



ویژگی های فیزیکوشیمیایی، بافتی، حسی و عملکردی بستنی حاوی پایدار کننده کنجاک گلوکومانان

مریم علایی^۱، حجت کاراژیان^{۱*}

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

اطلاعات مقاله

چکیده

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۹/۲۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۱/۰۴

کلمات کلیدی:

هیدروکلوئید کنجاک،

بستنی،

ضریب قوام،

شاخص رفتار جریان.

پایدارکننده های هیدروکلوئیدی در غلظت های پایین، توانایی تولید محصولاتی با ویسکوزیته بالا دارند. این ترکیبات به جهت عملکردهای منحصر بفرد به طور گسترده در صنایع مختلف غذایی به کار میروند. در پژوهش حاضر اثر مقادیر مختلف هیدروکلوئید کنجاک (سطوح مختلف ۰/۲، ۰/۴ و ۰/۶ درصد) بر خصوصیات فیزیکی شامل pH، اسیدیته، چربی، مواد جامد کل و مقاومت به ذوب، خصوصیات حسی و رفتار رئولوژیکی بستنی شامل بررسی رفتار جریان و پرازش مدل های رئولوژیکی مشهور، بررسی شد. نتایج به دست آمده نشان داد که ویسکوزیته، ماده خشک و خصوصیات ذوبی با جایگزینی کنجاک رابطه مستقیم داشت. تمام سطوح جایگزینی کنجاک منجر به افزایش معنی دار ویسکوزیته شد. کمترین مقاومت به ذوب و بالاترین ماده خشک برای نمونه حاوی بالاترین میزان کنجاک مشاهده گردید. با افزایش میزان کنجاک به ۰/۶ درصد، ضریب قوام افزایش اما شاخص رفتار جریان کاهش یافت. مدل قانون توان و مدل هرشل بالکلی بطور موفقیت آمیزی رفتار رئولوژیکی بستنی را توضیح دادند. با افزایش سطح پایدارکننده کنجاک، تنش تسلیم به طور معناداری افزایش یافت. دلیل بهبود خصوصیات رئولوژیکی به حضور ترکیباتی با وزن مولکولی بالا که توانایی حفظ آب را دارا میباشند، نسبت داده می شود. در ارزیابی حسی از نظر پذیرش کلی، نمونه شاهد کمترین امتیاز را کسب نمود.

DOI: 10.52547/fsct.19.123. 93

DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.123.11.6

* مسئول مکاتبات:

Hojjat_karazhiyan@yahoo.com

۱- مقدمه

بستنی بر خلاف بسیاری از محصولات لبنی دیگر محصولی است که در آن علاوه بر پایدار سازی فاز چربی نیاز به پایدار سازی فاز هوا نیز میباشد و چنانچه هرکدام از این دوفاز پایدار نگردند ساختار بستنی بسیار ناپایدار خواهد بود. بخشی از این عمل به عهده پروتئین های شیر از جمله کازئین میباشد. اما در واقع پایدارسازی فازهای بستنی مستلزم استفاده از ترکیبات پایدارکننده مناسب به همراه بهره گیری مناسب از ترکیبات عملکردی شیر مانند کازئین میباشد. این پایدار سازی فازها بسیار حائز اهمیت بوده چرا که بافت، طعم و خصوصیات رئولوژیکی بستنی کاملا به آن وابسته میباشد [۱].

پایدارکننده های هیدروکلوئیدی گروهی از پلی ساکاریدها هستند که در غلظت های پایین، توانایی تولید محصولاتی با ویسکوزیته بالا دارند. این ترکیبات به جهت عملکردهایی چون ژل کنندگی، قوام دهنده گی، امولسیون سازی، کف سازی، پایدار سازی کف، کاهش کریستالیزاسیون و نیز آزاد سازی کنترل شده عطر و طعم به طور گسترده در صنایع مختلف غذایی به کار میروند [۲]. همچنین این ترکیبات به منظور بهبود نرمی پیکره، ایجاد محصولی یکنواخت، ایجاد مقاومت به ذوب مطلوب، جلوگیری از جدا شدن سرم، تولید کف پایدار، کاهش مهاجرت رطوبت از محصول به بسته بندی یا هوا و امکان حمل و نقل مناسب و از همه مهمتر ممانعت از رشد کریستال های یخ در طول نوسانات دمایی در دوره نگهداری بستنی به کار میروند [۳]. لذا هیدروکلوئیدها یکی از ترکیبات اصلی در فرمولاسیون بستنی به شمار میروند و چنانچه بتوان از هیدروکلوئیدهای طبیعی با خواصی مشابه با هیدروکلوئیدهای صنعتی در بستنی استفاده نمود، میتوان مشکلات تغذیه ای ناشی از مصرف هیدروکلوئیدهای صنعتی را کاهش داد. با توجه به مطالب ذکر شده و به دلیل اهمیت هیدروکلوئیدها در صنایع غذایی، جستجو برای شناسایی هیدروکلوئید های طبیعی جدید با ویژگی های عملکردی بسیار خوب همچنان ادامه دارد زیرا میتوانند جایگزین بالقوه ای برای برخی از هیدروکلوئیدهای تجاری باشند [۴].

گلوکومانان کنجاک گیاه بومی آسیایی است که صمغ آن از غده های گیاه *Amorphophallus Konjac* از خانواده *Araceae* استحصال میگردد. کنجاک به خاطر توانایی جذب

آب بالا، بعنوان تشکیل دهنده ژل (به دلیل وجود گروه استیل محدود شده در زنجیره آن) و عامل سفت کننده در غذاهای سنتی آسیایی استفاده می شود. بعلاوه، از آن بعنوان یکی از ویسکوزترین فیبرهای رژیمی یاد می کنند که استفاده از آن در کشورهای غربی به عنوان یک جزء در غذاهای فراسودمند رو به گسترش است [۳].

محروقی و همکاران (۱۳۹۶) در بررسی تاثیر افزودن زانتان و کنجاک بر بافت پنیر پروسس بیان نمودند که افزودن هیدروکلوئیدها سبب افزایش استحکام و کاهش ذوب پذیری شده و اثرات متفاوتی در قابلیت پخش پذیری دارد [۵].

دای و همکاران (۲۰۱۶) استفاده از گلوکومانان کنجاک بعنوان جانشین چربی در ماست کم چرب و پس چرخ را مورد بررسی قرار دادند. این محققان نشان دادند افزودن گلوکومانان کنجاک منجر به کاهش سینریزس (آب از دست دادن) و جداسازی خودبخودی پروتئین های آب پنیر در نمونه های ماست کم چرب پس چرخ شد [۶].

فلیکس داسیلوا و همکاران (۲۰۱۶) تاثیر گلوکومانان کنجاک تجاری و آرد گلوکومانان بر خصوصیات بافتی، رئولوژیکی و میکرو ساختاری پنیر پروسس کم چرب مطالعه نمودند و مشاهده کردند که در پنیر پروسس کم چرب، خصوصیات رئولوژیکی و بافتی به کمک افزودن گلوکومانان کنجاک تجاری یا آرد گلوکومانان میتواند بهبود بخشیده شود [۷].

