفاده شد. اسپیندل مناسب (SC4-48)، در دمای ۵ °C در تنش ۱۵-۳۰۰/S مطابق روش(بهرام پرور و همکاران ۱۳۸۷)، انجام شد.

۲-۲-۵ آزمایشات بافت سنجی

۲-۲-۵-۱ تعیین سفتی بافت

فشارش تک محوری که ساده ترین آزمایش بنیادین است، با استفاده از آزمایش یونیورسال HTEHounsfield test,Uk S-Series Bench UTM model H5K- S,redhill, Equipment ltd,) مجهز به لودسل ۵۰۰ نیوتنی برای انجام آزمایش از پروبی به قطر پروب ۶ میلی متر به پیشانی پیش رونده ی دستگاه متصل گردید. به این منظور، دستگاه برای ثبت نیروی مورد استفاده برای نفوذ به عمق ۱۵ میلیمتر نمونه با سرعت ۲mm/s تنظیم شد. بیشترین نیروی تراکمی طی نفوذ به عنوان سختی و سطح بیشترین نیروی منفی طی برگشت پروب به عنوان چسبندگی در نظر گرفته شد (ال ناگار و همکاران، ۲۰۰۲).

۲-۲-۶ ارزیابی حسی

جهت انجام این آزمون از ۱۲ نفر استفاده شد. ارزیاب ها گروهی از پرسنل و دانشجویان پژوهشکده علوم و صنایع غذایی کرج بودند. آزمون حسی شامل موارد: طعم، بو، ظاهر، رنگ و پذیرش کلی بود. ارزیابی حسی نیز در روزهای اول بعد از تولید انجام گرفت.

۲-۳ فرآیند تولید بستنی

بدین منظور ابتدا شیر (۲/۵٪ چربی) تا دمای ۴۵-۴۰ درجه سانتیگراد گرم می شود و سپس خامه با همزن دستی به آن اضافه شده و به مدت ۱ دقیقه یکنواخت گردید (ماده جامد شیر ۳۰٪ و میزان چربی تا ۸٪ استاندارد شد). ساکارز به همراه سایر اجزای خشک شامل پودر شیر خشک و بتاگلوکان در مقادیر تعیین شده

به مخلوط افزوده و به مدت ۵ دقیقه با همزن مکانیکی با دور ۷۰ rpm هم زده شد. مخلوط حاصل به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد در بن ماری پاستوریزه گردید و در نهایت به کمک ماده سرمازا (یخ و آب نمک) تا دمای ۵ درجه سانتیگراد خنک شد. سپس مرحله رساندن را در دمای ۶-۴ درجه سانتیگراد در یخچال به مدت ۲۴ ساعت طی کرد. سپس وانیل به آمیخته اضافه خواهد شد و مخلوط در بستنی ساز به مدت ۳۰ دقیقه مرحله انجماد را در دمای ۴- درجه سانتیگراد سپری کرد. سپس بستنی در ظروف پلاستیکی درب دار از جنس پلی اتیلن بسته بندی و به مدت ۲۴ ساعت مرحله سخت شدن را در فریزر با دمای ۱۸- درجه سانتیگراد سپری می نماید و برای انجام آزمایشات مورد استفاده قرار گرفت (بهرام پرور و همکاران، ۱۳۸۷).

۲-۴ تجزیه و تحلیل آماری فرآیند

هر آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی به روش فاکتوریل با دو تکرار صورت گرفت. تحلیل و ارزیابی داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS در سطح احتمال ۵ درصد برای تعیین اختلاف موجود بین میانگین‌ها انجام گرفت. مقایسه میانگین ها با استفاده از طرح چند دامنه ای دانکن و رگرسیون در سطح اطمینان ۹۵ درصد (P□۰/۰۵) صورت پذیرفت. برای رسم نمودار ها از نرم افزارSPSS و Excel استفاده گردید.

۳- بحث و نتایج

۳-۱- خصوصیات ترکیبی و فیزیکوشیمیایی بستنی

ویژگی‌های فیزیکو شیمیایی بستنی‌های مختلف بصورت تابعی از مقدار چربی و غلظت صمغ (جایگزین چربی) در جدول (۲) آمده است. همان‌طور که انتظار می‌رفت، با مقدار کاهش چربی اختلافات آماری معنی‌دار بین تیمارها ایجاد شد. بررسی‌ها نشان میدهد که گلبولهای چربی به طور ثابت، درحین انجماد ناپایدار شده، به یکدیگر می‌پیوندند و روی سطح حفره‌های هوایی متراکم میشوند واین امر موج بایجاد قوام‌وپوشانندگی دهانی مناسب میگردد. مقدار این ترکیب تاثیر به سزایی بر رفتار رئولوژیکی، ویسکوزیته مخلوط بستنی ونیز خصوصیات ذوب شدن محصول نهایی دارد (Marshall,&Arbuckle,۲۰۰۵؛Byars,۲۰۰۲). بنابراین تغییرات این پارامترها بایددرانواع بستنی با سطوح چربی مختلف به دقت مورد بررسی قرار گیرد (مصطفوی و همکاران، ۱۳۸۹).

