

بررسی اثر جایگزینی شکر با پودر استویا و صمغ کتیرا بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، رئولوژیکی و حسی نکتار زردآلو

انسیه عسگری^۱، محمد گلی^{۲*}

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران
۲- دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران
* نویسنده مسئول (mgolifood@yahoo.com)

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۲/۰۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۹/۰۴

واژه‌های کلیدی

ارزیابی حسی
استویا
کتیرا
گرانروی
نکتار زردآلو

چکیده

آگاهی مردم از اینکه تغذیه مناسب می‌تواند در سلامتی افراد مؤثر باشد، موجب شد تا تولیدکنندگان مواد غذایی محصولات با چربی، شکر و نمک کم و فیبر بالا تولید نمایند. یکی از این رژیم‌های خاص، تولید غذاهای کم‌کالری با میزان شکر کمتر است. در این مطالعه جایگزینی شکر با استویا (۰، ۵۰ و ۱۰۰ درصد) و به‌کارگیری صمغ کتیرا (۵/۰ درصد) در نکتار زردآلو و تولید محصولی با کالری پایین‌تر انجام شد. اندازه‌گیری اسیدیته، pH، مواد جامد کل، دانسیته، قند کل، اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی (DPPH)، فنل کل، گرانروی، روشنایی و ارزیابی حسی مورد آزمون قرار گرفت. نتایج نشان داد که افزودن استویا تغییری در اسیدیته و pH ایجاد نمی‌کند، اما باعث کاهش مواد جامد کل و دانسیته می‌گردد. قند کل و گرانروی نیز با افزایش استویا کاهش یافت. خواص آنتی‌اکسیدانی نمونه‌ها با افزودن استویا افزایش و در تمامی این حالات، افزودن کتیرا به نمونه‌ها تا حدودی باعث بهبود خواص فوق‌گردید. رفتار رئولوژیکی نمونه‌ها از قانون توان با ضریب تبیین بالای ۹۹ درصد تبعیت کرد و با افزودن صمغ کتیرا، ضریب قوام افزایش یافت. نتایج ارزیابی حسی نشان داد که با جایگزینی ۱۰۰ درصد استویا، نمونه‌ها دارای پذیرش کمتری نسبت به نمونه‌های دیگر هستند که احتمالاً به دلیل پس طعم تلخ ناشی از استویاست که می‌توان با افزودن صمغ کتیرا آن را تا حدودی پوشاند. در مجموع، نتایج بالا نشان داد که با استفاده از استویا همراه با صمغ کتیرا می‌توان به تولید محصولی با میزان کالری کمتر برای مصرف‌کنندگان دست یافت.

مقدمه

رژیم‌های غذایی پرکالری به‌همراه عدم فعالیت فیزیکی کافی می‌تواند منجر به افزایش وزن شده که در نهایت باعث بروز بیماری‌هایی همچون چاقی، بیماری‌های قلبی و عروقی، فشارخون، دیابت غیروابسته به انسولین و غیره می‌گردد. از اینکه تغذیه مناسب می‌تواند در سلامتی افراد مؤثر باشد، موجب شده تا امروزه تولیدکنندگان مواد غذایی، محصولات با چربی،

شکر و نمک کم و فیبر بیشتر تولید نمایند که این رژیم‌های غذایی می‌تواند از بروز برخی از بیماری‌ها جلوگیری کند (Louis et al., 2007). همان‌طور که گفته شد یکی از این رژیم‌های خاص، تولید غذاهای کم‌کالری با میزان شکر کمتر است که در این رابطه ترکیبات شیرین‌کننده متنوعی به‌عنوان جایگزین شکر مطرح شده‌اند تا محصولات غذایی و نوشیدنی‌های متنوعی تولید گردند که در آنها میزان شکر دریافتی و

بخش استویوزید آن کاربردهای وسیعی در فرآورده‌های خوراکی داشته و می‌تواند به‌عنوان منبع شیرینی در محصولات قنادی و نانوائی، آب‌میوه، مربا، شکلات، بیسکویت و دیگر مواد غذایی مورد استفاده قرار گیرد (Yadav *et al.*, 2011). پلی‌فنل‌هایی چون فلاونوئیدها، کاتچین‌ها و آنتوسیانین‌ها، مهم‌ترین ترکیبات با خاصیت آنتی‌اکسیدانی استویا می‌باشد. به‌طوری‌که ۲/۵ درصد از وزن خشک برگ‌های استویا ترکیبات فنلی به‌ویژه فلاونوئیدها (با خاصیت مهار رادیکال آزاد) می‌باشد (Iacopini *et al.*, 2008).