هدف از انجام این پژوهش بهینه سازی فرمولاسیون بستنی با استفاده از پایدار کننده کنجاک گلوکومانان و بررسی ویژگی های فیزیکوشیمیایی، بافتی، حسی و عملکردی محصول تولیدی بود.

۲- مواد و روشها

۲-۱- مواد

در این پژوهش شیر پاستوریزه (حاوی ۳/۵ درصد چربی، شرکت صنایع لبنی پگاه خراسان) و خامه پاستوریزه (حاوی ۵۰ درصد چربی، شرکت صنایع لبنی پگاه خراسان)، شکر (از کارخانه قند فریمان)، گلاب (محصول کشت و صنعت نادر، مشهد)، وانیل (از شرکت polar bear چین) و هل از فروشگاههای محلی خریداری شدند. شیر خشک بدون چربی از کارخانه مولتی مشهد تهیه شد.

Table 1 The physicochemical properties of ingredients used in ice cream formulation

Sample	Fat (%)	Dry matter (%)	Protein (%)	Moisture content (%)
Cream	30	6.3	3	63.7
Milk	1.5	9	20	89.5
Milk powder	0.01	97	31	3

ظروف پلاستیکی درب دار از جنس پلی اتیلن بسته بندی شد تا به مدت ۲۴ ساعت مرحله سخت شدن را در فریزر با دمای ۱۸- درجه سانتی گراد سپری کند. بستنی آماده شده تا انجام آزمایش ها در این دما باقی ماند (آکالین و اریسیر، ۲۰۰۸). آزمایشات پس از یک روز نگهداری در فریزر با دمای ۱۸- درجه سانتیگراد انجام شدند. فرمولاسیون کلی نمونه های بستنی تولید شده از لحاظ ماده خشک و چربی و سطوح پایدارکننده کنجاک که جایگزین کربوکسی متیل سلولز شده است در جدول ۲ نشان داده شده است.

۲-۲-۲- روش ها

۲-۲-۱- اندازه گیری pH، اسیدیته، چربی و مواد

جامد کل ستنی

اندازه گیری pH نمونه های بستنی در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد با استفاده از pH متر دیجیتال روی مخلوط بستنی انجام شد. میزان اسیدیته بر حسب درجه درنیک اندازه گیری شد [۹]. اندازه گیری محتوای چربی و مواد جامد کل بر اساس AOAC (۲۰۰۵) به دست آمد [۹].

۲-۲-۲- اندازه گیری مقاومت به ذوب

برای این منظور مقدار ۳۰ گرم از نمونه بستنی بعد از سخت شدن در یک قیف بوخنر ریخته و روی دهانه یک ارلن مایر ۵۰۰ میلی لیتری قرار داده شد. ارلن و نمونه را به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد قرار داده و پس از این مدت، وزن بستنی ذوب شده اندازه گیری شده و درصد مقاومت به ذوب از رابطه (۱) محاسبه گردید [۱۰].

$$(1) \text{ درصد مقاومت به ذوب} = \left(\frac{\text{وزن نمونه ذوب شده} - \text{وزن نمونه بستنی}}{\text{وزن نمونه بستنی}} \right) \times 100$$

۲-۲-۳- آزمون های رئولوژیکی

خصوصیات رئولوژیکی نمونه های بستنی پس از ۱۲ ساعت از تهیه آنها با استفاده از ویسکومتر چرخشی بوهلین (Bohlin Model Visco 88, Bohlin instruments, UK) مجهز

کربوکسی متیل سلولز (حاوی ۳/۳۳ درصد پروتئین، ۱/۷۲ درصد چربی، ۳/۹۹ درصد خاکستر و ۳/۰۹ درصد رطوبت و ساخت شرکت سان رز ژاپن^۱) و گوار (حاوی ۳ درصد پروتئین، ۱/۵ درصد چربی، ۵ درصد خاکستر و ۳ درصد رطوبت و ساخت شرکت رودیا^۲) و هیدروکلئیدکنجاک به شکل تجاری از شرکت فودکم (Food chem) ساخت چین تهیه شدند. هیدروکلئید کنجاک حاوی ۱/۲ درصد پروتئین، ۱/۵ درصد چربی، ۲ درصد خاکستر و ۶/۶۴ درصد رطوبت بود. ویژگی های شیر، خامه و شیر خشک خریداری شده مورد بررسی قرار گرفت که این ویژگی ها در جدول ۱ آورده شده است. چربی توسط روش ژربر و ماده خشک با قرار دادن نمونه در آون و اندازه گیری وزن قبل و پس از خشک شدن تعیین شد.

۲-۱-۱- فرآیند تولید بستنی

تولید بستنی بر اساس روش آکالین و اریسیر (۲۰۰۸) انجام شد [۸]. بعد از توزین مواد اولیه ابتدا شیر تا دمای ۴۵- ۴۰ درجه سانتی گراد گرم شد. سپس شیر و خامه با همزن دستی به مدت یک دقیقه (مدل بلک اند دکر، ساخت انگلستان) به مدت یک دقیقه یکنواخت شدند، شکر به همراه سایر اجزای خشک شامل پودر شیرخشک و کنجاک به میزان ۰/۲، ۰/۴ و ۰/۶ درصد مخلوط افزوده شده و به مدت ۵ دقیقه با همزن مکانیکی (مدل پارس آزما، ساخت ایران) با دور ۷۰ دور در دقیقه همزده شدند. مخلوط حاصل به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد در بن ماری پاستوریزه و در نهایت خنک شد تا دمای ۵ درجه سانتی گراد و سپس مرحله رساندن را در دمای ۶-۴ درجه سانتیگراد در یخچال به مدت ۲۴ ساعت طی کرد. وانیل و گلاب هم اضافه شدند و مخلوط در دستگاه بستنی ساز غیر مداوم به مدت ۳۰ دقیقه مرحله انجماد را در دمای ۴- درجه سانتیگراد گذراند. در نهایت بستنی نرم در

1. Sunrose Company, Mashhad, Iran

2. Rhodia company, Germany

نمونه های حاوی ۰/۴ و ۰/۶ درصد کنجاک اختلاف آماری معناداری به لحاظ pH وجود نداشت. مارشال و همکاران (۲۰۱۲) گزارش نمودند که pH مخلوط بستنی به طور میانگین بین ۶/۵-۶/۳ می باشد که با نتایج حاصل از پژوهش حاضر همخوانی داشت [۱۲].

pH و اسیدیته به ترکیبات مخلوط بستنی وابسته است. اسیدیته قابل تیتراسیون طبیعی مخلوط بستنی، به درصد مواد جامد غیر چربی شیر^۳ بستگی دارد. افزایش مواد جامد غیر چربی شیر، اسیدیته را افزایش و pH را کاهش می دهد. محققان گزارش نموده اند که اسیدیته بالا در مخلوط بستنی نامطلوب است زیرا سبب افزایش بیش از حد ویسکوزیته، کاهش طعم نهایی و پایداری کمتر مخلوط می گردد. اسیدیته بالا همراه با فرآیند حرارتی در روند تولید مخلوط بستنی، باعث دنا توره شدن پروتئین ها می شود [۱۳].

