

## تأثیر افزودن پودر چای سبز بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، حسی و آنتی‌اکسیدانی بستنی

علیرضا ملک نژاد<sup>۱</sup>، لیلا ناطقی<sup>۲\*</sup>، علیرضا شهاب لواسانی<sup>۲</sup>

۱- دانشجو کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد ورامین - پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران

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

### چکیده

در حال حاضر بستنی یکی از پر مصرف‌ترین دسرهای لبنی به شمار می‌رود که مصرف آن هر ساله در حال افزایش است طوری که در سال‌های اخیر تلاش‌های بسیاری در جهت بهبود ارزش تغذیه‌ای این محصول صورت گرفته است. چای سبز دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی و ویژگی‌های درمانی بسیاری از جمله کاهش تری‌گلیسرید خون، کاهش فشار خون، جلوگیری از سرطان، ضد دیابت، ضد انعقاد خون، آرام‌بخش و ضد استرس می‌باشد. در پژوهش حاضر، پودر چای سبز در مقادیر ۰/۵، ۱، ۱/۵، ۲، ۲/۵ و ۳٪ به فرمولاسیون بستنی اضافه شد. بنابراین ۷ تیمار مطابق با طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل طراحی گردید و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، حسی و آنتی‌اکسیدانی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از آزمون‌های فیزیکوشیمیایی نمونه‌ها نشان داد که با افزایش درصد پودر چای سبز اسیدیته، ماده خشک، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، پلی‌فنل تام، ویسکوزیته و مقاومت به ذوب نمونه‌ها افزایش و pH، چربی، ماده خشک بدون چربی شیر نمونه‌ها به طور معنی‌داری کاهش یافت ( $P \leq 0/05$ ). نتایج حاصل از ارزیابی حسی نمونه‌ها نشان داد که بیشترین امتیاز طعم و رنگ به نمونه‌های محتوی ۱/۵ و ۲٪ پودر چای سبز و کمترین امتیاز رنگ و طعم به نمونه محتوی ۳٪ پودر چای سبز تعلق داشت ( $P \leq 0/05$ ). بالاترین امتیاز بافت به نمونه کنترل و کمترین امتیاز فاکتور مذکور به نمونه محتوی بالاترین درصد چای سبز اختصاص یافت. نمونه حاوی ۱/۵٪ پودر چای سبز که بالاترین امتیاز طعم، رنگ و پذیرش کلی را دارا بود به عنوان تیمار برتر معرفی شد.

کلید واژگان: بستنی، پودر چای سبز، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، ارزیابی حسی

\*مسئول مکاتبات: leylanateghi@yahoo.com

## ۱- مقدمه

در حال حاضر بستنی یکی از پرمصرف‌ترین دسرهای لبنی به شمار می‌رود و مصرف آن هر ساله در حال افزایش است. در تهیه این دسرلبنی از چربی شیر، ماده خشک بدون چربی، شیر، شیرین‌کننده، پایدارکننده، امولسیفایر و طعم‌دهنده استفاده می‌شود و ارزش تغذیه‌ای آن به مقدار پروتئین، چربی و محتوای کربوهیدرات به کار رفته در آن بستگی دارد. در سال‌های اخیر تلاش‌های بسیاری در جهت بهبود ارزش تغذیه‌ای این محصول صورت گرفته است [۱]. طبق نظر محققان، بستنی با اینکه محصولی با ویژگی‌های تغذیه‌ای و ارزش کالری‌زایی بالاست اما مقادیر ترکیبات آنتی‌اکسیدانی و یا محتوای فیبرهای تغذیه‌ای آن بسیار ناچیز می‌باشد که می‌توان آن را با افزودن گیاهان و یا سبزیجات جبران نمود [۲]. محتوای فنولیک چای بالا است به طوری که در حدود ۹۰٪ از ترکیبات فنلی موجود در چای را ترکیبات مغذی به نام فلاونوئیدها تشکیل می‌دهند که شامل کاتچین‌های برگ سبز چای و محصولات اکسیداسیون آنها می‌باشد. کاتچین‌هایی که معمولاً به صورت طبیعی در برگ‌های چای موجود می‌باشند عبارتند از: اپی گالوکاتچین گالات (EGCG)، اپی کاتچین گالات (ECG)، اپی کاتچین (EC)، کاتچین گالات (CG)، اپی گالوکاتچین (EGC) و کاتچین (C). چای سبز حاوی اپی گالوکاتچین گالات است که خاصیت آنتی‌اکسیدانی آن نسبت به بقیه انواع کاتچین‌ها بیشتر است. کاتچین‌ها عامل تلخی و گسی چای سبز بوده و محلول در آب و بی‌رنگ هستند و معمولاً ۲۵ تا ۴۰٪ مواد جامد محلول چای را تشکیل می‌دهند. پلی‌فنل‌ها دارای خاصیت ضد اکسیدکنندگی می‌باشند و پتانسیل اکسایش هر ترکیب پلی‌فنلی به تعداد گروه‌های هیدروکسیل آن بستگی دارد [۳].

Szeto و Benzie (۱۹۹۹) قدرت آنتی‌اکسیدانی چای سبز را به وسیله آزمون قدرت آنتی‌اکسیدانی احیا کننده آهن

(FRAP)<sup>7</sup> اندازه‌گیری کردند و ثابت کردند که قدرت آنتی

اکسیدانی چای سبز از ویتامین C بیشتر است [۴]. Baruah و همکاران (۲۰۱۲) به بررسی امکان به کارگیری سه نوع چای سبز، چای سیاه و چای سیاه محلول در تولید چای بستنی پرداختند و رنگ، طعم و مزه بستنی‌های آماده شده را توسط روش هدونیک ۹ نقطه‌ای مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج نشان داد که تمامی چای بستنی‌ها دارای ویژگی‌های حسی قابل قبولی بودند [۵]. Ali و همکاران (۲۰۱۴) فعالیت آنتی‌اکسیدانی بستنی گیاهی تهیه شده با گیاهان دارویی مارچوبه، مارچوبه سبز، ثعلب بنفش، انار را با روش‌های مختلفی مانند روش‌های رادیکال آزاد (DPPH)<sup>8</sup> و آزمون قدرت آنتی‌اکسیدانی آهن احیاکننده آهن (FRAP)<sup>9</sup> مورد بررسی قرار دادند به طوری که پودر هر کدام از گیاهان در مقادیر ۱، ۲، ۳، ۴٪ به فرمولاسیون بستنی اضافه شد و نتایج نشان داد بالاترین فعالیت DPPH برابر ۴۱/۸۳٪ در ۴٪ پودر گیاه مارچوبه و بالاترین FRAP در ۴٪ مارچوبه و انار مشاهده گردید [۶]. Neswati و همکاران (۲۰۱۴) کلم بروکلی چرخ شده را در مقادیر ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰٪ به فرمولاسیون بستنی اضافه و گزارش کردند که افزودن بروکلی تاثیری بر محتوای چربی، پروتئین و قند نمونه‌های بستنی تولید شده نداشت اما بر مواد جامد کل، افزایش حجم، زمان ذوب شدن، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، مقادیر فیبر و مقدار ویتامین ث تاثیرگذار بودند. افزودن ۲۰٪ بروکلی به بستنی محصول بهتری را ایجاد نمود [۷]. هدف از این مطالعه بررسی تاثیر افزودن پودر چای سبز بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، حسی و آنتی‌اکسیدانی بستنی بود.

