

## بررسی اثر مقادیر گوناگون پودر شیرۀ خرما بر مدت زمان نگهداری و ویژگی‌های کمی و کیفی کیک اسفنجی

صدیف آزادمرد دمیرچی<sup>۱\*</sup>، پریسا راعی<sup>۲</sup>

۱. استاد، علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

۲. کارشناس ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱/۱۷ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۴/۴/۸)

### چکیده

در این تحقیق تأثیر افزودن پودر شیرۀ خرما بر وزن مخصوص خمیر، حجم، دانسیته ظاهری و جسمی، تخلخل، رطوبت، فعالیت آبی، رنگ، و سفتی بافت کیک مطالعه شد. بیشترین وزن مخصوص خمیر مربوط به نمونه کنترل بود. جایگزین کردن ساکارز با ۱۰۰ درصد پودر شیرۀ خرما حجم کیک، دانسیته جسمی، و تخلخل را کاهش و دانسیته ظاهری را افزایش داد. نمونه‌های حاوی ۲۵ درصد پودر شیرۀ خرما تقارن بیشتری در مقایسه با نمونه کنترل داشتند. با افزایش درصد پودر شیرۀ خرما رطوبت و فعالیت آبی افزایش یافت. نمونه‌های تهیه شده با درصدهای متفاوت پودر شیرۀ خرما، بافت مشابهی با نمونه کنترل نشان دادند. سفت‌ترین بافت در نمونه حاوی ۱۰۰ درصد جایگزینی پودر مشاهده شد. در روزهای ۷، ۱۴، و ۲۱ تیمارهای ۷۵ و ۱۰۰ درصد پودر بیشترین سفتی را نشان دادند. نمونه تهیه شده با ۱۰۰ درصد پودر رنگ پوسته تیره‌تری به نسبت نمونه کنترل نشان داد.

**کلیدواژگان:** پودر شیرۀ خرما، کیک اسفنجی، مدت زمان نگهداری، ویژگی‌های کمی و کیفی

### مقدمه

خرما دارای ترکیبات فنولیک، پروسیانیدین‌ها، فلاوونوئیدها، آنتوسیانین‌ها، استرول‌ها، و کاروتنوئیدهاست که این مواد اثر مفید شناخته شده‌ای دارند. شیرۀ خرما از محصولات جانبی خرما است که به عنوان شیرین کننده طبیعی برای رژیم‌های غذایی خاص در صنایع غذایی کاربرد فراوانی دارد. این محصول فیبر شایان توجهی ندارد، اما همچون دیگر فراورده‌های خرما به عنوان منبعی از ترکیبات فنولی و آنتی‌اکسیدان اهمیت دارد (Alasalvar *et al.*, 2007). در شرایط آزمایشگاهی، مصرف خرما و یا عصاره آن خاصیت آنتی‌اکسیدانی، آنتی‌موتازنی، ضدویروسی، و ضدقارچی از خود نشان داده است. نتایج مطالعات حیوانی نیز حاکی از خواص ضدالتهابی، ضدهیپرلیپیدمی، ضدسرطانی، القاکنندگی سیستم‌های ایمنی، و تولیدمثل برای خرما هستند. مطابق با گزارش‌ها مصرف خرما باعث حفظ کبد، دستگاه گوارش، و کلیه‌ها شده است (Baliga *et al.*, 2011).

به دلیل تغییر سبک زندگی، خصوصاً در جهان توسعه یافته، اکنون تقاضای زیادی برای انواع وسیعی از محصولات خشک شده با تأکید بر کیفیت بالا و تازگی ماده غذایی وجود دارد. خشک کردن پاششی عملیاتی متداول برای

تبدیل مواد مایع به پودر به منظور نگهداری، تسهیل انبارداری، حمل و نقل، جابه‌جایی، و سایر صرفه‌های اقتصادی است. دهه ۱۹۲۰ را می‌توان ابتدای کاربرد اقتصادی خشک‌کن‌های پاششی دانست (Bhandari *et al.*, 2008). با توجه به اینکه زمان فرایند ذرات در خشک‌کن پاششی زیاد نیست، محصول کمتر دچار آسیب حرارتی می‌شود مگر اینکه مسیر حرکت ذرات در سیستم مسدود شود، در خشک‌کن پاششی قسمت اعظم خشک کردن در شرایط سرعت ثابت اتفاق می‌افتد. به همین دلیل این روش خشک کردن برای فراورده‌های حساس به حرارت مناسب است و برای خشک کردن مواد غذایی از قبیل قهوه، شیر، تخم‌مرغ، آب پنیر، و مانند آن استفاده می‌شود (Brennan, 2006).

