

(مقاله پژوهشی)

## تأثیر جایگزینی ساکارز با شربت ذرت حاوی فروکتوز بالا روی خواص بافتی، رنگ و حسی باقلوای قزوین

فرشته مهاجر<sup>۱</sup>، اکرم شریفی<sup>\*</sup><sup>۱</sup>- گروه مهندسی علوم و صنایع غذایی، دانشکده مهندسی صنایع و مکانیک، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران.

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۶/۱۷

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۳/۲۸

### چکیده

باقلوا یکی از شیرینی‌های سنتی قزوین است که به دلیل میزان ساکارز و کالری بالا مصرف آن برای افراد مبتلا به چاقی و دیابت محدودیت دارد. شربت ذرت با درصد فروکتوز بالانسبت به شکر از شیرینی بالاتری برخوردار است و کالری کمتری را به بدن می‌رساند و همچنین شاخص گلیسمیک پایین‌تری نسبت به شکر خوراکی دارد. از این‌رو هدف از این تحقیق بررسی اثر جایگزینی ساکارز با شربت ذرت حاوی فروکتوز بالا (HFCS) روی خواص بافتی، رنگ و حسی باقلوای قزوین در پنج سطح ۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد و در روزهای نگهداری ۱، ۱۵ و ۳۰ بود. نتایج نشان داد جایگزینی HFCS با ساکارز باعث ایجاد اختلاف معنی‌داری در پیوستگی، چسبندگی، قابلیت جویدن، سفتی و قابلیت ارتجاع بافت باقلوا گردید به طوری که با افزایش HFCS، چسبندگی در تیمارها افزایش و میزان سفتی در تیمارها کاهش یافت. در تیمار با ۱۰۰ درصد جایگزینی HFCS بیشترین میزان پیوستگی و قابلیت ارتجاع مشاهده شد. ویژگی‌های رنگی‌های رنگه‌ها قابل ملاحظه‌ای تحت تأثیر افزودن HFCS قرار گرفت و با افزایش میزان HFCS در تیمارها شاخص L افزایش یافت، بیشترین مقدار شاخص a مربوط به تیمار با ۷۵ درصد جایگزینی HFCS بود همچنین با افزایش میزان HFCS شاخص b کاهش یافت. نتایج ارزیابی حسی نشان داد با افزایش میزان HFCS در فرمولاسیون باقلوا، امتیاز مربوط به طعم، عطر و بو، بافت و پذیرش کلی به طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد. بر اساس نتایج حاصل، جایگزینی HFCS در سطح ۲۵٪ بیشترین امتیاز پذیرش را از نظر ارزیاب‌ها داشت. این تیمار از نظر هزینه تمام شده نیز اختلاف معنی‌دار با نمونه شاهد نداشت. می‌توان از HFCS به عنوان جایگزین شکر در فرمولاسیون باقلوای سنتی قزوین استفاده کرد.

**واژه‌های کلیدی:** شربت ذرت با فروکتوز بالا، باقلوا، ویژگی‌های حسی، بافت.

## ۱- مقدمه

افزایش سریع شیوع چاقی در سرتاسر دنیا را تا حدی می توان به مصرف بیش از اندازه قندها نسبت داد. دستورالعمل های اخیر نیاز به محدود کردن مصرف قندهای ساده به میزان بیش از ۱۰٪ کالری مصرفی روزانه را می دهد (۲۵). مصرف منظم قندها می تواند منجر به آسیب به سلامت دندان شود، زیرا باکتری ها در دهان قند را جذب می کنند و اسید تولید می کنند که به مینای دندان آسیب می رساند. ارزیابی های اخیر توسط سازمان WHO<sup>۱</sup> نشان داده که محدود کردن مقدار قند اضافه شده به غذا و کاهش مصرف نوشیدنی های شیرین، در ارتقای سلامت عمومی به ویژه در کاهش خطر پوسیدگی دندان، دیابت نوع ۲ و بیماری های قلبی و عروقی می تواند موثر باشد. ساکارز از اجزاء اصلی فرمولاسیون فرآورده های شیرین است با تمام فوایدی که به عنوان یک شیرین کننده ی طبیعی با ویژگی های عملکردی ممتاز همچون ایجاد طعم و حجم دهنده بافت دارد، به دلیل ارتباط با برخی از خطرات ذکر شده، برای سلامتی مضر است (۸، ۹ و ۲۲). افزایش بیماری های مرتبط با شکر و همچنین مسایل اقتصادی و تکنولوژیکی باعث شده شکر با شیرین کننده های دیگر مانند شربت ذرت با فروکتوز بالا<sup>۲</sup> (HFCS) جایگزین گردد (۳). استفاده از HFCS در سال های ۱۹۷۰ تا ۱۹۹۰ به طور گسترده ای رشد نمود و جایگزینی برای ساکارز شد (۴). HFCS از هیدرولیز نشاسته ذرت به گلوکز با استفاده از گلوکو آمیلاز و آلفا آمیلاز بدست آمده و پس از ایزومریزاسیون جزئی از گلوکز به فروکتوز حاصل می شود که منجر به تولید مخلوطی از گلوکز و فروکتوز می شود. فروکتوز یک مونوساکارید طبیعی است با ۴ g/g آب که به عنوان یک شیرین کننده تجاری در صنعت غذا مورد استفاده قرار می گیرد (۳۰). در مواد غذایی مختلف با توجه به ماتریکس پیچیده خود، HFCS دارای ویژگی های عملکردی مختلف است (۲۴). HFCS در بازار به دو گونه ۴۲ و ۵۵

درصد موجود است که این درصد گویای میزان فروکتوز در عصاره هاست. HFCS ۵۵ درصد دارای شیرینی معادل شکر بوده و در تولید نوشابه های گازدار استفاده می شود. گونه ۴۲ درصد آن از شیرینی کمتری برخوردار بوده و در نوشابه های بدون گاز (آب میوه ها)، محصولات تخمیری نانوبی و محصولاتتی که به نقطه انجماد پایین نیاز دارند و یا سطح آنها باید طلایی تر و یا عطر آنها تشدید شود مورد مصرف قرار می گیرد. همچنین HFCS بیشتر در غذاهایی که دارای ساختاری نرم و خوشمزه اند مورد استفاده قرار می گیرد (۶ و ۵). همین طور HFCS ۹۰ درصد (۹۰ درصد فروکتوز و ۱۰ درصد گلوکز) نیز وجود دارد که مهم ترین کاربرد آن اختلاط با شربت گلوکز است تا HFCS ۴۲ و ۵۵ درصد حاصل شود (۲۶). فروکتوز در برابر شکر خوراکی، از شیرینی و حلاطت بیشتری برخوردار است، شیرینی آن بین ۱۳۰ تا ۱۸۰ درصد است و با ساکارز استاندارد، ۱۰۰ درصدی مقایسه می شود در نتیجه میزان کمتری مصرف می شود که کالری کمتری به بدن می رساند. مصرف معمول HFCS در بدن نه تنها مضر نمی باشد بلکه مزایایی نسبت به شکر دارد، به طوری که فروکتوز در جدول قندخون دارای شاخص گلیسمیک پایین تری از شکر خوراکی می باشد. شاخص گلیسمیک<sup>۳</sup> (GI) فروکتوز ۱۹ است در مقایسه با گلوکز و ساکارز که دارای شاخص گلیسمیک به ترتیب ۱۰۰ و ۶۸ هستند، فروکتوز نسبت به گلوکز محلول تر می باشد که در رژیم غذایی افراد مبتلا به دیابت مفید می باشد (۷ و ۶). ابومحوب و همکاران (۱۳۹۵)، تاثیرات جایگزینی شربت ذرت حاوی فروکتوز بالا با ساکارز در کوکی را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد به کارگیری این شربت در کوکی ها عواملی مانند رنگ، بافت، ترک خوردگی های سطحی و همچنین چسبندگی در این محصول را تحت تاثیر قرار می دهد (۱). شمسی و نوری (۱۳۹۷)، بررسی امکان جایگزینی شربت ذرت با فروکتوز بالا به جای ساکارز بر خصوصیات سوهان را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد

1-World Health Organization  
2-High Fructose Corn Syrup

3-Glycemic Index

## ۲- مواد و روش‌ها

### ۲-۱- مواد اولیه

آرد گندم، هل، پسته و بادام از بازار، قند با نام تجاری فیشان نوین، زعفران با نام تجاری گلیران، گلاب با نام تجاری ربیع، روغن با نام تجاری غنچه تهیه شدند. شربت ذرت با فروکتوز بالا از نوع ۵۵٪ (حاوی ۵۵-۵۸٪ فروکتوز) و مالتودکسترین با  $DE=20$  از شرکت گلوکوزان تهیه شد.