۳-۱-۱- اثر چربی و افزودن صمغ بتاگلوکان بر **pH**

اثرات کاهش میزان چربی شیر مورد استفاده در تولید بستنی، بر روی کلیه فاکتورهای شیمیایی در جدول (۲) نشان داده شده است بطوریکه با کاهش چربی در بستنی تولیدی، pH نمونه های فوق در سطح مورد بررسی کاهش معناداری داشت (p□۰/۰۵). همچنین مشخص شدکه جایگزینی چربی شیر با بتا گلوکان منجر به تغییر pH نمونه‌ها (بخصوص در نمونه حاوی ۰/۶ درصد بتاگلوکان) و ایجاد تفاوت آماری در مقایسه بانمونه شاهد کم چرب شد (p□۰/۰۵). همانطور که ازجدول (۱)، پیداست، با افزایش غلظت بتاگلوکان و کاهش چربی، pH در سطح مورد بررسی کاهش معنی‌داری یافت (p□۰/۰۵). به طوریکه با افزایش غلظت صمغ بتاگلوکان تا ۰/۶ درصد، میزان pH در نمونه‌های مورد بررسی در مقایسه با نمونه کم چرب شاهد کاهش بیشتری داشتند. این کاهش احتمالا بدلیل افزایش گروههای کربوکسیل دراثر افزایش غلظت صمغ میباشد.

جدول ۲- تاثیر غلظت‌های مختلف بتاگلوکان بر خصوصیات ترکیبی و فیزیکوشیمیایی بستنی کم چرب

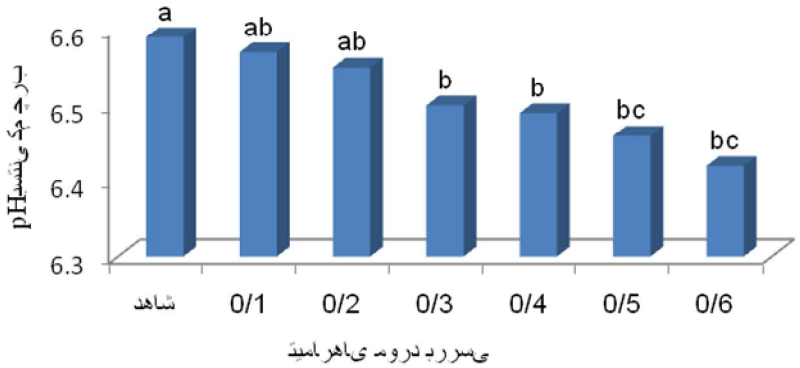
Table 2. The effect of different concentrations of beta-glucan on the composition and physicochemical properties of low-fat ice cream

فاکتورهای شیمیایی Chemical factors / متغیرهای مورد بررسی Study variables	pH	افزایش حجم (درصد) Volume increase (percentage)	مقاومت به ذوب(درصد) Melting resistance (percentage)
شاهد	[a]0.015 6.59	[a]0.5 50.87	[a]0.1 74.34
0.1	[ab]0.015 6.57	[a]0.4 50.58	[b]0.1 77.44
0.2	[ab]0.005 6.55	[a]0.32 50.22	[bc]0.15 78.95
0.3	[b]0.004 6.50	[ab]0.16 49.31	[c]0.2 79.86
0.4	[b]0.003 6.49	[b]0.5 48.42	[c]0.07 80.98
0.5	[bc]0.005 6.46	[b]0.28 47.48	[d]0.2 82.9
0.6	[bc]0.01 6.4	[bc]0.38 46.62	[d]0.17 83.47

a-d: میانگین های دارای بالا نویس متفاوت در یک ردیف با یکدیگر اختلاف معنی داری (کمتر از ۰/۰۵) دارند.

a-d: Means with different captions in a row are significantly different (less than 0.05).

Arbuckle (۱۹۹۷) بیان داشتند که اسیدیته قابل تیتر و pH در فرآوردههای لبنی به مقدار آلبومین، فسفات، سیتـرات و دی اکسیـدکربن موجـود در آنها بستگـی دارد؛ بنابراین با افـزودن شیر خشک فاقد چربی و صمغ بتاگلوکان به مخلوط بستنی، میزان پروتئین و MSNF افزایش یافته و این امر موجب افزایش اسیدیته و کاهش pH مخلوط گردید؛ بنابراین می‌توان گفت که نمونه پر چرب و کم چرب شاهد بیشترین و کم‌ترین میزان pH را به خود اختصاص دادند (شکل ۱).



شکل ۱- تغییرات pH در بستنی کم چرب حاوی سطوح مختلف بتاگلوکان

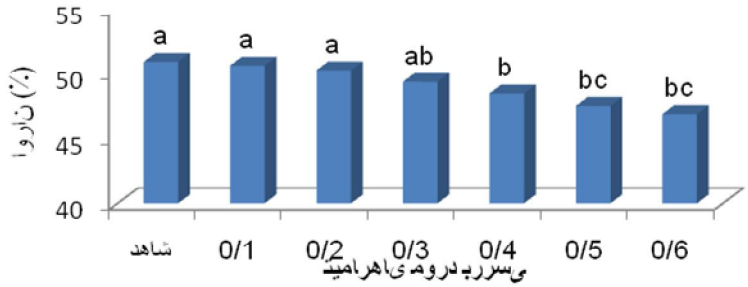
Fig. 1. PH changes in low-fat ice cream contain different levels of beta-glucan

۴-۱-۲ اثر چربی و افزودن بتاگلوکان بر میزان افزایش حجم مخلوطبستنی

افزایش حجم بستنی نسبت به حجم مخلوط بستنی به دلیل ورود هوا در مخلوط می‌باشد و میزان اوروان تحت تأثیر عوامل مختلفی از جمله نوع اجزای مخلـوط می‌باشـد. میـزان چربـی، شیرین‌کننده‌ها و حضور پایدارکننده‌ها از عوامل مؤثر براوروران هستند (گورتز و همکاران، ۲۰۰۹).