با توجه به اینکه قند خرما از میوه درجه ۲ و ۳ تهیه می‌شود ارزش افزوده زیادی به همراه دارد و قابل رقابت با فراورده‌های مشابه خود مانند عسل کندو است (Abo-bakr *et al.*, 1988). در پژوهشی تأثیر پودر عسل بر خواص رئولوژیکی و کیفی نان مطالعه شده بود، نتایج فارینوگراف برای خمیر نمونه‌های شامل درصدهای گوناگون پودر عسل نشان داد با افزایش درصد پودر جذب آب افزایش و همینطور خصوصیات بافت در مقایسه با نمونه کنترل بهبود می‌یابد. همچنین اضافه کردن پودر از ۵ به ۱۰ درصد تأثیر مطلوبی روی رنگ پوسته و مغز نان داشت. از طرفی با افزایش درصد پودر عسل از

\* نویسنده مسئول: sodeifazadmard@yahoo.com

استفاده شد. بدنه اصلی خشک‌کن به ارتفاع ۲ متر به صورت استوانه‌ای (به قطر ۱ متر) با قسمت تحتانی مخروطی شکل بود. دستگاه مجهز به یک پمپ تغذیه حجمی پرستالتیک با دبی تغذیه متغیر و ظرفیت حداکثر ۳ لیتر مایع در ساعت با فشار ۱ بار برای ارسال خوراک به افشانه بود. فرایند پاشش توسط اتمایزر چرخشی با قطر ۵ سانتی‌متر با قابلیت چرخش توسط کمپرسور هوا صورت گرفت. خوراک تهیه‌شده به دستگاه تغذیه ارسال و در نهایت پودر حاصل، جمع‌آوری، و در ظرف شیشه‌ای تیره تا زمان انجام آزمایش‌ها در مکانی دور از نور نگهداری شد.

#### تولید کیک

خمیر کیک با روش شکر-خمیر تهیه شد (Peighambardoust, 2009). در این روش ابتدا روغن و شکر با هم مخلوط و کرمی روشن تهیه شد. مدت زمان مخلوط کردن در این مرحله حدود ۱۰ دقیقه است که به کیفیت کرم شدن چربی و سرعت و نوع میکسر بستگی دارد. در مرحله بعد تخم‌مرغ اضافه شد. معمولاً تخم‌مرغ را در ۴ یا ۵ نوبت در فواصل زمانی ۵ تا ۷ دقیقه می‌افزایند و بعد از هر مرحله افزودن، مخلوط را به خوبی بهم می‌زنند. در مرحله بعد مواد پودری شکل به همراه آرد الک، و به خمیر اضافه شدند. در نهایت مواد مایع فرمول آب افزوده شد و عمل مخلوط کردن ادامه یافت تا خمیر آماده شد. مقدار ۴۰ گرم از خمیر آماده‌شده بلافاصله پس از مخلوط کردن در قالب‌هایی به ابعاد  $4 \times 5 \times 8$  سانتی‌متر ریخته و در فر با دمای  $180-200$  درجه سانتی‌گراد پخت شد. نمونه‌ها پس از پخت به مدت ۴۰ دقیقه در دمای محیط خنک شدند. شیره خرما در ۵ سطح گوناگون جایگزین ساکارز شد، سپس کیک‌ها با پوشش‌های پلی‌اتیلنی با دانسیته کم با درزبندی حرارتی بسته‌بندی و در دمای اتاق تا انجام آزمایش‌های بعدی نگهداری شدند.

#### آزمون‌های خمیر

وزن مخصوص خمیر کیک با اندازه‌گیری نسبت وزن ۲۴۰ میلی‌لیتر خمیر کیک به وزن ۲۴۰ میلی‌لیتر آب محاسبه شد (Lin et al., 2003).

#### آزمون‌های کیک

رطوبت کیک با روش AACC 44-11 و فعالیت آبی کیک با روش Akesowan (2009) اندازه‌گیری شد. دانسیته ظاهری کیک با اندازه‌گیری نسبت وزن به حجم کیک (Kocer et al., 2006) و حجم کیک نیز با روش جابه‌جایی دانه کلزا انجام شد (Lin et al., 2003). دانسیته جسمی با روش پیکنومتری و تخلخل کیک با رابطه ۱ محاسبه شد (AACC 74-09). تقارن هندسی کیک با روش AACC 10-91 محاسبه شد.

