

# مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: [www.fsct.modares.ac.ir](http://www.fsct.modares.ac.ir)



مقاله علمی\_پژوهشی

## بررسی تاثیر استفاده از پودر عصاره چوبک بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی شیر یخ

سارا خسروشاهی<sup>۱</sup>، محمدعلی حصاری نژاد<sup>۲\*</sup>، زهره دیدار<sup>۱</sup>، محسن وظیفه دوست<sup>۱</sup>

۱- گروه علوم و صنایع غذایی، واحد نیشابور، دانشگاه آزاد اسلامی، نیشابور، ایران

۲- گروه فراوری موادغذایی، موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی، مشهد، ایران

### چکیده

### اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۹۹/۱۱/۱۵

تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۲/۲۳

كلمات کلیدی:

شیر یخ،

عصاره چوبک،

ویژگی‌های فیزیکی،

افزایش حجم،

ارزیابی حسی.

DOI: 10.52547/fsct.18.05.19

\*مسئول مکاتبات:

ma.hesarinejad@rifst.ac.ir

z\_didar57@yahoo.com

شیر یخ یک فرآورده لبنی منجمد با چربی کم است که قیمت آن به مراتب کمتر از بستنی می‌باشد. بافت محصولات کم چرب، یکی از اساسی‌ترین مسائل در مورد بازارپسندی این محصولات می‌باشد. پژوهش‌های زیادی درباره استفاده از سورفتکنانت‌ها در فرمولاسیون بستنی صورت گرفته که نشان دهنده قابلیت این ترکیبات در افزایش قوام و قابلیت همزندن و هوادهی، بهبود مقاومت در برابر ذوب، ایجاد بافت نرم‌تر و خامه‌ای تر، افزایش حجم ناشی از مقدار هوای بیشتر و ایجاد کفی پایدارتر می‌باشد. مطالعه حاضر به بررسی تأثیر افزودن پودر عصاره ریشه چوبک به شیر یخ بر کیفیت این محصول پرداخته است. آمیخته شیر یخ با غلظت‌های مختلف پودر عصاره چوبک ( $0/015$ ،  $0/030$  و  $0/045$  g/kg) تولید شد و تغییرات ایجاد شده در ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی شیر یخ بررسی شد. نتایج نشان داد که افزایش غلظت عصاره در شیر یخ باعث افزایش ضربیت قوام، ضربیت افزایش حجم، مقاومت به ذوب، خامه‌ای بودن و پذیرش کلی می‌شود، درحالی که مقادیر شاخص رفتار جريان، سفتی، چسبندگی، زبری و سردی کاهش می‌باید. این نتایج را می‌توان به افزایش جذب آب، بهبود قابلیت هم زدن، افزایش ناپایداری چربی و کریستال‌های یخ کوچکتر مرتبط دانست. ارزیابی حسی نشان داد که شیر یخ حاوی  $0/045$  g/kg پودر عصاره ریشه چوبک بیشترین پذیرش کلی را داشت و امتیازات بیشتری کسب کرد. می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از پودر عصاره ریشه چوبک در تهیه شیر یخ می‌تواند به خوبی ویژگی‌های عملکردی محصول را بهبود بخشد تا بتواند جایگاه بالاتری در گروه برآورده‌های لبنی منجمد بدست آورد.

شناسایی کنند [۹ و ۱۰]. سورفکتانت‌ها قابلیت تشکیل امولسیون را دارند زیرا قادرند طی فرایند هموژنیزاسیون، در سطح مشترک بین آب و روغن جذب شده و از این طریق کشش بین سطحی را کاهش و شکستن گلوبول‌های چربی را افزایش دهنند [۱۲ و ۱۳]. این ترکیبات جذب شده، پوششی حفاظتی نیز در اطراف قطرات روغن ایجاد می‌کنند که از تجمع آن‌ها جلوگیری کرده و سبب پایداری دراز مدت امولسیون طی نگهداری می‌گردد [۱۴]. علاوه بر این، سورفکتانت‌ها توانایی تولید و پایداری سیستم‌های بر پایه کف را نیز دارند [۱۰ و ۱۵ او ۲۲]. استفاده از اجزاء ایمن و سالمتر در فرمولاسیون فراورده‌های غذایی، توجه دانشمندان را به شناسایی ترکیبات طبیعی به عنوان جایگزین انواع سنتزی معطوف کرده است. لازم به ذکر است که ساپونین گیاهی یکی از مقوله‌های امیدوارکننده در این زمینه به شمار می‌رود. ساپونین‌ها از یک اسکلت استروئیدی یا تری ترپنوتیئیدی تشکیل می‌شود که به آن ۱-۳-۱ قند هیدروفلیل متصل شده است [۱۷ و ۱۸].

عصاره ریشه چوبک از فعالیت سطحی و بین سطحی بالای برخوردار است که دلیل چنین مشاهده‌ای به حضور بیوسورفکتانت ساپونین در این عصاره برمی‌گردد. گیاه چوبک (جنس آکانتوفیلوم) به خانواده میخک<sup>۱</sup> تعلق داشته و بسیاری از گونه‌های آن قابل رویش در ایران هستند. علاوه بر ساپونین، ترکیبات هیدروکلوریک محلول در آب نیز از دیگر اجزاء مهم عصاره ریشه چوبک به شمار می‌رود که از طریق اتصال با ملکول‌های آب باعث افزایش ویسکوزیته و ارتقاء پایداری سیستم‌های حاوی آن می‌گردد [۱۹-۲۱]. پلی ساکاریدی محلول در آب استخراج شده از ریشه آکانتوفیلوم برکتیتوم<sup>۲</sup> حاوی منوساکاریدهای گلوكز: گالاكتوز: آرابینوز با نسبت ۱/۴:۵:۵ و دارای وزن مولکولی ۲۶ kDa بوده است [۲۰]. این عصاره حاوی ۱۵ درصد ترکیبات ساپونین می‌باشد [۲۲]. جایگزینی عصاره گیاه چوبک با سفیده تخم مرغ در تولید کیک اسفنجی [۲۳]، بهبود کیفیت کیک روغنی با عصاره چوبک [۲۴]، بهبود خصوصیات بیوفیزیکی آب انگور در طی فرایند تبخر با استفاده از عصاره چوبک [۲۵] از جمله پژوهش‌هایی است که در خصوص کاربرد این عصاره در تولید محصولات غذایی صورت گرفته است. در این راستا Karazhiyan در مطالعه مروری خود بیان کرده است که اثر غلظت‌های مختلف

