

بررسی اثر جایگزینی بخشی از شکر با قند مایع خرما بر ویژگی های فیزیکوشیمیایی و حسی حلوای گردوئی ارومیه

رقیه اشرفی یورقانلو^۱، زهرا رجبی^۲، احسان مقدس کیا^۳، صمد زارع^۴

۱- گروه علوم و صنایع غذایی، آموزشکده فنی دختران ارومیه، دانشگاه فنی و حرفه ای استان آذربایجان غربی، ارومیه، ایران

۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، موسسه آموزش عالی غیر انتفاعی آفاق ارومیه، ارومیه، ایران

۳- گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده علوم پزشکی مراغه، مراغه، ایران

۴- گروه علوم و صنایع غذایی، موسسه آموزش عالی غیر انتفاعی آفاق ارومیه، ارومیه، ایران

تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۵/۲۸

تاریخ دریافت: ۹۵/۱۲/۲۳

چکیده

ایران از کشورهای عمده تولید کننده خرما در جهان می باشد. یکی از دلایل افزایش میزان ضایعات خرما در کشور عدم توجه به فرآورده های جانبی آن است. بنابراین تحقیق در مورد کاربرد فرآورده های جانبی خرما مانند شیره، قند و پالپ خرما ضروری می باشد. هدف از این پژوهش جایگزینی بخشی از شکر موجود در فرمولاسیون حلوای گردوئی بعنوان یکی از محصولات سنتی آذربایجان غربی، توسط قند مایع خرما (در سطوح ۲۵٪ و ۵۰٪) و بررسی اثر آن بر ویژگی های فیزیکوشیمیایی، مولفه های رنگی و خواص حسی فرآورده تولیدی در طول ۲۰ روز نگهداری حلوای در دماهای ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درجه سانتیگراد بود. بطور کلی نتایج نشان داد که جایگزینی شکر با قند مایع خرما بر بهبود ویژگی های حلوای گردوئی موثر بود بطوریکه نمونه های حاوی قند مایع خرما دارای رطوبت و نرمی بافت و همچنین میزان خاکستر بیشتری نسبت به نمونه شاهد (فاقد قند مایع خرما) بودند. همچنین با افزایش قند مایع خرما در فرمولاسیون حلوای گردوئی بر میزان قندهای احیاکننده گلوکز و فروکتوز افزوده شد و از مقدار قند کل نمونه های حلوای کاسته شد. با نگهداری نمونه های حلوای گردوئی در دماهای مختلف به مدت ۲۰ روز، میزان رطوبت، قندهای احیا و قند کل افزایش یافت ولی میزان خاکستر تغییر معنی داری پیدا نکرد. نتایج آنالیز پارامترهای رنگی حلوای گردوئی نیز نشان داد که با افزایش درصد جایگزینی قند مایع خرما در فرمولاسیون حلوای از میزان مولفه L^* کاسته شد و بر میزان مولفه های a^* و b^* افزوده شد، در حالیکه با افزایش دمای نگهداری میزان مولفه های L^* و b^* کاهش ولی مولفه a^* افزایش نشان داد. طبق نتایج ویژگی های حسی نیز مشخص شد که افزودن قند مایع خرما به فرمولاسیون حلوای موجب بهبود امتیاز پذیرش کلی از نظر ارزیابان چشایی گردید. بنابراین طبق نتایج بدست آمده از این تحقیق، بهترین نمونه از نظر خواص فیزیکوشیمیایی و حسی حلوای تولید شده با ۲۵٪ جایگزینی شکر با قند مایع خرما بود که در دمای ۱۰ درجه سانتی گراد نگهداری گردید.

واژه های کلیدی: حلوای گردوئی، قند طبیعی، خرما، جایگزینی شکر.

۱- مقدمه

حلوای گردویی از تقلات اصلی و سنتی مردم آذربایجان غربی و جزو سوغاتی‌های شهر ارومیه به شمار می‌آید. طبق تعریف، حلوای گردویی فرآورده‌ای جامد و خمیری شکل است که باید بافت آن یکنواخت باشد و در اثر ماندن روغن پس ندهد و رنگ آن از سفید شیری تا کرم بوده و از مخلوط شدن شیره انگور، گلوکز، مغزگردو، شکر، آب چوبک و مواد افزودنی اختیاری (مانند هل، وانیل و گلاب) به نسبت‌های معین که طی فرایند تهیه گردیده پس از بسته بندی بهداشتی عرضه می‌گردد [۳]. لازم به ذکر است که طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۵۶۹۳، استفاده از مواد نگهدارنده در این فرآورده غیرمجاز می‌باشد. برای تهیه حلوای گردویی ابتدا شیره انگور، شکر و گلوکز را در داخل دیگ مسی ریخته و به آن حرارت داده می‌شود تا به جوش آید. سپس حرارت را کم کرده و به آن جوشانده چوبک نیز اضافه می‌شود. مواد به دست آمده نهایتاً با استفاده از دستگاه مخلوط کن تحت حرارت ملایم به مدت دو تا سه ساعت به طور کامل هم می‌زنند تا حلوای به دست آمده سفت شده و بافت مخصوص کشسان خود را پیدا کند. با مخلوط شدن حلوای سفت شده با مغز گردو، حلوای گردویی آماده مصرف می‌شود [۳]. شکر یکی از مهم‌ترین مواد تشکیل دهنده فرمولاسیون بسیاری از مواد غذایی صنعتی و سنتی از جمله حلوای گردویی می‌باشد. ساکارز علاوه بر وظیفه آن در ایجاد طعم و مزه مطلوب این دسته از محصولات، با داشتن قابلیت نگهداری رطوبت و توانایی در کاهش میزان فعالیت آبی، منجر به افزایش ماندگاری حلوای نیز می‌شود. همچنین حلوای گردویی حاوی ساکارز داری بافت نسبتاً شکننده و غیر چسبنده‌ای می‌باشد که سبب بهبود احساس دهانی این فرآورده سنتی می‌شود که از نظر مصرف کننده خوشایند می‌باشد [۶ و ۲۰]. به دلیل ارتباط ساکارز با برخی مشکلات سلامتی نظیر فشار خون، بیماری‌های قلبی، فساد دندان، چاقی و افزایش سطح گلوکز و انسولین خون که به ویژه برای دیابتی‌ها مضر است و از طرفی به دلیل مسائل اقتصادی و تکنولوژیکی، پژوهش‌های روز افزونی جهت جایگزینی مناسب شکر با سایر شیرین

کننده‌ها در حال انجام است [۱۶]. انتخاب نوع شیرین کننده جایگزین و چگونگی حفظ کیفیت فرآورده طی دوره نگهداری از جمله مسائل مربوط به تولید فرآورده‌ی تهیه شده با شیرین کننده جایگزین شکر می‌باشد [۲۴]. شیره خرما در واقع کنسانتره حاصل از استخراج و تغلیظ عصاره خرماست که رنگ آن قهوه‌ای تیره و بریکس آن حدود ۷۵ است ولی قند مایع خرما از شیره خرما پس از مراحل استخراج، خالص سازی و همچنین حذف ترکیبات پکتینی، پروتئین، فیبر و رنگ تولید می‌شود و ظاهری شبیه عسل دارد که رنگ آن از قهوه‌ای تا زرد روشن متغیر است. قند مایع خرما با بریکس ۸۰-۶۸ دارای ۷۳٪ ماده قندی می‌باشد [۱۱ و ۱۳]. قندهای اصلی تشکیل دهنده آن گلوکز و فروکتوز است که نسبت آنها تقریباً مساوی می‌باشد و از نظر ترکیب قندی مشابه عسل کندو و شربت ذرت با فروکتوز بالا (HFCS) است. این فرآورده می‌تواند در ساخت نوشیدنیهای انرژیزا و ایزوتونیک، فرآورده‌های پخت (کیک و محصولات قنادی و نانویی)، فرآورده‌های لبنی و سایر صنایع به کار رود و به عنوان جانشین مناسبی برای HFCS مطرح شود [۱۲ و ۱۴]. قند خرما در مقایسه با ساکارز دارای مزایایی شامل تمایل کم به تبلور یا شکرک زدن، ظرفیت رطوبتی پایین، دارا بودن خاصیت جذب رطوبت و قدرت شیرین کنندگی بیشتر می‌باشد، از اینرو تولید و مصرف آن اقتصادی است. با در نظر گرفتن هزینه تولید و مواد خام، قند مایع می‌تواند از جایگاه مناسبی در بازار داخلی و خارجی برخوردار شود [۲]. از سوی دیگر با توجه به اینکه قند مایع خرما از میوه‌های درجه ۲ و ۳ تهیه می‌شود ارزش افزوده زیادی به همراه دارد و قابل رقابت با فرآورده‌های مشابه خود از جمله قند مایع حاصل از ساکارز، HFCS و عسل کندو می‌باشد [۱۰ و ۱۵]. مطالعات چندی در زمینه استفاده از جایگزین‌های ساکارز در فرآورده‌های غذایی صورت گرفته است. شیخ‌زاده و همکاران (۱۳۹۵) به بررسی تأثیر جایگزینی شکر با پوره خرما بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، حسی و ماندگاری دونات پرداختند. نتایج نشان داد که جایگزینی ساکارز در سطح ۵۰ درصد با پوره خرما، علاوه بر بهبود رنگ پوسته،