میزان سفتی بافت کاسته شد و بیاتی به تأخیر افتاد (Qunyi et al., 2010)

در پژوهشی محققان اثر افزودن کنسانتره فیبر خرما بر عملکرد خمیر و کیفیت نان را بررسی کردند و مشخص شد که ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر، جذب آب، ثبات، اندیس کیفیت، و مقاومت در برابر تغییر شکل با افزودن فیبر افزایش یافت، در حالی که درجه نرم شدن و قابلیت کشش در تمام سطوح فیبر افزوده‌شده کاهش یافت (Borchani et al., 2010).

با توجه به اینکه تاکنون تحقیقاتی در ایران در زمینه جایگزینی ساکارز با پودر شیره خرما خشک‌شده به روش پاششی در کیک انجام نشده است، هدف از این پژوهش بررسی امکان جایگزین کردن ساکارز با پودر شیره خرما و تأثیر آن بر خواص خمیر کیک و کیفیت کیک اسفنجی است.

#### مواد و روش‌ها

**مواد اولیه:** آرد نول با رطوبت ۱۴/۴ درصد، خاکستر ۰/۴۴ درصد، گلوتن مرطوب ۲۶ درصد، عدد زلنی ۱۷/۶ سانتی‌مترمکعب، و پروتئین ۸/۲۸ درصد از کارخانه ارس مهر تبریز خریداری شد. شکر آسیاب‌شده، روغن هیدروژنه نیمه‌جامد، وانیل، بیکنینگ پودر، شیر خشک، آب پنیر، و تخم‌مرغ از فروشگاه‌های مواد غذایی تهیه شد. پودر شیره خرما (واریت خضراوی خوزستان) با روش خشک کردن پاششی تهیه شد که جزئیات روش خشک کردن در ادامه ذکر می‌شود. ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی پودر شیره خرما در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱. خصوصیات فیزیکی شیمیایی پودر شیره خرما خشک‌شده به

روش پاششی	
ویژگی	مقدار (در ۱۰۰ گرم)
رطوبت	۱/۶
فعالیت آبی	۰/۰۶
دانسیته	۱/۱۲
انحلال‌پذیری	۹۹/۶

#### تولید پودر شیره خرما به روش خشک کردن پاششی

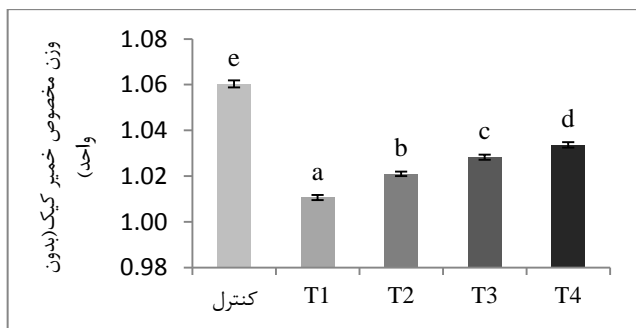
شیره خرما و مالتودکسترین (DE=18-20) هر یک جداگانه با همزن مغناطیسی در آب مقطر با دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد حل و سپس با یکدیگر مخلوط شدند تا خوراک همگنی به دست آید به گونه‌ای که غلظت ماده جامد کل در خوراک نهایی به ۴۰ درصد براساس ماده خشک برسد. برای تولید پودر از خشک‌کن پاششی در مقیاس پایلوت (شرکت مهام صنعت، نیشابور، ایران)

(Baeva et al., 2000) می‌توان نتیجه گرفت افزایش درصد پودر باعث کاهش قابلیت نگهداری گاز در خمیر کیک و بنابراین افزایش در وزن مخصوص خمیر شد.

(T1) مربوط به تیمار ۲۵ درصد پودر، T2 مربوط به تیمار ۵۰ درصد پودر، T3 مربوط به تیمار ۷۵ درصد پودر، و T4 مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد پودر است.

### رطوبت و فعالیت آبی کیک

نقش پودر به‌عنوان جایگزین ساکارز بر رطوبت کیک در جدول ۲ آورده شده است. نتایج آنالیز واریانس نشان داد که در روز اول نگهداری رطوبت به‌طور معنی‌داری افزایش پیدا کرد. دلیل افزایش رطوبت را می‌توان در خواص جاذب رطوبت بودن این ترکیب و رقابت ترکیبات جاذب آب در فرمولاسیون آن جستجو کرد که با جذب بیشتر و قدرت نگهداری بیشتر آب سبب افزایش مقدار رطوبت در محصول حاصل می‌شوند (Ablett et al., 1986). نقش پودر به‌عنوان جایگزین ساکارز بر فعالیت آبی کیک نیز در جدول ۳ آورده شده است. فعالیت آبی فاکتور مناسبی برای ارزیابی عمر ماندگاری و پایداری میکروبیولوژیکی مواد غذایی محسوب می‌شود.