افزودن کنجاک (در غلظت بالاتر از ۰/۲ درصد) به نمونه های بستنی تغییر چندان معناداری را در pH نمونه های مورد بررسی نشان نداد ($p < 0/05$) (جدول ۲). بالاترین میزان pH در نمونه بستنی حاوی ۰/۲ درصد کنجاک مشاهده شد که از این نظر اختلاف معناداری را با نمونه شاهد نشان نداد. نمونه های بستنی با ۰/۴ و ۰/۶ درصد کنجاک اختلاف آماری معناداری را در pH نداشتند ($p < 0/05$). تاثیر گلوکومانان کنجاک تجاری و آرد گلوکومانان بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی، بافتی، رئولوژیکی و میکرو ساختاری پنیر پروسس کم چرب مطالعه نمودند و نتایج این پژوهش نشان داد که در پنیر پروسس کم چرب افزودن گلوکومانان کنجاک تجاری یا آرد گلوکومانان پارامترهای pH، ترکیب و میزان کالری را در فرمولاسیون های با میزان چربی و رطوبت یکسان تغییر نداد [۷]. دای و همکاران (۲۰۱۶) استفاده از گلوکومانان کنجاک بعنوان جانشین چربی در ماست کم چرب و پس چرخ را مورد بررسی قرار دادند. این محققان نشان دادند بطور کلی افزودن گلوکومانان کنجاک اثر معناداری بر ترکیب، pH و اسیدیته قابل تیتراسیون در هر روز نگهداری نداشت [۶].

به سیرکولاتور حرارتی (Julabo, Model F12-MC, Julabo Labortechnik, Germany) در دمای $5 \pm 0/5$ درجه سانتیگراد و درجه برش ۶۰۰-۱۴ بر ثانیه مورد ارزیابی قرار گرفت. ویسکوزیته ظاهری نمونه های بستنی در درجه برش ۵۰ بر ثانیه به عنوان درجه برش موثر دهانی بررسی شد. رفتار جریان نمونه ها با مدل های قانون توان (رابطه ۲) و هرشل بالکی (رابطه ۳) مقایسه شدند [۸].

$$\tau = k(\dot{\gamma})^n \quad \text{مدل توان (۲)}$$

$$\tau = \tau_0^H + k(\dot{\gamma})^n \quad \text{مدل هرشل بالکی (۳)}$$

۲-۲-۴- ارزیابی حسی

ارزیابی حسی نمونه ها بعد از یک روز نگهداری در دمای ۱۸- درجه سانتیگراد و با آزمون هدونیک ۵ نقطه ای توسط ۱۰ داور (۵ زن و ۵ مرد) مورد ارزیابی قرار گرفت. صفات مورد بررسی شامل رنگ، طعم، شدت سردی، بافت، پوشش دهانی، سفتی، وضعیت آب شدن در دهان و پذیرش کلی از نظر داوران بود [۱۱]. برای آنالیز حسی نرم افزار SPSS به کار گرفته شد.

۲-۲-۵- آنالیز آماری

آزمایشات در سه تکرار در قالب طرح کاملا تصادفی انجام شدند. اختلاف نمونه ها با آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح معنی داری ۹۵ درصد مقایسه شدند. برای آنالیز داده ها نرم افزار آماری SPSS 20.0 و برای رسم نمودارها از نرم افزار اکسل استفاده شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- تاثیر گلوکومانان کنجاک بر خصوصیات

۳-۱-۱- فیزیکوشیمیایی نمونه های بستنی

۳-۱-۱-۱- اسیدیته و pH

نتایج حاصل از اندازه گیری pH و اسیدیته مخلوط های بستنی در جدول ۲ نشان داده شده است. داده های pH از ۶/۴۷ (نمونه حاوی ۰/۶ درصد کنجاک) تا ۶/۶۱ (نمونه حاوی ۰/۲ درصد کنجاک) متغیر بود؛ هر چند میان نمونه های کنترل و نمونه حاوی ۰/۲ درصد کنجاک و بین

Table 2 Physicochemical properties of ice cream samples containing konjac*

Sample	Acidity	pH	Dry matter (%)	Melting Resistance	Fat
Control	0.127 ^b	6.54 ^{ab}	63.46 ^c	45.38 ^d	5.10 ^c
0.2%	0.129 ^b	6.61 ^a	63.86 ^c	47.33 ^c	5.23 ^b
0.4%	0.132 ^a	6.52 ^b	65.63 ^b	56.21 ^b	5.13 ^c
0.6%	0.130 ^a	6.47 ^b	66.63 ^a	63.83 ^a	5.30 ^a

*Different alphabets in every column are indicative of existence of a significant difference at probability level of 5%.

۳-۱-۲- ماده خشک

با توجه به جدول ۲ مقدار ماده خشک نمونه های بستنی بین ۶۳/۶۶-۶۳/۶۳ به دست آمد. نتایج نشان داد بین ماده خشک نمونه های بستنی اختلاف معنی داری مشاهده شد ($p < 0/05$)؛ به طوریکه نمونه بستنی حاوی ۰/۶ درصد کنجاک، بالاترین میزان ماده خشک را دارا بود و پس از آن نمونه حاوی ۰/۴ درصد کنجاک بالاترین میزان ماده خشک را داشت. بین نمونه کنترل (شاهد) و نمونه بستنی حاوی ۰/۲ درصد کنجاک اختلاف آماری معناداری به لحاظ ماده خشک مشاهده نشد. هرچه ماده خشک در مخلوط بستنی بیشتر باشد، گرانروی، قوام و بافت بستنی را بهبود میدهد. به همین دلیل در پژوهش حاضر، با افزایش ماده خشک در نمونه های بستنی مورد آزمون، ویسکوزیته این نمونه ها نیز افزایش نشان داد (شکل ۱). بر طبق استاندارد ایران بستنی باید حاوی حداقل ۳۲ درصد ماده خشک باشد. توپین و همکاران (۲۰۱۱) در بررسی اثر کنجاک طبیعی و اصلاح شده بر خصوصیات فیزیکی شیر پس چرخ پاستوریزه و UHT بیان نمودند اضافه نمودن کنجاک اصلاح شده، ماده خشک آن را بیشتر نمود [۱۴].