از آنجا که در بررسی منابع روابط یبیناوررانو ویسکوزیته وجود دارد و از طرفی در این پژوهش جایگزین کردن چربی با هیدروکلوئیدها (جایگزین چربی بر پایه کربوهیدرات) تأثیر معنی‌داری بر ویسکوزیته مخلوط برجای گذاشت، به‌نظر میرسد بتوان تغییرات مشاهده شده در اوروران را با مکانیسم‌هایی که باعث تغییر ویسکوزیته سیستم شده‌اند، مرتبط دانست. اوروران تحت تأثیر مستقیم ویسکوزیته مخلوط بستنی می‌باشد.

با توجه به شکل (۲)، میزان اووران در کلیه نمونه‌های مورد بررسی دارای اختلاف معنی‌داری در سطح مورد بررسی بودند. بطوریکه در نمونه کم چرب شاهد بیشترین اوروران ملاحظه شد. جایگزینی بتاگلوکان به عنوان جایگزین چربی در اغلب موارد موجب کاهش معنی‌دار افزایش حجم بستنی نسبت به نمونه شاهد شده است. در بین تیمارهای حاوی بتاگلوکان، با افزایش غلظت جایگزین چربی، میزان اوروران کاهش معنی‌داری یافت (p□۰/۰۵). عمدتاً با افزایش ویسکوزیته، اوروران کاهش یافته است یعنی اثر سینرژیستی صمغ سبب افزایش ویسکوزیته و باعث کم شدن قابلیت زدن مخلوط بستنی و ورود هوا شده است؛ بنابراین با افزایش غلظت صمغ احتمالا به دلیل اینکه سبب ایجاد یک مانع در برابر ورود هوا به درون مخلوط بستنی می‌شود منجر به کاهش اووران گردید.



شکل ۲- مقایسه تغییرات افزایش حجم در بستنی کم چرب حاوی سطوح مختلف بتاگلوکان و شاهد کم چرب

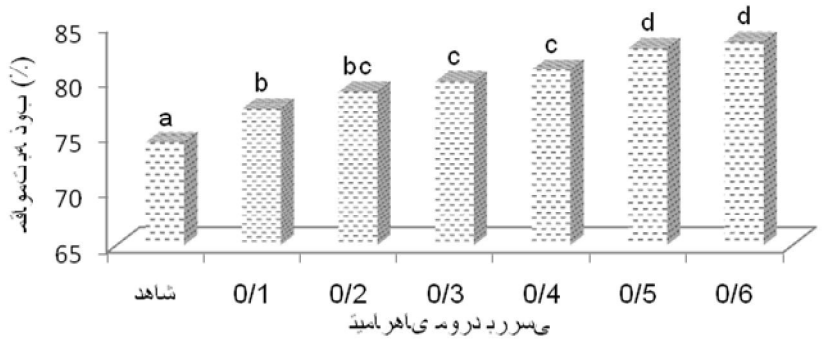
Fig. 2. Comparison of volume changes in low-fat ice cream containing different levels of beta-glucan and low-fat control

۴-۱-۳- اثر چربی و افزودن بتاگلوکان مقاومت به ذوب

یکی از مهمترین خصوصیات فیزیکی یک بستنی مرغوب، دیر ذوب شدن آن است (نظری و همکاران، ۱۳۹۲). مقاومت به ذوب در بستنی تحت تاثیر قند موجود در ترکیب مواد قرار دارد. سرعت ذوب بستنی تحت تاثیر فاکتورهای متعددی مانند مقدار هوای وارد شده، طبیعت کریستالهایی خو نیز شبکه گلبول چربی که در حین انجماد شکل گرفته، می‌باشد (ماس و هارتل، ۲۰۰۴). در ذوب شدن شدن بستنی دو پدیده انتقال حرارت و انتقال جرم تواما دخالت دارند. در طی ذوب شدن،حرارت محیط تدریجا 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

غیرمنجمد پخش شده و سپس مخلوط رقیق شده از بین ساختار کفی بستنی عبور کرده و نهایتا چکه میکند و به عبارتی بهتر جریان می‌یابد (سوکولیس و زیا، ۲۰۰۸).

با توجه به جدول (۱) و شکل (۳)، کمترین میزان افزایش حجم مربوط به نمونه با سطح ۰/۱ درصد بتاگلوکان بود و منجر به کاهش معنی‌داری در زمان ذوب ($p<0/05$) و در نتیجه منجر به کاهش مقاومت به ذوب گردید. کمترین نقطه ذوب شده در نمونه شاهد و سپس در نمونه حاوی ۰/۱ بتاگلوکان و بیشترین مقاومت به ذوب در نمونه حاوی ۰/۶ درصد بتاگلوکان مشاهده شد؛ بنابراین می‌توان بیان کرد که سرعت ذوب با افزایش تغییر حجم نسبت عکس دارد (حبیبی و چنگی، ۱۳۹۴). در بین نمونه‌های بتاگلوکان کمترین مقاومت ذوب مربوط به نمونه ۰/۱ درصد بود و با افزایش غلظت صمغ، مقاومت به ذوب افزایش یافت. کاهش میزان ذوب نمونه‌های حاوی جایگزین چربی نسبت به نمونه شاهد کم چرب میتواند به علت ویژگی اتصال آب در هیدروکلوئیدهای موجود جهت تشکیل شبکه ژل باشد که مانع حرکت آزادانه مولکولهای آب میان مولکولهای مخلوط شده است. افزایش غلظت امولیسیون کننده‌ها موجب تضعیف شدت ذوب وپایداری شدید سیستم کف میشود و در نتیجه سرعت جریان ترکیبات بستنی کاهش می‌یابد. همچنین امولسیون کننده‌ها، موجب کاهش اندازه حبابهای هوا شده و در نتیجه سرعت ذوب کاهش می‌یابد (حبیبی و چنگی، ۱۳۹۴).