شکل ۱. تأثیر درصد‌های گوناگون جایگزینی پودر با ساکارز بر وزن مخصوص خمیر کیک

حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ است.

(رابطه ۱) دانسیته جسمی / دانسیته ظاهری - ۱ = تخلخل  
به‌منظور بررسی تأثیر پودر شیر خرما بر سفتی، بافت کیک در روزهای اول، هفتم، چهاردهم، و بیست‌ویکم پس از تولید ارزیابی شد. برای این منظور از ماشین آزمون عمومی اینسترانو از روش AACC 74-09 استفاده شد (Frye and Sester, 1992).

رنگ کیک نیز با دوربین دیجیتالی در محفظه قرارگیری نمونه‌ها که حاوی دو عدد لامپ مهتابی برای ایجاد نور و طول موج مناسب برای تصویربرداری از نمونه‌ها تعبیه شده بود، مورد سنجش قرار گرفت. به این صورت که ابتدا نمونه کیک داخل محفظه گذاشته شده و سپس در حضور نور مناسب، عمل تصویربرداری با دوربین دیجیتالی در ۳ تکرار انجام شد. سپس تصویر نمونه برای آنالیز و اندازه‌گیری شاخص‌های L, a, b در نرم‌افزار فتوشاپ به کامپیوتر انتقال داده شد.

### طرح آماری

صفات خمیر و کیک با استفاده از طرح کاملاً تصادفی CRD انجام و با نرم‌افزار SPSS تجزیه و تحلیل شد. مقایسه میانگین تیمارها با آزمون چنددامنه‌ای دانکن با سطح احتمال خطا ۵ درصد انجام شد.

### نتایج و بحث

#### وزن مخصوص خمیر کیک

نتایج اندازه‌گیری وزن مخصوص خمیر کیک در شکل ۱ نشان داده شده است. نتایج آنالیز واریانس نشان داد با افزایش درصد پودر وزن مخصوص خمیر کیک‌ها به‌طور معنی‌داری افزایش و قابلیت نگهداری هوا کاهش یافت. با توجه به رابطه معکوس میان وزن مخصوص خمیر کیک و قابلیت ورود حباب‌های هوا به خمیر و میزان نگهداری حباب‌های هوا در بافت خمیر کیک

جدول ۲. اثر متقابل زمان و تیمار بر رطوبت (درصد) نمونه کنترل و تیمارهای گوناگون

تیمار	روز			
	روز ۱	روز ۷	روز ۱۴	روز ۲۱
کنترل	۱۹/۳۶ ± ۰/۵۳ <sup>f</sup>	۱۶/۰۳ ± ۰/۰۶ <sup>e</sup>	۱۵/۰۷ ± ۰/۰۳ <sup>b</sup>	۱۴/۰ ± ۰/۲۲ <sup>a</sup>
۲۵ درصد پودر	۲۰/۸۹ ± ۰/۳۱ <sup>ijk</sup>	۲۰/۵۴ ± ۰/۱۲ <sup>hi</sup>	۲۰/۱۱ ± ۰/۰۳ <sup>g</sup>	۱۷/۸ ± ۰/۵۴ <sup>d</sup>
۵۰ درصد پودر	۲۰/۹۰ ± ۰/۲۳ <sup>ijk</sup>	۲۰/۹ ± ۰/۰۳ <sup>ijk</sup>	۲۰/۴۴ ± ۰/۱۵ <sup>gh</sup>	۱۷/۹۳ ± ۰/۳۱ <sup>d</sup>
۷۵ درصد پودر	۲۱/۱۷ ± ۰/۱۴ <sup>k</sup>	۲۱/۰۳ ± ۰/۱۲ <sup>jk</sup>	۲۰/۶۰ ± ۰/۰۹ <sup>hij</sup>	۱۷/۹۹ ± ۰/۰۹ <sup>d</sup>
۱۰۰ درصد پودر	۲۲/۲۸ ± ۰/۲۵ <sup>m</sup>	۲۱/۸۳ ± ۰/۰۳ <sup>i</sup>	۲۰/۸۹ ± ۰/۰۹ <sup>ijk</sup>	۱۷/۹۹ ± ۰/۱۶ <sup>e</sup>

\*حروف متفاوت نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال (p < ۰/۰۵) است. (میانگین ± انحراف معیار)

