بررسی امکان تولید بستنی فراسودمند حاوی پودر جلبک *دونالیلا سالینا*

میترا سلیم پور اردی[۱]، ژاله خوشخو[۲]، مژگان امتیازجو[۲*]

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده علوم و فنون دریایی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۲- دانشیار و عضو هیئت علمی، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده علوم و فنون دریایی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
(تاریخ دریافت: ۹۷/۰۷/۳۰ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۵/۲۰)

چکیده

هدف از این پژوهش، بررسی اثر افزودن جلبک *دونالیلا سالینا* در غلظت های مختلف ۰/۱، ۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵، ۱ و ۱/۵ درصد به عنوان جایگزین ۶/۷، ۱۶/۷، ۳۳/۴، ۵۰، ۶۶/۷ و ۱۰۰ درصد پایدار کننده در شیر بر ویژگی های رئولوژیکی، فیزیکوشیمیایی و حسی نمونه‌های بستنی بود. همه نمونه‌ها رفتار شل شونده با برش نشان دادند. با افزایش سطح جایگزینی جلبک *دونالیلا سالینا* به صورت معنی داری ویسکوزیته ظاهری نمونه‌ها افزایش و سرعت ذوب کاهش یافت. روند افزایشی ضریب افزایش حجم (اوران) و کاهشی سفتی بافت با افزودن جلبک *دونالیلا سالینا* مشاهده شد. ارزیابی حسی نمونه های بستنی حاوی جلبک *دونالیلا سالینا* حاکی از معنی‌دار نبودن اثر افزودن جلبک بر عطر و طعم محصول بود. نمونه‌هایی که حاوی بیشترین درصد جلبک بودند، بیشترین امتیاز رنگ و شکل ظاهری و سفتی بافت را از ارزیابان حسی دریافت کردند. به طور کلی، نمونه‌های حاوی درصد بالای جلبک *دونالیلا سالینا* بالاترین امتیاز را در پذیرش کلی نیز توسط ارزیابان کسب کردند. به عنوان نتیجه گیری کلی و با توجه به نتایج این پژوهش می‌توان عنوان کرد که افزودن جلبک *دونالیلا سالینا* به بستنی، ضمن بهبود ویژگی‌های کیفی محصول، خصوصیات حسی آن را نیز بهبود بخشیده و قابلیت پذیرش محصول را افزایش داده است.

کلید واژگان: بستنی، ویژگی های رئولوژیکی، جلبک دونالیلا سالینا، ویژگی های حسی، خواص فیزیکی.

* مسئول مکاتبات: moz_emtyazjoo@yahoo.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-25]

۱- مقدمه

ریزجلبک ها دارای مقدار زیادی پروتئین های قابل هضم، فیبر، ویتامین ها، بتاکاروتن، آهن، اسیدهای چرب امگا ۳و ٦ می باشند [۱]. از این رو ریزجلبک های خوراکی امروزه از اهمیت زیادی برخوردار هستند که باعث تقویت سیستم ایمنی بدن، بهبود عملکرد دستگاه گوارش و شادابی پوست و مو می شوند. *دونالیلا سالینا* (*Dunaliella salina*) یک جلبک سبز تک یاخته ای، متحرک و فاقد دیواره سلولی است [۲و۳]. جنس دونالیلا متعلق به رده Chlorophyceae، راسته Volvocales و شاخه Chlorophytaمی باشد. پیش تر، این جلبک را در خانواده Polyblepharidaceaeو برخی به علت شباهت آن با جلبک Chlamydomonasآن را در خانواده Chlamydomonadaceae قرار داده اند [٤]. در صنایع مختلفی از دونالیلا سالینا به عنوان بتاکاروتن طبیعی استفاده می‌شود. دونالیلا سالینا مهم ترین منبع تجاری بتاکاروتن طبیعی در دنیا محسوب می شود [۱]. این جلبک، مقاوم ترین موجود یوکاریوت نسبت به شوری بوده و در بسیاری از محیط های حاوی نمک نظیر دریاچه های نمک، باتلاق‌های نمکی و گودال-های آب شور نزدیک دریا یافت می شود [٥]. گونه های دونالیلا در اکوسیستمهای آبی ایران نیز با توجه به خصوصیات فیزیکوشیمیایی مختلف آنها به طور گسترده پراکنده شده اند [٦]. از ترکیبات مهم دیگر درون سلولی دونالیلا می توان به انواع گلیسرول، پروتئین و ویتامین ها اشاره کرد. بخش عمده این ترکیبات دارای خاصیت ضداکسیدانی و ضدسرطانی هستند [۷].

از آنجایی که در سال های اخیر، تمرکز بیشتری روی مواد غذایی غنی از مواد مغذی و ویژگی‌های عملکردی خاص به وجود آمده است، هدف مصرف کننده ها دریافت مواد غذایی با آنتی اکسیدان های طبیعی، فیبرهای رژیمی، رنگ‌های طبیعی، مواد معدنی، ویتامین‌ها، کالری کم، کلسترول پایین، چربی کم و فاقد هرگونه افزودنی‌های سنتزی و غیره می‌باشد. در حالی که بستنی فاقد برخی از این مواد می‌باشد، بنابراین بکار بردن یک ماده خوراکی که منشا خوبی از مواد مغذی و ترکیبات عملکردی باشد می‌تواند برای تولید یک محصول غذایی عملگرا[1] مفید باشد. بنابراین از جمله محصولاتی که می توان در آن از خواص سودمند این جلبک استفاده نمود، بستنی است.

بستنی به عنوان شناخته شده‌ترین و مطلوب‌ترین دسرهای غذایی مطرح می‌باشد. این محصول در حال حاضر یکی از پرمصرف ترین دسرهای لبنی به شمار می رود و مصرف آن هر ساله در حال افزایش است. بستنی نوعی دسر یخی است که در ساخت این دسر لبنی از چربی شیر، ماده خشک بدون چربی شیر، شیرین کننده، پایدارکننده، امولسیفایر و طعم دهنده استفاده می شود. یک فراورده غذایی مشهور که به دلیل دارا بودن سه فاز جامد (کریستال یخ و چربی)، مایع (محلول شکر) و گاز (حباب های هوا) می‌تواند به عنوان یکی از پیچیده‌ترین مواد غذایی مطرح باشد. ارزش تغذیه ای بستنی بستگی به مقدار پروتئین، چربی، مواد کربوهیدراتی، آنتی اکسیدان ها و ریزمغذی های به کار رفته در آن دارد. در سال های اخیر تلاش های بسیاری در جهت بهبود ارزش تغذیه ای این محصول صورت گرفته است. یکی از راه ها غنی سازی آن با جلبک های غذایی است. با توجه به نیاز جامعه به محصولات غذایی متنوع و مغذی، بستنی به عنوان محصولی پر طرفدار مورد بررسی و مطالعه قرار می گیرد و از آنجا که جامعه انتظار ایده های جدید دارد، در این پژوهش، جلبک دونالیلا با داشتن رنگ مطلوب و مواد مغذی ضروری بدن در تولید بستنی به کار گرفته می شود. همچنین به منظور ایجاد تعادل در فرمولاسیون و با در نظر گرفتن این که در برخی افراد مصرف مکمل های دارویی مشکل می باشد، مصرف دونالیلا در مواد غذایی شرایط را برای این افراد مهیا خواهد کرد. آنچه حائز اهمیت است به دست آوردن مجموعه ای از بهترین نتایج در مورد مقدار مصرفی جلبک دونالیلا در فرمولاسیون بستنی می باشد به طوری که با توجه به تولید محصولی ویژه از نظر اقتصادی نیز مقرون به صرفه باشد. در این پژوهش به بررسی ویژگی های مهم در بستنی غنی شده با سطوح مختلف جلبک دونالیلا از قبیل خصوصیات فیزیکی، رئولوژیکی ، ظاهری و حسی می پردازیم.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- تهیه مواد اولیه و آماده‌سازی فرمولاسیون