۳-۱-۳- مقاومت به ذوب

مقاومت به ذوب از بیشترین اهمیت برای مصرف کننده برخوردار است. ذوب آهسته، حفظ شکل خوب و فروپاشی فوم کندتر هنگام ذوب، برخی از پارامترهای مهم کیفیت مطلوب بستنی است (ویلدموزر و همکاران، ۲۰۰۵). افزایش درصد کنجاک باعث بهبود مقاومت به ذوب نمونه ها به طور معناداری گردید ($p < 0/05$). بر این اساس میتوان چنین نتیجه گیری کرد که بالاتر بودن مقادیر ویسکوزیته در نمونه های با درصد کنجاک بیشتر، باعث افزایش درجه ناپایداری شدن چربی و مقاومت به ذوب بستنی میشود.

مقاومت به ذوب در نمونه حاوی بالاترین میزان کنجاک بیشتر بود که احتمالاً دلیل آن به ایجاد بافتی پایدار توسط پایدارکننده ها برمیگردد. سایر محققان همچون کوسهولت و همکاران

(۲۰۰۱) نشان دادند که سرعت ذوب بستنی به میزان زیادی به

تجمع چربی در فاز سرمی غیر منجمد بستگی دارد. آنها همچنین نشان دادند که ذوب آهسته، ضرورتاً بستگی به میزان بالای چربی ناپایدار شده ندارد و پیشنهاد دادند که حباب های هوا از طریق قطرات کوچک چربی، پروتئین ها، پایدارکننده ها و امولسیفایرها پایدار میشوند و از این طریق مقاومت به ذوب بستنی افزایش می یابد [۱۵]. آکالین و همکاران (۲۰۰۸) در مطالعات خود نشان دادند که افزودن اینولین در مخلوط بستنی نسبت به بستنی شاهد، سبب ذوب سریعتر نمونه های بستنی شد [۸]. اما یافته های ال-ناگار و همکاران (۲۰۰۲) نشان داد که با افزوده شدن اینولین به ماست-بستنی سرعت ذوب کاهش می یابد. آنها دریافتند که افزایش سطح اینولین سبب افزایش در ویسکوزیته سرم و در نتیجه کاهش سرعت ذوب میگردد [۱۶]. دای و همکاران (۲۰۱۶) در بررسی خصوصیات کاربردی و پخت پیتزایی در پنیر موزارلا ی تهیه شده با گلوکومانان کنجاک بعنوان جانشین چربی نشان دادند که پنیرهای کم چرب و پس چرخ حاوی گلوکومانان کنجاک نرمی کمتر، اما به ترتیب قابلیت ذوب شونده بیشتر در مقایسه با پنیرهای شاهد کم چرب و پس چرخ داشتند. نرمی و قابلیت ذوب شونده گلوکومانان کنجاک مشابه با پنیر شاهد پرچرب بود [۶].

به طور کلی پایدارکننده ها قادرند با افزایش در ویسکوزیته مخلوط سرم بستنی و ایجاد بافت یکنواخت، سرعت ذوب را کاهش و مقاومت به ذوب را افزایش میدهد. احتمالاً پایدارکننده ها به دلیل ظرفیت اتصال به آب میتوانند مولکول های آب را ساکن کنند و در این حالت مولکول های آب قادر نیستند آزادانه بین مولکول های تشکیل دهنده مخلوط بستنی حرکت کنند.

همچنانکه که از جدول ۲ بر می آید مقاومت به ذوب نمونه ها با افزایش درصد کنجاک مشخصاً افزایش یافت ($p < 0/05$)؛ و اختلاف مشخصی در میزان مقاومت به ذوب بین نمونه های مختلف مشاهده شد. محققان ناپایدار شدن چربی را به

۲ و ۱ نشان داده شده اند. بر اساس آزمایش های اولیه تمام نمونه های مورد مطالعه، مستقل از زمان و غیر نیوتنی بودند. روند تغییرات ویسکوزیته و تنش برشی در برابر درجه برش بیانگر رفتار سودوپلاستیک (شل شونده با برش) اکثر مخلوط های بستنی بود؛ (شکل ۱). ویسکوزیته اولیه در مورد نمونه های حاوی مقدار بیشتر کنجاک تا سطح ۰/۶ درصد بالاتر بوده و روند کاهش ویسکوزیته با افزایش درجه برش نیز در مورد این نمونه ها با سرعت بیشتری صورت میگیرد؛ با توجه به اثر افزایش درجه برش بر بیشتر کردن هم راستایی مولکولها و افزایش اصطکاک داخلی و در نتیجه کاهش ویسکوزیته مخلوط بستنی، میتوان چنین استنباط نمود که استفاده از کنجاک در ترکیب بستنی موجب تقویت اثرات مذکور میشود.

بررسی نتایج نشان داد که ویسکوزیته تیمار کنترل (حاوی پایدار کننده گوار و کربوکسی متیل سلولز) به طور معنی داری از ویسکوزیته تمام نمونه ها پایین تر بود که دلیل آن را میتوان به نقش مهم پایدارکننده کنجاک در افزایش ویسکوزیته مخلوط بستنی نسبت داد. احتمالاً کنجاک به دلیل توانایی بهتر در برقرار پیوند با آب و تشکیل شبکه زلی سبب افزایش ویسکوزیته میشود. مهمترین نقش پایدارکننده ها در بستنی، ایجاد قوام و پیکره مناسب در محصول است. یکی از نقش های مهم پایدارکننده ها افزایش حجم بستنی میباشد که نقش تثبیت کنندگی داشته که این عمل از طریق افزایش ویسکوزیته و حفظ حباب های هوا به وجود می آید [۳].

عبارت دیگر کنجاک ویسکوزیته مخلوط بستنی را نسبت به تیمار کنترل افزایش داد و جایگزینی کنجاک در تمامی درصدها در افزایش ویسکوزیته نقش داشت.

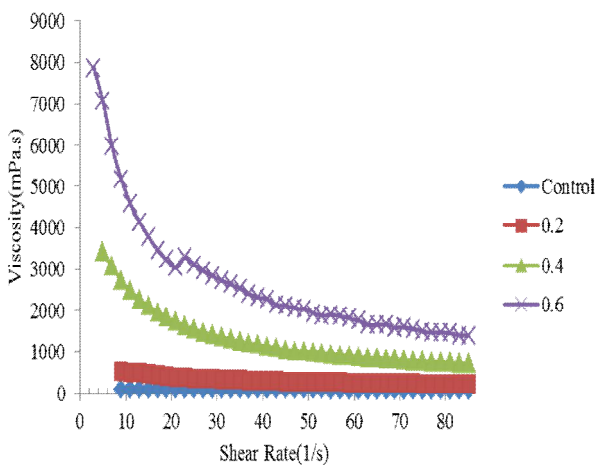


Fig1 Viscosity versus shear rate of ice cream samples at different konjac percents

ویسکوزیته بالا و نوع اجزاء بستنی نسبت میدهند. همچنین گزارش شده که افزایش ویسکوزیته بستنی باعث افزایش مقاومت به ذوب آن میشود [۸].