### ۲-۲- تهیه باقلوا

فرمولاسیون نمونه‌های باقلوای ممتاز طبق استاندارد شماره ۱۹۶۹۶ ملی ایران، بخش داخلی حاوی ۵۴٪ پودر مغز بادام، ۱۳/۵٪ پودر مغز پسته، ۲۳٪ پودر قند، ۲٪ هل، ۲٪ زعفران، ۶/۷٪ روغن و ۲/۴٪ ماده عطر و طعم دهنده (گلاب) و مواد تشکیل دهنده لواش باقلوا (بخش خارجی) شامل ۵۷٪ آرد گندم، ۱۳٪ روغن و ۳۰٪ آب بود. برای تهیه لواش باقلوا (نان باقلوا) ابتدا آب و روغن مخلوط شدند و آرد کم کم اضافه شد تا خمیر نرم و لطیفی به دست آید. خمیر آماده شده به دو قسمت مساوی تقسیم و به صورت نان لواش کاملاً نازک شد. لواش نازک آماده شده کف قالب قرار گرفت. پودر بادام و پودر قند با هم مخلوط و به سه قسمت تقسیم شد. قسمت اول با پودر زعفران مخلوط و روی خمیر باقلوا ریخته شد سپس روی قسمت دیگر پودر بادام سفید قرار گرفت. قسمت سوم پودر بادام با پودر هل مخلوط و روی قسمت قبلی ریخته شد. در نهایت پودر پسته و لایه دوم خمیر نازک لواش روی لایه‌های قبلی قرار گرفت و با چاقو به صورت لوزی برش زده شد. برای پخت، قالب در فر با دمای ۱۸۰ درجه سانتی گراد به مدت ۲۰ دقیقه قرار گرفت. برای تهیه باقلوا با شربت ذرت با فروکتوز بالا، به جای پودر قند از شربت ذرت با فروکتوز بالا در چهار سطح ۲۵٪، ۵۰٪، ۷۵٪ و ۱۰۰٪ استفاده گردید (جدول ۱) و بقیه ترکیبات با درصد‌های ثابت فرمولاسیون باقلوا رایج اضافه شد. باقلوها بعد از آماده سازی تا انجام آزمایشات بعدی در روزهای ۱، ۱۵ و ۳۰ در دمای یخچال نگهداری شدند.

جایگزینی شربت ذرت با فروکتوز بالا در فرمولاسیون سوهان سبب ایجاد تغییر معنی‌داری در میزان رطوبت، خاکستر، میزان چربی استخراجی و اسیدیته محصول نمی‌شود در مقابل، با افزایش نسبت شربت ذرت با فروکتوز بالا در فرمولاسیون، میزان سفتی بافت سوهان و میزان قند کل به طور معنی‌داری افزایش پیدا می‌کند (۱۰). قادری قهفرخی و همکاران (۱۳۹۷)، بررسی اثر جایگزینی ساکارز با شربت فروکتوز بالا بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی گز را مورد بررسی قرار دادند و نتایج نشان داد در مقایسه با نمونه‌ی کنترل، کمترین فعالیت آبی و انرژی در نمونه‌های حاوی ۳۰ تا ۴۰ درصد از HFCS-55 مشاهده شد (۱۲). قندهاری یزدی و همکاران (۱۳۹۲)، اثر جایگزینی ساکارز با مخلوط سوکرالوز مالتودکسترین بر خواص رئولوژیکی و میزان کالری شیرینی سنتی قطاب را مورد بررسی قرار دادند نتایج نشان داد که جایگزینی شکر توسط مخلوط سوکرالوز- مالتودکسترین باعث کاهش میزان سختی بافت می‌شود. بررسی رنگ نشان داد با افزایش درصد جایگزینی شکر توسط مخلوط سوکرالوز - مالتودکسترین به طور معنی‌داری اندیس قهوه‌ای شدن کاهش یافت (۱۴). کرلی و هاسنی<sup>۱</sup> (۱۹۸۴)، اثر شربت ذرت بر روی کیفیت کلوچه را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد نرمی یا چسبندگی خمیر کلوچه به مقدار شربت ذرت بستگی دارد. اگر مقدار جایگزین شده کم باشد، شکنندگی سطح کلوچه کم و کلوچه نرم است (۲۱). کلمن و هاربرز<sup>۲</sup> (۱۹۸۳)، اثر جایگزینی ساکارز با شربت ذرت حاوی فروکتوز بالا در کیک آنجل را مورد بررسی قرار دادند که نتایج نشان داد که جایگزینی ۲۵ درصد ساکارز با HFCS ویژگی‌های فیزیکی و خصوصیات حسی کیک را تحت تاثیر قرار نداد (۲۰). هدف از این تحقیق تولید باقلوای کم کالری سنتی قزوین با استفاده از شربت ذرت با درصد فروکتوز بالا با خصوصیات بافتی و حسی مطلوب و قابل عرضه به بازار بود.

جدول ۱- تیمارهای مورد استفاده در تحقیق

شماره تیمار	پودر قند (درصد)	شربت ذرت با فروکتوز بالا (درصد)
شاهد	۱۰۰	۰
تیمار یک	۵۰	۵۰
تیمار دو	۲۵	۷۵
تیمار سه	۷۵	۲۵
تیمار چهار	۰	۱۰۰

منظور فراهم کردن شرایط ثابت و یکنواخت، نمونه‌ها در جعبه‌ای قرار داده شدند که دیواره داخلی آن به طور کامل سفیدرنگ بود در این روش از دوربین دیجیتال Canon، برای تصویر برداری نمونه‌ها استفاده شد. تصاویر با فرمت jpg و در فضای رنگی RGB ذخیره شدند. تصاویر گرفته شده توسط نرم افزار (ImageJ software version 1.42e/ java) 1.6.0-05 (از فضای رنگی و برنامه آن) Color- Space- Converter (از فضای رنگی RGB به  $a^*$ ,  $b^*$  و  $L^*$  تبدیل گردیدند (۱۴).

### ۳-۳-۲- بررسی خصوصیات حسی

در ارزیابی حسی باقلوا تولیدیپس از انتخاب ۱۰ نفر دانشجوی صنایع غذایی آموزش دیده به عنوان داور، ارزیابی حسی با روش هدونیک ۵ نقطه‌ای (خیلی بد ۱، بد ۲، متوسط ۳، خوب ۴، خیلی خوب ۵) انجام گرفت. برای این منظور پرسشنامه ویژه‌ای تهیه و به همراه باقلوای کد گذاری شده به هریک از داوران ارائه گردید سپس از آن‌ها خواسته شد تا بر اساس معیارهای مندرج در پرسشنامه کیفیت باقلوا را از لحاظ ویژگی‌های حسی مورد ارزیابی قرار داده و معادل عددی آن را در واقع امتیاز می‌باشد، در جدول مربوطه مشخص کنند.

### ۳-۳-۲-۴- آنالیز آماری

در این تحقیق داده‌های مربوط به ۵ تیمار و سه تکرار به روش کاملاً تصادفی و با استفاده از روش تجزیه واریانس آنووا<sup>۳</sup> دو طرفه تجزیه و تحلیل و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از روش

### ۳-۲- آزمون های انجام شده روی باقلوای تولیدی

#### ۳-۲-۱- آزمون ارزیابی بافت

خصوصیات بافتی باقلواها در طی ۳۰ روز نگهداری، توسط دستگاه بافت سنج (Texture Pro CT V1.8 Build 31) بروکفیلد اندازه‌گیری شد. باقلواها در اندازه‌های mm ۲۰×۲۰×۱۵ برش خوردند. بافت نمونه‌ها با آزمون TPA، پروب TA39 و سرعت ۱ میلی‌متر بر ثانیه بررسی شد (۱۴). در آزمایش مربوط به بافت نمونه‌های باقلوا آزمون‌های پیوستگی، چسبندگی، قابلیت جویدن، صمغیت، سفتی و قابلیت ارتجاع انجام گرفت.

