تاثیر شیره خرما و صمغ عربی بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی بستنی پرتقالی کفیر با استفاده از تکنیک تحلیل مولفه‌های اصلی (PCA)

امیر طاهریان[a*]، مهشید رهبری[b]، علیرضا صادقی ماهونک[c]

[a] دانشجوی کارشناسی ارشد میکروبیولوژی مواد غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
[b] دانشجوی دکتری مهندسی صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
[c] دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۳/۵/۲۱ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۶/۳۰

چکیده

مقدمه: بستنی‌های تخمیری یکی از انواع دسرهای لبنی نوین می‌باشند که چربی و شیرینی کمتری نسبت به بستنی‌های معمولی دارند. کفیر به دلیل دارا بودن مجموعه‌ای از باکتری‌ها و مخمرها و ویژگی‌های تغذیه‌ای، حسی و عملکردی فراوان محصول لبنی تخمیری منحصر بفردی است. هدف از انجام این تحقیق استفاده از کفیر در فرمولاسیون بستنی و بررسی تاثیر جایگزینی شکر با شیره خرما و همچنین استفاده از صمغ عربی به عنوان پایدار کننده، بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی بستنی می‌باشد.

مواد و روش‌ها: در این تحقیق برای تولید بستنی، در مرحله اول کفیر تولید و در فرمولاسیون بستنی استفاده شد. سپس به منظور جایگزینی شکر با شیره خرما، از شیره خرما (۰، ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد وزنی- حجمی) و صمغ عربی (۰، ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۳ درصد وزنی- حجمی) به عنوان پایدارکننده استفاده شد و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی (اسیدیته، pH، ویسکوزیته ظاهری، حجم افزایی، شدت ذوب و زمان ذوب اولین قطره) و حسی بستنی پرتقالی کفیر، بررسی شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که کاربرد صمغ عربی و شیره خرما سبب افزایش اسیدیته، ویسکوزیته ظاهری، حجم افزایی، زمان ذوب اولین قطره و کاهش شدت ذوب و pH نمونه‌های بستنی کفیر می‌گردند. امتیاز ارزیابی حسی با افزایش سطح جایگزینی شیره خرما و صمغ عربی کاهش یافت.

نتیجه‌گیری: از نظر تاثیر بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی ناشی از فعالیت فلور میکروبی کفیر می‌توان غلظت ۲۵ درصد شیره خرما و ۰/۲ درصد صمغ عربی را به عنوان بهترین مقادیر برای جایگزین شکر و پایدار کننده جهت تولید بستنی کفیر در نظر گرفت.

واژه‌های کلیدی: *بستنی کفیر، شیره خرما، صمغ عربی، ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی*

* نویسنده مسئول مکاتبات email: amirtaherian86@yahoo.com

مقدمه

بستنی سیستم کلوئیدی پیچیده‌ای است که در حالت منجمد شامل بلورهای یخ، حباب‌های هوا و گلبول‌های چربی منعقد شده می‌باشد که به‌عنوان فاز گسسته (فاز سرمی) در زمینه‌ای از فاز پیوسته غیرمنجمد حاوی شکر، پروتئین، پلی‌ساکارید و آب پراکنده شده‌اند (Flores & Goff, 1999; Goff, 2002). بستنی از ترکیباتی نظیر شیر، مواد شیرین کننده، پایدار کننده، امولسیفایر و مواد مولد عطر و طعم تشکیل شده است. به علاوه، تخم مرغ، رنگ و نشاسته هیدرولیز شده نیز ممکن است در فرمولاسیون آن به کار رفته باشد. بستنی‌های تخمیری، نسبت به بستنی‌های معمولی، دارای اسیدیته بالاتری بوده و به دلیل تجزیه لاکتوز در اثر فعالیت فلور میکروبی، بروز مشکل عدم تحمل لاکتوز در این نوع دسر لبنی منجمد پایین‌تر است (Wang *et al*., 1998). به منظور بهبود ویژگی‌های تغذیه‌ای و تکنولوژیکی بستنی می‌توان از محصولات لبنی تخمیری مانند ماست و کفیر در فرمولاسیون آن استفاده نمود.

کفیر فراورده لبنی تخمیری حاصل از تزریق دانه‌های کفیر در شیر، با طعم اسیدی ملایم و بوی الکلی است (Bosch *et al*., 2006). وجود ترکیبات مولد عطر و طعم نظیر اسیدلاکتیک، اسید استیک، استالدئید و اتانول سبب شده است که نسبت به سایر محصولات لبنی دارای ویژگی‌های حسی منحصر به فردی باشد (Kok tas *et al*., 2013). دانه‌های کفیر کوچک، دارای رنگ زرد متمایل به سفید، با ساختار سخت و نامنظم و شبیه به گویچه‌های گل کلم می‌باشند (Farnworth, 2005). دانه‌ها محتوی انواع میکروارگانیسم‌های مفید مانند باکتری‌های لاکتیکی، مخمرها و تاحدی نیز باکتری‌های استیکی هستند که در یک ماتریکس کربوهیدراتی نامحلول در آب به نام کفیران محبوس شده‌اند (Bensmirra & Jang, 2009; Chen *et al*., 2008; La Rivière, 1967). امروزه از کفیر در فرمولاسیون بسیاری از محصولات غذایی مانند محصولات لبنی (پنیر) استفاده می‌شود (Kourkoutas *et al*., 2006). علاوه بر این گزارشاتی مبنی بر استفاده از کفیر به عنوان استارتر جهت تولید خمیر ترش در تولید فرآورده‌های غلات نظیر نان به منظور بهبود ویژگی‌های تکنولوژیکی (بافت و افزایش زمان ماندگاری) و حسی نیز به ثبت رسیده است (Plessas *et al*., 2005). امروزه بروز بیماری‌های قلبی-عروقی با مصرف مواد غذایی محتوی شکر بالا به اثبات رسیده است. انتخاب جایگزین‌هایی جهت کم کردن جزئی یا تمام شکر موجود در فرمولاسیون محصولات غذایی نظیر بستنی، می‌تواند سبب کاهش بروز این بیماری‌ها شود. باید توجه داشت که شکر علاوه بر ایجاد انرژی در افراد، دارای تاثیر مستقیمی بر ویژگی‌های حسی و بافتی بستنی است. شیره خرما منبع غنی از قندهای ساده و مواد معدنی است و به دلیل داشتن ویژگی‌های تکنولوژیکی نظیر خاصیت جاذب الرطوبه و شیرینی متعادل، شیرین کننده بسیار مناسبی جهت جایگزینی شکر در فرمولاسیون‌های غذایی مانند بستنی است (Specter & Setser, 1994).

هیدروکلوئیدها ترکیباتی هستند که به منظور به تاخیر انداختن و یا کاهش رشد کریستال‌های یخ و لاکتوز بخصوص طی نوسانات دما (شوک حرارتی)، ایجاد یکنواختی و مقاومت به ذوب و پیکره و بافتی نرم در بستنی مورد استفاده قرار می‌گیرند (Goff, 1997). علاوه بر این، هیدروکلوئیدها نظیر صمغ عربی جهت جلوگیری از جداسازی سرم در طول ذوب شدن، ایجاد کف پایداری که به آسانی بریده شود، ایجاد سفتی مورد نیاز برای بسته‌بندی، کاهش مهاجرت رطوبت از محصول به بسته‌بندی یا هوا و جلوگیری از چروکیدگی و کاهش حجم محصول طی نگهداری به مخلوط بستنی اضافه می‌شوند (Minhas, 2002). پایدار کننده‌ها بر حسب نوع و غلظت مورد استفاده در فرمولاسیون تاثیر مستقیمی بر ویسکوزیته، حجم افزایی، خصوصیات ذوب و حسی بستنی دارند (Moeenfard & Mazaheri Tehrani, 2008). استفاده همزمان از شیره خرما و صمغ گوار در فرمولاسیون بستنی ماستی به طور سینرژیست سبب افزایش ویسکوزیته، حجم افزایی و اسیدیته و همچنین کاهش pH شده است (Milani & Koocheki, 2010). استفاده از شیره خرما سبب افزایش زمان انجماد و کاهش حجم افزایی بستنی می‌شود (Regand & Douglas Goff, 2003). هیدروکلوئیدها (گوار، زانتان و کربوکسی متیل سلولز) در حالی که ویسکوزیته و حجم افزایی بستنی را افزایش می‌دهند، تاثیر چندانی بر اسیدیته آن ندارند (Soukoulis *et al*., 2008). صمغ‌ها (صمغ عربی و گوار) سبب افزایش مقاوت به ذوب و شدت ذوب بستنی ماستی می‌شوند

(Rezaei *et al*., 2011).