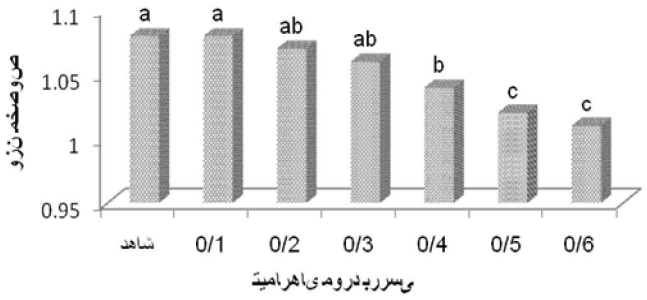


شکل ۳- مقایسه تغییرات مقاومت به ذوب در بستنی کم جرب حاوی سطوح مختلف بتاگلوکان و شاهد کم چرب

Fig. 3. Comparison of melting resistance changes in low-fat ice cream containing different levels of beta-glucan and low-fat control

۴-۱-۴ اثر چربی و افزودن بتاگلوکان وزن مخصوص

ثقل ویژه مایعات، در فرایندهایی مثل سانتریفیوژ کردن، هموژنیزاسیون، تعیین خصوصیات جریان و محاسبه توان پمپ اهمیت دارد (Goff *et at.*, 2008). ثقل مخصوص مخلوط بستنی برحسب ترکیبات تشکیل‌دهنده آن متفاوت بوده و بررسی‌ها نشان می‌دهند که مقدار آن بین ۱/۰۵۴۴ – ۱/۱۲۳۲ متغیر است (Marshall, 2005). دانسیته شیر و فراورده‌های آن در تبدیل حجم و جرم به یکدیگر، تخمین میزان مواد جامد و محاسبه سایر ویژگی‌های فیزیکی مانند ویسکوزیته سینماتیکی مهم می‌باشد (Goff *et al.*, 2008). نتایج نشان داد که با افزایش ویسکوزیته مخلوط، دانسیته کاهش می‌یابد. تغییر ایجاد شده در ثقل ویژه نیز با افزایش غلظت بتاگلوکان، کاهش معناداری در سطح مورد بررسی پیدا کرد. بیشترین میزان وزن مخصوص مربوط به نمونه شاهد کم‌چرب و کمترین میزان آن مربوط به نمونه حاوی ۰/۶ درصد بتا گلوکان بود (شکل ۴) (به ترتیب ۱/۰۸ و ۱/۰۱). که با نتایج رفتنی و احمدی (۱۳۹۳)، هم‌خوانی داشت.



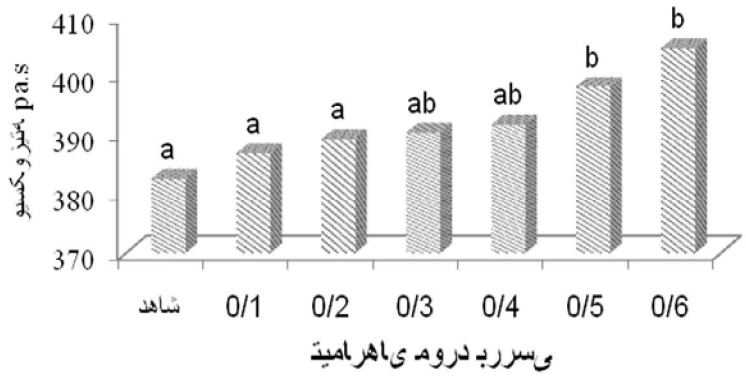
شکل ۴- تغییرات وزن مخصوص در بستنی کم جرب حاوی سطوح مختلف بتاگلوکان و شاهد کم‌چرب

Fig. 4. Specific weight changes in low-fat ice cream containing different levels of beta-glucan and low-fat control

۴-۲- تاثیر چربی و بتا گلوکان بر تغییرات ویسکوزیته

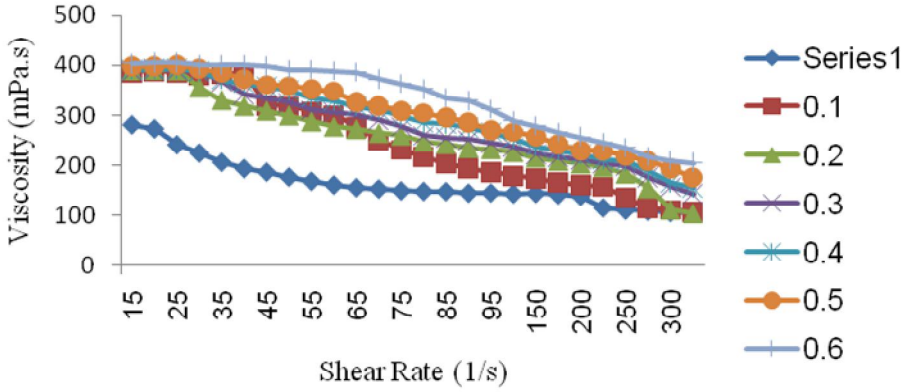
ویسکوزیته یا مقاومت به جریان مهمترین ویژگی مخلوط بستنی است که مقدار معینی از آن برای همزدن مناسب و نگهداری هو الازم است. علی رغم بررسی‌های فراوان انجام گرفته هنوز گزارش قطعی مبنی بر مقدار مطلوب ویسکوزیته در بستنی ارائه نشده است (بهرام‌پرور و همکاران، ۱۳۸۷). روند تغییرات ویسکوزیته ظاهری و تنش برشی در برابر آهنگ برشی بیانگر رفتار شبه پلاستیک اکثر مخلوط‌ها بود، یعنی ویسکوزیته ظاهری با افزایش آهنگ برشی کاهش یافت (اشکال ۵ و ۶) بروز چنین رفتاری به این دلیـل است که مولکول‌ها در آهنگ‌های برشی پایین به صورت نامنظم آرایش پیدا میکنند و تنها به‌صورت جزئی همراستا می‌باشندکه این به ایجاد ویسکوزیته بالا منجر میشود. هنگامیکه آهنگ برشی افزایش می‌یابد همراستایی مولکولها بیشتر می‌شود و در نتیجه اصطکاک داخلی افزایش یافته وویسکوزیته ظاهری کاهش می‌یابد (Glicksman, 1982؛ Rha, 1975).

