نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی/ جلد ۲۸ شماره ۲/ سال ۱۳۹۷/ صفحات ۱۶۱ تا ۱۷۷

امکان سنجی تولید بستنی فراسودمند بر پایه فیبر قهوه سبز و دانه‌های کفیر

نیلوفر تقوی[۱]، لیلا ناطقی[۲*] و شیلا برنجی[۲]

تاریخ دریافت: ۹۶/۵/۱۷ تاریخ پذیرش: ۹۷/۳/۱۹

[۱] کارشناس ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد ورامین-پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران
[۲] استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد ورامین-پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران
*مسئول مکاتبه: Email:leylanateghi@yahoo.com

چکیده

بستنی‌های تخمیری یکی از انواع دسرهای لبنی نوین می‌باشد. هدف از انجام این تحقیق استفاده از کفیر و فیبر قهوه سبز در فرمولاسیون بستنی فراسودمند و بررسی خصوصیات فیزیکی‌شیمیایی، حسی و رئولوژیکی محصول بود. نمونه‌های تولیدی از نظر اسیدیته، pH، عدد پراکسید، درصد حجم‌افزایی، ویسکوزیته، رنگ سنجی (شاخص‌های روشنایی، قرمزی و زردی)، و خواص حسی مورد ارزیابی قرار گرفتند. برای این منظور ابتدا دانه‌های کفیر در محیط تهیه شده از شکر قهوه‌ای با بریکس ۱۲ درجه که هر روز تعویض شده، کشت داده شد. بعد از این زمان دانه‌های کفیر (۲۵/۵ گرم) با آب مقطر استریل شسته شده و با ۲۲۵ میلی‌لیتر از محیط تخمیر با بریکس ۱۲ تلقیح شدند. سپس دماهای ۲۰°C و ۳۷ °C، زمان‌های ۲۴ ساعت و ۴۸ ساعت برای تخمیر کفیر انتخاب شدند. بعد از این مرحله مقادیر ۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ درصد فیبر قهوه سبز به تیمارهای بستنی اضافه شدند، تیمارهای بستنی بعد از فرمولاسیون در فواصل زمانی روز صفرم، هفتم، چهاردهم و بیست‌ویکم نگهداری مورد آزمون قرار گرفتند و در سه تکرار ارزیابی شدند. نتایج ارزیابی‌ها نشان داد که استفاده از فیبر قهوه سبز و همچنین افزایش زمان نگهداری با زمان ۴۸ ساعت و دمای ۳۷ °C در فرمولاسیون بستنی، اسیدیته و ویسکوزیته را افزایش داد. همچنین pH ، شاخص‌های روشنایی، قرمزی و زردی همچنین درصد حجم‌افزایی به طور معنی‌داری ($P\leq ۰/۰۵$) کاهش یافت. نهایتا بستنی تخمیر شده حاوی ۰/۵ درصد فیبر قهوه سبز و دانه‌های کفیر تخمیر شده در دمای ۲۰ °C و زمان ۲۴ ساعت به عنوان بستنی فراسودمند و بهینه از نظر خواص حسی انتخاب گردید.

واژگان کلیدی : بستنی تخمیری، دانه‌های کفیر، فیبر قهوه سبز

مقدمه

روند تغذیه‌ای صنعت غذا در سال‌های اَخیر موجب ایجاد چالش‌های جدیدی در زمینه طراحی و فُرمولاسیون محصولات غذایی جدید و با خواص دارویی، فراسودمند، کم‌چرب، کم‌کالری، پروبیوتیک، پری‌بیوتیک و سین‌بیوتیک شده است. به عبارت دیگر امروزه مصرف‌کنندگان غذاهایی را ترجیح می‌دهند که علاوه بر ایمن بودن برای آنها منافع تغذیه‌ای نیز داشته باشد. تنوع محصولات صنایع غذایی و رقابتی بودن شرکت‌های تولیدی مواد غذایی و حرکت در مسیر میل و ذائقه مصرف‌کنندگان لزوم تحقیقات و ایجاد فرمولاسیون‌های جدید را توجیه می‌نماید. یکی از مسائل مهم و چالش‌های جدید در صنعت تولید بستنی فراسودمند، ایجاد طعم و خواص حسی مطلوب مطابق با

ذائقه مصرف‌کنندگان، افزایش بازارپسندی در عین کمترین میزان استفاده از نگهدارنده‌ها و طعم‌دهنده‌های مصنوعی به جهت افزایش توجه به سلامت مصرف‌کننده موجب گرایش زیاد به استفاده از طعم‌دهنده‌ها و پوشاننده‌های طبیعی شده است (مهدیان و همکاران ۱۳۹۰). صنایع شیر و فرآورده‌های آن دارای نقش بزرگی در تغذیه و سلامت انسان درتمام مراحل زندگی می‌باشد. انسان همواره با مسئله نگهداری شیر مواجه بوده است، چرا که شیر مایعی مغذی بوده و به عنوان محیط کشت غنی‌شده باکتری‌ها به شمار می‌رود و به سرعت فاسد می‌گردد. از این‌رو در بسیاری از کارخانجات تولید لبنیات عمداً این محصول را تحت اثر تخمیر قرار داده و در تهیه ماست، کره، سرشیر و ... از آن استفاده می‌کنند، این فعالیت خود سبب غلبه بر میکروب‌های با سرعت فعالیت بالا و مقاوم نسبت به تغییرات محیطی مانند اسیدیته و pH و ... می‌شود. در این میان شیر کفیر ازجمله قدیمی‌ترین محصولات تخمیری شیر است که منشاء تهیه و تولید آن را کوه‌های قفقاز دانسته‌اند. سالیان درازی این نوشیدنی در قفقاز تولید و مصرف می‌شده و عمر ساکنان قفقاز که از این ماده استفاده می‌کنند، معمولا۱۱۰ تا۱۵۰سال گزارش شده است و در این اواخر در آنها امراض سل، سرطان و ناراحتی‌های گوارشی نیز به‌ندرت دیده شده است (کسری کرمانشاهی و همکاران ۱۳۸۰).

امروزه با توجه به علم و آگاهی مصرف کنندگان در خصوص استفاده از محصولات عملگرا و استفاده از فیبر و محصولات آنتی اکسیدانی تولید محصولات عملگرا در بین تولیدکنندگان مواد غذایی متداول شده است و بستنی نیز از این امر مستثنی نیست (پورارای و همکاران ۲۰۱۲).

شیر کفیر نوشابه‌ای الکلی–لاکتیکی است. عامل تخمیرکننده شیر کفیر دانه‌های کفیر است، که شامل کازئین و گونه‌هایی از *لاکتوباسیلوس*، *ساکارومیسس*، *استرپتوکوکوس* و بعضی دیگر از جنس‌های میکروبی می‌باشند (کسری کرمانشاهی و همکاران ۱۳۸۰). این میکروارگانیسم‌ها بصورت کلونی‌های ژلاتین مانند و به حالت همزیستی درکنار هم قرار گرفته‌اند. دانه‌های کفیر به رنگ زرد، سفید و نامرتب، به اندازه فندق یا گندم می‌باشد و در آب و محلول‌های معمولی غیرمحلول بوده و پس از اختلاط با شیر متورم شده و به رنگ سفید درمی‌آید و در نهایت تخمیر دوگانه اسید و الکل را شروع می‌کند (کسری کرمانشاهی و همکاران ۱۳۸۰). نوشیدنی شیر کفیر گازدار بوده و علاوه بر آن دارای چربی و لاکتوز پائینی می‌باشد که می‌توان آن را در رژیم‌های غذایی خاص به کار برد (کسری کرمانشاهی و همکاران ۱۳۸۰).

کفیر دارای ارزش بالای تغذیه‌ای و بیولوژیکی بوده و در سطح وسیع سنی جهت تضمین سلامت مردم توصیه و تجویز می‌گردد. بخصوص برای بیماران دارای التهاب معده و روده[1] فشار خون، کاهش خون رسانی[2] به قلب توصیه شده است (پورارای و همکاران ۲۰۱۲). مزه ملایم کفیر و خصوصیات فلور میکروبی آن سبب تسهیل ترشح بزاق و ترشح آنزیم در معده و پانکراس و نیز بهبود حرکات دودی[3] روده‌ها می‌گردد. کفیر افزایش حرکات غذا در روده را بهتر نموده از طرفی حضور اسید لاکتیک و اسید استیک و آنتی‌بیوتیک موجود در کفیر موجب مهار کردن فرآیند فساد در روده کوچک می‌گردد (نصیری محلاتی و همکاران ۱۳۸۱). پورارای و همکاران (۲۰۱۲) نوشیدنی کفیر بر پایه پالپ کاکائو و دانه‌های کفیر را تهیه و فرموله نمودند و در دمای ^{o}C ۱۰ و ^{o}C ۲۵ به مدت ۲۵، ۴۸ و ۷۲ ساعت گرمخانه گذاری نمودند. نتایج نشان داد بالاترین پذیرش کلی در نوشیدنی که در دمای ^{o}C ۱۰ به مدت ۴۸ و ۷۲ ساعت گرمخانه گذاری شده بود مشاهده گردید که علت آن نیز مربوط به تولید اتانل کمتر نسبت به سایر تیمارهای مورد آزمون بود.

قهوه یکی از فراورده‌های غذایی پرمصرف در کشورهای اروپای شمالی، آمریکای شمالی و جنوبی است (رامالاکشمی و همکاران ۲۰۰۷). قهوه سبز دانه خام، کال و بو نداده گیاه قهوه است که نسبت به قهوه

[1] Gastroenteritis
[2] Ischemia
[3] Peristaltic

معمولی کافئین گمتری در آن تشکیل شده است و دارای مقادیر فراوانی کلروژنیک اسید می‌باشد (ناوارا و همکاران ۲۰۱۷). پوست قهوه معمولی و سبز از ضایعات صنایع فراوری قهوه می‌باشد که در کشورهای غربی از این ضایعات به عنوان سوخت و کود استفاده می‌کنند (شمیکیت و همکاران ۲۰۱۴). در مطالعات بسیاری ویژگی‌های سلامت‌بخشی، مانند اثر آنتی‌اکسیدانی، ضدسرطانی قهوه، قهوه سبز و فیبر آنها به اثبات رسیده است (شمیکیت و همکاران ۲۰۱۴). از آنجا که پوست قهوه لایه خارجی دانه قهوه است، بنابراین بیشتر خصوصیات عصاره قهوه را نیز خواهد داشت و به دلیل میزان فیبر بالا، می‌توان از پوست قهوه معمولی و سبز در فرمولاسیون فراورده‌های غذایی مختلف استفاده کرد، اما به دلیل اثرات منفی این ماده روی ظاهر و بافت فراورده، باید قبل از افزودن در فراورده برخی اصلاحات ساختاری روی آن انجام شود (فراز و سیلوا ۲۰۰۹). فراز و سیلوا ۲۰۰۹ در پژوهشی گزارش کردند فیبر قهوه سبز دارای تاثیرات فراسودمند بوده و استفاده از آن علاوه بر تاثیرات آنتی اکسیدانی و کمک به بهبود سیستم ایمنی به کاهش وزن نیز کمک می‌کند.