بررسی منابع نشان می‌دهد که تاکنون از کفیر در فرمولاسیون بستنی استفاده نشده است. پژوهش حاضر با هدف تولید بستنی تخمیری کفیر و بررسی تاثیر جایگزینی شکر با شیره خرما و صمغ عربی بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی بستنی حاصل انجام شده است. تعیین ضریب همبستگی بین پارامترهای حسی به منظور تشخیص فاکتورهایی که بیشترین تاثیر را در پذیرش کلی دارند، از دیگر اهداف این پژوهش می‌باشد.

مواد و روش‌ها

- آماده سازی بستنی کفیر

مرحله اول: تولید کفیر

جهت تهیه کفیر، به میزان ۶۰ درصد کل حجم بستنی، شیر باز ساخته بدون چربی (۱۰ درصد وزنی-حجمی) تولید گردید. سپس در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ دقیقه پاستوریزه و تا دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد سرد شد. دانه‌های کفیر به میزان ۳ درصد (وزنی- حجمی)، به شیر باز ساخته افزوده و در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت در شیکر انکوباتور با دور ۱۰۰ rpm، گرمخانه‌گذاری شدند. جهت افزایش فعالیت فلور میکروبی کفیر، مجددا شیر باز ساخته ۱۰ درصد (وزنی-حجمی) مطابق روش بالا تهیه و پاستوریزه شده و سپس ۳ درصد (حجمی-حجمی) از کفیر تولیدی به عنوان مایه تلقیح به آن افزوده و تحت شرایط مذکور گرمخانه‌گذاری شد.

مرحله دوم: تولید بستنی

به منظور تولید مخلوط بستنی، ابتدا مقدار مورد نیاز از هرکدام از مواد اولیه شامل پودر شیر پس چرخ، پودر آب پنیر، خامه (۲۵ درصد چربی)، شکر، پایدار کننده، امولسیفایر، صمغ عربی، شیره خرما، رنگدانه پرتقالی به روش جبری بر حسب درصد وزنی محاسبه و توزین شد (جدول ۱). جهت تولید مخلوط بستنی به میزان ۴۰ درصد (وزنی-حجمی) از کل حجم بستنی، ابتدا خامه به شیر بازساخته، در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد اضافه و به مدت ۲ دقیقه در ۵۰۰۰ rpm با استفاده از هموژن کننده (Heidolph- آلمان) همگن شد. مخلوط به دمای ۵۰-۴۵ درجه سانتی‌گراد رسانده و در این دما اجزاء جامد فرمولاسیون بستنی اضافه و به مدت ۲ دقیقه در ۱۰۰۰۰rpm هموژن شدند. مخلوط آماده در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ دقیقه در حمام آب (اندیشه تجهیز - ایران) به طور غیر مستقیم پاستوریزه شده و بلافاصله با مخلوط یخ و نمک دمای آن را به دمای تلقیح کفیر (۲۵ درجه سانتی‌گراد) رسانده شد. سپس مخلوط بستنی به کفیر افزوده و بخوبی با هم مخلوط شدند. سپس به منظور گذراندن مرحله رسانیدن، مخلوط حاصل به مدت ۱۴ ساعت در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد (Akin *et al*., 2007). پس از گذراندن دوره رسانیدن، مخلوط بستنی را در دستگاه بستنی ساز غیر مداوم آزمایشگاهی (Musso- ایتالیا) به مدت ۲۴ دقیقه در دمای $^{\circ}C$ ۱۸- تحت عمل انجماد قرار داده شد. نمونه‌های بستنی آماده شده در ظروف پلاستیکی ۵۰ گرمی بسته‌بندی و برای گذراندن دوره سخت شدن به مدت ۲۴ ساعت در دمای $^{\circ}C$ ۱۸- قرار داده شدند (Akin *et al*., 2007). لازم

جدول ۱- فرمولاسیون نمونه‌های مختلف مخلوط بستنی پرتقالی کفیر (w/v)*

ترکیبات	نمونه‌ها						
	۱ (شاهد)	۲	۳	٤	٥	٦	۷
خامه (۲۵ درصد چربی)	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸
پایدار کننده	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳
امولسیفایر	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱
رنگدانه پرتقالی	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲
صمغ عربی	۰	۰	۰	۰	۰/۱	۰/۲	۰/۳
شیره خرما	۰	۴	۸	۱۲	۰	۰	۰
شکر	۱۶	۱۲	۸	۴	۱۶	۱۶	۱۶

* مقادیر محاسبه شده بر اساس درصد وزنی- حجمی می‌باشد.

به ذکر است که نمونه ۱، نمونه شاهد بوده و در نمونه‌های ۲، ۳ و ۴ به ترتیب شیره خرما به میزان ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد جایگزین درصد وزنی شکر شده است. نمونه‌های ۵، ۶ و ۷ نیز فرمولاسیونی مشابه نمونه شاهد داشتند، با این تفاوت که در آنها به ترتیب مقدار ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۳ درصد صمغ عربی به عنوان پایدار کننده اضافه شد تا به این ترتیب بتوان نقش صمغ عربی و شیره خرما را بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی نمونه‌های بستنی حاوی کفیر بررسی و مقایسه نمود.

- آزمایشات فیزیکوشیمیایی

جهت بررسی تاثیر جایگزینی شکر با شیره خرما و صمغ عربی در بستنی، برخی پارامترهای فیزیکوشیمیایی شامل اسیدیته، pH، شدت ذوب، مقاومت به ذوب، حجم افزایی، ویسکوزیته ظاهری و ویژگی‌های حسی مورد بررسی قرار گرفت.

- اندازه‌گیری اسیدیته

۱۰ میلی لیتر از نمونه‌ها قبل از انجماد برداشته و در حضور معرف فنل فتالئین با سود ۰/۱ نرمال تا ظهور رنگ صورتی تیتر گردید. میزان اسیدیته بر حسب درجه دورنیک به شرح زیر محاسبه شد (Akalin & Erisir, 2008).

$$\text{اسیدیته (درجه دورنیک)} = \text{لیتر میلی مصرفی سود} \times 10$$

- اندازه‌گیری pH

pH نمونه‌ها قبل از انجماد با استفاده از pH متر دیجیتال (Methrom- سوئیس) اندازه‌گیری شد.

- اندازه‌گیری حجم افزایی[1]

جهت اندازه‌گیری حجم افزایی از ظرفی با حجم مشخص استفاده شد. در طی انجماد محصول در بستنی ساز، از مخلوط حاصل نمونه‌گیری شد. نمونه مورد نظر توزین و حجم افزایی از طریق رابطه زیر برحسب درصد محاسبه گردید (Akin *et al*., 2007).

$$\text{حجم افزایی} = \frac{\text{وزن نمونه بعد از انجماد} - \text{وزن نمونه قبل از انجماد}}{\text{وزن نمونه بعد از انجماد}} \times 100$$

- شدت ذوب شدن و زمان ذوب اولین قطره

یک قالب بستنی با وزن ۲±۳۰ گرم روی الکی با قطر منافذ ۲ میلی‌متری قرار داده شد و به مدت ۴۵ دقیقه در انکوباتور با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. سپس، وزن مایع ذوب شده بر حسب درصدی از وزن نمونه اولیه به عنوان شدت ذوب شدن اندازه‌گیری شد. زمان ذوب اولین قطره نیز ثبت شد (Sun-Waterhouse *et al*., 2011).

- ویسکوزیته

ویسکوزیته مخلوط بستنی قبل از انجماد و پس از مرحله رسانیدن توسط دستگاه بروکفیلد (مدل DV II- آمریکا)، در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری شد (Akin *et al*., 2007). پس از انجام آزمایش‌های مقدماتی، اسپیندل شماره ۳ به عنوان مناسب‌ترین اسپیندل انتخاب شد (با توجه به دستورالعمل شرکت سازنده، اسپیندل مناسب جهت اندازه‌گیری ویسکوزیته، اسپیندلی است که در سرعت مورد نظر گشتاوردی بالاتر از ۱۰ را نشان دهد). اندازه‌گیری ویسکوزیته ظاهری در ۱۰۰ rpm انجام شد.