یکی از کاربردهای پایدارکننده ها در بستنی افزایش مقاومت در برابر ذوب شدن است که در مطالعات متعدد گزارش شده است [۱۷-۱۹]. پایدارکننده ها با توجه به توانایی نگهداری آب و افزایش ویسکوزیته، تاثیر قابل توجهی بر روی کیفیت ذوب بستنی میگذارند [۲۰]. گزارشات نشان داده اند که تاثیر پایدارکننده بر خواص حرارتی بستنی همچون رسانایی حرارتی، شروع ذوب و گرمای همجوشی میتواند بر سرعت ذوب تاثیر بگذارد [۲۱ و ۲۲].

۳-۱-۴- چربی

مقادیر چربی نمونه های مختلف بستنی در جدول ۲ آورده شده است. مطالعات نشان داده اند که چربی شیر یا روغنهای گیاهی مانند یک عایق، باعث کاهش سرعت انتقال حرارت در بستنی میشوند؛ از این رو بستنی های دارای چربی بیشتر، سرعت ذوب آهسته تری نسبت به بستنی های حاوی چربی کمتر (با میزان مواد جامد کل و پایدارکننده/مولسیفایر یکسان) دارند [۱۳]. از این رو با توجه به نتایج جدول ۲، نمونه بستنی حاوی ۰/۶ درصد کنجاک (که بالاترین میزان چربی را نیز داشت) مقاومت به ذوب بالاتر نشان داد و نمونه شاهد (با حداقل میزان چربی در بین تمام نمونه ها) کمترین مقاومت به ذوب را دارا بود. تایواری و همکاران (۲۰۱۵) نیز گزارش نمودند که سرعت ذوب در بستنی کنترل به طور معنی داری از بستنی کم چرب حاوی اینولین کمتر بود، زیرا چربی ضریب انتقال حرارت پایینی دارد [۲۳].

۳-۲- تاثیر گلوکومانان کنجاک بر خواص

رئولوژیکی نمونه های بستنی

۳-۲-۱- رفتار جریان

اهمیت ویسکوزیته مخلوط بستنی به این دلیل است که نقش موثری بر فرآیند و ویژگی های محصول دارد. مخلوط بستنی یک سیال سودوپلاستیک است و ویسکوزیته آن با افزایش سرعت برشی، کاهش می یابد. عوامل موثر بر ویسکوزیته مخلوط بستنی عبارتند از: ترکیب مواد تشکیل دهنده، فرآیند و نگهداری مخلوط و دما [۱۶].

رئوگرام های به دست آمده برای مخلوط بستنی، در شکل های

۲-۲-۳- انتخاب مدل رئولوژیکی مناسب

با توجه به غیر نیوتنی بودن تمام نمونه های بستنی، در این تحقیق از دو مدل رئولوژیکی مستقل از زمان متداول شامل قانون توان و هرشل بالکلی برای مدلسازی و توصیف رفتار جریان نمونه های بستنی استفاده شد. برای انتخاب بهترین مدل، ضرایب تبیین (R^2) برای هر مدل محاسبه شدند و چون این دو مدل بالاترین ضریب تبیین و کمترین میانگین مجذورات خطا را داشتند، بعنوان بهترین مدل ها در نظر گرفته شدند.

۳-۲-۳- پارامترهای رئولوژیکی

۱-۳-۲-۳- شاخص رفتار جریان

نتایج اندیس رفتار جریانی در قانون توان (جدول ۳) و مدل هرشل بالکلی (جدول ۴) برای همه تیمارها نشان داد که مخلوط بستنی ها یک سیال سودوپلاستیک یا رقیق شونده با برش است و ویسکوزیته آن با افزایش سرعت برشی، کاهش یافت. این نتایج مشابه با بهرام پرور و همکاران (۲۰۰۹) بود [۱۹]. شاخص رفتار جریان در همه نمونه ها کمتر از یک بود که مویده رفتار رقیق شونده با برش (سودوپلاستیک) مخلوط هاست. در واقع عامل تقویت رفتار شل شونده با برش، کاهش شاخص رفتار جریان میباشد. بعبارت دیگر افزودن کنجاک به بستنی، تغییری در خاصیت شل شوندگی آن با برش ایجاد نکرد.

بهرام پرور و همکاران (۲۰۰۹) با افزایش مقدار هریک از ترکیبات هیدروکلوئیدی دانه بالنگو، ثعلب و کربوکسی متیل سلولز از ۰/۳ به ۰/۵ درصد، کاهش مقدار شاخص رفتار جریان نمونه های بستنی را به ترتیب از ۰/۵۸۶ به ۰/۴۵۰، ۱/۱۵۴ به ۰/۷۷۶ و ۰/۷۴۴ به ۰/۵۴۹ مشاهده کردند [۱۹].

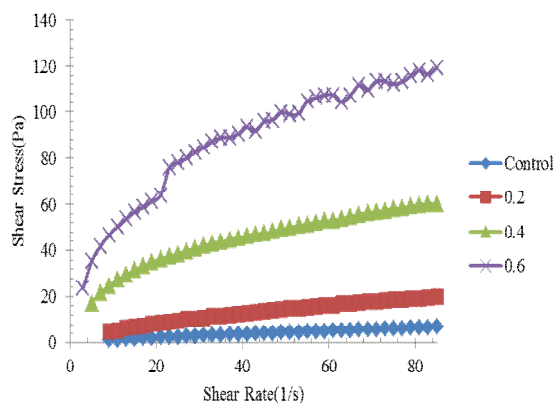


Fig 2 Shear stress versus shear rate of ice cream samples at different konjac percents

طبق نتایج این پژوهش کنجاک میتواند ویسکوزیته مخلوط بستنی را افزایش دهد به گونه ای که متفاوت با نمونه کنترل باشد. از آنجا که تاکنون گلوکومانان کنجاک در بستنی مورد استفاده قرار نگرفته است، میتوان گفت با نتایج، این پایدار کننده میتواند در حل مشکل کاهش ویسکوزیته و پیکره نقش موثری داشته باشد. مطالعات نشان داده اند که مخلوط های بستنی که ویسکوزیته بالاتری دارند، با سرعت کمتری ذوب میشوند [۲۳]. لذا کنجاک از این نظر میتواند بر ویژگی های ذوبی نیز تاثیر گذار باشد.

مقایسه نمودار تنش برشی در مقابل درجه برش برای نمونه های آزمایشی و نمونه شاهد نشان میدهد که با افزایش درصد کنجاک در ترکیب مخلوط تا سطح ۰/۶ درصد، شیب منحنی تغییرات تنش برشی نسبت به درجه برش افزایش می یابد. به این معنی که در یک درجه برش معین، تنش برشی به کار رفته در مورد نمونه با درصد بالاتر کنجاک، بیشتر است (شکل ---). شیب تغییرات منحنی مذکور در مورد نمونه حاوی ۰/۲ درصد کنجاک از سایر نمونه ها کمتر و شباهت زیادی به نمونه شاهد داشت.