صمغ کتیرا (تراگاکانت) هیدروکلوئید طبیعی و بومی ایران است که از بوته گیاه *آستراگالوس*^۷ گرفته می‌شود. صمغ کتیرا یک پلی‌ساکارید آنیونی، هتروژن و شاخه‌دار است که کاربردهای وسیعی در صنایع غذایی به‌عنوان پایدارکننده، قوام‌دهنده و امولسیفایر دارد (Aziznia *et al.*, 2008). توانایی صمغ کتیرا در تغییر شدید رئولوژی محیط‌هایی که در آن حضور دارد، حتی در غلظت‌های نسبتاً کم صمغ، مهم‌ترین فاکتور در ارزیابی آن بوده و به‌عنوان معیاری از کیفیت آن و همچنین توجیهی بر رفتار آن به‌عنوان یک عامل سوسپانسیون‌کننده، پایدارکننده و امولسیفایر می‌باشد (Balaghi *et al.*, 2010). باتوجه‌به حذف شکر از فرمولاسیون محصول، قوام نکتار زردآلو کاهش می‌یابد. لذا، از صمغ کتیرا (با مزایای ایجاد گرانیروی بالا در غلظت مصرفی کم، نقش امولسیون‌کنندگی، تعلیق ذرات، پایداری در برابر حرارت و اسیدیته، افزایش‌دهنده عمر نگهداری محصول) به‌منظور کنترل و بهبود قوام محصول نهایی، استفاده شد.

تحقیق‌های زیادی درخصوص استفاده از شیرین‌کننده استویا در محصولات غذایی مختلف به‌عنوان جایگزین شکر انجام شده است. Badawi و همکاران (۲۰۰۵) از استویا به‌عنوان یک شیرین‌کننده کم‌کالری در نوشیدنی شیری استفاده کردند و اثر حفاظتی آن را بر استرس‌های اکسیداتیو در موش‌های دیابتی مورد بررسی قرار دادند. این محققین گزارش نمودند که استویا برای استفاده در محصولات لبنی

کالری تولیدشده در بدن انسان کاهش یابد و این محصولات برای افراد چاق و دیابتی مناسب باشد (Nabors *et al.*, 2003).

نکتار میوه‌های مختلف همچون پرتقال، هلو و زردآلو دارای طعم، مزه و بافت منحصربه‌فرد بوده و دارای مواد فعال بیولوژیکی با خاصیت آنتی‌اکسیدانی ویژه هستند. به‌علاوه، یکی از محصولات پرمصرف در بین همه گروه‌های سنی محسوب می‌شوند. برای کاهش کالری و قند موجود در این فرآورده‌ها می‌توان از شیرین‌کننده‌های مصنوعی مانند استویا^۱ در فرمولاسیون آنها استفاده نمود. نکتار زردآلو فرآورده‌ای است تخمیرنشده؛ ولی قابل تخمیر که از اختلاط آب‌میوه سالم، یا از رقیق‌شدن آب‌میوه تغلیظ‌شده (کنسانتره) و یا پوره میوه زردآلو با آب آشامیدنی تا رسیدن به غلظت مطلوب با و یا بدون قسمت‌های خوراکی میوه مانند گوشت میوه، پرک میوه، تکه‌های میوه، پوره میوه، با و یا بدون شیرین‌کننده طبیعی مجاز و افزودنی‌های خوراکی مجاز به‌دست می‌آید و به روش‌های فیزیکی نگهداری و بسته‌بندی می‌شوند (سازمان ملی استاندارد ایران، ۱۳۸۹).

یکی از مهم‌ترین روش‌ها برای کنترل دیابت، استفاده از رژیم غذایی کم‌کالری و بدون قند می‌باشد. شیرین‌کننده‌های غیرمغذی و مصنوعی مانند استویا، انتخاب مناسبی برای بیماران دیابتی هستند تا دریافت قند آنها بیشتر از مقدار مجاز نشود (Badawi *et al.*, 2005). استویا گیاهی علفی و حساس به سرما می‌باشد. چهار نوع گلوکوزید استویول^۲ اصلی در استویا شناسایی شده است که عبارتند از: ریبادیوزید A^۳، استویوزید^۴، ریبادیوزید C^۵ و دالکوزید A^۶ به‌طوری‌که ریبادیوزید A (با قدرت شیرین‌کنندگی معادل ۲۰۰-۱۵۰ برابر شکر) بهترین کیفیت شیرینی را در میان انواع دیگر داراست. این شیرین‌کننده در pH ۳ الی ۹ و در برابر دماهای بالا (۱۰۰ درجه سلسیوس) پایدار است، تخمیر نمی‌شود و رنگ آن در اثر پخت تغییر نمی‌کند. به‌همین دلیل استویا به‌ویژه

¹ Stevia

² Glucoside Steviol

³ Rebaudioside-A

⁴ Stevioside

⁵ Rebaudioside-C

⁶ Dulcoside-A

⁷ Astragalus

مواد و روش‌ها

کلیه مواد شیمیایی مصرفی با خلوص آزمایشگاهی بالا شامل هیدروکسید سدیم، فرمالدئید، استات سرب، فروسیانور پتاسیم، دی‌پتاسیم اگزالات، فنل فتالین، فولین سیوکالتو، اسیدکلریدریک، متیلن‌بلو، اتانل، سولفات مس، کربنات سدیم و تارتارات مضاعف سدیم و پتاسیم از شرکت مرک و اسیدگالیک و DPPH از شرکت سیگما-آلدریج تهیه شدند. پودر استویا از شرکت یگانه‌شیرین الوند خریداری شد و مقدار استویوزید در پودر آن ۹۵/۰۳ درصد بود.