2. Caryophyllaceae

3. Acanthophyllum bracteatum

## ۱- مقدمه

در سال‌های اخیر تقاضا برای غذاهای سودمند از جمله محصولات لبنی به دلیل مزایای نامحدود آنها برای سلامت انسان افزایش یافته است [۱]. گزارش‌های زیادی مبنی بر توصیه به مصرف کم چربی و به ویژه چربی کره‌های با کلسترول بالا برای افراد مسن منتشر شده است [۲ و ۳]. شواهد و یافته‌های علمی نشان داده‌اند که بین مصرف زیاد چربی و بیماری‌های مانند چاقی مفرط، سخت شدن دیواره رگ‌ها، افزایش فشارخون و بیماری‌های قلبی عروقی ارتباط نزدیکی وجود دارد و بنابر توصیه سازمان بهداشت جهانی (WHO) در سال ۲۰۰۳، بایستی میزان کل چربی ورودی بین ۱۵-۳۰ درصد و مقدار آسیدهای چرب اشباع کمتر از ۱۰ درصد از انرژی روزانه باشد [۴]. با توجه به اینکه بستنی فراورده‌ای نسبتاً چرب بوده و نیز از محبوبیت ویژه‌ای در بین افراد جامعه برخوردار است، تقاضای زیادی برای مصرف انواع با چربی کمتر وجود دارد. شیر یخ<sup>۱</sup> یک فرآورده لبنی منجمد با حدود ۲ تا ۴ درصد چربی است که قیمت آن به مراتب کمتر از بستنی می‌باشد [۱]. همچنین قوانین سازمان غذا و دارو (۱۹۹۴) اجازه داده است که شیر یخ به عنوان یک محصول بستنی کم چرب بر جسب گذاری شود [۵].

پژوهش‌های زیادی پیرامون کاربرد سورفکتانت‌ها در فرمولاسیون بستنی صورت گرفته است که نشان می‌دهد این ترکیبات باعث افزایش قوام و قابلیت همزن و هوادهی، بهبود مقاومت در برابر ذوب، ایجاد بافت نرم‌تر و خامه‌ای‌تر، افزایش حجم ناشی از مقدار هوای بیشتر و ایجاد کفی پایدارتر می‌گردد. ساختمان کف به عنوان عامل کلیدی و مهم در تشکیل ساختمان بستنی در نظر گرفته می‌شود. کوالسنس چربی در سطح حباب‌های هوا و شکل گیری لایه جذب شده پروتئین و سورفکتانت باعث پایدارسازی ساختمان کف بستنی می‌گردد [۶-۸]. سورفکتانت‌های متنوعی در صنعت غذا مورد استفاده قرار می‌گیرند که از نظر خصوصیات مولکولی مانند نوع ساختار سر و دم، ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و عملکردی، سهولت کاربرد، مجاز بودن و قیمت با یکدیگر متفاوتند [۹ و ۱۰]. از این‌رو لازم است تولیدکنندگان مواد غذایی به بررسی عملکردهای این ترکیبات فعال سطحی که از تنوع گسترده‌ای برخوردارند، پرداخته و کاربردهای ویژه آن‌ها را

1. Ice milk

(Germany) همگن شده و به مدت ۲۵ ثانیه در دمای  $80^{\circ}\text{C}$  گرم شده و سپس در دمای  $5^{\circ}\text{C}$  سرد و در این دما به مدت ۲۴ ساعت نگهداری شد. این آمیخته برای طی مرحله انجماد، به مدت ۱۵min در دستگاه بستنی ساز غیر مداوم دلونگی (Model ICK5000, Delonghi, Italy) قرار گرفت. نمونه های شیر یخ تولید شده در فنجان های پلاستیکی بسته بندی شده و به مدت ۲۴ ساعت در دمای  $18^{\circ}\text{C}$ - نگهداری شد تا پس از آن نظر خصوصیات کیفی مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرند. همه آزمایشات در سه تکرار انجام شدند.

#### ۴-۲- ضریب افزایش حجم

حجم مشخصی از شیر یخ قبل و بعد از مرحله انجماد در دستگاه وزن شد و ضریب افزایش حجم نمونه ها بر اساس معادله (۱)، محاسبه شد.

$$\text{معادله (1)}$$

$$\frac{\text{وزن آمیخته}-\text{وزن شیر یخ}}{\text{وزن آمیخته}} \times 100 = \text{ضریب افزایش حجم}$$

#### ۵-۲- اندازه گیری سرعت ذوب

برای تعیین سرعت ذوب شیر یخ از روش Schmidt و همکاران با انجام اصلاحاتی صورت پذیرفت. نمونه های ۳۰ گرمی پس از یک روز سخت شدن، روی توری فلزی قرار داده شدند و در دمای محیط هر ۱۰ ثانیه وزن ذوب نمونه ها ثبت گردید. میانگین سرعت ذوب داده ها در زمان ۲۰ دقیقه ابتدای آزمون بر حسب  $\text{g}/\text{min}$  گزارش شد [۲۷].

#### ۶- آنالیز خصوصیات بافتی

خواص مکانیکی روی شیر یخ های تهیه شده مورد بررسی قرار گرفت. آزمون نفوذ با عمق نفوذ  $15\text{mm}$  با سرعت  $2\text{ mm/s}$  در دمای اتاق با استفاده از یک آنالیزور بافت مجهز به پروب استوانه ای به قطر  $6\text{mm}$  انجام شد. دو پارامتر سفتی (نیروی مکریم فشرده سازی در هنگام نفوذ؛ g) و چسبندگی (سطح منفی منحنی؛ S.g) تعیین گردید.

#### ۷-۲- مدل سازی رئولوژیکی

خصوصیات رئولوژیکی نمونه های آمیخته توسط ویسکومتر چرخشی بروکفیلد ( Brookfield Engineering, Inc., USA Julabo, Model F12-MC, Julabo Labortechnik, ) در دمای  $25^{\circ}\text{C}$  مورد ارزیابی قرار گرفت. ابتدا

این عصاره بر خصوصیات فیزیکوشیمیابی، رئولوژیکی و بافتی ماست نیز مورد بررسی قرار گرفته است که باعث کاهش چشمگیر آب اندازی شده است [۲۶]. در پژوهشی که اخیراً توسط Khosrow Shahi و همکاران صورت گرفته است نشان داد که افزودن عصاره چوبک می تواند سبب بهبود ویژگی های فیزیکوشیمیابی و حسی بستنی گردد [۲۲]. بنابراین در این مطالعه به بررسی کاربرد عصاره ریشه چوبک در شیر یخ، که به عنوان یک بستنی کم چرب مطرح می باشد، به منظور بهبود ویژگی های کیفی این محصول پرداخته شد.