در این بررسی ویسکوزیته مخلوط با افزایش غلظت صمغ، میزان ویسکوزیته افزایش یافت به‌طوریکه میزان ویسکوزیته شاهد با افزودن جایگزین‌های چربی از ۳۰۲/۶ به ۴۰۴/۸۲ مربوط به بتا گلوکان افزایش یافت (شکل ۵). بنابراین با توجه به شکل (۵)، غلظت‌های مختلف بتا گلوکان (بخصوص نمونه حاوی ۰/۶ درصد) تاثیر بیشتری بر میزان گرانروی نمونه‌ها داشت؛ که این مساله احتمالا به دلیل قدرت جذب آب بیشتر بتاگلوکان نسبت به نمونه کم‌چرب باشد.



شکل ۵- تغییرات ویسکوزیته در بستنی کم جرب حاوی سطوح مختلف بتاگلوکان و شاهد کم چرب

Fig. 5. Viscosity changes in low-fat ice cream containing different levels of beta-glucan and low-fat control



شکل ۶- تغییرات سرعت بررشی در ویسکوزیته های سطوح مختلف تیمارهای مورد بررسی

Fig. 6. Shear velocity changes in viscosities of different levels of the studied treatments

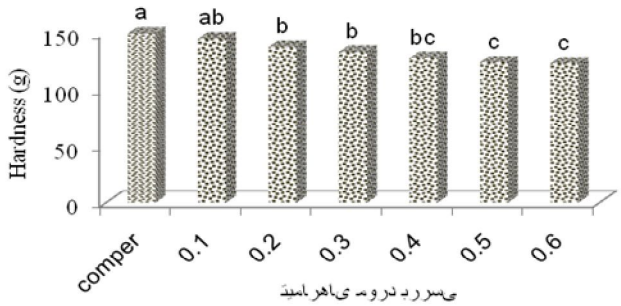
نظربه اینکه بتاگلوکان حاوی کربوهیدرات می‌باشد و باآرایش مولکولی قندهای موجود در ساختار بتاگلوکان و با افزایش گروه های عاملی قندهای موجود اتصالات هیدروژنی بیشتری تشکیل داده و با کاهش تحرک آب آزاد احتمالا این امر باعث افزایش و یسکوزیته مخلوط بستنی شده است.

۴-۳- ویژگی های مکانیکی بافت

سختی بستنی به عنوان مقاومت آن به تغییر شکل در برابر اعمال یک نیروی خارجی اندازه‌گیری می‌شود. از آنجایی که انـدازه بلورهای یخ و حجم فاز یخ در ایجاد بافت سخت در بستنی شرکت می‌کنند، این فاکتور را می‌توان به عنوان معیاری از رشد بلورهای یخ در نظر گرفت (موس و هارتل، ۲۰۰۴).

۴-۳-۱- اثر چربی و بتاگلوکان بر سختی بافت

با توجه به شکل (۷)، غلظت‌های مختلف بتا گلوکان روی سفتی بافت تاثیرگذار است، به طوریکه استفاده از جایگزین‌های چربی برای بهبود سفتی بافت بستنی کم‌چرب نسبت به بستنی کـم‌چـــــرب شاهد تاثیرگذار بوده است. همچنین می‌توان گفت که بستنی کم‌چرب حاوی جایگزین چربی، دارای حالت آدامسی، جویدنی‌تر و الاستیک‌تر از بستنی پرچرب بوده و بافت آن نسبت به بستنی کم‌چرب شاهد بهتر می‌باشد. لذا می‌توان عنوان نمود که نمونه ۰/۶ درصد بتاگلوکان به بستنی پرچرب نزدیک‌تر بوده است.



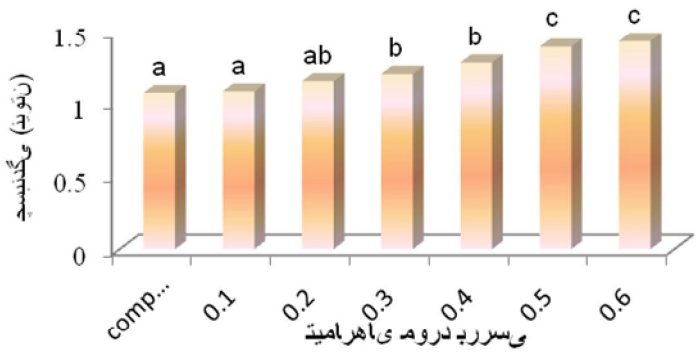
شکل ۷- تغییرات سفتی بافت بستنی حاوی سطوح مختلف بتا گلوکان

Fig. 7. Changes in the firmness of ice cream texture containing different levels of beta-glucan