در این تحقیق هدف بر آن است که از اثرات آنتی‌اکسیدانی فیبر قهوه سبز و همچنین اثرات سلامتی بخش دانه‌های کفیر در تهیه و فرمولاسیون بستنی فراسودمند و همچنین بررسی خواص رئولوژیکی، حسی و همچنین فیزیکوشیمیایی آن استفاده شود.

مواد و روش‌ها

شیر (۲/۵ درصد چربی) و کره از کارخانه پاک (تهران، ایران)، شیر خشک بدون چربی و گلوکز مایع از شرکت (مست‌سا، چین)، شکر، شکر قهوه‌ای، پایدار کننده پالسکارد از شرکت (سان رز، ژاپن)، دانه‌های کفیر از کارخانه پگاه (تهران، ایران) و دانه قهوه سبز نیز از شرکت جهان شیمی (تهران، ایران) تهیه گردید. مواد شیمیایی شامل اتانول، کلروفرم، فنل فتالئین، اسید استیک، اسید سولفوریک، فنول، یدید پتاسیم، تیوسولفات سدیم از شرکت مرک، آلمان خریداری شد.

جداسازی و استخراج فیبر دانه قهوه سبز

پوسته‌های خشک شده در نیتروژن مایع به صورت منجمد آسیاب گردیدند، سپس ۱۰ گرم از پودر حاصل در ۱۰۰ میلی‌لیتر اتانول ۸۰ درصد به مدت ۱۵ دقیقه خیس شد. سپس سوسپانسیون سانتریفیوژ و فیلتر (واتمن، انگلستان، سایز ۴۲) شده و تفاله باقی مانده مجددا با استفاده از اتانول ۸۰ درصد به مدت ۲ ساعت در درجه حرارت اتاق نگهداری و سپس فیلتر شد و مجددا تفاله باقی‌مانده در ۱۰۰ میلی‌لیتر کلروفرم/متانول (۱:۱) به مدت ۱/۵ ساعت نگهداری و فیلتر شد و پس از آن تفاله باقی مانده به مدت ۱۵ دقیقه در ۱۰۰ میلی‌لیتر متانول نگهداری و سپس فیلتر شد. مجددا تفاله باقی‌مانده در ۱۰۰ میلی‌لیتر فنول/استیک اسید/آب (وزنی/حجمی/حجمی۲:۱:۱) به مدت یک شبانه روز در محلول نگهداری و فیلتر شد. تمامی محلولهای استخراج شده از تمامی مراحل بالا توسط خشک کن انجمادی خشک شدند و بعنوان فیبر قهوه سبز قابل استفاده بودند (ردگولا همکاران ۲۰۰۳).

آماده سازی دانه‌های کفیر و فرآیند تلقیح

به منظور آماده سازی دانه‌های کفیر، ابتدا ۵۰ گرم از دانه‌های کفیر در محیط تهیه شده از محلول شکر قهوه‌ای با بریکس ۱۲ درجه که هر روز به مدت ۷ روز در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد تعویض شده، کشت داده شد. بعد از این زمان دانه‌های کفیر (۲۵/۵ گرم) با آب مقطر استریل شسته شده و سپس به ۲۲۵ میلی‌لیتر شیر ۲/۵ درصد چربی با بریکس ۱۲ درجه اضافه شدند. فرآیند تخمیر مطابق با جدول ۱ انجام شد در انتهای تخمیر دانه‌های کفیر با استفاده از فیلتر کاغذی (واتمن، انگلستان، سایز ۴۲) جداسازی شدند و شیرهای تخمیر شده حاصل مطابق با جدول ۱ برای تهیه تیمارهای بستنی استفاده شدند (پورارای و همکاران ۲۰۱۲).

تهیه تیمارهای بستنی

به منظور تولید بستنی شاهد، ابتدا هر کدام از مواد اولیه شامل شیر ۶۶/۵ درصد، شیر خشک بدون چربی ۴ درصد، کره ۹ درصد، شکر ۱۶ درصد، پایدارکننده ۰/۵ درصد و گلوکز مایع ۴ درصد بر حسب درصد وزنی توزین شدند. به منظور تولید تیمارهای بستنی مورد آزمون از شیر تخمیر شده با دانه‌های کفیر و نسبت‌های مختلف فیبر قهوه سبز (۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ درصد) مطابق با جدول ۱ استفاده شد. برای تولید نمونه‌های بستنی همگی مواد در داخل مخلوط کن (کیکا-لابورتکنیکا، آلمان) با نسبت‌های ذکر شده در جدول ۱ در دمای ۶۵°C مخلوط شدند و سپس با استفاده از هموژن‌کننده (هایدولف، آلمان) در فشار ۱۶۰ بار هموژن شدند. مخلوط آماده شده در دمای ۷۵ °C به مدت ۱۵ دقیقه در حمام آب به طور غیر مستقیم پاستوریزه شدند. سپس نمونه‌ها تا دمای ۴ °C خنک شدند و به منظور گذراندن مرحله رسانیدن، مخلوط به مدت ۴ ساعت در دمای ۴°C نگهداری شد. پس از آن عمل هوادهی در دمای ۶°C- به میزان ۵۰ درصد در فریزر بستنی ساز انجام گرفت. پس از پر کردن نمونه‌ها در ظروف مورد نظر سفت کردن بستنی در تونل انجماد به مدت ۲ ساعت در دمای ۳۴ °C- انجام شد و نمونه‌ها در سردخانه ۲۰°C- قرار داده شد تا آزمون‌های مربوطه روی نمونه‌ها انجام شود (ملک نژاد و همکاران ۱۳۹۷).

جدول ۱- شرایط آماده سازی و فرمولاسیون بستنی‌های تولیدی

کد تیمار	شرایط تخمیر شیر توسط دانه‌های کفیر	فیبر قهوه سبز (٪)	شیر (٪)	شکر (٪)	گلوکز مایع (٪)	شیرخشک بدون چربی (٪)	کره (٪)	پایدار کننده (٪)
T1	۲۴h /°۲۰C	۰/۵	۶۶	۱۶	۴	۴	۹	۰/۵
T2	۲۴h /°۲۰C	۱	۶۵/۵	۱۶	۴	۴	۹	۰/۵
T3	۲۴h /°۲۰C	۱/۵	۶۵	۱۶	۴	۴	۹	۰/۵
T4	۲۴h /°۲۰C	۲	۶۴/۵	۱۶	۴	۴	۹	۰/۵
T5	۴۸h /°۲۰C	۰/۵	۶۶	۱۶	۴	۴	۹	۰/۵
T6	۴۸h /°۲۰C	۱	۶۵/۵	۱۶	۴	۴	۹	۰/۵
T7	۴۸h /°۲۰C	۱/۵	۶۵	۱۶	۴	۴	۹	۰/۵
T8	۴۸h /°۲۰C	۲	۶۴/۵	۱۶	۴	۴	۹	۰/۵
T9	۲۴h /°۳۷C	۰/۵	۶۶	۱۶	۴	۴	۹	۰/۵
T10	۲۴h /°۳۷C	۱	۶۵/۵	۱۶	۴	۴	۹	۰/۵
T11	۲۴h /°۳۷C	۱/۵	۶۵	۱۶	۴	۴	۹	۰/۵
T12	۲۴h /°۳۷C	۲	۶۴/۵	۱۶	۴	۴	۹	۰/۵
T13	۴۸h /°۳۷C	۰/۵	۶۶	۱۶	۴	۴	۹	۰/۵
T14	۴۸h /°۳۷C	۱	۶۵/۵	۱۶	۴	۴	۹	۰/۵
T15	۴۸h /°۳۷C	۱/۵	۶۵	۱۶	۴	۴	۹	۰/۵
T16	۴۸h /°۳۷C	۲	۶۴/۵	۱۶	۴	۴	۹	۰/۵
Tشاهد	شیر تخمیر نشده	۰	۶۶/۵	۱۶	۴	۴	۹	۰/۵

آزمون‌ها

تعیین ترکیبات فیبر استخراجی قهوه سبز

طیف رزونانس هسته‌ای یکی از پیشرفته‌ترین دستگاههای مورد استفاده در آنالیز دستگاهی جهت تعیین ساختار ترکیبات می‌باشد. برای این منظور فیبر قهوه سبز استخراجی در اسید سولفوریک ۱۲ مولار هیدرولیز شده و سپس با طیف سنجی رزونانس کربن (کربن-کربن) به صورت جامد آنالیز شد تا ترکیبات

[1] 13CNMR

فیبر استخراجی تعیین شود (ریباس آگوستیو همکاران ۲۰۱۴).

آزمون‌های فیزیکی‌شیمیایی بستنی

میزان اسیدیته و pH، عدد پر اکسید موجود در بستنی مطابق با استاندارد ملی انجام شد (استاندارد ملی ایران شماره ۲۴۵۰، ۱۳۸۶).

اندازه گیری حجم‌افزایی (Overrun)

به منظور اندازه‌گیری حجم‌افزایی وزن ظرف خالی را وزن نموده و ظرف را تا خط نشانه با مخلوط بستنی پرکرده و وزن شد. مخلوط بستنی را به فریزر منتقل نموده و در حین ساخت ظرف تا خط نشانه با بستنی پر شد و با دقت وزن شد و در حین انجماد پس از تولید وزن کردن تکرار شد و از رابطه زیر محاسبه گردید (شریفی و همکاران ۲۰۱۲).

[۱]

$$\text{Overrun} = (W2-W1)-(W3-W1)/(W3-W1) \times 100$$

W1=وزن ظرف خالی

W2 =وزن ظرف + مخلوط بستنی

W3 =وزن ظرف + بستنی

ارزیابی خواص رئولوژیکی

به منظور بررسی خواص رئولوژیک نمونه‌های بستنی از ویسکومتر چرخشی (بوهلین، آلمان) مجهز به سیرکولاسیون حرارتی (Lauda، آلمان) استفاده گردید. اسپیندل باب شماره ۲ با سرعت ۴۵ rpm بر اساس ویسکوزیته مخلوط انتخاب شده و نمونه‌های بستنی در فنجانک دستگاه ریخته شد و توسط سیرکولاتور به دمای ۱۰ درجه‌سانتی‌گراد رسانده شد و سپس دامنه مناسبی از درجه برش (۱۴/۲ تا ۵۰۱/۷ بر ثانیه) اعمال گردید (شریفی و همکاران ۲۰۱۲).