تهیه نکتارهای زردآلو

ابتدا تمام مواد فرمولاسیون با هم در یک مخزن دارای هم‌زن مخلوط‌شده و ۲ دقیقه هم‌زده شدند. سپس در قوطی‌های فلزی توسط دستگاه پرکن، پر شده و درب‌بندی گردید. این تذکر لازم است که نکتار تولیدی به‌صورت سرد در داخل قوطی پر و بسته‌بندی شد. بعد از این مرحله، بلافاصله قوطی‌های تولیدی در اتوکلاو و در دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ دقیقه پاستوریزه گردیدند. بعد از این مرحله، بلافاصله با آب سرد تا دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد سرد و در اتاق تحت کنترل، انبار و نگهداری شدند. در ادامه، در جدول (۱) فرمولاسیون‌های تولیدی گزارش شده است.

ایمن بوده و اثرات حفاظتی نیز بر استرس‌های اکسیداتیوی، گلوکز خون، گلوکاتایون خون و گلبول قرمز دارد (Badawi *et al.*, 2005). شوریده و همکاران (۱۳۸۹) تأثیر کاربرد اینولین و استویا به‌عنوان جایگزین ساکارز بر بعضی ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی، رئولوژیکی و حسی شکلات تیره را بررسی نمودند. یوسفی اصلی و همکاران (۱۳۹۱) به بهینه‌سازی تولید مربای کم‌کالری به با استفاده از شیرین‌کننده استویا پرداختند. نتایج نشان داد که با استفاده از پودر استویا تولید مربای کم‌کالری امکان‌پذیر است به‌طوری‌که می‌توان میزان شکر را به ۵۰ درصد میزان معمول آن تقلیل داد بدون آنکه خصوصیات ارگانولپتیکی محصول تغییر یابد.

باتوجه‌به اینکه تاکنون هیچ پژوهشی به‌طور مشخص و تخصصی روی استفاده از شیرین‌کننده استویا، به‌عنوان جایگزین شکر در محصول نکتار زردآلو انجام نگرفته، در مطالعه حاضر سعی بر این است که با استفاده از استویا، میزان شکر در فرمولاسیون نکتار زردآلو کاهش یابد و از صمغ کنیرا به‌عنوان اصلاح‌کننده خصوصیات رئولوژیکی نکتار زردآلو استفاده شود. درنهایت، اثر این جایگزینی بر خصوصیات فیزیکی‌وشیمیایی، رئولوژیکی و حسی محصول نهایی بررسی شد.

جدول ۱- فرمولاسیون نکتار زردآلو مورد استفاده در این پژوهش

استاندارد						محتویات
میزان جایگزینی شکر با استویا (۰/۵ درصد کنیرا)			میزان جایگزینی شکر با استویا (بدون کنیرا)			
۱۰۰	۵۰	۰	۱۰۰	۵۰	۰	
E100T0.5	E50T0.5	E0T0.5	E100T0	E50T0	E0T0	کد نمونه
۱۳/۴۰	۱۳/۴۰	۱۳/۴۰	۱۳/۴۰	۱۳/۴۰	۱۳/۴۰	پوره زردآلو
۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰	اسیدسیتریک
۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	اسانس خوراکی
۰	۴/۳۴	۸/۶۷	۰	۴/۳۴	۸/۶۷	شکر سفید
۰/۰۶	۰/۰۳	۰	۰/۰۶	۰/۰۳	۰	استویا
۸۵/۷۹	۸۱/۴۸	۷۷/۱۸	۸۶/۲۹	۸۱/۹۸	۷۷/۶۸	آب
۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰	۰	۰	کنیرا

غالب اسیدسیتریک) استفاده شد (سازمان ملی استاندارد ایران، ۱۳۸۶).

اندازه‌گیری اسیدیته

برای اندازه‌گیری اسیدیته از روش تیتراسیون (اسید

اندازه‌گیری pH

pH نمونه‌های تولیدی توسط pH متر دیجیتالی (Knick، ساخت آلمان) و در دمای اتاق (22 ± 1) درجه سانتی‌گراد) اندازه‌گیری شد (سازمان ملی استاندارد ایران، ۱۳۸۶).

اندازه‌گیری مواد جامد کل

مواد جامد کل به روش حرارت‌دهی در آون خلأ (فن) آزما گستر، ساخت ایران) ۷۰ درجه سانتی‌گراد تحت فشار کمتر از ۲۵۰ میلی‌متر جیوه انجام شد (سازمان ملی استاندارد ایران، ۱۳۸۶).

اندازه‌گیری دانسیته

دانسیته نمونه‌ها مطابق استاندارد شماره ۲۶۸۵ و با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری دانسیته (مدل DMA AP-PAAR، 46، ساخت آلمان) انجام شد (سازمان ملی استاندارد ایران، ۱۳۸۶).

