بررسی تاثیر جایگزینی شکر با شیرین‌کننده استویوزید و عصاره خرما بر ویژگی‌های فیزیکی و حسی کیک‌های اسفنجی

عماد احمدی[۱]، یحیی مقصودلو[۲*]، محمد حسین عزیزی[۳]، مهران اعلمی[۴] و محمد قربانی[۴]

۱- دانشجوی دکتری، دانشکده صنایع غذایی، دانشگاه علوم و منابع طبیعی گرگان
۲- استاد دانشکده صنایع غذایی، دانشگاه علوم و منابع طبیعی گرگان
۳- استاد دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس
٤- دانشیار دانشکده صنایع غذایی، دانشگاه علوم و منابع طبیعی گرگان

(تاریخ دریافت: ۹۳/۹/۱۳ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۲/۹)

چکیده

در این مطالعه، تاثیر جایگزینی ترکیبات عصاره‌خرما و شیرین‌کننده استویوزید بر ویژگی‌های کیفی کیک‌های اسفنجی مورد بررسی قرار گرفت. این کار پژوهشی بر اساس بدست آوردن کیکی با میزان کالری‌زایی کمتر و حداقل افت کیفی هدف‌گذاری گردید. در این تحقیق، تاثیر ترکیبات عصاره خرما و شیرین‌کننده استویوزید بصورت مجزا و ترکیبی در ۱۵ فرمول و در سطوح متفاوت ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد (بر اساس وزن شکر) بر ویژگی‌های مختلف کیک مورد آزمون قرار گرفت. نتایج آزمون‌ها نشان داد که کیک‌های محتوی استویوزید در مقایسه با شاهد و نمونه‌های عصاره خرما از رطوبت بیشتر و رنگ، ارتفاع و امتیازهای حسی کمتری برخوردار بودند. همچنین بررسی آنالیز پروفیل بافتی بطور آشکاری مشخص کرد که افزایش سطوح استویوزید، سبب تغییر معنی‌دار برخی پارامترهای بافتی دستگاهی گردید. از طرف دیگر، کیک‌های محتوی عصاره‌خرما از میزان رنگ بیشتر، ارتفاع کمتر، رطوبت حد واسط و امتیازهای حسی بیشتری برخوردار بودند. بررسی آنالیز پروفیل بافتی نیز نشان داد که پارامترهای بافتی در شرایط مطلوب‌تری نسبت به نمونه‌های استویوزید قرار داشتند. علاوه‌براین، استفاده از فرمول‌های ترکیبی استویوزید و عصاره‌خرما خصوصیات فیزیکی و حسی نمونه‌های کیک را بهبود بخشید. در نهایت پس از محاسبه میزان انرژی نمونه‌های شاهد و منتخب مشخص گردید که کیک‌های منتخب از میزان انرژی‌زایی کمتری برخوردار بودند.

کلید واژگان: کیک، شیرین‌کننده استویوزید، عصاره خرما، آنالیز پروفیل بافت

*مسئول مکاتبات: y.maghsoudlou@gau.ac.ir

۱- مقدمه

امروزه صنایع غذایی با چالش‌هایی نظیر تولید و فراهم کردن غذاهای سلامتی‌بخش روبروست. یکی از روش‌های فراهم‌سازی چنین غذاهایی، کاهش و یا حذف ترکیبات پرکالری و مخاطره-آمیزی مانند شکر از فرمولاسیون مواد غذایی نظیر کیک‌ها می-باشد. بطور معمول کیک‌ها از آن دسته از محصولات نانوایی به شمار می‌روند که از ترکیباتی نظیر آرد، شکر، تخم مرغ، چربی یا روغن و ترکیبات حجم دهنده تشکیل می‌شوند [۱]. شکر یکی از ترکیبات اساسی در فرمولاسیون کیک‌ها محسوب می‌شود. این ترکیب علاوه‌بر ایجاد طعم شیرین و مطلوب، دارای ویژگی‌های عملکردی نظیر نرم کردن بافت و افزایش ماندگاری، اثر روان-کنندگی و کاهش میزان هیدراتاسیون روی پروتئین آرد و همچنین بهبود رنگ و حجم محصول می‌باشد [۲]. در مقابل، کاهش میزان ساکاروز می‌تواند ویژگی‌های حسی و ساختاری کیک را تحت تاثیر قرار دهد. بنابراین، ترکیباتی به عنوان جانشین برای ساکاروز باید انتخاب گردد که علاوه‌بر دارا بودن خصوصیات عملکردی ساکاروز کمترین تاثیر نامطلوب را نشان دهند. در پژوهش‌های مختلف، استفاده از ترکیباتی نظیر آسپارتام [۳]، پلی‌دکستروزها، زایلیتول، سوربیتول [٤] و سایر آلدیتول‌ها [٥] به عنوان جانشین تمام و یا قسمتی از ساکاروز مورد بررسی قرار گرفته است.

شیرین‌کننده‌های طبیعی و غیرمغذی به همراه استفاده از ترکیبات شیرین‌کننده طبیعی مغذی می‌توانند جایگزین مناسبی برای شکر در نظر گرفته شوند [۶]. شیرین‌کننده غیرمغذی استویوزید با قدرت شیرین‌کنندگی ۱۷۰ برابر ساکاروز می‌تواند علاوه بر ایجاد طعم شیرین پایدار، دارای مزایایی نظیر قابلیت انحلال در آب و الکل، پایداری در محلول‌های اسیدی و بازی، پایداری در برابر نور و دمای بالا و همچنین قابلیت ماندگاری و انبارمانی طولانی می‌باشد [۷]. اما شیرین‌کننده‌های طبیعی و مغذی نظیر عصاره خرما نیز می‌تواند جایگزین مطلوبی برای شکر در نظر گرفته شود چراکه این مواد علاوه بر دارا بودن مزایای تکنولوژیکی، ارزش تغذیه‌ای محصول را به دلیل داشتن فیبر و مواد معدنی مطلوب افزایش می‌دهند.

در همین زمینه، احمدی و همکاران (۱۳۸۹) قند خرما را جایگزین قند اینورت در کیک‌های لایه‌ای نموده و ویژگی‌های مختلف آن را بررسی و به نتایج قابل توجهی نیز دست یافتند[۸]. کیک مورد بررسی در این پژوهش از انواع کاپ کیک‌های با نسبت پایین محسوب می‌شود. با توجه به فرمولاسیون بیشتر کیک‌ها که از آرد، شکر و روغن زیادی تشکیل شده، این محصولات در دسته مواد غذایی پرکالری قرار دارند. بنابراین جهت تولید کیک های فراسودمند، استفاده از ترکیبات عملگرا و جانشین که بتواند علاوه‌بر ایجاد خصوصیات ارزشمند تغذیه‌ای و کاهش میزان کالری، کمترین تاثیر را بر ویژگی‌های ساختاری و حسی کیک‌ها داشته باشد از اهمیت بالایی برخوردار است. بسیاری از تحقیقات صورت گرفته در مورد ترکیبات و فرمولاسیون محصولاتی نظیر کیک، بر اساس تجربه استوار بوده و در نتیجه پژوهش‌های علمی قابل توجهی در زمینه فرمولاسیون-های ویژه و کم کالری مشاهده نمی‌شود. بنابراین، در این پژوهش تاثیر ترکیبات فراسودمند عصاره خرما و شیرین‌کننده استویوزید بصورت مجزا و ترکیبی و در سطوح متفاوت ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد (بر اساس وزن شکر) بر ویژگی‌های مختلف کیک مورد بررسی قرار گرفت و در نهایت فرمولی کم‌کالری و با کمترین اختلاف در خصوصیات فیزیکی و حسی نسبت به نمونه شاهد انتخاب گردید.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

در این پژوهش از آرد گندم، شکر، تخم مرغ، شورتنینگ، روغن آفتاب‌گردان، . عصاره خرما (۱/۵ درصد پروتئین، ۰/۱ درصد چربی، ۳۳/۱ درصد فروکتوز و ۳۱/۵ درصد گلوکز و بریکس ۷٤ درصد) خریداری شده از شرکت دمباز ایران و شیرین‌کننده استویوزید با مشخصات میزان شیرین کنندگی ۱۷۰ برابری نسبت به ساکاروز متعلق به شرکت استیوان مالزی استفاده گردید.

۲-۲- آماده‌سازی و تهیه کیک

کیک‌ها بر اساس فرمولاسیون اصلاح شده لبسی و تزیا تهیه شدند. در ابتدا شورتنینگ و روغن با شکر مخلوط و کرم با ظاهر مطلوبی تشکیل شد. سپس تخم مرغ کامل و تازه به آن افزوده گردید. آن‌گاه مواد پودری شامل پودر نانوایی، پودر شیرخشک و

نمک خوراکی به مخلوط اضافه شد. در این هنگام آرد به فرمولاسیون افزوده شده و مخلوط به آرامی هم زده شد. در نهایت قالبگیری انجام و فرایند پخت با استفاده از فر آزمایشگاهی و با شرایط دمای ٢٠٠ درجه سانتی‌گراد و زمان ٢٠ دقیقه صورت گرفت [٩]. جهت تهیه کیک‌های فراسودمند، ترکیبات عملگرا شامل عصاره خرما و شیرین‌کننده استویوزید به فرمولاسیون افزوده شدند.

٢-٣- تعیین ویژگی‌های شیمیایی آرد

ویژگی‌های مختلف آرد شامل میزان رطوبت، خاکستر، چربی و پروتئین مورد آزمون قرار گرفت [١٠].

٢-٤- اندازه‌گیری رطوبت کیک

میزان رطوبت کیک‌ها بر اساس روش آون‌گذاری و در دو روز نگهداری روزهای اول و هفتم مورد بررسی قرار گرفت [١٠].

٢-٥- تعیین ارتفاع کیک

در این آزمون برشی عرضی از کیک‌ها تهیه و ارتفاع مرکز و از مرکز ٢/٥ سانتی‌متر به سمت چپ و راست کیک مورد بررسی قرار گرفت [١١].

٢-٦- اندازه‌گیری رنگ پوسته و بافت کیک

برای انجام این آزمون ابتدا، نمونه‌های کیک در جعبه تصویر برداری ویژه مجهز به دوربین ١٠ مگاپیکسلی قرار گرفته و عکس مربوط به هر کیک در فرمت JPEG و در ابعاد ٣٦٤٨ * ٢٧٣٦ بدست آمد. در ادامه، آنالیز عکس‌ها با استفاده از نرم افزار (ImageJ Launcher Broken Symmetry Software) صورت گرفت. این روش یکی از معمول‌ترین روش‌های اندازه-گیری رنگ و برخی دیگر از خصوصیات فیزیکی محصولات به شمار می‌رود. با استفاده از این نرم افزار شاخص‌های رنگ شامل L^*، a^* و b^* بدست آمدند [١٢]. شایان ذکر است برای اندازه-گیری رنگ بافت یا مغز کیک، پوسته رویی و اطراف کیک جدا شده و سپس رنگ بافت مشابه آنچه در مورد رنگ پوسته بیان شد مورد ارزیابی قرار گرفت. همچنین، شاخص قهوه‌ای شدن در مورد رنگ و بافت کیک‌ها بر اساس فرمول زیر محاسبه گردید.