۲-۱-۱- تهیه مواد اولیه

1. Functional Food

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-25]

در این پژوهش، شیر استریلیزه و هموژنیزه (۱/۵ درصد چربی) و خامه استریلیزه و هموژنیزه (۲۵ درصد چربی) از شرکت صنایع لبنی کاله، امولسیفایر E_{471} از شرکت بلدم (Beldem company, Belgium)، شیر خشک بدون چربی، پایدارکننده ثعلب، شکر آسیاب شده و وانیل از فروشگاه‌های لوازم قنادی خریداری گردید. ریزجلبک دونالیلا سالینا از پژوهشکده بیوتکنولوژی جهاد کشاورزی شمال غرب کشور تهیه شد.

۲-۱-۲- تهیه محلول دونالیلا و آمیخته بستنی

برای تهیه مخلوط بستنی، محلول دونالیلا پیش از هموژن سازی در غلظت های ۰/۱، ۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵، ۱ و ۱/۵ درصد جایگزین ۶/۷، ۱۶/۷، ۳۳/۴، ۵۰، ۶۶/۷ و ۱۰۰ درصد پایدار کننده در شیر گردید. مقادیر مناسب از پودر دونالیلا در ۱۵ میلی لیتر آب مقطر در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد حل گردید و با کمک همزن مغناطیسی به مدت ۲۰ دقیقه مخلوط گردید. این محلول به منظور آبگیری در طول شب در دمای انجماد نگهداری شد. این مخلوط پیش از تولید بستنی به مدت ۱۵ دقیقه توسط همزن مغناطیسی هم زده شد. جدول ۱، مقادیر ترکیبات مورد استفاده در فرمولاسیون آمیخته بستنی را نشان می‌دهد. تهیه آمیخته بستنی مطابق با روش کارامان و همکاران [۸] با انجام برخی اصلاحات انجام گرفت. ابتدا شیر تا ۵۰ درجه گرم شد و شیر خشک برای افزایش میزان ماده خشک آمیخته بستنی اضافه گردید. خامه و شکر به ترتیب در ۶۰ و ۷۰ درجه ترکیب شدند. پس از افزودن امولسیفایر و پایدارکننده، پاستوریزاسیون در ۸۰ درجه سانتی‌گراد در مدت زمان ۲۰ ثانیه انجام پذیرفت و سپس به سرعت تا ۵۰ درجه سرد شد. در این مرحله پودر ریزجلبک که به وسیله مخلوط‌کن هموژن شد، در ۵ غلظت (۰/۱، ۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵، ۱ و ۱/۵ درصد وزنی/وزنی) به مخلوط بستنی اضافه شد. فرایند رسیدن مخلوط بستنی در ٤ درجه سانتیگراد به مدت ٢٤ ساعت انجام شد. پس از فرایند رسیدن نمونه‌ها به وسیله بستنی ساز آزمایشگاهی (Model IC 100, Feller Technologic GmbH, Germany) منجمد شد. بستنی تهیه آمده تا زمان انجام آزمون‌ها روی بستنی، در فریزر نگه‌داری شد.

Table 1 The formula of mixed ice cream containing *Dunaliella salina* algae powder.

Sample	Code	Stabilizer substitution percentage	Fat	Sugar	vanilla	Emulsifier
Control	D 0	0	10	15	0.1	0.15
0.1% *Dunaliella salina*	D 0.10	6.7	10	15	0.1	0.15
0.25% *Dunaliella salina*	D 0.25	16.7	10	15	0.1	0.15
0.5% *Dunaliella salina*	D 0.50	33.4	10	15	0.1	0.15
0.75% *Dunaliella salina*	D 0.75	50	10	15	0.1	0.15
1% *Dunaliella salina*	D 1.00	66.7	10	15	0.1	0.15
1.5% *Dunaliella salina*	D 1.50	100	10	15	0.1	0.15

۲-۲- آزمایش‌های مربوط به آمیخته و بستنی

۲-۲-۱- آزمایش‌های مربوط به آمیخته

۲-۲-۱-۱- ویسکومتری

خصوصیات رئولوژیکی برشی پایای نمونه‌های آمیخته، پس از ٢٤ ساعت رسیدن در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد 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 ۰/۵±۵°C و اسپیندل (کاپ و باب[1]) C25 در درجه برش s^{-1} ۶۰۰-۱٤ مورد ارزیابی قرار گرفت [۹]. ویسکوزیته ظاهری نمونه های آمیخته در درجه برش s^{-1} ۵۰ ، به عنوان درجه برش مؤثر دهانی بررسی شد.

۲-۲-۲- آزمایش‌های مربوط به بستنی

1. Cup and Bob

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-25]

۲-۲-۲-۱- بافت سنجی (آزمون نفوذ)

پس از این که نمونه های ۵۰ گرمی بستنی، ۵ دقیقه در دمای محیط قرار گرفتند، دستگاه Texture Analyzer (Brookfield CT3-10kg ,US) برای ارزیابی بافت مورد استفاده قرار گرفت. بدین منظور از پروبی به قطر ٦mm برای نفوذ به عمق ۱۵ mm نمونه ها با سرعت ۲ mm/s استفاده شد. بیشترین نیروی فشاری طی نفوذ به عنوان سفتی تعریف شد [۹].

۲-۲-۲-۲- آزمون ذوب

برای تعیین سرعت ذوب بستنی از روش اشمیت و همکاران [۱۰] با انجام اصلاحاتی صورت پذیرفت. نمونه‌های ۳۰ گرمی پس از یک روز سخت شدن، روی توری فلزی قرار داده شد و در دمای محیط هر ۱۰ ثانیه وزن ذوب نمونه‌ها ثبت گردید. میانگین سرعت ذوب داده ها در زمان ۲۰ دقیقه ابتدای آزمون بر حسب گرم بر دقیقه گزارش شد.

۲-۲-۲-۳- ضریب افزایش حجم

حجم مشخصی از بستنی قبل و بعد از مرحله انجماد در دستگاه وزن شد و ضریب افزایش حجم نمونه‌ها بر اساس معادله ۵، محاسبه شد [۱۱].