اندازه‌گیری قند کل

قند کل به روش فهلینگ^۱ اندازه‌گیری شد. ابتدا ۱۰ میلی‌لیتر نمونه (نکته زردآلو) در بالن ۱۰۰ ریخته سپس ۲ میلی‌لیتر استات روی و ۲ میلی‌لیتر فروسیانور پتاسیم به نمونه اضافه شد و با آب مقطر به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد. سپس ۱۵ تا ۲۰ دقیقه آن را ثابت گذاشته و بعد آن صاف شد. برای انجام آزمایش ابتدا محلول صاف‌شده را داخل بورت ریخته، سپس در داخل ارلن ۵ میلی‌لیتر فهلینگ A و ۵ میلی‌لیتر فهلینگ B ریخته و آن را روی هیتر که در زیر بورت قرار دارد، گذاشته شد. پس از اینکه محلول کمی گرم شد ۱۵ میلی‌لیتر از محلول داخل بورت به‌طور مستقیم و یک مرتبه به داخل ارلن ریخته شد و محلول در عرض ۱۵ ثانیه به جوش آمد. پس از به جوش آمدن محلول، با استفاده از محلول قندی داخل بورت تیتراسیون انجام شد تا محلول‌های فهلینگ کاملاً توسط قند موجود در نمونه احیاء شود و پس از ایجاد رنگ و رسوب آجری‌رنگ به‌علت تشخیص دقیق احیاء شدن محلول‌های فهلینگ، ۱

قطره متیلن‌بلو به آن اضافه شد. در صورت بروز رنگ آبی تیتراسیون تا از بین رفتن رنگ آبی، ادامه یافت و با توجه به حجم مصرفی محلول قندی و مقدار حجم برداشته‌شده از فهلینگ A و B و استفاده از جدول لین‌آبیون درصد قند نمونه را محاسبه کرد (سازمان ملی استاندارد ایران، ۱۳۸۶).

فعالیت آنتی‌اکسیدانی

برای اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌های نکتر از دی‌فنیل‌پیکریل‌هیدرازیل (DPPH^۲) استفاده شد. ابتدا با حل کردن مقدار مناسب از DPPH در متانول، محلول اصلی این ماده با غلظت ۲۵ میلی‌گرم در لیتر تهیه شد. سپس جذب غلظت‌های ۵، ۱۰ و ۲۵ میلی‌گرم بر لیتر از DPPH با استفاده از اسپکتروفتومتر در ۵۱۵ نانومتر خوانده شد و منحنی استاندارد آن رسم گردید. در ادامه رقت‌های مختلف از نمونه ساخته شد. سپس ۰/۱ میلی‌لیتر از نمونه با رقت‌های مختلف با ۳/۹ میلی‌لیتر از محلول مادر DPPH مخلوط گردید و به‌مدت ۳۰ دقیقه در تاریکی قرار داده شدند و در ادامه جذب آنها در ۵۱۵ نانومتر ثبت گردید. برای نمونه شاهد نیز از ۰/۱ میلی‌لیتر متانول به‌جای نمونه نکتر استفاده گردید. در نهایت IC₅₀ هر یک از نمونه‌ها تعیین شده و گزارش گردید. در این حالت، فعالیت آنتی‌اکسیدانی به‌صورت IC₅₀ مطرح شد، که عبارت است از مقدار نمونه‌ای که باعث کاهش ۵۰ درصدی در میزان جذب خواهد شد. بنابراین می‌توان گفت هرچه میزان این شاخص کمتر باشد، فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالاتر است (Poojary *et al.*, 2015).

اندازه‌گیری فنل کل

مقادیر فنل کل در نمونه‌های نکتر به روش فولین سیوکالتو^۳ اندازه‌گیری گردید. ابتدا، ۰/۵ میلی‌لیتر از نمونه استخراج‌شده با متانول را با ۵ میلی‌لیتر معرف فولین سیوکالتو (۱ به ۱۰ رقیق‌شده با آب) مخلوط نموده، سپس ۴ میلی‌لیتر کربنات سدیم ۱ مولار اضافه گردید. بعد از ۳۰ دقیقه نگهداری در مکان تاریک و

^۲ diphenyl-picrylhydrazyl

^۳ Folin-Ciocalteu's Test

^۱ Fehling's Test

جدول ۲ - فرم آزمون ویژگی‌های حسی (عطروطعم، رنگ)

عطروطعم	امتیاز	رنگ	امتیاز
بسیار خوش‌طعم	۶۷/۵	بسیار خوش‌رنگ	۳۲/۵
خوش‌طعم	۵۴	خوش‌رنگ	۲۶
متوسط	۴۰/۵	متوسط	۱۹/۵
بدطعم	۲۷	بدرنگ	۱۳
بسیار بدطعم	۱۳/۵	بسیار بدرنگ	۶/۵

طبق استاندارد، مجموع امتیازات (امتیاز عطروطعم+امتیاز رنگ) پس از پایان دوره ارزیابی، باید کمینه ۸۰ بر مبنای ۱۰۰ باشد، در غیر این صورت ویژگی‌های حسی فرآورده، غیرقابل قبول است.

تجزیه و تحلیل آماری

این پژوهش براساس مدل آماری آزمایش فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی و کلیه آزمون‌ها در ۳ تکرار انجام شدند. فاکتور A شامل ۳ سطح شیرین‌کننده (۱۰۰ درصد شکر، ۵۰ درصد جایگزینی شکر با استویا، ۱۰۰ درصد جایگزینی شکر با استویا) و فاکتور B شامل دو سطح درصد کنیرا در فرمول نکتار زردآلو (۰ و ۰/۵ درصد) بود. در مجموع ۲×۳=۶ تیمار و با ۳ تکرار آزمایشی مجموعاً ۱۸ نمونه بود. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها و اختلاف معنی‌دار ($P < 0/05$) میان میانگین‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS و آزمون آماری دانکن انجام گرفت. نمودارها به کمک نرم‌افزار Microsoft Excel نسخه ۲۰۱۶ رسم شد.