که در رابطه اخیر، X برابر است با:

$$BI = \frac{100(x - 0.031)}{0}.17$$

$$x = \frac{(a + 1.75L)}{(5.645L + a - 3.012b)}$$

٢-٧- آنالیز پروفیل بافتی

بافت مغز کیک با استفاده از یک بافت‌سنج TA-TX2 مورد بررسی قرار گرفت. در این آزمون از یک پلانجر آلومینیومی استوانه‌ای با قطر ٢٥ میلی‌متر استفاده شد [١٣]. آنالیز پروفیل بافتی در یک آزمون فشرده‌سازی دوگانه با عمق نفوذ ٢٥ درصد، سرعت یک میلی‌متر بر ثانیه و با تاخیر ٣٠ ثانیه‌ای بین دو مرحله فشرده‌سازی صورت گرفت. در این روش، پارامترهایی همچون سفتی، صمغی شدن، قابلیت جویدن، انسجام و میزان فنری شدن یا الاستیسیته مورد بررسی قرار گرفتند. شایان ذکر است در هنگام انجام آزمون پوسته کیک‌ها حذف و نمونه‌ها با قطر ٣ سانتی‌متر تحت فشرده‌سازی قرار گرفتند.

٢-٨- آنالیز حسی کیک‌ها

کیک‌ها از نظر آروما، بافت، ظاهر، طعم و میزان پذیرش کلی در فرم‌های خیلی تازه، تازه، کمی تازه، بیات، کمی بیات و بسیار بیات توسط ١٠ نفر از افراد آموزش دیده مورد ارزیابی قرار گرفتند. امتیاز ٦ برای کیک‌های خیلی تازه، امتیاز ٥ برای کیک-های تازه، امتیاز ٤ برای کیک‌های کمی تازه، امتیاز ٣ برای کیک‌های بیات، امتیاز ٢ برای کیک‌های کمی بیات و امتیاز ١ برای کیک‌های بسیار بیات در نظر گرفته شد [١٤].

٢-٩- محاسبه میزان انرژی

در این آزمون جهت بدست آوردن میزان انرژی محصول، مقادیر پروتئین، کربوهیدرات و چربی نمونه‌های کیک مورد آنالیز قرار گرفته و با استفاده از فرمول زیر میزان انرژی کیک‌های شاهد و منتخب بدست آمد.

٩ × میزان چربی + ٤ × میزان پروتئین + ٤ × میزان کربوهیدرات = میزان انرژی (کیلوکالری)

٢-١٠- تعیین ریزساختار

جهت بررسی ریزساختار نمونه‌ها از میکروسکوپ الکترونی (philips XL30 model, Netherlands) استفاده شد. حداکثر ولتاژی که توسط این نوع میکروسکوپ مورد استفاده قرار گرفت ٧ کیلو ولت بود. نمونه‌ها پس از خشک شدن توسط

خشک‌کن انجمادی بر روی پایه‌های ویژه تثبیت و فرآیند طلاکوبی بر روی آن صورت گرفت. سپس نمونه‌ها آماده بررسی ریزساختار با میکروسکوپ الکترونی شدند.

۲-۱۱- آزمون‌های آماری

در مورد ویژگی‌های کمی از آزمون تجزیه واریانس (ANOVA) در سطح α=۰/۰۱ استفاده گردید و در صورت معنی‌دار بودن، از آزمون مقایسه چندگانه Duncan استفاده شد. برای آنالیز داده‌ها از نرم‌افزار SPSS 17 استفاده شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- ویژگی های فیزیکوشیمیایی آرد

در جدول ۱ میزان رطوبت، خاکستر، چربی و پروتئین آرد مورد استفاده در تهیه کیک آورده شده است.

جدول ۱ میزان ترکیبات شیمیایی آرد بکار رفته در تهیه نمونه‌های کیک

آرد	رطوبت (٪)	خاکستر (٪)	چربی (٪)	پروتئین (٪)
	۱۳	۰/۵۳	۰/۸	۹

۳-۲- بررسی محتوای رطوبت

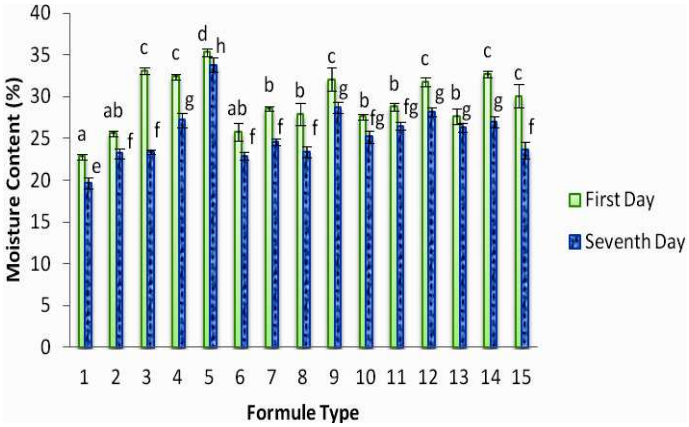
شکل ۱ میزان رطوبت انواع مختلف کیک‌ها را در دو روز نگهداری نشان می‌دهد. نتایج بطور آشکاری نشان می‌دهد که کمترین و بیشترین میزان رطوبت به ترتیب مربوط به نمونه‌های کنترل و ۱۰۰ درصد استویا بود. علاوه‌براین، بصورت بدیهی روشن به نظر می‌رسد که با گذشت زمان میزان رطوبت نمونه‌های کیک کاهش می‌یابد. همچنین، با افزایش سطوح استویوزید میزان رطوبت موجود در کیک‌ها روند افزایشی را نشان داد. دلیل چنین پدیده‌ای را شاید بتوان کاهش سطح ساکاروز و عدم تاثیرگذاری آن بر بافت محصول و ایجاد ساختاری فشرده‌تر و در نتیجه قدرت حفظ رطوبت بیشتر دانست. تیمارهای محتوی عصاره خرما نیز در مقایسه با نمونه های شاهد از محتوای رطوبت بیشتری برخوردار بودند. حضور ترکیبات هیگروسکوپیک گلوکز و فروکتوز در نمونه‌های کیک محتوی عصاره خرما می‌تواند موجب حفظ و بقای بیشتر رطوبت گردد. همچنین در مقایسه نمونه‌های ترکیبی استویا - شکر - عصاره خرما، کیک‌های محتوی درصد بیشتر عصاره خرما از میزان رطوبت کمتری برخوردار بودند. مشابه نتایج بدست آمده، در پژوهشی احمدی و همکاران (۱۳۸۹) قند مایع خرما را جایگزین قند اینورت در فرمولاسیون کیک‌های لایه‌ای کردند و دریافتند که میزان رطوبت کیک‌های تازه بطور معنی‌داری افزایش یافت [۸]. این پژوهشگران دلیل چنین پدیده‌ای را رقابت ترکیبات جاذب آب در فرمولاسیون دانستند. همچنین مانیشا و همکاران (۲۰۱۲) در بررسی تاثیر جانشینی ساکاروز با سوربیتول مایع بر خصوصیات فیزیکی نمونه‌های کیک مشاهده کردند که در اثر جانشینی و افزایش سطوح سوربیتول مایع، محتوای رطوبت مربوط به نمونه‌های کیک افزایش معنی‌داری را نشان داد [٦].

شایان ذکر است که افزایش رطوبت در برخی از تیمارها افزایش فعالیت آبی، افزایش رشد ریزسازواره‌های کپک و مخمر و در نتیجه کاهش میزان ماندگاری کیک‌ها را در پی داشت به گونه‌ای که در میان همه تیمارها و تا پایان روز هشتم نگهداری فقط نمونه‌های شاهد و نمونه‌های ترکیبی عصاره خرما + ساکاروز دچار کپک زدگی نشدند.

۳-۳- آزمون ارتفاع

نتایج مربوط به آزمون ارتفاع در شکل ۲ نشان داده شده است. در بررسی ارتفاع مرکز و ۲/۵ سانتی متر از چپ و راست کیک‌ها مشخص شد که میزان ارتفاع تمامی تیمارها در مقایسه با نمونه کنترل تغییرات قابل توجهی را نشان ندادند.

در این میان، کمترین میزان ارتفاع مربوط به کیک‌های محتوی ۱۰۰ درصد خرما بود. جایگزینی عصاره خرما تا سطح ۲۵ درصد توانست میزان ارتفاع کیک‌ها را در مقایسه با نمونه شاهد افزایش دهد. اما با افزایش سطح جانشینی، ارتفاع نمونه‌ها در هر سه وضعیت مورد بررسی کاهش معنی‌داری را نشان داد.



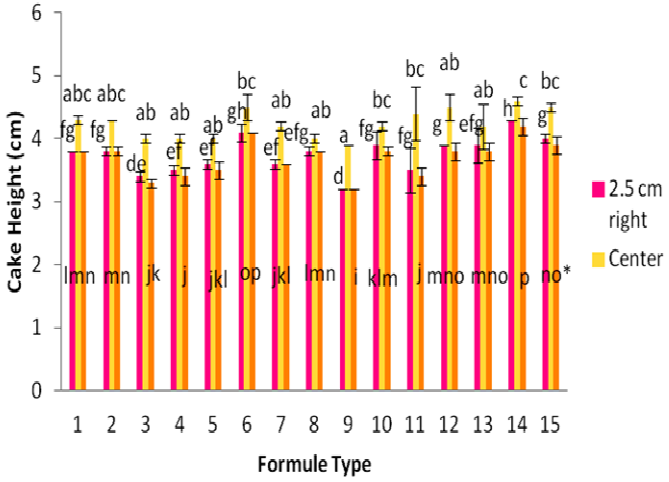
شکل ۱ نمایش محتوای رطوبت فرمول‌های مختلف کیک در طی هفت روز نگهداری

فرمول‌ها عبارتند از: ۱) شاهد ۲) ۲۵ استویا–۷۵شکر ۳) ۵۰ استویا–۵۰شکر ٤) ۷۵ استویا–۲۵شکر ٥) ۱۰۰ استویا ٦) ۲۵عصاره خرما ۷۵ شکر ۷) ۵۰عصاره–۵۰شکر ۸) ۷۵ عصاره–۲۵ شکر ۹) ۱۰۰ عصاره خرما ۱۰) ۲۵ استویا–۷۵عصاره ۱۱) ۵۰استویا–۵۰عصاره ۱۲) ۷۵ استویا–۲۵عصاره ۱۳) ۵۰ عصاره–۲۵استویا–۲۵شکر ١٤) ۵۰استویا–۲۵شکر–۲۵عصاره ۱۵) ۵۰شکر–۲۵استویا–۲۵عصاره خرما.

حروف غیر یکسان در هر ستون نشان دهنده اختلاف آماری معنی‌دار در سطح $p\leq ۰/۰۱$ می باشد.