## ۲- مواد و روش‌ها

برگ‌های سبز چای از کارخانه گلستان ایران تهیه شد و تا مش ۲۰ آسیاب شدند. آنالیزهای مربوط به چای سبز روی آن انجام گرفت.

7. Total Radical-trapping Antioxidant Power Assay  
8. Di Phenyl Picryl Hydrazyl  
9. Ferric Reducing Power

1. Epigallo catechin gallate  
2. Epicatechin gallate  
3. Epi catechin  
4. Catechin gallate  
5. Epigallo catechin  
6. Catechin

ابتدا شکر و شیر خشک با شیر، کره، گلوکزامایع و پایدار کننده در داخل مخلوطکن (Kika-Labortechnika، آلمان) با دمای  $^{\circ}\text{C}$  ۶۰-۶۵ مخلوط شده و سپس در دمای  $^{\circ}\text{C}$  ۷۳ و فشار ۱۶۰ بار هموژنیزه (APV، آلمان) شد. سپس به مدت ۱۵ ثانیه در دمای  $^{\circ}\text{C}$  ۸۵ عمل پاستوریزاسیون صورت گرفت. نمونه‌ها تا دمای  $^{\circ}\text{C}$  ۴ خنک شد. رسانیدن مخلوط به مدت ۴ ساعت در دمای  $^{\circ}\text{C}$  ۴ انجام شد. در فریزرهای بستنی‌ساز با دمای  $^{\circ}\text{C}$  ۶- هوادهی به میزان ۵۰٪ انجام گرفت. پس از پر کردن نمونه‌ها در ظروف مورد نظر، سفت کردن بستنی در تونل انجماد (۲ ساعت در  $^{\circ}\text{C}$  ۳۴-) انجام شد و سپس در سردخانه  $^{\circ}\text{C}$  ۲۰- قرار داده شد تا آزمون‌های مربوطه بر روی آن انجام شود.

## ۱-۲- آزمون‌های فیزیکوشیمیایی انجام شده بر

### پودر چای سبز

آزمون‌های رطوبت، خاکستر کل، pH، فیبر خام چای سبز، مقدار کل کاتچین‌ها و مقدار کل پلی‌فنل پودر چای سبز به ترتیب مطابق با استانداردهای ملی ایران به شماره‌های ۳۲۷۶، ۳۲۷۳، ۳۳۹۴، ۳۳۹۴، ۲-۸۹۸۶ و ۱-۸۹۸۶ انجام شدند [۸-۱۲].

### ۲-۲- روش تهیه بستنی

در تهیه نمونه‌های بستنی محتوی پودر چای سبز، ابتدا مواد اولیه مشابه مقادیر ذکر شده در فرمولاسیون بستنی کنترل تهیه شد. سپس پودر چای سبز به نسبت‌های ۰/۵، ۱، ۱/۵، ۲، ۲/۵ و ۳٪ به کل مواد طبق جدول ۱، اضافه گردید. جهت تهیه بستنی کنترل،

Table 1 Treatments studied in this research

Treatments	Milk	Sugar	Glucose syrup	Skim milk powder	Butter	Stabilizer	Green tea powder
Cod 0	66.5	16	4	4	9	0.5	0
Cod 1	66	16	4	4	9	0.5	0.5
Cod 2	65.5	16	4	4	9	0.5	1
Cod 3	65	16	4	4	9	0.5	1.5
Cod 4	64.5	16	4	4	9	0.5	2
Cod 5	64	16	4	4	9	0.5	2.5
Cod 6	63.5	16	4	4	9	0.5	3

فعالیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌ها با استفاده از روش Rahman و همکاران (۲۰۱۴) تعیین گردید [۱۶].

### ۲-۵-۲- اندازه‌گیری ترکیبات پلی‌فنلی کل

اندازه‌گیری ترکیبات پلی‌فنلی کل توسط معرف فولین سیکالتو و مطابق با روش Kanika و همکاران (۲۰۱۵) تعیین گردید [۱۷].

### ۲-۶- آزمون ارزیابی حسی

ویژگی‌های حسی نمونه‌های بستنی توسط ۹ ارزیاب آموزش دیده بر اساس روش هدونیک ۵ نقطه‌ای بررسی گردید. در این آزمون ویژگی‌های طعم، بافت، رنگ و پذیرش کلی در پنج سطح بسیار خوب (۵)، خوب (۴)، متوسط (۳)، بد (۲) و بسیار بد (۱) ارزیابی شدند [۱۸].

### ۲-۷- روش تجزیه و تحلیل داده‌ها

به منظور بررسی ویژگی‌های کمی داده‌ها با توجه به ۷ تیمار ۳ تکرار از آنالیز واریانس یکطرفه و همچنین برای مقایسه میانگین

## ۲-۳- آزمون‌های فیزیکوشیمیایی انجام شده بر

### روی بستنی‌های محتوی چای سبز

آزمون‌های چربی، ماده خشک، ماده خشک بدون چربی، اسیدیته و ویسکوزیته نمونه‌ها به ترتیب مطابق با استانداردهای ملی ایران به شماره ۲۴۵۰، ۱۱۹۰، ۲۴۵۰، ۲۴۵۰ و ۱۹۰۳۳ در روز اول تولید تعیین گردیدند [۱۲، ۱۳، ۱۴، ۱۵].

### ۲-۴- اندازه‌گیری سرعت ذوب شدن

ابتدا ۳۰ گرم نمونه بستنی بلافاصله پس از خروج از فریزر بر روی توری سیمی با منافذ ۲ میلی‌متری بالای قیف شیشه‌ای قرار گرفت. سپس نمونه‌ها در انکوباتور با دمای  $^{\circ}\text{C}$  ۲۵ به مدت ۴۵ دقیقه گرمخانه‌گذاری شدند. مقدار بستنی ذوب شده در ارلن به عنوان شاخص نشانگر کیفیت ذوب در نظر گرفته شد [۱۵].

### ۲-۵- آزمون‌های آنتی‌اکسیدانی

### ۲-۵-۱- اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی

## ۳-۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی پودر چای

## سبز

نتایج حاصل از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی پودر چای سبز مورد استفاده (جدول ۲) نشان داد که کلیه ویژگی‌های مورد بررسی در محدوده استاندارد تعریف شده برای چای سبز بود [۸]. [۹]

Table 2 The results of physicochemical tests for green tea powder

Sample	pH	Ash (%)	Moisture (%)	Polyphenol (%)	Catechin (%)	Fiber (%)
Green tea	5.5	4.5	4.68	11.40	7.50	16.20

محصول توسط چای سبز را می‌توان به ترکیبات اسیدی آن مانند اسیدگلوتامیک، اسید آسپارتیک، اسیدلینولئیک و اسید آلفالینولئیک نسبت داد. مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۲۴۵۰ [۱۲] در ارتباط با ویژگی‌های بستنی شیری، اسیدیته بستنی‌های شیری می‌بایست حداکثر ۰/۲٪ بر حسب اسید لاکتیک باشد. در پژوهش حاضر، اسیدیته تمامی تیمارها به جز تیمارهای ۵ (بستنی حاوی ۲/۵٪ پودر چای سبز) و ۶ (بستنی حاوی ۳٪ پودر چای سبز) در محدوده استاندارد بود. بهرامپور و همکاران (۱۳۸۹) در بررسی اثر صمغ دانه بالنگوشیرازی و ثعلب پنجه‌ای (۰/۳، ۰/۴ و ۰/۵٪) بر ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی و حسی بستنی، تفاوت معنی‌داری در pH نمونه‌ها مشاهده نکردند که دلیل آن را مقادیر پایین صمغ‌های مورد استفاده عنوان نمودند [۲۰]. توسل و همکاران (۱۳۹۳) در بررسی اثر افزودن مخلوط آب سیب و کرفس همراه با پالپ و اینولین به عنوان جایگزین چربی در بستنی گزارش کردند که pH نمونه‌ها با افزایش مقدار فیبر به طور معنی‌داری کاهش یافت و کمترین pH مربوط به نمونه حاوی بیشترین مقدار فیبر بود [۲۱].