#### ۳-۲-۲- آزمون ارزیابی رنگ

جهت بررسی برش عرضی باقلوا از روش پردازش تصویر نرم افزار گرافیکی ایمج جی استفاده شد. همچنین اطلاعات کمی، از قبیل میانگین و توزیع رنگ (بر اساس پارامترهای  $L^*$ ,  $a^*$  و  $b^*$ ) تعیین گردید (۱۸).  $L^*$  نشان‌دهنده شدت روشنایی است و از ۰ به منزله رنگ سیاه تا ۱۰۰ نشان‌دهنده پراکندگی روشنایی یا نور کامل متغیر است  $a^*$ . محدوده رنگی بین سبز و قرمز را نشان می‌دهد. مقادیر منفی  $a^*$  نشان دهنده رنگ های سبز و مقادیر مثبت آن به منزله رنگ‌های قرمز هستند  $b^*$  بین آبی و زرد متغیر است، مقادیر منفی  $b^*$  نشان دهنده رنگ های آبی و مقادیر مثبت آن به منزله رنگ‌های زرد هستند (۲۷ و ۲۸). برای بررسی رنگ ابتدا به

1-Texture Profile Analyzer  
2-Image J

میزان پیوستگی بافت باقلوا می‌شود ( $P < 0.05$ ). پیوستگی مقاومت درونی ساختار ماده غذایی است و میزان آن به وسعت برهم کنش‌های مولکولی اجزای فرمولاسیون بستگی دارد. شربت ذرت به همراه مالتودکسترین یک حالت متراکم و بهم پیوسته‌ای را ایجاد کرده است که باعث می‌شود اجزای فرمولاسیون به صورت ساختار منسجم کنار یکدیگر قرار گیرند. با افزایش سطح شربت ذرت در فرمولاسیون تیمارها از ۲۵ تا ۱۰۰ درصد، پیوستگی بافت افزایش معنی‌داری داشت و بعد از آن، در تیمار شاهد با صفر درصد شربت ذرت به طور معنی‌داری کاهش یافت. محمدی شندی و زمردی (۱۳۹۷)، تاثیر شیره خرما و پکتین بر ویژگی‌های رنگی، بافتی و حسی پاستیل میوه‌ای بر پایه موز را مورد بررسی قرار دادند و نتایج حاصل نشان داد افزایش میزان شیره خرما باعث افزایش پیوستگی در نمونه‌ها گردید (۱۵).

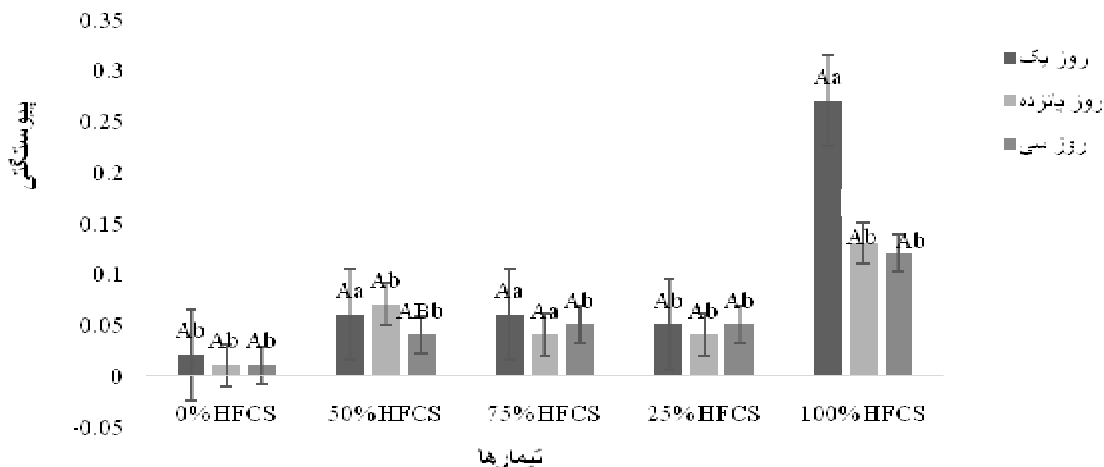
آزمون دانکن بررسی شد و رسم نمودارها به کمک نرم افزار اکسل ۲۰۱۶ انجام شد و از نرم افزار تخصصی مینی تب<sup>۱</sup> ۱۸ به عنوان ابزار تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شد.

### ۳- نتایج و بحث

#### ۳-۱- ارزیابی بافت تیمارها

#### ۳-۱-۱- بررسی تاثیر جایگزینی شکر با HFCS روی پیوستگی<sup>۲</sup> بافت نمونه‌های تولیدی

نتایج بررسی تاثیر افزودن شربت ذرت با فروکتوز بالا و مالتودکسترین بر روی پیوستگی باقلوای ممتاز در طی زمان نگهداری، در شکل ۱ آورده شده است. با توجه به شکل ۱، کمترین و بیشترین میزان پیوستگی به ترتیب در تیمار شاهد و تیمار حاوی ۱۰۰ درصد HFCS مشاهده شد. در طی مدت زمان نگهداری نیز از میزان پیوستگی نمونه‌ها کاسته شد. نتایج تجزیه واریانس پیوستگی باقلوا نشان داد استفاده از HFCS و مالتودکسترین در فرمولاسیون باقلوا سبب تغییر معنی‌داری در



شکل ۱- تاثیر افزودن شربت ذرت با فروکتوز بالا بر روی پیوستگی بافت باقلوای ممتاز در طی زمان نگهداری

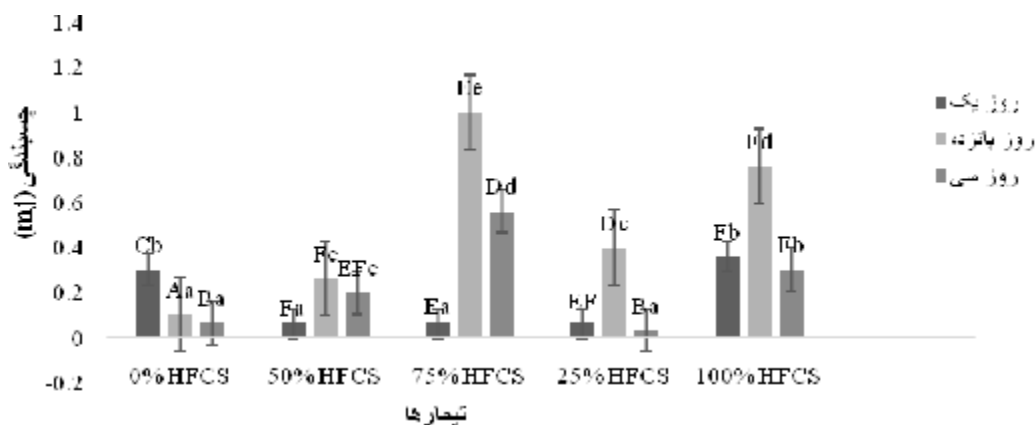
\*حروف کوچک انگلیسی متفاوت، نشان دهنده تغییرات معنی دار پیوستگی نمونه‌های باقلوا در طی دوره نگهداری در سطح معنی داری  $p < 0.05$  می‌باشد.

\*حروف بزرگ انگلیسی متفاوت، نشان دهنده اختلاف معنی دار پیوستگی در نمونه‌های مختلف باقلوا در سطح معنی داری  $p < 0.05$  می‌باشد.

### ۳-۱-۲- بررسی تاثیر جایگزینی شکر با HFCS روی چسبندگی بافت نمونه‌های تولیدی

نتایج بررسی تاثیر افزودن HFCS و مالتودکسترین بر روی چسبندگی باقلوای ممتاز در طی زمان نگهداری، در شکل ۲ آورده شده است. کم‌ترین و بیشترین میزان چسبندگی به ترتیب در تیمار حاوی ۲۵ درصد HFCS و تیمار حاوی ۷۵ درصد HFCS مشاهده شد. با افزایش میزان HFCS میزان چسبندگی در تیمارها افزایش یافت ولی طی مدت زمان نگهداری نیز میزان چسبندگی تیمارها کاهش یافت. نتایج تجزیه واریانس چسبندگی باقلوا نشان داد، استفاده از شربت ذرت با فروکتوز بالا و مالتودکسترین در فرمولاسیون باقلوا سبب تغییر معنی داری در میزان چسبندگی باقلوا می‌شود ( $P < 0/05$ ). چسبندگی نشان‌دهنده کار لازم برای جداکردن صفحه فشاردهنده دستگاه بافت‌سنج از ماده غذایی است. چسبندگی به صفات حسی چسبی و لعابی بودن ماده غذایی مربوط است (۱۳). استفاده از ۷۵ درصد ساکارز و ۲۵ درصد شربت ذرت موجب کاهش میزان چسبندگی بافت در مقایسه با سایر تیمارها گردید. بیشترین میزان چسبندگی متعلق به تیمارهای حاوی مقادیر بالاتر شربت ذرت بود که نسبت به سایر تیمارها تفاوت معنی داری نشان داد ( $P < 0/05$ ). تیمار