جدول ۳. اثر متقابل زمان و تیمار بر فعالیت آبی نمونه کنترل و تیمارهای گوناگون

تیمار	روز ۱	روز ۷	روز ۱۴	روز ۲۱
کنترل	۰/۸۱±۰/۰۰۶ <sup>bcd</sup>	۰/۸۰±۰/۰۰۱ <sup>bcd</sup>	۰/۷۹±۰/۰۰۴ <sup>c</sup>	۰/۷۵±۰/۰۰۴ <sup>a</sup>
۲۵درصد پودر	۰/۸۴±۰/۰۰۴ <sup>fg</sup>	۰/۸۳±۰/۰۰۲ <sup>defg</sup>	۰/۸۰±۰/۰۰۳ <sup>bcd</sup>	۰/۷۸±۰/۰۰۲ <sup>b</sup>
۵۰درصد پودر	۰/۸۴±۰/۰۰۱۲ <sup>fg</sup>	۰/۸۴±۰/۰۰۷ <sup>fg</sup>	۰/۸۲±۰/۰۰۵ <sup>cdef</sup>	۰/۸۲±۰/۰۰۵ <sup>cdef</sup>
۷۵درصد پودر	۰/۸۴±۰/۰۰۶ <sup>fg</sup>	۰/۸۴±۰/۰۰۲ <sup>fg</sup>	۰/۸۲±۰/۰۰۹ <sup>defg</sup>	۰/۸۲±۰/۰۰۲ <sup>cdef</sup>
۱۰۰درصد پودر	۰/۸۵±۰/۰۰۲ <sup>g</sup>	۰/۸۴±۰/۰۰۶ <sup>fg</sup>	۰/۸۳±۰/۰۰۲ <sup>efg</sup>	۰/۸۳±۰/۰۰۵ <sup>defg</sup>

\*حروف متفاوت نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال (p<۰/۰۵) است. (میانگین ± انحراف معیار)

حجم کیک نیز مشاهده می شود (Kocer et al., 2006).

### دانشیته ظاهری و حجم کیک

نتایج حاصل از اندازه گیری حجم و دانشیته ظاهری کیک در جدول ۴ آمده است. نتایج آنالیز واریانس نشان داد با جایگزینی ساکارز با پودر، حجم کیک به صورت معنی داری کاهش یافت. کیک های دارای ۲۵درصد پودر بیشترین حجم را داشتند و کمترین میزان حجم مربوط به تیمار ۱۰۰درصد پودر بود. علت کاهش حجم نمونه های کیک اثر قندهای احیاکننده و احتمالاً تغییرات ویسکوزیته و جرم حجمی خمیر است که کاهش قدرت نگهداری گاز به کاهش حجم نیز می انجامد (Baeva et al., 2000). در مورد دانشیته ظاهری نیز با افزایش درصد پودر دانشیته ظاهری افزایش یافت. نمونه دارای ۱۰۰درصد پودر بیشترین دانشیته و ۲۵درصد پودر کمترین دانشیته را داشت افزایش دانشیته ظاهری با افزایش درصد پودر در ترکیب کیک به دلیل کاهش ترکیب هوا در خمیر کیک است که این اثر در

### دانشیته جسمی و تخلخل کیک

نتایج حاصل از دانشیته جسمی در جدول ۴ آورده شده است. دانشیته جسمی ماده غذایی از محاسبه نسبت جرم به حجم واقعی (بدون در نظر گرفتن حجم پرزهای باز و بسته) اندازه گیری می شود، در این تحقیق نمونه های حاوی درصدهای بالای پودر دانشیته بالایی داشتند. اختلاف نمونه های ۷۵درصد پودر و ۱۰۰درصد پودر با کنترل معنی دار است (p<۰/۰۵). نتایج اندازه گیری تخلخل کیک در جدول ۴ نشان داده شده است. با افزایش درصد پودر تخلخل کاهش یافته است، نمونه ۲۵درصد و ۵۰درصد پودر بیشترین مقدار تخلخل در بین سایر تیمارها را دارند. نتایج آنالیز واریانس نشان داد که اختلاف تیمارها با نمونه کنترل معنی دار است (p<۰/۰۵).