Table 3 Power law parameters of ice cream samples containing konjac

Sample	Flow index behavior (n)	Consistency coefficient (k)	R^2
Control	0.825	0.18	0.99
0.2%	0.614	1.31	0.99
0.4%	0.406	10.16	0.99
0.6%	0.448	17.08	0.98

Table 4 Herschel - Bulkley parameters of ice cream samples containing konjac

Sample	Flow index behavior (Dimensionless)	Consistency coefficient (Pa.S ⁿ)	Yield Stress (Pa)	R^2
Control	0.866	0.141	0.259	0.99
0.2%	0.755	0.626	2.340	0.99
0.4%	0.469	6.77	6.911	0.99
0.6%	*	*	*	*

کمتر است. افزایش درصد کنجاک تا ۰/۲ درصد به میزان جزئی باعث افزایش ضریب قوام گردید اما با افزایش درصد کنجاک از ۰/۲ به ۰/۴ درصد، یک افزایش ناگهانی در ضریب قوام (از ۱/۳۱ به ۱۰/۱۶) مشاهده شد و به این ترتیب مقدار ضریب قوام برای نمونه حاوی بالاترین میزان کنجاک به دست آمد.

۳-۲-۳-۲- تنش تسلیم

همانطور که در جدول ۴ مشاهده میشود، با افزایش سطح پایدارکننده کنجاک، تنش تسلیم نیز به طور معناداری افزایش می یابد. دلیل افزایش این ویژگی را میتوان به حضور ترکیباتی با وزن مولکولی بالا که توانایی حفظ آب را دارا میباشند، نسبت داد. مشابه چنین نتایجی در مطالعات جاویدی و همکاران (۲۰۱۶) مشاهده شده است. آنها عنوان کردند با افزایش مقدار صمغ دانه ریحان و گوار در هریک از نمونه های حاوی درصد چربی و نوع صمغ یکسان، مقدار تنش تسلیم افزایش یافت [۲۶].

تنش تسلیم حداقل تنش لازم برای شروع جریان ماده است. دانستن تنش تسلیم برای طراحی فرآیندهای غذایی، ارزیابی حسی و مدلسازی مفید میباشد [۲۷].
عماد زاده و همکاران (۲۰۱۲) دلیل این امر را افزایش اتصالات بین مولکولی در نمونه های حاوی پایدارکننده عنوان کردند [۲۸].

۳-۳- تاثیر گلوکومانان کنجاک بر ارزیابی

حسی نمونه های بستنی

نتایج مربوط به ارزیابی حسی در جدول ۵ آورده شده است. هیدروکلوئیدها بر خواص حسی بستنی موثرند. بدون تردید درک بافت و طعم بستنی، بزرگترین فاکتور تعیین کننده پذیرش توسط مصرف کننده میباشد [۲۹]. بیشتر مردم به دلیل صفات حسی موجود در بستنی مانند طعم شیرین، حالت صاف، خامه ای و بافت ویسکوالاستیک و یک احساس سردی مطلوب لذت میبرند [۱۳].

وجود رفتار شل شونندگی با برش در هیدروکلوئیدها باعث تسهیل در عملیات پمپ کردن و همچنین ایجاد بافت و احساس دهانی مطلوب در مواد غذایی میگردد. همچنین با کاهش شاخص رفتار جریان، سودوپلاستیسیته افزایش می یابد. بر اساس نتیجه به دست آمده در مورد شاخص رفتار جریان در نمونه های بستنی حاوی کنجاک و مقایسه آن با مقدار به دست آمده در نمونه شاهد میتوان چنین برداشت نمود که استفاده از هیدروکلوئیدها میزان سودوپلاستیسیته یا رفتار شل شونندگی با برش آن را افزایش داده که این مطلب از نمودار تغییرات تنش برشی نسبت به درجه برش (شکل ۲) نیز قابل درک است. دوگان و همکاران (۲۰۱۳) زانتان را در سطوح صفر تا ۰/۸ درصد به همراه ۰/۵ درصد ثعلب به فرمولاسیون بستنی اضافه نمودند و خصوصیات رئولوژیکی و حسی بستنی را مورد مطالعه قرار دادند. تمام نمونه های بستنی رفتار ویسکوالاستیک خطی نشان دادند و جریان سودوپلاستیک داشتند. با افزایش غلظت زانتان مقدار شاخص رفتار جریانی کاهش و ویسکوزیته افزایش یافت [۲۴].

۳-۲-۳-۲- ضریب قوام

ضریب قوام ملاکی برای اندازه گیری طبیعت ویسکوز مواد غذایی است و شاخص بزرگی ویسکوزیته ظاهری است. با افزودن کنجاک ضریب قوام نیز مانند ویسکوزیته ظاهری افزایش یافت (جدول ۳ و ۴) که میتواند به دلیل افزایش تعداد مولکول های با وزن مولکولی بالا در فاز مایع و در نتیجه افزایش مقاومت در برابر جریان باشد. ضمن اینکه افزودن هیدروکلوئید به دلیل پیوند با آب و تشکیل شبکه شبه ژل با دیگر ترکیبات، میتواند خواص رئولوژیکی آمیخته بستنی را اصلاح کند [۱۶].
ضریب قوام نمونه های بستنی حاوی کنجاک اندکی بالاتر از مقادیر K گزارش شده برای مخلوط بستنی توسط محققان دیگر است [۲۵]. دلیل این امر به خاطر قابلیت جذب آب بالا در حضور کنجاک است که در نتیجه ویسکوزیته و ضریب قوام با کاربرد این هیدروکلوئید در ترکیب بستنی افزایش می یابد. با توجه به جدول، ضریب قوام نمونه شاهد از سایر نمونه ها

Table 5 Sensorial properties of ice cream samples containing konjac*

Sample	Flavor	Texture	Melting rate	Total acceptability	Coldness
Control	8.35±0.08 ^a	5.48±0.12 ^c	9.12±0.08 ^a	6.0.6±0.22 ^c	9.01±0.08 ^a
0.2%	8.31±0.07 ^a	6.76±0.18 ^b	9.01±0.22 ^a	7.05±0.18 ^b	7.12±0.08 ^b
0.4%	7.28±0.01 ^b	8.11±0.22 ^a	6.22±0.35 ^b	7.10±0.28 ^b	6.24±0.08 ^c
0.6%	7.13±0.21 ^b	8.12±0.36 ^a	4.19±0.98 ^c	9.22±0.33 ^a	5.35±0.08 ^d

*Different alphabets in every column are indicative of existence of a significant difference at probability level of 5%.

است، سرعت ذوب نمونه های بستنی با افزایش مقدار کنجاک کاهش نشان داد. در نهایت همانطور که در جدول ۵ دیده میشود، با افزایش میزان کنجاک، پذیرش کلی بالاتری مشاهده شد. همانطور که مشاهده میشود پذیرش کلی همه نمونه ها در حد بالایی بوده (بیشتر از ۷) و با نمونه شاهد قابل رقابت است.