حاوی ۷۵ درصد HFCS بیشترین حالت چسبندگی را داشت و جهت برداشتن دندان از روی آن (از نظر حسی) و جدا کردن صفحه فشاردهنده دستگاه بافت‌سنج (از نظر دستگاهی) از باقلوا، بیشترین کار لازم را دریافت نمود. در این راستا، ابومحوب و همکاران (۱۳۹۵)، تأثیرات جایگزینی شربت ذرت با فروکتوز بالا با ساکارز در کوکی را مورد بررسی قرار دادند و نتایج نشان داد به کارگیری این شربت در مقابل ساکارز تأثیر زیادی در خصوصیات رئولوژی خمیر (چسبندگی)، ترک‌خوردگی‌های سطحی و مشخصه‌ی تردی در نوع خاصی از اسنپ کوکی‌ها<sup>۲</sup> می‌گذارد. زمانی که این جایگزینی صورت می‌گیرد خمیر بافتی نرم‌تر و چسبنده‌تر پیدا می‌کند که میزان این خصوصیات بستگی به میزان جایگزین شدن شربت ذرت با فروکتوز بالا دارد. اگر درصد مصرف این شربت زیاد باشد، ترک‌های معمول روی سطح کوکی از بین رفته و سطح آن حالتی هموار پیدا می‌کند (۱). کرلی و هاسنی (۱۹۸۴)، اثر شربت ذرت با فروکتوز بالا را بر روی کیفیت کوکی مورد بررسی قرار دادند و نتایج نشان داد به میزان ۵۰٪ جایگزینی ساکارز با شربت ذرت خمیر کوکی چسبنده و بسیار نرم شد (۲۱).

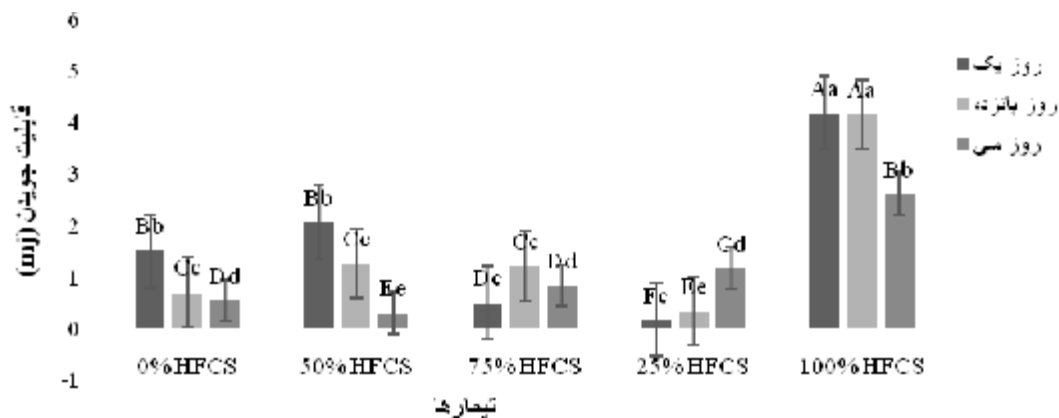


شکل ۲- تاثیر افزودن شربت ذرت با فروکتوز بالا بر روی چسبندگی باقلوای ممتاز در طی زمان نگهداری.

### ۳-۱-۳- بررسی تاثیر جایگزینی شکر با HFCS روی قابلیت جویدن<sup>۱</sup> نمونه‌های تولیدی

نتایج بررسی افزودن HFCS و مالتودکسترین بر روی قابلیت جویدن باقلوای ممتاز در طی زمان نگهداری، در شکل ۳ آورده شده است. کم‌ترین و بیشترین میزان قابلیت جویدن به ترتیب در تیمار حاوی ۲۵ درصد HFCS و تیمار حاوی ۱۰۰ درصد HFCS مشاهده شد. در طی زمان نگهداری نیز میزان قابلیت جویدن تیمارها کاهش پیدا کرد. استفاده از شربت ذرت با فروکتوز بالا و مالتودکسترین در فرمولاسیون باقلوا سبب تغییر معنی‌داری در میزان قابلیت جویدن باقلوا می‌شود ( $P < 0/05$ ). قابلیت جویدن حاصل ضرب صمغیت در قابلیت ارتجاع بوده و انرژی لازم برای هضم دهانی و جویدن مواد غذایی جامد را نشان می‌دهد. در حقیقت نیروی لازم برای هضم دهانی مواد غذایی نیمه جامد و آماده کردن آن برای بلع است (۱۳). بلاند و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۰۶) گزارش دادند که زمان لازم برای جویدن قبل از فروبردن ماده غذایی، به طور معنی‌داری با افزایش پیوستگی افزایش می‌یابد. نمونه‌های منسجم‌تر به مدت

طولانی‌تری جویده می‌شوند. جویدن باعث شکست ساختار غذا و افزایش سطح نواحی در دسترس برای پخش مواد معطر می‌گردد که این فرایند افزایش رهاسازی طعم را به دنبال دارد (۱۹). مطابق شکل ۳، کاربرد ۱۰۰ درصد HFCS تأثیر بیشتر و معنی‌دارتری بر قابلیت جویدن باقلوا داشت. می‌توان گفت که با افزایش میزان شربت ذرت در فرمولاسیون، به دلیل نرم‌تر شدن بافت نمونه‌ها نیروی مورد نیاز جهت له کردن نمونه‌ها توسط پروب دستگاه آنالیزگر بافت کاهش یافت. محمدی شندی و زمردی (۱۳۹۷)، تاثیر شیره خرما و پکتین بر ویژگی‌های رنگی، بافتی و حسی پاستیل میوه‌ای بر پایه موز را مورد بررسی قرار دادند و نتایج حاصل نشان داد شیره خرما باعث افزایش قابلیت جویدن نمونه‌ها گردید (۱۵) و گیاشی و همکاران (۱۳۹۵) نیز، تاثیر جوانه‌ی گندم فرآیند شده بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی دسرشیری را مورد بررسی قرار دادند و نتایج نشان داد با افزایش درصد اندازه ذرات جوانه میزان مقاومت به جویدن بافت افزایش یافت (۱۱).

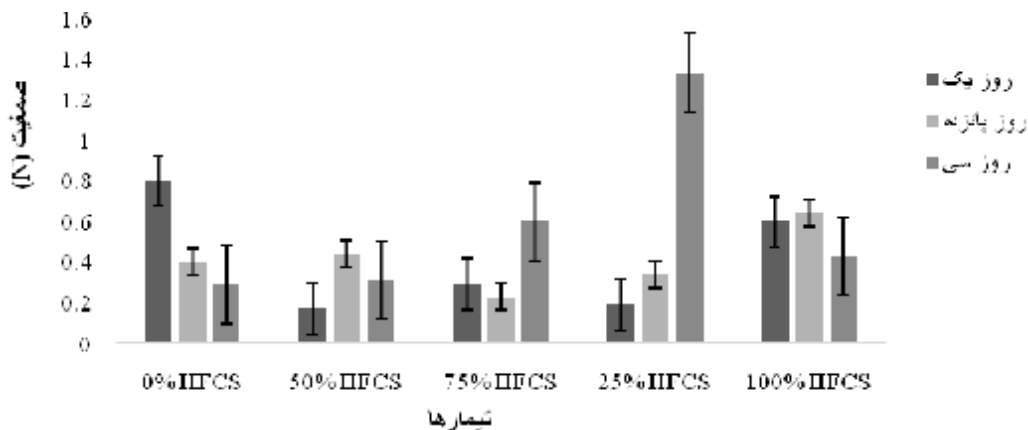


شکل ۳- تاثیر افزودن شربت ذرت با فروکتوز بالا بر روی قابلیت جویدن باقلوای ممتاز در طی زمان نگهداری.

### ۳-۱-۴- بررسی تاثیر جایگزینی شکر با HFCS روی صمغیت<sup>۱</sup> نمونه‌های تولیدی

صمغیت حاصل ضرب سفتی در پیوستگی بوده و به صفت حسی صمغی و خمیری بودن مربوط است. در حقیقت نیروی لازم برای هضم دهانی مواد غذایی نیمه جامد و آماده کردن آن برای بلع است (۱۳). با توجه به شکل ۴، کمترین و بیشترین میزان صمغیت به ترتیب در تیمار ۵۰ درصد HFCS و تیمار ۲۵ درصد HFCS مشاهده شد. تغییرات صمغیت در تیمارهای حاوی مقادیر مختلف جایگزینی با شربت ذرت در مقایسه با تیمار شاهد تفاوت معنی داری را نشان نداد. سایر تیمارها نیز با هم تفاوت معنی دار آماری نداشتند ( $P > 0.05$ ). همین طور

حالت صمغیت بافت نمونه‌های باقلوا در نسبت‌های بیشتر حاوی شربت ذرت در مقایسه با نمونه‌های با درصد‌های جایگزینی کم‌تر در طی روزهای نگهداری تفاوت معنی داری را نشان نداد ( $P > 0.05$ ). استفاده از HFCS و مالتودکسترین در فرمولاسیون باقلوا سبب تغییر معنی داری در میزان صمغیت باقلوا نمی‌شود. محمدی شندی و زمردی (۱۳۹۷)، تاثیر شیره خرما و پکتین بر ویژگی‌های رنگی، بافتی و حسی پاستیل میوه‌ای بر پایه موز را مورد بررسی قرار دادند و نتایج نشان داد با افزایش میزان پکتین در فرمولاسیون پاستیل موز، ویژگی صمغی بودن بافت محصول نهایی افزایش یافت (۱۵).