نتایج

اسیدیتته

اسیدیتته، مقدار اسیدهای آلی موجود در فرآورده است که برحسب اسید غالب موجود در میوه محاسبه می‌گردد. نتایج مربوط به اسیدیتته نمونه‌ها در زمان‌های صفر، ۱۵ و ۳۰ روز پس از تولید در شکل (۱) نشان داده شده است. نتایج آنالیز آماری نشان داد که اسیدیتته هر نمونه طی روزهای مختلف تفاوت معنی‌داری ($P > 0/05$) نشان نداد. همچنین، تفاوت معنی‌داری ($P > 0/05$) بین نمونه‌های مختلف در یک دوره زمانی یکسان هم وجود نداشت.

دمای محیط آزمایشگاه، جذب نوری آن توسط اسپکتروفتومتر در طول موج ۷۶۵ نانومتر قرائت شد. برای ساخت نمونه شاهد نیز به‌جای نمونه، متانول که حلال است، ریخته‌شده و با آن اسپکتروفتومتر، صفر گردید. مقادیر فنل کل در نمونه‌ها با استفاده از منحنی استاندارد اسیدگالیک برحسب میلی‌گرم اسیدگالیک در هر لیتر نمونه بیان گردید. (Kukula-Koch *et al.*, 2013).

خصوصیات رئولوژیکی

اندازه‌گیری گرانیروی ظاهری و بررسی رفتار جریان با ویسکومتر چرخشی بروکفیلد^۱ (مدل اولترا DVII، ساخت آمریکا) تعیین شد. کلیه سنجش‌ها با به‌کارگیری دوک SC4-18 در محدوده درجه برشی 10^{-3} تا 10^3 s⁻¹ و دمای ثابت نمونه ۲۲ درجه سانتی‌گراد به‌عمل آمد. سپس با برازش مدل قانون توان توسط نرم‌افزار سیگما پلات نسخه ۷ و بررسی داده‌های تنش برشی در برابر درجه برش، پارامترهای رئولوژیکی اندیس قوام و شاخص رفتار جریان تعیین شد (یوسفی اصلی و همکاران، ۱۳۹۱).

اندازه‌گیری روشنایی نمونه‌ها

روشنایی نمونه‌ها به روش دستگاهی و با استفاده از رنگ‌سنج (فن آزما گستر، ساخت ایران) اندازه‌گیری و نتایج از نظر شاخص روشنایی L* (مقادیر از ۰ تا ۱۰۰) بر طبق مدل رنگ Lab^۲ بیان شد (Ardali *et al.*, 2014).

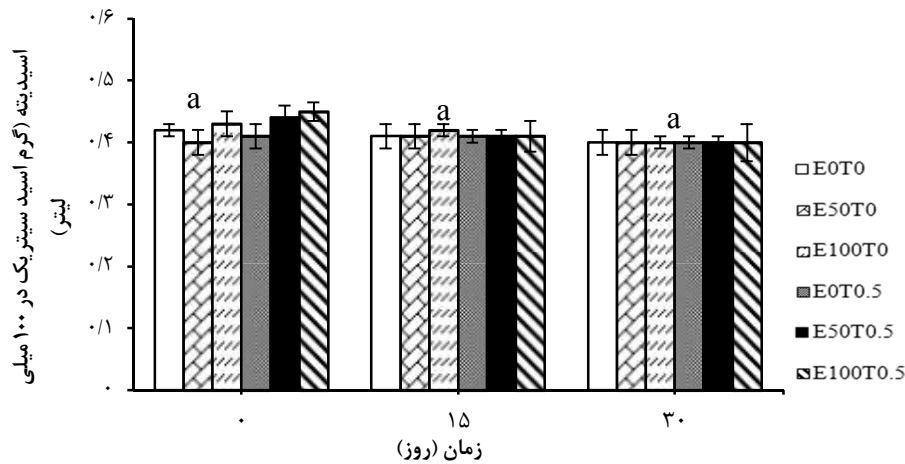
ارزیابی حسی

نمونه‌های نکتار زردآلو به روش امتیازبندی^۳ مطابق با جدول (۲) مورد ارزیابی قرار گرفتند و ویژگی‌های حسی نمونه‌ها شامل رنگ، عطروطعم بررسی شدند. امتیازدهی با مقیاس ۵ نقطه‌ای شامل بسیار بد، بد، متوسط، خوب و بسیار خوب انجام شد (سازمان ملی استاندارد ایران، ۱۳۸۶).