### ۲- مواد و روش ها

#### ۲-۱- مواد

ریشه چوبک (خانواده میخک، جنس آکانتافیلوم، گونه اسکواروسوم) از نواحی کوهپایه ای اطراف شهرستان بیرون جند در خراسان جنوبی تهیه شد. با استفاده از آسیاب، اندازه ذرات آن کاهش یافت و به حالت پودری در آمد. برای دستیابی به اندازه ذرات یکسان، پودر ریشه از مش  $0/3$  میلیمتری عبور داده شد. پودر شیر پس چرخ از شرکت فرآورده های لبنی پگاه، خامه  $30$  درصد از شرکت کاله، منو و دی گلیسیرید Guangzhou CARDLO (E 471) از شرکت Biotechnology Co.,Ltd مشهد تهیه شد.

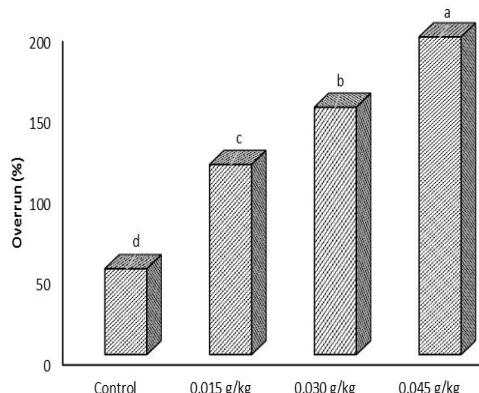
#### ۲-۲- استخراج عصاره ریشه چوبک

پودر ریشه چوبک پس از اختلاط با آب، طبق روش Khosrow Shahi تحت تیمار با میدان الکتریکی پالسی ( ولتاژ  $74\text{ kV/cm}$  و تعداد پالس  $80$ ) قرار گرفت. سپس عصاره استخراج شده در آون تحت خالد در دمای  $40^{\circ}\text{C}$  خشک گردید [۲۲].

#### ۲-۳- فرآوری شیر یخ

فرمول آمیخته شیر یخ حاوی  $4$  درصد چربی،  $10/5$  درصد ماده جامد بدون چربی،  $15$  درصد شکر،  $0/1$  درصد وانیل،  $0/15$  درصد منو و دی گلیسیرید، و  $0/5$  درصد پایدارکننده (صمغ شعلب) بود. سطوح افزودن پودر عصاره ریشه چوبک در آمیخته شیر یخ شامل صفر،  $0/030$ ،  $0/015$  و  $0/045\text{ g/kg}$  بود. آمیخته شیر یخ به مدت  $2$  دقیقه در  $23000$  دور بر دقیقه توسط هموژنایزر Ultra Turrax T25D IKA، (

مقدار این خصوصیت در زمینه کسب استانداردهای قانونی و افزایش سود اقتصادی مهم است. مقدار هوا و اندازه و پایداری سلول‌های هوا تحت تأثیر اجزاء فرمولاسیون (امولسیفایرها، پروتئین‌ها، چربی و ترکیبات هیدروکلوریک) و در نتیجه نیروهای برشی طی مرحله انجماد قرار دارد. در پی افزودن عصاره ریشه چوبک در پژوهش کنونی، ضریب افزایش حجم بستنی به طور معنی‌داری از  $53/1$  به  $117/6$  درصد افزایش یافت ( $p < 0.05$ ). اثر افزایش غلظت عصاره بر این خصوصیت نیز معنی‌دار بود ( $p < 0.05$ ). بنابراین همانطور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، بیشترین ضریب افزایش حجم در نمونه حاوی بالاترین غلظت عصاره ریشه چوبک ( $196/5$  درصد) دیده شد. دلیل این مشاهده را می‌توان به اجزاء موجود در این عصاره گیاهی ارتباط داد. زیرا همانطور که قبل از نیز اشاره گردید، عصاره ریشه چوبک حاوی ساپونین و هیدروکلوریک است. غلظت ساپونین عصاره استخراج شده از ریشه چوبک ۱۵ درصد است [۲۲]. بر اساس پژوهش‌های علمی صورت گرفته، سورفتکتان‌ها از طریق تشکیل لایه‌ای نازک در ناحیه بین سطحی سلول‌های هوا باعث بهبود قابلیت همزندن و در نتیجه کاهش اندازه سلول‌های هوای بستنی می‌شوند [۳۰-۳۸].



**Fig 1** Overrun value of ice milk samples in the absence (control) and containing different Chubak root extract concentrations (0.015, 0.030, and 0.045 g/kg). The different letters indicate the statistically significant difference ( $P < 0.05$ ).

### ۲-۳- ویژگی‌های ذوب شوندگی

بر اساس نتایجی که در شکل‌های ۲ و ۳ قابل مشاهده است، افزودن غلظت‌های مختلف عصاره ریشه چوبک به فرمولاسیون آمیخته شیر یخ موجب افزایش قابل ملاحظه مقاومت به ذوب نسبت به نمونه شاهد ( $0/48 \text{ g/min}$ ) گردید ( $p < 0.05$ ). به طوری که افزایش غلظت عصاره از  $0/015$  به  $0/030$  و به

برای حذف واستگی به زمان نمونه‌ها، از درجه برش  $150 \text{ s}^{-1}$  به مدت  $800 \text{ s}$  استفاده شد. سپس رفتار جریان آمیخته‌ها در دامنه درجه برش  $1-85 \text{ s}^{-1}$  مطالعه و داده‌های حاصل با مدل هرشل بالکلی (معادله ۲) برآش داده شدند. علاوه بر این، روند تغییرات ویسکوزیته ظاهری در درجه برش  $50 \text{ s}^{-1}$  نیز بررسی گردید.

$$\tau = \tau_0^H + k(\eta)^n \quad (2)$$

در این معادله  $\tau$  ضریب قوام،  $n$  شاخص رفتار جریان،  $\eta$  تنش تسیلیم می‌باشند.

### ۲-۴- ارزیابی حسی

طی دو جلسه آموزشی ۳ ساعته، تعداد ۱۰ نفر شامل ۵ خانم و ۵ آقا در ردۀ سنی ۲۵-۳۶ سال، ۶ خصوصیت حسی را برای نمونه‌های بستنی تعریف کرده و مورد بررسی قرار دادند. سپس نمونه‌های ۳۰ گرمی که یک روز مرحله سخت کردن را گذرانیده بودند با شماره‌های سه رقمی به صورت تصادفی کد گذاری شده و در اختیار داوران قرار گرفتند. ارزیابی صفات شامل زبری، سرمایایی، سفتی، احساس خامه ای بودن، تلخی و پذیرش کلی در دمای اتاق انجام شد و از افراد خواسته شد جهت حذف اثر هر نمونه بر نمونه دیگر، بین ارزیابی هر دو نمونه دهان خود را با آب و لرم شستشو دهند.