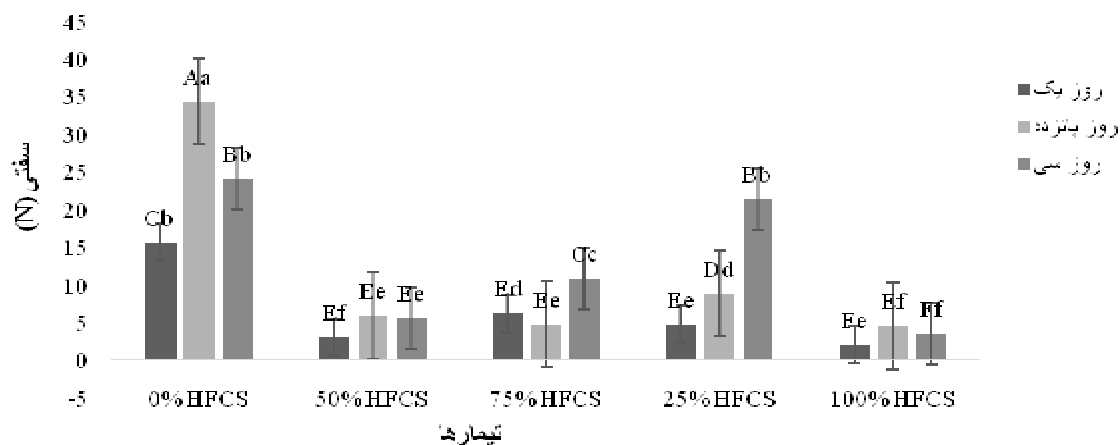
شکل ۴- تاثیر افزودن شربت ذرت با فروکتوز بالا بر روی صمغیت باقلوای ممتاز در طی زمان نگهداری.



### ۳-۱-۵- بررسی تأثیر جایگزینی شکر با HFCS روی سفتی بافت نمونه‌های تولیدی

نتایج تأثیر غلظت‌های مختلف شربت ذرت با فروکتوز بالا و مالتودکسترین بر روی سفتی باقلوای ممتاز در طی زمان نگهداری، در شکل ۵ آورده شده است. سفتی، مقاومت ماده غذایی نسبت به اعمال نیروی فشاری به کار گرفته شده است که حداکثر ارتفاع منحنی نیرو در اولین فشار است که حداکثر نیروی اعمال شده طی گاز زدن را نشان می‌دهد و این شاخص به صفات نرمی یا سفتی ماده غذایی مربوط است (۱۳). با افزایش میزان جایگزینی شربت ذرت با ساکارز میزان سفتی نمونه‌ها به طور معنی‌داری کاهش یافت، به طوری که بیشترین سفتی مربوط به تیمار شاهد و کم‌ترین آن مربوط به تیمار حاوی ۱۰۰ درصد HFCS بود که با افزایش HFCS میزان سفتی در تیمارها کاهش یافت ( $P < 0.05$ ). با توجه به شکل ۵ دوره نگهداری شیرینی باقلوا، به طور معنی‌داری موجب افزایش شدت سفتی بافت باقلوا می‌شود. این روند با افزایش میزان جایگزینی کاهش یافته، به طوری که تیمار حاوی ۱۰۰ درصد جایگزینی شربت ذرت نسبت به سایر تیمارها دارای کم‌ترین سفتی پس از ۳۰ روز نگهداری می‌باشد. نتایج تجزیه

واریانس سفتی باقلوائشان داد استفاده از HFCS در فرمولاسیون باقلوا سبب تغییر معنی‌داری در میزان سفتی باقلوا می‌شود ( $P < 0.05$ ). همین طور وجود HFCS و مالتودکسترین در فرمولاسیون باقلوا به علت این که هر دو مواد جاذب الرطوبه هستند باعث حفظ رطوبت در نمونه‌ها شده و موجب نرمی بافت باقلوا می‌گردد (۱۶). کلمن و هاربرز (۱۹۸۳)، به بررسی جایگزینی ساکارز با HFCS در کیک آنجل پرداختند، نتایج آن‌ها نشان داد جایگزینی در سطوح ۷۵، ۵۰، ۲۵ و ۱۰ درصد سبب افزایش معنی‌دار میزان سفتی بافت کیک می‌شود (۲۰). شمسایی و نوری (۱۳۹۶)، بررسی تأثیر جایگزینی HFCS با ساکارز بر خصوصیات سوهان را مورد بررسی قرار دادند و نتایج مربوط به سختی بافت نشان داد استفاده از شربت ذرت در فرمولاسیون سوهان سبب افزایش معنی‌دار میزان سختی بافت در سوهان می‌شود ( $P < 0.05$ ) (۱۰). نورمحمدی و همکاران (۱۳۹۲)، تأثیر جایگزینی ساکارز توسط قندهای الکلی و اسپارتام بر خواص کیک اسفنجی را مورد بررسی قرار دادند و نتایج نشان داد که تیمارهای تهیه شده با سوربیتول و زایلیتول سفتی مشابه با نمونه کنترل ارائه کردند، در حالی که نمونه حاوی اریتریتول سفت‌ترین بافت را ارائه کرد (۱۷).

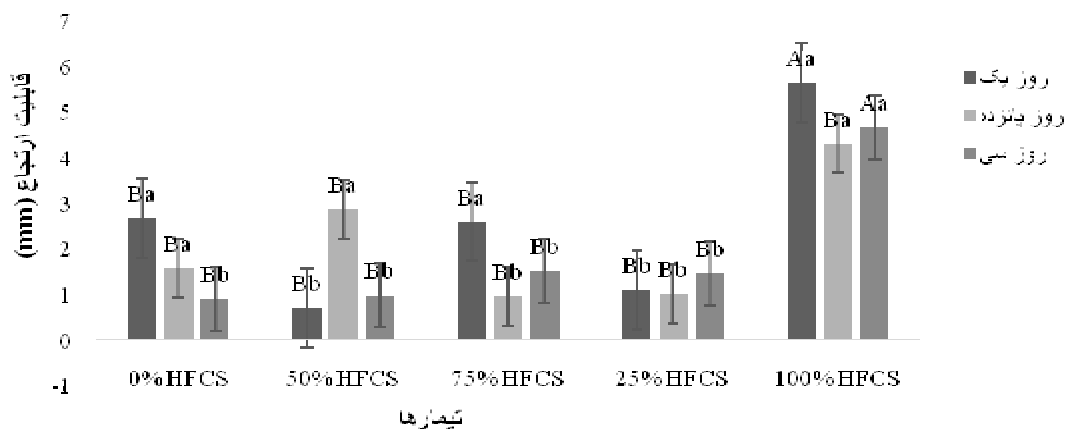


شکل ۵- تأثیر افزودن شربت ذرت با فروکتوز بالا بر روی سفتی باقلوای ممتاز در طی زمان نگهداری.

### ۳-۱-۶- بررسی تاثیر جایگزینی شکر با HFCS روی قابلیت ارتجاع نمونه های تولیدی

با توجه به شکل ۶ کمترین و بیشترین میزان قابلیت ارتجاع به ترتیب در نمونه حاوی ۵۰ درصد HFCS و در تیمار با ۱۰۰ درصد جایگزینی مشاهده شد. در طی دوره نگهداری نتایج تجزیه واریانس قابلیت ارتجاع باقلوا نشان داد استفاده از شربت ذرت با فروکتوز بالا و مالتودکسترین در فرمولاسیون باقلوا سبب تغییر معنی داری در میزان قابلیت ارتجاع باقلوا می شود ( $P < 0.05$ ). قابلیت ارتجاع، فتری بودن بافت را در طول سیکل فشار اعمال شده در طی گاز زدن دوم نشان می دهد. این شاخص به صفات پلاستیکی الاستیک بودن جسم مربوط می شود (۱۳). نتایج ارزیابی «قابلیت ارتجاع» بافت نشان داد، بیشترین الاستیسیته مربوط به تیمار با جایگزینی ۱۰۰ درصدی

شربت ذرت بود که تفاوت معنی داری با سایر تیمارها داشت. بنابراین، حالت الاستیک بافت نمونه های باقلوا در نسبت های بیشتر دارای شربت ذرت به شکل معنی دارتری خود را نشان داد. در این مورد محمدی شندی و زمردی (۱۳۹۷)، تاثیر شیره خرما و پکتین بر ویژگی های رنگی، بافتی و حسی پاستیل میوه ای بر پایه موز را مورد بررسی قرار دادند و نتایج نشان داد با افزایش میزان شیره خرما در میزان قابلیت ارتجاع روند افزایشی مشاهده شد (۱۵) همین طور غیائی و همکاران (۱۳۹۵)، تاثیر جوانه ی گندم فرآیند شده بر ویژگی های فیزیکوشیمیایی و حسی دسرشیری را مورد بررسی قرار دادند و نتایج نشان داد با افزایش درصد اندازه ذرات جوانه میزان ارتجاع پذیری بافت کاهش یافت (۱۱).