داده‌ها از آزمون دانکن توسط نرم‌افزار SPSS Version 16 استفاده گردید و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار اکسل استفاده شد.

## ۳-۲ نتایج و بحث

## ۳-۲- آزمون‌های فیزیکی، شیمیایی بستنی حاوی

## پودر چای سبز

## ۳-۲-۱- pH و اسیدیته نمونه‌ها

pH و اسیدیته تیمارها در جدول شماره ۳ نشان داده شده است. مطابق با نتایج، تیمار کنترل دارای کمترین اسیدیته (بالاترین pH) بود و با افزایش درصد پودر چای سبز، pH نمونه‌ها به صورت معنی‌داری ( $P \leq 0/05$ ) کاهش و اسیدیته آنها افزایش یافت به طوری که بالاترین اسیدیته و پایین‌ترین pH (۵/۵) متعلق به تیمار ۶ (محتوی ۳٪ پودر چای سبز) بود. علت کاهش pH نمونه‌های بستنی با افزودن پودر چای سبز را می‌توان به pH پایین پودر چای سبز نسبت داد. Prakash و Chaturvedula (۲۰۱۱) گزارش کردند چای سبز محتوی پروتئین (۱۵-۲۰٪)، اسیدهای آمینه (۱-۴٪)، کربوهیدرات‌ها (۵-۷٪)، املاح و عناصر کم مقدار (۵٪) و مقادیر ناچیز از لپیدها، ویتامین‌ها، بازهای زانیک (کافئین و تیوفیلین)، رنگدانه‌ها (کلروفیل، کارتنوئید) و ترکیبات فرار (آلدئیدها، الکل‌ها و استرها) می‌باشد [۱۹]. اسیدیته ایجاد شده در

Table 3 The results of physicochemical tests for different treatments of ice cream

	Cod 0	Cod 1	Cod 2	Cod 3	Cod 4	Cod 5	Cod 6
pH	6.46±0.01 <sup>a</sup>	6.44±0.02 <sup>ab</sup>	6.43±0.02 <sup>bc</sup>	6.42±0.01 <sup>bcd</sup>	6.41±0.01 <sup>cde</sup>	6.40±0.01 <sup>cd</sup>	6.39±0.01 <sup>e</sup>
Acidity (°D)	0.16±0.02 <sup>g</sup>	0.17±0.03 <sup>f</sup>	0.18±0.04 <sup>e</sup>	0.19±0.01 <sup>d</sup>	0.20±0.03 <sup>c</sup>	0.23±0.05 <sup>b</sup>	0.25±0.07 <sup>a</sup>

Lowercase letters (a, b, c, d, e) in the same column indicate significant differences ( $P \leq 0.05$ ) between treatments. Ingredient of samples: Code (0) Ice cream without green tea powder, Code (1) Ice-cream containing 0.5% green tea powder, Code (2) Ice-cream containing 1.0% green tea powder, Code (3) Ice-cream containing 1.5% green tea powder, Code (4) Ice-cream containing 2.0% green tea powder, Code (5) Ice-cream containing 2.5% green tea powder, Code (6) Ice-cream containing 3.0% green tea powder.

## ۳-۲-۲- محتوای چربی

نتایج نشان داد که تیمار ۶ (محتوی ۳ درصد پودر چای سبز) دارای کمترین محتوای چربی و نمونه کنترل دارای بیشترین مقدار چربی بود. این امر می‌تواند به دلیل افزایش ماده خشک در نمونه‌های حاوی پودر چای سبز باشد که منجر به کاهش چربی کل نمونه شده است. نتایج به دست آمده از پژوهش حاضر هم راستا با نتایج به دست آمده از پژوهش Crizel و همکاران (۲۰۱۴) در بررسی افزودن فیبر پرتقال (۱ و ۱/۱۵٪) در بستنی لیمویی بود که گزارش کردند با افزودن فیبر پرتقال، چربی نمونه‌ها به طور معنی‌داری کاهش یافت [۱۸]. Neswati و همکاران (۲۰۱۴) در بررسی تاثیر افزودن کلم بروکلی چرخ شده در مقادیر ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵ و ۳۰٪ به فرمولاسیون بستنی، عنوان کردند که افزودن بروکلی تاثیر معنی‌داری بر مقدار چربی نمونه‌های بستنی نداشت [۷]. در پژوهش حاضر جهت تهیه فرمولاسیون‌های بستنی، با افزودن درصد پودر چای سبز، از میزان شیر کامل که دارای ۳/۵٪ چربی بود کاسته شد و بنابراین تیمارهای محتوی مقادیر بالاتر پودر چای سبز، دارای درصد چربی پایین‌تری بودند. مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۲۴۵۰، در ارتباط با ویژگی‌های بستنی شیری، درصد وزنی چربی شیر نمونه‌ها می‌بایست حداقل ۵٪ باشد که در پژوهش حاضر درصد چربی شیر تمامی تیمارها در محدوده استاندارد بود.

## ۳-۲-۳- ماده خشک

محتوای مواد جامد کل بستنی در بهبود کیفیت تغذیه‌ای، ویسکوزیته و بافت بستنی‌ها بسیار حائز اهمیت است [۲۲]. نتایج حاصل از پژوهش حاضر نشان داد که ماده خشک تیمار ۶ (محتوی ۳٪ پودر چای سبز) به طور معنی‌داری ( $P \leq 0/05$ ) بالاتر از سایر تیمارها بود. نمونه کنترل کمترین ماده خشک را دارا بود و با افزایش درصد چای سبز، ماده خشک نمونه‌ها به طور معنی‌داری ( $P \leq 0/05$ ) افزایش یافت. در مطالعه کنونی درصد ماده خشک چای سبز مورد استفاده ۹۵/۳۲٪ بود، بنابراین منجر به افزایش ماده خشک نمونه‌ها گردید. مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۲۴۵۰، در ارتباط با ویژگی‌های بستنی شیری، درصد وزنی مواد جامد بستنی‌های شیری می‌بایست حداقل ۳۳/۵٪ باشد [۱۲]. در این پژوهش درصد مواد

جامد تمامی تیمارها در محدوده استاندارد قرار داشت. نتایج به دست آمده از این پژوهش با نتایج Neswati و همکاران (۲۰۱۴) در بررسی تاثیر افزودن کلم بروکلی چرخ شده، مطابقت دارد که بیان نمودند افزودن درصد کلم بروکلی به فرمولاسیون بستنی به افزایش قابل ملاحظه مواد جامد آن منجر گردید و این امر را به مواد جامد موجود در کلم بروکلی نسبت دادند [۷].