ارزیابی رنگ سنجی

برای ارزیابی رنگ سنجی از رنگ سنج مدل D25DP9000، آلمان با مرجع‌های ورق استاندارد سیاه و سفید و برای آزمایشات استفاده شد و نمونه‌ی سفید با ارتفاع ۱/۵ سانتی‌متر به ورق‌های استاندارد Y =۸۲/۳۲، X=۸۱/۲۶، Z=۹۸/۰۳ تنظیم شده و سیستم CIE استفاده می‌شود. L^* (روشنی) از سیاه (۰) تا ۱۰۰(سفید)، a^* (سبز تا قرمز)، b^* (آبی تا زرد) از ۱۲۰- تا ۱۲۰ و در فواصل زمانی روزهای صفر، هفتم، چهاردهم و بیست ویکم پس از تولید تکرار شد (استاندارد ملی ایران شماره ۲۴۵۰، ۱۳۸۶).

ارزیابی ویژگی‌های حسی

جهت انجام آزمون ارزیابی حسی تعداد ۱۵ نفر از پانلیست‌های تعلیم دیده موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی کرج مورد ارزیابی قرار گرفت. از ارزیاب‌ها خواسته شد تا نمونه‌های تولیدی را از نظر عطر و بو، طعم و مزه، بافت و پذیرش کلی مورد ارزیابی قرار دهند. ارزیابی ویژگی‌های حسی بر اساس آزمون هدونیک پنج نقطه‌ای انجام گرفت. به نمونه‌ها امتیاز ۵ به نمونه عالی، امتیاز ۴ به نمونه خوب، امتیاز ۳ به نمونه متوسط، امتیاز ۲ به نمونه بد و امتیاز ۱ به نمونه بسیار بد می‌باشد و در فواصل زمانی و یکروز پس از تولید انجام گردید (استاندارد ملی ایران شماره ۲۴۵۰، ۱۳۸۶).

تجزیه و تحلیل آماری

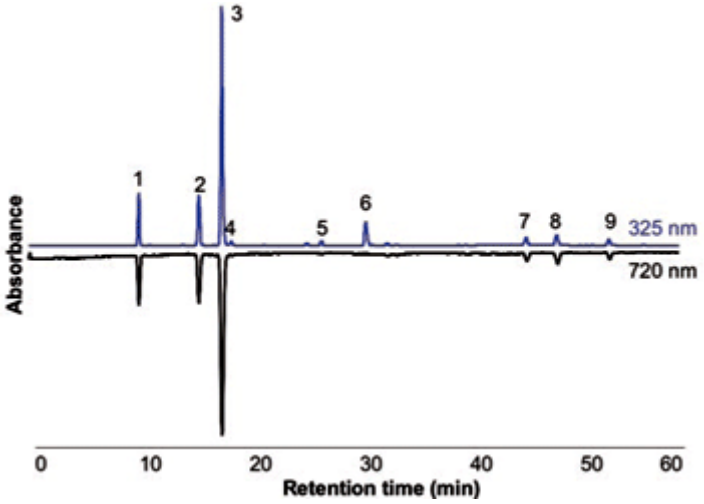
به منظور طراحی تیمارها از طرح کاملا تصادفی در فواصل زمانی روزهای صفر، هفتم، چهاردهم و بیست‌ویکم و با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS ورژن ۴/۹ انجام شد. جهت مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار اکسل ۲۰۱۳ استفاده شد. کلیه آزمایشات در سه تکرار انجام شد.

نتایج و بحث

تعیین ترکیبات فیبر قهوه سبز

شکل ۱ پیک شناسایی ترکیبات فیبر قهوه سبز و پیک‌های شناسایی شده آن را با روش طیف کربن نشان می‌دهد که در آن به ترتیب پیک ۱ متعلق به: ۳-O- کافئولیکوئینیک اسید ، پیک ۲ : ۴-O- فرولیکوئینیک اسید ، پیک ۳: ۵-O-فرولیکوئینیک اسید، پیک ۴: ۳-O- فرولولکوئینیک اسید پیک ۵: ۴-O -فرولولیکوئینیک

اسید، پیک ۶: ۵-O-فرولولکوئینیک اسید، پیک ۷: ۳و ۴ – O- دکافئوکوئینیک اسید پیک ۸: ۳ و ۵ –O- دی کافئولکوئینیک اسید پیک ۹: ۴و ۵-O- دی کافئولکوئینیک اسید بود.



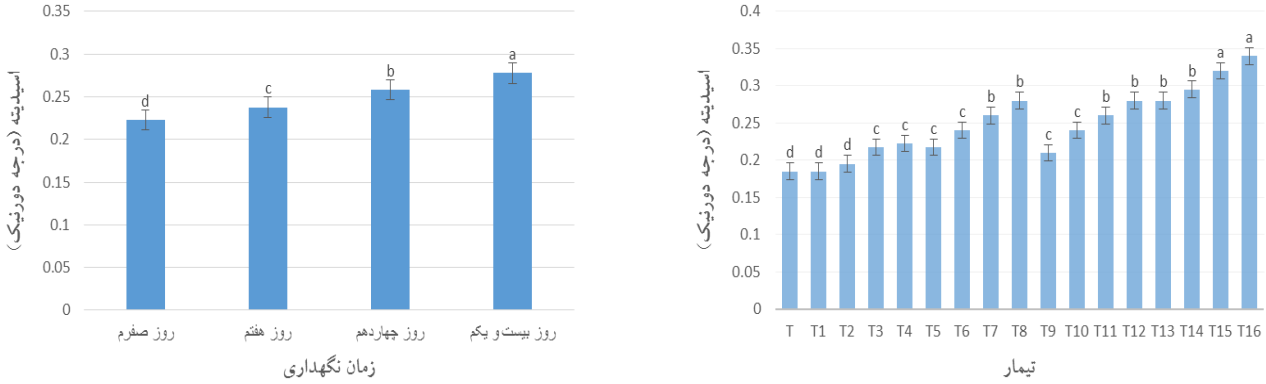
شکل ۱- پیک شناسایی ترکیبات فیبر قهوه سبز

اثر استفاده از فیبر قهوه سبز و عصاره دانه کفیر بر ارزیابی اسیدیته و pH

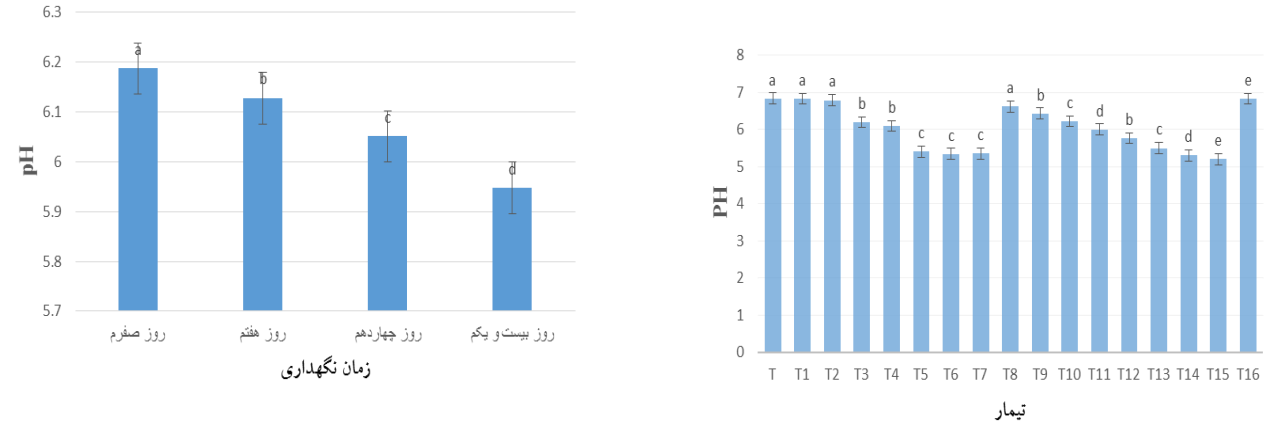
با توجه به شکل۲ و ۳، با افزایش میزان فیبر قهوه سبز و درجه حرارت تخمیر، افزایش مدت زمان نگهداری و مدت زمان تخمیر کفیر مورد استفاده در فرمولاسیون تیمارهای بستنی میزان اسیدیته به طور معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۵) افزایش وpH کاهش یافت. نتایج نشان داد که اختلافات معنی‌داری بین تیمار شاهد و هر یک از تیمارها از نظر اختلاف در شاخص اسیدیته کل و pH وجود داشت ($p<$۰/۰۱). بالاترین میزان اسیدیته و پایین‌ترین میزان pH مربوط به تیمار ۲ درصد فیبر قهوه سبز و همچنین دمای ۳۷ ^{o}C و تخمیر به مدت ۴۸ ساعت (T۱۶) بود. افزایش اسیدیته با افزایش میزان فیبر قهوه سبز می‌تواند به دلیل حضور ترکیبات اسیدی فیبر قهوه سبز مانند مشتقات اسید کلروژنیک در آن باشد.

همچنین با توجه به شکل ۲ و ۳ نیز ملاحظه شد که افزایش زمان نگهداری تاثیرات معنی‌داری بر روی افزایش میزان اسیدیته و کاهش pH تیمارها داشت. بالاترین میزان اسیدیته و پایین‌ترین میزان pH تیمارها متعلق به تیمارهای روز بیست‌ویکم و حداقل میزان اسیدیته و بالاترین میزان pH نیز متعلق به روز صفرم نگهداری بود. نتایج نشان داد با افزایش دما و زمان تخمیر متابولیت‌های اسیدی به طور معنی‌داری افزایش یافته و باعث بالا رفتن میزان اسیدیته تیمارها گردیده است. همچنین با افزایش مدت زمان نگهداری نیز میزان اسیدیته کل تیمارها به جهت افزایش تجمع متابولیت‌های ثانویه کفیر در بستنی در طی بیست‌ویک روز نگهداری و همچنین افزایش میزان اکسیداسیون نیز میزان اسیدیته تیمارها به طور معنی‌داری افزایش یافته است.