¹ Brookfield

² CIE Lab System

³ Scoring



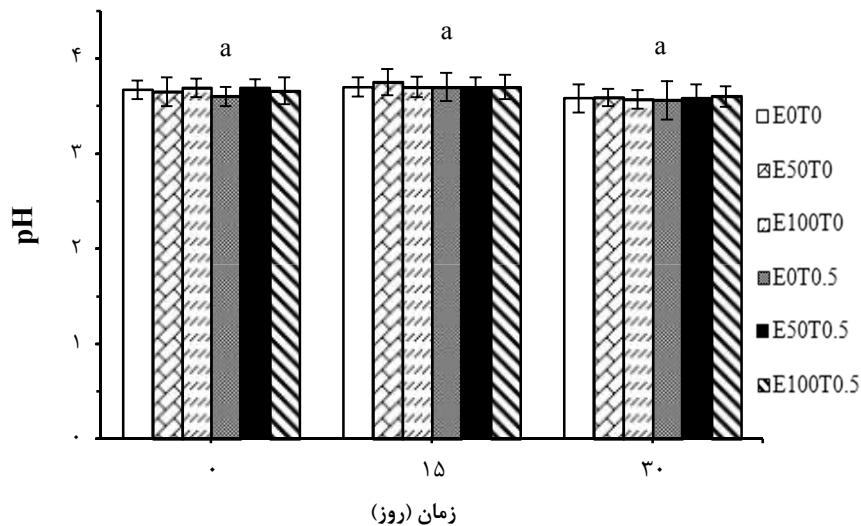
شکل ۱ - اسیدیته نمونه‌ها طی دوره نگهداری

تمامی تیمارها با هم آنالیز آماری شده‌اند و حروف غیرمشابه نشان‌دهنده معنی‌دار بودن تیمارها در سطح ۰/۰۵ است.

pH

pH نمونه‌های مختلف نکتار زردآلو در زمان‌های صفر، ۱۵ و ۳۰ روز پس از تولید، در شکل (۲) نشان داده شده است. همان‌طور که نتایج نشان می‌دهد، فرمولاسیون‌های مختلف که دارای درصدهای مختلف استویا (۰، ۵۰ و ۱۰۰ درصد جایگزینی با شکر) و کتیرا (۰ و ۰/۵ درصد) هستند، از نظر pH، تفاوت معنی‌داری ($P > 0.05$) نداشت ($pH = 3.56 - 3.75$). براساس استاندارد شماره ۲۶۸۵، pH نکتار زردآلو باید بین ۴-۲/۸ باشد نتایج نشان داد که جایگزینی جزئی و کامل شکر با استویا در نکتار زردآلو، هیچ‌گونه تغییری در pH آن ایجاد نکرده است (سازمان ملی استاندارد ایران، ۱۳۸۶). نتایج به‌دست‌آمده از اندازه‌گیری pH، هم‌راستا با نتایج اسیدیته نکتارها بوده است. نتایج مشابهی با گزارش به‌دست‌آمده از این تحقیق که خصوصیات فیزیکوشیمیایی، پوره‌های سیب شیرین‌شده با ۲ نوع پودر سفید و سبز استویا را مورد بررسی قرار دادند، نشان داد که pH پوره‌های مختلف با هم تفاوت معنی‌داری نداشتند (Zlabur *et al.*, 2013). Ardali و همکاران (۲۰۱۴) درخصوص اثر جایگزینی شکر با استویا در سطوح مختلف بر pH نوشیدنی بر پایه پرتقال نیز گزارش کردند که تفاوت معنی‌داری بین pH نمونه‌ها وجود ندارد.

براساس استاندارد شماره ۲۶۱۳ اسیدیته کل نکتار زردآلو براساس اسیدسیتریک باید بین ۰/۲ تا ۰/۷ گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر نمونه باشد (سازمان ملی استاندارد ایران، ۱۳۸۹). از آنجایی که قندهای استویوزیدی در مقایسه با ساکارز قابلیت تخمیر ندارند لذا در واکنش‌های تخمیری محصول شرکت نکرده است، از طرفی قند استویوزید یک قند غیراحیاء بوده و در واکنش‌های قهوه‌ای شدن میلارد که نتیجه آن تولید ترکیبات اسیدی است، شرکت نمی‌کند. لذا در مجموع منجر به افزایش اسیدیته محصول نهایی نمی‌شود (Yadav *et al.*, 2011). بنابراین نمونه‌های حاوی استویا و صمغ کتیرا، از لحاظ اسیدیته مطابق استاندارد هستند و از آنجاکه اسیدیته یک عامل مهم در خصوصیات شیمیایی و حسی نکتار می‌باشد، پس استویا می‌تواند یک جایگزین خوب برای شکر در نکتار زردآلو بدون هیچ‌گونه تغییر در اسیدیته نمونه‌ها باشد (۰/۴۵-۰/۴۰ گرم اسیدسیتریک در ۱۰۰ میلی‌لیتر نمونه). تحقیق‌های مشابه نشان داد که افزودن استویا به ماست با طعم توت‌فرنگی، تغییر معنی‌داری در اسیدیته ایجاد نکرده است (Lisak *et al.*, 2012). با توجه به نتایج می‌توان دریافت که نمونه‌های حاوی استویا و کتیرا دارای اسیدیته مطابق استاندارد بوده و با نمونه‌های حاوی شکر، تفاوت معنی‌داری ندارند.