با حضور استویوزید در سطوح جانشینی مختلف و در مقایسه با نمونه شاهد، تغییرات معنی‌داری در ارتفاع مرکز کیک‌ها مشاهده نشد. اما در مورد ارتفاع عرضی، تفاوت معنی‌دار بوده و نسبت به نمونه شاهد روند کاهشی را نشان داد. همچنین در مورد جایگزینی استویوزید با عصاره خرما نیز تغییرات معنی‌داری در ارتفاع کیک‌های مورد بررسی مشاهده نگردید. در مقایسه نمونه-های ترکیبی استویا – شکر – عصاره خرما نیز مشخص گردید که تمامی فرمول‌ها نسبت به نمونه شاهد از میزان ارتفاع مطلوبی برخوردار بودند و آنچنان تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. احمدی و همکاران (۱۳۸۹) در بررسی تاثیر جایگزینی قند اینورت با قند مایع خرما به نتایج مشابهی دست یافتند [۸]. این پژوهشگران مشاهده کردند که با افزایش سطوح قند مایع خرما از میزان ارتفاع کیک بطور معنی‌داری کاسته شد. آنان دلیل کاهش حجم نمونه-های کیک را تاثیر قندهای احیاکننده، تغییرات ویسکوزیته و جرم حجمی دانستند. روندا و همکاران (۲۰۰۵) در بررسی تاثیر آلدیتول‌ها بر ویژگی‌های فیزیکی کیک‌ها نشان دادند که با جانشین‌سازی ساکاروز با انواع آلدیتول‌ها، شاخص‌های حجمی کاهش یافتند [۵]. آن‌ها بر اساس کاهش پایداری خمیر کیک در طول مرحله حرارت‌دهی که بطور قابل توجهی با کاهش ویسکوزیته خمیر کیک و افزایش اندازه حباب‌های هوا مرتبط است و همچنین ایجاد تغییرات در مکانیسم ترموستینگ به دلیل رخ دادن برهم‌کنش‌هایی میان آلدیتول‌ها، نشاسته و پروتئین‌های موجود در خمیر کیک که دماهای ژلاتینیزه شدن نشاسته و دناتوراسیون پروتئین‌ها را تحت تاثیر قرار می‌دهد چنین پدیده‌ای را تفسیر نمودند. کاهش در هر کدام از دماهای مورد اشاره می-تواند سبب ترموستینگ نابهنگام ماتریکس نشاسته و پروتئین شود. این رویداد، در پوسته به دلیل تماس نزدیک با محیط گرمایی آغاز می‌شود. ایجاد چنین پوسته‌ای، سرعت انتقال حرارت را کاهش داده و فشار بخار بالایی را ایجاد می‌کند که نتیجه آن انبساط ناکافی حباب‌های هوا می‌باشد. همچنین، هیساسماز و همکاران (۲۰۰۳) در بررسی اثر جایگزینی شکر با سطوح مختلف پلی‌دکستروز مشاهده کردند که ارتفاع نمونه‌ها روند کاهشی را نشان داد که البته این کاهش، معنی‌دار نبود [١٦]. این در حالی است که مانیشا و همکاران (۲۰۱۲) در بررسی استفاده از سوربیتول مایع بجای ساکاروز در کیک‌های اسفنجی دریافتند که با افزایش سطوح سوربیتول مایع شاخص حجم روند افزایشی را نشان داد [٦]. این پژوهش‌گران در نظریه‌ای متفاوت، دلیل ایجاد چنین پدیده‌ای را با ویسکوزیته خمیر مرتبط دانستند. آن‌ها مشاهده کردند که با افزایش سطوح سوربیتول مایع، ویسکوزیته خمیر نیز افزایش یافت. این عامل می‌تواند سبب کاهش چشمگیر

سرعت نشر و توزیع سلول‌های گازی در خمیر کیک گشته و امکان بقا بیشتر سلول‌های گازی را در طول مراحل اولیه پخت و در نتیجه افزایش حجم ارتقا دهد. همچنین در تحقیقی دیگر شیرمر و همکاران (۲۰۱۲) از پلی‌دکستروز به جای شکر در فرمولاسیون پوند کیک‌ها استفاده کردند [۱۵]. آن‌ها دریافتند که با افزایش سطوح پلی‌دکستروز، شاخص حجم برای پوند کیک‌ها افزایش می‌یافت بصورتی که حتی در مقایسه با نمونه شاهد نیز حجم بیشتری را نشان داد. آن‌ها دلیل این امر را انبساط فیزیکی خمیر کیک توسط هوای به دام افتاده در آن در اثر کاربرد ترکیبات چند عاملی پلی‌دکستروز برشمردند. آن‌ها بیان کردند که هوای به دام افتاده در طول تهیه خمیر کیک و محتوای آبی که در طول فرایند پخت از حالت مایع به حالت گازی تبدیل می‌شود از مهمترین پارامترهای تعیین‌کننده در حجم نهایی پوند کیک‌ها می‌باشند. همچنین این پژوهش‌گران در نظریه‌ای، افزایش حجم پوند کیک‌ها را به توزیع اندازه حفره‌ها نسبت دادند. انبساط حفره‌های مغز کیک بطور عمده به میزان تولید دی‌اکسیدکربن، سرعت فرایند حرارت‌دهی و تغییر حرارتی ساختار ناشی از دناتوراسیون پروتئین و ژلاتینیزه شدن نشاسته وابسته می‌باشد. بر طبق تفسیر آن‌ها، کاهش در میزان سفتی خمیر کیک در طول اولین مراحل حرارت‌دهی و تغییرات در مکانیسم ترموستینگ ناشی از جانشینی ساکاروز با پلی دکستروز می‌تواند منجر به افزایش حجم نمونه‌های کیک گردد. با افزایش محتوای پلی‌دکستروز در فرمولاسیون پوند کیک‌ها، اندازه حفره‌ها کوچک‌تر، تعداد حفره‌ها بیشتر و در نتیجه مغز کیک ساختار ریزتر و یکنواخت‌تری را نشان داد. بطورکلی شاید بتوان به این نکته اشاره کرد که نقش اصلی افزایش ارتفاع کیک‌ها بر عهده ترکیبات مولد گاز شیمیایی نظیر پودر نانوایی، عملیات زدن و آمیختن هوا در خمیر کیک و در نهایت تبخیر مولکول‌های آب در حین پخت می‌باشد و بنابراین کاهش میزان ساکاروز تغییرات منفی و قابل توجهی را ایجاد نمی‌نماید.



شکل۲ نمایش میزان ارتفاع نمونه‌های مختلف کیک در سه وضعیت مرکز، ۲٫۵ سانتی متر از چپ و ۲٫۵ سانتی متر از راست

فرمول‌ها عبارتند از: ۱) شاهد ۲) ۲۵ استویا–۷۵شکر ۳) ۵۰ استویا–۵۰شکر ٤) ۷۵ استویا–۲۵شکر ٥) ۱۰۰ استویا ٦) ۲۵عصاره خرما ۷۵ شکر ۷) ۵۰عصاره–۵۰شکر ۸) ۷۵ عصاره–۲۵ شکر ۹) ۱۰۰ عصاره خرما ۱۰) ۲۵ استویا–۷۵عصاره ۱۱) ۵۰استویا–۵۰عصاره ۱۲) ۷۵ استویا–۲۵عصاره ۱۳) ۵۰ عصاره–۲۵استویا–۲۵شکر ۱٤) ۵۰استویا–۲۵شکر–۲۵عصاره ۱۵) ۵۰شکر–۲۵استویا–۲۵عصاره خرما.

حروف غیر یکسان در هر ستون نشان دهنده اختلاف آماری معنی‌دار در سطح $p\leq ۰/۰۱$ می باشد.

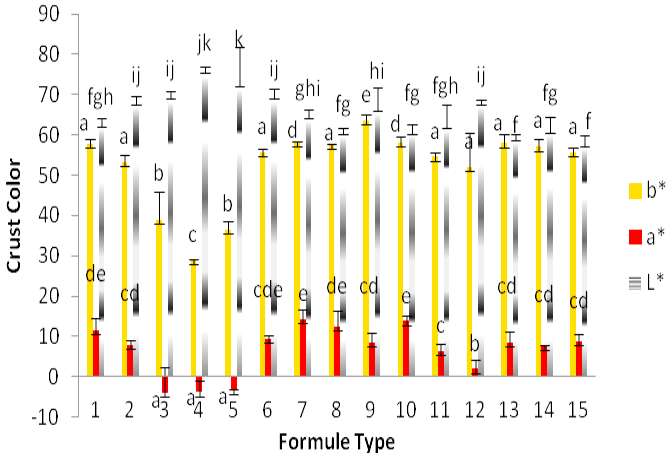
* حروف قرار گرفته در میان نمودار مربوط به ارتفاع مرکز نمونه‌ها می باشد.

۳-٤- رنگ

۳-٤-۱- رنگ پوسته

نتایج فاکتور L^* مربوط به رنگ پوسته در شکل ۳ آورده شده است. کیک‌های اسفنجی محتوی استویوزید از میزان L^* بالاتری برخوردار بودند. در مقایسه فرمول‌های مختلف، هر چه میزان سطوح استویوزید افزایش می‌یافت فاکتور L^* نیز روند افزایشی را نشان می‌داد و در نتیجه کیک‌هایی با پوسته روشن‌تر ایجاد شدند. کاهش غلظت ساکاروز، حضور شیرین‌کننده استویوزید در فرمولاسیون و عدم شرکت این ترکیب در واکنش‌های قهوه‌ای

شدن مایلارد می‌تواند دلیلی بر رنگ روشن‌تر این نمونه ها در نظر گرفته شود. هم سو با نتایج بدست آمده، روندا و همکاران (٢٠٠٥) در بررسی تاثیر استفاده از آلدیتول‌های مختلف بر خصوصیات فیزیکی کیک‌های اسفنجی دریافتند که با افزایش سطوح آلدیتول‌ها، میزان L^* نیز افزایش یافت [٥]. همچنین مانیشا و همکاران (٢٠١٢) در بررسی اثر جانشینی ساکاروز با سوربیتول مایع مشاهده کردند که در اثر جانشینی و افزایش سطوح سوربیتول مایع، میزان روشنی پوسته نمونه‌های کیک افزایش یافت [٦]. در مقابل هیساسماز و همکاران (٢٠٠٣)، در تعیین اثر جایگزینی ساکاروز با پلی‌دکستروز در کیک‌های نسبت بالا مشاهده کردند که فاکتور L^* با افزایش سطوح جانشینی کاهش یافت که البته این کاهش فقط در مورد نمونه‌های شاهد و سایر تیمارها معنی‌دار بود و L^* برای کیک‌های محتوی پلی-دکستروز تفاوت معنی‌داری را نشان نداد [١٦].



شکل ٣ نمایش میزان رنگ پوسته فرمول‌های مختلف کیک بر اساس فاکتورهای L^*، a^* و b^*

فرمول‌ها عبارتند از: ١) شاهد ٢) ٢٥ استویا–٧٥شکر ٣) ٥٠ استویا–٥٠شکر ٤) ٧٥ استویا–٢٥شکر ٥) ١٠٠ استویا ٦) ٢٥عصاره خرما ٧٥ شکر ٧) ٥٠عصاره–٥٠شکر ٨) ٧٥ عصاره–٢٥ شکر ٩) ١٠٠ عصاره خرما ١٠) ٢٥ استویا–٧٥عصاره ١١) ٥٠استویا–٥٠عصاره ١٢) ٧٥ استویا–٢٥عصاره ١٣) ٥٠ عصاره–٢٥استویا–٢٥شکر ١٤) ٥٠استویا–٢٥شکر–٢٥عصاره ١٥) ٥٠شکر–٢٥استویا–٢٥عصاره خرما.