و حلوای به دست آمده را از دیگ خارج کرده تا خنک شود و با دستگاه کوبش یا دستی کوبیده شد تا حلوای با مغز گردو مخلوط شود و گردو نیز له شود و حلوای به شکل مصرفی درآید. برای معطر کردن آن می توان از وانیل، اسانس مجاز خوراکی و ادویه جات نیز در حد مجاز استفاده کرد [۳]. لازم به ذکر است که با توجه به حجم دیگ موجود در کارگاه حلوای پزی، بیج های تولیدی ۶ کیلوگرمی بودند که ۲ کیلوگرم (معادل ۳۳ درصد) از فرمولاسیون حلوای را شکر تشکیل می دهد. در این پژوهش سه تیمار شاهد (حاوی ۲ کیلوگرم شکر)، ۲۵٪ (حاوی ۱/۵ کیلوگرم شکر و ۰/۵ کیلوگرم شیر خرما) و ۵۰٪ (حاوی یک کیلوگرم شکر و یک کیلوگرم شیر خرما) تولید گردید.

۳-۲- آزمایشات

۳-۱-۲- اندازه گیری رطوبت

آزمون رطوبت بر اساس استاندارد ملی به شماره ۵۶۹۳ و روش آن گذاری در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد انجام شد و از رابطه ۱ محاسبه گردید [۳].

رابطه (۱)

$$H = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100$$

در این رابطه m_1 وزن اولیه نمونه (۵ گرم) و m_2 وزن نمونه ها پس از خروج از آن است.

۳-۲-۲- تعیین خاکستر

میزان خاکستر نمونه ها توسط کوره برقی در دمای ۵۵۰-۵۰۰ درجه سانتی گراد و تا سفید شدن کامل نمونه ها اندازه گیری شد. میزان خاکستر از رابطه ۲ محاسبه گردید [۳].

رابطه (۲)

$$Ash = \frac{W_2 - W_1}{W_0} \times 100$$

در این رابطه W_0 وزن نمونه مورد آزمایش (۲ گرم) و W_2 وزن کروزه چینی حاوی خاکستر و W_1 وزن کروزه چینی خالی.

سبب بهبود بافت و افزایش نرمی در طی دوره نگهداری نسبت به نمونه شاهد گردید. این محققین علت این امر را وجود ترکیبات فیبری در این جایگزین اعلام نمودند [۸]. همایونی راد و همکاران (۱۳۹۶) نیز اثر جایگزینی شکر با شیر خرما را بر ویژگی کوشاب بررسی کردند. نتایج نشان داد تغییر معنی داری در میزان اسیدیته و ماده جامد محلول نمونه ها در طی ۶ ماه بررسی مشاهده نشد. از نظر قند احیا و قند کل بجز نمونه هایی با ۱۰۰ درصد شیر خرما، رنگ و ویسکوزیته بین نمونه ها با نمونه شاهد اختلاف معنی داری وجود داشت [۹]. بنابراین با توجه به ارزان قیمت بودن و در دسترس بودن فراورده های خرما در ایران و همچنین طبیعی بودن قند حاصل از آن و ضرورت انتخاب جایگزین مناسب شکر در محصولات سنتی مانند حلوای گردویی، هدف از انجام این پژوهش بررسی امکان استفاده از قند مایع خرما به عنوان جایگزین شکر در تولید حلوای گردویی و بررسی تأثیر این ترکیب همراه با دمای نگهداری بر خصوصیات کمی و کیفی محصول نهایی در طول زمان نگهداری بود.

۲- مواد و روش ها

مواد بکار رفته در تولید حلوای گردویی ارومیه شامل نسبتهای مختلف از ترکیبات ذیل می باشند: گلوکز مایع (تهیه شده از شرکت چی چست گلوکز ارومیه)، مغز گردو و شیر انگور (تهیه شده از باغات ارومیه)، شکر و قند مایع خرما (شرکت شهدباب پارس تبریز). سایر مواد شیمیایی از شرکت های مرک آلمان و سیگما آلد ریچ آمریکا تهیه شد.

۲-۱- روش تولید حلوای گردویی

برای تولید حلوای گردویی ابتدا مواد مورد نیاز شامل گلوکز، مغز گردو، شیر انگور، شکر و قند مایع خرما توزین گردیده و سپس تمامی ترکیبات به جز مغز گردو در دیگ ریخته و جوشانده شد و این عمل حدوداً ۱۵ دقیقه طول کشید. سپس یک لیوان جوشانده آب چوبک به آن افزوده و حرارت کاهش داده شد. در ادامه حدوداً تا ۳ ساعت مواد اولیه با حرارت پایین توسط دستگاه همزن مخلوط گردید. در پایان مغز گردو را به مخلوط اضافه کرده

۳-۳-۲- اندازه گیری قند کل

ابتدا ۲ گرم از نمونه حلوا گردوئی به بالن ژوژه ۱۰۰ میلی لیتر منتقل و به آن مقداری آب جوش اضافه کرده و مخلوط گردید. ۲ میلی لیتر استات روی و ۲ میلی لیتر پتاسیم فروسیاناید به آن اضافه و به حجم ۱۰۰ میلی لیتر رسانده و مخلوط گردید، سپس آن را صاف کرده و از صاف شده برای اندازه گیری قند کل استفاده شد. ۲۵ میلی لیتر از محلول صاف شده را به بالن ژوژه منتقل و ۵ میلی لیتر اسید کلریدریک غلیظ به آن اضافه کرده و محلول در بن ماری ۷۰ سلسیوس برای مدت ۱۰ دقیقه قرار داده شد. سپس محلول سرد شده و با سود غلیظ و سپس سود ۰/۱ نرمال و به کمک شناساگر فنل فتالین تا رسیدن به رنگ صورتی کم رنگ خنثی گردید و به حجم ۱۰۰ میلی لیتر رسید. در یک ارلن دیگر ۵ میلی لیتر فهلینگ A و ۵ میلی لیتر فهلینگ B اضافه کرده و ۱۰ میلی لیتر آب افزوده و مخلوط روی شعله جوشانده شد. در حین جوشاندن ۲ قطره معرف متیلن بلو اضافه کرده تا رنگ آن آبی تیره شد، سپس از بالن ژوژه که به حجم ۱۰۰ رسیده بود با پی پت مقداری برداشته قطره قطره به ارلن حاوی فهلینگ ها اضافه گردید. به محض رسیدن به رنگ آجری تیتراسیون متوقف و مقدار سود مصرفی یادداشت شد. در نهایت میزان قند کل از رابطه ۳ محاسبه گردید [۳].

$$C = \frac{V \times N \times 100}{W} \times 100$$

مقدار قند کل در ۱۰۰ گرم نمونه بر حسب دکستروز
۱۰۰ وزن نمونه × حجم مصرفی محلول قندی

رابطه (۳)

۳-۳-۴- اندازه گیری قند احیا

روش اندازه گیری قند احیا مشابه قند کل می باشد با این تفاوت که مرحله هیدرولیز توسط اسید کلریدریک غلیظ و سپس خنثی کردن محلول حاصل توسط سود در روش اندازه گیری قند احیا وجود ندارد ولی سایر مراحل مشابه می باشد. در نهایت میزان قند احیا از رابطه ۴ محاسبه گردید

$$C = \frac{V \times N \times 100}{W} \times 100$$

مقدار قند احیا، کننده در ۱۰۰ گرم نمونه
وزن نمونه × حجم مصرفی محلول قندی

[۳].