معادله ۵

$$Overrun(\%) = \left(\frac{\text{weight of the ice cream mix} - \text{weight of the ice cream}}{\text{weight of the ice cream mix}}\right) * 100$$

۲-۲-٤- آزمون حسی

برای این آزمون، ۲۵ پانلیست متشکل از ۱۲ مرد و ۱۳ زن در محدوده سنی ۲۲ تا ۳۵ سال انتخاب و آموزش داده شده‌اند. سپس نمونه های ۳۰ گرمی که یک روز مرحله سخت کردن را گذرانیده بودند با شماره های سه رقمی به صورت تصادفی کد گذاری شده و در اختیار داوران قرار گرفتند. از افراد خواسته شد جهت حذف اثر هر نمونه بر نمونه دیگر، بین ارزیابی هر دو نمونه دهان خود را با آب ولرم شستشو دهند. در این پژوهش، برای سنجش حسی از روش آزمون ذهنی (هدونیک)[1] استفاده گردید. پس از نگهداری نمونه‌ها به مدت ٢٤ ساعت در یخچال، ارزیابی صفات عطر و طعم، شیرینی، سرمازایی، سفتی، زبری، رنگ و شکل ظاهری، سرعت ذوب، رنگ، هوادهی و پذیرش کلی توسط آزمون هدونیک ۹ نقطه‌ای (۱= بی‌نهایت ناخوشایند، ۲= بسیار ناخوشایند، ۳= متوسط ناخوشایند، ٤= کم ناخوشایند، ۵= متوسط، ٦= کم خوشایند، ۷= متوسط خوشایند، ۸= بسیار خوشایند، ۹= بی‌نهایت خوشایند) صورت پذیرفت [۱۲].

۲-۳- تجزیه و تحلیل آماری

در این پژوهش از طرح پایه کاملا تصادفی تک متغیره در ۲ تکرار استفاده شد. آنالیز واریانس نتایج حاصل با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ١٦ انجام شد. آزمون دانکن برای مقایسه میانگین‌ها در سطح ۹۵ درصد صورت گرفت. نمودارها نیز توسط نرم افزار Excel ۲۰۰۷ رسم شدند.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- خواص رئولوژیکی برشی پایا

۳-۱-۳-۱- ویسکوزیته ظاهری[2]

ویسکوزیته طبق تعریف مقاومت سیال به جریان است و به عنوان یک پارامتر بسیار مهم در انتخاب پمپ جهت انتقال مناسب و طراحی تجهیزات مورد نیاز مطرح می باشد [۱۳]، همچنین ویسکوزیته بر بافت نهایی محصول تاثیر می‌گذارد. از طرف دیگر ویسکوزیته یک عامل تاثیر گذار روی ضریب افزایش حجم، سرعت خامه‌ای شدن، نرخ انتقال جرم و حرارت و شرایط جریان شیر و فراورده‌های لبنی معرفی شده است [١٤]. همانطور که در شکل ۱، نشان داده شده است، افزایش سطوح جلبک، ویسکوزیته ظاهری نمونه‌ها را در سرعت برش ۵۰ s^{-1} به صورت معنی داری ($P<۰/۰۵$) از ۰/۵۳ به ۲/۵۱ پاسکال ثانیه افزایش داده است. تنها در نمونه های صفر و ۰/۱ درصد جلبک، تفاوت در ویسکوزیته ظاهری آمیخته، از لحاظ آماری بی‌معنی بوده است ($P>۰/۰۵$).

به نظر می رسد دلیل اصلی افزایش ویسکوزیته مربوط به حضور پروتئین، پلی ساکاریدهای جلبک موجود در آمیخته بستنی حاوی جلبک باشد. بنابراین حضور این ترکیبات که دارای وزن مولکولی بالا هستند از طریق پیوند با آب و تشکیل شبکه ژلی، افزایش ویسکوزیته را توجیه می کنند. تغییرات ویسکوزیته در این تحقیق مشابه یافته های سایر محققان بود [۱۸-۱۵]. به طور مثال، ارکایا

1 . Subjective (hedonic)

2. Apparent viscosity

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-25]

و همکاران ویسکوزیته ظاهری آمیخته‌های بستنی حاوی پالپ انگور فرنگی را بین ۱/۷۱ تا ٤/٦٥ پاسکال ثانیه گزارش دادند و دلیل افزایش ویسکوزیته ظاهری را میزان بالای فیبر رژیمی آمیخته بستنی غنی شده نسبت به شاهد عنوان کردند [۱۵].

مشابه چنین نتایجی در مطالعات ساماهی و همکاران [۱۸] در بستنی حاوی پالپ کاکتوس مشاهده شده است. ساکولیس افزایش ویسکوزیته مخلوط بستنی غنی شده با فیبر را به خاطر سهم مواد محلول در ترکیب فاز مایع و سهم فیبر نامحلول در افزایش ماده جامد کل عنوان کرد [۱۷]. پاتل و همکاران دلیل افزایش میزان ویسکوزیته بستنی کم چرب حاوی میوه ساگو را نشاسته و پروتئین بالای این میوه دانستند و بیان کردند افزایش ژلاتینه شدن نشاسته ممکن است باعث افزایش ظرفیت نگه‌داری آب و ویسکوزیته آمیخته شود [۱٦]. بنابراین، همانطور که در بررسی منابع ذکر شد، جلبک دونالیلا حاوی کربوهیدرات بوده و احتمال داده می‌شود یکی از دلایل افزایش میزان ویسکوزیته آمیخته‌های حاوی جلبک باشد. پلی ساکاریدها می توانند نقش کلیدی را در کینتیک کواگولاسیون (زمان تشکیل ژل و سرعت سفت شدن لخته) بازی کنند. گاف و همکاران ذکر کردند که نوع و وزن مولکولی ترکیبات تشکیل دهنده آمیخته و توانایی آنها در پیوند با آب و تشکیل شبکه ژلی را عامل افزایش ویسکوزیته می‌باشد [۱۳]. ساکولیس و همکاران عنوان کردند نگه‌داری آب در ارتباط با محدودیت حرکت مولکول های آب آزاد توسط کربوهیدرات های با قابلیت جذب آب افزوده شده می باشد و در نتیجه افزایش ویسکوزیته توده را به همراه دارد [۱۹]. بهرام پرور و همکاران عنوان کردند با افزایش غلظت پایدارکننده ویسکوزیته ظاهری نیز افزایش می‌یابد [۱٤]. ویسکوزیته آمیخته با کاهش سرعت ذوب و افزایش حفظ شکل بسیار در ارتباط می باشد [۲۰و ۲۱] که هردو مورد برای افزایش کیفیت بستنی مفید می باشند.