نتایج تحقیقات طاهریان و همکاران (۲۰۱۶)، نیز در تاثیر شیره خرما و صمغ عربی بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی بستنی پرتقالی کفیر با استفاده از تکنیک تحلیل مولفه‌های اصلی (PCA) نیز نشان داد که افزایش زمان و دمای تخمیر به طور معنی‌داری باعث کاهش میزان pH تیمارهای بستنی شد که با نتایج تحقیق حاضر نیز مطابقت داشت. ماگالاس و همکاران (۲۰۱۰)، تولید نوشیدنی بر پایه آب‌پنیر تخمیری را با استفاده از دانه‌های کفیر به عنوان استارتر کشت بررسی نمودند و دریافتند که کفیر تخمیر شده به مدت ۴۸ ساعت به جهت افزایش ترکیبات اسیدی به شدت بافت نوشیدنی را تحت تاثیر قرار داده و باعث کاهش pH در آن گردید که با نتایج تحقیقات حاضر نیز مطابقت داشت.



شکل ۲- مقایسه میانگین اسیدیته تیمارهای بستنی برای بر اساس تیمار و زمان در سطح معنی‌داری (P≤۰/۰۵).



شکل ۳- مقایسه میانگین pH تیمارهای بستنی برای بر اساس تیمار و زمان در سطح معنی‌داری (P≤۰/۰۵).

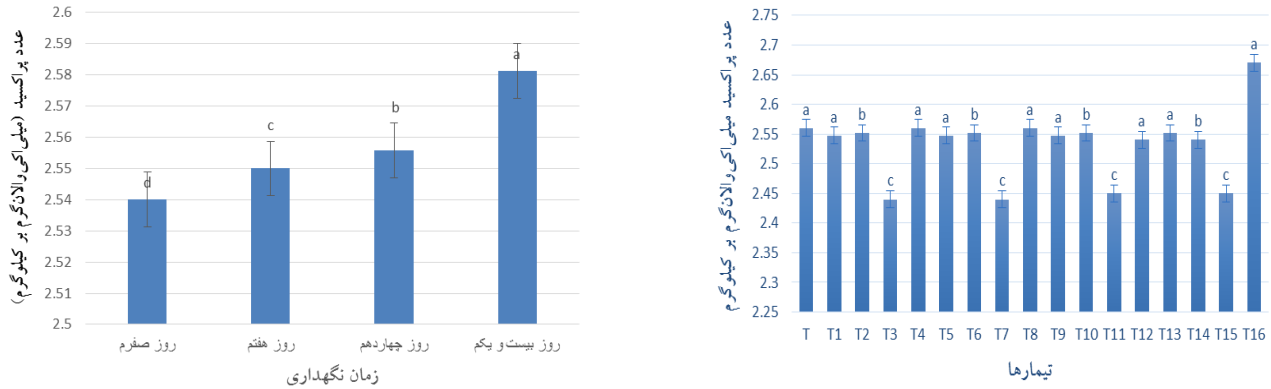
اثر استفاده از فیبر قهوه سبز و عصاره کفیر بر ارزیابی پراکسید

با توجه به شکل ۴، ملاحظه شد که اختلافات معنی‌داری (P≤۰/۰۵) بین عدد پراکسید تیمارها با افزایش میزان فیبر قهوه سبز در فرمولاسیون بستنی وجود داشت. با افزایش درصد استفاده از فیبر قهوه سبز در فرمولاسیون بستنی به جهت افزایش میزان آنتی‌اکسیدان‌های موجود در بستنی، میزان عدد پراکسید به طور معنی‌داری (P≤۰/۰۵) کاهش یافت.

با توجه به شکل ۴، بالاترین میزان عدد پراکسید متعلق به روز بیست‌ویکم و پایین‌ترین عدد پراکسید نیز متعلق به روز صفرم نگهداری بود. با افزایش زمان نگهداری از روز چهاردهم به بعد عدد پراکسید کلیه تیمارهای بستنی به جز ۲ درصد فیبر قهوه سبز به طور معنی‌داری (P≤۰/۰۵) افزایش یافت. تیمار شاهد (T) دارای بالاترین میزان تغییرات عدد پراکسید در بین تیمارها بود. عوامل مختلفی نظیر نور، یونهای فلزی و اکسیژن باعث افزایش اندیس پراکسید و به دنبال آن کاهش پایداری اکسیداتیو می‌گردد. با افزایش عدد پراکسید سرعت تبدیل هیدروپراکسیدها به محصولات ثانویه (آلدئیدها، کتون‌ها و...) افزایش یافته و نیز سرعت تشکیل محصولات سوم اکسیداسیون و متعاقب آن تجزیه این محصولات افزایش یافته و در نتیجه پایداری اکسیداسیون بستنی کاهش می‌یابد. اسیدهای چرب غیر اشباع از قبیل اسید اولئیک، لینولنیک، لینولئیک و ... به علت وجود باندهای دوگانه در ساختار شیمیایی خود بسیار مستعد به عوامل تسریع‌کننده می‌باشند. بستنی به دلیل دارا بودن (۵۵-۱۰ درصد چربی بسته به نوع بستنی) مستعد فساد اکسیداتیو می‌باشد اما این روند

خیلی آهسته به دلیل شرایط انجماد می‌باشد. هیدروپراکسیدها به عنوان محصولات اولیه تولید شده در واکنش‌های اکسایش شاخصی جهت بررسی میزان پیشرفت واکنش‌های اکسیداسیون در مرحله اول می‌باشند (کولانوسکی و همکاران ۲۰۰۵).

نتایج نشان داد در دما و زمان بالای تخمیر کفیر میزان تولید ترکیبات ضد میکروبی و آنتی‌اکسیدانی کفیر نیز به طور معنی‌داری افزایش یافت که باعث کاهش معنی‌دار میزان عدد پراکسید در تیمارهای بستنی شد. اما با افزایش زمان نگهداری و افزایش اتواکسیداسیون اندکی بر میزان عدد پراکسید افزوده شد. میزان افزایش عدد پراکسید در تیمارهای بستنی با درصدهای بالای فیبر قهوه سبز، کفیر با دما و زمان بالای تخمیر به طور معنی‌داری در طی زمان، میزان عدد پراکسید کمتر از ترکیبات با درصد فیبر پایین و دما و زمان تخمیر پایین بود. ماگالاس و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند ترکیبات موثره فیبر قهوه سبز از نظر ساختمانی یا به صورت مونومرهای کاتچین و اپی‌کاتچین و یا به صورت الیگومرهای کاتچین و اپی‌کاتچین موسوم به پروآنتوسیانیدین هستند که در چای سبز نیز این ترکیبات موجود بوده و با خصوصیات آنتی‌اکسیدانی و مهارکنندگی رادیکال‌های آزاد منجر به کاهش عدد پراکسید می‌شود. تحقیقات مشابهی نیز در خصوص استفاده از ترکیبات با ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی طبیعی مانند سویا نیز مشاهده گردید که توسط مهدیان و همکاران (۱۳۹۰) در ترکیب بستنی با آرد کامل سویا استفاده شد که در مهار ترکیبات آنتی‌اکسیدانی و همچنین افزایش مدت زمان نگهداری بستنی و کاهش عدد پراکسید نیز موثر بود که با نتایج تحقیق حاضر نیز مطابقت نشان داد.



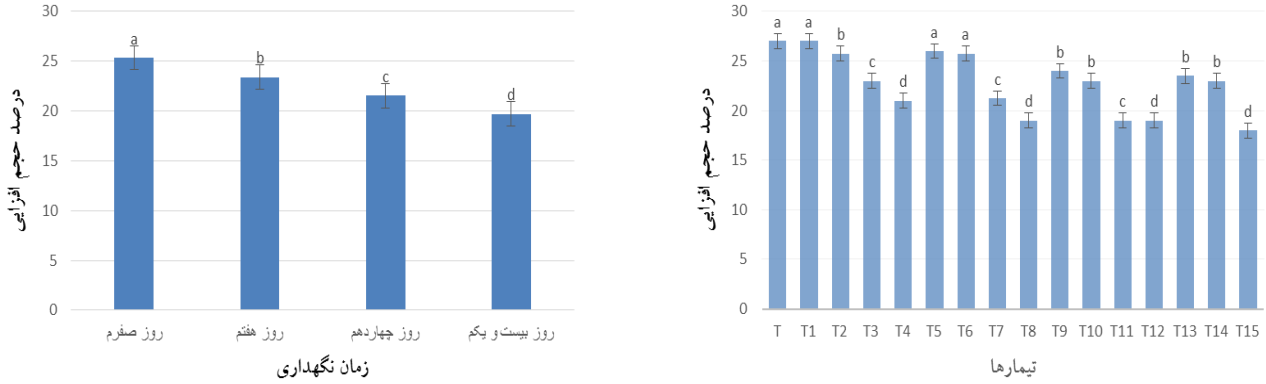
شکل ۴- مقایسه میانگین عدد پراکسید تیمارهای بستنی بر اساس تیمار و زمان در سطح معنی‌داری (P≤ ۰/۰۵).

اثر استفاده از فیبر قهوه سبز و کفیر بر درصد حجم‌افزایی

با توجه به شکل ۵ نیز ملاحظه گردید که استفاده از فیبر قهوه سبز به طور معنی‌داری باعث کاهش میزان درصد حجم‌افزایی بین تیمارها شد و تنها در مقدار ۰/۵ درصد فیبر قهوه سبز درصد حجم‌افزایی با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری (P≤۰/۰۵) نداشت، اما با افزایش درصد فیبر قهوه سبز به مقادیر بالاتر از ۰/۵ درصد کاهش معنی‌داری (P≤۰/۰۵) در درصد حجم‌افزایی ملاحظه گردید. به طوری که تیمار با ۲ درصد فیبر قهوه سبز دارای کمترین میزان درصد حجم‌افزایی در بین تیمارها بود. همچنین افزایش مدت زمان تخمیر کفیر و درجه حرارت تخمیر کفیر نیز تاثیرات معنی‌داری (P≤۰/۰۵)بر روی میزان درصد حجم‌افزایی نشان داد. با افزایش زمان و درجه حرارت تخمیر کفیر، میزان درصد حجم‌افزایی به طور معنی‌داری (P≤۰/۰۵) کاهش یافت. تیمارهای با ۴۸ ساعت و درجه حرارت تلقیح ۳۷ درجه سانتی‌گراد، درصد حجم‌افزایی نیز دارای کمترین میزان حجم‌افزایی در بین تیمارهای بستنی بودند. همچنین با توجه به شکل ۵ ملاحظه گردید که زمان نیز تاثیرات معنی‌داری (P≤۰/۰۵)روی میزان درصد حجم‌افزایی تیمارهای بستنی داشته است. بطور کلی افزایش زمان

نگهداری باعث کاهش معنی‌داری در میزان درصد حجم‌افزایی تیمارها گردیده است. همچنین در کلیه تیمارها با افزایش درصد استفاده از فیبر قهوه سبز، درجه حرارت و زمان تخمیر عصاره کفیر مورد استفاده در تهیه بستنی، شاخص حجم‌افزایی به طور معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۵) کاهش یافت. شاخص حجم‌افزایی تیمار شاهد نیز با افزایش زمان نگهداری به طور معنی‌داری کاهش یافت. درصد حجم‌افزایی در تیمار شاهد نیز به طور معنی‌داری کاهش یافت اما با تیمار T1 اختلافات معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۵) نداشت. میزان هوا در بستنی نه تنها به دلیل کیفیت و سود بلکه به دلیل استانداردهای قانونی که باید مورد توجه قرارگیرد، مهم است.