۴- نتیجه گیری نهایی

در این تحقیق پس از افزودن گلوکومانان کنجاک به فرمولاسیون بستنی، ویژگی های رئولوژیکی، فیزیکوشیمیایی و خصوصیات حسی آنها مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد که با افزایش درصد جایگزینی تا ۰/۶ درصد کنجاک، ویسکوزیته، ماده خشک و مقاومت به ذوب در نمونه های بستنی افزایش یافت. همچنین بررسی شاخص های رئولوژیکی نشان داد همگام با افزایش غلظت کنجاک، شاخص رفتار جریان کاهش اما ضریب قوام افزایش یافت. نتایج بررسی رفتار رئولوژیکی مستقل از زمان نشان داد به لحاظ رئولوژیکی تمام نمونه ها رفتاری رقیق شونده با افزایش سرعت برش داشته و دارای خاصیت سودوپلاستیک بودند. با توجه به ارزیابی تناسب برآزش، مدل های قانون توان و هرشل بالکلی به عنوان بهترین مدل برای توصیف داده های رفتار جریان انتخاب شدند. نتایج به دست آمده نشان داد که این متغیرها توانایی شبیه سازی خصوصیات رئولوژیکی (ویسکوزیته ظاهری، ضریب قوام، تنش تسلیم)، طعم، بافت، سرعت ذوب شدن در دهان را در بستنی داشتند با توجه به نتایج این آزمونها و نیز پذیرش کلی نمونه های بستنی مورد آزمون، میتوان قابلیت کاربرد کنجاک را به عنوان جایگزین چربی تایید نمود.

۵- منابع

- [1] Goff, H.D. (2008). 65 Years of ice cream science. *International dairy journal*, 18(7): 754-758.
- [2] Sahin, C. and Ozdemir, F. (2007). Effect of some hydrocolloids on the serum separation of different formulated ketchups. *Journal of Food Engineering*, 81: 437- 446.
- [3] BahramParvar, M. and Mazaheri Tehrani, M. (2011). Application and functions of stabilizers in ice cream. *Food Reviews International*, 27: 389-407.
- [4] Razavi, S.M.A., Habibi, M.B. and

طعم بیشترین اهمیت را در بین معیارهای حسی بستنی دارد [۳۰]. نمونه های با غلظت بالای کنجاک امتیاز طعمی پایین تری را دریافت کردند (شکل ۳). احتمالاً این دلیل را میتوان به عدم توانایی کنجاک جهت اتصال با ترکیبات معطر موجود در فرمولاسیون بستنی نسبت داد.

در حین خوردن بستنی، به سرعت در دهان احساس سردی به وجود می آید که شدت آن متأثر از مقدار گرمای حذف شده از دهان و مقدار یخ موجود در بستنی میباشد. این پدیده را میتوان به هدایت حرارتی بالای یخ مرتبط دانست [۳۱]. بر طبق نتایج نشان داده شده در شکل ۳، شدت سردی با افزایش غلظت کنجاک کاهش پیدا نمود. بهرام پرور و همکاران (۲۰۰۹) با بررسی جایگزینی سطوح مختلف صمغ های کربوکسی متیل سلولز و ثعلب با صمغ بالنگوی شیرازی، بیان کردند نمونه های دارای ویسکوزیته بیشتر شدت سردی کمتری داشتند و این مشاهده را به افزایش آب باند شده در فرمولاسیون های مذکور و در نتیجه کاهش اندازه کریستال های یخ نسبت دادند [۱۹].

زبری همان وجود کریستال های ریز یخ است که طی ذوب شدن نمونه ها در دهان احساس میشود. گزارشات حاکی از این است که پایدارکننده ها از طریق اتصال با مولکول های آب، باعث افزایش ویسکوزیته و کاهش اندازه کریستال های یخ و در نتیجه افزایش نرمی میشوند [۳۱]. لذا با افزایش کنجاک، امتیاز نرمی بافت افزایش یافت. این موضوع نشان داد کنجاک به خوبی توانست بافت و پیکره مطلوب را برای ارزیابی ها فراهم کند. سوکولیس و همکاران (۲۰۱۰) کاربرد ۰/۳ تا ۰/۴ درصد هیدروکلئید را برای جلوگیری از زبر شدن بستنی کافی اعلام نمودند [۳۲].

سرعت آب شدن در دهان را به سرعت تغییر شکل ظاهری بستنی از حالت جامد به مایع میگویند. ذرات جامد چربی موجود در فرمولاسیون بستنی از طریق افزایش ویسکوزیته، باعث کاهش سرعت آب شدن بستنی در دهان میگردند [۳۱]. افزایش میزان چربی با محدود کردن فضای تشکیل دهنده کریستال های یخ، اندازه آنها را کاهش و با ایجاد احساس چربی در دهان بر ارزیابی حسی اثر میگذارد [۳۳، ۲۰، ۳۴]. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که با افزایش غلظت پایدارکننده کنجاک سرعت آب شدن بستنی در دهان کمتر شد. از آنجاییکه سرعت انتقال حرارت آب محصور شده کمتر از آب آزاد