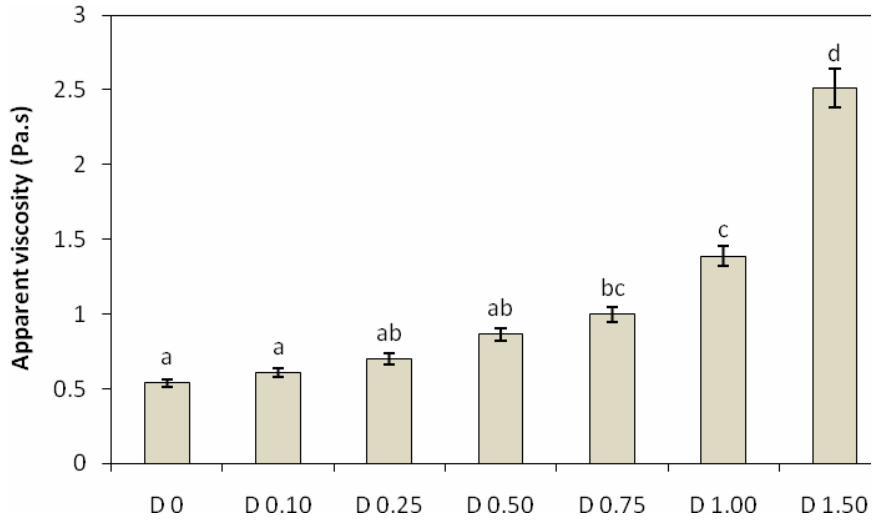

Fig 1 Effect of adding *Dunaliella salina* on apparent viscosity of mixed icecream at strain of $50s^{-1}$

۳-۲- خواص بافتی دستگاهی

مقاومت بستنی به تغییر شکل زمانی که یک نیروی خارجی وارد می‌شود را سفتی می‌گویند [۲۲]. سفتی بستنی یک ویژگی بسیار مهم می‌باشد، زیرا به صورت مستقیم روی قاشق پذیری آن مؤثر می‌باشد. سفتی محصول در دمای معمول مصرف بسیار مهم می‌باشد. سفتی تحت تاثیر تعدادی از فاکتورها قرار می‌گیرند: نقطه انجماد اولیه (میزان قند)، مواد جامد، ضریب افزایش حجم و میزان و نوع پایدارکننده‌ها. سفتی ممکن است به عنوان معیاری از رشد کریستال یخ استفاده شود. تعداد و اندازه کریستال‌های یخی تشکیل شده از آب قابل دسترس در طول انجماد روی تشکیل کریستال یخی و رشد آن در طول ماندگاری تاثیرگذار می‌باشد. افزایش اندازه کریستال یخی (به هم پیوستن کریستال‌های یخی و

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-25]

تشکیل یک شبکه کریستال یخی بزرگتر)، بستنی سفت تری ایجاد می‌کند. به علاوه سفتی ممکن است به عنوان بازتابی از اجزای تشکیل دهنده آمیخته (چربی، پروتئین، قند و هیدروکلوئیدها) و شرایط فرآیند (هموژنیزاسیون، رسیدن و انجماد) محصول نهایی منجمد باشد [۲۳و ۱۹و ۲٤]. یافته‌های حاصل از این تحقیق نشان داد، نمونه حاوی صفر درصد جلبک و ۱/۵ درصد جلبک به ترتیب بیشترین و کمترین سفتی را دارا بودند و اختلاف بین آنها معنی دار بود (جدول ۲). در این پژوهش افزودن جلبک، کاهش معنی دار در سفتی را سبب شد. بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس، بین تمامی سطوح کاهش معنی‌داری در سفتی مشاهده شد. این مشاهدات در تطابق با یافته‌های سوکولیس و همکاران روی بستنی و آندرس و همکاران، فاکس و همکاران، وایتینگ، فوگدینگ و رامسی و لین و همکاران روی سس می‌باشد [۲۹-۲۵و ۱۹]. مارشال و همکاران بیان کردند، افزایش میزان هیدروکلوئید در بستنی با بهبود ویسکوزیته، سفتی را زیاد می‌کند. شاید یکی از دلایل کاهش سفتی با افزایش غلظت جلبک در این پژوهش را بتوان به افزایش ضریب افزایش حجم نسبت داد [۲۱]. محققان زیادی به این نتیجه رسیدند که افزایش ضریب افزایش حجم، سفتی را کاهش می‌دهند. حضور هوا در شبکه پیوسته بستنی نفوذ راحت‌تر پروب را ممکن می‌کند. بنابراین بستنی با ضریب افزایش حجم بالاتر، قابلیت قاشق پذیری بالاتری را ایجاد می‌کند. اگرچه ممکن است اندازه سلول‌های هوا هم مؤثر باشد[۱۳]. دلیل دیگر را می‌توان این گونه بیان کرد که با پیدایش کریستال‌های یخی بزرگ شاهد افزایش سفتی در نمونه‌های با مقدار کم جلبک هستیم. بنابراین افزایش جلبک باعث کنترل کریستالیزاسیون و آب دسترس پذیر شده و در نتیجه کاهش سفتی با افزایش غلظت آن قابل توجیه می‌باشد. مشابه چنین نتایجی توسط وارلا و همکاران برای نمونه‌ی دارای مقدار کم پایدارکننده بدست آمد [۲۳]. کاهش سختی با افزایش میزان جلبک ممکن است به تغلیظ انجمادی در فاز سرم نسبت داده شود. برطبق این مطالب، افزایش میکرو-ویسکوزیته فاز سرم می‌تواند در کنترل کارآمد بیشتر آب غیر کریستالی از/به مجاور کریستال‌های یخی که مانع از تصادم کریستال‌های یخ و تاخیر در کریستالیزاسیون مجدد می‌شود، موثر باشد [۱۹]. کلسمند و همکاران (۲۰۱۱) بیان کردند، اندازه کریستال‌های یخ و حجم فاز یخ در سختی بستنی شرکت می‌کنند [۳۰]. جلبک دونالیلا همراه با دیگر پایدارکننده‌ها از پدیده کریستالیزاسیون مجدد جلوگیری می‌کند. عمل پایدارکننده به عنوان محافظ سرما، ناشی از توانایی آنها در کنترل انتشار آب از/ به کریستال‌های یخ از طریق ممانعت استری و حفظ آب می‌باشد.

۳-۳- سرعت ذوب

کیفیت ذوب مناسب، به خصوص در بستنی‌های چربی و قیفی اهمیت بالایی دارد. به دلیل اینکه اگر بستنی خیلی سریع ذوب شود، قابلیت خوردن مناسب را از دست می‌دهد. به علاوه، چنین محصولی به راحتی در معرض شوک حرارتی قرار می‌گیرد. در مقابل شوک، ذوب خیلی آهسته نیز در بستنی یک نقص به شمار می‌رود [۳۱]. آن چه از جدول ۲، استنباط می‌گردد، مشاهده تأثیر افزودن درصد جلبک دونالیلا به صورت روند کاهشی سرعت ذوب است. معنی دار بودن کاهش سرعت ذوب، برای تمامی سطوح جلبک مشاهده شد ($P<۰/۰۵$). دلیل این کاهش را می‌توان به حضور ترکیباتی دانست که قدرت حفظ آب بیشتر و توانایی ایجاد ویسکوزیته دارند، دانست. سرعت ذوب نمونه‌ها بستنی بین ۰/۲۱ (آمیخته حاوی ۱/۵ درصد جلبک) و ۰/۹۱ (آمیخته حاوی صفر درصد جلبک) گرم بر دقیقه متغیر بوده است.