حروف غیر یکسان در هر ستون نشان دهنده اختلاف آماری معنی‌دار در سطح $p\leq ٠/٠١$ می باشد.

در بررسی تاثیر عصاره خرما بر رنگ پوسته کیک، نتایج نشان داد که با افزایش سطوح عصاره خرما چه در ترکیب با شکر و چه در ترکیب با استویوزید، فاکتور L^* روند کاهشی را نشان داد. رنگ تیره عصاره خرما و همچنین حضور قندهای احیاکننده و در نتیجه شرکت در واکنش‌های قهوه‌ای شدن مایلاردی می‌تواند دلیل مهمی بر افزایش تیرگی و کاهش فاکتور L^* در نظر گرفته شود. در فرمول‌های ترکیبی استویوزید– ساکاروز–عصاره خرما تفاوت قابل توجهی در فاکتور L^* مشاهده نشد و در مقایسه با نمونه شاهد نیز کمترین اختلاف را نشان دادند.

در بررسی فاکتور a^*، همانطور که در شکل ٣ آشکار است بیشترین میزان قرمزی مربوط به نمونه‌های محتوی ٥٠ شکر – ٥٠ عصاره خرما و ٧٥ شکر – ٢٥ استویوزید بود. این در حالی است که نمونه های شاهد، ٢٥ شکر – ٧٥ عصاره خرما و ٢٥ عصاره – ٧٥ شکر از میزان a^* به مراتب کمتری برخوردار بودند. این می-تواند به دلیل اثر برهم‌کنش‌های بین شکر و عصاره خرما با نسبت یک به یک و شکر – استویوزید با نسبت ٣ به ١ باشد. بطور احتمالی، در این سطوح، برهم‌کنش‌ها بین ساکاروز و گلوکز و فروکتوز و همچنین ساکاروز با شیرین‌کننده استویوزید در بالاترین میزان خود قرار دارد. علاوه‌براین همان‌گونه که از نتایج پیداست، با افزایش سطوح استویوزید از میزان قرمزی نمونه‌های کیک بطور معنی‌داری کاسته می‌شود بصورتی که کیک‌های محتوی استویوزید در فرمول‌های مختلف کمترین میزان a^* را نشان می‌دهند. در بین فرمول‌های ترکیبی استویا – شکر – عصاره خرما و همچنین در مقایسه با نمونه شاهد تفاوت معنی‌داری در میزان قرمزی مشاهده نگردید. مطابق نتایج بدست آمده، هیساسماز و همکاران (٢٠٠٣) در بررسی اثر جایگزینی ساکاروز

با پلی‌دکستروز در کیک‌های نسبت بالا دریافتند که فاکتور a^* با افزایش محتوای پلی‌دکستروز افزایش یافت که البته این افزایش فقط در مورد نمونه‌های شاهد و سایر تیمارها معنی‌دار بود و میان نمونه‌های محتوی پلی‌دکستروز تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد [۱۶].

در مورد فاکتور زردی یا b^*، کمترین میزان این فاکتور در نمونه ۷۵ استویا–۲۵ شکر مشاهده گردید و پس از آن به ترتیب نمونه های ۱۰۰ درصد استویا و ۵۰ استویا– ۵۰شکر قرار داشتند (شکل ۳). این در حالی است که سایر تیمارها اختلاف قابل توجهی را در میزان b^* بویژه در مقایسه با نمونه شاهد نشان ندادند. برخلاف استویوزید که تاثیر معنی‌داری را در فاکتور b^* نشان داد، عصاره خرما هیچ تفاوت مهمی را در سطوح مختلف جایگزینی با ساکاروز ایجاد ننمود. در تحقیقی، مانیشا و همکاران (۲۰۱۲) در تعیین اثرات جانشینی ساکاروز با سوربیتول مایع، مشاهده کردند که در اثر جانشینی و افزایش سطوح سوربیتول مایع، میزان زردی مربوط به پوسته نمونه‌های کیک کاهش یافت [٦]. علاوه‌براین، هیساسماز و همکاران (۲۰۰۳) در ارزیابی اثر جایگزینی ساکاروز با پلی‌دکستروز بر خصوصیات فیزیکی کیک‌های نسبت بالا مشاهده کردند که فاکتور b^* با افزایش میزان پلی‌دکستروز روند کاهشی را نشان داد که البته این کاهش فقط بین نمونه‌های شاهد و سایر تیمارها معنی‌دار بود و برای نمونه‌های محتوی پلی-دکستروز تفاوت معنی‌داری را نشان نداد [١٦].

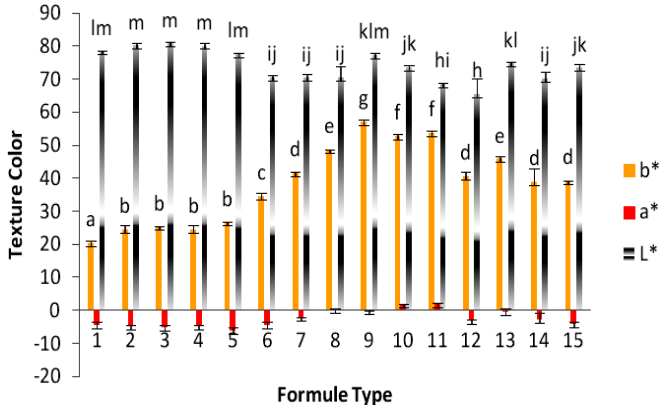
همچنین در بررسی شاخص قهوه‌ای شدن پوسته کیک‌ها (شکل ۵) نتایج نشان داد که بیشترین شاخص قهوه‌ای شدن مربوط به نمونه های محتوی عصاره خرما بود بصورتی که با افزایش میزان این ترکیب در فرمولاسیون، شاخص قهوه‌ای شدن نیز روند افزایشی را نشان می‌داد. در مقابل، کمترین میزان قهوه‌ای شدن به نمونه‌های محتوی استویوزید اختصاص داشت به گونه‌ای که با افزایش سطوح استویوزید، میزان قهوه‌ای شدن پوسته نمونه‌ها کاهش می‌یافت. در این میان، عصاره خرما به دلیل رنگ تیره آن و استویوزید به دلیل عدم توانایی شرکت در واکنش‌های قهوه‌ای شدن می‌توانند به ترتیب مهم‌ترین نقش را در ایجاد بیشترین و کمترین میزان قهوه‌ای شدن ایفا نمایند.

۳-٤-۲- رنگ بافت کیک

شکل ٤ نتایج مربوط به شاخص‌های رنگ و شکل ٦ تصاویر مربوط به بافت نمونه‌های کیک را نشان می‌دهد. همان طور که در نمودار مشخص است، استویوزید در جایگزینی با شکر تاثیر معنی‌داری را در فاکتور L^* بافت در سطوح مختلف و در مقایسه با نمونه شاهد نشان نداد. مطابق نتایج بدست آمده، روندا و همکاران (۲۰۰۵) در بررسی تاثیر جانشین‌سازی شکر با آلدیتول-ها در کیک‌های اسفنجی مشاهده نمودند که جانشین‌سازی ساکاروز با آلدیتول‌ها تاثیر قابل توجهی را در میزان روشنی یا L^* نشان نداد [۵]. آن‌ها دلیل چنین پدیده‌ای را عدم وجود گروه کربونیل در ساختار آلدیتول‌ها و در نتیجه عدم توانایی شرکت در واکنش‌های قهوه‌ای شدن مایلاردی بیان نمودند. اما در حالت جایگزینی این ترکیب با عصاره خرما می‌توان روند کاهشی را در فاکتور L^* مشاهده نمود. حضور استویوزید در فرمولاسیون و عدم توانایی این ترکیب در شرکت در واکنش‌های قهوه‌ای شدن می-تواند دلیلی بر شفافیت بیشتر بافت کیک‌ها محسوب شود. در مقابل، حضور عصاره خرما در فرمولاسیون، بافت‌های تیره‌تر و با فاکتور L^* کمتری را نشان می‌دهد. همان‌گونه که در مورد رنگ پوسته کیک ذکر شد رنگ تیره عصاره همراه با وجود قندهای احیاکننده و تمایل زیاد به شرکت در واکنش‌های قهوه‌ای شدن مایلاردی می‌تواند این پدیده را توجیه نماید. در مقایسه فرمول-های ترکیبی استویا – شکر – عصاره خرما، کمترین میزان شفافیت را نمونه‌های با درصد بیشتر عصاره خرما نشان دادند.

در مورد فاکتور a^*، همان گونه که در شکل ٤ آشکار است، این پارامتر قابلیت بررسی به عنوان فاکتوری تعیین کننده را دارا نمی-باشد چرا که بافت کیک ارتباط خاصی را با رنگ های قرمز و سبز نشان نمی‌دهد. در بررسی فاکتور b^* (شکل ٤) که شاخصی از رنگ‌های زرد و آبی در محصول می باشد، کمترین و بیشترین میزان این فاکتور به ترتیب مربوط به نمونه کنترل و نمونه‌های محتوی ۱۰۰ درصد عصاره خرما بود.

مشابه فاکتورهای L^* و a^* ، با افزایش سطح استویوزید تغییر معنی‌داری در فاکتور b^* مشاهده نشد. کاسر و همکاران (۲۰۰۷) در تعیین اثر جانشینی شکر با پلی‌دکستروز بر خصوصیات فیزیکی کیک‌ها مشاهده کردند که با افزایش درصد جانشینی، فاکتور b^* روند کاهشی را از خود نشان داد که این روند معنی‌دار نبود [۱۷]. در مقابل با افزایش سطوح عصاره خرما، فاکتور b^* بطور معنی‌داری روند افزایشی را نشان داد.

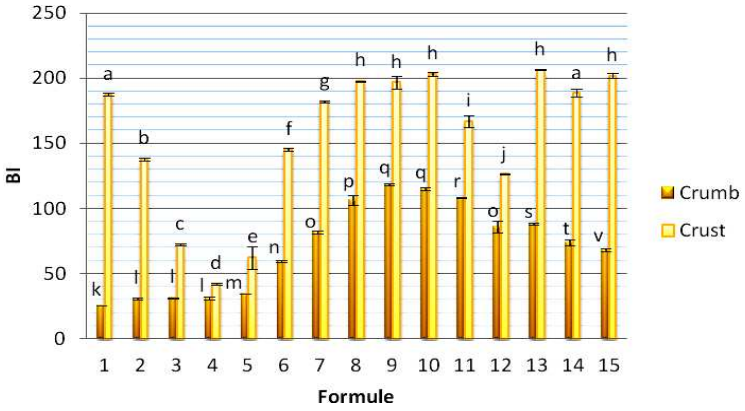


شکل ٤ نمایش میزان رنگ بافت فرمول‌های مختلف کیک بر اساس فاکتورهای L^*، a^* و b^*

فرمول‌ها عبارتند از: ١) شاهد ٢) ٢٥ استویا–٧٥شکر ٣) ٥٠ استویا–٥٠شکر ٤) ٧٥ استویا–٢٥شکر ٥) ١٠٠ استویا ٦) ٢٥عصاره خرما ٧٥ شکر ٧) ٥٠عصاره–٥٠شکر ٨) ٧٥ عصاره–٢٥ شکر ٩) ١٠٠ عصاره خرما ١٠) ٢٥ استویا–٧٥عصاره ١١) ٥٠استویا–٥٠عصاره ١٢) ٧٥ استویا–٢٥عصاره ١٣) ٥٠ عصاره–٢٥استویا–٢٥شکر ١٤) ٥٠استویا–٢٥شکر–٢٥عصاره ١٥) ٥٠شکر–٢٥استویا–٢٥عصاره خرما.