۳-۳-۵- آزمون رنگ

اندازه گیری رنگ نمونه با استفاده از مدل (CIELAB) $L^*a^*b^*$ CIE صورت گرفت. این مدل، کامل ترین مدل رنگی است که برای توصیف همه رنگ های قابل مشاهده توسط چشم انسان بکار برده می شود و با سه عامل L^* (روشنی/تیرگی)، a^* (قرمز/سبز) و b^* (زرد/آبی) سنجش می شود. در این پژوهش از دستگاه رنگ سنج هانترلب (Minolta model CR- 410, Tokyo, Japan) برای بررسی رنگ استفاده شد [۴ و ۵].

۳-۳-۶- ارزیابی حسی

ارزیابی حسی نمونه های حلوا توسط ۹ ارزیاب حسی (۶ زن و ۳ مرد) نیمه آموزش دیده و با استفاده از مقیاس هدونیک توصیفی ۵ نقطه ای برای صفات بو، طعم، قابلیت جوندگی (تردی، نرمی و چسبندگی)، شیرینی، رنگ ظاهری و... صورت پذیرفت. ارزیابان حسی با رنج سنی ۲۳ تا ۴۰ سال انتخاب شدند. معیار انتخاب گروه ارزیابان حسی تشخیص چهار طعم اصلی، عدم داشتن حساسیت غذایی، عدم استعمال سیگار، تمایل به تست حلوا گردوئی و در دسترس بودن در طی عملیات آموزش و ارزیابی بود. نمره ۱ برای کیفیت رضایت بخش نیست، نمره ۲ برای کیفیت نسبتا رضایت بخش، نمره ۳ برای نمره رضایت بخش، نمره ۴ برای کیفیت خوب و نمره ۵ برای کیفیت عالی در نظر گرفته شد. آزمون حسی در ۳ تکرار و در ۲ روز متفاوت در بازه ی زمانی بلافاصله پس از تولید و ۲۰ روز پس از نگهداری انجام شد [۱۸].

۳-۴- تجزیه و تحلیل آماری

جهت بررسی نتایج از طرح آماری کاملا تصافی بر پایه فاکتوریل استفاده شد. اثر تیمارها با طرح آزمون دانکن با سطح احتمال خطای ۵ درصد انجام و توسط نرم افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. متغیرهای فرآیند شامل میزان جایگزینی شکر با قند مایع خرما (در ۳ سطح

صفر، ۲۵ و ۵۰ درصد)، دمای نگهداری (در سه سطح ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درجه سانتیگراد) و زمان نگهداری در در ۲ سطح

Archive of SID

(صفر یا بلافاصله پس از تولید و ۲۰ روز) می باشد که در ۲ تکرار انجام شد. پارامترهای مورد اندازه گیری شامل رطوبت، خاکستر، قندهای احیا، قند کل، مولفه های رنگی و خواص حسی حلوای گردویی می باشد.

۳- بحث و نتایج

۳-۱- اثر متغیرهای فرایند بر تغییرات رطوبت

نتایج آنالیز واریانس حاکی از معنی دار بودن اثر جایگزینی شکر با قند مایع خرما در فرمولاسیون حلوای گردویی بر رطوبت محصول نهایی بود (جدول ۱). همانطور که در جدول ۲ مشاهده می شود با افزودن قند مایع خرما در فرمولاسیون حلوای گردویی، میزان رطوبت بطور معنی داری افزایش یافت ($p < 0.05$). با بررسی اثر دمای نگهداری بر تغییرات رطوبت محصول نیز مشخص شد که افزایش دمای نگهداری از ۱۰ تا ۲۰ درجه سانتی گراد منجر به افزایش رطوبت حلوای گردید ولی با ادامه افزایش دمای نگهداری در انکوباتور تا میزان ۳۰ درجه سانتیگراد از رطوبت نمونه ها کاسته شد. زمان نیز تاثیر معنی داری بر تغییرات رطوبت حلوای گردویی داشت (جدول ۱)، بدین صورت که با نگهداری نمونه های حلوای گردویی به مدت ۲۰ روز رطوبت محصول افزایش یافت و این اختلاف از نظر آماری معنی دار بود ($p < 0.05$). نتایج اثر همزمان قند مایع خرما و دمای نگهداری بر تغییرات رطوبت فراورده تولید شده در طول زمان نگهداری در جدول ۲ نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می شود میزان اولیه رطوبت نمونه های حلوای شاهد بلافاصله پس از تولید برابر ۴/۶۴ درصد بود که با نگهداری آن در دماهای ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درجه سانتیگراد مقدار رطوبت پس از ۲۰ روز نگهداری به ترتیب تا مقادیر ۴/۸۸، ۵ و ۴/۸۰ درصد افزایش یافت که نشان دهنده افزایش بیشتر رطوبت در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد می باشد. همانطور که مشاهده می شود بیشترین میزان رطوبت به نمونه های حاوی ۵۰ درصد جایگزینی شکر با قند خرما تعلق داشت که برابر ۶/۷۵ درصد بود و با

نگهداری در آن با دمای ۱۰ و ۲۰ درجه سانتیگراد میزان رطوبت نمونه ها در محدوده ۷/۱۲-۷/۰۶ درصد افزایش یافت (جدول ۲). رطوبت حلوای گردویی تحت تاثیر عوامل متعددی مانند ترکیبات تشکیل دهنده بخصوص کربوهیدراتها و پایدارکننده، نوع و کیفیت اجزا، فراوری مخلوط، نحوه بسته بندی و دمای نگهداری می باشد [۳]. از آنجایی که حلوای گردویی یک فراورده سنتی با میزان رطوبت کمتر از ۵ درصد می باشد، بنابراین امکان جذب رطوبت توسط محصول از هوای اطراف بسته ها و در نتیجه افزایش رطوبت حلوای وجود دارد. از طرفی چون ترکیبات جاذب الرطوبه مانند قندهای گلوکز و فروکتوز در فرمولاسیون این محصول وجود دارد (حدود ۸۰ درصد ترکیبات خرما، کربوهیدرات است که بیشتر آنها به صورت قند اینورت می باشند) بر سرعت و امکان جذب رطوبت توسط این محصول افزوده می شود. نتایج پژوهش حاضر نیز نشان می دهد که با جایگزین کردن بخشی از شکر فرمولاسیون توسط قند مایع خرما به دلیل افزایش قندهای جاذب الرطوبه ذکر شده، میزان رطوبت به طور قابل توجهی افزایش یافته است. در مطالعه ای احمدی گاولیقی و همکاران (۱۳۹۰) با بررسی اثر جایگزینی قند مایع خرما با قند اینورت بر رطوبت کیک لایه ای گزارش دادند که با افزایش جایگزینی میزان قند مایع خرما در کیک، میزان رطوبت افزایش پیدا می کند. آن ها بیان داشتند دلیل افزایش رطوبت را می توان در خواص جاذب الرطوبه بودن این ترکیب و رقابت ترکیبات جاذب آب در فرمولاسیون جستجو کرد [۲]. در پژوهشی دیگر استریت (۱۹۹۷) تأثیر غسل را به صورت مایع و خشک شده به عنوان جایگزین ساکارز در مافین بررسی کردند. نتایج نشان داد که افزودن غسل به عنوان جایگزین ساکارز موجب افزایش مقدار رطوبت شد [۲۳]. از دیگر مزایای استفاده از قند مایع خرما در محصولات مختلف کاهش فعالیت آبی محصول و در نتیجه افزایش پایداری میکروبی این محصولات و گسترش ماندگاری آن می باشد [۲ و ۲۳].