با توجه به ترکیب جلبک دونالیلا و عملکرد مشابه پایدار کننده آن، به نظر می‌رسد عوامل متعددی بر مقاومت به ذوب بستنی تاثیرگذار باشد. افزایش مقدار کربوهیدرات و پروتئین و به عبارتی گروه‌های عاملی هیدروفیل، آب آزاد بیشتری را به صورت آب هیدراسیون درآورده و با کاهش آب آزاد باعث افزایش میکرو-ویسکوزیته در فاز غیر منجمد (سرم) بستنی و در نتیجه افزایش مقاومت به ذوب می‌شوند. املاح نیز با افزایش پایداری اموسیون سبب افزایش مقاومت به ذوب می‌شود [۳۲و ۳۳] و به این ترتیب زمان بیشتری برای انتشار آب در این فاز و همچنین جریان آن از داخل به خارج بستنی و سپس چکه کردن از سوراخ‌های توری فلزی مورد استفاده در آزمایش مورد نیاز می‌باشد [۳٤].

در یک نگاه کلی، کاهش سرعت ذوب بستنی را می‌توان به افزایش ویسکوزیته و ثبات اموسیون آمیخته بستنی نسبت داد. بنابراین می‌توان گافت تمام مکانیسم‌هایی موثر بر افزایش

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-25]

ویسکوزیته و ثبات امولسیون روی سرعت ذوب بستنی تاثیرگذارند [۳۲]. کارامان و همکاران عنوان کردند افزودن پوره خرمالوکاهش معنی داری در سرعت ذوب شدن نمونه ها دارد [۸]. دلیل چنین نتایجی به فیبر نسبت داده شد، پوره خرمالو میزان زیادی فیبر دارد که می تواند آب را جذب کرده بنابراین می تواند ذوب شدن به تعویق بیفتد. ارکایا و همکاران مشاهده کردند، افزودن انگور فرنگی باعث افزایش زمان ذوب شدن می شود که می تواند ناشی از حضور ترکیباتی در انگور باشد که خاصیت جذب آب دارند [۱۵]. هوانگ و همکاران مشابه چنین نتایجی را بدست آوردند و عنوان کردند افزودن پایدار کننده های هیدروکلوئیدی و پلی ساکاریدی به بستنی نه تنها ویسکوزیته را افزایش می دهد بلکه سرعت ذوب را کاهش می دهد [۳۵]. واترهواس و همکاران تفاوت در سرعت ذوب بستنی حاوی بخش های مختلف کیوی را تفاوت در ترکیب و ماهیت آنزیمی عنوان کردند [۳۶]. سانتانا و همکاران، فاکتورهایی مانند؛ ماده جامد کل، اندازه کریستال‌های یخی، اندازه گلوبول‌های چربی و ضریب افزایش حجم را در ذوب شدن اثرگذار دانستند [۳۷]. بهرام پرور و همکاران بیان کردند با افزایش میزان صمغ و به دنبال آن افزایش ویسکوزیته، مقاومت به ذوب افزایش یافته است (۱۴). مارشال و همچنین هگنبارت رابطه بین ویسکوزیته و مقاومت به ذوب را مورد بررسی قرار دادند [۲۱و ۳۸]. النگار و همکاران دلیل کاهش سرعت ذوب بستنی با افزایش مقدار اینولین از ۵ به ۷ درصد را توانایی ایجاد پیوند اینولین با فاز مایع و افزایش ویسکوزیته بیان کردند [۳۹]. آکین و همکاران گزارش کردند که کاهش سرعت ذوب بستنی دارای اینولین احتمالا به دلیل کاهش حرکت آزاد مولکول‌های آب در حضور اینولین است [۹].

Table 2 The hardness, melting rate and overrun of ice cream samples at different concentration of *Dunaliella salina*

Sample code	Overrun (%)	Melting rate (g/min)	Hardness (g)
D 0	24.71±0.41	0.91±0.008	2665±55.6
D 0.10	28.35±1.19	0.79±0.011	2409±22.62
D 0.25	31.61±0.78	0.64±0.007	2374±47.98
D 0.50	34.45±0.49	0.58±0.010	2122±13.40
D 0.75	36.25±0.87	0.44±0.009	2001±14.22
D 1.00	39.32±1.03	0.32±0.006	1902±32.45
D 1.50	45.19±0.71	0.21±0.008	1778±21.30

۳-٤- ضریب افزایش حجم (اوران)

ضریب افزایش حجم به عنوان یک ویژگی فیزیکی مهم تاثیرگذار بر کیفیت محصول می‌باشد و عبارتست از افزایش حجم بستنی نسبت به حجم آمیخته در اثر فرایند زدن و هوادهی [۱۳]. مقدار هوایی که وارد بستنی می‌شود، به دو دلیل دارای اهمیت است: ارتباط آن با راندمان و بالتبع سوددهی و تاثیر آن بر بافت، پیکره و قابلیت پذیرش بستنی [٤٠].

نتایج آنالیز واریانس مبین معنی‌دار بودن اثر افزودن جلبک دونالیلا بر ضریب افزایش حجم بستنی بود ($P<۰/۰۵$). همانطوری که در جدول ۲، مشاهده می‌شود با افزایش غلظت جلبک به میزان صفر تا ۱/۵ درصد، افزایش معنی داری در ضریب افزایش حجم مشاهده شد ($P<۰/۰۵$). در این پژوهش میزان ضریب افزایش حجم برای آمیخته‌های بستنی بین ۲٤/۷۱ (برای نمونهٔ شاهد) و ٤٥/۱۹ (برای نمونهٔ حاوی ۱/۵ درصد جلبک) محاسبه گردید. از آنجا که در بررسی منابع[۸، ۱۵، ۳۵، ۱۸]. روابطی بین ضریب افزایش حجم و ویسکوزیته مشاهده شده است و از طرفی در این پژوهش افزودن سطح جلبک تأثیر معنی داری بر ویسکوزیته آمیخته بر جای گذاشت، به نظر می رسد بتوان تغییرات مشاهده شده در ضریب افزایش حجم را با مکانیسم‌هایی که باعث تغییر ویسکوزیته‌ی سیستم شده اند، مرتبط دانست. با افزودن جلبک تا سطح ۱/۵ درصد، ضریب افزایش حجم افزایش می‌یابد و به موازات آن ویسکوزیته نیز در حال افزایش است، این افزایش در جهت بهبود ضریب افزایش حجم مؤثر است.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-25]

یکی از نقش‌ها پایدارکننده‌ها افزایش ضریب افزایش حجم از طریق افزایش ویسکوزیته و حفظ حباب‌های هوا می‌باشد [۲۱]. اما چنین روندی در پژوهش بهرام پرور و همکاران [۱٤] مشاهده نشد، این محققان دلیل چنین نتایجی را کارا نبودن بستنی ساز به کار گرفته شده در ترکیب کردن هوا و هم زدن آمیخته و زمان زیاد مورد نیاز جهت انجماد آمیخته‌های بستنی نسبت دادند. آکالین نیز به مشکلات افزایش ضریب افزایش حجم به بیش از ٤٠-٤٥ درصد در بستنی‌های نرم و نیمه نرم تولید شده در بستنی سازهای غیرمداوم اشاره کرد [۹]. گوهری و همکاران کاهش ضریب افزایش حجم را به افت نقطه انجماد نسبت دادند [۳۲]. این محققان بیان کردند هنگام استفاده از شیره‌ی خرما به دلیل دارا بودن قندهایی با وزن مولکولی کمتر، افت نقطه انجماد نسبت به زمانی که از ساکارز استفاده می‌شود، بیشتر است. به همین دلیل مخلوط جهت کریستالیزاسیون مناسب به دماهای پایین تر احتیاج دارد. لزوم استفاده از دماهای پایین تر در نسبتهای بالاتر جایگزینی که افت نقطه انجماد بیشتر است، ضروری‌تر به نظر میرسد. ولی این محققان اعلام کردند از آنجایی که شرایط تولید در مرحله‌ی انجماد کلیه‌ی تیمارها یکسان بوده است، به نظر میرسد به دلیل عدم تأمین سرمای لازم کریستالیزاسیون مطلوب صورت نگرفته و ضریب افزایش حجم کاهش یافته است.