حروف غیر یکسان در هر ستون نشان دهنده اختلاف آماری معنی‌دار در سطح $p\leq ٠/٠١$ می باشد.

همچنین، در بررسی نمونه‌های ترکیبی استویا – شکر – عصاره خرما بیشترین میزان زردی مربوط به کیک‌های با درصد بیشتر استویوزید بود که بطور تقریبی میزان b^* آن حدود ٢ برابر نمونه-های شاهد بود. شکل ٥ نمودار مربوط به شاخص قهوه‌ای شدن بافت کیک‌ها را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، حضور عصاره خرما در فرمولاسیون سبب تیره شدن بافت کیک‌ها شده و شاخص قهوه‌ای شدن بیشتری را نشان می‌دهد. اما نمونه-های محتوی استویوزید، کمترین میزان قهوه‌ای شدن بافت را نشان می‌دهند. میزان قهوه‌ای شدن فرمولاسیون‌های ترکیبی شکر–عصاره– استویوزید نیز در حدواسط نمونه‌های عصاره خرما و استویوزید قرار داشتند.



شکل ٥ نمایش میزان شاخص قهوه ای شدن پوسته و بافت نمونه های کیک

فرمول‌ها عبارتند از: ١) شاهد ٢) ٢٥ استویا–٧٥شکر ٣) ٥٠ استویا–٥٠شکر ٤) ٧٥ استویا–٢٥شکر ٥) ١٠٠ استویا ٦) ٢٥عصاره خرما ٧٥ شکر ٧) ٥٠عصاره–٥٠شکر ٨) ٧٥ عصاره–٢٥ شکر ٩) ١٠٠ عصاره خرما ١٠) ٢٥ استویا–٧٥عصاره ١١) ٥٠استویا–٥٠عصاره ١٢) ٧٥ استویا–٢٥عصاره ١٣) ٥٠ عصاره–٢٥استویا–٢٥شکر ١٤) ٥٠استویا–٢٥شکر–٢٥عصاره ١٥) ٥٠شکر–٢٥استویا–٢٥عصاره خرما.

حروف غیر یکسان در هر ستون نشان دهنده اختلاف آماری معنی‌دار در سطح $p\leq ٠/٠١$ می باشد.

از ردیف بالا و از چپ به راست: نمونه های شاهد،۲۵عصاره خرما ۷۵ شکر، ۵۰ عصاره–۵۰شکر ، ۷۵ عصاره–۲۵ شکر و ۱۰۰ درصد عصاره خرما

از ردیف بالا و از چپ به راست: شاهد، ۲۵ استویا–۷۵شکر، ۵۰ استویا–۵۰شکر، ۷۵ استویا–۲۵شکر و ۱۰۰ درصد استویا

از ردیف بالا و از چپ به راست: شاهد، ۵۰ عصاره–۲۵استویا–۲۵شکر، ۵۰استویا–۲۵شکر–۲۵عصاره، ۵۰شکر–۲۵استویا–۲۵عصاره خرما.

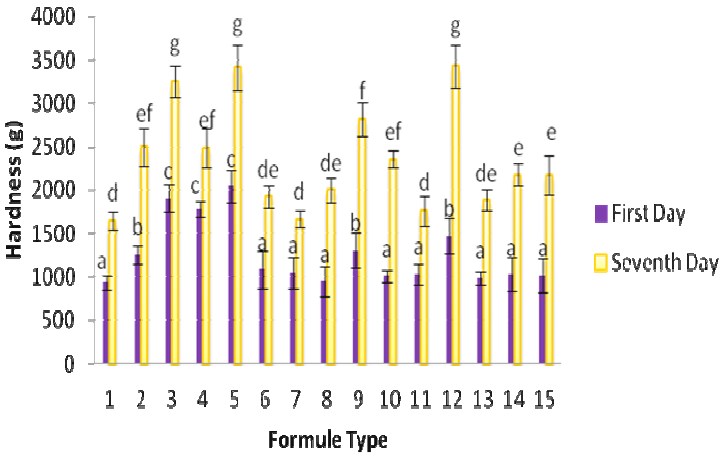
از ردیف بالا و از چپ به راست: شاهد، ۲۵ استویا–۷۵عصاره، ۵۰استویا–۵۰عصاره، ۷۵ استویا–۲۵عصاره

شکل ٦ تصاویری از بافت فرمولاسیون های مورد آزمون

۳-۵- آنالیز پروفیل بافتی

شکل ۷ میزان سختی نمونه‌های کیک را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشخص است، با گذشت زمان، میزان سختی نمونه‌ها بطور معنی‌داری افزایش یافت. در مقایسه فرمول‌های متفاوت کیک‌ها و در روزهای نگهداری، نمونه‌های شاهد، ۵۰ عصاره خرما- ۲۵ استویا- ۲۵ شکر و همچنین ۷۵ عصاره خرما- ۲۵ شکر بطور معنی‌داری کمترین میزان سختی را نشان دادند. اما بیشترین میزان سختی مربوط به نمونه‌های کیک ۱۰۰ درصد استویوزید بود. همچنین نتایج نشان داد که نمونه‌های محتوی استویوزید نسبت به کیک‌های دارای عصاره خرما از بافت سفت‌تری برخوردار بودند. علاوه‌براین، فرمولاسیون‌های استویا + شکر در مقایسه با فرمولاسیون های استویا + خرما نیز میزان سختی بیشتری را نشان دادند. عصاره خرما به دلیل دارا بودن میزان قندهای گلوکز و فروکتوز بالا بافت نرم‌تری را موجب می‌گردد که این نرمی بافت در حضور سطوحی از ساکاروز می‌تواند تقویت شود. همچنین، بررسی میزان سختی نمونه‌های ترکیبی استویا- شکر- عصاره خرما نشان داد که کیک های با درصد بیشتر عصاره خرما به نیروی کمتری جهت فشرده شدن نیاز داشتند و در نتیجه از بافت نرم‌تری در روزهای نگهداری برخوردار بودند. همسو با نتایج بدست آمده، روندا و همکاران (۲۰۰۵) سفتی کیک‌های محتوی آلدیتول‌ها را مورد بررسی قرار دادند [۵]. آن‌ها دریافتند که با حضور آلدیتول‌ها بجای ساکاروز، بافت‌های نرم‌تری از کیک ایجاد شد. این محققین دلیل ایجاد چنین بافتی را افزایش ظرفیت اتصال با آب در اثر افزودن ترکیبات با گروه‌های عاملی زیاد یعنی آلدیتول‌ها برشمردند. همچنین، هس و ستسر (۱۹۸۳) در بررسی ویژگی‌های فیزیکی کیک‌های لایه‌ای شیرین شده با آسپارتام و ترکیبات آلدیتولی دریافتند که همراه بودن ترکیبات فروکتوزی با شیرین‌کننده آسپارتام می‌تواند در مقایسه با نمونه شاهد به نرم‌تر شدن بافت منجر شود [۱۸]. این محققان مشاهده کردند که هر چه سطوح فروکتوز در فرمولاسیون افزایش می‌یابد، کیک‌ها از بافت نرم‌تری برخوردار بودند. علاوه‌براین، شیرمر و همکاران (۲۰۱۲)، در بررسی استفاده پلی‌دکستروز به جای ساکاروز دریافتند که با افزایش سطوح پلی‌دکستروز، سفتی نمونه‌های پوند کیک‌ها بطور معنی‌داری کاهش یافت [۱۵]. آن‌ها این امر را با افزایش حجم پوند کیک‌ها در اثر افزایش محتوای پلی‌دکستروز مرتبط دانستند. این محققان گزارش کردند که یک رابطه معکوس بین حجم کیک‌ها و میزان سفتی وجود دارد. در پژوهش دیگری، احمدی و همکاران (۱۳۸۹) قند مایع خرما را جایگزین قند اینورت در کیک‌های دولایه‌ای نمودند [۸]. نتایج آزمون اینستران نشان داد که میزان سختی کیک با افزایش سطح قند مایع خرما کاهش یافت. در ادامه، رودریگوئز و همکاران (۲۰۱٤) در بررسی تاثیر جانشینی شکر با الیگوفروکتوز بر ویژگی‌های فیزیکی کیک-ها مشاهده کردند که با افزایش سطح الیگوفروکتوز کیک‌ها بطور معنی‌داری از بافت نرم‌تری برخوردار بودند [۱۱]. آن‌ها بیان کردند که در شرایط نرمال و در کیک‌های محتوی شکر، پدیده-های ژلاتینیزه شده نشاسته و دناتوراسیون پروتئین در یک محدوده دمایی تقریبا مشابه صورت می‌پذیرد. زمانی که اصطلاحا پروتئین می‌بندد و کیک سرد می‌شود، جزء نشاسته مربوط به ژل ماتریکس به مقاومت و پایداری مغز کیک کمک شایانی می‌نماید. اما در کیک‌های با ساکاروز کاهش یافته، تغییرات رخ داده در مکانیسم ترموستینگ می‌تواند به کاهش این مقاومت مغز کیک منجر گردد و در نتیجه نرم‌تر شدن بافت کیک را موجب شود.

پارامترهای صمغی شدن و قابلیت جویدن، بصورت انرژی لازم برای متلاشی کردن یک غذای نیمه جامد و جامد و آماده کردن برای بلع تعریف می‌گردند. با گذشت زمان این دو فاکتور روند افزایشی را در مورد نمونه‌های کیک نشان دادند.

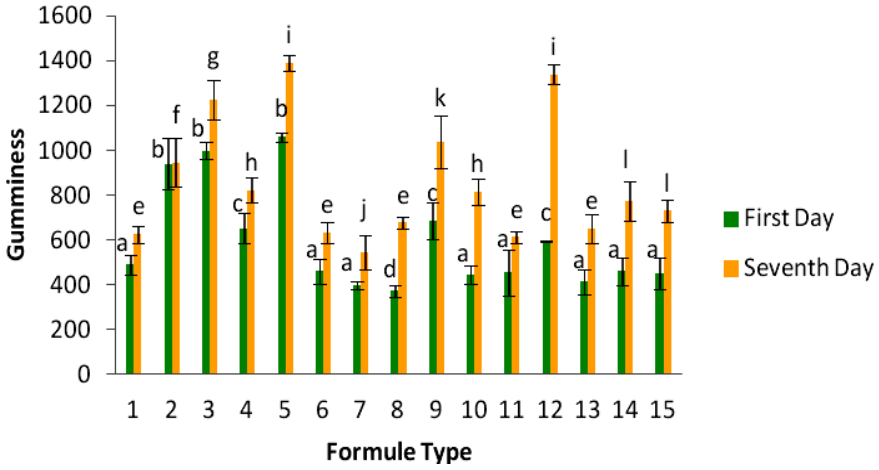


شکل۷ نمایش میزان سختی فرمول‌های مختلف کیک بر اساس آزمون TPA در طی هفت روز نگهداری
فرمول‌ها عبارتند از: ۱) شاهد ۲) ۲۵ استویا–۷۵شکر ۳) ۵۰ استویا–۵۰شکر ٤) ۷۵ استویا–۲۵شکر ٥) ۱۰۰ استویا ٦) ۲۵عصاره خرما ۷۵ شکر ۷) ۵۰عصاره–۵۰شکر ۸) ۷۵ عصاره–۲۵ شکر ۹) ۱۰۰ عصاره خرما ۱۰) ۲۵ استویا–۷۵عصاره ۱۱) ۵۰استویا–۵۰عصاره ۱۲) ۷۵ استویا–۲۵عصاره ۱۳) ۵۰ عصاره–۲۵استویا–۲۵شکر ۱٤) ۵۰استویا–۲۵شکر–۲۵عصاره ۱۵) ۵۰شکر–۲۵استویا–۲۵عصاره خرما.
حروف غیر یکسان در هر ستون نشان دهنده اختلاف آماری معنی‌دار در سطح $p\leq ۰/۰۱$ می باشد.