## ۳-۲-۴- ماده خشک بدون چربی شیر

داده‌های جدول ۴ بیانگر این مطلب بود که بیشترین مقدار ماده خشک بدون چربی (۹/۴۷٪) در تیمار کنترل و کمترین مقدار ماده جامد بدون چربی (۹٪) متعلق به تیمار ۶ (محتوی ۳٪ پودر چای سبز) بود که این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار ( $P \leq 0/05$ ) بود. مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۲۴۵۰ [۱۲]، در ارتباط با ویژگی‌های بستنی شیری، درصد وزنی مواد جامد شیر بدون چربی، نمونه‌ها می‌بایست حداقل ۹٪ باشد. در پژوهش حاضر درصد مواد جامد شیر بدون چربی تمامی تیمارها در محدوده استاندارد بود. Neswati و همکاران (۲۰۱۴) در بررسی تاثیر افزودن کلم بروکلی چرخ شده به فرمولاسیون بستنی، گزارش کردند که افزودن بروکلی تاثیر معنی‌داری بر روی مواد جامد بدون چربی بستنی‌های تولیدی داشت و با افزایش درصد کلم بروکلی، به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش یافت [۷].

## ۳-۲-۵- ویسکوزیته

ویسکوزیته یک ویژگی فیزیکی مهم بستنی است که در کل اثر عمده‌ای بر کیفیت حسی آن و به ویژه ارزیابی بافت دارد و چگونگی واکنش مخلوط در دهان را تحت تاثیر قرار می‌دهد. مقاومت بستنی به نیروهای مکانیکی ایجاد شده به وسیله زبان، کام و دندان‌ها، درک کلی از بافت بستنی را تعیین می‌کند [۲۳]. با افزایش درصد پودر چای سبز، ویسکوزیته نمونه‌های بستنی افزایش یافت که افزایش ویسکوزیته را می‌توان به افزایش غلظت مواد حل شده سرم در نتیجه نگهداری آب توسط فیبرها نسبت داد. در مطالعه کنونی بیشترین ویسکوزیته در تیمار ۶ (محتوی ۳٪ پودر چای سبز) و کمترین ویسکوزیته در تیمار کنترل مشاهده گردید. Soukoulis و همکاران (۲۰۰۹) در بررسی تاثیر به کارگیری فیبرهای رژیمی در بستنی، دریافتند که حضور فیبر در ترکیبات

کردند. همچنین افزایش ویسکوزیته را به افزایش غلظت مواد حل شده سرم در نتیجه نگهداری آب توسط فیبر نسبت دادند [۲۴].

نامحلول به طور معنی‌داری ویسکوزیته و رفتار رقیق‌شونده با برش را در بستنی افزایش داده که علت آن را افزایش ماده جامد کل و تشکیل شبکه‌ای از سلولز و همی سلولز هیدراته عنوان

**Table 4** The results of physicochemical tests for different treatments of ice cream

Viscosity (Cp)	Non Fat Solids (%)	Total Solids (%)	Fat (%)	
144.66±20 <sup>f</sup>	9.47±0.04 <sup>a</sup>	38.30±0.03 <sup>f</sup>	9.61±0.04 <sup>a</sup>	<b>Cod 0</b>
145.66±42 <sup>f</sup>	9.35±0.10 <sup>ab</sup>	38.55±0.03 <sup>e</sup>	9.59±0.15 <sup>a</sup>	<b>Cod 1</b>
151.74±65 <sup>e</sup>	9.23±0.10 <sup>ab</sup>	38.60±0.08 <sup>e</sup>	9.54±0.05 <sup>ab</sup>	<b>Cod 2</b>
163.00±80 <sup>d</sup>	9.18±0.18 <sup>ab</sup>	39.13±0.13 <sup>d</sup>	9.50±0.01 <sup>ab</sup>	<b>Cod 3</b>
171.00±10 <sup>c</sup>	9.16±0.16 <sup>ab</sup>	39.80±0.10 <sup>c</sup>	9.47±0.02 <sup>bc</sup>	<b>Cod 4</b>
174.00±66 <sup>b</sup>	9.13±0.41 <sup>ab</sup>	40.30±0.10 <sup>b</sup>	9.43±0.02 <sup>bc</sup>	<b>Cod 5</b>
178.00±21 <sup>a</sup>	9.00±0.15 <sup>b</sup>	41.00±0.04 <sup>a</sup>	9.38±0.01 <sup>c</sup>	<b>Cod 6</b>

Lowercase letters (a, b, c, d, e) in the same column indicate significant differences ( $P \leq 0.05$ ) between treatments. Ingredient of samples: Code (0) Ice cream without green tea powder, Code (1) Ice-cream containing 0.5% green tea powder, Code (2) Ice-cream containing 1.0% green tea powder, Code (3) Ice-cream containing 1.5% green tea powder, Code (4) Ice-cream containing 2.0% green tea powder, Code (5) Ice-cream containing 2.5% green tea powder, Code (6) Ice-cream containing 3.0% green tea powder.

بیان نمودند با افزودن درصد کلم بروکلی، درصد مقاومت به ذوب نمونه‌ها به طور معنی‌داری افزایش یافت و این امر را به افزایش مواد جامد کل بستنی‌ها نسبت دادند [۷]. Crizel و همکاران (۲۰۱۴) در بررسی افزودن فیبر پرتقال (۱ و ۱/۵٪) به بستنی لیمویی گزارش کردند که افزودن فیبر پرتقال منجر به کاهش سرعت ذوب شدن نمونه‌ها گردید [۱۸]. در تمامی تیمارهای مورد بررسی با گذشت زمان از ۱۰ به ۳۰ دقیقه درصد مقاومت به ذوب نمونه‌ها به طور معنی‌داری ( $P \leq 0.05$ ) کاهش یافت.

### ۳-۲-۶- مقاومت به ذوب

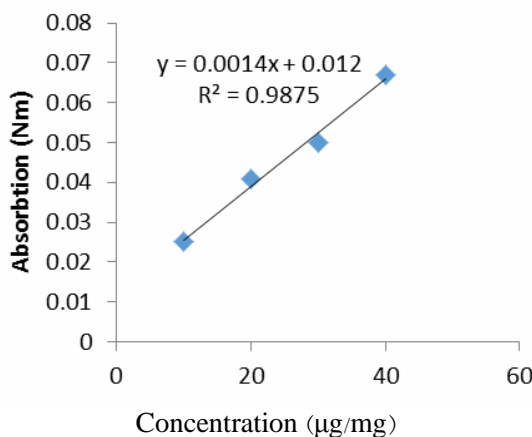
زمان مورد نیاز جهت ذوب شدن بستنی را زمان ذوب بستنی می‌گویند [۲۵]. طبق جدول شماره ۵، در تمامی بازه‌های زمانی، با افزایش درصد چای سبز درصد مقاومت به ذوب نمونه‌ها به‌طور معنی‌داری ( $P \leq 0.05$ ) افزایش یافت و این امر را می‌توان به افزایش مواد جامد کل بستنی‌ها نسبت داد. نتایج به دست آمده از پژوهش حاضر هم‌راستا با نتایج گزارش شده توسط Neswati و همکاران (۲۰۱۴) در بررسی تاثیر افزودن کلم بروکلی چرخ شده به فرمولاسیون بستنی بود که