### ۲-۵- آنالیز آماری

اثر مقدار پودر عصاره چوبک (صفر،  $0/015$ ،  $0/030$ ، و  $0/045$ ) بر خصوصیات فیزیکی و رئولوژیکی نمونه‌های شیر یخ به صورت طرح کاملاً تصادفی مورد مطالعه قرار گرفت. بدین منظور، آزمایشات حداقل در ۳ تکرار انجام شده و آنالیز آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار مینی تب نسخه ۱۸ انجام شد. نتایج در معرض آنالیز واریانس قرار گرفته و میانگین‌ها توسط آزمون فیشر در سطح آماری ۹۵ درصد مقایسه شدند. برآش مدل‌های رئولوژیکی توسط نرم افزار متلب نسخه R2010a انجام شد.

## ۳- نتایج و بحث

### ۳-۱- ضریب افزایش حجم

طی فرایند تولید یخ شیر، هوا وارد آمیخته می‌گردد که سبب افزایش حجم و بهبود کیفیت فراورده شده و به عنوان ضریب افزایش حجم (درصد) تعریف می‌شود. لازم به ذکر است که

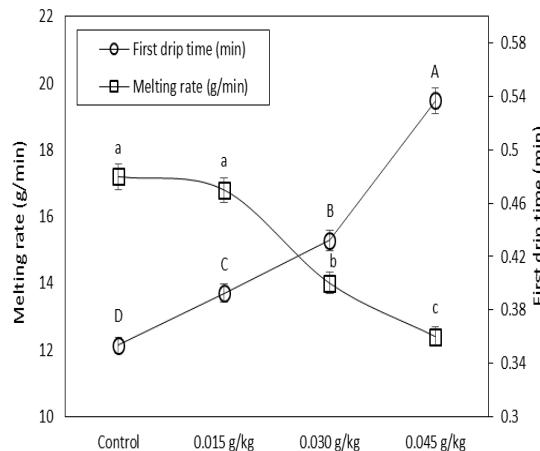
بنابراین نمونه‌های حاوی مقدار هوای بیشتر (ضریب افزایش حجم بالاتر)، سرعت ذوب کمتری دارند [۳۲ و ۳۴]. علاوه بر این، حضور هوا در ساختمان آمیخته باعث افزایش ویسکوزیته آن و در نتیجه افزایش تنفس برشی مورد نیاز در مرحله انجماد می‌گردد که به دنبال آن، ناپایدارشدن چربی افزایش یافته و اندازه سلول‌های هوا و کریستال‌های یخ کاهش می‌یابد [۲۹].

### ۳-۳ خصوصیات بافتی دستگاهی

سفتی یخ شیر به عنوان مقاومت در برابر تغییر شکل حین بکارگیری نیروی خارجی تعریف می‌شود. بر اساس نتایج به دست آمده (شکل ۳)، افروند  $0.015 \text{ g/kg}$  عصاره ریشه چوبک به فرمولاسیون یخ شیر و افزایش مقدار آن به  $0.045 \text{ g/kg}$ ، سفتی نمونه‌ها را از  $250.1/28$  به  $1076.2/25$  کاهش داد. همانطور که از ملاحظه داده‌های ضریب افزایش حجم قابل استنباط است، رابطه معکوسی بین مقادیر این خصوصیت و سفتی وجود داشت که توسط برخی محققان دیگر نیز گزارش شده است [۲۹ و ۳۴ و ۳۵]. بر اساس نتایج سایر پژوهش‌های انجام شده، از طرفی احتمالاً این مشاهدات به توانایی عصاره ریشه چوبک در افزایش بهم پیوستگی گلوبول‌های چربی و کاهش اندازه کریستال‌های یخ مرتبط است [۳۰ و ۳۶]. در حالی که Muse و Hartel معتقدند که چربی ناپایدارشده از طریق تشکیل شبکه بین سلول‌های هوا در افزایش سفتی بستنی نقش دارد [۳۴]. از طرف دیگر، برخی محققان نیز اثر کاهنده تعدادی هیدروکلوریک را بر سفتی بستنی‌های کم چرب و پرچرب گزارش کرده و دلیل آن را به قابلیت کرایوژلاسیون<sup>۱</sup> این ترکیبات ارتباط داده اند [۳۷-۳۹].

چسبندگی پارامتر بافتی دیگری است که به عنوان انرژی لازم برای غلبه بر نیروهای چسبنده بین سطح فراورده و یک سطح دیگر تعریف می‌شود [۴۰]. همانطور که در شکل ۳ دیده می‌شود، تأثیر غلظت عصاره ریشه چوبک بر چسبندگی یخ شیر هم‌راستا با سفتی بود. چنین رابطه‌ای توسط سایر محققان نیز گزارش شده است [۳۸ و ۳۹ و ۴۱]. در این زمینه، برخی پژوهشگران نیز بیان کرده اند که افزایش سطح عصاره ریشه چوبک سبب شکل‌گیری سلول‌های هوایی بیشتر و کاهش چسبندگی ماست منجمد گردید [۳۵].

$0.045 \text{ g/kg}$  به ترتیب سرعت ذوب شیر یخ را از  $0.047$  به  $0.040$  و به  $0.036 \text{ g/min}$  ( $p < 0.05$ ) کاهش داد. زمان اولین چکه نیز در پی افزایش غلظت عصاره ریشه چوبک افزایش یافت (از  $12.40$  به  $19.48 \text{ min}$ ). بنظر می‌رسد که این مشاهدات می‌تواند به دلیل ساپونین موجود در عصاره ریشه چوبک باشد که به عنوان سورفکتانت این قابلیت را دارد که طی فرایند انجماد، جایگزین پروتئین‌ها در لایه بین سطحی قطرات روغن شوند و از این طریق، سبب کاهش کشش بین سطحی و بهبود بهم پیوستگی چربی در لایه‌های بین سطحی سلول‌های هوا گردند. ناپایدارشدن چربی به پایدارسازی سلول‌های هوا کمک کرده و در تشکیل شبکه چربی دخالت دارد که در نتیجه مقاومت به ذوب نمونه‌های بستنی را افزایش می‌دهد [۲۹ و ۳۱].