علاوه بر این، ثابت شده است که ساختار سلول هوا یکی از عوامل اصلی مؤثر بر نقطه ذوب، حفظ شکل در طول ذوب، و خواص رئولوژیکی در حالت مذاب است، که با خامه‌ای بودن در ارتباط هستند. سلول‌های هوای کوچکتر باعث بهبود کیفیت محصول در ارتباط با این سه شاخص می‌شود. افزایش ویسکوزیته ظاهری باعث افزایش شکست سلول‌های هوا محبوس شده و منجر به کوچکتر شدن سلول‌های هوا در مخلوط بستنی در طول انجماد می‌شود و در نتیجه بالا رفتن و میزان افزایش حجم را موجب می‌شود (مصطفوی و همکاران ۱۳۹۳). بررسی نتیجه تحقیق حاضر نشان داد که با افزایش درصد استفاده از فیبر قهوه سبز در فرمولاسیون بستنی به طور معنی‌داری میزان افزایش حجم تیمارهای بستنی کاهش می‌یابد. همچنین زمان نگهداری بر روی حجم‌افزایی تیمارهای بستنی اثرات معنی‌داری دارد. دلایل متعددی برای نتایج تحقیق حاضر وجود دارد. برای تولید بستنی با کیفیت بالا نیاز به کنترل دقیق حجم‌افزایی و پخش بهتر سلول‌های هوا و سایز آن‌ها است. اگر طی فریز کردن بستنی، تجزیه و ریز شدن سلول‌های بزرگ‌تر هوا به سلول‌های کوچک‌تر سریع‌تر انجام گیرد، بستنی تولید شده از حجم‌افزایی بیش‌تری برخوردار می‌شود ولی به محض سخت شدن اتمام مرحله‌ی انجماد، سلول‌های هوا با سایز متوسط در بستنی افزایش می‌یابد که میزان آن بستگی به حجم‌افزایی دارد. هر چه حجم‌افزایی بستنی کم‌تر باشد، تعداد سلول‌های هوا با سایز متوسط بیشتر و هر چه حجم‌افزایی بستنی بیشتر باشد، تعداد سلول‌های هوا با سایز متوسط کم‌تر می‌شود. با توجه به این که افزایش درصد فیبر در فرمولاسیون باعث افزایش ویسکوزیته مخلوط و همچنین کاهش تعداد حباب‌های هوا می‌گردد، حجم‌افزایی تیمارهای بستنی به طور معنی‌داری ($P\leq$۰/۰۵) کاهش می‌یابد. یکی دیگر از دلایل کاهش حجم‌افزایی با افزایش جایگزینی فیبر قهوه سبز، این است که سوسپانسیون فیبر سیستم کلوئیدی روغن در آب جایگزین خامه سیستم کلوئیدی کف با فاز پراکنده گاز و فاز پیوسته مایع می‌شود که با نتایج تحقیق میرچولی برازق و مظاهری تهرانی (۱۳۸۹) در بررسی استفاده از بررسی تاثیر جایگزینی مواد جامد کل بستنی با بادام بر ویژگی‌های فیزیکی و حسی آن نیز مطابقت نشان داد. نتایج تحقیقات مهدیان و همکاران (۱۳۹۰) در استفاده از ضایعات فیبر چغندر قند در فرمولاسیون بستنی نیز نشان داد که افزایش درصد استفاده از فیبر چغندر قند به بالای ۱ درصد باعث کاهش میزان حجم‌افزایی بستنی غنی‌شده با فیبر رژیمی می‌گردد که با نتایج تحقیق حاضر نیز مطابقت داشت. با افزایش دما و زمان تخمیر کفیر نیز به جهت افزایش میزان ویسکوزیته مخلوط بستنی نیز حجم‌افزایی به طور معنی‌داری ($P\leq$۰/۰۵) کاهش یافت.

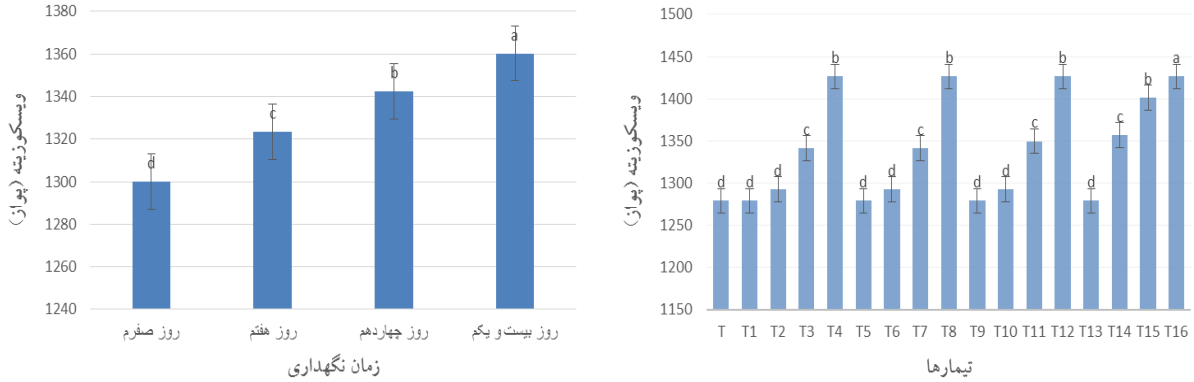


شکل ۵- مقایسه میانگین تیمارهای بستنی برای درصد حجم‌افزایی بر اساس تیمار و زمان در سطح معنی‌داری ($P\leq ۰/۰۵$)

اثر استفاده از فیبر قهوه سبز و عصاره کفیر بر تغییرات ویسکوزیته

با توجه به شکل ۶ نیز ملاحظه گردید که اختلافات معنی‌داری ($P\leq ۰/۰۵$) بین میزان ویسکوزیته تیمارها با یکدیگر و تیمار شاهد وجود داشت. بالاترین میزان ویسکوزیته متعلق به تیمار با ۲ درصد فیبر قهوه سبز و کفیر تخمیر شده در دمای ۳۷ ^{o}C به مدت ۴۸ ساعت و کمترین میزان ویسکوزیته نیز متعلق به تیمار شاهد بود. همچنین ملاحظه گردید با افزایش مدت زمان نگهداری میزان ویسکوزیته تیمارهای بستنی در طی زمان نگهداری با افزایش میزان ویسکوزیته مواجه بودند. همچنین با توجه به شکل ۶ نیز ملاحظه شد که با افزایش درصد فیبر قهوه سبز، درجه حرارت تخمیر و زمان تخمیر کفیر با افزایش مدت زمان نگهداری میزان ویسکوزیته تیمارها به طور معنی‌داری ($P\leq ۰/۰۵$) افزایش یافت. بالاترین میزان ویسکوزیته متعلق به تیمار با ۲ درصد فیبر قهوه سبز و کفیر تخمیر شده در دمای ۳۷ ^{o}C به مدت ۴۸ ساعت در روز بیست‌ویکم و حداقل میزان ویسکوزیته نیز متعلق به تیمار شاهد و در روز صفرم نگهداری بود. ویسکوزیته یا مقاومت در برابر جریان ویژگی فیزیکی مهمی است که بر کیفیت حسی و ساختار بستنی تاثیر عمده‌ای می‌گذارد. مقدار ویسکوزیته مخلوط بستنی نشانگر مناسبی برای شناسایی عوامل موثر بر مخلوط بستنی می‌باشد. با توجه به نتایج ویسکوزیته نیز ملاحظه گردید که افزایش استفاده از فیبر قهوه سبز به جهت افزایش وزن مخلوط بستنی و کاهش درصد حجم‌افزایی باعث افزایش میزان ویسکوزیته تیمارهای بستنی گردید. تیمارهای بستنی نیز با افزایش دمای تخمیر و زمان تخمیر میزان ویسکوزیته به طور معنی‌داری ($P\leq ۰/۰۵$) افزایش یافت که این می‌تواند به دلیل تولید اگزوپلی‌ساکاریدها و متابولیت‌های ثانویه توسط کفیران باشد که منجر به افزایش ویسکوزیته شده است. چنانچه مرور پژوهش‌ها نشان می‌دهد، فعالیت مخمرها می‌تواند سبب افزایش تولید اگزوپلی‌ساکارید کفیران با خاصیت جذب آب بالا گردد. بنابراین تولید اگزوپلی‌ساکارید علاوه بر فعالیت آنزیمی ناشی از فعالیت باکتری‌های اسید لاکتیک و افزایش احتمال تشکیل شبکه کازئین، موجب افزایش بیشتر ویسکوزیته ظاهری نمونه‌های بستنی حاوی کفیر تخمیر شده در دمای ۳۷ ^{o}C و دمای ۴۸ ساعت می‌شود. همچنین کفیران به دلیل خاصیت آبدوستی خود آب موجود در محیط را جذب کرده و این امر سبب افزایش قوام نمونه‌ها می‌گردد. بنابراین، در یک سرعت برشی ثابت میزان نیروی برشی افزایش یافته است. از طرفی به دنبال اعمال برش بر روی نمونه‌ها، شبکه کازئین تشکیل شده به تدریج تضعیف شده و منجر به کاهش ویسکوزیته ظاهری و افزایش سیالیت با افزایش سرعت برشی می‌شود. با توجه به نتایج حاصل از اندازه‌گیری اسیدیته نمونه‌ها (شکل ۲)، می‌توان اسیدیته و کاهش pH که با دور شدن از نقطه ایزوالکتریک پروتئین‌های کازئین، موجب تضعیف نیروی جاذبه الکتروستاتیک و

واندروالس ناشی از تجمع میسل‌های کازئین و گلبول‌های چربی را دلیل این امر دانست، زیرا برای افزایش قدرت جذب آب و افزایش ویسکوزیته ظاهری، وجود پیوندهای قوی برای تشکیل شبکه کازئین ضروری است. لی‌یو و ون لین (۲۰۰۰) نیز در بررسی خود با به‌کارگیری گلوکز، لاکتوز و ساکارز در تولید نوشیدنی کفیر، نتایج مشابهی را در مورد افزایش ویسکوزیته ظاهری گزارش کردند.