- sizes on the meltdown of ice cream. *Journal of Dairy Science*, 84, 31-37.
- [16] El-Nagar, G., Clowes, G., Tudori, A., Kuri, V. and Br nnan, S. (2002). Rheological quality and stability of yoghurt ice cream with added inulin. *International Journal of Dairy Technology*, 55 (2):89 -93 .
- [17] Guven, M., and Karaca, O. B. (2002). The effects of varying sugar content and fruit concentration the physical properties of vanilla and fruit ice cream type frozen yogurt. *International Journal of Dairy Technology*, 55(1):27-31.
- [18] Muse, M. R. and Hartel, R. W. (2004). Ice cream structural elements that affect melting rate and hardness. *Journal of Dairy Science*, 87(1), 1 - 10.
- [19] BahramParvar, M., Haddad Khodaparast, M. H. and Razavi, S. M. A. (2009). The effect of *Lallemantia royleana* (Balangu) seed, palmate-tuber salep and carboxymethylcellulose gums on the physicochemical and sensory properties of typical soft ice cream. *International Journal of Dairy Technology*, 62, 571–576
- [20] Marshall, R.T. and Goff, D., 2003. Formulating and manufacturing ice cream and other frozen desserts. *Food technology*. 57(3),32-44.
- [21] Adapa, S., Schmidt, K. A., Jeon, I. J., Herald, T. J. and Flores, R. A. (2000). Mechanisms of ice crystallization and recrystallization in ice cream: a review. *Food Reviews International*, 16(3): 259–271.
- [22] Herrera, M.L., M'Conn, J.I., Ferrero, C., Hagiwara, T., Zaritzky, N.E., and Hartel, R.W. (2007). Thermal, mechanical, and molecular relaxation properties of frozen sucrose and fructose solutions containing hydrocolloids. *Food Biophysics*, 2: 20-28.
- [23] Tiwari, A., Sharma, H. K., Kumar, N., & Kaur, M. (2015). The effect of inulin as a fat replacer on the quality of low-fat ice cream. *International Journal of Dairy Technology*, 68(3): 374-380 .
- [24] Dogan, M., Kayacier, A., Toker, O.S., Yilmaz, M.T. and Karaman, S. (2013). Steady, Dynamic, Creep, and Recovery Analysis of Ice Cream Mixes Added with Different Concentrations of Xanthan Gum. *Food Bioprocess Technology*, 6: 1420–1433.
- [25] Minhas, K.S., Sidhu, J.S., Mudahar, G.S. and Singh, A.K. (2002). Flow behavior characteristics of ice cream mix made with buffalo milk and various stabilizers. *Plant*
- Nayebzadeh, K. (2011). Effect of dairy substituents and stabilizers on chemical and physical properties of soy ice cream (Parvin). *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, 32(3): 615-624.
- [5] Mahrooghi, M., Ghods Rohani, M. and Rashidi, H. (2017). The Effects of Hydrocolloids (Konjac & Xanthan) on Textural Properties of Spreadable Process Cheese. *Journal of Food Science and Technology*, 68 (14): 293-306.
- [6] Dai, S., Corke, H. and Shah, N.P. (2016). Utilization of konjac glucomannan as a fat replacer in low-fat and skimmed yogurt. *Journal of Dairy Science*, 99:1-12.
- [7] Felix da Silva, D., de Souza Ferreira, S., Luciano Bruschi, M., Britten, M. and Matumoto-Pintro, P.T. (2016). Effect of commercial konjac glucomannan and konjac flours on textural, rheological and microstructural properties of low fat processed cheese. *Food Hydrocolloids*, 60: 308-316.
- [8] Akalin, A. and Erisir, D. (2008). Effects of Inulin and Oligofructose on the Rheological Characteristics and Probiotic Culture Survival in Low-Fat Probiotic Ice Cream. *Food Microbiology and Safety*, 4: 184-188.
- [9] AOAC.2005. Official methods of analysis. 16th Edn. Association of official analytical chemists. Washington DC, USA.
- [10] Mahdeian, E. and Mazaheri Tehrani, M. (2011). Optimization of Process Condition and Formulation of Soy-cow Milk Mix for Probiotic Yoghurt ice cream Production. PhD thesis. *Ferdowsi University of Mashhad Faculty of Agriculture*.
- [11] Moeenfard, M. and Tehrani, M. (2008). Effect of Some Stabilizers on the Physicochemical and Sensory Properties of Ice Cream Type Frozen Yogurt. *American-Eurasian, Agric and Environinment Science*, 4: 584-589.
- [12] Marshall, R. T., Goff, H. D. and Hartel, R. W. (2012). *Ice Cream*. Springer.
- [13] Goff, H. D. and Hartel, R. W. (2013). *Ice Cream*. Springer Science & Business Media.
- [14] Tobin, J., Fitzsimons, S.M., Kelly, A.L. and Fenelon, M. (2011). The effect of native and modified konjac on the physical attributes of pasteurized and UHT-treated skim milk. *International Dairy Journal*, 790-797.
- [15] Koxholt, M. M. R., Eisenmann, B. and Hinrichst, J. (2001). Effect of the fat globule

- black tea or herbal teas and effect of flavoring on the sensory properties of ice cream. *Food and Bioprocess Technology*, 5(8), 3159-3169.
- [31] Clarke, C. (2004). *The Science of ice cream*. The Royal Society of Chemistry, 38-59.
- [32] Soukoulis, C., Rontogianni, E. and Tzia, C. (2010). Contribution of thermal, rheological and physical measurements to the determination of sensorially perceived quality of ice cream containing bulk sweeteners. *Journal of Food Engineering*, 100: 634-641.
- [33] Chang, Y. and Hartel, R.W. (2002). Stability of air cells in ice cream during hardening and storage. *Journal of Food Engineering*, 55 (1): 59-70.
- [34] Granger, C., Langendorff, V., Renouf, N., Barey, P. and Cansell, M. (2004). Short Communication: Impact of Formulation on Ice Cream Microstructures: An Oscillation Thermo-Rheometry Study. *Dairy Science*, 87: 810-812.
- Foods for Human Nutrition*, 57: 25-40.
- [26] Javidi, F., Razavi, S.M.A., Fataneh Behrouzian, F. and Alghooneh, A. (2016). The influence of basil seed gum, guar gum and their blend on the rheological, physical and sensory properties of low-fat ice cream. *Food Hydrocolloids*, 52:625-633.
- [27] Missaire, F., Qiu, C-G. and Rao, M.A. (1990). Yield stress of structured and unstructured food suspensions. *Journal of Texture Studies*, 21(4): 479-490
- [28] Emadzadeh, B., Razavi, S.M.A. and Nassiri Mahallati, M. (2012). Effects of Fat Replacers and Sweeteners on the Time-Dependent Rheological Characteristics and Emulsion Stability of Low-Calorie Pistachio Butter: A Response Surface Methodology. *Food and Bioprocess Technology*, 5:1581-1591
- [29] Soukoulis, C., Chandrinos, I. and Tzia, C. (2008). Study of the functionality of selected hydrocolloids and their blends with K-carrageenan on storage quality of vanilla ice cream. *LWT-Food Science and Technology*, 41: 1816-1827.
- [30] Karaman, S. and Kayacier, A. (2012). Rheology of ice cream mix flavored with



Physicochemical, Textural, Sensorial and Functional Properties of Ice Cream Containing Glucomannan Konjac as Stabilizer

Alaee, M. ¹, Karazhiyan, H. ^{1*}

1. Department of Food Science and Technology, Torbat-e Heydarieh Branch, Islamic Azad University, Torbat-e Heydarieh, Iran.

ARTICLE INFO

Article History:

Received 2021/ 12/ 14

Accepted 2022/ 01/ 21

Keywords:

Konjac Hydrocolloid,
Ice cream,
Consistency coefficient,
Flow index behaviour .

DOI: 10.52547/fsct.19.123.93

DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.123.11.6

*Corresponding Author E-Mail:
Hojjat_Karazhiyan@yahoo.com

ABSTRACT

Hydrocolloid stabilizers have the potential to produce high viscosity products at low concentrations. Due to their unique functionalities these products are widely used in food process industry. In current research the effects of different concentrations of Glucomannan Konjac (different levels of 0.2, 0.4, 0.6%) were evaluated on physical properties including pH, acidity, fat, total solids and melting resistance, sensorial characteristics and rheological properties of ice cream including flow behaviour and fitting with famous rheological models. The results revealed that viscosity, total solids and melting properties had direct relation with konjac substitution level. All substitution levels lead in significant increase in viscosity. The lowest resistance to melting and the highest total solid contents was related to the highest konjac concentration. Consistency coefficient increased and flow index behaviour decreased, With increasing konjac level up to 0.6%. Power law and Herschel-Bulkley models were successfully fitted with the rheological parameters. Yield stress significantly increased with increasing level of stabilizer. These improvement in rheological behaviour is attributed to the presence of high molecular weight components that have the potential to maintain water. Control sample gained the lowest score in sensorial evaluations.