**Fig 2** The time of the first drip and melting rate of ice milk samples in the absence (control) and the presence of different Chubak root extract concentrations ( $0.015$ ,  $0.030$ , and  $0.045 \text{ g/kg}$ ). The different letters indicate the statistically significant difference ( $P < 0.05$ ).

همچنین هیدروکلوریک‌های موجود در آن می‌توانند به واسطه پیوند با مولکول‌های آب و ممانعت فضایی، از دیفوژیون آب از یک کریستال یخ به دیگری جلوگیری کرده و در نتیجه به عنوان کراپوروتکتانت عمل کنند. یخ به خوبی باعث هدایت گرما شده و از این‌رو شیر یخ‌های دارای مقدار یخ کمتر، سرعت ذوب کمتری نیز دارند [۳۲]. از سوی دیگر، هیدروکلوریک‌ها اثر افزاینده بر ویسکوزیته دارند که در نتیجه باعث تقویت سرعت ذوب و حفظ شکل محصول به مدت طولانی‌تری می‌شوند [۳۳]. هوا نیز به عنوان عایق حرارتی مطرح بوده و

1. Cryogelation

توسط جاویدی و همکاران گزارش شده است. بدین ترتیب که تاثیر افزاینده صمغ‌های گوار و دانه ریحان بر خاصیت شل شوندگی با برش نمونه‌های آمیخته بستنی مشاهده شد [۳۸]. ضربی قوام، پارامتر رئولوژیکی دیگری از مدل هرشل بالکلی است که مورد بررسی قرار گرفت. براساس نتایج قبل ملاحظه در جدول ۱، افزایش سطح عصاره ریشه چوبک در فرمولاسیون آمیخته سبب افزایش مقدار ضربی قوام آن‌ها شد. بنابراین کمترین مقدار این خصوصیت در نمونه شاهد ( $1/21 \text{ Pa.s}^n$ ) و بیشترین مقدار آن در نمونه حاوی  $0/045 \text{ g/kg}$  عصاره ( $2/07 \text{ Pa.s}^n$ ) دیده شد. ضربی قوام آمیخته به عنوان معیاری از ویسکوزیته در نظر گرفته می‌شود که بر بافت، سرعت ذوب و پیکره محصول موثر خواهد بود [۲۸].

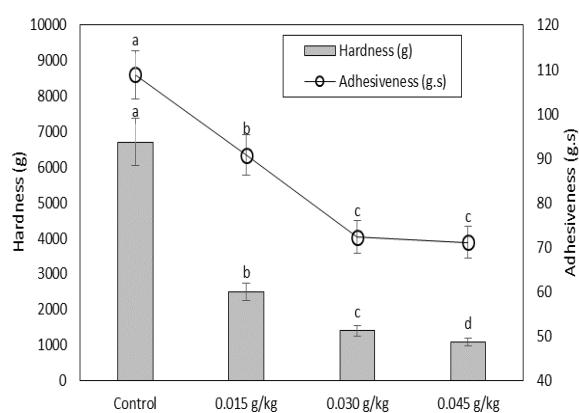
بر اساس یافته‌های علمی مطالعات پیشین، نگهداری آمیخته در مرحله رسیدن به مدت حداقل ۴ ساعت در دمای  $2-4^\circ\text{C}$  اهمیت بسزایی در ساختمان بستنی دارد [۴۵]. زیرا طی این زمان، بخش پلی‌ساقاریدی عصاره ریشه چوبک فرستاده تا با مولکول‌های آب واکنش داده و منجر به افزایش ویسکوزیته شود. علاوه بر این بخش ساپونین موجود در عصاره نیز از طریق شکل‌دهی و کریستاله کردن گلوبول‌های چربی در مرحله رسیدن، دلیل دیگری بر افزایش ویسکوزیته با افزایش غلطت عصاره است. در این رابطه، سید و همکاران دریافتند که افزایش غلطت امولسیفایرها (لستین،  $40\%-\alpha$  منوگلیسیرید،  $70\%-\alpha$  منوگلیسیرید و مخلوطی از منو دی گلیسیرید با پلی سوربات،  $80\%$  افزایش زمان جریان یافتن آمیخته بستنی را در پی داشت [۳۰].

تش تشییم نمونه‌های آمیخته در جدول ۱ قابل مشاهده است. این خصوصیت رئولوژیکی با پیکره، بافت و قابلیت قاشق زنی محصول در ارتباط است [۴۶]. در پژوهش کنونی، نمونه حاوی مولکولی  $0/045 \text{ g/kg}$  عصاره ریشه چوبک دارای بیشترین مقدار تشییم بود که ممکن است به علت افزایش اتصالات بین مولکولی باشد [۴۷].

**Table 1** Parameters of Herschel-Bulkey model for ice milk samples containing different concentrations of Chubak root extract

Chubak root extract Concentration (g/kg)	$n(-)$	$\tau_0^H$ (Pa)	$k(\text{Pa.s}^n)$	$R^2$	RMSE
0	$0.58 \pm 0.005^a$	$1.28 \pm 0.10^d$	$1.21 \pm 0.2^b$	0.99	0.19
0.015	$0.57 \pm 0.007^a$	$1.44 \pm 0.14^c$	$1.26 \pm 0.2^b$	0.99	0.16
0.030	$0.56 \pm 0.007^a$	$1.57 \pm 0.13^b$	$1.28 \pm 0.3^b$	0.99	0.16
0.045	$0.49 \pm 0.000^b$	$2.06 \pm 0.12^a$	$2.07 \pm 0.2^a$	0.99	0.14

The different letters indicate the statistically significant difference ( $P < 0.05$ ).

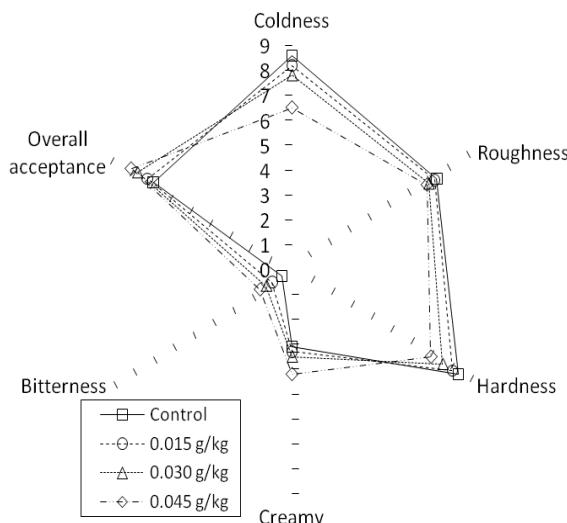


**Fig 3** Hardness and adhesiveness of ice milk samples in the absence (control) and the presence of different concentrations of Chubak root extract (0.015, 0.030, and 0.045 g/kg). The different letters indicate the statistically significant difference ( $P < 0.05$ ).