- ارزیابی حسی

جهت انجام آزمون حسی نمونه‌های بستنی کفیر،ابتدا ۲۰ نفر جهت ارزیابی انتخاب شدند. در نهایت ۶ نفر در محدوده سنی ۲۸-۲۰ سال (۳ مرد و ۳ زن) که بیشترین دقت را داشتند، جهت داوری نمونه‌های نهایی انتخاب شدند (IDF[2],1987). پس از اینکه نمونه‌های بستنی به مدت ۲۴ ساعت در فریزر ۱۸- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند، ویژگی‌های مختلف آن توسط آزمون هدونیک ۹ نقطه‌ای (۱= بی‌نهایت ناخوشایند، ۲= بسیار ناخوشایند ، ۳= متوسط ناخوشایند، ۴= کم ناخوشایند، ۵= متوسط، ۶= کم خوشایند، ۷= متوسط خوشایند، ۸= بسیار خوشایند، ۹= بی‌نهایت خوشایند) و همچنین جهت تجزیه و تحلیل پارامترهای حسی و بدست آوردن مولفه‌های اصلی و ارتباط بین پارامترهای حسی، با استفاده از روش تجزیه مولفه‌های اصلی (PCA)[3]، مورد ارزیابی قرار گرفت. جهت درک بهتر مفاهیم برای هر پارامتر تعاریفی در نظر گرفته شد (عطر و

[1] Overrun [2] International Dairy Fedration [3] Principal Component Analysis

طعم بستنی، میزان دریافت عطر و طعم ناشی از شدت تخمیر و تولید اسید؛ شیرینی، مقدار احساس شیرینی مرتبط با ساکارز و شیره خرما؛ نرمی، مقدار نرمی حس شده در دهان که وابسته به حضور و عدم حضور حباب‌های بزرگ است؛ کفی بودن، میزان هوای محبوس شده در بستنی؛ شنی بودن، مرتبط با وجود کریستال‌های شکر و یخ؛ شدت سردی، مرتبط با شدت سردی ناشی از ذوب شدن، سرعت ذوب شدن، مرتبط با استحکام بافت بستنی در مقابل آب شدن در دهان؛ ظاهر، مرتبط با یکنواختی حفرات و سطح بستنی؛ رنگ، مرتبط با مقدار تیرگی رنگ ناشی از رنگ پرتقال؛ پذیرش کلی، میزان پذیرش بدست آمده با توجه به تمامی پارامترهای ذکر شده است (BahramParvar *et al.*, 2013).

- تجزیه و تحلیل آماری

آنالیز واریانس نتایج آزمون‌ها در قالب طرح کامل تصادفی و همچنین جهت تجزیه و تحلیل پارامترهای حسی و بدست آوردن مولفه‌های اصلی و ارتباط بین پارامترهای حسی، از روش تجزیه مولفه‌های اصلی(PCA)، از نرم افزار SPSS نسخه ۱۶ استفاده شد. جهت ارزیابی اختلاف میانگین داده‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۹۵ احتمال درصد استفاده شد. رسم منحنی‌ها با استفاده از نرم افزار Microsoft Excle ۲۰۱۰ انجام شد. تمامی آزمون‌ها در سه تکرار انجام شد.

یافته‌ها

- اثر جایگزینی شکر با شیره خرما و صمغ عربی بر pH و اسیدیته

نتایج حاصل از اندازه‌گیری pH و اسیدیته نمونه‌های مخلوط کفیر قبل از انجماد در جداول ۲ و ۳ نشان داده شده است. محدوده تغییرات اسیدیته و pH در نمونه‌ها به ترتیب ۱۰۳ تا۸۷/۳ (برحسب درجه دورنیک) و ۴/۹۱ تا ۴/۶۱ بود. بیشترین و کمترین میزان اسیدیته به ترتیب به نمونه حاوی ۷۵ درصد شیره خرما و نمونه شاهد مربوط بود. همچنین بیشترین مقدار pH مربوط به نمونه شاهد و کمترین آن به نمونه‌های حاوی ۵۰ و ۷۵ درصد شیره خرما متعلق بود. افزودن شیره خرما بر خلاف صمغ عربی تاثیر معنی‌داری در pH نمونه‌ها نسبت به نمونه شاهد نشان نداد ($P>0/05$). با افزودن صمغ عربی و جایگزینی شکر با شیره خرما میزان فعالیت فلور میکروبی کفیر افزایش یافته و سبب افزایش اسیدیته و کاهش pH نمونه‌های بستنی می‌گردد. گرچه افزودن صمغ عربی سبب کاهش pH نمونه‌های بستنی شد، اما از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با نمونه شاهد نشان نداد. بر خلاف صمغ عربی، جایگزینی شکر با شیره خرما در فرمولاسیون بستنی کفیر اختلاف معنی‌داری در pH نمونه‌های بستنی به وجود آورد.

جدول ۲- مقایسه میانگین pH و اسیدیته مخلوط‌های بستنی کفیر حاوی شیره خرما

تیمار	درصد	pH	اسیدیته (درجه دورنیک)
شاهد	۰	۴/۹۱±۰/۰۱^{a*}	۸۷/۳±۲/۱^{c}
شیره خرما	۲۵	۴/۸۵±۰/۰۵^{a}	۹۳±۲^{bc}
شیره خرما	۵۰	۴/۶۱±۰/۰۵^{b}	۹۷±۲^{ab}
شیره خرما	۷۵	۴/۶۱±۰/۱۱^{b}	۱۰۳±۲^{a}

اعداد جدول بصورت میانگین± انحراف معیار هستند.

* اعداد دارای حروف مشترک در ستون با یکدیگر تفاوت معنی‌داری ندارند ($P>0/05$).

جدول ۳- مقایسه میانگین pH و اسیدیته مخلوط‌های بستنی کفیر حاوی صمغ عربی

تیمار	درصد	pH	اسیدیته (درجه دورنیک)
شاهد	۰	۴/۹۱±۰/۰۱^{a*}	۸۷/۳±۲/۱^{b}
صمغ عربی	۰/۱	۴/۸۵±۰/۰۵^{a}	۸۹±۲^{ab}
صمغ عربی	۰/۲	۴/۸۱±۰/۰۱^{a}	۹۱±۱^{ab}
صمغ عربی	۰/۳	۴/۸۷±۰/۰۲^{a}	۹۴±۱^{a}

اعداد جدول بصورت میانگین± انحراف معیار هستند.

* اعداد دارای حروف مشترک در ستون با یکدیگر تفاوت معنی‌داری ندارند ($P>0/05$).

- اثر جایگزینی شکر با شیره خرما و صمغ عربی بر ویسکوزیته

افزودن صمغ عربی و جایگزینی شکر با شیره خرما سبب افزایش معنی‌دار ویسکوزیته ظاهری مخلوط بستنی‌های تولیدی نسبت به نمونه شاهد شد (جداول ۴ و ۵). بیشترین و کمترین میزان ویسکوزیته ظاهری به ترتیب به نمونه حاوی صمغ ۰/۲ درصد (۵۶۳ میلی پاسکال ثانیه) و نمونه شاهد (۳۷۴ میلی پاسکال ثانیه) مربوط بود. با توجه

با شکل‌های ۱ و ۲ ارتباط نزدیکی بین ویسکوزیته و اسیدیته مخلوط‌های بستنی وجود داشت.

- اثر جایگزینی شکر با شیره خرما و صمغ عربی بر حجم افزایی

افزودن صمغ عربی و جایگزینی شکر با شیره خرما سبب افزایش معنی‌دار حجم افزایی مخلوط بستنی‌های تولیدی شد (جداول ۴ و ۵). بیشترین حجم افزایی به نمونه حاوی صمغ ۰/۲ درصد (۴۹/۹۱ درصد) و کمترین آن به نمونه شاهد (۲۵/۱۵ درصد) تعلق داشت. با توجه به شکل‌های ۳ و ۴ می‌توان بیان نمود که ارتباط بسیار نزدیکی بین افزایش ویسکوزیته و افزایش حجم افزایی در نمونه‌های بستنی کفیر پرتقالی تولیدی وجود دارد.

جدول ٤- مقایسه میانگین ویژگی‌های فیزیکی بستنی‌های کفیر تولیدی حاوی شیره خرما

تیمار	درصد	ویسکوزیته (میلی پاسکال ثانیه)	حجم افزایی (درصد)	شدت ذوب شدن (درصد)	زمان ذوب اولین قطره (ثانیه)
شاهد	۰	۳۷۴±۴^{d}	۲۵/۱۵±۰/۱۵^{c}	۵۰/۸۹±۰/۰۹^{a}	۱۵۶۷/۲±۰/۲^{d}
شیره خرما	۲۵	۳۸۸±۴^{c}	۳۸/۰۸±۰/۱۵^{b}	۳۵/۰۴±۰/۰۴^{b}	۱۹۲۴/۲±۴/۲^{c}
شیره خرما	۵۰	۴۲۲±۲^{b}	۴۱/۴۳±۰/۱۱^{b}	۳۲/۸۳±۰/۱۱^{c}	۲۰۷۳±۳^{b}
شیره خرما	۷۵	۴۶۱/۳±۳/۱^{a}	۴۶/۲۱±۰/۴۸^{a}	۳۱/۳۸±۱/۰۱^{c}	۲۱۸۴/۶±۲۴/۶^{a}

اعداد جدول بصورت میانگین± انحراف معیار هستند.