جدول ۴. اثر سطوح گوناگون پودر بر حجم، دانشیته ظاهری، دانشیته جسمی، و تخلخل کیک (میانگین ± انحراف معیار)

تیمار	روز	حجم (cm <sup>3</sup> )	دانشیته ظاهری (g/cm <sup>3</sup> )	دانشیته جسمی (g/cm <sup>3</sup> )	تخلخل (بدون واحد)
کنترل	۸۴±۱/۶ <sup>b</sup>	۰/۴۴±۰/۰۱ <sup>b</sup>	۱/۳۰±۰/۰۳ <sup>a</sup>	۰/۶۶±۰/۰۱۱ <sup>b</sup>	
۲۵درصد پودر	۸۸±۱/۰ <sup>c</sup>	۰/۴۰±۰/۰۰ <sup>a</sup>	۱/۳۰±۰/۰۱ <sup>ab</sup>	۰/۶۹±۰/۰۰ <sup>c</sup>	
۵۰درصد پودر	۸۷±۲/۷ <sup>bc</sup>	۰/۴۳±۰/۰۱۱ <sup>b</sup>	۱/۳۱±۰/۰۱۷ <sup>ab</sup>	۰/۶۹±۰/۰۰۶ <sup>c</sup>	
۷۵درصد پودر	۷۸±۱/۶ <sup>a</sup>	۰/۴۸±۰/۰۱۱ <sup>c</sup>	۱/۳۲±۰/۰۰۶ <sup>bc</sup>	۰/۶۴±۰/۰۱۰ <sup>a</sup>	
۱۰۰درصد پودر	۷۴±۲/۰ <sup>a</sup>	۰/۵۰±۰/۰۲۳ <sup>d</sup>	۱/۳۴±۰/۰۱ <sup>c</sup>	۰/۶۳±۰/۰۱۵ <sup>a</sup>	

\*حروف متفاوت نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال (p<۰/۰۵) است.

۵۰درصد پودر با تیمار کنترل تفاوت معنی داری نداشت.

### تقارن کیک

نتایج آنالیز واریانس این ویژگی نشان داد که اثر درصد پودر در تقارن کیک معنی دار است (p<۰/۰۵). نتایج اندازه گیری تقارن تیمارها در شکل ۲ آمده است. با افزایش درصد پودر در ترکیب کیک، تقارن کیک ها کاهش یافت، بالاترین میزان تقارن مربوط به کیک های تهیه شده با ۲۵درصد پودر بود. کمترین میزان تقارن مربوط به نمونه ۱۰۰درصد پودر بود. از طرفی نمونه دارای

### ارزیابی بافت کیک به روش دستگاهی

اثر روز نگهداری و تیمار بر سفتی بافت در نمونه کنترل و کیک های تهیه شده با پودر شیره خرما در جدول ۵ آمده است. در طی روز اول نگهداری بین تیمارهای ۲۵درصد، ۵۰درصد، و ۷۵درصد پودر تفاوت معنی دار مشاهده نشد اما بین تیمار ۱۰۰درصد پودر و کنترل اختلاف معنی دار بود. دلیل این امر

قرمزبودن محصول، و اندیس b به منظور تعیین میزان زردبودن محصول. نتایج آنالیز واریانس رنگ نشان داد که بین نمونه‌های کیک از نظر دو فاکتور L و b اختلاف معنی‌دار وجود دارد ( $p < 0.05$ ). نتایج در جدول ۶ آورده شده است.

نتایج نشان داد که نمونه دارای ۱۰۰ درصد پودر رنگ تیره‌تری دارد در حالی که نمونه کنترل بیشترین میزان روشنایی را به خود اختصاص داد. این امر می‌تواند به دلیل حضور قند احیاکننده فروکتوز، که در واکنش قهوه‌ای شدن شرکت می‌کند، و همچنین به دلیل میزان رنگ موجود در خرما باشد.

می‌تواند به علت حضور قند احیاکننده در پودر شیرۀ خرما باشد که بهتر از ساکارز رطوبت را جذب می‌کند. بررسی تأثیر روز نگهداری بر سفتی بافت کیک نشان داد که روز نگهداری کیک اثر معنی‌داری بر سفتی بافت داشت و با گذشت زمان از میزان نرمی بافت کیک کاسته شد ( $p < 0.05$ ).

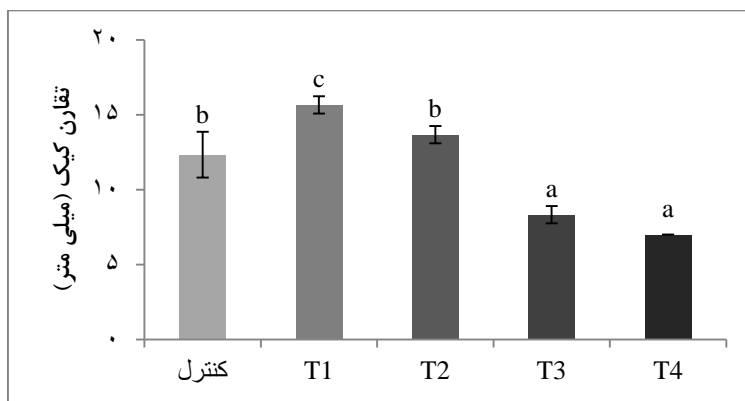
رنگ کیک

نتایج رنگ‌سنجی با دوربین دیجیتالی و نرم‌افزار فتوشاپ انجام شد. با نرم‌افزار فتوشاپ سه فاکتور تعیین رنگ مشخص شد: اندیس L برای تیرگی و سفیدی محصول، اندیس a برای تعیین