شکل ۶- مقایسه میانگین ویسکوزیته تیمارهای بستنی بر اساس تیمار و زمان در سطح معنی‌داری ($P\leq ۰/۰۵$)

اثر استفاده از فیبر قهوه سبز و عصاره کفیر بر تغییرات رنگ

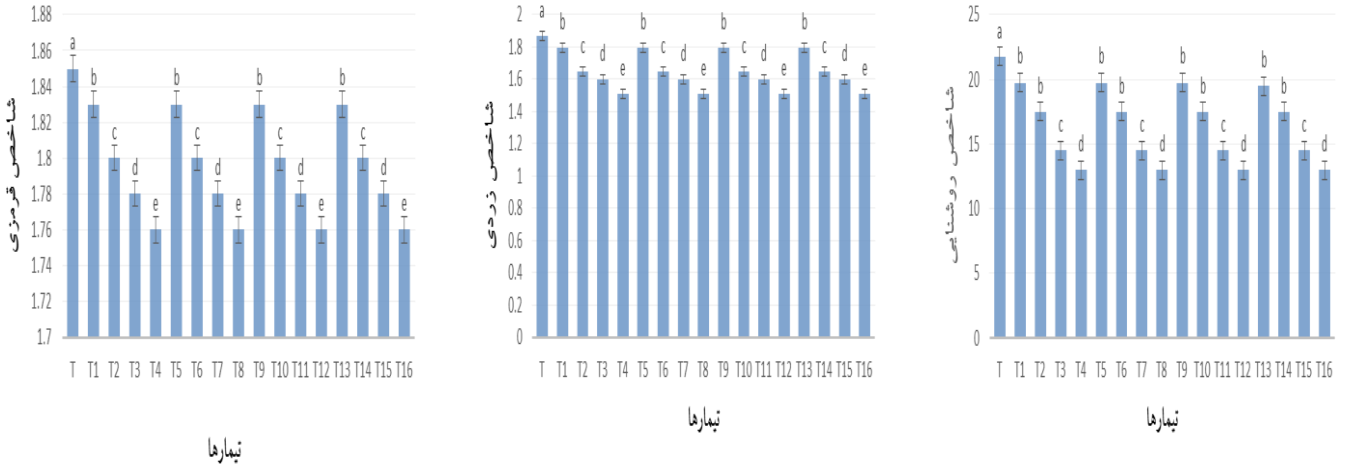
تاثیر تیمار بر روی شاخص روشنایی (L^*) ، زرد/ آبی (b^*) و قرمز/سبز (a^*) تیمارها معنی‌دار بود ($p\leq ۰/۰۵$). بررسی نتایج ارزیابی شاخص روشنایی (شکل ۷) نشان داد که افزایش درصد استفاده از فیبر قهوه سبز در فرمولاسیون بستنی در مقادیر بالاتر از ۰/۵ درصد باعث کاهش روشنایی تیمارهای بستنی گردیده است بطوریکه بالاترین میزان شاخص روشنایی متعلق به تیمار شاهد و کمترین میزان شاخص روشنایی نیز متعلق به تیمارهای با مقادیر ۲ درصد فیبر قهوه سبز بود. لازم به ذکر است دما و زمان تخمیر کفیر تاثیرات معنی‌داری بر روی شاخص روشنایی تیمارهای بستنی نداشت. یکی از دلایلی که می‌تواند در اینجا به آن اشاره گردد به ترکیبات ساختاری فیبر قهوه سبز بر می‌گردد. کلروژنیک اسید نوعی کافئیک اسید است که در قهوه سبز و فیبر قهوه سبز یافت می شود. ۸۰۰-۵۰۰ میلی‌گرم کلروژنیک اسید در هر لیتر قهوه معمولی یافت می‌شود و میزان کلروژنیک اسید موجود در فیبر قهوه سبز به مراتب بیشتر از این مقدار است. حضور اسید کلروژنیک و همچنین کلروفیل موجود در فیبر قهوه سبز موجب کاهش شاخص روشنایی تیمارهای بستنی می‌گردد و طبیعتا با افزایش میزان درصد استفاده از فیبر بر غلظت ترکیبات رنگی افزوده شده و با شدت بیشتری شاخص روشنایی کاهش می‌یابد. از دیگر دلایل کاهش شاخص روشنایی می‌توان به کاهش میزان هوادهی بستنی با افزایش وزن مخلوط بستنی و همچنین کاهش میزان حباب‌های هوا و کاهش توسعه کریستال‌های یخی اشاره کرد که با کاهش یافتن درصد حجم‌افزایی میزان شاخص روشنایی بستنی نیز به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. در این راستا تحقیقات مشابهی نیز وجود دارد. در طی زمان نگهداری نیز به جهت کاهش حجم سلول‌های حباب به طور معنی‌داری یک کاهش کلی در کلیه تیمارهای بستنی نیز مشاهده شد. جهادی و همکاران (۱۳۹۴) نیز در بررسی تاثیر فیبر خوراکی لیمو به عنوان جایگزین چربی در بستنی نیز دریافتند که درصدهای بالای نیم درصد لیمو باعث کاهش معنی‌دار شاخص روشنایی در بستنی گردید. همچنین مجموع نتایج آنالیز فیزیکوشیمیایی و بافتی حاکی از آن بود که بهترین میزان فیبر جهت استفاده در نمونه‌های بستنی ۰/۵ درصد می‌باشد زیرا این میزان فیبر به طور مطلوبی می‌تواند ویژگی‌های بافتی را

اصلاح کند و خصوصیات حسی خوبی را از خود نشان دهد که با نتایج تحقیق حاصل نیز در توافق بود. صبری و همکاران (۱۳۹۲) بررسی اثر افزودن فیبر حاصل از تفاله مرکبات بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی بستنی را بررسی نمودند، آن‌ها در بررسی خود دریافتند که استفاده از فیبر مرکبات باعث کاهش معنی‌دار شاخص روشنایی تیمارهای بستنی گردیده است که به جهت افزایش غلظت کارتنوئیدهای موجود در فیبر مرکبات و همچنین تغییرات بافتی و ویسکوزیته بستنی می‌باشد که با نتایج یافته‌های تحقیق حاضر نیز مطابقت داشت. سوکولیس و همکاران (۲۰۰۹) در بررسی اثرات غنی‌سازی با اینولین دریافتند که استفاده از اینولین (فیبر رژیمی) باعث کاهش میزان شاخص روشنایی تیمارهای بستنی گردید که با نتایج تحقیق حاضر نیز مطابقت نشان داد.

همچنین با توجه به شکل ۷ ملاحظه گردید با افزایش میزان درصد استفاده از فیبر قهوه سبز در فرمولاسیون بستنی میزان شاخص زرد/آبی تیمارهای بستنی به طور معنی‌داری کاهش یافت. بالاترین میزان شاخص زرد/آبی متعلق به تیمار شاهد و سپس تیمار حاوی ۰/۵ درصد فیبر قهوه سبز و کمترین میزان شاخص زرد/آبی نیز متعلق به تیمار حاوی ۲ درصد فیبر قهوه سبز در فرمولاسیون بستنی بود. این تغییرات می‌تواند مربوط به حضور رنگ غالب سبز کلروفیل فیبر قهوه سبز و به دنبال آن کاهش شاخص زرد/آبی تیمارهای بستنی با افزایش فیبر قهوه سبز باشد. نتایج نشان داد درجه حرارت و زمان تخمیر دانه‌های کفیر مورد استفاده تاثیرات معنی‌داری بر روی میزان شاخص زرد/آبی تیمارهای بستنی نداشته است ($P\leq ۰/۰۵$) . ایگوتیا و همکاران (۲۰۱۱) بررسی جایگزینی نارگیل سبز در فرمولاسیون بستنی را بررسی نمودند. بررسی نتایج آن‌ها نشان داد که استفاده از نارگیل سبز در فرمولاسیون بستنی، شاخص زرد/آبی را به طور معنی‌داری کاهش داد که با نتایج تحقیق حاضر نیز در توافق بود. مودگیلا و همکاران (۲۰۱۶) در بررسی خصوصیات کاربردی با غنی‌سازی فیبر محلول با صمغ گوار هیدرولیز شده نیز دریافتند که استفاده از فیبرها به طور معنی‌داری باعث کاهش معنی‌دار در شاخص زردی تیمارها شد که با نتایج تحقیق حاضر نیز مطابقت داشت.

مطابق با نتایج شکل ۷ تاثیر تیمار بر روی شاخص قرمز/سبز معنی‌دار بود ($P<۰/۰۱$). مطابق با نتایج بالارفتن فیبر قهوه سبز باعث کاهش شاخص قرمز/سبز در فرمولاسیون بستنی گردید. با افزایش میزان شاخص قرمز/سبز و کاهش شاخص زرد/آبی، به دلیل غالب بودن رنگ سبز در فرمولاسیون بستنی، شاخص قرمز/سبز به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد.

ایگوتیا و همکاران (۲۰۱۱) به بررسی جایگزینی نارگیل سبز در فرمولاسیون بستنی را بررسی نمودند. بررسی نتایج آن‌ها نشان داد که استفاده از نارگیل سبز در فرمولاسیون بستنی شاخص قرمز/سبز را نیز به طور معنی‌داری کاهش داد که با نتایج تحقیق حاضر نیز در توافق بود. همتیان سورکی و همکاران (۱۳۹۲) نیز در بررسی خود با عنوان بررسی تاثیر استفاده فیبرهای رژیمی پوست قهوه و تاثیر آن بر ویژگی‌های رنگ سنجی نان بربری دریافتند که شاخص قرمز/سبز تیمارها به طور معنی‌داری کاهش یافت که با نتایج تحقیق حاضر نیز مطابقت داشت.