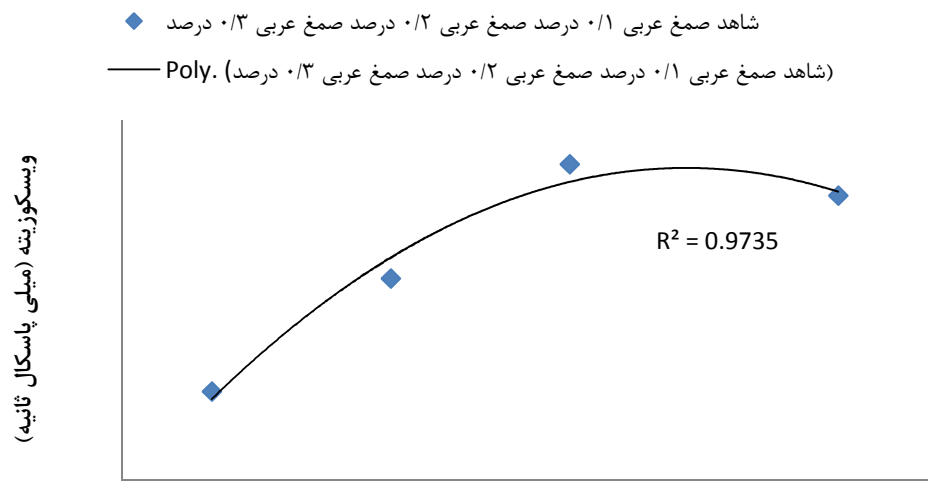
* اعداد دارای حروف مشترک در ستون با یکدیگر تفاوت معنی‌داری ندارند (P>۰/۰۵).

جدول ٥- مقایسه میانگین ویژگی‌های فیزیکی بستنی‌های کفیر تولیدی حاوی صمغ عربی

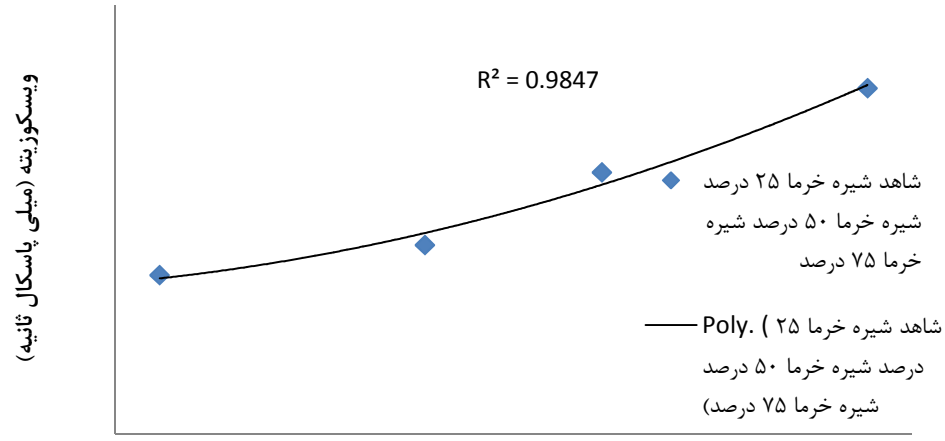
تیمار	درصد	ویسکوزیته (میلی پاسکال ثانیه)	حجم افزایی (درصد)	شدت ذوب شدن (درصد)	زمان ذوب اولین قطره (ثانیه)
شاهد	۰	۳۷۴±۴^{d*}	۲۵/۱۵±۰/۱۵^{d}	۵۰/۸۹±۰/۰۹^{a}	۱۵۶۷/۲±۲/۱^{d}
صمغ عربی	۰/۱	۴۶۸±۲^{c}	۳۳/۷۷±۰/۱۵^{c}	۲۸/۲۰±۰/۲۰^{b}	۲۱۴۷±۹^{b}
صمغ عربی	۰/۲	۵۶۳±۲^{a}	۴۹/۹۱±۰/۱۰^{a}	۱۹/۱۲±۰/۰۱^{c}	۲۵۸۳±۳۰^{a}
صمغ عربی	۰/۳	۵۳۷±۳^{b}	۴۷/۹۶±۰/۳۸^{b}	۲۶/۸±۱/۸^{b}	۲۴۸۰/۴±۱۰/۸^{b}

اعداد جدول بصورت میانگین± انحراف معیار هستند.

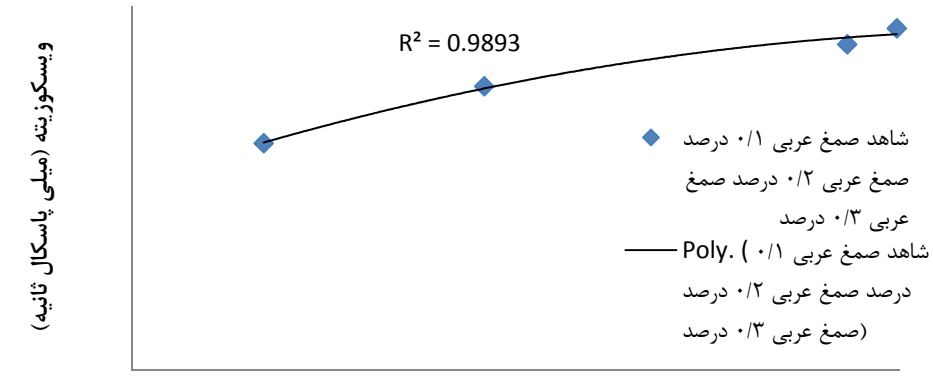
* اعداد دارای حروف مشترک در ستون با یکدیگر تفاوت معنی‌داری ندارند.



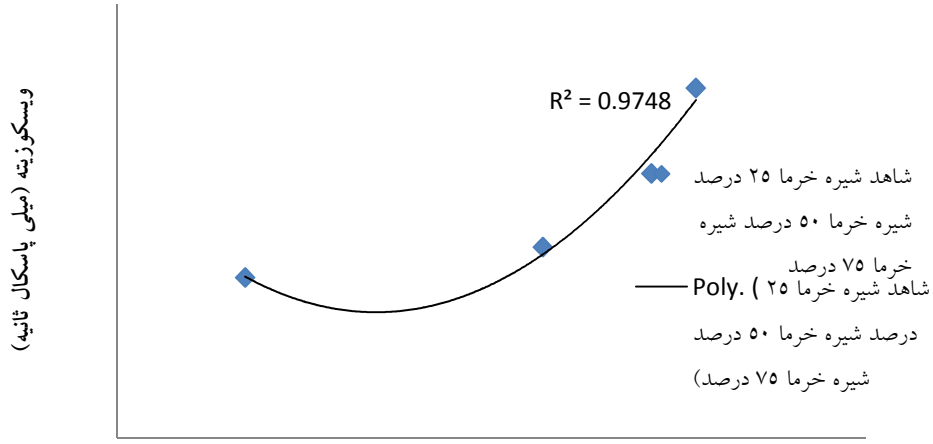
شکل ۱- ارتباط بین اسیدیته (درجه دورنیک) و ویسکوزیته (میلی پاسکال ثانیه) در نمونه‌های بستنی حاوی صمغ عربی



شکل ۲- ارتباط بین اسیدیته (درجه دورنیک) و ویسکوزیته (میلی پاسکال ثانیه) در نمونه‌های بستنی حاوی شیره خرما



شکل ۳- ارتباط بین ویسکوزیته (میلی پاسکال ثانیه) و حجم افزایی (درصد) در نمونه‌های بستنی حاوی صمغ عربی



شکل ٤- ارتباط بین ویسکوزیته (میلی پاسکال ثانیه) و حجم افزایی (درصد) در نمونه‌های بستنی حاوی شیره خرما

- اثر جایگزینی شکر با شیره خرما و صمغ عربی بر شدت ذوب شدن و زمان ذوب اولین قطره

افزودن صمغ عربی و جایگزینی شکر با شیره خرما سبب کاهش معنی‌دار شدت ذوب و افزایش معنی‌دار زمان ذوب اولین قطره شد (جداول ۴ و ۵). بیشترین میزان شدت ذوب به نمونه شاهد (۵۰/۸۹ درصد) و کمترین آن به نمونه حاوی صمغ ۰/۲ درصد (۱۹/۱۲ درصد) مربوط بود. همچنین بیشترین و کمترین زمان ذوب اولین قطره به ترتیب به نمونه حاوی صمغ ۰/۲ درصد و نمونه شاهد با مقادیر ۲۵۸۳ و ۱۵۶۷/۲ (ثانیه) تعلق داشت.

- ارزیابی ویژگی‌های حسی

PCA یا تجزیه مولفه‌های اصلی روشی مفید جهت ارزیابی داده‌ها می‌باشد که محققان زیادی از این تکنیک در تحلیل نتایج ارزیابی حسی استفاده کرده‌اند. در حقیقت کاربرد این روش برای تعداد زیادی متغیر اندازه‌گیری شده است که برخی از آن‌ها به هم وابستگی دارند و ممکن است تحلیل آن‌ها با خطا همراه باشد. بنابراین با این روش تعداد متغیر اصلی کاهش یافته، تعداد کمتری متغیر مصنوعی (تحت عنوان مولفه‌های اصلی) بدست می‌آید که بیشترین واریانس متغیرهای مشاهده شده را در بردارند (یگانه زاد، ۱۳۹۱). نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌های مربوط به آزمون حسی در جدول ۶ نشان داده شده است.