شکل ۶- تاثیر افزودن شربت ذرت با فروکتوز بالا بر روی قابلیت ارتجاع باقلوای ممتاز در مدت نگهداری.

میزان شاخص  $a^*$  رنگ باقلوا نشان داد استفاده از HFCS و مالتودکسترین در فرمولاسیون باقلوا سبب تغییر معنی داری در میزان شاخص  $a^*$  رنگ باقلوا می شود ( $P < 0.05$ ). با توجه به جدول ۲، شاخص  $a^*$  در تیمارهای حاوی میزان ساکارز ۷۵ تا ۱۰۰ درصد، بالاتر بود و رنگ سبز در این تیمارها نسبت به تیمارهای حاوی شربت ذرت بیشتر حفظ شده بود.

### ۳-۲- بررسی تاثیر جایگزینی شکر با HFCS روی شاخص های رنگ نمونه های تولیدی

#### ۳-۲-۱- شاخص $a^*$ (+ : قهوه ای و - : سبزی)

نتایج بررسی تاثیر افزودن HFCS بر روی شاخص  $a^*$  باقلوای ممتاز در جدول ۲ آورده شده است. با توجه به جدول ۲، نمونه حاوی ۷۵ درصد HFCS کمترین میزان سبزی و نمونه شاهد دارای بیشترین میزان رنگ سبزی بود. نتایج تجزیه واریانس

**۳-۲-۲-۳- شاخص b\* (+ زردی و - آبی بودن)**

نتایج افزودن HFCS بر روی شاخص b\* باقلوای ممتاز در جدول ۲ آورده شده است. کمترین و بیشترین شاخص b\* رنگ باقلوا به ترتیب در نمونه حاوی ۷۵ درصد HFCS و در نمونه حاوی ۲۵ درصد HFCS مشاهده شد. نتایج نشان داد استفاده از HFCS و مالتودکسترین در فرمولاسیون باقلوا سبب تغییر معنی داری در میزان شاخص b\* رنگ باقلوا می شود ( $P < 0/05$ ). شاخص b\* (طیف رنگی آبی تا زرد) که مقادیر مثبت مولفه b\* معادل رنگ زرد و مقادیر منفی معادل رنگ آبی است (۱۸). با توجه به جدول ۲، تیمارهای دارای بیشترین میزان ساکارز با درصدهای ۷۵ و ۱۰۰ درصد نسبت به تیمارهای حاوی مقادیر بیشتر HFCS بیشترین میزان شاخص b\* را داشتند. قادری قهفرخی و همکاران (۱۳۹۶)، اثر جایگزینی ساکارز با شربت ذرت حاوی فروکتوز بالا بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی گزرا مورد بررسی قرار دادند و نتایج نشان داد در مقایسه با نمونه ی کنترل، ویژگی های رنگ ظاهری از قبیل روشنایی و زردی به طور قابل ملاحظه ای تحت تاثیر افزودن HFCS قرار گرفت ( $P < 0/05$ ) (۱۲).

**۳-۲-۳- شاخص L\* (درخشندگی)**

با توجه به جدول ۲ کمترین و بیشترین شاخص L\* رنگ باقلوا به ترتیب در نمونه شاهد و در نمونه حاوی ۱۰۰ درصد

جایگزینی HFCS مشاهده شد. نتایج تجزیه واریانس شاخص L\* رنگ باقلوا نشان داد استفاده از HFCS و مالتودکسترین در فرمولاسیون باقلوا سبب تغییر معنی داری در میزان شاخص L\* رنگ باقلوا می شود ( $P < 0/05$ ). تیمارهای حاوی ۷۵ و ۱۰۰ درصد شربت ذرت دارای بیشترین میزان درخشندگی نسبت به سایر تیمارها بودند که اختلاف معنی داری نسبت به نمونه شاهد نشان دادند. مزیت استفاده از HFCS در این است که مونوساکارید آزاد آن باعث تقویت رنگدگر غذاها در مقایسه با ساکارز می شود (۳۰). ابومحوب و همکاران (۱۳۹۵)، تأثیرات جایگزینی HFCS با ساکارز در کوکی را مورد بررسی قرار دادند و نتایج نشان داد افزایش میزان این شربت در کوکی رنگ محصول تیره تر می شود که ایجاد این رنگ یک عامل مهم در محصول نهایی بوده و علت این موضوع بیشتر بودن میزان قندهای احیاکننده در شربت ذرت با فروکتوز بالا می باشد (۱). ساویتا و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۰۸)، اثر شکر با سوکرالوز و مالتودکسترین بر خصوصیات رئولوژیکی خمیر آرد گندم و کیفیت خمیر بیسکویت را مورد بررسی قرار دادند و نتایج نشان دهنده روشن تر شدن سطح پوسته با افزایش میزان جایگزینی ساکارز به وسیله مخلوط سوکرالوز-مالتودکسترین می باشد (۲۹).

جدول ۲- تاثیر افزودن شربت ذرت با فروکتوز بالا بر روی شاخص های رنگی باقلوای ممتاز

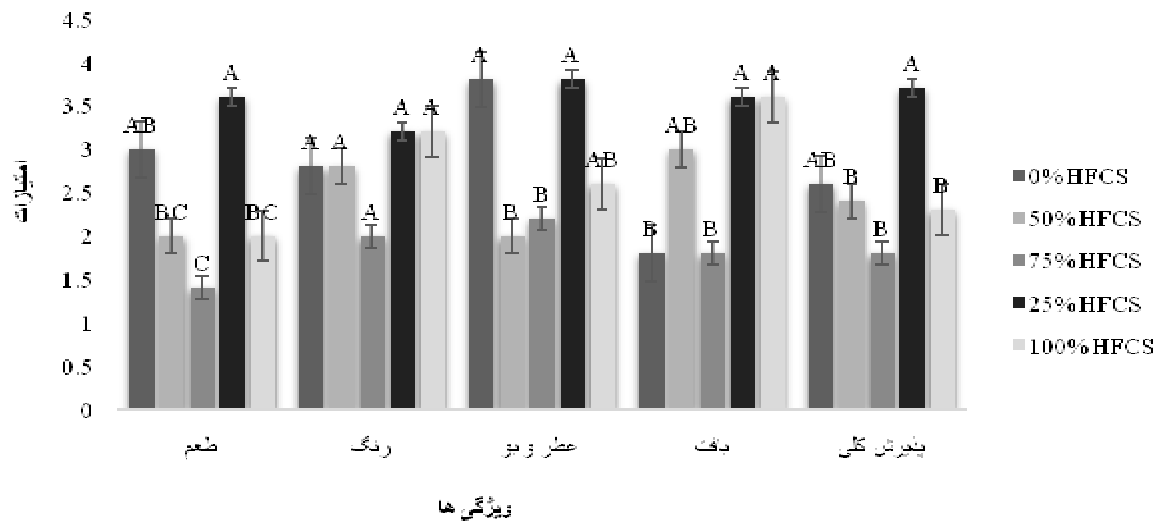
تیماها	a*	b*	L*
0% HFCS	-۴/۷۹۸ ± ۵/۷۰۷ CD	۴۷/۳۰۶ ± ۹/۱۱۴ B	۴۲/۶۶۹ ± ۸/۱۴۴ B
50% HFCS	-۲/۸۶۴ ± ۵/۶۸۷ BC	۴۴/۶۳۴ ± ۷/۵۴۰ BC	۴۸/۱۹۴ ± ۱۲/۲۲ A
75% HFCS	-۱/۶۷۳ ± ۵/۴۶۵ AB	۴۳/۴۹۱ ± ۵/۸۰۶ C	۵۱/۳۲۷ ± ۹/۴۰۶ A
25% HFCS	-۳/۵۸۹ ± ۵/۸۹۰ A	۴۹/۴۶ ± ۸/۲۳۷ A	۵۰/۸۷۸ ± ۸/۹۵۸ A
100% HFCS	-۳/۹۰۲ ± ۴/۶۳۵ D	۴۴/۴۰۱ ± ۷/۵۴۰ BC	۵۲/۵۶۱ ± ۱۱/۶۷۱ A

\*نتایج به صورت میانگین ± انحراف معیار نشان داده شده است. حروف بزرگ انگلیسی متفاوت در هر ردیف، نشان دهنده اختلاف معنی دار بر روی شاخص های رنگ نمونه های مختلف باقلوا در سطح معنی دار  $p < 0/05$  می باشد.