#### ۴-۴- ویژگی‌های رئولوژیکی آمیخته

با توجه به داده‌های مندرج در جدول ۱ و مقادیر آماره‌های ضربی تبیین ( $R^2 = 0/99$ ) و میانگین مجذورات خطای RSME ( $0/19$ )، مدل هرشل بالکلی به عنوان مدلی مناسب جهت برآش داده‌های رئولوژیکی ارزیابی شد. میزان شاخص رفتار جریان در این پژوهش در دامنه  $0/58-0/49$  قرار داشت که بیانگر ماهیت غیرنیوتی و شل شوندگی با برش نمونه‌های شیر بخ است. محققان زیادی این نوع رفتار رئولوژیکی را برای آمیخته بستنی گزارش کرده اند [۴۳-۴۳]. بهرام پرور و همکاران بیان کرده اند که چنین رفتاری سبب ایجاد بافت مطلوب، احساس دهانی و تسهیل پمپ کردن در ماده می‌گردد [۴۴]. همانطور که در جدول ۱ قابل مشاهده است، مقدار شاخص رفتار جریان آمیخته‌ها با افزایش غلطت عصاره ریشه چوبک کاهش یافت. این یافته ممکن است ناشی از وجود درگیری‌های پلی‌ساقاریدی باشد که حساس به تشییم برشی هستند. به عبارتی این نوع رفتار از جداشدن درگیری‌های میان مولکولی مذکور در اثر افزایش تشییم و در نتیجه همسو شدن آن‌ها با جهت جریان ناشی می‌شود [۳۷]. در این راستا نتایج مشابهی با جهت جریان ناشی می‌شود.

ترتیب که بیشترین امتیاز پذیرش کلی (۸/۱) به نمونه تهیه شده از  $0/045\text{ g/kg}$  عصاره تعلق گرفت که به طور معنی داری بالاتر از امتیاز مربوط به نمونه شاهد (۷) و نمونه حاوی  $\text{g/kg}$  عصاره (۷/۳) بود ( $p<0/05$ ).



**Fig 5** Sensory evaluation of ice milk samples in the absence (control) and presence of different concentrations of Chubak root extract

## ۴- نتیجه گیری

برازش داده‌های رئولوژیکی آمیخته با مدل هرشل بالکلی بیانگر ماهیت شل شونده با برش این ماده بود. همچنین، افزایش غلظت عصاره ریشه چوبک سبب افزایش ویسکوزیته، زمان اولین چکه و خصوصیت حسی خامه ای بودن گردید، در حالی که مقدار سرعت ذوب، شاخص رفتار جریان، سفتی، چسبندگی و ویژگی‌های حسی زبری و سردی را کاهش داد. اگرچه مقدار بیشتر عصاره در شیر یخ منجر به افزایش کمی در تلخی نمونه‌ها شد، اما بر روند افزایشی امتیاز پذیرش کلی اثرگذار نبود. به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که عصاره ریشه چوبک پتانسیل کاربرد به عنوان عامل افزاینده حجم، امولسیون کننده و پایدارکننده را در سیستم شیر یخ داشته و می‌تواند سبب بهبود کیفی این فرآورده گردد.

## ۵- منابع

- [1] El Gazzar, H., Abd El Aziz, M., & Nasr, W. I. (2013). Effect of using germinated fenugreek on the quality of ice milk. *Annals Of Agricultural Science Moshtohor Journal*, 51 (2), 117-124.
- [2] Ibrahim, S. A., El-Dairy, S. Y., & FiKry, S.

## ۳-۵- ویژگی‌های حسی

سردی، زبری و سفتی بستنی از خصوصیاتی هستند که تحت تأثیر اندازه کریستال‌های یخ و حجم فاز یخی قرار دارند [۴۸ و ۴۹]. در پژوهش کنونی، همان‌طور که در شکل ۵ دیده می‌شود، افزایش غلظت عصاره ریشه چوبک باعث کاهش سردی، زبری و سفتی یخ شیر شد که می‌تواند به دلیل قابلیت این عصاره در کاهش سرعت رشد کریستال‌های یخ باشد. این نتیجه هم‌راستا با مشاهدات گزارش شده توسط بهرام پرور و گاف است که در پژوهش خود، از هیدروکلوفین‌های مختلفی به عنوان پایدارکننده در فرمولاسیون بستنی استفاده کردند [۵۰]. علاوه بر این، ویسکوزیته نیز فاکتور دیگری است که بر سفتی یخ شیر تاثیرگذار بوده و به عنوان دلیلی بر سفتی بیشتر نمونه‌های حاوی  $0/045\text{ g/kg}$  عصاره ریشه چوبک نسبت به نمونه تهیه شده از  $0/030\text{ g/kg}$  عصاره مطرح است. در رابطه با خامه ای بودن، نتایج حاکی از آن بود که ارزیاب‌های حسی امتیاز بالاتری را برای نمونه‌های حاوی مقدار عصاره بیشتر در نظر گرفتند (شکل ۵)، بدین ترتیب که اختلاف معنی داری بین خامه ای بودن نمونه شاهد (۳/۱) و نمونه حاوی بیشترین مقدار عصاره ای (۴/۲) وجود داشت ( $p<0/05$ ). دلیل این امر می‌تواند ناشی از توانایی بالای بخش هیدروکلوفین‌ی اعصاره در جهت نگهداری آب و پایدارکننگی سیستم و همچنین عملکرد آن در نقش کرکایپروتکتانت باشد [۵۱]. بنابراین با افزایش غلظت عصاره ریشه چوبک، رابطه معکوسی بین روند خامه ای بودن و خصوصیات سردی، زبری و سفتی وجود داشت که مطابق با نتایج گزارش شده توسط Javidi et al. (2016) [۳۸] بود. بررسی منابع بیانگر این مطلب است که اغلب ساپونین‌ها تلخ مزه هستند [۵۲]. از این‌رو، با توجه به این‌که عصاره ریشه چوبک حاوی ساپونین است، تلخی نمونه‌های یخ شیر نیز مورد بررسی قرار گرفت. همان‌طور که در شکل ۵ دیده می‌شود با افزودن عصاره و افزایش مقدار آن از  $0/015$  به  $0/045\text{ g/kg}$ ، تلخی نمونه‌ها از ۱ با  $1/6$  افزایش یافت ( $p<0/05$ ). اما اختلاف بین تلخی نمونه‌های حاوی  $0/015$  و  $0/030\text{ g/kg}$  عصاره و همچنین نمونه‌های حاوی  $0/045\text{ g/kg}$  عصاره معنی دار نبود ( $p>0/05$ ). اگرچه کاربرد عصاره ریشه چوبک در فرمولاسیون یخ شیر باعث شد نمونه‌های نهایی کمی تلخ مزه باشند، اما لازم به ذکر است که این اثر بر پذیرش بیشتر نمونه‌های حاوی غلظت بالاتر عصاره، موثر واقع نشد. بدین