جدول ۱- خلاصه نتایج آنالیز واریانس اثر متغیرهای فرایند بر خواص فیزیکوشیمیایی، رنگی و حسی حلوای گردوئی

منبع تغییرات	DF	رطوبت (%)	قند احیا (%)	خاکستر (%)	میانگین مربعات			
					قند کل (%)	L*	a*	b*
قند مایع خرما (a)	۲	۱۲/۵۸**	۱۱۳۳/۸**	۰/۵۱۲**	۳۶۰/۳۶**	۲۸/۵۷**	۲۷۱/۴۵**	۱۳۹/۳۸
دمای نگهداری (b)	۲	۰/۶۰۶**	۴/۴۶**	۰/۰۰۲۴ ^{NS}	۵۱/۶۸**	۱/۵۱۸*	۱۰/۸۲**	۳۷/۱۷
زمان نگهداری (c)	۱	۰/۹۹**	۲۰/۰۳**	۰/۰۳۳ ^{NS}	۳/۶۳**	۲۸/۰۲**	۶۸/۶۴**	۵۱/۲۲
a*b	۴	۰/۲۵۲**	۱۹/۸**	۰/۰۲۴ ^{NS}	۴۲/۰۶**	۳/۱۸*	۰/۸۶۳*	۸/۸۰
a*c	۲	۰/۰۷۳*	۰/۵۶*	۰/۰۳۶ ^{NS}	۳/۸۰*	۴۲/۱۴**	۰/۳۲۵*	۱۱/۳۶
b*c	۲	۰/۰۰۸*	۰/۱۹*	۰/۰۳۳ ^{NS}	۳/۲۰*	۴/۱۹**	۷/۴۱**	۷/۵۶
a*b*c	۴	۰/۰۳۴**	۰/۳۲*	۰/۰۲۳ ^{NS}	۰/۹۰۵*	۲/۹۵*	۰/۸۵۵*	۱۴/۰۷
خطای آزمایش	۱۸	۰/۰۰۲۱	۰/۰۰۵۵	۰/۰۲۴	۰/۰۰۱۵	۰/۰۹۰	۰/۰۱۱۵	۰/۰۱۶
ضریب تغییرات	-	٪۰/۸۳۵	٪۰/۲۹۱	٪۰/۱۹/۷	٪۰/۰۵۹	٪۰/۴۶۸	٪۰/۹۶	٪۰/۲۶۸

۳-۲- اثر متغیرهای فرایند بر تغییرات خاکستر

نتایج اثر سطوح مختلف جایگزینی شکر با قند مایع خرما در فرمولاسیون حلوای گردوئی بر تغییرات خاکستر محصول نهایی در جدول ۲ نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می شود بیشترین میزان خاکستر به نمونه های حاوی ۵۰ درصد جایگزینی شکر با قند خرما تعلق داشت که پس از نگهداری محصول در دماهای مختلف به مدت ۲۰ روز نیز تغییر معنی داری پیدا نکرد و در محدوده ۰/۹۷۲-۱/۰۹ درصد قرار داشت. کمترین میزان خاکستر نیز در نمونه های شاهد که حاوی ۱۰۰ درصد شکر بود مشاهده گردید که تقریباً برابر با نصف نمونه های حاوی قند مایع خرما بود (۰/۵۵/۶۲-۰/۱۰). این در حالی بود که سایر متغیرهای فرایند شامل دما و زمان نگهداری بر تغییرات خاکستر نمونه های حلوای گردوئی موثر نبود (جدول ۱). قند مایع خرما حاوی مقادیر بالایی از مواد معدنی شامل سدیم، پتاسیم، کلسیم، آهن، منگنز، مس، روی، فسفر و منیزیم و همچنین مقادیری ازت به واسطه داشتن پروتئین می باشد، بنابراین دلیل افزایش خاکستر نمونه های حلوای گردوئی حاوی قند مایع وجود املاح آن می باشد. در طول ۲۰ روز نگهداری حلوای گردوئی در انکوباتور با دماهای مختلف ماده ای افزوده و یا کم نشده است و از طرفی ترکیبات املاح موجود در حلوا

بر اثر شرایط نگهداری تخریب نمی شود، بنابراین انتظار می رود میزان خاکستر در طول نگهداری ثابت باشد و تغییر محسوسی پیدا نکند که با توجه به نتایج بدست آمده این امر محقق گردید. در تحقیقی مشابه ساغری و شکوری (۱۳۹۲) با بررسی تاثیر جایگزینی شکر با شیره انگور در بیسکوئیت غنی شده گزارش کردند که این جایگزینی در فرمولاسیون بیسکوئیت موجب افزایش درصد خاکستر محصول نهایی شد. این محققین بیان کردند که علت افزایش خاکستر بیسکوئیت با افزودن شیره انگور این است که شیره منبع غنی از سدیم، کلسیم، پتاسیم، منیزیم، آهن و فسفر است که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد [۷]. حسینی و همکاران (۲۰۱۲) و همچنین همایونی راد و همکاران (۱۳۹۶) نیز به نتایج مشابهی رسیدند، مبنی بر اینکه در طی نگهداری کوشاب به مدت ۶ ماه تغییر معنی داری در میزان خاکستر و مواد جامد محلول مشاهده نگردید. آن ها عنوان کردند که مواد جامد محلول میزان مواد آلی و غیر آلی (املاح) محلول در یک مایع است و از آنجائیکه در طی نگهداری نمونه ها ماده ای افزوده و یا کم نشده است و همچنین نمونه ها در بطری های دربسته بودند و نیز رسوب با مواد نامحلول مشاهده نشد، بنابراین تغییرات مواد جامد محلول ثابت بود [۹] و [۱۹].

جدول ۲- نتایج اثر قند مایع خرما و دمای نگهداری بر خواص فیزیکوشیمیایی حلوی گردویی در طی نگهداری

رطوبت (%)		خاکستر (%)		قندهای احیاکننده (%)		قند کل (%)		دمای (°C)	میزان جایگزینی شکر
زمان نگهداری (روز)	زمان نگهداری (روز)	زمان نگهداری (روز)	زمان نگهداری (روز)	زمان نگهداری (روز)	زمان نگهداری (روز)	زمان نگهداری (روز)	زمان نگهداری (روز)		
صفر	۲۰	صفر	۲۰	صفر	۲۰	صفر	۲۰		
۴/۸۸ ^{ij}	۴/۷۰ ^{jk}	۰/۵۵ ^e	۰/۶۲۲ ^d	۱۵/۷۵ ^k	۱۶/۷۸ ^j	۷۳/۲۲ ^{cd}	۷۳/۷۵ ^b	۱۰	
۵ ⁱ	۴/۶۱ ^k	۰/۵۲ ^e	۰/۵۱۰ ^e	۱۵/۶۰ ^k	۱۷/۲۵ ⁱ	۷۳/۷۰ ^b	۷۳/۹۸ ^{ab}	۲۰	شاهد
۴/۸۰ ^j	۴/۶۴ ^k	۰/۵۴۲ ^e	۰/۵۵۳ ^{de}	۱۵/۶۹ ^k	۱۷/۴۸ ⁱ	۷۲/۸۲ ^d	۷۴/۲۲ ^a	۳۰	
۵/۷۵ ^f	۵/۴۰ ^h	۰/۹۲ ^b	۰/۹۵ ^b	۲۴/۵۵ ^h	۲۶/۷۷ ^g	۶۴/۹۲ ⁱ	۶۶/۳۴ ^g	۱۰	
۵/۹۰ ^e	۵/۵۵ ^g	۰/۸۸۰ ^{bc}	۰/۸۵۳ ^c	۲۴/۳ ^h	۲۸/۵۰ ^f	۶۵/۷ ^h	۶۷/۱۵ ^f	۲۰	٪۲۵
۵/۶۸ ^f	۵/۵۰ ^{gh}	۰/۸۷۰ ^{bc}	۰/۸۶۴ ^{bc}	۲۴/۴۷ ^h	۲۹/۰۵ ^e	۶۵/۲۵ ^{hi}	۶۸/۳۸ ^e	۳۰	
۷/۰۶ ^a	۶/۷۷ ^{cd}	۰/۹۸ ^{ab}	۱/۰۹ ^a	۳۳/۷۵ ^d	۳۴/۵۲ ^c	۵۸/۶۳ ^m	۶۰/۲۲ ^l	۱۰	
۷/۱۲ ^a	۶/۸۳ ^c	۰/۹۵۴ ^b	۰/۹۸۲ ^{ab}	۳۳/۴۵ ^d	۳۶/۵۷ ^b	۵۸/۵۰ ^m	۶۱/۸۲ ^k	۲۰	٪۵۰
۶/۸۸ ^b	۶/۶۹ ^d	۰/۹۴۵ ^b	۰/۹۷۲ ^{ab}	۳۳/۶۲ ^d	۳۷/۴۷ ^a	۵۸/۲۱ ^{mn}	۶۴/۷۲ ^{ij}	۳۰	