**Table 5** The results of resistance to melting for different treatments of ice cream

Resistance to melting (%)			Treatments
After 30 min	After 20 min	After 10 min	
46.50±0.52 <sup>gC</sup>	60.00±0.50 <sup>gB</sup>	69.25±0.25 <sup>eA</sup>	Cod 0
54.25±0.10 <sup>fc</sup>	62.00±0.15 <sup>fb</sup>	72.25±0.24 <sup>dA</sup>	Cod 1
58.00±0.20 <sup>cC</sup>	65.00±0.90 <sup>eB</sup>	85.00±0.20 <sup>cA</sup>	Cod 2
61.00±0.40 <sup>dC</sup>	72.00±0.16 <sup>dB</sup>	86.00±0.23 <sup>bcA</sup>	Cod 3
63.00±0.21 <sup>cC</sup>	77.00±0.30 <sup>eB</sup>	87.00±0.22 <sup>bA</sup>	Cod 4
66.00±0.11 <sup>bc</sup>	79.00±0.10 <sup>bb</sup>	89.00±0.40 <sup>aA</sup>	Cod 5
71.00±0.42 <sup>aC</sup>	81.00±0.52 <sup>aB</sup>	90.00±1.50 <sup>aA</sup>	Cod 6

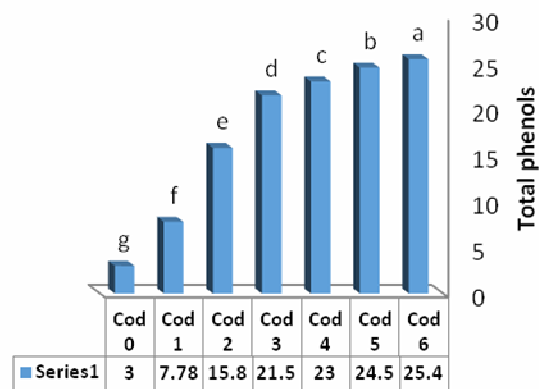
Capital letters (A, B, C) in the same line indicate significant differences ( $P \leq 0.05$ ) of each variable. Lowercase letters (a, b, c, d, e) in the same column indicate significant differences ( $P \leq 0.05$ ) between treatments. Ingredient of samples: Code (0) Ice cream without green tea powder, Code (1) Ice-cream containing 0.5% green tea powder, Code (2) Ice-cream containing 1.0% green tea powder, Code (3) Ice-cream containing 1.5% green tea powder, Code (4) Ice-cream containing 2.0% green tea powder, Code (5) Ice-cream containing 2.5% green tea powder, Code (6) Ice-cream containing 3.0% green tea powder.

گرفته است. Baruah و همکاران (۲۰۱۲) پلی فنل تام چای سبز را ۲۹/۹۳٪ و فعالیت آنتی اکسیدانی آن را ۸۴/۱۹٪ بیان نمودند [۵]. نجفی و همکاران (۱۳۸۶) در بررسی امکان تولید نوشابه چای سبز سرد، پلی فنل تام برگ سبز چای را ۱۴/۳۴ (g/۱۰۰g) گزارش کردند [۲۶]. رفتنی امیری و همکاران (۱۳۹۴) در یک مطالعه، میانگین پلی فنل تام چای سبز خشک و چای سبز فوری را به ترتیب (g/۱۰۰g) ۱۲/۰۵ و ۲۱/۶۵ اعلام کردند [۲۷]. بنابراین می توان اذعان نمود که فعالیت آنتی اکسیدانی نمونه های محتوی عصاره چای سبز به دلیل بالاتر بودن خاصیت آنتی اکسیدانی چای سبز بوده است.



(b)

۳-۲-۷- محتوای فنل تام  
نتایج حاصل از اندازه گیری فنل تام نمونه های بستنی نشان داد فنل تام نمونه کنترل به طور معنی داری ( $P \leq 0.05$ ) کمتر از سایر تیمارها بود و با افزایش درصد چای سبز، محتوای فنل تام نمونه ها به طور معنی داری افزایش یافت. محتوای فنل تام نمونه چای سبز مورد استفاده در پژوهش حاضر، ۱۱/۴۰٪ به دست آمد. با توجه به مقادیر قابل ملاحظه فنل تام در پودر چای سبز، افزودن آن به نمونه های بستنی منجر به افزایش مقدار فنل تام نمونه ها گشت، بنابراین با افزودن مقادیر بالاتر پودر چای سبز، درصد فنل تام نمونه ها نیز افزایش یافت. در پژوهش های متعدد، مقدار فنل تام و فعالیت آنتی اکسیدانی چای سبز مورد بررسی قرار



(a)

**Fig 1** The results of total phenol for different treatments of ice cream (mg/µg), b) standard curve by Folin-Ciocalteu absorption of gallic acid

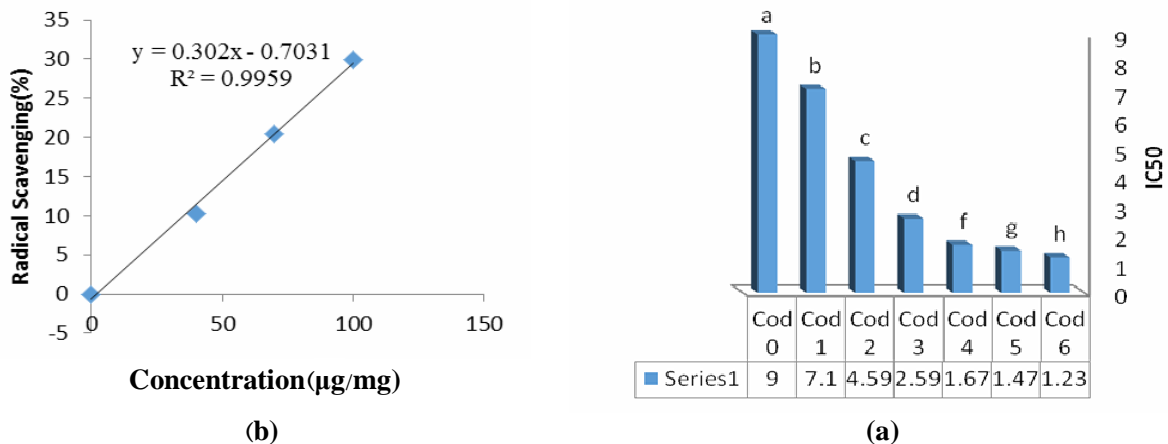
Lowercase letters (a, b, c, d, e) indicate significant differences ( $P < 0.05$ ) between treatments.

**Ingredient of samples:** Code (0) Ice cream without green tea powder, Code (1) Ice-cream containing 0.5% green tea powder, Code (2) Ice-cream containing 1.0% green tea powder, Code (3) Ice-cream containing 1.5% green tea powder, Code (4) Ice-cream containing 2.0% green tea powder, Code (5) Ice-cream containing 2.5% green tea powder, Code (6) Ice-cream containing 3.0% green tea powder.