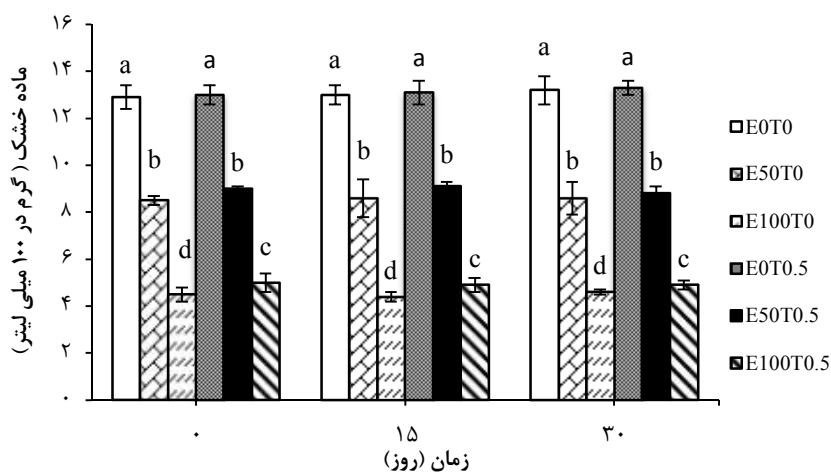
شکل ۲ - pH نمونه‌ها طی دوره نگهداری

تمامی تیمارها با هم آنالیز آماری شده‌اند و حروف غیرمشابه نشان‌دهنده معنی‌دار بودن تیمارها در سطح ۰/۰۵ است.

۵۰ و ۱۰۰ درصد استویا معنی‌دار ($P < 0.05$) بود. افزودن کنیرا نیز می‌تواند به مقدار کمی این کاهش را به دلیل وجود ماده جامد موجود در ساختار خود جبران نماید. میزان ماده خشک کل در نمونه‌های E0T0، E50T0 و E100T0 به ترتیب 13.03 ± 0.50 ، 8.57 ± 0.57 و 0.50 ± 0.20 گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر بود. این تذکر لازم است که تغییرات ماده خشک کل برای هر نمونه طی دوره نگهداری معنی‌دار نبود.

ماده خشک کل

در شکل (۳)، مقادیر مربوط به ماده خشک نمونه‌ها در روزهای صفر، ۱۵ و ۳۰ پس از نگهداری، نشان داده شده است. نتایج نشان داد که با کاهش شکر و افزایش استویا از مقدار ماده خشک کل، کاسته شده که این نتایج با بریکس نکتارها در ارتباط است زیرا عامل اصلی در تعیین بریکس نوشیدنی‌ها، شکر است. اختلاف میزان ماده خشک در نمونه‌های دارای صفر،



شکل ۳ - مقدار ماده خشک نمونه‌ها طی دوره نگهداری

تمامی تیمارها با هم آنالیز آماری شده‌اند و حروف غیرمشابه نشان‌دهنده معنی‌دار بودن تیمارها در سطح ۰/۰۵ است.

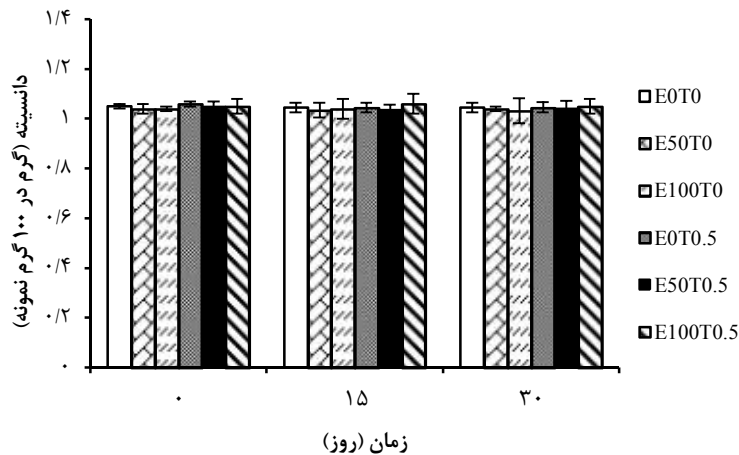
شکل (۴) آورده شده است. نتایج نشان داد که برای یک نمونه خاص در روزهای مختلف، تفاوتی در دانسیته نمونه‌ها ایجاد نشده است؛ اما با افزایش درصد

دانسیته

دانسیته نمونه‌های مختلف نکتار زردآلو حاوی مقادیر مختلف شیرین‌کننده استویا، شکر و صمغ کنیرا در

است (Ardali *et al.*, 2014). همچنین، Vatankhah و همکاران (۲۰۱۴) با بررسی اثر جایگزینی شکر با استویا بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی بیسکویت گزارش نمودند که دانسیته نمونه‌های بیسکویت حاوی استویا در مقایسه با نمونه شاهد، تفاوت محسوسی ندارند که این اختلاف در نتایج را می‌توان به ماهیت مواد اولیه مربوط دانست.