جایگزین‌های چربی به علت افزایش میزان رطوبت در سطح فاقد چربی و نسبت رطوبت به پروتئین سبب افزایش حجم پرکننده (رطوبت، چربی) می‌شود بنابراین نیروی کمتری برای تغییر شکل نیاز بوده و محصول حاصله نرمتر می‌شود که این گزارش با نتایج حاصل از این مطالعه مطابقت داشت (قنبری شندی، ۱۳۹۰). اثرات مثبت کاهش سفتی بافت در غلظت صمغ‌های مورد بررسی در بستنی کم‌چرب را می‌توان به میزان رطوبت و میزان پروتئین نسبت داد. افزایش عوامل حجم‌دهنده (رطوبت و چربی) منجر به کاهش ماتریکس پروتئین می-شود؛ که این امر منجر به آن شده که نیروی وارده برای تغییر شکل و فشرده شدن کمتر مورد نیاز باشد (رحمانی و همکاران، ۱۳۹۲). با افزایش غلظت کلوئیدهای مصرفی، از درجه سفتی بافت کاسته شد وحتی نمونه‌های دارای غلظت‌های بالاتر صمغ، بافت بسیار نرم اما الاستیکی داشتند. علت این پدیده این است که هیدروکلوئیدها به عنوان عوامل ژل کننده قادر به کنترل تبلور مجدد در حضور پروتئین‌های شیر هستند. اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای آزمایشی و شاهدهای کم چرب و پرچرب را به اینصورت می‌توان توجیه کرد که در بستنی فاقد صمغ عربی و شاهی احتمالا به دلیل تجمع وبه هم پیوستن میسلهای کازئینی باعث افزایش سفتی میشود، اما با افزودن سطوح مختلف صمغ به دلیل سست شدن پیوندهایی که بین صمغ و میسل کازئین بر قرار می شود تمایل میسلها به انعقاد و تشکیل لخته‌های کوچک پروتئینی افزایش یافته و در نتیجه پیوندهای بین میسلهای تجمع یافته (بین لخته‌ها) تضعیف میگردد و شبکه ژلی استحکام خود را از دست میدهد، همین عامل میتواند منجر به کاهش سختی در محصول گردد (همایونی‌راد و همکاران، ۱۳۸۴).

۴-۳-۲ اثر چربی و بتاگلوکان بر میزان استحکام بافت

چسبندگی به مقدار کار مورد نیاز برای غلبه بر نیروهای جاذب بین سطح ماده غذایی و سطح ماده غذایی که با آن در تماس است، می‌باشد (سیکن و همکاران، ۲۰۱۲). این پارامتر به اثر ترکیبی نیروهای چسبندگی و پیوستگی و عوامل دیگری مثل ویسکوزیته و ویسکوالاستیک بستگی دارد. همان‌طور که در شکل (۸)، نشان داده شده است با افزایش درصد بتاگلوکان چسبندگی بستنی را در مقایسه با نمونه‌های فاقد آن افزایش داشت و بنابراین می‌توان بیان داشت که در بین نمونه‌ها ی مورد بررسی در سطح مورد نظر معنادار گردید (p□۰/۰۵).



شکل ۸- تغییرات انسجام بافت بستنی حاوی سطوح مختلف بتا گلوکان

Fig. 8. Changes in the consistency of ice cream texture containing different levels of beta glucan

۴-۵- ارزیابی حسی نمونه‌های بستنی

هیدروکلوئیدها با مکانیسم‌های متفاوتی بر بافت و ویژگی‌های حسی بستنی تاثیر می‌گذارند که شامل کنترل پدیده کریستالیزاسیون مجدد، افزایش ویسکوزیته و نگهداری آب، پایدارسازی، امولسیفیکاسیون و به دام انداختن ترکیبات طعمی می‌باشد (سوکولیس و همکاران، ۲۰۱۰). نتایج ارزیابی حسی نمونه‌های بستنی حاوی مخلوط صمغ‌های عربی و شاهی در جدول (۳)، نشان داده شده است. طبق جدول (۳)، می‌توان گفت بهترین نمونه به لحاظ ارزیاب ها، نمونه ۰/۶ و۰/۵ درصد بتاگلوکان بود. قابل ذکر است که بین کلیه نمونه‌های تولیدی و فاکتورهای مورد بررسی، اختلافات معنی‌داری وجود داشت و این اختلافات بین نمونه شاهد بوضوح مشاهده شد. از لحاظ طعم، تیمار حاوی ۰/۶ درصد بتاگوکان، امتیاز بیشتری کسب کرد. این بستنی با سایر بستنی‌های تولیدی اختلاف معنی‌داری در سطح مورد بررسی داشت (p□۰/۰۵).

بررسی‌ها نشان داد که نمونه کم‌چرب فاقد جایگزین، به لحاظ طعم از درجه ضعیفی برخوردار بود. چربی شیر، تاثیر عمده‌ای بر طعم محصول حاصله دارد و در محصولات کم‌چرب طعم ضعیف‌تر می‌باشد که دلیل آن رطوبت بالا و کمتر شدن سهم چربی در طعم کلی پنیر است (رشیدی، ۱۳۹۰). در تمامی نمونه‌ها امتیاز بافت با کاهش مقدار چربی کاهش داشته و با افزایش چربی ظاهر و بافت نمونه نسبت به نمونه کم‌چرب افزایش نشان داد. ارزیاب‌ها اظهار داشتند که نمونه ۰/۵ و ۰/۶ درصد دارای سفتی مطلوبی است در حالی که نمونه‌های شاهد و ۰/۱ درصد بسیار نرم و یا دارای سفتی نامطلوب تشخیص دادند. روند تغییرات رنگ نمونه‌های جایگزین شده نیز شبیه روند تغییرات عطر و طعم است در جایگزینی چربی با بتاگلوکان با افزایش سطح جایگزینی، امتیاز رنگ نمونه‌ها بهطور منظم و معنی‌داری افزایش یافت بهطوریکه نمونه شاهد کمترین و نمونه حاوی ۰/۶ درصد بالاترین امتیاز مربوط به رنگ را کسب کردند. با افزایش جایگزینی بتاگلوکان ، امتیازپذیر شکلی به طور معنی‌داری افزایش یافته است. بطوریکه نمونه حاوی ۰/۶ درصد بتاگلوکان بالاترین امتیاز و نمونه کم‌چرب شاهد پایین‌ترین امتیاز را به لحاظ پذیرش کلی کسب کردند و با دیگر نمونه‌ها اختلاف معناداری داشت (جدول ۳).