(IC<sub>50</sub>) و فعالیت آنتی اکسیدانی نمونه ها به ترتیب کاهش و افزایش یافت. افزایش فعالیت آنتی اکسیدانی را می توان به ترکیبات پلی فنلی موجود در چای سبز نسبت داد. Baruah و همکاران (۲۰۱۲) در بررسی امکان به کارگیری سه نوع چای سبز، چای سیاه و چای سیاه محلول در تولید چای بستنی، مقدار ترکیبات پلی فنلی و ویژگی های آنتی اکسیدانی آنها را مورد بررسی قرار دادند و اذعان نمودند که بالاترین فعالیت آنتی اکسیدانی به چای سبز (۸۴/۱۹) و پس از آن به چای سیاه (۷۴/۵۲) اختصاص یافت [۵]. نتایج به دست آمده از پژوهش

### ۳-۲-۸- فعالیت آنتی اکسیدانی

مقدار توان حذف رادیکال های آزاد برحسب درصد مهار رادیکال های آزاد به دست آمد. درصد بازدارندگی نمونه (IC<sub>50</sub>) در واقع غلظتی از نمونه است که توانایی به دام انداختن و یا مهار ۵۰٪ رادیکال های آزاد را دارد. نتایج حاصل از مقدار فعالیت آنتی اکسیدانی نمونه های بستنی نشان داد که بیشترین (IC<sub>50</sub>) و کمترین فعالیت آنتی اکسیدانی در نمونه کنترل و کمترین (IC<sub>50</sub>) و بیشترین فعالیت آنتی اکسیدانی در تیمار ۶ (حاوی ۳٪ پودر چای سبز) مشاهده گردید. با افزایش درصد چای سبز، مقدار



**Fig 2 a)** The results of the antioxidant properties for different treatments of ice cream b) DPPH free radical scavenging activity curves by gallic acid

Lowercase letters (a, b, c, d, e) indicate significant differences ( $P \leq 0.05$ ) between treatments.

Ingredient of samples: Code (0) Ice cream without green tea powder, Code (1) Ice-cream containing 0.5% green tea powder, Code (2) Ice-cream containing 1.0% green tea powder, Code (3) Ice-cream containing 1.5% green tea powder, Code (4) Ice-cream containing 2.0% green tea powder, Code (5) Ice-cream containing 2.5% green tea powder, Code (6) Ice-cream containing 3.0% green tea powder.

امتیاز طعم نیز در تیمار دارای بالاترین محتوای چای سبز (۳٪) پودر چای سبز) مشاهده شد. بدین ترتیب می‌توان بیان نمود که افزودن چای سبز تا میزان ۲٪ اختلاف معنی‌داری با تیمار کنترل نشان نداد ولی با افزایش آن تا ۳٪ طعم بستنی افت کرد که علت آن را می‌توان به طعم گس ناشی از پلی‌فنل‌های چای سبز در تیمار حاوی پودر چای سبز بالا، نسبت داد. عطر و طعم چای سبز بسته به شرایط اقلیمی، نحوه رشد و فرآیند تولید آن در هر کشور بسیار متفاوت است. حتی در هر کشور عوامل حسی چای سبز، می‌تواند به علت شرایط رشد در نواحی مختلف، زمان برداشت، نوع فرآیند، اختلاط و انبارداری متفاوت باشد. طبق نتایج یک پژوهش، چای محصول کشور ژاپن طعم سبز<sup>۲</sup> با کیفیت بالا دارد (طعم سبز شامل طعم اسفناج، لوبیا سبز و جعفری می‌باشد). برخی از چای‌های تولید کره شبیه چای ژاپنی بوده و برخی از نظر کیفیت در حد متوسط قرار دارند. چای ساخت چین و دیگر کشورها با طعم قهوه‌ای دسته‌بندی می‌شوند (طعم قهوه‌ای<sup>۳</sup> شامل طعم تنباکو، برشته، دودی و میوه‌ای می‌باشد) [۲۸]. طبق مطالعات انجام گرفته، طعم قهوه‌ای مشابه طعم چای سیاه می‌باشد که مصرف‌کنندگان چای سیاه بیشتر به این طعم علاقه نشان می‌دهند [۲۹].

حاضر با نتایج حاصل از Neswati و همکاران (۲۰۱۴) در بررسی تاثیر افزودن کلم بروکلی چرخ شده به فرمولاسیون بستنی، مطابقت داشت. این محققان بیان نمودند با افزودن کلم بروکلی فعالیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌ها به طور معنی‌داری افزایش یافت و این امر را به حضور ترکیبات مختلف بیولوژیکی فعال<sup>۱</sup> موجود در کلم بروکلی از جمله ویتامین ث، کلروفیل و بتاکاروتن نسبت دادند [۷]. همچنین نتایج به دست آمده از پژوهش حاضر هم‌راستا با نتایج اعلام شده توسط Ali و همکاران (۲۰۱۴) بود که فعالیت آنتی‌اکسیدانی بستنی گیاهی تهیه شده با گیاهان دارویی (مارچوبه، مارچوبه سبز، ثعلب بنفش، انار) را با روش‌های مختلفی مانند روش‌های احیاء رادیکال آزاد (DPPH) و آزمون قدرت آنتی‌اکسیدانی آهن احیا کننده آهن (FRAP) مورد بررسی قرار داده و گزارش کردند که بالاترین فعالیت DPPH در نمونه حاوی ۴٪ پودر گیاه مارچوبه و بالاترین FRAP در نمونه حاوی ۴٪ مارچوبه و انار ملاحظه گردید و از طرفی با افزایش درصد هر کدام از گیاهان مذکور، فعالیت آنتی‌اکسیدانی به طور معنی‌داری افزایش یافت [۶].

### ۳-۳- ارزیابی حسی

نتایج حاصل از ارزیابی طعم نمونه‌ها نشان داد که بیشترین امتیاز به نمونه حاوی ۱/۵ و ۲٪ پودر چای سبز تعلق گرفت. کمترین

2. Green flavor  
3. Brown flavor

1. Phytochemical



**Table 5** The results of sensory evaluation for different treatments of ice cream

Overall acceptability	Color	Texture	Taste	Treatments
3.56±0.33 <sup>b</sup>	3.44±0.81 <sup>ab</sup>	5.00±0.00 <sup>a</sup>	3.44±0.23 <sup>b</sup>	<b>Cod 0</b>
2.33±0.24 <sup>d</sup>	1.44±0.32 <sup>d</sup>	4.89±0.10 <sup>ab</sup>	1.78±0.27 <sup>cd</sup>	<b>Cod 1</b>
3.00±0.13 <sup>c</sup>	2.11±0.75 <sup>cd</sup>	4.78±0.12 <sup>ab</sup>	2.78±1.25 <sup>bc</sup>	<b>Cod 2</b>
4.33±0.43 <sup>a</sup>	4.22±0.50 <sup>a</sup>	4.67±0.08 <sup>b</sup>	4.33±0.55 <sup>a</sup>	<b>Cod 3</b>
3.89±0.23 <sup>ab</sup>	3.33±0.11 <sup>b</sup>	4.33±0.21 <sup>bc</sup>	3.78±0.25 <sup>ab</sup>	<b>Cod 4</b>
3.00±0.22 <sup>c</sup>	2.89±0.25 <sup>c</sup>	4.00±0.13 <sup>c</sup>	2.00±0.75 <sup>c</sup>	<b>Cod 5</b>
2.44±0.28 <sup>d</sup>	1.11±0.17 <sup>d</sup>	3.89±0.15 <sup>c</sup>	1.56±0.25 <sup>d</sup>	<b>Cod 6</b>

Lowercase letters (a, b, c, d) in the same column indicate significant differences ( $P \leq 0.05$ ) between treatments. Ingredient of samples: Code (0) Ice cream without green tea powder, Code (1) Ice-cream containing 0.5% green tea powder, Code (2) Ice-cream containing 1.0% green tea powder, Code (3) Ice-cream containing 1.5% green tea powder, Code (4) Ice-cream containing 2.0% green tea powder, Code (5) Ice-cream containing 2.5% green tea powder, Code (6) Ice-cream containing 3.0% green tea powder.