PCA ابعاد ماتریس را با حداقل تغییرات کم می‌کند (Lachnit *et al.*, 2003). ابعاد (ترکیبات اصلی) فضای بدست آمده با توجه به شاخص‌هایی که بیشترین ارتباط را با هر ابعاد برای هر ارزیاب دارد تفسیر می‌شود. در جدول ۷ ضریب همبستگی پارامترهای حسی نشان داده شده است که این ضریب هر چه به ۱ نزدیک‌تر باشد، نشان دهنده رابطه نزدیک‌تر دو پارامتر می‌باشد (جدول ۷). بیشترین میزان همبستگی پذیرش کلی با پارامتر رنگ بود که ضریب همبستگی ۰/۸۱۹ نشان داد. شنی شدن با ضریب ۰/۷۷۸ و کفی بودن با ضریب ۰/۷۵۰ نیز رابطه نزدیکی با پذیرش کلی داشتند.

در شکل ۵ انتخاب مولفه‌های اصلی براساس مقدار ویژه نشان داده شده است. شیب خط در ۴ مولفه اول (عطر، شیرینی، نرمی، شدت سردی) نسبت به سایر مولفه‌ها بیشتر است و در واقع یکی دیگر از موارد تعیین کننده ویژگی‌های مولفه‌های اصلی در روش PCA توجه به شیب خط نمودار مذکور است (رضایی، ۱۳۸۹).

داده‌های جدول ۸ وزن نسبی هر متغیر را در چهار جزء اصلی ۱، ۲، ۳ و ۴ بعد از چرخش (عملیاتی برای تشخیص بهتر تفاوت‌ها) نشان می‌دهد. با استفاده از این ضرایب امتیاز اجزای اصلی در ارزیابی حسی نمونه‌های مورد آزمون تخمین زده شد. هر چه میزان قدر مطلق این ضرایب بیشتر باشد، خصوصیات اندازه‌گیری شده اهمیت بیشتری در ساختن جزء اصلی مورد نظر داشته است (یگانه زاد، ۱۳۹۱). بنابراین شنی شدن، کفی بودن و رنگ مهم ترین اجزای موثر در عامل اول، شنی شدن، کفی بودن و رنگ مهم‌ترین اجزا در عامل دوم، شدت ذوب و عطر به ترتیب مهم‌ترین جزء موثر در عامل سوم و چهارم می‌باشند.

جدول ٦- مقایسه میانگین ویژگی‌های حسی در نمونه‌های مختلف بستنی‌های پرتقالی کفیر

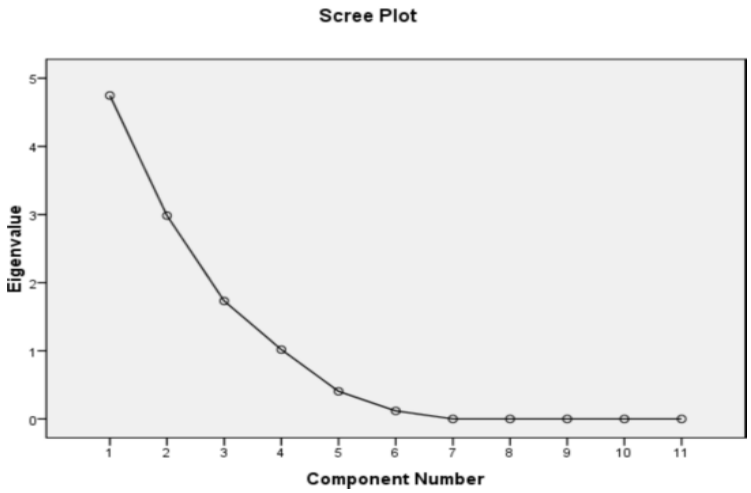
نمونه	عطر	شیرینی	نرمی	شنی بودن	شدت سردی	طعم	سرعت ذوب شدن	کفی بودن	ظاهر	رنگ	پذیرش کلی
۱	۸±۰/۳۱^{ab}	۸±۰/۵۴^{ab}	۴±۰/۳۱^{a}	۶/۳±۰/۳۱^{a}	۶/۴±۰/۸۱^{b}	۸±۰/۶۳^{a}	۵±۰/۶۳^{a}	۶±۰/۴۴^{ab}	۸±۰/۴۳^{ab}	۸±۰/۶۳^{a}	۷/۸±۰/۴۸^{b}
۲	۸±۰/۴۳^{ab}	۹±۰/۰۱^{a}	۳±۰/۸۳^{ab}	۶±۰/۴۴^{b}	۷±۰/۸۳^{ab}	۸/۶±۰/۶۳^{a}	۴±۰/۷۷^{a}	۴±۰/۸۳^{bc}	۸±۰/۵۴^{ab}	۶±۰/۷۰^{b}	۹±۰/۴۰^{a}
۳	۷±۰/۸۳^{bc}	۶±۰/۴۴^{c}	۴±۰/۸۹^{a}	۲/۲±۰/۶۳^{c}	۸±۰/۶۳^{ab}	۷/۹±۰/۲۴^{a}	۳±۰/۸۳^{b}	۳±۰/۸۹^{c}	۸±۰/۰۱^{a}	۵±۰/۷۰^{bc}	۷/۶±۰/۰۱^{b}
٤	۷±۰/۹۴^{bc}	۶±۰/۳۱^{c}	۲±۰/۳۱^{b}	۲±۰/۷۰^{c}	۹±۰/۰۱^{a}	۶±۰/۸۹^{b}	۲±۰/۴۴^{b}	۳±۰/۷۰^{c}	۷±۰/۸۳^{b}	۵±۰/۵۴^{c}	۵/۶±۰/۶۱^{b}
۵	۹±۰/۰۱^{a}	۶/۶±۱/۱۲^{bc}	۲±۰/۴۴^{b}	۵/۳±۰/۰۱^{ab}	۶/۴±۰/۱۶^{b}	۷/۹±۰/۴۴^{a}	۳/۶±۰/۶۵^{ab}	۷±۰/۴۴^{a}	۸±۰/۸۳^{a}	۸±۰/۶۳^{a}	۷/۴±۰/۶۰^{b}
٦	۷/۸±۰/۴^{ab}	۸±۰/۲۴^{ab}	۳±۰/۴۴^{ab}	۶/۱±۰/۷۷^{a}	۷/۶±۰/۶۰^{ab}	۸/۱±۰/۴۴^{a}	۲±۰/۴۴^{b}	۸±۰/۷۰^{a}	۸±۰/۳۱^{a}	۸/۴±۰/۴۰^{a}	۸/۶±۰/۴۴^{a}
۷	۸±۰/۵۳^{ab}	۷±۰/۷۱^{bc}	۴±۰/۴۳^{a}	۵/۲±۰/۵۰^{ab}	۸±۰/۵۱^{ab}	۸/۳±۰/۲۱^{a}	۲±۰/۳۱^{b}	۷±۰/۹۴^{a}	۸/۸±۰/۲۰^{a}	۸±۰/۳۱^{a}	۸±۰/۴۰^{b}

اعداد جدول بصورت میانگین± انحراف معیار هستند.

* اعداد دارای حروف مشترک در ستون با یکدیگر تفاوت معنی‌داری ندارند (P>۰/۰۵).