شکل ۷- مقایسه میانگین تیمارهای بستنی برای شاخص روشنایی، زرد/آبی و قرمز/سبز بر اساس تیمار در سطح معنی‌داری (P≤۰/۰۵)

اثر استفاده از فیبر قهوه سبز و عصاره کفیر بر تغییرات ویژگی‌های حسی

بررسی نتایج جدول ۲ ناشی از کاهش امتیازات ارزیاب‌ها با افزایش میزان استفاده کفیر با دمای ۳۷°C به مدت ۴۸ ساعت بود. خواص آروماتیک کفیر، حاصل از اسید لاکتیک، دی اکسید کربن، اتیل الکل و ترکیبات آروماتیک در خلال تخمیر است. عطر خوش کفیر به علت حضور دی‌استیل و استالدهید در محیط می‌باشد که دی‌استیل توسط *استرپتولاکتیس دی‌استیل لاکتیس* زیرگونه لئوکونوستوک تولید می‌شود. استارتر کفیر با فرض بر این که دما ثابت باشد، در زمان‌های مختلف تخمیر محصولات متفاوتی تولید می‌نماید (رحیم‌زاده و همکاران ۱۳۹۰). بطوری که افزایش اسیدیته و حضور اسیدهای آلی از جمله اسید استیک و اسید لاکتیک سبب کاهش امتیازات ارزیاب‌ها در طی ۴۸ ساعت تخمیر شده است که بالا رفتن این ترکیبات اسیدی در حین تخمیر ۴۸ ساعت نتوانست رضایت ارزیاب‌ها را جلب نماید و امتیازات عطر و بو نیز کاهش یافت. همچنین فیبر قهوه سبز نیز با افزایش میزان استفاده در فرمولاسیون به جهت دارا بودن مقادیر بالای اسید کلروژنیک باعث ایجاد بوی نامطلوب در بستنی می‌گردد. عطر و بوی فیبر قهوه سبز با بوی قهوه بو داده و معمول متفاوت بوده و باعث کاهش امتیازات عطر و آروما ترکیبات گردید. در زمان تخمیر ۴۸ ساعت و دمای ۳۷°C نیز علاوه بر اسید سیتریک، اسید لاکتیک نیز به میزان بالایی تولید می‌شود که باعث کاهش امتیازات عطر و بو تیمارها گردید. از نظر طعم و بو برخی از میکروارگانیسم‌ها اثرات مثبت و تعدادی دیگر نیز اثرات منفی به جا می‌گذارند. از نظر اسیدیته، مخمرها اسید کمتر و باکتری‌های لاکتیک، اسید بیشتری تولید می‌کنند. از نظر گاز کربنیک، مخمرها گاز بیشتر و باکتری‌های لاکتیک گاز کمتری تولید می‌کنند. نتایج تحقیق حاضر با یافته‌های عبدالملکی و همکاران (۱۳۸۸) در بررسی تولید نوشیدنی تخمیری بر پایه آب پنیر با استفاده از انواعی از میکروفلور کفیر و بررسی ویژگی‌های شیمیایی و ارگانولپتیک آن نیز مطابقت داشت. آن‌ها دریافتند که افزایش میزان اسید استیک و اسید لاکتیک در نوشیدنی تاثیرات نامطلوبی بر روی عطر و بو داشته که با نتایج تحقیق حاضر نیز مطابقت داشت. بررسی نتایج جدول ۲ نیز نشان داد که به کار بردن فیبر قهوه سبز در فرمولاسیون بستنی به میزان بالاتر از ۰/۵ درصد باعث کاهش معنی‌دار امتیازات ارزیاب‌ها در مقایسه با تیمار شاهد گردید. همچنین استفاده از کفیر با میزان تخمیر ۳۷°C و مدت زمان تخمیر ۴۸ ساعت نیز به طور معنی‌داری باعث کاهش امتیازات ارزیاب‌ها گردید. فیبر قهوه سبز دارای ترکیبات

فرولیکوئینیک اسید، دی کافئولکوئینیک اسید و فرولولکوئینیک اسید که علاوه بر ایجاد اسیدیته بالا در مخلوط بستنی، در ایجاد حالت گس مانند نیز نقش بسزایی دارد. از این رو با افزایش میزان استفاده از فیبر قهوه سبز در فرمولاسیون تیمارهای بستنی، امتیازات طعم و مزه تیمارهای بستنی با کاهش معنی‌داری مواجه بود ($P< ۰/۰۱$). از دیگر دلایل کاهش امتیازات طعم و مزه تیمارهای بستنی به فراکسیون‌های تخمیری بالا مانند اسید استیک، اسید لاکتیک و سایر مشتقات اسیدی که باعث کاهش میزان مطلوبیت طعم می‌شوند می‌توان اشاره نمود. نهایتا زمانی که استفاده از مقدار فیبر بالای ۰/۵ درصد و زمان تخمیر نیز بالای ۲۴ ساعت و دمای تخمیر نیز بالای ^{o}C ۲۰ باشد، امتیازات نیز در مقایسه با تیمار شاهد به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. بستنی سیستمی است که در آن گلبول‌های چربی، حباب‌های هوا و بلورهای یخ در فاز سرمی متشکل از پروتئین و پلی‌ساکارید پخش شده‌اند. گلبول‌های چربی، پلی‌ساکاریدها، پروتئین‌ها و شکر نقش مهمی در فرمولاسیون بستنی ایفا می‌کنند. بافت بستنی نیز از فاکتورهای ارزیابی مهمی است که متأثر از درصد حجم‌افزایی، سختی و چسبندگی می‌باشد. بافت بستنی تحت تأثیر عوامل مختلفی از جمله نقطه ذوب، مقدار ماده جامد کل، افزایش حجم و مقدار و نوع پایدارکننده است. ویسکوزیته، یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های رئولوژیکی مخلوط بستنی است و تحت تأثیر ترکیب مخلوط عمدتا پایدارکننده و پروتئین، نوع وکیفیت مواد تشکیل دهنده، غلظت ماده جامد کل، فرایند تولید و دمای محیط قرار دارد، مقدار مشخصی از ویسکوزیته برای همزدن مناسب و نگهداری هوا لازم است. بررسی نتایج ارزیابی بافت جدول ۲ نیز نشان داد که با افزایش درصد استفاده از فیبر قهوه سبز در فرمولاسیون بستنی میزان امتیازات بافت کاهش یافت. یکی از دلایل این تغییرات مربوط به افزایش سختی ناشی از افزایش درصد فیبر قهوه سبز بود. سختی بستنی مقاومت آن در برابر تغییر شکل توسط نیروی خارجی تعریف می‌شود و توسط فاکتورهایی مانند حجم‌افزایی، سایز کریستال یخ و حجم فاز یخی تحت تأثیر قرار می‌گیرد (مودگیلا و همکاران ۲۰۱۶). استفاده از فیبر قهوه سبز مانند مراکز و هسته‌هایی برای رشد کریستال‌های یخ عمل کرده و باعث توسعه حجم فاز یخی موجود در بافت بستنی می‌شود. همچنین درصد حجم‌افزایی با افزایش درصد فیبر قهوه سبز به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد که باعث کاهش امتیازات بافت تیمارها گردید. از طرفی استفاده از کفیر با تخمیر در ^{o}C ۳۷ و ۴۸ ساعت باعث افزایش تولید کفیران و سایر متابولیت‌های پلی-ساکاریدی و اگزو پلی‌ساکاریدی شده و چسبندگی بافت بستنی را افزایش داده و باعث کاهش امتیازات بافت ارزیاب‌ها گردیده است. اگزو پلی‌ساکارید کفیران به صورت زنجیره‌ای منشعب بوده و از واحدهای گلوکز و گالاکتوز تشکیل شده است (میشلی و همکاران ۱۹۹۹). کفیران یکی از متابولیت‌های خارجی میکروبی است که توسط باکتریها و قارچهای موجود در دانه کفیر، طی رشد تولید می‌شود. علاوه بر این اگزو پلی‌ساکارید کفیران با خاصیت جذب آب بالا مانع تکمیل فرآیند رسانیدن و تشکیل بافت با هوادهی مناسب می‌شود بنابراین تولید اگزو پلی‌ساکارید علاوه بر فعالیت آنزیمی ناشی از فعالیت باکتری‌های اسید لاکتیک و افزایش احتمال تشکیل شبکه کازئین، موجب افزایش بیشتر ویسکوزیته ظاهری نمونه‌های بستنی می‌شود که باعث کاهش امتیازات ارزیاب‌ها می‌شود. در این راستا تحقیقات مشابهی نیز وجود دارد. پذیرش کلی محصول مجموعه تمام ویژگی‌هایی است که برآیند آن‌ها بر روی انتخاب محصول بهینه تاثیر گذار است. با توجه به جدول ۲ مشاهده که شد که تیمارهای با ۰/۵ درصد فیبر قهوه سبز نسبت به سایر نسبت‌های فیبر قهوه سبز از مطلوبیت بیشتری برخوردار بودند. همچنین تیمارهای با کفیر تخمیر شده در ۴۸ ساعت و ^{o}C ۳۷ نیز پذیرش کلی تیمارها نیز به طور معنی‌داری کاهش داد. کاهش امتیازات عطر و طعم و همچنین بافت تیمارها نیز به طور معنی‌داری باعث کاهش امتیازات پذیرش کلی شد و نهایتا تیمارهای T1 به طور معنی‌داری به عنوان تیمار بهینه انتخاب گردید.

جدول ۲- نتایج توزیع غیرپارامتری – رتبه‌ای کای دو ویژگی‌های عطر و بو، طعم و مزه، بافت و پذیرش کلی

تیمارهای بستنی یک روز پس از تولید در سطح احتمال (P≤۰/۰۵)

شماره تیمار	عطر و بو	طعم و مزه	بافت	پذیرش کلی
T	۵/۰	۵/۰۰	۵/۰۰۰	۵/۰۰۰
T1	۵/۰۰	۵/۰۰	۵/۰۰۰	۵/۰۰۰
T2	۵/۰۰	۵/۰۰	۵/۰۰۰	۵/۰۰۰
T3	۴/۲۵۰	۴/۲۵	۴/۲۵	۴/۲۵
T4	۳/۷۵۰	۴/۵	۴/۰۰۰	۴/۰۰۰
T5	۴/۲۵۰	۴/۰۰	۴/۰۰۰	۴/۰۰۰
T6	۳/۲۵	۵/۰۰	۴/۰۰۰	۴/۰۰۰
T7	۳/۲۵	۴/۷۵	۴/۰۰۰	۴/۰۰۰
T8	۲/۷۵	۳/۲۵	۴/۰۰۰	۴/۰۰۰
T9	۳/۷۵	۳/۵	۳/۷۵	۳/۷۵
T10	۳/۷۵	۳/۲۵	۲/۷۵	۲/۷۵
T11	۲/۷۵	۳/۵	۲/۷۵	۲/۷۵
T12	۲/۲۵	۳/۲۵	۲/۷۵	۲/۷۵
T13	۲/۷۵	۳/۷۵	۲/۷۵	۲/۷۵
T14	۲/۲۵	۲/۷۵	۲/۷۵	۲/۷۵
T15	۲/۷۵	۳/۰	۲/۲۵	۲/۲۵
T16	۱/۷۵	۴/۵	۲/۲۵	۲/۲۵

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به اثرات سلامتی بخش کفیر و همچنین تاثیرات آنتی‌اکسیدانی فیبر قهوه سبز در فرمولاسیون بستنی فراسودمند استفاده گردید. در این تحقیق بستنی فراسودمند با استفاده از فیبر قهوه سبز و شیر تخمیر شده با دانه‌های کفیر در دماها و زمان‌های مختلف تهیه شد. با توجه به تغییرات اسیدیته و pH در دمای ۳۷ ^{o}C و زمان ۴۸ ساعت، بستنی تهیه شده به جهت عدم مطابقت با استانداردهای بستنی و پذیرش کلی مطلوب نبوده و تنها در زمان ۲۴ ساعت و دمای ۲۰ ^{o}C دارای اسیدیته و pH و همچنین شاخص‌های رئولوژیکی و پراکسید و همچنین خصوصیات حسی مطلوب بود که به عنوان تیمار بهینه معرفی گردید. لذا در صورت استفاده از کفیر جهت تولید محصولات لبنی حتما بایستی اسیدیته و شاخص‌های فیزیکوشیمیایی مطلوب را مد نظر داشت و با دقت در انتخاب میزان فیبر قهوه سبز و همچنین در نظر گرفتن شرایط بهینه تخمیر محصول جدید فراسودمند با ویژگی‌های بهینه تولید نمود.