بطورکلی هر دو پارامترهای صمغی شدن و قابلیت جویدن فاکتورهایی هستند که وابسته به پارامتر سختی بوده و بنابراین در هر دو روز نگهداری و همچنین در مقایسه فرمولاسیون‌های مختلف روندهای مشابه سختی را نشان می‌دهند (شکل ۷ و ۸).

شکل ۷ د میزان انسجام نمونه‌های کیک را نشان می‌دهد. پارامتر انسجام به عنوان مقاومت درونی ساختار مواد غذایی تعریف می‌گردد. همان طورکه آشکار است، میزان انسجام، با گذشت زمان بصورت معنی‌داری کاهش یافت. این کاهش می‌تواند به افت جذب درون مولکولی ترکیبات و تمایل به خرد[1] شدن با گذشت زمان مرتبط شود[۱۳]. همان‌گونه که نتایج نشان می‌دهد در میان تیمارها، فرمول‌های محتوی استویا + شکر و کیک‌های محتوی ۱۰۰ درصد عصاره خرما میزان انسجام مشابه با نمونه شاهد را نشان دادند. در مقایسه فرمول‌های ترکیبی استویا– شکر – عصاره خرما، تغییرات معنی‌داری در انسجام کیک‌ها مشاهده نگردید. همچنین کمترین میزان تغییر در انسجام، در نمونه‌های ۷۵ استویا – ۲۵ عصاره خرما مشاهده شد. مانیشا و همکاران (۲۰۱۲) در بررسی اثرات جانشینی ساکاروز با سوربیتول مایع مشاهده کردند که در اثر جانشینی و افزایش سطوح سوربیتول مایع، فاکتور انسجام مربوط به نمونه‌های کیک کاهش یافت [٦]. آن‌ها گزارش کردند که با وجود ایجاد برخی خصوصیات مطلوب در اثر جانشینی سوربیتول مایع اما این ترکیب بر روی بافت کیک‌ها نتایج قابل توجهی را نشان نداد. رودریگوئز و همکاران (۲۰۱٤) در تعیین ویژگی‌های کیک‌های محتوی الیگوفروکتوز دریافتند که همان‌طور که درصد جانشینی شکر افزایش می‌یابد، انسجام نمونه‌ها بطور معنی‌داری روند کاهشی را نشان می‌دهد [۱۱]. آن‌ها بیان کردند که در کیک‌های با انسجام کمتر، به انرژی کمتری برای دومین فشرده‌سازی نیاز است. شاهد این امر این بود که کیک‌های با انسجام کمتر به آسانی و با کمترین نیروی دست، قابلیت خرد و ریز شدن را نشان می‌دادند.

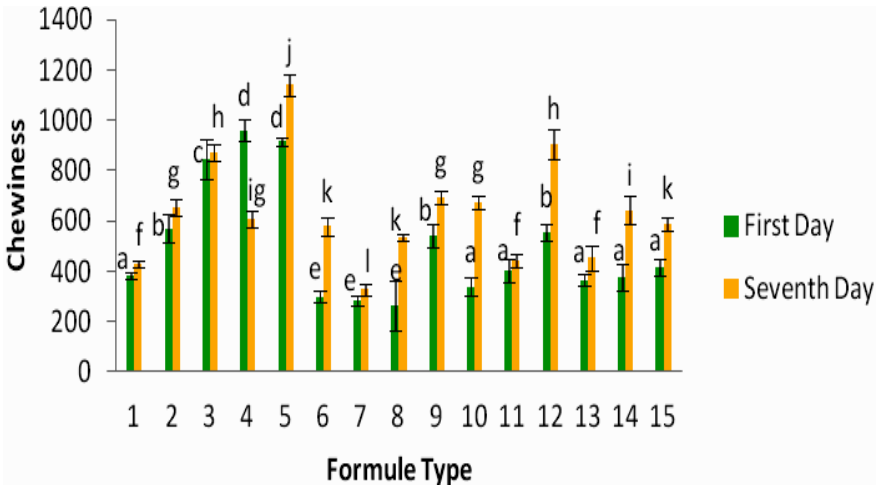
1. Crumbling



شکل ٨ نمایش میزان صمغی شدن فرمول‌های مختلف کیک بر اساس آزمون TPA در طی هفت روز نگهداری

فرمول‌ها عبارتند از: ١) شاهد ٢) ٢٥ استویا–٧٥شکر ٣) ٥٠ استویا–٥٠شکر ٤) ٧٥ استویا–٢٥شکر ٥) ١٠٠ استویا ٦) ٢٥عصاره خرما ٧٥ شکر ٧) ٥٠عصاره–٥٠شکر ٨) ٧٥ عصاره–٢٥ شکر ٩) ١٠٠ عصاره خرما ١٠) ٢٥ استویا–٧٥عصاره ١١) ٥٠استویا–٥٠عصاره ١٢) ٧٥ استویا–٢٥عصاره ١٣) ٥٠ عصاره–٢٥استویا–٢٥شکر ١٤) ٥٠استویا–٢٥شکر–٢٥عصاره ١٥) ٥٠شکر–٢٥استویا–٢٥عصاره خرما.

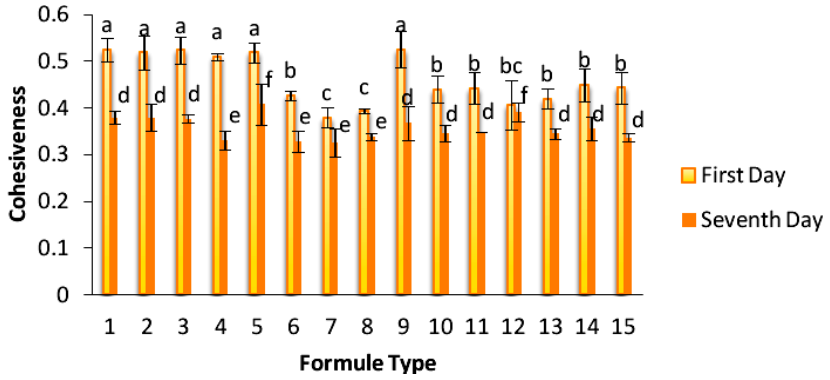
حروف غیر یکسان در هر ستون نشان دهنده اختلاف آماری معنی‌دار در سطح $p\leq ٠/٠١$ می باشد.



شکل ٩ نمایش میزان قابلیت جویدن فرمول‌های مختلف کیک بر اساس آزمون TPA در طی هفت روز نگهداری

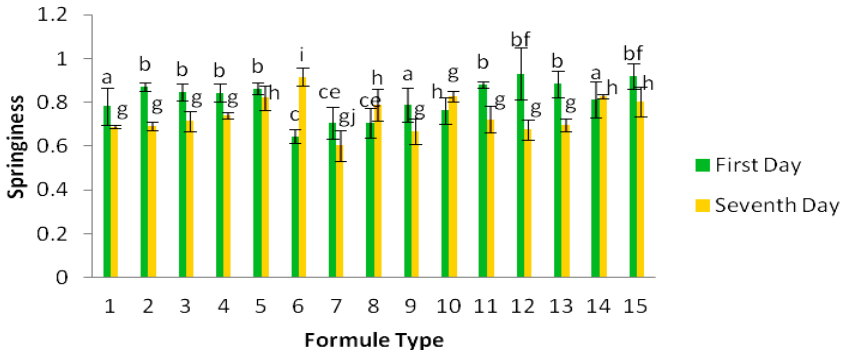
فرمول‌ها عبارتند از: ١) شاهد ٢) ٢٥ استویا–٧٥شکر ٣) ٥٠ استویا–٥٠شکر ٤) ٧٥ استویا–٢٥شکر ٥) ١٠٠ استویا ٦) ٢٥عصاره خرما ٧٥ شکر ٧) ٥٠عصاره–٥٠شکر ٨) ٧٥ عصاره–٢٥ شکر ٩) ١٠٠ عصاره خرما ١٠) ٢٥ استویا–٧٥عصاره ١١) ٥٠استویا–٥٠عصاره ١٢) ٧٥ استویا–٢٥عصاره ١٣) ٥٠ عصاره–٢٥استویا–٢٥شکر ١٤) ٥٠استویا–٢٥شکر–٢٥عصاره ١٥) ٥٠شکر–٢٥استویا–٢٥عصاره خرما.

حروف غیر یکسان در هر ستون نشان دهنده اختلاف آماری معنی‌دار در سطح $p\leq ٠/٠١$ می باشد.



شکل ۱۰ نمایش میزان انسجام فرمول‌های مختلف کیک بر اساس آزمون TPA در طی هفت روز نگهداری
فرمول‌ها عبارتند از: ۱) شاهد ۲) ۲۵ استویا–۷۵شکر ۳) ۵۰ استویا–۵۰شکر ٤) ۷۵ استویا–۲۵شکر ٥) ۱۰۰ استویا ٦) ۲۵عصاره خرما ۷۵ شکر ۷) ۵۰عصاره–۵۰شکر ۸) ۷۵ عصاره–۲۵ شکر ۹) ۱۰۰ عصاره خرما ۱۰) ۲۵ استویا–۷۵عصاره ۱۱) ۵۰استویا–۵۰عصاره ۱۲) ۷۵ استویا–۲۵عصاره ۱۳) ۵۰ عصاره–۲۵استویا–۲۵شکر ۱٤) ۵۰استویا–۲۵شکر–۲۵عصاره ۱۵) ۵۰شکر–۲۵استویا–۲۵عصاره خرما.
حروف غیر یکسان در هر ستون نشان دهنده اختلاف آماری معنی‌دار در سطح $p\leq ۰/۰۱$ می باشد.