جدول ۵. اثر متقابل زمان و تیمار بر سفتی بافت (برحسب نیوتن) نمونه کنترل و تیمارهای گوناگون

روز	روز ۱	روز ۷	روز ۱۴	روز ۲۱	تیمار
	۰/۱۰±۰/۰۰ <sup>a</sup>	۰/۱۵±۰/۰۱ <sup>b</sup>	۰/۲۳±۰/۰۱ <sup>efg</sup>	۰/۲۷±۰/۰۱ <sup>hi</sup>	کنترل
	۰/۱۰±۰/۰۰ <sup>a</sup>	۰/۲۴±۰/۰۱ <sup>efgh</sup>	۰/۲۶±۰/۰۱ <sup>gh</sup>	۰/۳۳±۰/۰۱ <sup>j</sup>	۲۵درصد پودر
	۰/۱۰±۰/۰۰ <sup>a</sup>	۰/۱۹±۰/۰۲ <sup>cd</sup>	۰/۲۲±۰/۰۲ <sup>def</sup>	۰/۳۰±۰/۰۱ <sup>j</sup>	۵۰درصد پودر
	۰/۱۰±۰/۰۰ <sup>a</sup>	۰/۱۶±۰/۰۰ <sup>bc</sup>	۰/۲۱±۰/۰۱ <sup>def</sup>	۰/۲۷±۰/۰۳ <sup>ghi</sup>	۷۵درصد پودر
	۰/۱۳±۰/۰۱ <sup>ab</sup>	۰/۱۵±۰/۰۱ <sup>b</sup>	۰/۲۰±۰/۰۰ <sup>de</sup>	۰/۲۴±۰/۰۰ <sup>fgh</sup>	۱۰۰درصد پودر

\*حروف متفاوت نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ( $p < 0.05$ ) است. (میانگین ± انحراف معیار)



شکل ۲. تأثیر درصد‌های گوناگون جایگزینی پودر با ساکارز بر تقارن کیک

حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال  $p < 0.05$  است.

(T1 مربوط به تیمار ۲۵درصد پودر T2 مربوط به تیمار ۵۰درصد پودر، T3 مربوط به تیمار ۷۵درصد پودر، و T4 مربوط به تیمار ۱۰۰درصد پودر است.)

جدول ۶. مقایسه میانگین امتیاز مشخصه رنگ درصد‌های گوناگون پودر و نمونه کنترل

درصد جایگزینی	L*	a*	b*
کنترل	۵۳/۸±۹/۴ <sup>c</sup>	۱۸±۱۰ <sup>a</sup>	۵۰/۳±۴/۸ <sup>bc</sup>
۲۵درصد پودر	۵۱±۳/۵ <sup>bc</sup>	۱۷/۷±۲/۴ <sup>a</sup>	۵۱/۹±۱/۷ <sup>c</sup>
۵۰درصد پودر	۴۶/۹±۲/۶ <sup>abc</sup>	۲۴±۳/۱ <sup>a</sup>	۴۷±۴/۶ <sup>abc</sup>
۷۵درصد پودر	۴۵/۵±۳/۱ <sup>ab</sup>	۲۲/۳±۲/۲ <sup>a</sup>	۴۶/۵±۳/۶ <sup>ab</sup>
۱۰۰درصد پودر	۴۱/۷±۶/۴ <sup>a</sup>	۲۱/۹±۲/۸ <sup>a</sup>	۴۴±۴ <sup>a</sup>

\*حروف متفاوت نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ( $p < 0.05$ ) است. (میانگین ± انحراف معیار)

## نتیجه‌گیری

را کاهش داد. به‌طوری که در اولین روز نگهداری، نمونه‌های تهیه‌شده با پودر شیرۀ خرما، مشابه نمونه کنترل، دارای بافتی ترد و نرم بودند؛ و میزان نرمی بافت با افزایش مدت زمان نگهداری کاهش یافت. نمونه ۲۵ درصد پودر با توجه به فاکتور رطوبت، فعالیت آبی کمتر در طی دوره نگهداری، حجم، و رنگ مطلوب نشان داد که می‌تواند جایگزین مناسبی برای بخشی از ساکارز باشد.