درصد جایگزینی شکر با قند مایع خرما تعلق داشت که در دمای ۳۰ درجه سانتیگراد به مدت ۲۰ روز نگهداری شده بود، بطوریکه از مقدار اولیه ۳۳/۶۲ درصد تا مقدار ۳۷/۴۷ درصد افزایش یافت که نشان دهنده اثر سینرزیستی متغیرهای فرایند بر افزایش این پارامتر بود. کمترین میزان قندهای احیا نیز در نمونه های شاهد مشاهده گردید که با نگهداری در دمای ۳۰ درجه سانتیگراد پس از ۲۰ روز، از مقدار اولیه ۱۵/۶۹ درصد تا میزان ۱۷/۴۸ افزایش یافت که کمتر از محدوده استاندارد این محصول می باشد. طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۵۶۹۳، میزان قندهای احیا حلوی گردویی حداقل ۲۰٪ می باشد [۳] که قندهای احیاکننده حلوی تولیدی با درصدهای مختلف قند مایع خرما مطابق با استاندارد بوده و در این محدوده می باشند. بنابراین جایگزینی شکر با قند مایع خرما از نظر قندهای احیا اثر مطلوبی در حلوی گردویی می گذارد و همواره تلاش تولید کنندگان این محصول سنتی بر این است که میزان قند احیا را در محصول افزایش و قند کل که به نوعی ارتباط مستقیم با میزان شکر دارد را کاهش دهند. در تحقیقی مشابه همایونی راد و همکاران (۱۳۹۶) اثر جایگزینی شکر با شیره خرما (در سطوح ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد) را بر ویژگی

۳-۳- اثر متغیرهای فرایند بر میزان قندهای احیاکننده

نتایج مقایسه میانگین تیمارها بر میزان قندهای احیا در حلوی گردویی در جدول ۲ نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می شود نمونه های حاوی قند مایع خرما دارای مقدار بیشتری قندهای احیا در مقایسه با نمونه شاهد بودند، بطوریکه با جایگزینی ۲۵ و ۵۰ درصد شکر فرمولاسیون توسط قند مایع خرما، میزان قندهای احیاکننده از مقدار ۱۵/۰۸ درصد در نمونه شاهد تا میزان ۲۶/۹ و ۳۴/۴۰ درصد در نمونه های حاوی ۲۵ و ۵۰ درصد جایگزینی افزایش یافت که معادل ۷۸ و ۱۲۸٪ افزایش این پارامتر نسبت به نمونه کنترل بود. بر بررسی اثر دمای نگهداری نیز مشخص شد که با افزایش دمای نگهدار از ۱۰ تا ۲۰ درجه سانتیگراد بر میزان این قندها افزوده شد، ولی اختلاف معنی داری بین نمونه های نگهداری شده در دمای ۲۰ و ۳۰ درجه سانتیگراد از نظر میزان قندهای احیا وجود نداشت ($p > 0.05$). زمان نیز روند افزایشی بر میزان این پارامتر داشت بطوریکه طی ۲۰ روز نگهداری نمونه ها میزان قندهای احیا در نمونه های حلوا حدود ۶ درصد نسبت به نمونه های اولیه افزایش نشان داد ($p < 0.05$). نتایج اثر همزمان متغیرهای فرمولاسیون و نگهداری بر تغییرات قندهای احیا در حلوی گردویی نشان داد که بیشترین میزان قندهای احیا به نمونه های حاوی ۵۰

بیشتر از زمان بود. نتایج همچنین حاکی از معنی دار بودن اثرات متقابل متغیرهای فرمولاسیون و نگهداری بر میزان قند کل حلوی گردوئی تولید شده بود (جدول ۱)، بطوریکه بیشترین میزان قند کل در نمونه شاهد نگهداری شده در دمای ۳۰ درجه سانتیگراد به مدت ۲۰ روز بدست آمد که برابر ۷۴/۲۲ درصد بود (جدول ۲). همانطور که مشاهده می شود کمترین میزان این پارامتر نیز در نمونه های حلوی گردوئی حاوی ۵۰ درصد جایگزینی شکر با قند مایع خرما که در دمای ۱۰ درجه سانتیگراد به مدت ۲۰ روز نگهداری شده بود، بدست آمد که برابر ۶۰/۲۲ درصد بود. در حالیکه برای نمونه های حاوی ۲۵ درصد جایگزینی شکر که در دمای ۱۰ درجه نگهداری شده بود، مقدار قند کل برابر ۶۶/۳۴ درصد بود که حاکی از کاهش قند کل با کاهش میزان شکر در فرمولاسیون حلوا می باشد. در این رابطه با توجه به نوع ماده اولیه و نوع محصول تولیدی نتایج مختلفی گزارش شده است. حسینی و همکاران (۲۰۱۲) به این نتیجه رسیدند که قند کل در نوشیدنی کوشاب تولید شده با شکر در طی شش ماه نگهداری کاهش یافت [۱۹]، در حالیکه همایونی راد و همکارانش گزارش دادند که در طول ۶ ماه نگهداری این نوشیدنی حاوی شیر خرما، میزان قند کل تغییر قابل توجهی پیدا نکرد [۹]. طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۵۶۹۳ میزان قند کل حلوی گردوئی حداکثر ۶۵ درصد می باشد که طبق نتایج بدست آمده مشخص شد که نمونه های حلوی تولیدی با درصدهای مختلف قند مایع خرما مطابق با استاندارد بوده و در این محدوده می باشند، در حالیکه نمونه های حاوی ۱۰۰٪ شکر دارای قند کل بیشتری نسبت به استاندارد بود. بنابراین جایگزینی شکر با قند مایع خرما از نظر قندهای احیا و همچنین قند کل اثر مطلوبی بر ویژگی های حلوی گردوئی می گذارد [۱].

۳-۵- ویژگی های رنگی حلوی گردوئی

اندازه گیری رنگ سطحی به وسیله دستگاه رنگ سنج (هانتربل) انجام شد. بوسیله این دستگاه سه فاکتور L^* (تیرگی- روشنی)، a^* (قرمزی- سبزی) و b^* (زردی- آبی) نمونه های حلوی گردوئی تعیین شد. نتایج آنالیز

های نوشیدنی کوشاب بررسی کردند. نتایج ارزیابی میزان قندهای احیاکننده نشان داد که با افزایش سطوح جایگزینی شکر توسط شیر خرما مقدار قندهای احیاکننده در نوشیدنی کوشاب نسبت به نمونه های فاقد شیر بطور معنی داری افزایش پیدا کرد [۹]. یاسین و همکارانش نیز در سال ۲۰۱۳ گزارش کردند مافین هایی که غلظت بیشتری از شیر خرما را داشتند قند احیای بیشتری نیز داشتند [۲۶]. با توجه به اینکه قند شیر خرما متشکل از قندهای احیاکننده فروکتوز و گلوکز می باشد [۱۱ و ۲۲]، در نتیجه با افزایش درصد قند مایع خرما در حلوی گردوئی، میزان قند احیا افزایش پیدا می کند. فروکتوز و گلوکز کربوهیدرات های عمده خرما می باشد که به آسانی توسط بدن انسان جذب می شود و فروکتوز بدون نیاز به ترشح انسولین و افزایش گلوکز خون متابولیزه می شود [۲۱]، در نتیجه حلوا گردوئی تهیه شده با قند مایع خرما می تواند این امکان را داشته باشد که برای افراد دیابتی نسبت به حلوی تهیه شده با شکر مفیدتر باشند.