جدول ۷- میزان همبستگی پارامترهای حسی

	رنگ	کفی بودن	ظاهر	شدت ذوب	شنی شدن	طعم	شدت سردی	نرمی	شیرینی	بو	پذیرش کلی
بو	۰/۱۴۴	۰/۳۵۴	-۰/۲۰۹	۰/۲۹۶	۰/۱۸۶	۰/۱۷۱	۰/۷۱۰	۰/۱۰۸	۰/۳۲۹	۱/۰۰۰	۰/۳۸۵
شیرینی	۰/۲۶۴	۰/۰۸۳	۰/۵۵۰	۰/۵۱۹	۰/۱۲۶	۰/۵۹۹	۰/۱۱۳	۰/۶۱۸	۱/۰۰۰	-۰/۳۲۹	۰/۰۹۰
نرمی	۰/۲۱۳	-۰/۰۳۸	۰/۹۰۷	۰/۴۸۱	۰/۱۸۶	۰/۷۴۱	۰/۰۷۰	۱/۰۰۰	۰/۶۱۸	-۰/۱۰۸	۰/۴۴۵
شدت سردی	-۰/۵۱۸	-۰/۵۱۷	۰/۱۸۰	-۰/۶۳۶	-۰/۵۹۱	-۰/۲۹۴	۱/۰۰۰	۰/۰۷۰	۰/۱۱۳	-۰/۷۱۰	-۰/۴۸۶
طعم	۰/۴۴۷	۰/۳۲۲	۰/۸۱۶	۰/۲۸۹	۰/۲۹۳	۱/۰۰۰	۰/۲۹۴	۰/۷۴۱	۰/۵۹۹	۰/۱۷۱	۰/۷۰۱
شنی شدن	۰/۹۵۹	۰/۸۵۷	۰/۰۰۰	۰/۰۸۵	۱/۰۰۰	۰/۲۹۳	-۰/۵۹۱	۰/۱۸۶	۰/۱۲۶	۰/۱۸۶	۰/۲۷۸
شدت ذوب	۰/۰۰۰	-۰/۱۳۹	۰/۱۷۷	۱/۰۰۰	۰/۰۸۵	۰/۲۸۹	-۰/۶۳۶	۰/۴۸۱	۰/۵۱۹	۰/۲۹۶	۰/۰۰۰
ظاهر	۰/۱۰۹	-۰/۰۹۹	۱/۰۰۰	۰/۱۷۷	۰/۰۰۰	۰/۸۱۶	۰/۱۸۰	۰/۹۰۷	۰/۵۵۰	۰/۲۰۹	۰/۴۲۹
کفی بودن	۰/۹۲۵	۱/۰۰۰	-۰/۰۹۹	-۰/۱۳۹	۰/۸۵۷	۰/۳۲۲	۰/۵۱۷	-۰/۰۳۸	۰/۰۸۳	۰/۳۵۴	۰/۷۵۰
رنگ	۱/۰۰۰	۰/۹۲۵	۰/۱۰۹	۰/۰۰۰	۰/۹۵۹	۰/۴۴۷	-۰/۵۱۸	۰/۲۱۳	۰/۲۶۴	۰/۱۴۴	۰/۸۱۹
پذیرش کلی	۰/۸۱۹	۰/۷۵۰	۰/۴۲۹	۰/۰۰۰	۰/۲۷۸	۰/۷۰۱	-۰/۴۸۶	۰/۴۴۵	۰/۰۹۰	۰/۳۸۵	۱/۰۰۰

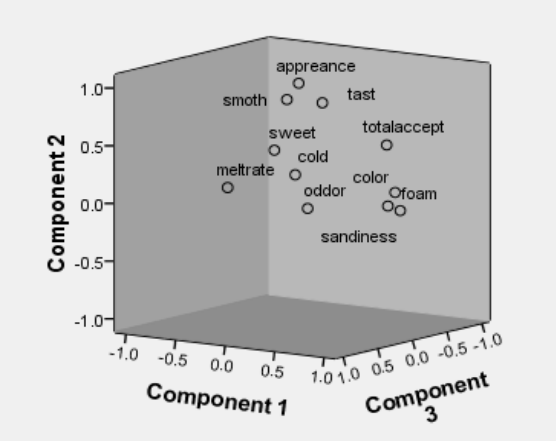


شکل ۵- سهم مقادیر ویژه در مولفه های اصلی

جدول ۸- ضرایب اولین مولفه‌های اصلی بعد از چرخش

پارامترها	اجزاء اصلی			
	۱	۲	۳	۴
عطر	۰/۱۶۲	-۰/۰۵۳	۰/۱۵۳	۰/۹۵۱
شیرینی	۰/۱۴۳	۰/۵۱۶	۰/۶۰۶	-۰/۴۹۵
نرمی	۰/۰۴۸	۰/۸۹۹	۰/۲۸۹	-۰/۱۰۱
شنی شدن	۰/۹۵۴	۰/۰۴۴	۰/۱۲۶	۰/۰۵۶
شدت سردی	-۰/۵۰۲	۰/۰۶۱	-۰/۶۱۶	-۰/۵۸۴
طعم	۰/۳۱۰	۰/۸۷۷	۰/۱۵۳	۰/۱۳۴
شدت ذوب	-۰/۰۹۷	۰/۲۱۵	۰/۹۳۸	۰/۲۰۷
کفی بودن	۰/۹۵۳	-۰/۰۲۲	-۰/۰۵۳	۰/۱۶۳
ظاهر	-۰/۰۴۷	۰/۹۸۷	-۰/۰۱۷	-۰/۱۴۷
رنگ	۰/۹۸۵	۰/۱۵۶	۰/۰۶۷	-۰/۰۱۶
پذیرش کلی	۰/۷۶۲	۰/۵۱۷	-۰/۱۳۱	۰/۳۴۹

میزان نزدیکی پارامترهای مختلف و اثر آن‌ها بر یکدیگر در شکل ۶ نشان داده شده است. مختصات محصولات در PCA نشان دهنده میزان ارتباط پارامترها می‌باشد. به عنوان مثال شیرینی و شدت ذوب در مکان‌هایی نزدیک به هم واقع شده‌اند که بیانگر ارتباط نزدیک بین این پارامترها وجود دارد.



شکل ٦- سهم ویژگی‌های حسی اندازه گیری شده در مولفه‌های اصلی اول و دوم

بحث

- اثر جایگزینی شکر با شیره خرما و صمغ عربی بر pH و اسیدیته

نتایج بدست آمده با نتایج Rezaei و همکاران (۲۰۱۱) که بیان کردند استفاده از پایدار کننده‌ها تاثیر معنی‌داری در pH نمونه‌های بستنی تخمیری ندارد، مطابقت دارد. Guven و همکاران (۲۰۰۲) بیان کردند که با افزایش میزان منابع قندی در فرمولاسیون بستنی تخمیری به واسطه افزایش فعالیت فلور میکروبی و تجزیه منابع قندی، یون هیدروژن بیشتری در محیط تولید شده و منجر به کاهش معنی‌دار pH می‌گردد. Lee و White (۱۹۹۱) بیان کردند که افزودن مواد جامد در فرمولاسیون بستنی سبب کاهش pH می‌شود. به طور کلی استفاده از کفیر در فرمولاسیون بستنی نقش موثری در افزایش اسیدیته محصول دارد، همان‌طور که پژوهش‌های مختلف نشان داده‌اند که فعالیت باکتری‌های لاکتیکی و استیکی و همچنین مخمرهای موجود در کفیر به دلیل مصرف منابع قندی سبب افزایش اسیدیته می‌شود (Liu & Wen Lin, 2000). به طور کلی با جایگزینی شکر با شیره خرما و افزودن صمغ عربی مقدار pH نمونه‌ها کاهش و میزان اسیدیته به شکل معنی‌داری افزایش یافت. دلیل این را امر را می‌توان به پس اسیدسازی (اسیدی کردن ثانویه) نسبت داد، زیرا صمغ عربی و شیره خرما سبب افزایش ویسکوزیته مخلوط بستنی می‌گردند، قسمت‌های مرکزی دیرتر منجمد شده و امکان فعالیت فلور میکروبی کفیر در طی دوره رسانیدن بالا می‌رود. این امر سبب افزایش اسیدیته و کاهش pH می‌شود. Rezaei و همکاران (۲۰۱۱) بیان کردند که صمغ عربی و گوار در طی دوره رسانیدن بستنی ماستی به واسطه طولانی کردن زمان انجماد بخش‌های مرکزی مخلوط بستنی ماستی نسبت به بخش‌های سطحی، از طریق جذب آب و افزایش ویسکوزیته مخلوط بستنی ماستی، فعالیت باکتری‌های ستنی ماست و میزان اسیدیته را افزایش می‌دهند. نتایج نشان می‌دهند که شیره خرما تاثیر بیشتری در کاهش pH و افزایش اسیدیته نمونه‌ها داشته اشت.