الاستیسیته یا قابلیت فنری شدن براساس میزان برگشت نمونه به حالت اول پس از حذف فشار و نیرو تعریف می‌گردد. نتایج مربوط به این پارامتر در شکل ۱۱ نشان داده شده است. همان‌طور که مشخص است مشابه پارامتر انسجام، با گذشت زمان میزان فنری شدن نمونه‌ها بطور معنی‌داری کاهش می‌یابد. در میان تیمارها نمونه‌های محتوی استویوزید + عصاره خرما قابلیت فنری شدن بیشتری را نشان دادند. رودریگوئز و همکاران (۲۰۱٤) در تعیین ویژگی‌های کیک‌های محتوی الیگوفروکتوز دریافتند که همان‌طور که درصد جانشینی شکر افزایش می‌یابد، الاستیسیته نمونه‌ها با کاهش روبرو می‌شود [۱۱]. این محققان کاهش در الاستیسیته را با کاهش در تعداد سلول‌های موجود در مغز کیک و ایجاد ماتریکسی چگال‌تر مرتبط دانستند. بطور مشابه، در تحقیقی شیرمر و همکاران (۲۰۱۲) در بررسی اثر جانشینی شکر با پلی-دکستروز مشاهده کردند که پارامتر الاستیسیته با افزایش سطوح پلی‌دکستروز کاهش یافت [۱۵]. آن‌ها دلیل مشخصی را برای توجیه این پدیده عنوان ننمودند. این می‌تواند به دلیل برهم‌کنش قوی‌تر استویوزید با قندهای گلوکز و فروکتوز به دلیل دارا بودن گروه‌های فعال بیشتر در مقایسه با ساکاروز در نظر گرفته شود. همچنین در نمونه‌های ترکیبی استویا – شکر– عصاره خرما کیک-هایی که محتوی استویا و عصاره خرمای بیشتری بودند قابلیت فنری شدن بیشتری را نشان دادند.



شکل ۱۱ نمایش قابلیت فنری شدن یا الاستیسیته فرمول‌های مختلف کیک بر اساس آزمون TPA در طی هفت روز نگهداری
فرمول‌ها عبارتند از: ۱) شاهد ۲) ۲۵ استویا–۷۵شکر ۳) ۵۰ استویا–۵۰شکر ٤) ۷۵ استویا–۲۵شکر ٥) ۱۰۰ استویا ٦) ۲۵عصاره خرما ۷۵ شکر ۷) ۵۰عصاره–۵۰شکر ۸) ۷۵ عصاره–۲۵ شکر ۹) ۱۰۰ عصاره خرما ۱۰) ۲۵ استویا–۷۵عصاره ۱۱) ۵۰استویا–۵۰عصاره ۱۲) ۷۵ استویا–۲۵عصاره ۱۳) ۵۰ عصاره–۲۵استویا–۲۵شکر ۱٤) ۵۰استویا–۲۵شکر–۲۵عصاره ۱۵) ۵۰شکر–۲۵استویا–۲۵عصاره خرما.
حروف غیر یکسان در هر ستون نشان دهنده اختلاف آماری معنی‌دار در سطح $p\leq ۰/۰۱$ می باشد.

٣-٦- آزمون حسی

جدول ٢، نتایج آزمون ارگانولپتیک فرمول‌های مختلف کیک را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، جایگزینی شکر و عصاره خرما با استویوزید بطور معنی‌داری تمامی پارامترهای مورد بررسی را با کاهش روبرو ساخت بصورتی که کمترین امتیازات فاکتورهای ظاهر، طعم، آروما و بافت به نمونه محتوی ١٠٠ درصد استویوزید اختصاص یافت. نتایج نشان داد که با افزایش سطوح استویوزید امتیاز پارامترهای حسی مورد بررسی کاهش یافت. این می‌تواند بدلیل تاثیر مهم شکر به عنوان یکی از اجزای اصلی تشکیل‌دهنده کیک بر خصوصیات ارگانولپتیک نمونه‌های کیک در نظر گرفته شود. در مقابل، جایگزینی شکر با عصاره خرما نسبت به نمونه‌های استویا نتایج مطلوب‌تری را نشان داد. نمونه‌های محتوی عصاره خرما در سطح ٢٥ درصد طعم بهتری را نسبت به نمونه شاهد و دیگر کیک‌ها نشان دادند. همچنین در مورد پارامترهای آروما و بافت، بین نمونه‌های محتوی ٢٥ درصد عصاره خرما و شاهد تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. هم سو با نتایج بدست آمده، مانیشا و همکاران (٢٠١٢) در بررسی تاثیر جانشینی ساکاروز با سوربیتول مایع بر ویژگی‌های حسی نمونه‌های کیک مشاهده کردند که در اثر جانشینی و افزایش سطوح سوربیتول مایع، پارامترهای مختلف حسی تغییرات کمی را در مقایسه با نمونه‌های شاهد نشان دادند [٦]. همچنین روندا و همکاران (٢٠٠٥) نیز در تعیین اثرات جانشینی ساکاروز با انواع آلدیتول‌ها گزارش کردند که خصوصیات حسی کیک‌های محتوی الکل‌های قندی می‌تواند رقابت نزدیکی را با نمونه‌های محتوی شکر داشته باشد [٥]. در پژوهشی دیگر وتزل و همکاران (١٩٨٩) شیرین‌کننده سنتزی آسپارتام را در فرمولاسیون کیک‌ها مورد استفاده قرار دادند [٣]. آن‌ها نشان دادند که در مورد پارامتر نرمی بافت بین نمونه‌های شاهد و کیک‌های آسپارتامی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. آن‌ها همچنین مشاهده کردند که فاکتور یکنواختی سلولی برای کیک‌های ساکاروزی بیشتر و فاکتور مرطوب بودن مربوط به نمونه‌های آسپارتامی کمتر بود. این محققان دلایل خاصی را برای یافته‌های خود بیان ننمودند. در بررسی جایگزینی شکر با عصاره خرما در میان پارامترهای حسی، فاکتور بافت تغییرات معنی‌داری را با افزایش سطوح جانشینی شکر با عصاره خرما نشان داد. علاوه‌براین، در مقایسه نمونه‌های ترکیبی استویا- شکر- عصاره-خرما بیشترین امتیازات حسی را کیک‌های محتوی ٥٠ عصاره خرما-٢٥ استویا-٢٥ ساکاروز به خود اختصاص دادند که البته در مقایسه با کیک‌های شاهد و شکر + خرما از میزان امتیازات حسی کمتری برخوردار بودند. سرانجام با توجه به فاکتور پذیرش کلی، نمونه‌های شاهد و ٧٥ شکر-٢٥ عصاره‌خرما بالاترین امتیازات را به خود اختصاص دادند. نمونه‌های ترکیبی محتوی ٥٠ عصاره خرما-٢٥ استویا-٢٥ ساکاروز نیز امتیازات قابل قبولی را کسب کردند که با توجه به کاهش ٢٥ درصدی سطح ساکاروز و در صورت استفاده از ترکیبات اصلاحی و بهبود دهنده و بسته‌بندی مناسب می‌توانند به عنوان فرمولی مطلوب انتخاب شوند.

٣-٧- حقایق تغذیه‌ای

با توجه به میزان پروتئین، کربوهیدرات و چربی ارائه شده در جدول ٣، میزان انرژی نمونه‌های شاهد و منتخب مورد محاسبه قرار گرفت. همان‌طور که در جدول مشخص است کیک منتخب از میزان انرژی کمتری در مقایسه با نمونه شاهد برخوردار بود بصورتی که مقادیر انرژی برای نمونه‌های شاهد و منتخب به ترتیب ٣٦٥/٨٢ و ٣٤١/٤٤ کیلوکالری بدست آمد. جانشین‌سازی ٢٥ درصد شکر با استویا توانست انرژی محصول را بطور تقریبی ٢٥ کیلوکالری کاهش داده و دلیل میزان انرژی کمتر فرمول منتخب در نظر گرفته شود.

جدول ۲ آنالیز حسی فرمول‌های مختلف کیک

فرمول	ظاهر	انحراف معیار	طعم	انحراف معیار	آروما	انحراف معیار	بافت	انحراف معیار	پذیرش کلی
۱	٦^{a}	۰/٤٧	٥^{a}	۰/٧٢	٥^{a}	۰/٦٥	٦^{a}	۰/٥	٥/٥
۲	٥^{b}	۰/٤١	٤^{b}	۰/٧٩	٤^{b}	۰/٤٧	٤^{b}	۰/۳۱	٤/۲٥
۳	۳^{c}	۰/٥٥	۳^{c}	۰/٤٧	۳^{c}	۰/٥٥	۳^{c}	۰/٤١	۳
٤	۲^{d}	۰/٦۲	۲^{d}	۰/٤١	۳^{c}	۰/٤٧	۳^{c}	۰/٤٧	۲/٥
٥	۲^{d}	۰/٧۲	۲^{d}	۰/٥	۳^{c}	۰/٤٧	۲^{d}	۰/٥	۲/۲٥
٦	٥^{b}	۰/٥٥	٦^{e}	۰/٥	٥^{a}	۰/٤٧	٦^{a}	۰/٥	٥/٥
۷	٥^{b}	۰/٦۲	٤^{b}	۰/٤٧	٥^{a}	۰/٥	٥^{e}	۰/٥٥	٤/۷٥
۸	٥^{b}	۰/۷۹	٤^{b}	۰/٤۹	٥^{a}	۰/٤١	٤^{b}	۰/٤۷	٤/٥
۹	٥^{b}	۰/۷۷	٤^{b}	۰/٥	٥^{a}	۰/۳۱	٤^{b}	۰/٤۲	٤/٥
۱۰	٥^{b}	۰/٤۷	٤^{b}	۰/٥۳	٤^{b}	۰/٦٦	۳^{c}	۰/٥٥	٤
۱۱	٥^{c}	۰/٦۱	۳^{c}	۰/٦۲	۳^{c}	۰/۷۲	۳^{c}	۰/٤٦	۳
۱۲	۳^{c}	۰/٦٥	۳^{c}	۰/٥	۳^{c}	۰/٥٥	۲^{d}	۰/٤١	۲/۷٥
۱۳	٤^{e}	۰/۷۲	٤^{b}	۰/٥	٤^{b}	۰/٤١	٤^{b}	۰/٤١	٤
١٤	۳^{c}	۰/٤۷	۳^{c}	۰/٤١	۳^{c}	۰/٤١	۳^{c}	۰/٦٥	۳
١٥	٤^{e}	۰/٥	۳^{c}	۰/۷۷	۳^{c}	۰/٦۳	٤^{b}	۰/٤۷	۳/٥

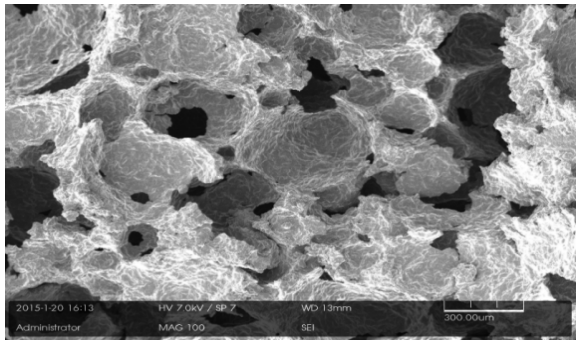
* حروف غیر یکسان در هر ستون نشان دهنده اختلاف آماری معنی‌دار در سطح $p\leq$۰/۰۱ می باشد.