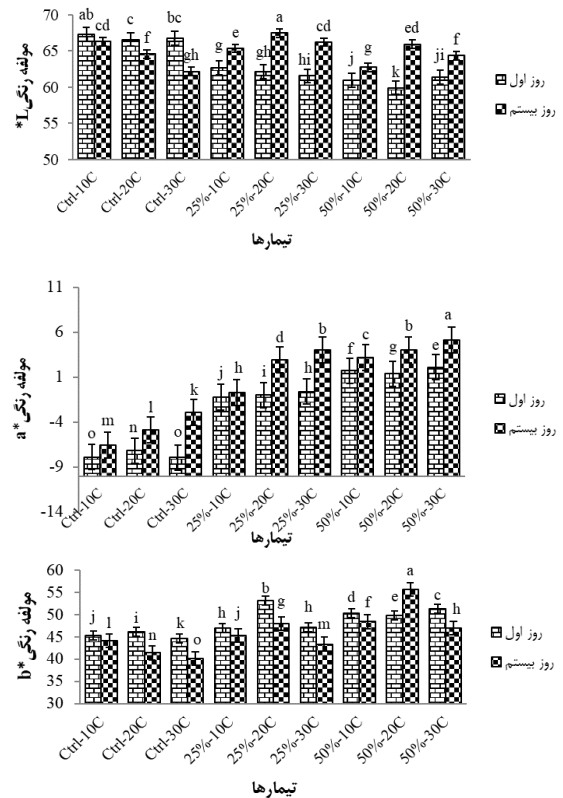
۳-۴- اثر متغیرهای فرایند بر میزان قند کل

نتایج اثر جایگزینی شکر با قند مایع خرما و همچنین تاثیر دما و زمان نگهداری بر تغییرات قند کل حلوی گردوئی در جدول ۲ آورده شده است. همانطور که از نتایج پیداست با جایگزینی بخشی از شکر فرمولاسیون توسط قند مایع خرما، از میزان قند کل نمونه های حلوا گردوئی کاسته شده است بطوریکه به ترتیب با ۲۵ و ۵۰ درصد جایگزینی شکر، میزان قند کل اندازه گیری شده از مقدار ۷۲/۵۴ درصد تا میزان ۶۳/۲۷ و ۶۲/۸۴ درصد کاهش یافت که این اختلاف از نظر آماری معنی دار بود ($p < 0/05$). در تحقیقی که همایونی راد و همکاران (۱۳۹۶) بر روی نوشیدنی کوشاب انجام دادند نتیجه مشابهی بدست آمد، مبنی بر اینکه با افزایش سطوح جایگزینی شکر با شیر خرما از میزان قند کل نمونه های نوشیدنی کوشاب کاسته شد و بیشترین و کمترین میزان قند کل به ترتیب در نمونه شاهد (فاقد شیر خرما) و نمونه حاوی ۱۰۰ درصد شیر خرما بدست آمد [۹]. این در حالی بود که با افزایش دما و زمان نگهداری بر میزان قند کل نمونه های حلوا گردوئی افزوده شد و در این بین تاثیر دما

رنگدانه ها می افزاید. با بررسی میزان اثر گذاری متغیرهای مستقل بر تغییرات مولفه های رنگی این نتیجه حاصل شد که قند مایع خرما بیشترین تاثیر را بر تغییرات رنگ سطح محصول نهایی داشت و زمان نگهداری در مرحله بعد قرار داشت. همانطور که در شکل ۱ مشاهده می شود بیشترین میزان مولفه L^* بلافاصله پس از تولید به نمونه های کنترل تعلق داشت (برابر ۶۷/۳۲) و با افزودن شیره خرما از میزان این مولفه کاسته شده است، بطوریکه کمترین میزان روشنی ظاهری به نمونه های حاوی ۵۰٪ جایگزینی شکر با قند مایع خرما تعلق داشت (برابر ۶۰/۹۳). بیشترین میزان مولفه a^* و b^* نیز به نمونه های حاوی ۵۰٪ جایگزینی که به ترتیب در دمای ۳۰ و ۲۰ درجه سانتیگراد به مدت ۲۰ روز نگهداری شده بود تعلق داشت که به ترتیب برابر ۵/۱۷ و ۵۵/۶۷ بود. کمترین مقدار این مولفه ها نیز در نمونه شاهد بدست آمد که به ترتیب برابر ۷/۹۴- و ۴۰/۱۰ بود. در تحقیقاتی مشابه راعی و همکاران (۱۳۹۵) با بررسی تأثیر جایگزینی شیره خرما با شکر بر خواص رنگی کیک اسفنجی و همچنین احمدی گاولیقی و همکاران (۱۳۹۰) در بررسی اثر جایگزینی قند مایع خرما با قند اینورت در کیک لایه ای نشان دادند که با افزایش درصد قند مایع خرما در فرمولاسیون محصول نهایی، رنگ نمونه های کیک تیره تر می شود که به معنی کاهش مولفه L^* می باشد [۲ و ۵]. همایونی راد و همکاران (۱۳۹۶) نیز با جایگزینی بخشی از شکر با شیره خرما در نوشیدنی کوشاب و بررسی رنگ نمونه ها گزارش دادند که هرچه مقدار شیره خرما در این نوشیدنی افزایش یابد رنگ محصول تیره تر می شود. همچنین طبق نتایج این محققین زمان عامل تاثیر گذاری بر رنگ نمونه های کوشاب نبود، بطوریکه طی ۱۸۰ روز نگهداری رنگ نمونه ها تغییر معنی داری پیدا نکرد هر چند روند افزایشی بود [۹]. در این راستا گومز و همکاران (۲۰۰۸) و دهقان تنها و کریمی (۱۳۹۳) نیز نتایج مشابهی را گزارش نمودند [۴ و ۱۷].

واریانس نشان داد که بین تیمارهای مختلف از نظر مولفه های رنگی اختلاف معنی داری وجود دارد (جدول ۱). طبق نتایج بدست آمده از آنالیز مولفه های رنگ سطحی محصول نهایی مشخص شد که با کاهش میزان شکر در فرمولاسیون حلوای و افزایش سطح جایگزینی آن با قند مایع خرما، از میزان مولفه L^* کاسته شد، در حالی که بر میزان مولفه های قرمزی (a^*) و زردی (b^*) محصول افزوده شد (شکل ۱). بنابراین بطور کلی می توان گفت که با افزایش درصد جایگزینی قند مایع خرما رنگ نمونه های حلوای گردویی تیره تر می شود که این امر به علت انجام واکنش قهوه ای شدن در مجاورت قندهای احیاء کننده موجود در شیره خرما و همچنین مواد رنگی موجود در شیره خرما است. اثر ساده دمای نگهداری بر مولفه های رنگی نیز نشان داد که با افزایش دمای نگهداری از میزان مولفه L^* کاسته شد اگرچه اختلاف معنی داری بین تیمارهای نگهداری شده در دمای ۱۰ و ۲۰ درجه از نظر میزان مولفه L^* وجود نداشت ($p > 0.05$). این در حالی بود که افزایش دما تاثیر مثبت و معنی داری بر افزایش مولفه قرمزی نمونه های حلوای گردویی داشت. در مورد مولفه زردی نیز بیشترین مقدار به نمون های نگهداری شده در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد تعلق داشت و با افزایش دمای نگهداری تا ۳۰ درجه سانتیگراد از میزان مولفه b^* نیز کاسته شد. اثر زمان نیز نشان داد که با نگهداری نمونه های حلوای گردویی به مدت ۲۰ روز، از میزان مولفه های رنگی L^* و b^* کاسته شد ولی بر میزان پارامتر a^* بطور معنی داری افزوده شد (شکل ۱). دلیل کاهش روشنی ظاهری و افزایش تمایل سطح نمونه ها به رنگ قرمز و زرد، تسریع واکنش قهوه ای شدن در مجاورت قندهای ساده تشکیل دهنده خرما می باشد. در واقع می توان گفت با افزایش زمان نگهداری به دلیل افزایش رطوبت محصول سرعت واکنش های قهوه ای شدن غیر آنزیمی که منجر به تولید رنگدانه های تیره تر می شود افزایش می یابد و افزایش دما نیز بر سرعت تولید این