سبز (۳٪) مشاهده شد که علت را می‌توان در رنگ خاص چای سبز جستجو کرد که این تغییر رنگ در محصولی مانند بستنی نامطلوب به حساب می‌آید. در مطالعه میرچولی برازق و مظاهری تهرانی (۱۳۹۰) روی تاثیر جایگزینی مواد جامد کل بستنی با بادام، داده‌های مربوط به رنگ و شکل ظاهری نمونه‌ها نشان داد که بین نمونه کنترل و نمونه‌های تولیدی تا سطوح ۰.۴۵٪ اختلاف معنی‌داری وجود نداشت [۳۲]. مقایسه میانگین امتیازات ویژگی‌های حسی نشان داد که نمونه حاوی مقادیر متوسط چای سبز که بیشترین امتیاز رنگ و طعم را نیز به خود اختصاص داده بودند به عنوان تیمارهای دارای پذیرش کلی مطلوب انتخاب شدند و در مقابل تیمار حاوی مقدار بالای چای سبز (حاوی ۳٪ پودر چای سبز) که بدترین امتیاز طعم، بافت و رنگ را نیز دارا بود به عنوان نامطلوب‌ترین تیمار از لحاظ ارزیابی حسی انتخاب شد. Baruah و همکاران (۲۰۱۲) در بررسی امکان به کارگیری سه نوع چای سبز، چای سیاه و چای سیاه محلول (در سطوح ۳، ۴ و ۶ درصد) در تولید چای بستنی، بیان نمودند که تیمار محتوی ۶٪ پودر چای سبز دارای امتیاز پذیرش کلی بالاتری نسبت به نمونه‌های حاوی چای سیاه و چای سیاه محلول بود [۵]. Marhamatizadeh و همکاران (۲۰۱۳) نیز در بررسی تاثیر پودر چای سبز (۰/۳، ۰/۶، ۰/۹ درصد) در ماست بیان نمودند که نمونه‌های محتوی مقادیر بالاتر پودر چای سبز امتیاز بالاتری را در فاکتور پذیرش کلی کسب نموده‌اند که شاید بتوان این امر را به اختلاف در سطوح به کار رفته چای سبز نسبت داد [۳۳].

بی‌شک ویژگی‌های بافتی و طعم بستنی از مهم‌ترین فاکتورهای پذیرش ازدیدگاه مصرف‌کننده می‌باشد [۲۴]. در پژوهش حاضر بیشترین امتیاز بافت به تیمار حاوی کمترین مقدار چای سبز ۰/۵٪ تعلق گرفت که تیمار مذکور بعد از تیمار کنترل دارای کمترین ویسکوزیته بود. بنابراین کاهش امتیاز تعلق گرفته به تیمارهای مذکور (تیمارهای با مقادیر بالاتر چای سبز) را شاید بتوان به ایجاد بافت زبر و خشن در اثر افزودن پودر چای سبز در مقادیر بالا نسبت داد. Raju و همکاران (۲۰۱۴) در بررسی تاثیر افزودن فیبرهای خوراکی (فیبرجو، اینولین و فیبر سویا) به دسر لبنی به نام Misti Dahi بیان نمودند که با افزایش درصد فیبر، امتیاز بافت نمونه‌ها کاهش یافت و این امر به برهم‌کنش‌های بین فیبر و مواد جامد شیر نسبت داده شد [۳۰]. Soukoulis و همکاران (۲۰۰۹) اثر فیبرهای رژیمی را بر ویژگی‌های رئولوژیکی بستنی مطالعه کرده و نشان دادند که حضور فیبر در ترکیبات نامحلول به طور معنی‌داری ویسکوزیته ظاهری و رفتار رقیق‌شوندگی با برش را در بستنی افزایش داد که علت آن افزایش ماده جامد کل و تشکیل شبکه‌ای از سلولز و همی‌سلولز هیدراته بود [۲۴]. Akalin و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که استفاده از اینولین در ترکیب بستنی کم‌چرب منجر به افزایش ویسکوزیته ظاهری و کاهش نقطه انجماد و همچنین بهبود ویژگی‌های حسی محصول می‌شود [۳۱]. نتایج ارزیابی رنگ بستنی حاوی پودر چای سبز نشان داد که بیشترین امتیاز به تیمارهای با مقادیر متوسط چای سبز (۱/۵ و ۲٪) تعلق گرفت. کمترین امتیاز رنگ نیز در تیمار با بالاترین محتوای پودر چای

power in humans. *Nutrition Cancer Journal*, 34(1):83-87.

- [5] Baruah, S., Bordolor, A.K., Gogor, M.K. Gogoin, R.C. and Hazarika, M. (2012). Study of antioxidant property in different types of tea and its utilization in the development of some popular items like tea ice cream. *Two and a bud journal*, 59(2): 102-105.
- [6] Ali, M.N., Prasad, S.G.M., Gnanaraja, R., Srivastava, P., Ibrahim, M. and Singh, A. (2014). Assess the antioxidant activity of herbal ice cream prepared by selected medicinal herbs. *The Pharma Innovation Journal*, 3(7): 57-59.
- [7] Neswati, M., Azima, F. and Ropanti, H. (2014). The addition of broccoli (*brassica oleracea var italica*) to increase the functional properties of ice cream. *Pakistan Journal of Nutrition*, 13(4): 196-203.
- [8] Institute of Standards and Industrial Research of Iran. (1997). Tea, measurement method of mass voltage drop of tea, 103 °C, National Standard No. 3276, First Edition.
- [9] Institute of Standards and Industrial Research of Iran. (1997). Tea, measurement method of total ash of tea - national standard No. 3273, First print.
- [10] Institute of Standards and Industrial Research of Iran. (2003). Tea, Measuring the amount of raw fiber - National Standard No. 3394, First revision.
- [11] Institute of Standards and Industrial Research of Iran. (2007). Green tea and tea, measuring its specific ingredients - National Standard No. 8986(1 and 2), First edition.
- [12] Institute of Standards and Industrial Research of Iran. (2007). Ice cream, characteristics and methods of test-National Standard No. 2450, Second edition, revision.
- [13] Institute of Standards and Industrial Research of Iran. (2008). Ice cream and iced milk products -determination of dry matter - National Standard No. 1190, Second Edition, Revision.
- [14] Institute of Standards and Industrial Research of Iran. (2014). Allowed carrageenan food additives -test methods-National Standard No. 19033, Second Edition.
- [15] Sun-Waterhouse, D., Edmonds, L., Wadhwa, S.S. and Wibisono, R. (2002). Producing ice cream using a substantial

## ۴- نتیجه‌گیری کلی

در پژوهش حاضر پودر چای سبز در مقادیر ۰/۵، ۱، ۱/۵، ۲، ۲/۵ و ۳٪ به فرمولاسیون بستنی شیری اضافه شد و ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی، حسی و آنتی‌اکسیدانی بستنی‌های تولیدی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از آزمون‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه‌ها نشان داد که با افزایش درصد پودر چای سبز، اسیدیته، محتوای ماده خشک، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، پلی‌فنل تام، ویسکوزیته و مقاومت به ذوب نمونه‌ها افزایش و pH، محتوای چربی، ماده جامد بدون چربی شیر نمونه‌ها کاهش یافت. نتایج حاصل از ارزیابی حسی نمونه‌ها نشان داد که بیشترین امتیاز طعم و رنگ در نمونه‌های محتوی ۱/۵ و ۲٪ پودر چای سبز و کمترین امتیاز رنگ و طعم در نمونه محتوی ۳٪ پودر چای سبز مشاهده شد. بالاترین امتیاز بافت به نمونه کنترل و کمترین امتیاز فاکتور مذکور به نمونه محتوی بالاترین درصد چای سبز اختصاص یافت. نمونه حاوی ۱/۵٪ پودر چای سبز که بالاترین امتیاز طعم، رنگ و پذیرش کلی را به خود اختصاص داد، به عنوان تیمار برتر انتخاب شد. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که می‌توان بستنی محتوی ۱/۵٪ چای سبز را به طور صنعتی تولید و به عنوان محصولی با ویژگی‌های سلامت‌بخش معرفی نمود.