### ۳-۳- بررسی ارزیابی حسی نمونه های باقلوای تولیدی

نتایج مربوط به ارزیابی حسی نمونه های مختلف باقلوای ممتاز در شکل ۷ نشان داده شده است. با افزایش میزان HFCS در فرمولاسیون باقلوا، امتیاز مربوط به طعم، عطر و بو، بافت و پذیرش کلی به طور معنی داری کاهش پیدا کرد ولی جایگزینی ساکارز با HFCS تأثیر معنی داری بر رنگ و وضعیت ظاهری نمونه ها نداشت. نتایج نشان داد در تیمارها امتیاز مربوط به طعم به طور معنی داری کاهش یافته است که دلیل این امر میتواند به خاطر کاهش میزان طعم شیرینی شربت ذرت با فروکتوز بالا نسبت به ساکارز در ابتدای چشیدن باشد (۱۰). بهترین باقلوا از نظر طعم، باقلوا با ۲۵ درصد شربت ذرت و ۷۵ درصد ساکارز بود. در بررسی رنگ نمونه ها، بین نمونه های حاوی شربت ذرت و نمونه شاهد تفاوت معنی داری ایجاد نشد. در خصوص بافت، نمونه حاوی بالاترین درصد شربت ذرت نسبت به نمونه شاهد بیشترین امتیاز را کسب نمود. در خصوص عطر و بو، نتایج مشابه طعم به دست آمد و تغییر معنی داری در کاهش امتیاز عطر و بو مشاهده شد و نمونه های دارای مقادیر بیشتر جایگزین شده با ساکارز کم ترین امتیاز را کسب کردند. از نظر پذیرش کلی، نمونه با میزان ۷۵ درصد ساکارز بیشترین مقبولیت را نسبت به سایر نمونه ها داشت و در نمونه های جایگزین شده شربت ذرت در سطوح ۷۵ و ۱۰۰ درصد مطلوبیت به طور معنی داری کاسته شد. مزیت استفاده از HFCS در این است که مونوساکارید آزاد

آن باعث تقویت عطر و طعم، ثبات، طراوت، بافت، رنگ، انعطاف پذیری و انطباق در غذاها در مقایسه با ساکارز می شود (۳۰). یکی از ویژگی های منحصر به فرد HFCS احساس سریع شیرینی آن می باشد. در مقایسه با ساکارز، شیرینی HFCS بسیار سریع احساس شده و وقفه ای در این احساس وجود ندارد (۱۲). شمسایی و نوری (۱۳۹۷)، تأثیر جایگزینی HFCS با ساکارز بر خصوصیات سوهان را مورد بررسی قرار دادند و نتایج آزمون حسی نشان داد با جایگزینی شربت ذرت در سوهان، امتیاز مربوط به طعم، بافت و پذیرش کلی به طور معنی داری کاهش پیدا می کند (۱۰). قهفرخی و همکاران (۱۳۹۶)، اثر جایگزینی ساکارز با HFCS بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی گز را مورد بررسی قرار دادند و نتایج آنها نشان داد، ارزیابان نمونه های گز تهیه شده تا سطح جایگزینی ۳۰٪ را به دلیل ویژگی های رنگی، بافتی و طعم به نمونه ی کنترل ترجیح می دهند (۱۲). مکیولا و همکاران (۱۹۸۶)، اثر جایگزینی شربت ذرت با فروکتوز بالا با ساکارز را در Shortened Cakes را مورد بررسی قرار دادند و نتایج ارزیابی حسی نشان داد کیک های تهیه شده با HFCS مرطوب تر بود و تفاوتی در رنگ مغز کیک ها مشاهده نشد. کیک های حاوی ۷۵٪ HFCS نسبت به کیک های حاوی ۵۰٪ HFCS شیرین تر بودند. کیک های تهیه شده با HFCS حجم کمتری داشتند. کیک حاوی ساکارز پذیرش عمومی بالاتری داشت، اما تفاوت های حسی اندکی داشتند (۲۳).



شکل ۷- تاثیر افزودن شربت ذرت با فروکتوز بالا بر روی خصوصیات حسی باقلوای ممتاز در روز سی ام نگهداری.

#### ۴- نتیجه گیری

با توجه به ارزیابی‌های انجام گرفته تولید باقلوای کم شکر و با استفاده از شربت ذرت با فروکتوز بالا امکان پذیر می‌باشد. نتایج ارزیابی بافت نشان داد جایگزینی HFCS با ساکارز باعث ایجاد اختلاف معنی داری در پیوستگی، چسبندگی، قابلیت جویدن، سفتی و قابلیت ارتجاع باقلوا گردید، به طوری که با افزایش HFCS، چسبندگی در تیمارها افزایش و میزان سفتی در تیمارها کاهش یافت و در تیمار با ۱۰۰ درصد جایگزینی HFCS بیشترین میزان پیوستگی و قابلیت ارتجاع مشاهده شد ولی در صمغیت باقلوا اختلاف معنی داری ایجاد نشد. پارامترهای رنگی محصول  $L^*$  و  $a^*$  و  $b^*$  به طور قابل ملاحظه‌ای تحت تاثیر افزودن HFCS قرار گرفت و با افزایش میزان HFCS در تیمارها شاخص  $L^*$  بیشتر شد، بیشترین شاخص  $a^*$  مربوط به تیمار با ۷۵ درصد جایگزینی HFCS بود همچنین با افزایش میزان HFCS شاخص  $b^*$  در تیمارهای حاوی HFCS کاهش یافت. نتایج ارزیابی حسی نیز نشان داد با افزایش میزان شربت ذرت با فروکتوز بالا در فرمولاسیون باقلوا، امتیاز مربوط به طعم، عطر، بافت و پذیرش کلی به طور معنی داری کاهش پیدا کرد و تیمار با میزان ۲۵ درصد جایگزینی HFCS بالاترین امتیاز پذیرش را از نظر ارزیاب‌ها داشت. در مقابل، جایگزینی

ساکارز با شربت ذرت با فروکتوز بالا تاثیر معنی داری بر رنگ و وضعیت ظاهری نمونه‌ها نداشت.

#### ۵- منابع

- ابومحیوب، ک.، امینی، م.، سلطانی، آ.، سلطان محمدی، ش. ۱۳۹۵. بررسی تاثیرات جایگزینی شربت ذرت با فروکتوز بالا با ساکارز در کوکی. کنفرانس علوم و صنایع غلات. نان و فرآورده های آردی.
- ارشادی، آ.، امینی، م.، سمیع، ص.، سلطانی، آ. ۱۳۹۵. مقایسه شربت ذرت با فروکتوز بالا با شکر، اولین کنگره بین-المللی و بیست و چهارمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی ایران.
- ارشادی، آ.، جعفری اصل، م.، امینی، م.، سلطان محمدی، ش. ۱۳۹۵. حقیقت در مورد شربت ذرت با فروکتوز بالا با آنچه هست و آنچه نیست. اولین کنگره بین المللی و بیست و چهارمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی ایران.
- استاندارد ملی ایران. ۱۳۹۴. باقلوای سنتی قزوین- ویژگی‌ها و روش‌های آزمون شماره ۱۹۶۹۶. چاپ اول.
- اسماعیل‌زادگان، م.، سلطانی، م.، امینی، م.، سلطان محمدی، ش. ۱۳۹۵. کاربرد شربت ذرت با فروکتوز بالا در