دما امتیاز این نمونه‌ها به کمتر از ۴ کاهش یافت که چندان قابل قبول نمی‌باشد. بنابراین با نگهداری نمونه‌های حلوا در دماهای مختلف و در طول زمان نگهداری، از امتیاز پذیرش کلی محصول نهایی کاسته شد. با توجه به اینکه پذیرش کلی بیانگر احساس کلی داوران نسبت به نمونه‌های مورد بررسی است و از طرفی ویژگی‌های نمونه مورد بررسی نظیر چسبندگی، عطر و طعم در پذیرش کلی مؤثرند، با مقایسه میانگین امتیازات ویژگی‌های حسی مشخص شد که دلیل کاهش امتیاز نمونه‌های شاهد در طول زمان کاهش طعم محصول بود که در مورد نمونه‌های حاوی ۵۰ درصد جایگزینی به دلیل میزان قند بیشتر، پس طعم ترش بیشتر ایجاد شد و در صورت نگهداری در دماهای بالاتر از محدوده قابل قبولی از نظر پانلیست‌ها خارج گردید. در واقع می‌توان گفت دلیل برتری نمونه‌های حاوی قند مایع خرما نسبت به نمونه شاهد، عطر و طعم مطلوب ترکیبات شیرین در حلوا و همچنین رنگ ظاهری خوشایندی بود که رضایت مصرف‌کننده را جلب می‌نمود. با ارزیابی جزئی تر نمونه‌های حلوای حاوی قند مایع خرما و نمونه شاهد توسط ارزیابان مشخص شد که نمونه‌های با سطح جایگزینی ۲۵ درصد دارای طعم شیرین ملایم و قابل قبولی بود و دارای عطر و طعم مناسب و بافت نسبتاً شکننده با چسبندگی کم (نزدیک به نمونه شاهد بود که مورد پسند مصرف‌کننده می‌باشد) و رنگ ظاهری خوشایندی بود. نمونه‌های حلوای گردویی با سطح جایگزینی ۵۰ درصد نیز در مجموع بهتر از نمونه شاهد بود ولی به دلیل شیرینی بیشتر و همچنین بافت چسبنده‌ای که به دلیل مقدار بیشتر قند مایع خرما داشت، امتیاز پذیرش کمتری نسبت به نمونه‌های حاوی ۲۵ درصد جایگزینی از نظر ارزیابان دریافت نمود ولی بطور کلی این نمونه نیز قابل قبول بود. بنابراین در صورت نگهداری نمونه‌های تولید شده در دمای حدود ۱۵-۱۰ درجه سانتیگراد، ماندگاری بالایی (۳۰ روز >) دارند ولی در صورت افزایش دمای نگهداری تا ۳۰ درجه سانتیگراد، عمر ماندگاری حلوای گردویی بویژه تیمار شاهد و تیمار حاوی ۵۰ درصد شیرین خرما کمتر از ۳ هفته خواهد بود که دلیل اصلی عدم پذیرش آن افت طعم و ترش شدن حلوا می‌باشد. راعی و

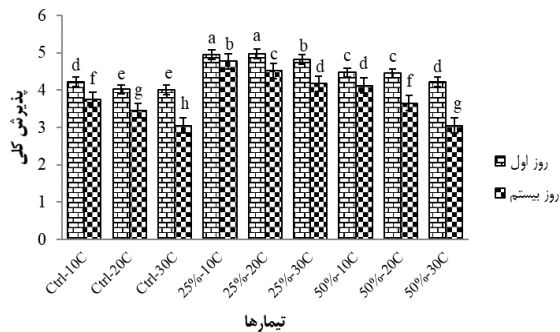


شکل ۱- اثر شیرین خرما و دمای نگهداری بر مولفه‌های رنگی حلوای گردویی در طول زمان نگهداری

۳-۶- خصوصیات حسی حلوای گردویی

با بررسی اثر متغیرهای فرایند بر پذیرش کلی نمونه‌های حلوا که در شکل ۲ نشان داده شده است، مشخص شد که بیشترین امتیاز پذیرش کلی به نمونه‌های حاوی ۲۵٪ جایگزینی شکر با قند مایع خرما تعلق داشت که حدود ۴/۴-۸۰/۹۵ بود و در طول ۲۰ روز نگهداری در دماهای مختلف ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درجه سانتیگراد به ترتیب تا مقادیر ۴/۷۷، ۴/۵۲ و ۴/۱۷ کاهش یافت که با توجه به بالاتر بودن امتیاز این نمونه‌ها (>۴) از نظر پانلیست‌ها قابل قبول می‌باشد. کمترین امتیاز پذیرش کلی نیز به نمونه‌های شاهد تعلق داشت که پس از نگهداری به مدت ۲۰ روز در دماهای مختلف به مقدار ۳/۷۵-۳/۰۵ رسید که نمونه‌های نگهداری شده در دمای ۳۰ درجه آن غیر قابل قبول می‌باشد. نمونه‌های حلوای حاوی ۵۰ درصد جایگزینی شکر با قند مایع خرما نیز در صورت نگهداری در دمای ۱۰ درجه سانتیگراد پس از ۲۰ روز نگهداری نیز قابل قبول بود ولی با افزایش

حاضر بود. بیشترین میزان کالری (۴۱۶۰ کالری در گرم) در نمونه حاوی ۱۰۰٪ ساکارز مشاهده شد در حالی که کمترین میزان کالری (۳۱۱۳ کالری در گرم) با شیره خرما با سطح جایگزینی ۱۰۰٪ مشاهده شد که نشان دهنده کاهش در ارزش کالری زایی کیک با افزایش غلظت شیره خرما است [۲۵].



شکل ۲- اثر شیره خرما و دمای نگهداری بر پذیرش کلی حلوی گردویی در طول زمان نگهداری

همکان (۱۳۹۵) در تحقیقات خود با بررسی تأثیر جایگزینی شیره خرما با شکر بر خواص حسی کیک اسفنجی بیان کردند که با جایگزینی ۲۵ و ۵۰ درصد شکر توسط شیره خرما پذیرش نمونه های کیک بالاتر از ۴ و قابل قبول بود ولی با ادامه افزایش جایگزینی تا ۷۵ و ۱۰۰ درصد از امتیاز حسی نمونه ها کاسته شد و کمترین امتیاز پذیرش کلی که برابر ۳/۷۶ بود به نمونه های حاوی ۱۰۰ درصد شیره خرما (فاقد شکر) تعلق داشت [۵]. در طی تحقیقی دیگر شیره خرما حاوی فروکتوز و سوربیتول به عنوان جایگزین ساکارز و تأثیرش روی کیفیت کیک مورد مطالعه قرار گرفت، ارزیابی حسی کیک در فواصل زمانی مختلف نگهداری نشان داد که خصوصیات طعم، بافت و رنگ کیک زمانی که شیره خرما به نسبت ۵۰٪ جایگزین شده، بهتر بود. یک روند رو به کاهش با گذشت زمان در خصوصیات حسی وجود داشت که مطابق نتایج پژوهش



شکل ۳- تصویری از نمونه های تولید شده در این پژوهش

برای بیماران دیابتی است و انرژی فراوانی دارد. بنابراین امروزه به واسطه توجه و علاقه مصرف کنندگان به ویژگیهای تغذیه ای مواد غذایی درخواست برای تولید مواد غذایی کم کالری افزایش یافته و صنعت غذا برای بهینه کردن ارزش تغذیه ای در کنار حفظ یا بهبود طعم محصول، بر طراحی مجدد مواد غذایی سنتی متمرکز شده است. بطور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که جایگزینی شکر با قند مایع خرما بر بهبود ویژگی های حلوی گردویی