## ۵- منابع

- [1] Marshall, R. and Arbuckle, T. (2005). Ice cream, *Torkashvand, Y., Tehran, Eta.25, 43, 48, 74, 75, 80, 81, 94, 95.*
- [2] Mann, S. and Aggarwal, M.P. (2013). Development of phytochemical rich ice cream incorporating kinnnow peel, *Global Journal of Science Frontier Research*, 3(4): 1-3.
- [3] Noori, S. H., Mizani, M., Gerami, F. and Forghani, M. (2012). The effect of antioxidants extracted from green tea on the physical properties of black tea packaging and product stability, *Journal of Food Science and Technology*, 10(1): 29-29.
- [4] Benzie, I.F., Szeto, Y.T., Strain, J.J. and Tomlinson, B. (1999). Consumption of green tea causes rapid increase in plasma antioxidant

- [25] Hubeis, M., Andarwulan, N. and Yunita, M. (1996). Kajian teknologi dan finansial produksi es krim (melorin) skala kecil. *Buletin Teknologi dan Industri Pangan*, (1)5: 1-7.
- [26] Najafi, A., Shokrani, R., Shahedi Bagh khandan, M. and Noori, L. (2006). Investigating the possibility of producing cold green tea from green tea leaves, *Researches on Food Science and Technology of Iran*, 2(2): 1-11.
- [27] Rftani Amiri, Z. and Madah, P. (2014). Study of total polyphenols and caffeine in green and black tea and their immediate powder. *Journal of Research in Food Industries*, 25(3): 419-426.
- [28] Chambers, D., Lee, J. and Chambers, E. (2007). Descriptive sensory analysis of samples of green tea from around world. In: *The 3rd International Conference on O-CHA (tea) Culture and Science*, 2-4 Nov., Shizuko, Japan.
- [29] Lee, J., Chambers, D., Chambers, E., Chun, S. and Oupadissakoon, C. (2007). Consumer acceptability of green tea in three countries. In: *The 3rd International Conference on O-CHA (tea) Culture and Science*, 2-4 Nov., Shizuko, Japan.
- [30] Raju, P. and Dharam, P. (2014). Effect of dietary fibers on physico-chemical, sensory and textural properties of Misti Dahi, *Journal of Food Science and Technology*, 51(11): 3124-3133.
- [31] Akalin, A.S., Karagözü, C. and 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(2): 889-895.
- [32] Mircholi Brazegh, A. and Mazaheri and Tehrani, M. (2010). Investigating the effect of substitution of total solids content of almond ice cream on its physical and sensory properties, *Journal of Food Science and Technology*, 3(1): 26-19.
- [33] Marhamatizadeh, M.H., Ehsandoost, E. and Gholami, P. (2013). The influence of green tea (*Camellia sinensis* L.) extract on characteristic of probiotic bacteria in milk and yoghurt during fermentation and refrigerated storage, *International Journal of Farming and Allied Sciences*, 2(17): 599-606.
- amount of juice from kiwifruit with green, gold or red flesh, *Food Research International*, 50(2): 647-656.
- [16] Rahman, K.h. A., Amoone, I.S. and El-Batani, O.I. (2014). Ice cream antioxidants agents and their must be oils comparison, *Journal of Scientific Research and Development*, 1(2): 15-22.
- [17] Kanika, M., Nazim, M.D., Nusrat, J.C. and Dipak, K. P. (2015). Nutritional quality, sensory evaluation, phytochemicals analyses and in-vitro antioxidant activity of the newly developed soy ice cream, *American Research Journal of Agriculture*, 1(2): 1-3.
- [18] Crizel, T., Araujo, R., Rios, A., Rech, R. and Flores, S.H. (2014). Orange fiber as a novel fat replacer in lemon ice cream, *Food Science and Technology*, 34(2): 332-340.
- [19] Chaturvedula, V.S. P. and Prakash, I. (2011). The aroma, taste, color and bioactive constituents of tea, *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(3): 2110-2124.
- [20] Bahramparvar, M., Haddad khodaparast, M.H. and Mohammad Amini, A. (2008). Effect of substitution of carboxymethylcellulose and salep gums with, *Lallemantia royleana* hydrocolloid on ice cream properties, *Research in Food Science and Technology*, 4(1): 37-48.
- [21] Tavassol, S. and Tabari, M. (2014). Study of the effect of oral fibers (apples and celery) on the physico-chemical and rheological properties of low-fat ice cream. *Third National Conference on Food Science and Technology*.
- [22] Arbuckle, W.S., Walling, H. M. and Shepardson, C.N. (1944). The utilization of skim milk in the ice cream mix. *Texas Agricultural Experiment Station*.
- [23] Aime, D.B., Arntfield, S.D., Malcolmson, L.J. and Ryland, D. (2001). Textural analysis of fat reduced vanilla ice cream products, *Food Research International*, 34(2): 237-246.
- [24] Soukoulis, C., Chandrinos, I. and Tzia, C. (2008). Study of the functionality of selected hydrocolloids and their blends with [kappa]-carrageenan on storage quality of vanilla ice cream, *LWT - Food Science and Technology*, 41(1): 1816-1827.

## Effects of adding green tea powder on physicochemical, sensory and antioxidant properties of ice cream

Maleknejad, A. R.<sup>1</sup>, Nateghi, L.<sup>2\*</sup>, Shahab Lavasani, A. R.<sup>2</sup>

1. MSC Student, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Varamin-Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran

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

Currently ice cream is one of the most consumed frozen dairy desserts that its consumption is increasing every year and in recent years, many efforts have been made to improve the nutritional value of this product. Green tea has many health benefits including antioxidant properties and lowering triglycerides, reducing blood pressure, preventing cancer, anti-diabetic, anti-blood clotting, sedative and anti-stressing. In this study, green tea powder in the doses of 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5 and 3% was added to ice cream formulation thus, seven treatments were designed according to a completely randomized design with factorial arrangement and physicochemical, sensory and antioxidant properties of produced ice cream were studied. The results of physicochemical tests showed that by increasing the percentage of green tea powder, acidity, dry matter, antioxidant activity, total polyphenols, viscosity and resistance to melting of samples increased and pH, fat, non-fat solid of the samples were decreased significantly ( $P \leq 0.05$ ). The results of sensory evaluation showed that the taste and color of the samples containing 1.5 and 2% green tea powder had highest score and the lowest score belonged to sample containing 3% green tea powder. The highest score of texture belonged to control sample and lowest score of this factor, belonged to sample containing highest percentage of green tea powder. Sample containing 1.5% green tea powder that had the highest score of flavor, color and overall acceptability, was introduced as superior treatment.

**Keywords:** Antioxidant activity, Green tea powder, Ice cream, Sensory assessment

---

\* Corresponding Author E-Mail Address: leylanateghi@yahoo.com