منابع مورد استفاده

جهادی ر و فاضل م، ۱۳۹۴. بررسی تاثیر فیبر خوراکی لیمو به عنوان جایگزین چربی در بستنی، نخستین همایش بین المللی صنایع غذایی ایران، تهران، مرکز همایشهای توسعه ایران.

رحیم زاده گ، بهار م ع و امیر مظفری ن، ۱۳۹۰. بررسی اثر ضد میکروبی کفیر در زمان‌های متفاوت تخمیر، مجله میکروب شناسی پزشکی ایران، (۷)۵، ۳۵-۴۱.

صبری س، مهدیان ا و مهربان سنگ آتش م، ۱۳۹۲. بررسی اثر افزودن فیبر حاصل از تفاله مرکبات بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی بستنی، دومین همایش ملی علوم و صنایع غذایی، قوچان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قوچان.

عبدالملکی ف، مظاهری اسدی م و جهادی م، ۱۳۸۸. تولید نوشیدنی تخمیری بر پایه آب پنیر با استفاده از انواعی از میکروفلور کفیر و بررسی ویژگی‌های شیمیایی و ارگانولپتیک آن، مجله علوم تغذیه وصنایع‌غذایی ایران، ۴، ۲۱-۳۲.

کسری کرمانشاهی ر، معطر ف، شادزی ش و مهدوی م س، ۱۳۸۰. اثر میکروبی و ضد قارچی کفیر در محیط Invitro، مجله علوم پزشکی بابل، (۴)۳، ۱۹-۲۴.

مصطفوی ف س، مظاهری تهرانی م و محبی م، ۱۳۹۳. بررسی تاثیر میزان چربی بر خصوصیات فیزیکی و رئولوژیکی بستنی وانیلی، مجله علوم و صنایع غذایی، (۴۵)۱۱، ۵۵-۶۴.

ملک نژاد ع، ناطقی ل و شهاب لواسانی ع، ۱۳۹۷. تاثیر افزودن پودر چای سبز بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، حسی و آنتی‌اکسیدانی بستنی، مجله علوم وصنایع غذایی، (۷۶)۱۵، ۲۵۷-۲۶۸.

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۸۶. ویژگی‌ها و روش آزمون بستنی، استاندارد ملی ایران شماره ۲۴۵۰.

مهدیان ا، مظاهری تهرانی م و شهیدی ف، ۱۳۹۰. بررسی اثر کاربرد آرد کامل سویا بر خصوصیات رئولوژیک بستنی، مجله علوم و صنایع غذایی، (۸)۸، ۱۰۴-۱۰۷.

میرچولی برازق ع ر و مظاهری تهرانی م،۱۳۹۰. بررسی تاثیر جایگزینی مواد جامد کل بستنی با بادام بر ویژگی‌های فیزیکی و حسی آن، نوآوری در علوم و فناوری غذایی، (۱) ۳، ۱۹-۲۶.

نصیری محلاتی م، مرتضوی ع و قدوسی ح ب، ۱۳۸۱. بهینه سازی خواص فیزیکوشیمیایی و حسی در بستنی کم کالری، علوم و صنایع کشاورزی، دوره (۲)۱۶، ۱۴۱ – ۱۳۱.

همتیان سورکی ع ا، مهدویان مهر ه، پورفرزاد و صداقت ن، ۱۳۹۲. بهینه یابی شرایط استخراج قلیایی فیبرهای رژیمی پوست قهوه و تاثیر آن بر ویژگی‌های کیفی و ماندگاری نان بربری، مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، (۱۱)۸، ۱۱-۲۲.

Ferraz FDO and Silva SSD, 2009. Characterization of coffee husk biomass for biotechnological purposes. New Biotechnology. Abstracts of the 14th Euro-pean Congress on Biotechnology, 13–16 September. Barcelona, Spain.

Iguttia AM, Pereira ACI, Fabiano L, Silva RAF and Ribeiro EP, 2011. Substitution of ingredients by green coconut (Cocos nucifera L) pulp in ice cream formulation. Procedia Food Science 1: 1610 – 1617.

Kolanowski W, Ziolkowski M, Weißbrodt J, Kunz B and Laufenberg G, 2005. Microencapsulation of fish oil by spray drying –impact on oxidative stability. European Food Research and Technology 222 (3-4): 336-342.

Liu RJ and Wen Lin C, 2000. Production of kefir from soymilk with or without added glucose, lactose or sucrse, Journal of Food Science 1: 716-719.

Magalhãesa KT, Pereirab MA, Nicolaub A, Dragoneb G, Dominguesb L, António Teixeira J, Batista de Almeida Silvac J and FreitasSchwana R, 2010. Production of fermented cheese whey-based beverage using kefir grains as starter culture: Evaluation of morphological and microbial variations. Bio Resource Technology 101(22): 8843–8850.

Micheli AD, Uccelletti AC, Palleschi AV and Crescenzi V, 1999. Isolation and characterization of a ropy Lactobacillus strain producing the exopolysaccharide kefiran. Applied Microbiology Biotechnology 53: 69-74.

Mudgila D, Baraka Sh and Khatkarb BS, 2016. Development of functional yoghurt via soluble fiber fortification utilizing enzymatically hydrolyzed guar gum. Food Bioscience 14: 28–33.

Navarra G, Moschetti M, Guarrasi, V, Mangione, MR, Militello, V and Leone, M, 2017. Simultaneous Determination of Caffeine and Chlorogenic acids in green coffee by UV/VIS spectroscopy. Journal of Chemistry 10: 1-8.

Puerari C, Teixeira Magalhães K and Freitas Schwan R, 2012. New cocoa pulp-based kefir beverages: Microbiological, chemical composition and sensory analysis. Food Research International 48: 634–640.

Ramalakshmi k, kubra IR and Rao LJM, 2007, Physicochemical characteristics of green coffee: comparison of graded and defective beans. Journal of Food Science 72(5): 333-337.

Redgwella R, Trovatoa V, Merinata S, Curtia D, Hedigera S and Maneza A, 2003. Dietary fibre in cocoa shell: characterization of component polysaccharides. Food Chemistry 81: 103–112.

Ribas-Agustí DM, Castro-López M, Manuel López-Vilariño J and Victoria González-Rodríguez M, 2014. Immobilization of green tea extract on polypropylene films to control the antioxidant activity in food packaging. Food Research International 53(13): 522–528.

Sharifi A, Golestan L and Sharifzadeh Baei M, 2012. Studying the Enrichment of Ice Cream with Alginate Nanoparticles Including Fe and Zn Salts. Journal of Nanoparticles, Hindawi Press, 14: 1-6.

Shemekite F, Gómez-Brandón M, Franke-Whittle IH, Praehauser B, Insam H, Assefa F, 2014. Coffee husk composting: An investigation of the process using molecular and non-molecular tools. Waste Management 34: 642-652.

Soukoulis C, Lebesi D and Tzia C, 2009. Enrichment of ice cream with dietary fiber: Effects on rheological properties, ice crystallization and glass transition phenomena. Food Chemistry 115: 665-671.

Taherian A, Rahbari M and Sadeghi Mahonak AR, 2016. Study the effect of date syrup and Arabic gum on the physicochemical and sensory of orange ice cream with PCA technique. Food Science and Nutrition Journal 13(2): 15-28.

Feasibility of functional ice cream on the basis of green coffee fiber and kefir seeds

N Taghavi[1], L Nateghi[2*] and Sh Berenji[2]

Received: August 8, 2017 Accepted: June 9, 2018
[1]MSc, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Varamin-Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran
[2]Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Varamin-Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran
[*]Corresponding author: Email: leylanateghi@yahoo.com

Abstract
Fermented ice cream is one of the new dairy desserts. The aim of this study was the use of kefir and green coffee ice cream in the formulation of functional and physicochemical, sensory and rheological properties of the product. Produced samples in terms of acidity, pH, peroxide number, overrun percentage, viscosity, colorimetric (brightness index, redness and jaundice), and sensory properties were evaluated. For this purpose, firstly, kefir grains were cultivated in a medium of brown sugar with brix degrees 12, which was changed daily. After this time, kefir grains (25.5 g) were washed with sterile sterile water and inoculated with 225 ml of fermentation medium with brix 12. Then, temperatures of 20 °C and 37 °C, 24 hours and 48 hours for kefir fermentation were selected. After this step, 0.5, 1, 1.5 and 2 percent green coffee fiber were added to ice cream treatments. Then, temperatures of 20 °C and 37 °C, 24 hours and 48 hours for kefir fermentation were selected. After this step, 0.5, 1, 1.5 and 2 percent green coffee fiber was added to ice cream treatments. Ice cream treatments after formulation were tested at intervals of day zero, seventh, fourteenth and twenty weeks of storage, and evaluated in three replications. The results of the evaluations showed that the use of green coffee fiber as well as increasing the storage time by 48 hours and 37°C in ice cream formulation increased the acidity and viscosity. Also, pH, colorimetry index (L*, a*, b*) and percentage of overrun were significantly ($P\leq0.05$) decreased. Finally, fermented ice cream containing 0.5% green coffee fiber and fermented kefir grains at 20 °C and 24 hours were selected as functional ice cream and optimum in terms of sensory properties.

Key words: Fermented ice cream, Green coffee fiber, Kefir grains