۱۴. قندهاری یزدی، ا.پ.، حجت الاسلامی، م.، کرامت، ج.، جهادی، م. ۱۳۹۲. بررسی اثر جایگزینی ساکارز با مخلوط سوکرالوز - مالتودکسترین بر خواص رئولوژیکی و میزان کالری شیرینی سنتی قطاب. فصلنامه علوم و فناوری های نوین غذایی، دوره ۱، شماره ۲، ۵۸-۴۹.
۱۵. محمدی شندی، ح.، زمردی، ش. ۱۳۹۷، تاثیر شیر خرمای پکتین بر ویژگی های رنگی، بافتی و حسی پاستیل میوه ای بر پایه موز، نشریه پژوهش های صنایع غذایی، جلد، شماره ۴، ص ۵۵-۴۵.
۱۶. نجفی، س.، صالحی فر، م. ۱۳۹۵. بهینه سازی تولید کلوچه کم کالری با استفاده از شیرین کننده های طبیعی استویا و مالتودکسترین، تحقیقات صنایع غذایی، دوره ۲۶، شماره ۴، ص ۷۲۴-۷۱۵.
۱۷. نورمحمدی، ا. ۱۳۸۹. بررسی امکان تولید کیک اسفنجی با کالری کاهش یافته. وزارت علوم، تحقیقات و فناوری - دانشگاه تبریز - دانشکده کشاورزی.
۱۸. یزدان پناه گنگچین، م.، ضیایی فر، ا.م. ۱۳۹۳. ارزیابی رنگ چپس سیب زمینی با تکنیک پردازش تصویر، نشریه پژوهش های صنایع غذایی، دوره ۲. شماره ۲۴، ص ۲۴۷-۲۳۹.
19. Boland, B., Buhr, K., Giannouli, P. and van Ruth, S. M. 2004. Influence of gelatin, starch, pectin and artificial saliva on the release of 11 flavour compounds from model gel systems. *Food Chemistry*, 86: 401-411.
20. Coleman, Philip E., Habers, Carole A.Z. 1983. High Fructose Corn Syrup Replacement for Sucrose in Angel Cake. *Journal of food science*. 48 (2): 452-456.
21. Curley, L. P., Hosoney, R. C. 1984. Effects of Corn Sweeteners on Cookie Quality. *Cereal Chemist*. 61: 274-278.
22. Edwards, Cathrina H., Rossi, Megan., Crope Christopher, P., Butterworth, Peter J., Ellis, Peter R., Butterworth, Peter J., Ellis Peter, R. 2016. The role of sugars and sweeteners in food. diet and health: Alternatives for the future. *Trends in Food Science and Technology*. 1-9.
- فرآورده های ژله. کنفرانس علوم و صنایع غلات. نان و فرآورده های آردی.
۶. برهانی، ب.، امینی، م.، سلطانی، آ.، سلطان محمدی، ش. ۱۳۹۵. فروکتوز و شربت ذرت با فروکتوز بالا. کنفرانس علوم و صنایع غلات. نان و فرآورده های آردی.
۷. جمشیدی مخبر، م.، وثوقی، م.، عالم زاده، ا. ۱۳۸۴. مطالعه و بهینه سازی شرایط تولید شربت غنی از فروکتوز از شربت خرما، دهمین کنگره ملی مهندسی شیمی ایران.
۸. حسینی نژاد، م.، کمالی، س.، محتشمی، م.، الهی، م. ۱۳۹۴. بهینه سازی فرمولاسیون پودر ژله میوه ای کم کالری با استفاده از شیرین کننده های سوکرالوز و ایزومالت. پژوهش و نوآوری در علوم و صنایع غذایی. دوره ۴، شماره ۱، ۷۴-۶۵.
۹. خالدی، ف. ۱۳۹۵. بررسی جایگزینی ساکارز با شربت ذرت و سوکرالوز بر خواص فیزیکوشیمیایی، حسی و ماندگاری کیک لایه ای، دومین کنگره سراسری در مسیر توسعه علوم کشاورزی و منابع طبیعی.
۱۰. شمسایی، پ.، نوری، ل. ۱۳۹۴. بررسی امکان جایگزینی شربت ذرت با فروکتوز بالا به جای ساکارز بر خصوصیات سوهان. نشریه ی نوآوری در علوم و فناوری غذایی، دوره ۱۰، شماره ۳، ۱۱۶-۱۰۷.
۱۱. غیائی، ف.، مجذوبی، م.، فرحناکی، ع. ۱۳۹۵، مجله علوم و صنایع غذایی، تاثیر جوانه ی گندم فرآیند شده بر ویژگی های فیزیکوشیمیایی و حسی دسرشیری، دوره ۱۳، شماره ۵۷، ص ۱۸۳-۱۶۹.
۱۲. قادری قهفرخی، م.، جعفری اصل، م.، افشاری، س.، ارشادی، آ.، احمدی، م. ۱۳۹۷. بررسی اثر جایگزینی ساکارز با شربت فروکتوز بالا بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی گز. مجله علوم و صنایع غذایی، دوره ۸۴، شماره ۱۵، ۲۷۱-۲۸۵.
۱۳. قنبرزاده، ب. ۱۳۹۲. مبانی رئولوژی مواد و بیوپلیمرهای غذایی، انتشارات دانشگاه تهران، صفحات ۳۵-۳۰.

- macrosiphon*). *Journal of Food Measurement and Characterization*. 11(4): 2006-2012.
28. Salehi, F. 2018. Color changes kinetics during deep fat frying of carrot slice. *Heat and Mass Transfer*. 54(11): 3421-3426.
29. Savitha, Y. S., Indrani, D., and Prakash, J. 2008. Effect of sugar with sucralose and maltodextrin on rheological characteristics of wheat flour dough and quality of soft dough and quality of soft dough biscuit. *Journal of Texture studies*, 39: 605-616.
30. Zargaraan, A., Kamalirousta, L., Yaghoubi, S.A., Mirmoghtadaie, L. 2016. Effect of Substitution of Sugar by High Fructose Corn Syrup on the Physicochemical Properties of Bakery and Dairy Product. *Nutrition and Food Sciences Research* 4: 3-11.
23. McCullough, M.A.P., Phillips, J.A., Johnson, J.M. 1986. High fructose corn syrup replacement for sucrose in shortened cake. *Journal of food science*, 51(2): 536-537.
24. Moeller, SM., Fryhofer, SA., Osbahr, AJ., Robinowitz, CB. 2009. Council on Science and Public Health, American Medical Association. The effects of high fructose syrup. *PubMed Journal*. 28 (8):26-619.
25. Mooradian, AD., Smith, M., Tokuda, M. 2017. the role of artificial and natural sweeteners in reducing the consumption of table sugar. *Clinical Nutrition ESPEN*. 18:1-8.
26. Parker kay, Salas Michelle, Nwosu Veronica C. 2010. High fructose corn syrup: Production, uses and public health concerns, *Biotechnology and Molecular Biology Review*, 5 (5): 71-78.
27. Salehi, F. 2017. Rheological and physical properties and quality of the new formulation of apple cake with wild sage seed gum (*Salvia*

(Original Research Paper)

## The Effect of Sucrose Replacement with High Fructose Corn Syrup on Texture, Color and Sensory Properties of Qazvin Baklava

Fereshteh Mohajer<sup>1</sup>, Akram Sharifi<sup>1\*</sup>

1-Department of Food Science and Technology, Faculty of Industrial and Mechanical Engineering, Qazvin Branch, Islamic Azad University, Qazvin, Iran.

Received:17/06/2020

Accepted:07/09/2020

### Abstract:

Baklava is one of the traditional pastries in Qazvin, and people who are suffering from obesity and diabetes are limited to eat this kind of pastry because of its high amount of sucrose and calorie. High fructose corn syrup has a higher sweetness than sugar and provides fewer calories to the body and also has a lower glycemic index than edible sugar. This study aimed to examine the effect of replacing sucrose with high fructose corn syrup (HFCS) on the characteristics including sensory, texture and color of Qazvin Baklava evaluated at 5 levels of 0, 25, 50, 75 and 100% and during 1, 15 and 30 days of storage. Results revealed the texture evaluation indicated that replacement of HFCS with sucrose caused a significant difference in cohesive, adhesive, chewiness, hardness, springiness so that the adhesiveness increase and hardness decrease through increasing HFCS. In treatments containing 100% HFCS replacement, the highest cohesiveness and springiness observed. The color appearance parameters such as ( $a^*$ ,  $b^*$ ,  $L^*$ ) significantly affected by adding HFCS so that the L index increased through the HFCS increase in the treatment. The highest index a related to the treatment including 75% replacement with HFCS, while index b decreased in treatments containing HFCS. The sensory evaluation results showed that by increasing the amount of HFCS in Baklava formulation, the scores related to taste, odor, texture, and acceptability significantly decreased. The replacement of HFCS at 25% had the highest acceptance rating from the panelists. This treatment did not differ significantly from the control sample in terms of cost. The results of this study showed that HFCS is capable to be applied as a replacement for sugar in the traditional Qazvin Baklava formulation.

**Keywords:** High Fructose Corn Syrup, Baklava, Organoleptic Characteristics, Texture.

---

\* Corresponding Author: [asharifi@qiau.ac.ir](mailto:asharifi@qiau.ac.ir)