ضریب افزایش حجم بیش از حد کم، که هوای اندکی را شامل می شود، موجب احساس سردی بیش از حد در دهان، فقدان حالت خامه ای و احساس دهانی می شود. اگر ضریب افزایش حجم بیش از حد باشد، بستنی حالت کف دارد. اغلب کشورها محدوده مجاز اووران را ۱۰۰ ٪ بیان می کنند [۳٦]. گاف و همکاران بیان کردند ضریب افزایش حجم در دسرهای لبنی منجمد نرم معمولا ۵۰٪ و برای دسرهای منجمد سخت ۹۰ تا ۱۰۰ درصد می‌باشد (این تفاوت مربوط به ماده جامد کل می‌باشد که برای دسرهای منجمد نرم بین ۳۰ تا ۳۵ و برای دسرهای منجمد سخت ۳٦ تا ٤٠ می‌باشد) [۱۳و ۲٤].

گوون و کاراکا افزایش کم ضریب افزایش حجم را با افزودن سطح توت فرنگی از ۳۰٪ به ۳۷٪ به بستنی و ماست منجمد مشاهده کردند [٤۱]. نتایج تحقیقات ارکایا و همکاران نشان داد ضریب افزایش حجم آمیخته‌های بستنی حاوی انگور فرنگی نسبت به شاهد بالاتر است ولی افزایش سطح انگور از ۵٪ به ۱۵٪ موجب کاهش در ضریب افزایش حجم می‌شود، که دلیل این کاهش را به افزایش ویسکوزیته نسبت دادند [۱۵]. روند کاهشی ضریب افزایش حجم با افزودن لرد شراب انگور به آمیخته بستنی در یافته‌های هوانگ و همکاران نیز مشاهد شد [۳۵]. مشابه چنین نتایجی توسط ساماهی و همکاران بدست آمد، که به افزایش ویسکوزیته نسبت داده شد و به شدت روی سرعت هم زدن مخلوط اثرگذار می باشد [۱۸]. مارشال دلیل دستیابی به ضریب افزایش حجم بیشتر را در بالا رفتن میزان مواد جامد بستنی عنوان کرد [۲۱].

۳-۵- ویژگی‌های حسی

ارزیابی حسی روشی است علمی برای آشکارسازی، تحلیل و تفسیر پاسخ یا واکنش انسان‌ها نسبت به محصولات. کنش‌ها به واسطه حواس بینایی، بویایی، لامسه‌ای، چشایی و شنواییِ انسان دریافت و ادراک می‌گردند. بدون تردید درک بافت و طعم بستنی، بزرگترین فاکتور تعیین‌کننده پذیرش توسط مصرف‌کننده می‌باشد [۱۹]. بیشتر مردم به دلیل صفات حسی موجود در بستنی، مانند: طعم شیرین، حالت صاف، خامه‌ای و بافت ویسکوالاستیک و یک احساس سردی مطلوب لذت می‌برند [۱۳]. ارزیابی حسی وابسته به سلیقه و دیدگاه شخصی فرد آزمون‌کننده می‌باشد. در ادامه هر یک از صفات مورد ارزیابی در آزمون هدونیک مورد بحث و بررسی قرار گرفته است:

۳-۵-۱- رنگ و شکل ظاهری

در جدول ۳ داده های مربوط به مقایسه میانگین مربوط به رنگ و شکل ظاهری نشان داده شده است. در مورد پارامتر رنگ و شکل ظاهری، افزودن جلبک اثر معنی‌داری بر ظاهر نمونه‌های بستنی نداشته است ($P>۰/۰۵$). بین ظاهر بستنی و خصوصیات حسی طعم، پذیرش کلی و حالت خامه ای همبستگی مثبتی وجود دارد [٤۲] بنابراین این ویژگی در پذیرش محصول اثر مهمی دارد. کارامان و همکاران اثر افزودن پوره خرمالو در رنگ و شکل ظاهری بستنی را اندک ولی مطلوب عنوان کردند [۸].

۳-۵-۲- عطر و طعم

این فاکتور بیشترین اهمیت را در بین معیارهای حسی محصول دارد [۸]. نتایج بدست آمده در بررسی عطر و طعم بیانگر این مطلب است که اثر افزودن جلبک در تمامی سطوح روی عطر و

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-25]

طعم محصول اثر معنی‌داری نداشت (P>۰/۰۵). کارامان و همکاران تغییر معنی داری در ویژگی عطر و طعم بستنی با افزودن سطح پوره خرمالو مشاهده نکردند [۸]، اما، در محصولاتی که غنی از پوره بودند (به جز در سطح ٤٠ درصد) افزایش امتیاز طعم را مشاهده کردند.

۳-۵-۳- سفتی

سفتی بستنی به عنوان یکی از مهم‌ترین خصوصیات بستنی مطرح می‌باشد، زیرا، به صورت مستقیم روی قاشق پذیری آن دخیل می‌باشد [۱۳]. افزودن ۱/۵درصد جلبک دارای امتیاز بالاتری نسبت به سایر سطوح شد و این اختلاف معنی دار بود (P<۰/۰۵) ولی در سایر سطوح اختلاف معنی داری مشاهده نشد (P>۰/۰۵). به نظر می‌رسد ارزیابان نمونه‌هایی با بافت سفت تر را کمتر می‌پسندند.

۳-۵-٤- سرعت ذوب

ارزیابان به نمونه فاقد جلبک که دارای مقاومت به ذوب کمتری بودند، امتیاز کمتری دادند. این تغییر در امتیاز معنی دار بود (P<۰/۰۵). کارامان و همکاران ارتباط مستقیمی بین مقاومت به ذوب و امتیاز بالای ارزیابان با افزایش سطح خرمالو در بستنی پیدا کردند [۸]. ارکایا و همکاران نیز بیان کردند مصرف کنندگان نمونه دارای مقاومت ذوب بالاتر را بیشتر ترجیح می‌دهند و نمونه حاوی بیشترین سطح انگور، بیشترین امتیاز را دریافت کرد (۱۵). گاف و هارتل بیان کردند، در بستنی با ضریب افزایش حجم بالا به دلیل کاهش نفوذ حرارتی، سرعت ذوب نمونه کاسته می‌شود [۱۳].