جدول ۳- ضرایب مدل رگرسیون و نتایج آنالیز واریانس برای متغیر های پاسخ

Table 3. regression model coefficients and results of analysis of variance for response variables

پذیرش کلی	رنگ	بافت	طعم	نوع بستنی
General acceptance	Color	Texture	taste	Type of ice cream
^{a}3.96	^{a}4.32	^{a}3.88	^{a}3.7	C_1
^{a}4.08	^{ab}4.4	^{b}4.00	^{b}4.00	0.1
^{b}4.26	^{b}4.60	^{b}4.13	4.40 ^{bc}	0.2
^{c}4.56	^{bc}4.80	^{c}4.48	^{bc}4.50	0.3
^{c}4.47	^{bc}4.86	^{c}4.58	^{c}4.66	0.4
^{d}4.87	^{c}5.00	^{d}4.80	^{d}4.80	**0.5**
^{d}4.87	^{c}5.00	^{d}5.00	^{d}4.80	**0.6**

a-d: میانگین های دارای بالا نویس متفاوت در یک ردیف با یکدیگر اختلاف معنی داری (کمتر از ۰/۰۵) دارند.

a-d: Means with different captions in a row are significantly different (less than 0.05).

نتیجه‌گیری

استفاده از بتاگلوکان در بستنی کم چرب باعث بهبود ویسکوزیته وقوام محصول شد. این در حالی است که ویژگی‌های فیزیکی نمونه‌های حاوی صمغ در مقایسه با نمونه شاهد بهبود یافت. افزودن صمغ‌ها به نمونه باعث

تشدید حالت ضعیف‌شوندگی با برش شده به طوریکه بتاگلوکان حالت رقیق‌شوندگی با برش را نشان داد. با توجه به نتایج بدست آمده مشخص شد غلظت ۰/۶ درصد بتاگلوکان در ویژگیهای رئولوژیکی و هم حسی وضعیت قابل قبول‌تری نسبت به سایر نمونه‌ها به خصوص نمونه شاهد داشته و بعنوان بهترین تیمارها معرفی شد.

با توجه با این که بافت بستنی کم‌چرب فاقد جایگزین چربی از سفتی و الاستیسیته بالایی برخوردار است، بنابراین به کارگیری جایگزین‌های چربی مانند بتاگلوکان سبب بهبود بافت شد و می‌توان با استفاده از آن‌ها بخصوص جایگزین‌هایی با خاستگاه طبیعی و بومی ایران، در جهت کاهش سفتی بافت اقدام کرد.

منابع **References**

بهرامپرور، م.، حداد خداپ«رست، م. ح.، محمد امینی، ا. ۱۳۸۷. بررسی تاثیر جایگزینی مقادیر مختلف صمغ‌های کربوکسی متیل سلولز و ثعلب با صمغ دانه بالنگو شیرازی بر خصوصیات بستنی سخت‌خامه‌ای، مجله پژوهشهایعاوموصنایعغذاییایران، ص: ۳۷-۴۷.

بهروزنظری، ن.، حق نظری، س.،بلندی، م. ۱۳۹۲. فرمولاسیون و تهیه بستنی با جایگزینی شکر با سوکرالوز و تأثیر آن بر ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی بستنی، نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی، جلد ۳۲،شماره۲، ص: ۳۵۷-۳۶۷.

جاویدی، ف.، رضوی، س.م.ع.، مظاهری تهرانی، م.، عمادزاده، ب. ۱۳۹۱. تاثیر صمغ‌های گوار و دانه ریحان به عنوان جایگزین چربی بر ویژگی‌های رئولوژیکی، فیزیکی و حسی بستنی کم‌چرب و نیم‌چرب. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه فردوسی مشهد.

حبیبی، پ.،خدائیانچگنی، ف. ۱۳۹۴. اثر جایگزینی روغن هسته انگور به جای چربی شیر بر خواص فیزیکوشیمیایی و حسی بستنی، مجله علوم تغذیه وصنایع غذایی ایران، سال دهم، شماره ۳، ص۱۰۰-۹۱.

رحمانی، ه. پایان‌نامه جهت اخذ کارشناسی ارشد. ۱۳۹۲. تأثیر صمغ بالنگو شیرازی بر خواص فیزیکوشیمیایی، رئولوژی و حسی پنیر سفید کم چرب.

رشیدی، ح. مظاهری تهرانی، م. رضوی، س.م.ع. قدس روحانی، م. (۱۳۹۰). تاثیر کاهش درصد چربی و مقدار کلرید کلسیم بر ویژگیهای حسی و بافتی پنیر فتای فراپالایش حاصل از پودر ناتراوه اولترافیلتراسیون شیر. نشریه پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران. جلد ۷، شماره ۳، صفحات ۲۲۶-۲۱۸.

رفتنی امیری، ز.، احمدی، م.ا. ۱۳۹۳. بررسی امکان جایگزینی کربوکسی متیل سلولز با صمغ کتیرا بر ویژگی‌های فیزیکی و حسی بستنی. پژوهش‌های صنایع غذایی. ۴۳، ۲، ۲۷۹-۲۹۰.

سقایی شهری، ا، کاراژیان، ح، محمدی نافچی، ع. ر. ۱۳۹۳. ویژگی‌های رئولوژیکی و بافتی بستنی حاوی صمغ دانه شاهی، نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی، جلد۴۲ ، شماره۴، ۱۷۹-۱۸۰.