- Schechter, D. S. 2018. The effect of nanoparticle aggregation on surfactant foam stability. *Journal of Colloid & Interface Science*, 511, 365-373.
- [17] Kregiel, D., Berlowska, J., Witonska, I., Antolak, H., Proestos, C., Babic, M., & Zhang, B. 2017. Saponin-based, biological-active surfactants from plants. *Application & Characterization of Surfactants*, 183-205.
- [18] Salminen, H., Bischoff, S., & Weiss, J. 2019. Impact of concentration ratio on the formation and stability of emulsions stabilized by Quillaja saponin–sodium caseinate mixtures. *Food Biophysics*, 14, 109-119.
- [19] Ghaffari, S. M. 2004. Cytotaxonomy of some species of *Acanthophyllum* (Caryophyllaceae) from Iran. *Biologia Bratislava*, 59, 53-60.
- [20] Jahanbin, K., Gohari, A. R., Moini, S., Emam-Djomeh, Z., & Masi, P. 2011. Isolation, structural characterization and antioxidant activity of a new water-soluble polysaccharide from *Acanthophyllum bracteatum* roots. *International Journal of Biological Macromolecules*, 49, 567-572.
- [21] Jahanbin, K., Moini, S., Gohari, A. R., Emam-Djomeh, Z., & Masi, P. 2012. Isolation, purification and characterization of a new gum from *Acanthophyllum bracteatum* roots. *Food Hydrocolloids*, 27, 14-21.
- [22] Khosrow Shahi, S., Didar, Z., Hesarinejad, M. A., & Vazifedoost, M. (2020). Optimized pulsed electric field assisted extraction of biosurfactants from Chubak (*Acanthophyllum squarrosum*) root and its application in ice cream. *Journal of the Science of Food and Agriculture*.
- [23] Karazhiyan, H., & Keyhani, V. (2015). The effect of Chubak extract on sponge cake as an egg white substitute. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*, 11 (1), 63-76.
- [24] Keyhani, V., Mortazavi, S. A., Karimi, M., Karazhiyan, H., Sheikholeslami, Z. (2016). Ultrasound-assisted extraction of saponins from chubak plant (*Acanthophyllum Glandulosum*) root based on their emulsification and foaming properties. *Journal of Research and Innovation in Food Science and Technology*, 4(4), 325-342.
- [25] Oladzadabbasabadi, N., Karazhiyan, H., & Keyhani, V. (2017). Addition of the Chubak extract and egg white on biophysical properties of grape juice during evaporation A. (1994). The keeping quality of low calorie butter made with adding Kareish cheese or sodium caseinate. *Egyptian Journal of Dairy Science*, 22, 47-47.
- [3] Giese, J. (1996). Fats, oils, and fat replacers. *Food technology (Chicago)*, 50(4), 77-84.
- [4] WHO, World Health Organization. 2003. *Disease-specific recommendations*, available at: [http://www.who.int/nutrition/topics/5\\_population\\_nutrient/en/index12.html](http://www.who.int/nutrition/topics/5_population_nutrient/en/index12.html)
- [5] Food and Drug Administration (1994). International, Arlington, VA, U.S.A.
- [6] Nitschke, M., & Costa, S. G. V. A. O. (2007). Biosurfactants in food industry. *Trends in Food Science & Technology*, 18(5), 252-259.
- [7] Euston, S. R., & Goff, H. D. (2019). Emulsifiers in dairy products and dairy substitutes. In *Food emulsifiers and their applications* (pp. 217-254). Springer, Cham.
- [8] Vijayakumar, S., & Saravanan, V. (2015). Biosurfactants-types, sources and applications. *Research Journal of Microbiology*, 10(5), 181.
- [9] Rekvig, L., Kranenburg, M., Hafskjold, B., & Smit, B. (2003). Effect of surfactant structure on interfacial properties. *EPL (Europhysics Letters)*, 63(6), 902.
- [10] Kralova, I., & Sjöblom, J. 2009. Surfactants used in food industry: a review. *Journal of Dispersion Science & Technology*, 30, 1363-1383.
- [11] McClements, D. J. (2007). Critical review of techniques and methodologies for characterization of emulsion stability. *Critical reviews in food science and nutrition*, 47(7), 611-649.
- [12] Walstra, P. (1991). Principles of emulsion formation. Editors: J. Laven, HN Stein, 77.
- [13] Schubert, H., & Engel, R. (2004). Product and formulation engineering of emulsions. *Chemical Engineering Research and Design*, 82(9), 1137-1143.
- [14] Jafari, S. M., Assadpoor, E., He, Y., & Bhandari, B. (2008). Re-coalescence of emulsion droplets during high-energy emulsification. *Food hydrocolloids*, 22(7), 1191-1202.
- [15] Hasenhuettl, G. L., & Hartel, R. W. (Eds.). 2008. *Food emulsifiers and their applications* (Vol. 40, No. 6). New York: Springer.
- [16] AlYousef, Z. A., Almobarky, M. A., &