۳-۵-۵- شدت سردی و حالت زبری

شدت سردی و زبری بودن وابسته به حضور کریستال های یخی بزرگ می‌باشند. ارتباط مستقیم بین اندازه کریستال های یخ و توسعه حالت زبری و پیکره یخی به خوبی شناخته شده می‌باشد [٤٣]. وارلا و همکاران بیان داشتند، زمانی که ساختار بستنی به خوبی پایدار شده باشد، کریستال‌های کوچک یخ به وجود می‌آیند، که دلیل به وجود آمدن حالت خامه‌ای و صاف در بستنی می‌باشند [۲۳]. نمونه هایی که دارای حداکثر نیروی فشردن مکانیکی و حداکثر کار نفوذ هستند را می‌توان به حضور کریستال‌های یخی بزرگ نسبت داد. هدایت حرارتی بالای یخ مرتبط با مقدار یخ بستنی و گرمای گرفته شده از دهان می‌باشد [٤٤]. ارزیابان حسی حالت زبری نمونه‌هایی از آمیخته بستنی که فاقد جلبک بودند را بیشتر پسندیدند. همچنین غلظت جلبک تاثیر معنی‌داری بر قابلیت پذیرش مصرف‌کننده در مورد احساس سردی نداشته است.

۳-۵-٦- پذیرش کلی

در جدول ۳ نتایج مربوط به مقایسه میانگین پذیرش کلی نشان داده شده است. مقادیر میانگین نشان می دهد که به طور کلی بیشترین پذیرش مربوط به نمونه حاوی ۱/۵ درصد جلبک و کمترین مقبولیت مربوط به سطح صفر جلبک بود. البته غلظت جلبک تاثیر معنی‌داری بر قابلیت پذیرش مصرف‌کننده در مورد پذیرش کلی نداشت.

Table 3 Sensory evaluation of icecream samples containing different concentration of *Dunaliella salina*

Sample code	Score						
	Color and appearance	Odor and Flavor	Hardness	Melting rate	Coldness	Roughness	Overall acceptance
D 0	6.27a	6.93b	6.67ab	5.13a	6.87b	7.27b	5.87a
D 0.10	6.33a	6.33abc	6.67ab	5.53ab	5.83a	6.67a	6.13ab
D 0.25	6.40ab	6.53ab	6.40a	5.73b	6.67ab	6.87ab	5.93a
D 0.50	6.53ab	6.47ab	6.47a	5.67b	6.53ab	6.87ab	6.07ab
D 0.75	6.67b	6.27abc	6.53a	6.47c	6.07a	6.53a	6.27b
D 1.00	6.73b	6.13a	7.00b	6.33c	6.93b	6.67a	6.13ab
D 1.50	6.73b	6.07a	7.73c	6.73d	6.60ab	6.47a	6.40b

٤- منابع

[1] Hejrani, T., Sheikholeslami, Z., Mortazavi, A. & Ghiyafe Davoodi, M. (2016). The properties of part baked frozen bread with guar and xanthan gums, Food Hydrocolloids(2016), Food Hydrocolloids, 1(5):1-6.

[2] Matuda, T.G., Chevallier, S., Filho, P.A., LeBail, A. & Tadini, C. (2008). Impact of guarand xanthan gums on proofing and

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-25]

calorimetric parameters of frozen breaddough. *Journal of Cereal Science,* 48, 741-746.

[3] Nasehi, B., Azizi, M.H. & Hadian, Z. (2009). Different approaches for determination of bread staling. *Journal of Food Science and Technology,* 6(1), 53-63. (In persian).

[4] Gomes-Ruffi, C.R., Cunha, R.H., Almeida, E. L., Chang, Y.K. & Steel, C.J. (2012). Effectof the emulsifier sodium stearoyl lactate and of the enzyme maltogenic a_amylase on the quality of pan bread during storage. *LWT - Food Science andTechnology,* 49, 96-101.

[5] Mettler, E. & Seibel, W. (1993). Effects ofemulsifiers and hydrocolloids on wholewheat bread quality: a response surfacemethodology study. *Cereal Chemistry,* 70,373-377.

[6] Rodge, A.B., Ghatge, P.U., Wankhede,D.B., & Kokate R.K. 2006. Isolation,purification & rheological study of guargenotypes RGC-1031 and RGC-1038. J AridLegumes 3: 41-43.

[7] Bárcenas, M.E. & Rosell, C.M. (2005). Effect of HPMC addition on the microstructure, qualityand aging of wheat bread. *Food Hydrocolloids,* 19, 1037-1043.

[8] Hattori, K., Abe, E., Yoshida, T. & Cuculo, J.A.(2004). New solvents for cellulose IIethylene diamine/thiocyanate salt system.*Polymer Journal,* 36, 123–130.

[9]Olivas, G.I. & Barbosa-Canovas G.V. (2005). Ediblecoatings for fresh-cut fruits. *FoodScience and Nutrition,* 45, 657-670.

[10] Hussain, P.R., Suradkar, P.P., Wani, A.M. & Dar, M.A. (2015). Retention of storage quality and post-refrigeration shelf-life extension of plum (*Prunus domestica* L.) cv. Santa Rosausing combination of carboxy methyl cellulose (CMC) coating and gamma irradiation. *Radiation Physicsand Chemistry*,107, 136–148

[11] Sengkhamparn, N., Sagis, L.M.C., Vries, D., Schols, H.A., Sajjaanantakul, T. & Voragen, A.G.J. (2010). Characterisation of cell wall polysaccharides from okra (Abelmoschus esculentus (L.) Moench). *Food Hydrocolloids,* 24, 35–41.

[12] Costantino, A.J., & Romanchick-Cerpoviez, J.E. (2004). Physical and sensory measuresindicate moderate fat replacement in frozen dairy dessert is feasible usingokra gum as a milk-fat ingredient substitute. *Journal of American Dietetic Association,*104, 44-52.

[13] Romanchik-Cerpovicz, J.E., Costantino, A.C. & Laura, H.G. (2006). Sensory evaluation ratings and melting characteristics show that okra gum is an acceptable milk-fat ingredient substitute in chocolate frozen dairy dessert. *Journal of American Dietetic Association,* 106, 594–597.

[14] 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 American Dietetic Association,* 102, 1301–1303.

[15] Linlaud, N.E., Puppo, M.C. & Ferrero, C.(2009). Effect of hydrocolloids on waterabsorption of wheat flour and farinographand textural characteristics of dough. *CerealChemistry,* 86, 376-382.

[16] Rosell, C.M., Rojas, J.A. & Benedito, B.D. (2003). Influence of hydrocolloids on dough rheology and bread quality. *Food Hydrocolloids,* 15: 75-81.

[17] Nasehi, B., Razavi, M.A. & Ghodsi, M. (2016). Investigation of the effect of aloe vera powder on the properties ofBarbari bread during storage. *Journal of Food Science and Technology,* 51(13), 195-203. (In persian).

[18] Ozkoc, S.O., Sumnu, G. & Sahin, S. (2009). The effects of gums on macro and micro-structure of breads baked in different ovens. *Food Hydrocolloids,* 23: 2182-2189.

[19] AACC. (1999). Approved method the AmericanAssociation of cereal chemists. The AmericanAccociation of cereal chemists.

[20] Alamri, M.S., Mohamed, A.A. & Hussain, Sh. (2012). Effect of okra gum on the pasting, thermal, and viscous properties of rice and sorghum starches. *Carbohydrate Polymers,* 89; 199-207.