نتایج کلی نشان داد که افزایش درصد پودر شیرۀ خرما، علاوه بر اینکه بر وزن مخصوص خمیر کیک اثری افزایشی داشت، سبب افزایش دانسیته ظاهری و جسمی کیک نیز شد. این در حالی است که درصد پودر شیرۀ خرما بر تقارن هندسی کیک‌های اسفنجی اثری منفی و نامطلوب داشته است. همچنین مشخص شد که افزایش درصد پودر شیرۀ خرما، برخلاف اثر مدت زمان نگهداری، در فرمولاسیون نمونه‌های کیک اسفنجی سفتی بافت

## REFERENCES

- AACC. American Association of Cereal Chemists (1999) Approved method of the American Association of Cereal Chemists. St. Paul Minnesota.
- Abo-baker, T.M., Mohammad, M.S., Aziz, V.N., Alex, J. (1988) Production of liquid sugar at various stage of inversion. *Journal of Agriculture Research*, 33, 79-94.
- Ablett, S., Attenburrow, G.E., Lillford, P.J. (1986) The significance of water in the baking process. In: Chemistry and physics of baking. Edited by Blanchard, J.M.V., Frazier, P.J., Galliard, T. The Royal Society of Chemistry, London.
- Akesowan, A. (2009) Quality of reduced- fat chiffon cakes prepared with erythritol sucralose as replacement for sugar. *Pakistan Journal of Nutrition*, 13, 83-86.
- Alasalvar, C., Al-Farsi M., Al-Abid M., Al-Shoaily K., Al-Amry, M (2007) Compositional and functional characteristics of dates, syrups and their by-products. *Food Chemistry*, 104, 943-947.
- Baeva, M.R., Pancheve, I.N. and Terzieva, V.V. (2000) Comparative study of texture of normal and energy reduced sponge cake. *Die Nahrung*, 44, 242-246.
- Baliga, M.S., Baliga, B.R.V., Kandathil, S.M., Bhat, H.P., Vayalil, P.K. (2011) A review of the chemistry and pharmacology of the date fruits (*Phoenix dactylifera* L). *Food Research International*, 44, 11-20.
- Bhandari B.R., Patel K.C. and Chen X.D. (2008) Spray drying of food materials process and product characteristics. In X.D. Chen and A.S. Mujumdar (Eds.), *Drying Technology of Food Processing*, pp. 113-157. Blackwell Publishing, UK.
- Brennan, J.G. (2006) Evaporation and Dehydration. In J.G. Brennan (Ed.), *Food Processing Handbook* (pp. 85, 96-96, 105-110). Wiley- VCH Verlag GmbH, Weinheim, Germany.
- Borchani, C., Masmoudi M., Besbes, S., Attia, H., and Deroanne, C. (2011) Effect of date flesh fiber concentrate addition on dough performance and bread quality. *Journal of Texture Studies*, 42, 300-308.
- Dickinson, E. (1993). Proteinpolysaccharides interactions in food hydrocolloids. in: Food Colloids and Polymers: Stability and Mechanical Properties. Dickinson, E. and Walstra, P. Royal Society of Chemistry, UK, pp. 77-93.
- Frye A.M., Sester C.S. (1992). Optimizing texture of reduced-calorie yellow layer cakes. *Cereal Chemistry*, 69, 338-43.
- Kocer D., Hicsasmaz Z., Bayindirli A., Katnas S.A. (2006) 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
- Lin, S.D., Hwang, C.F., Yeh, C.H. (2003) Physical and sensory characteristics of chiffon cake prepared with erythritol as replacement for sucrose. *Journal of Food Science*, 68, 2107-2110.
- Matsakidou, A., Paraskevopoulou, A. (2010) Aroma and physical characteristic of cakes prepared by replacing margarine with extra virgin olive oil. *LWT- Food Science and Technology*, 43, 949-957.
- Peighambaroust S.H. (2009) Technology of cereal products. 1<sup>st</sup> Ed. Tabriz: Tabriz University of Medical Sciences Publications. Vol. 2. 217-219 [in Persian].
- Qunyi, T. and Xiaoyu, Zh. (2010) Effect of honey powder on dough rheology and bread quality. *Food Science and Technology*, 43, 2284-228
- Winkelhausen, E., Jovanovic-Malinovska, R., Velikova, E. and Kuzmanowa, S. (2007) Sensory and microbiological quality of a baked product containing xylitol as an alternative sweetener. *International Journal of Food Properties*, 10, 639-649.