2008. Study of the functionality of selected hydrocolloids and their blends with κ-carrageenan on storage quality of vanilla ice cream. *LWT-Food Science & Technology*, 41, 1816-1827.
- [38] Javidi, F., Razavi, S. M. A., Behrouzian, F., & 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.
- [39] Javidi, F., & Razavi, S. M. 2018. Rheological, physical and sensory characteristics of light ice cream as affected by selected fat replacers. *Journal of Food Measurement & Characterization*, 12, 1872-1884.
- [40] Clarke, C. 2004. Ice cream ingredients. In the science of ice cream, pp. 38-57. Cambridge: Royal Society of Chemistry Publishing.
- [41] Akalin, A.S., Karagözlü, C., Ünal, G. 2008. Rheological properties of reduced-fat and low-fat ice cream containing whey protein isolate and inulin. *European Food Research and Technology*, 227, 889-895.
- [42] Aime, D. B., Arntfield, S. D., Malcolmson, L. J., & Ryland, D. 2001. Textural analysis of fat reduced vanilla ice cream products. *Food research international*, 34.2-3, 237-246.
- [43] Karaka, O. B., Güven, M., Yasar, K., Kaya, S., & Kahyaoglu, T. 2009. The functional, rheological and sensory characteristics of ice creams with various fat replacers. *International Journal of Dairy Technology*, 62, 93-99.
- [44] BahramParvar, M., Haddad Khodaparast, M.H., & Razavi, S.M.A. 2010. Rheological characterization and sensory evaluation of typical soft ice cream made with selected food hydrocolloids. *Food Science & Technology International*, 16, 79-88.
- [45] Goff, H. D. 1997. Colloidal aspects of ice cream—a review. *International Dairy Journal*, 7, 363-373.
- [46] Briggs, J.L., Steffe, J.F., & Ustunol, Z. 1996. Van method evaluates the yield stress of frozen ice cream. *Journal of Dairy Science*, 79, 527-531.
- [47] Emadzadeh, B., Razavi, S.M.A., & Hashemi, M. (2011). Viscous flow behavior of low-calorie pistachio butter: A response surface methodology. *International Journal of Nuts & Related Sciences*, 2, 37-47.
- process. *Journal of Food Process Engineering*, 40(5), e12538.
- [26] Karazhiyan, H. (2019). Chubak (*Acanthophyllum glandulosum*) Root Gum. *Emerging Natural Hydrocolloids: Rheology and Functions*, 371-396.
- [27] Schmidt, K., Lundy, A., Reynolds, J., and Yee, L.N. 1993. Carbohydrate or protein based fat mimicker effects on ice milk properties, *Journal of Food Science*, 58: 761-763.
- [28] Marshall, R. T., Goff, H. D., & Hartel, R. W. 2003. *Ice cream*, (3rd ed.). New York: Aspen Publishers.
- [29] Sofjan, R. P., & Hartel, R. W. 2004. Effects of overrun on structural and physical characteristics of ice cream. *International Dairy Journal*, 14, 255-262.
- [30] Syed, Q. A., Anwar, S., Shukat, R., & Zahoor, T. 2018. Effects of different ingredients on texture of ice cream. *Journal of Nutritional Health & Food Engineering*, 8, 422-435.
- [31] Pelan, B. M. C., Watts, K. M., Campbell, I. J., & Lips, A. 1997. The stability of aerated milk protein emulsions in the presence of small molecule surfactants. *Journal of Dairy Science*, 80, 2631-2638.
- [32] Warren, M. M., & Hartel, R. W. 2018. Effects of Emulsifier, overrun and dasher speed on ice cream microstructure and melting properties. *Journal of Food Science*, 83, 639-647.
- [33] Yeon, S. J., Kim, J. H., Hong, G. E., Park, W., Kim, S. K., Seo, H. G., & Lee, C. H. 2017. Physical and sensory properties of ice cream containing fermented pepper powder. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 37, 38.
- [34] Muse, M. R., & Hartel, R. W. 2004. Ice cream structural elements that affect melting rate and hardness. *Journal of dairy science*, 87, 1-10.
- [35] Muzammil, H. S., Haider, S., Rasco, B., & Sublanis, S. 2015. Physicochemical properties of probiotic frozen yogurt with different levels of glycerol and overrun. *International Journal of Development Research*, 5, 3209-3213.
- [36] Guinard, J.X., Zoumas-Morse, C., Mori, L., Panyam, D., Kilara, A. 1996. Effect of sugar and fat on the acceptability of vanilla ice cream. *Journal of Dairy Science*, 79, 1922-1927.
- [37] Soukoulis, C., Chandrinos, I., & Tzia, C.

- recrystallization in ice cream. *Dairy Science & Technology*, 93, 273–285.
- [51] Varela, P., Pintor, A., & Fiszman, S. 2014. How hydrocolloids affect the temporal oral perception of ice cream. *Food hydrocolloids*, 36, 220-228.
- [52] Sezgin, A. C., & Artik, N. 2010. Determination of saponin content in Turkish tahini halvah by using HPLC. *Advance Journal Food Science & Technology*, 2, 109-115.
- [48] Regand, A., & Goff, H. D. 2006. Ice recrystallization inhibition in ice cream as affected by ice structuring proteins from winter wheat grass. *Journal of Dairy Science*, 89, 49-57.
- [49] Clarke, C. 2012. *Ice cream: A complex composite material*. In: The science of ice cream. Cambridge, England: published by the Royal Society of Chemistry.
- [50] BahramParvar, M., & Goff, H. D. 2013. Basil seed gum as a novel stabilizer for structure formation and reduction of ice



## Investigation of the effect of using Chubak extract on physicochemical and sensory properties of ice milk

Khosrow Shahi, S. <sup>1</sup>, Hesarinejad, M. A. <sup>2\*</sup>, Didar, Z. <sup>1\*</sup>, Vazife doost, M. <sup>1</sup>

1. Department of Food Science and Technology, Neyshabur branch, Islamic Azad University, Neyshabur, Iran
2. Department of Food Processing, Research Institute of Food Science and Technology (RIFST), Mashhad, Iran

### ARTICLE INFO

### ABSTRACT

#### Article History:

Received 2021/02/03  
Accepted 2021/03/13

#### Keywords:

Ice milk,  
Chubak extract,  
Physical properties,  
Overrun,  
Sensory evaluation.

**DOI:** 10.52547/fsct.18.05.19

\*Corresponding Author E-Mail:  
ma.hesarinejad@rifst.ac.ir  
z\_didar57@yahoo.com

Ice milk is a low-fat frozen dairy product, which is much cheaper than ice cream. The texture of low-fat products is one of the most important issues in the marketing of these products. There has been a lot of research on the use of surfactants in ice cream formulations, which shows the ability of these compounds to increase consistency and agitation and aeration, improve melting resistance, create a softer and creamier texture, and increase the overrun. The present study investigated the effect of adding Chubak root extract powder to ice milk on the quality of this product. Ice milk mixture was produced with different concentrations of Chubak extract powder (0, 0.015, 0.030 and 0.045 g/kg) and the changes in physicochemical and sensory properties of ice milk were investigated. The results showed that increasing the concentration of the extract in ice milk increased the consistency coefficient, overrun, melting resistance, creaminess and overall acceptance, while the values of flow behavior index, hardness, adhesiveness, roughness and coldness decreased. These results can be related to increased water absorption, improved agitation, increased fat instability and smaller ice crystals. Sensory evaluation showed that ice milk containing 0.045 g/kg Chubak root extract powder had the highest overall acceptance and gained more scores. It can be concluded that the use of Chubak root extract powder in the preparation of ice milk can improve the functional characteristics of the product so that it can achieve a higher position in the group of frozen dairy products.