- اثر جایگزینی شکر با شیره خرما و صمغ عربی بر ویسکوزیته

کازئین، چربی و پایدارکننده‌ها (صمغ‌های گیاهی و اگزوپلی ساکاریدهای میکروبی) بیشترین تاثیر را بر ویسکوزیته بستنی دارند. به طور کلی، استفاده از کفیر به دلیل فعالیت فلور میکروبی (باکتری‌های لاکتیکی و استیکی و نیز مخمرها) و افزایش اسیدیته و به دنبال آن استحکام شبکه کازئینی موجود در شیر، سبب افزایش ویسکوزیته می‌شود (Liu & Wen Lin, 2000). صمغ عربی به دلیل ساختار منشعب، توانایی بالایی جهت اتصال به مولکول‌های آب آزاد داشته و بدین سبب در افزایش قوام نمونه‌های بستنی موثر است. همچنین، شیره خرما به دلیل افزایش منابع قندی ساده (گلوکز و فروکتوز) به واسطه گروه‌های عاملی (هیدروکسیل) بالاتر نسبت به ساکاروز، توانایی بیشتری جهت اتصال به مولکول‌های آب دارد و به دلیل سهولت مصرف این منابع قندی توسط فلور میکروبی کفیر، افزایش اسیدیته (اسیدی کردن ثانویه) و افزایش اتصال ذرات چربی به مولکول‌های کازئین، احتمال تشکیل شبکه سه بعدی کازئین افزایش می‌یابد. بنابراین، افزایش ویسکوزیته ظاهری نمونه‌های بستنی شیره خرما را می‌توان به این پدیده نسبت داد. همبستگی بالایی بین اسیدیته و

ویسکوزیته در نمونه‌های بستنی کفیر وجود دارد (شکل‌های ۱ و ۲). Akin و همکاران (۲۰۰۷) بیان کردند افزودن منابع قندی (اینولین) سبب افزایش ویسکوزیته و حجم افزایی می‌شود. به طور کلی افزایش ویسکوزیته در نمونه‌های حاوی صمغ و شیره خرما ممکن است ناشی از واکنش صمغ و شیره خرما با قسمت مایع مخلوط (Akalin & Erisir, 2008)، خاصیت جذب آب این ترکیبات (Moeenfard & Mazaheri Tehrani, 2008) و افزایش اسیدیته در اثر فعالیت استارترها (Milani *et al*., 2011) باشد.

- اثر جایگزینی شکر با شیره خرما و صمغ عربی بر حجم افزایی

منظور از حجم افزایی، افزایش حجم درصدی از حجم افزایش یافته در رابطه با مخلوط مایع مورد استفاده برای تولید بستنی می‌باشد که مربوط به مقدار هوای ترکیب شده طی فرایند تولید است. مواد خشک، شیرین کننده‌ها و پایدارکننده‌ها بیشترین تاثیر را بر حجم افزایی دارند (Akin *et al*., 2007). استفاده از محصولات تخمیری نظیر ماست و کفیر به دلیل افزایش ویسکوزیته در اثر افزایش اسیدیته، سبب افزایش حجم افزایی بستنی می‌شود (Rezaei *et al*., 2011). احتمالا به دلیل ظرفیت بالای اتصال آب صمغ عربی و شیره خرما، همچنین افزایش اسیدیته و تولید اگزو پلی ساکارید کفیران ناشی از فعالیت فلور میکروبی کفیر، میزان هوای ورودی در طی فرایند تولید بستنی در بستنی‌ساز افزایش یافته و با افزایش ویسکوزیته، میزان هوای بیشتری در ساختمان بستنی محبوس می‌شود. بدین ترتیب، میزان حجم افزایی افزایش می‌یابد. امیری عقدایی و همکاران (۱۳۹۰) بیان کردند که هیدروکلوئیدها به واسطه توانایی بالای نگهداری آب و افزایش ویسکوزیته سبب افزایش حجم افزایی بستنی می‌شوند. Milani و Koocheki (۲۰۱۰) افزایش اسیدیته بستنی ماستی را از عوامل مهم در افزایش حجم افزایی دانستند. نتایج به دست آمده با نتایج Bahram Parvar وMazaheri Tehrani (۲۰۱۱) مطابقت دارد.

- اثر جایگزینی شکر با شیره خرما و صمغ عربی بر شدت ذوب شدن و زمان ذوب اولین قطره

در طی ذوب شدن، گرمای محیط از سطح قسمت‌های عمقی بستنی نفوذ کرده و سبب ذوب کریستال‌های یخ می‌شود، بدین ترتیب مولکول‌های آب جریان می‌یابند (Soukoulis *et al*., 2008). میزان ذوب شدن بستنی تحت تاثیر فاکتورهای زیادی از جمله میزان هوای وارد شده به بستنی، طبیعت کریستال‌های یخ و شبکه گلبول‌های چربی تشکیل شده در طی انجماد قرار می‌گیرد (Muse & Hartel, 2004). به واسطه افزایش اسیدیته مخلوط بستنی در اثر استفاده از محصولات تخمیری نظیر ماست و کفیر، ویسکوزیته بستنی افزایش یافته و در نتیجه ویژگی‌های ذوب بستنی مانند شدت ذوب کاهش و زمان ذوب اولین قطره افزایش می‌یابد (Rezaei *et al*., 2011). کاهش شدت ذوب و افزایش زمان ذوب اولین قطره را می‌توان به دلیل افزایش صمغ عربی و شیره خرما داد که سبب افزایش ویسکوزیته سرمی می‌شود و زمان بیشتری برای آب لازم است تا در فاز سرمی تغلیظ شده پخش شود. Bahram Parvar و همکاران (۲۰۰۹) بیان کردند با افزودن ترکیبات جاذب الرطوبه ویسکوزیته مخلوط افزایش یافته و ساختمان بستنی مستحکم‌تر می‌گردد. بدین ترتیب، شدت ذوب که براساس مایع جریان یافته از مش‌های الک تعریف می‌شود، کاهش یافته و زمان ذوب اولین قطره افزایش می‌یابد. با توجه به جداول ۳ و ۴ می‌توان بیان کرد که با افزایش ویسکوزیته و حجم افزایی میزان شدت ذوب کاهش و زمان ذوب اولین قطره افزایش پیدا می‌کند.

- ارزیابی ویژگی‌های حسی

PCA یا تجزیه مولفه‌های اصلی روشی مفید جهت ارزیابی داده‌ها می‌باشد که محققان زیادی از این تکنیک در تحلیل نتایج ارزیابی حسی استفاده کرده‌اند. در حقیقت کاربرد این روش برای تعداد زیادی متغیر اندازه‌گیری شده است که برخی از آن‌ها به هم وابستگی دارند و ممکن است تحلیل آن‌ها با خطا همراه باشد. بنابراین با این روش تعداد متغیر اصلی کاهش یافته، تعداد کمتری متغیر مصنوعی (تحت عنوان مولفه‌های اصلی) بدست می‌آید که بیشترین واریانس متغیرهای مشاهده شده را در بردارند (یگانه زاد، ۱۳۹۱). یکی از نقش‌های مهم پایدارکننده‌ها و شیرین کننده‌ها در بستنی، تاثیر آن‌ها بر ویژگی‌های حسی بستنی می‌باشد. گزارشات زیادی در خصوص اثر پایدار کننده‌ها و

جایگزین‌های شکر بر روی بافت و طعم امولسیون‌های لبنی وجود دارد (Soukoulis *et al*., 2008). در نمونه‌های این تحقیق، با ذوب بستنی در دهان احساس سردی به دلیل انتقال گرما به بستنی افزایش یافت. با تجزیه و تحلیل داده‌های حسی می‌توان بیان کرد که نمونه‌های با ویسکوزیته بالاتر به دلیل استحکام بیشتر بافت خود سبب افزایش احساس سردی در دهان شدند. استفاده کفیر به دلیل تجزیه منابع قندی سبب کاهش پدیده شنی‌شدن در ساختار بستنی می‌شود. علاوه براین وجود گونه‌های مختلف باکتریایی و مخمرها سبب می‌شود که ترکیبات آلی مولد طعم نظیر اسید لاکتیک، اسید استیک و همچنین ترکیبات مولد عطر مانند استوئین، استالدئید و غیره به وجود آمده و ویژگی‌های کیفی محصول بهبود یابد (Kok tas *et al*., 2013). همچنین با افزایش شیره خرما به دلیل افزایش فعالیت فلور میکروبی کفیر میزان بیشتر از منابع قندی تجزیه شده و حالت شنی کمتر در دهان احساس شد. در حالی‌که در نمونه‌های حاوی صمغ عربی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. با توجه به کمتر بودن ویسکوزیته و حجم افزایی نمونه شاهد، نمونه شاهد از نظر ارزیابان سریع‌تر از سایر نمونه‌ها در دهان ذوب شد. با افزایش درصد جایگزینی شکر با شیره خرما میزان پذیرش رنگ از نظر ارزیابان کمتر شد که نشان دهنده اثر منفی شیره خرما بر رنگ پرتقالی بستنی‌های تولیدی بود، در حالی‌که صمغ عربی تاثیر معنی‌داری بر تغییر رنگ نداشت. به دلیل اتصال اجزاء محلول توسط صمغ عربی به یکدیگر میزان اندازه حباب‌های هوا (کف) بیشتر شده و از نظر ارزیابان نسبت به شیره خرما در دهان بیشتر احساس شد. با توجه به بررسی ویژگی‌های حسی می‌توان بیان کرد که ارزیابان نمونه بستنی حاوی ۲۵ درصد شیره خرما را به عنوان بهترین نمونه تشخیص دادند (نمونه ۳) و همچنین بین نمونه‌های حاوی ۰/۲ و ۰/۳ درصد صمغ عربی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (نمونه ۶ و ۷).