جدول ۳ میزان ترکیبات شیمیایی و انرژی کیک‌های شاهد و منتخب

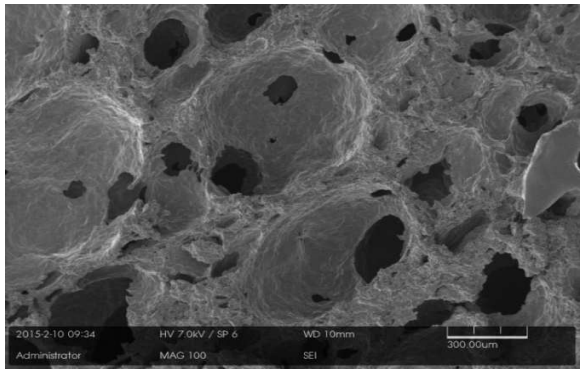
نوع کیک	میزان پروتئین	میزان کربوهیدرات	میزان چربی	میزان انرژی
شاهد	۳/۱٥	٦٤/٦٨	۱۰/٥	۳٦٥/۸۲
٥۰ عصاره خرما-۲٥استویا-۲٥شکر	۳/٥	٥٤/۸٦	۱۲	۳٤۱/٤٤

۳-۸- بررسی ریزساختار

شکل ۱۲، تصاویر ریزساختار نمونه‌های کیک شاهد، ۱۰۰ درصد استویا، ۱۰۰ درصد عصاره خرما و بهینه۵۰ درصد عصاره خرما، ۲۵ درصد استویا، ۲۵ درصد ساکاروز را با بزرگنمایی ۱۰۰ برابر نشان می‌دهد.



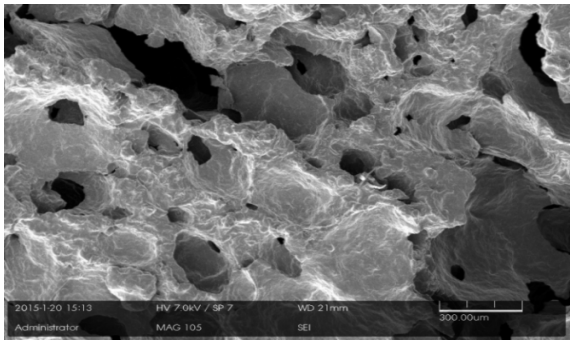
(الف)



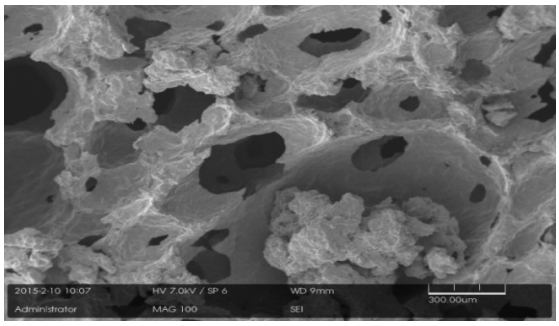
(ب)

شکل ١٢ ریزساختار مغز کیک الف) شاهد ب) ١٠٠ درصد استویا ج) ١٠٠ درصد عصاره خرما د) ٥٠ درصد عصاره خرما، ٢٥ درصد استویا، ٢٥ درصد ساکاروز

همان‌طور که در شکل‌ها مشخص است، یکنواخت‌ترین حالت بافتی مربوط به نمونه شاهد بود و ظاهر مغز کیک‌ها در دیگر نمونه‌ها تغییرات قابل توجهی را نشان نمی‌دهد. شکل حفره‌ها و میزان فرورفتگی‌ها و برجستگی‌ها تقریبا در تمامی نمونه‌ها یکسان و مشابه به نظر می‌رسد. تصاویر الکترونی، گرانول‌های نشاسته ژلاتینیزه شده را که در یک ماتریکس پروتئینی به دام افتاده‌اند را نشان می‌دهد. در تصویر مربوط به نمونه محتوی ١٠٠ درصد استویا، فشردگی ساختاری قابل توجهی به مانند آنچه در مورد نمونه‌های بهینه و ١٠٠ درصد عصاره خرما وجود دارد مشاهده نمی‌شود. این می‌تواند به دلیل خنثی بودن ترکیب استویوزید در ایجاد برهم‌کنش با سایر ترکیبات موجود در بافت کیک در نظر گرفته شود. بنابراین، تصاویر الکترونی می‌تواند عدم تغییرات بافتی قابل توجه را در اثر جانشین‌سازی شکر با عصاره خرما و شیرین‌کننده استویوزید تایید نماید. در تحقیقی، تورابی و همکاران (٢٠١٠) ریزساختار کیک‌های آرد برنجی را با بزرگنمایی ٣٠ برابری با استفاده از میکروسکوپ الکترونی مورد بررسی قرار دادند [١٩]. بر طبق تصاویر الکترونی بدست آمده از ریزساختار کیک‌های آن‌ها مشخص شد که نزدیکی زیادی بین بافت نمونه-های آن‌ها با نمونه‌های این کار پژوهشی وجود داشت.



الف



ب)

شکل ١٣ ریزساختار مغز کیک تمامی تصاویر الکترونی با بزرگنمایی ١٠٠ برابر بدست آمدند.

٤- نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که جایگزینی ١٠٠ درصدی شکر به عنوان یکی از اجزای اصلی تشکیل‌دهنده کیک با عصاره خرما و شیرین‌کننده استویوزید نمی‌تواند خصویات فیزیکی و حسی مطلوبی را در مقایسه با نمونه شاهد ایجاد نماید. همچنین با افزایش میزان استویوزید و عصاره خرما ویژگی‌های فیزیکی و حسی کیک‌ها روند کاهشی را نشان دادند. علاوه‌براین، فرمول‌های ترکیبی استویا – شکر – عصاره خرما توانستند در برخی از ویژگی‌های فیزیکی و حسی به نمونه شاهد نزدیک شوند. بنابراین با توجه به نتایج بدست آمده و با در نظر گرفتن اهمیت کاهش کالری‌زایی محصولات غذایی نظیر کیک، فرمول ٥٠ درصد عصاره خرما –

۲۵ درصد استویوزید – ۲۵ درصد ساکاروز انتخاب گردید که بر این اساس می‌توان کیک‌هایی با خصوصیات فیزیکی و حسی مطلوب همراه با کاهش میزان انرژی تولید نمود.

۵- منابع

[1] Bennion, E. B., & Bamford, G. S., 1997. The technology of cake making. London, UK: Blackie Academic and Professional.

[2] Kulp, K., Lorenz, K., & Stone, M. (1991). Functionality of carbohydrate ingredients in bakery products. *Food Technology*, 136–142.

[3] Wetzel, C. R., & Bell, L. N. (1997). Chemical stability of encapsulated aspartame in cakes without added sugar. *Food Chemistry*, 63, pp. 33-37.

[4] Kamel, B.S. & Rasper, V.F. (1987). Development of Low Calorie Cakes Utilizing Emulsifiers, Sorbitol and Polydextrose. *Canadian Institute of Food Science and Technology Journal*, 20, pp. 317-318.

[5] Ronda, F., Gomez, M., Blanco, C., & Caballero, P. (2005). Effects of polyols and nondigestible oligosaccharides on the quality of sugar-free sponge cakes. *Food Chemistry*, 90, 549–555.

[6] Manisha, G., Soumya, C., and Indrani, D. (2012). Studies on interaction between stevioside, liquid sorbitol, hydrocolloids and emulsifiers for replacement of sugar in cakes. *Food Hydrocolloids*, 29, 363-373.

[7] Takhtchin, F. (2012). University of Medical Sciences and Health services of Shahid Beheshti, Food and Drug Department.

[8] Ahmadi, H., Azizi, M.H., Jahanian, L., Amirkaveei, S.H. (2010). Evaluation of replacement of date liquid sugar as a replacement for invert syrup in a layer cake. *JFST*, 8, 57-64.

[9] Lebesi, D., & Tzia. C. (2012). Use of endoxylanase treated cereal brans for development of dietary fiber enriched cakes. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 13, 207–214.

[10] AACC, American Association of Cereal Chemists. (2010). International. approved methods of analysis. St. Paul: Approved Methods Committee. Available at: http:// methods.aaccnet.org/.

[11] Rodriguez-Garcia, J., Sahi, S., & Hernando, I. (2014). Functionality of lipase and emulsifiers in low-fat cakes with inulin. *LWT - Food Science and Technology*, 58, 173-182.

[12] Wilderjans, E., Pareyt, B., Goesaert, H., Brijs, K., & Delcour, J. A. (2008). The role of gluten in a pound cake system: A model approach based on gluten–starch blends. *Food Chemistry*, 110, 909–915.

[13] Gomez, M., Ronda, F., Caballero, P., Blanco, C., & Rosell, C.M. (2006). Functionality of different hydrocolloids on the quality and shelf-life of yellow layer cakes. *Food Hydrocolloids*, 21, 167–173.

[14] Matsakidou, A., Blekas, G., & Paraskevopoulou, A. (2010). Aroma and physical characteristics of cakes prepared by replacing margarine with extra virgin olive oil. *LWT - Food Science and Technology*, 43, 949–957.

[15] Schirmer, M., Jekle, M., Arendt, E., & Becker, T. (2012). Physicochemical interactions of polydextrose for sucrose replacement in pound cake. Food Research International, 48, 291–298.

[16] Hicsasmaz, Z., Yazgan, Y., Bozoglu, F., & Katnas, Z. (2003). Effect of polydextrose – substitutionon the cell structure of the high-ratio cake system. Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie, 36, 441–450.

[17] Kocer, D., Hicsasmaz, Z., Bayindirli, A., & Katnas, S. (2007). Bubble and pore formation of the high ratio cake formulation with polydextrose as a sugar and fat replacer. Journal of Food Engineering, 78, 953–964.

[18] Hess, D.A., & Setser, C.S. (1983). Alternative system for sweetening layer cakes using aspartame with and without fructose. Cereal Chemistry, 60, 337–341.

[19] Turabi, E., Sumnu, G., & Sahin, S., (2010). Quantitative analysis of macro and micro-structure of gluten-free rice cakes containing different types of gums baked in different ovens. Food Hydrocolloids, 24, 755-762.

Effect of replacing sugar with date concentrate and Stevia sweetener on physical and sensual properties of sponge cakes

Ahmadi, E.[1], Maghsoudlou, Y .[2*], Azizi, M. H .[3], Alami, M. [4], Ghorbani, M .[4]

1. Ph.D Student, Faculty of Food Science & Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.
2. Professor, Faculty of Food Science & Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran (Corresponding Author*).
3. Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
4. Associate Prof., Faculty of Food Science & Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.

(Received: 93/9/13 Accepted: 93/12/9)

In this study, the effect of substitution date concentrate and stevioside sweetener on qualitative properties of sponge cake was evaluated. The objective of this research work was preparing cake with fewer calories and minimum quality loss. In this research, the effect of compounds of date concentrate and stevioside sweetener separately and combined in 15 different formula and at levels of 25, 50, 75 and 100% (by weight sugar) on various properties cakes were tested. The results showed that stevioside cakes, compared to control samples and date concentrate cakes, had more moisture and lower color, height and sensory scores. Also,The results of the texture profile analysis indicated that increased levels stevioside causing significant changes in some parameters of texture instrumental. On the other hand, date concentrate cakes had more color, less altitude, intermediate humidity and higher sensory scores. Texture profile analysis also revealed that compared with stevioside samples, cakes containing date concentrate showed more favorable texture parameters. Furthermore, using of combined formulas of stevioside and date concentrate improved physical properties and sensory cake samples. Finally, after calculating the energy contents of selective and control samples revealed that the selective cakes had less energy content.

Key words: Cake, Date concentrate, Stevia sweetener, Texture Profile Analysis

* Corresponding Author E-Mail Address: y.maghsoudlou@gau.ac.ir