۴- نتیجه گیری

جایگزین کردن شیره خرما در فرمولاسیون مواد غذایی علاوه بر اینکه می تواند جایگزین مناسبی برای شکر باشد، می تواند سبب بهبود خواص تغذیه ای مواد غذایی شود. شیره و قند مایع خرما یکی از با ارزشترین فراورده های ثانویه خرماس است که سرشار از قندهای طبیعی نظیر فروکتوز و گلوکز می باشد. از نظر فیزیولوژیکی قند فروکتوز در بدن برای جذب به انسولین نیاز ندارد بنابراین قند مناسبی

۳. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۷۹. ویژگی ها و روش های آزمون حلوی گردویی، استاندارد شماره ۵۶۹۳.
۴. دهقان تنها، ل.، و کریمی، م. ۱۳۹۳. بررسی اثر کاربرد کنسانتره عناب به عنوان جایگزین شکر بر خواص بافتی و تصویری کیک. مجموعه مقالات اولین همایش روش های افزایش ماندگاری فرآورده های غذایی، تهران.
۵. راعی، پ.، پیغمبردوست، ه.، آزادمرد دمرچی، ص.، اولاد غفاری، ع. ۱۳۹۵. تأثیر جایگزینی شیر خرم با شکر بر خواص کیفی کیک اسفنجی. مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، سال یازدهم، شماره ۱، صفحات ۹۴-۸۷.
۶. رجبزاده، ن. ۱۳۷۲. تکنولوژی نان. چاپ دوم. مؤسسه چاپ و انتشارات دانشگاه تهران، تهران، ص ۳-۷ و ۴۰۹-۴۴۸.
۷. ساغری، و.، شکوری، ش. ۱۳۹۲. بررسی تأثیر جایگزینی شیر انگور با شکر در بیسکوئیت غنی شده. دومین همایش ملی علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی-واحد قوچان.
۸. شیخ زاده، و.، عطای صالحی، ا.، حداد خداپرست، م.ح. ۱۳۹۵. بررسی تأثیر جایگزینی شکر با پوره خرم بر ویژگی های فیزیکوشیمیایی، حسی و بافتی دونات. مجله علوم و صنایع غذایی ایران، دوره ۱۳، شماره ۱۴؛ صفحه ۳۴-۲۵.
۹. همایونی راد، ع.، حاجی اقراری، ف.، خداویردی وند کشتیمان، ع. ۱۳۹۶. بررسی اثر جایگزینی شکر با شیر خرم بر ویژگی های رئولوژیکی و حسی کوشاب. علوم و صنایع غذایی، شماره ۶۴، دوره ۱۴؛ صفحات ۱۶۴-۱۵۵.

موثر بود بطوریکه نمونه های حاوی قند مایع خرما دارای رطوبت و نرمی بیشتری نسبت به نمونه شاهد بودند. همچنین با افزایش قند مایع خرما در فرمولاسیون حلوی گردویی بر میزان قندهای احیاکننده گلوکز و فروکتوز افزوده شد و از مقدار قند کل (که ارتباط نزدیکی با میزان ساکارز دارد) نمونه های حلوا کاسته شد که در راستای هدف تولید کنندگان این محصول سنتی می باشد. طبق نتایج حاصل از آنالیز مولفه های رنگی مشخص شد که با افزایش درصد جایگزینی خرما در فرمولاسیون حلوی گردویی از میزان مولفه L^* کاسته شد و بر میزان مولفه های a^* و b^* افزوده شد. نتایج آنالیز خواص حسی محصول نهایی نیز نشان داد که افزودن قند مایع خرما به فرمولاسیون حلوا موجب بهبود امتیاز پذیرش کلی پانلیست ها گردید، بطوری که نمونه های حاوی ۲۵٪ جایگزینی شکر امتیاز پذیرش بالاتری از نظر پانلیست ها داشت، ولی با ادامه افزایش این ترکیب در فرمولاسیون حلوا از امتیاز حسی نمونه ها به دلیل افزایش شیرینی و چسبندگی کاسته شد.

۵- سپاسگزاری

نویسندگان این پژوهش از مدیریت کارگاه حلواپزی محمدمدزاده (واقع در شهرستان ارومیه) به جهت همیاری بی دریغ در تهیه مواد و وسایل و تولید نمونه های حلوی سنتی گردویی که از هیچ کوششی فروگذار نکردند، سپاسگزاری و تشکر می نماید.

۶- منابع

۱. احمدنیا، ا.، سحری، م.، ۱۳۸۷. استفاده از پودر خرما در فرمولاسیون تافی شکلاتی. فصلنامه علوم و صنایع غذایی، ۵ (۵)؛ ۸-۱.
۲. احمدی گاولیقی، ح.، عزیزی، م.ح.، جهانیان، ل.، و امیر کاوئی، ش.، ۱۳۹۰. بررسی اثر جایگزینی قند مایع خرما با قند اینورت در کیک لایه ای. فصلنامه علوم و صنایع غذایی، ۸ (۱)؛ ۶۴-۵۷.

10. Abobaker, T. M., Mohammad, M. S., Aziz, V. N., Alex, J. 1988. Production of liquid sugar at various stage of

- Hosseini, E., Kaivar, M., Shahedi, M. 2012. Physicochemical Properties and Storability of Non-alcoholic Malt Drinks Prepared from Oat and Barley Malts. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 14: 173-182.
19. Martinez-Cervera, S., Laguna, L., Sanz, T., Salvador, A., and Fiszman, S.M. 2010. Sucralose and polydextrose as replacer of sucrose in muffins. International conference of food innovation. Valencia.
20. Mayes, P.A. 1993. Intermediary metabolism of fructose. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 58(suppl): 754-65.
21. Myhara, R.M., Karkalas, J. and Taylor, M.S. 1999. The composition of maturing Omani dates, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79: 1345-1350.
22. Strait, M. J. 1997. The Effect of Liquid or Dry Honey as a Partial Replacement for Sugar on the Baking and Keeping Qualities of Fat Reduced Muffins. Blacksburg, Virginia.
23. Tharp, B. and Young S. 2004. On Ice Cream: No Sugar-added Ice Cream, Technical Short Course.
24. Tufail F, Pasha I, Butt MS, Abbas, N and Afzaal, S. 2002. Use of date syrup in the preparation of low caloric cakes replacing sucrose. *Pak. J. Agri. Sci.*3:149-153.
25. Yaseen, T., Ashraf, I., Rehman, S.U., Ali, S. and Pasho, I. 2013. Shelf life assessment of muffins prepared by date syrup and wheat bran. *Journal of Public Health and Biological Sciences*, 2: 156-163.
- inversion. *Journal of Agriculture Research*, 33: 79-94.
11. Al- Farsi, M. 2003. Clarification of date juice. *International Journal of Food Science and Technology*. 38: 241-245.
12. Al- Shahib, M., & Marshal, R.J., 2003. The fruit of the date palm: its possible use as the best food for the future?. *International Journal of Food and Nutrition*, 54(4):247-259.
13. Ashwini, A., Jyotsna, R., and Indrani, D. 2009. Effect of hydrocolloids and emulsifiers on the rheological, microstructural and quality characteristics of eggless cake. *Food Hydrocolloids*, 23:700-707.
14. Benyamin, N.D. 1993. Date processing industrialization and training activities. In: *FAO Project Report*. pp. 1-2. Muscat, Oman: United Nations Development Programmes.
15. Chung, YS, Kwak YH, Lee MN and Kim DJ, 2009. Quality characteristics of sponge cake with Erythritol, *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition* 38(11): 1606-1611.
16. Foulkes, P.H. 1977. Replacement of sugar in sugar-containing food and process. *United State Patent*, No. 4, 055, 676.
17. Gómez M., Oliete B., Rosell C.M., Pando V., Fernández E. 2008. Studies on cake quality made of wheat-chickpea flour blends. *LWT-Food Science and Technology* 41, 1701-1709.
18. Haq, M. A., Alam, M. J., & Hasnain, A. (2013). Gum Cordia: A novel edible coating to increase the shelf life of Chilgoza (*Pinus gerardiana*). *LWT-Food Science and Technology*, 50(1), 306-311.