نتیجه‌گیری

مطابق نتایج حاصل، نمونه‌های حاوی شیره خرما و صمغ عربی، ویسکوزیته، حجم افزایی، اسیدیته، زمان ذوب اولین قطره بیشتر و pH و شدت ذوب کمتری نسبت به نمونه شاهد داشتند. به دلیل تحریک فعالیت فلور میکروبی کفیر، میزان اسید لاکتیک بستنی‌های تولیدی حاوی شیره خرما و صمغ عربی بیشتر شد و به دلیل افزایش تثبیت اجزاء فرمولاسیون بستنی در اثر اتصال آب آزاد به صمغ عربی و منابع قندی ساده شیره خرما (گلوکز و فروکتوز)، میزان ویسکوزیته و زمان ذوب اولین قطره نسبت به نمونه شاهد افزایش پیدا کرد. از سوی دیگر، شدت ذوب کاهش یافت. علاوه بر این، نمونه‌های حاوی شیره خرما و صمغ عربی ویسکوزیته ظاهری بالاتری نسبت به نمونه شاهد نشان دادند که این افزایش در مورد نمونه‌های حاوی صمغ عربی بیشتر بود. به هر حال، با افزایش صمغ عربی و شیره خرما و افزایش فعالیت فلور میکروبی کفیر، امتیاز ارزیابی حسی کاهش یافت. با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان بیان نمود که هم شیره خرما و هم صمغ عربی قابلیت استفاده به عنوان شیرین‌کننده و پایدار کننده در تولید بستنی تخمیری کفیر را دارا می‌باشند. با توجه به ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی بررسی شده می‌توان بیان کرد غلظت ۲۵ درصد شیره خرما و ۰/۲ درصد صمغ عربی بهترین مقادیر برای جایگزینی شکر و پایدار کننده جهت استفاده در فرمولاسیون بستنی تخمیری کفیر می‌باشند.

منابع

رضایی، ر. (۱۳۸۹). بهینه سازی فرمولاسیون پاستیل میوه‌ای بر پایه آلو، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد.

یگانه زاد، س. (۱۳۹۱). بهینه سازی فرمولاسیون و تولید شکلات شیری پروبایوتیک غنی شده با پروتئین سویا، پایان نامه دکتری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

Akalin, A. S. &Erisir, D. (2008). Effect of inulin and oligofructose on the rheological characteristics and probiotic culture survival in low fat probiotic ice cream. Journal of Food Science, 73, 184-188.

Akin, M. B., Akin, M. S. & Kirmaci, Z. (2007). Effects of inulin and sugar levels on the viability of yoghurt and probiotic bacteria and the physical and sensory characteristics in probiotic ice-cream. Food Chemistry, 104, 93-99.

Amiri Aghdaei, S. S., Aalami, M., Rezaei, R., Dadpour, M. & Khomeiri, M. (2011). Effect of isfarzeh and basil seed mucilages on physicochemical rheological and sensory properties of ice cream, Journal Innovation and Research Food Industrial, 1, 1, 23-38. (In Persian).

Bahram Parvar, M. & Mazaheri Tehrani, M. (2011). Application and functions of stabilizers in ice cream. Food Reviews International, 27(4), 389-407.

BahramParvar, M., Haddad Khodaparast, M. H. & Razavi, S. M. A. (2009). The effect of Lallemantiaroyleana (Balangu) seed, palmate-tuber salep and carboxymethylcellulose gums on the physiochemical and sensory properties of typical soft ice cream. International Journal of Dairy Technology, 62, 571-576.

BahramParvar, M., Mazaheri Tehrani, M. & Razavi, S. M. A. (2013). Effects of a novel stabilizer blend and presence of κ-carrageenan on some properties of vanilla ice cream during storage. Food Bioscience, 3, 10-18.

Bensmira, M. & Jiang, B. (2011). Organic acids formation during the production of a novel peanut-milk kefir beverage, Journal Dairy Science, 2, 1, 18-22.

Bosch, A., Golowczyc, M. A., Abraham, A. G., Garrote, G. L., De Antoni, G. L. & Yantorno, O. (2006). Rapid discrimination of lactobacilli isolated from kefirgrains by FT-IR spectroscopy. International Journal of Food Microbiology, 111, 280-287.

Chen, H. C., Wang, S. Y. & Chen, M. J. (2008). Microbiological study of lactic acid bacteria in kefir grains by culture-dependent and culture-independent methods. Food Microbiology, 25, 492-501.

Farnworth, E. R. (2005). Kefir – a complex probiotic. Food Science Technology Functional Foods, 2, 1–17.

Flores, A. A. & Goff, H. D. (1999). Ice crystal size distribution in dynamically frozen model solutions and ice cream as affected by stabilizers. Journal Dairy Science, 82, 1399.

Goff, H. D. (1997). Colloidal aspects of ice cream-A Review. International Dairy Journal, 7, 363-373.

Goff, H. D. (2002). Formation and stabilization of structure in ice-cream and related products. Current Opinion in Colloid and Interface Science, 7, 432-437.

Guven, M. & Karaca, O. B. (2002). The effect of varying sugarcontent and fruit concentration on the physical propertiesof vanilla and fruit ice-cream-type frozen yoghurts. International Journal of Dairy Technology, 5527–5531.

IDF. (1987). Senory evaluvation of dairy product standard. International Dairy Fedration, Brussels.

Kok-Tas, T., Seydim, A. C., Ozer, B. & Guzel-Seydim, Z. B. (2013). Effects of different fermentation parameters on quality characteristics of kefir. Journal Dairy Science, 96, 780-789.

Kourkoutas, Y., Kandylis, P., Panas, P., Dooley, J. S. G., Nigam, P. & Koutinas, A. A. (2006). Evalution of freeze-dried kefir coculture as starter in feta-type cheese production.Applied and Environmental Microbiology, 72, 6124-6135.

La Rivière, J. W. M., Kooiman, P. & Schmidt, K. (1967). Kefiran, a novel polysaccharide produced in the kefir grain by Lactobacillus brevis. Archiv für Mikrobiologie, 59, 269 – 278.

Lachnit, M., Busch-Stockfisch, M., Kunert, J. & Krahl, J. (2003). Suitability of free choice profiling for assessment of orange-based carbonated soft drinks. Food Quality and Preference, 14, 257–263.

Lee, F. Y. & White, C. H. (1991). Effect of ultrafiltration retentates and whey protein concentrates on ice cream quality during storage. Journal Dairy Science, 74, 1170–1180.

Liu, R. J. & Wen Lin, C. (2000). Production of kefir from soymilk with or without added glucose, lactose, or sucrose. Journal of Food Science, 1, 716-719.

Milani, E., Baghaei, H. & Mortazavi, S. A. (2011). Evaluation of dates syrup and guar gum addition on physicochemical, viscosity and textural properties of low fat orange yog-ice cream. Research Food Science and Technology Iran, 7(2), 115-120.

Milani, E. & Koocheki, A. (2010). The effects of date syrup and guar gum on physical, rheological and sensory properties of low fat frozen yoghurt dessert. International Journal of Dairy Technology, 2, 251-258.

Minhas, K. S., Sidhu, J. S., Mudahar, G. S. & Singh, A. K. (2002). Flow behavior characteristics of ice cream mix made with buffalo milk and various stabilizers. Plant Foods for Human Nutrition, 57, 25-40.

Moeenfard, M. & Mazaheri Tehrani, M. (2008). Effect of some stabilizers on the physicochemical and sensory properties of ice

cream type frozen yogurt. American-Eurasian Journal of Agriculture & Environment Science, 4(5), 584-589.

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

Plessas, S., Pherson, L., Bekatorou, A., Nigam, P. & Koutinas, A. A. (2005). Bread making using kefir grains as baker's yeast. Food Chemistry, 93, 585–589.

Regand, A. & Douglas Goff, H. (2003). Structure and ice recrystallization in frozen stabilized ice cream model systems. Food Hydrocolloids, 1, 95-102.

Rezaei, R., Khomeiri, M., Kashaninead, M. & Aalami, M. (2011). Effects of guar gum and arabic gum on the physicochemical, sensory and flow behaviour characteristics of frozen yoghurt. International Journal of Dairy Technology, 40, 563- 568.

Soukoulis, C., Chandrinos, I. & 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, 1816-1827.

Specter, S. E. & Setser, C. S. (1994). Sensory and physical properties of a reduced calorie frozen dessert system made with milk fat and sucrose substitutes. Journal of Dairy Science, 77(3), 708-717.

Sun-Waterhouse, D., Edmonds, L., Wadhwa, S. S. & Wibisono, R. (2011). Producing ice cream using a substantial amount of juice from kiwifruit with green, gold or red flesh. Food Research International, 14, 24-32.

Wang, S. T., Barringer, S. A. & Hansen, P. M. T. (1998). Effects of carboxymethycellulose and guar gum on ice crystal propagation in a sucrose–lactose solution. Food Hydrocolloids, 12, 211–215.