قنبری شندی، ا. خسروشاهی اصل، ا. مرتضوی،ع. توکلی پور، ح. ۱۳۹۰. اثر صمغ زانتان بر ویژگی‌های بافتی و رئولوژیک پنیر سفید ایرانی کم چرب، فصلنامه علوم و صنایع غذایی، شماره (۱)۳۳، دوره ۸ ، صفحات ۴۶-۳۵.

مصطفوی، ف.،مظاهری، م.،محبی، م. ۱۳۸۹. بررسی تاثیر میزان چربی برخصوصیات فیزیکی ورئولوژیکی بستنی وانیلی، فصلنامه علوم و صنایع غذایی، شماره ۴۵، دوره ۱۱، ص ۶۴-۵۵.

معاونت غذا و دارو، ۱۳۹۰. دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی.

همایونی‌راد، ع.،احسانی، م. ر.،ابراهیم‌زاده موسوی، م. ع.،ولیزاده، م.، امام جمعه، ز. ۱۳۸۴. بهبود کیفیت بستنی کم‌چرب به کمک هیدرولیز نسبی پروتئین‌های مخلوط بستنی باکیموزین(I)، مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۳۶، شماره ۳، ص ۷۷۳-۷۶۵.

Arbuckle, W.S. 1997. Ice cream, third edition, AVI publishing company, inc, Westport, Connenticut, page 242

Byars, J. 2002. Effect of a starch-lipid fat replacer on the rheology of soft-serve ice cream،*journal of food science*, 67(6), 2177-2182.

El-Nagar, G., Clowes, G., Tudorica, C. M., Kuri, V., and Brennan, C. S. 2002. Rheological quality and stability of yog-ice cream with added inulin. *International Journal of Dairy Technology*, 55(2): 89-93

Glicksman, M. (1982). Boca Raton, Florida: CRC Press Inc.,pp. *Food Hydrocolloids.* 68–75.

Goff, H.D., and Hartel, R.W. 2008. Ice cream and frozen desserts. In Handbook of Frozen Foods; Hui, Y.A., Ed.; *Marcel Dekker*: New York, 494–565.

Grotz, V.L., Kruger, C.L., Flora, G., Hayes, A.W., 2009. Mutagenicity review of sucralose, a popular no calorie sweetener. *International Journal of Toxicology*. 28: 57-61

Huang, N.L. (1982). Cultivation of Tremella fuciformis in Fujian, China. *Mushroom Newsl Trop*, *2*(3), pp.2-5.

Karaca, O. B., Guven, M., Yasar,K., Kaya, S., and Kahyaoglu, T. 2009. The functional, rheological and sensory characteristics of ice cream with various fat replacers.*International Journal ofDairy Technology*, 62: 93-99.

Marshall, R. T., and Arbuckle, W. S. 2005. Ice cream, Torkashvand, Y., Tehran, Eta. Page 59, 49, 73, 96-98, 320

Muse, M. R., and Hartel, R. W. 2004. Ice cream structural elements that affect melting rate and hardness. *Journal of Dairy Science*. 87: 1-10.

Rha, C. 1975. Theories and principles of viscosity. In C. Rha (Ed.), "Theory determination and control of physical properties of food materials".*Dordreretch, The Netherlands*: *Reidel*.pp.123-141.

Seckin, A. K. and Baladura, E. 2012. Effect of using some dietary fibers on color, texture and sensory properties of strained yogurt. *GIDA*, 37: 63-69

Soukoulis, C., Lebesi, D., and Tzia, C. 2009. Enrichment of ice cream with dietary fibre: Effects on rheological properties, ice crystallisation and glass transition phenomena. *Food Chemistry*, 115: 665–671.

Soukoulis, C .,and Tzia, C. 2008. Impact of the acidification process, hydrocolloids and protein fortifiers on the physical and sensory properties of frozen yogurt. International Journal of Dairy Technology. 61: 170-177.

Soukoulis, C., Lebesi, D., and Tzia, C. 2010. Enrichment of ice cream with dietary fibre: Effects on rheological properties, ice crystallisation and glass transition phenomena. *Food Chemistry*, 115: 665–671.

Vinarta, S.C., Molina, O.E., Figueroa, L.I.C. and Fariña, J.I. 2006. A further insight into the practical applications of exopolysaccharides from Sclerotium rolfsii. *Food hydrocolloids*, *20*(5), pp.619-629.

The effect of beta-glucan as a fat substitute on the sensory and physico-chemical properties of low-fat ice cream

F.Shibani[1], S. Asadollahi[2*], M. R. Eshaghi[2]

Received: 3 Mar., 2021 Accepted: 3 Jun., 2021

ABSTARCT

fat Milk is one of the most important components used in the structure of ice cream. Given that there is a close relationship between high fat intake and the incidence of various diseases, increasing people's awareness about the health benefits of lowering fat intake has increased. In this study, beta-glucan hydrocolloid was selected as a new and stable source and was used in ice cream formulation. In this study, levels of 0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, and 0.6 (w / w) of beta-glucan in low fat ice cream formulations on chemical properties (pH) Physical (viscosity, overrun and specific gravity), sensory and microbial were investigated. The results showed that all samples of ice cream mixture were significantly reduced by increasing the viscosity gum concentration, melting resistance and texture adhesion, and tissue hardness, pH, volume and specific gravity. Sensory evaluation also indicated that the sample containing 0.6% beta-glucan had the highest acceptance among evaluators and showed a high near-fat sample compared to other treatments. It should be noted that in this survey, microbial counting was not considered at the studied level.

Key words: ice cream, beta-glucan, rheological and physicochemical properties, sensory

1. MSc, Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Pishva-Varamin Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2. Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Pishva-Varamin Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Coresponding author: siminasadollahi5@.gmail.com