[21] Rajabzadeh, N. (1991). Iranian Flat Breads Evaluation. *Iranian Cereal and Bread Research Institue,* Publication no. 71, Tehran, Iran. (In Persian).

[22] Roberts, K.T., Allen-Vercoec, E., Williamsd, S.A., Grahamb, T. & Cuia, S.W. (2015). Comparative study of the in vitro fermentative characteristics of fenugreek gum, white bread and bread with fenugreek gum using human faecal microbes. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fiber,* 5, 116-124.

[23] Mariotti, M., Lucisano, M. & Pagani, A. (2006). Development of a baking procedure for the production of oat-supplemented wheat bread. *InternationalJournal of Food Science and Technology,* 41, 151-157.

[24] Peyghambardoost, S. H., Azadmard, D. S., Fathnejhad,R., Neamatti, M. & Rafat, S. A.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-25]

(2012). Application of Falxseed in breadmaking: effect on chemical characteristics, fat composition of flour and bread, and sensory quality of the enriched semi flat bread. *Journal of food research,*232(2), 281-292. (In Persian).

[25] Anil, M. (2007). Using of hazelnut testa as a source of dietary fiber in bread making. *Journal of Food Engineering,* 80, 61-67.

[26] Gharaie, Z., Azizi, M. H., Barzegar, M. & Aghagholizade, R. (2016). Effects of Salep and Tragacanth Hydrocolloids on dough rheological properties and Barbari Bread Quality. *Journal of Food Science and Technology,* 50(13), 23-31. (in persian).

[27] Sim, S.Y, Noor Aziah, A.A. & Chen,gL.H.(2011). Characteristics of wheat doughand Chinese steamed bread added with sodiumalginates or konjac glucomannan. *FoodHydrocolloids,* 25, 951-957.

[28] Rosell, C.M., Collar, C. & Haros, M.(2007). Assessment of hydrocolloid effects onthe thermo-mechanical properties of wheatusing the Mixolab. *Food Hydrocolloids,* 21,452–462.

[29] Sahari, M.A. Mohammadi, R. & Hamidi Esfehani, Z. (2014). Rheological and Quality Characteristics of Taftoon Bread as Affected by Salep and Persian Gums. *International Journal of Food Science,* 1, 1-7.

[30] Roberts, K.T., Cui, S.W., Chang, Y.H., Ng, P.K.W. & Graham, T. (2012). The influence off enugreek gum and extrusion modified fenugreek gum on bread. *Food Hydrocolloids,* 26(2), 350–358.

[31] Guarda, A., Rosell, C.M., Benedito, C. & Galotto, M.J. (2004). Different hydrocolloids as bread improvers and anti staling agents. *Food Hydrocolloids,* 18, 241-247.

[32] Ghanbari, M. & Farmani, J. (2013). Influence of hydrocolloids on dough properties and quality of barbari: an Iranian leavened flat bread. *Journal of Agriculture Science and Technology*, 15, 545-555.

[33] Tavakolipour, H. & Kalbasi-Ashtari, A. (2006). Influence of gums on dough properties and flat bread quality of two persian wheat varieties," *Journal of Food Process Engineering*, 30(1), 74–87.

[34] Smitha, S., Rajiv, J., Begum, K. & Indrani, D. (2008). Effect of Hydrocohhoids on Rheological, Microstructural and Quality Characteristics of Parotta: An Unleavened Indian Flat Bread. *Journal of Text Studies,* 39, 267-271.

[35] Moayedi, S., Sadegi, M. A., Azizi, M. H. & Maghsoudlou, Y. (2009). The effect of gum tragacanth on farinograph and extensibility properties of wheat flour dough. *Journal Food Processing And Preservation*, 2(2), 47-60. (In Persian).

[36] Peressini, D., Pin, M. & Sensidoni, A. (2011). Rheology and breadmakingperformance of rice-buckwheat batters supplemented with hydrocolloids.*Food Hydrocolloids,* 25, 340–349.

[37] Shittu, T.A., Rashidat, A.A. & Abuloude, E.O. (2009). Functional effect of xanthan gum on composite cassava-wheat dough and bread. *Food Hydrocolloids,* 23, 2254–2260.

[38] Das, L., Raychaudhuri, U. & Chakraborty, R. (2015). Effects of hydrocolloids as texture improver in coriander bread. *Journal of Food Science and Technology,* 52(6), 3671–3680.

[39] López, E., Pérez, G., Erramouspe, P.L.J. & Cuevas, C. (2013). Effect of Brea Gum on the characteristics of wheat bread at different storage times. *Food Science and Technology (Campinas.),* 33(4), 745-752.

[40] Lopez, E.P.& Jimenez P.L. (2015). Effect of different proportions of brea gum in the functional characteristics of wheat flour starch: impact on the physical quality of bread. *Food Science and Technology*. 1, 1-7.

[41] Eduardo, M., Svanberg, U. & Ahrne, L. (2014). Effect of hydrocolloids and emulsifiers on baking quality of compositr cassava-maize wheat bread. *International Journal of Food Science,* 1, 1-9.

[42] Angioloni, A. & Collar, C. (2009) Gel, dough and fiber enriched fresh breads:relationships between quality features and staling kinetics. *Journal of FoodEngineering,* 91:526–532.

[43] Kohajdova, Z. & Karovicova, J. (2009). Application of hydrocolloid as baking improvers. *Chemical Papers*, 63: 26-38.

[44] Martin, M.L., Zeleznak, K.J. & Hoseney, R.C. (1991). A mechanism of bread firming I. Role of starch swelling. *Cereal Chemistry,* 68:498–503.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-25]

The investigation of production of ice cream containing *Dunaliella salina* alga powder

Salimpour Erdi, M. [1], Khoshkhoo, Zh. [2], Emtiazjoo, M. [2*]

1. MSc, Department of Food Science and Technology, Tehran North Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
2. Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Tehran North Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

(Received: 2018/09/21 Accepted:2019/08/11)

The aim of this study was to investigate the effect of *Dunaliella salina* addition in concentrations of 0.1, 0.25, 0.5, 0.75, 1 and 1.5% as substitutes for 6.7, 16.7, 33.4, 50, 66.7 and 100% stabilizers on the rheological, physicochemical and sensory properties of the ice cream samples. All samples showed a shear-thinning behavior. *Dunaliella salina* addition increased significantly the apparent viscosity and decreased melting rate ($P<0.05$). Also, the addition of *Dunaliella salina* increased significantly in the overrun and decreased the hardness of the samples ($P<0.05$). The sensory evaluation suggests that the addition of *Dunaliella salina* does not have a significant effect on odor and flavor. Samples containing the highest percentage of *Dunaliella salina* were received the highest color, appearance and hardness scores by panelists. In general, samples containing a high percentage of *Dunaliella salina* were selected as the best overall acceptance by panelists. As a general result, according to the results of this study, the addition of *Dunaliella salina* to ice-cream, while improving the qualitative characteristics of the product, also improves its sensory properties and improves the acceptance of the product.

Keywords; Ice cream; Rheological properties; *Dunaliella salina*; Sensory evaluation; Physical properties

*Corresponding Auther E-Mail Address: moz_emtyazjoo@yahoo.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-25]