استویا در فرمولاسیون نکتارها و همچنین کاهش شکر، از دانسیته نمونه‌ها به میزان خیلی کم کاسته شده که این تفاوت معنی‌دار ($P > 0.05$) نیست. می‌توان گفت که کلیه مواد جامد محلول در آب، دانسیته بیشتر از ۱ دارند، لذا کاهش آنها موجب کاهش دانسیته می‌گردد. نتایج به دست آمده از این تحقیق مشابه با نتایج به دست آمده از تحقیق قبلی



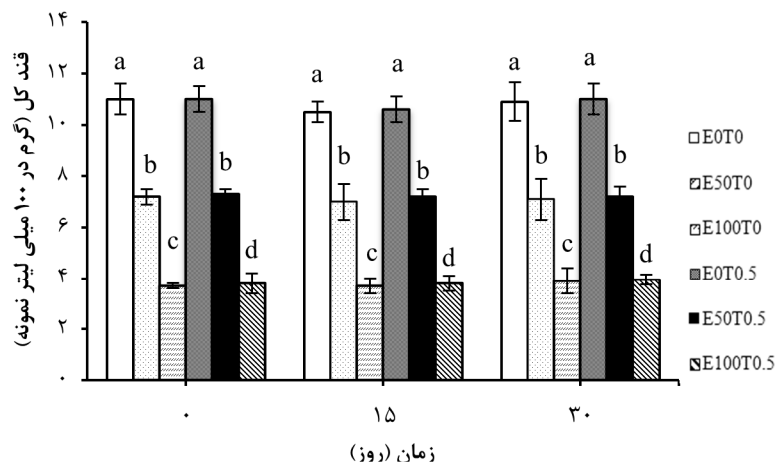
شکل ۴ - دانسیته نمونه‌های مختلف نکتار زردآلو طی دوره نگهداری

تمامی تیمارها با هم آنالیز آماری شده‌اند و حروف غیرمشابه نشان‌دهنده معنی‌دار بودن تیمارها در سطح ۰/۰۵ است.

افزایش مقدار استویا در نمونه‌ها و کاهش شکر، از مقدار قند کل کاسته شده است که اختلاف میان نمونه‌ها معنی‌دار ($P < 0.05$) بود. با بررسی اثر گلوکز و استویا بر اندیس گلیسمی افراد عادی و بیماران دیابتی بیان کردند که استویا می‌تواند جایگزین خوبی برای افراد دیابتی باشد.

قند کل

معروف‌ترین روش شیمیایی برای اندازه‌گیری قندها روش تیتراسیون لین و آینون^۱ است. برای اندازه‌گیری قند کل، با استفاده از اسید و حرارت، دی‌ساکاریدها به قند ساده هیدرولیز می‌شوند. در شکل (۵) مقادیر قند کل در نمونه‌های نکتار زردآلو گزارش شده است که با



شکل ۵ - مقادیر قند کل نمونه‌های نکتار زردآلو طی دوره نگهداری

تمامی تیمارها با هم آنالیز آماری شده‌اند و حروف غیرمشابه نشان‌دهنده معنی‌دار بودن تیمارها در سطح ۰/۰۵ است.

¹ Lane & Inon

فنل کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی

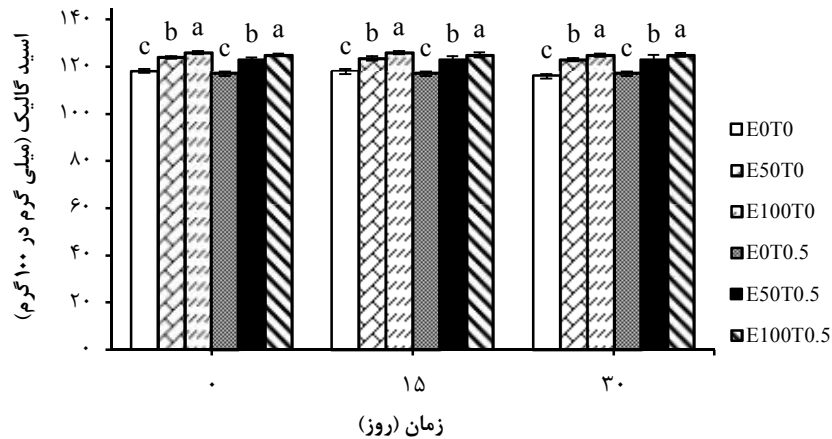
بدن انسان برای محافظت در برابر رادیکال‌های آزاد به سیستم‌های آنتی‌اکسیدانی مجهز شده است. این سیستم‌ها شامل آنتی‌اکسیدان‌های تولیدی در بدن و آنتی‌اکسیدان‌های موجود در رژیم غذایی هستند. به خاطر کارایی ناقص سیستم‌های دفاعی درونی بدن و وجود برخی موقعیت‌های فیزیوپاتولوژیک (مانند کشیدن سیگار، آلودگی هوا، امواج فرابنفش، رژیم غذایی حاوی اسیدهای چرب اشباع‌نشده بالا، التهاب و غیره) که در آنها رادیکال‌های آزاد به مقدار فراوان تولید می‌شوند، آنتی‌اکسیدان‌های غذایی موردنیاز هستند تا اثرات تجمعی آسیب‌آکسیداتیو روی بدن را خنثی کنند. اثرات آنتی‌اکسیدانی ویتامین‌های A، C، E و ترکیبات پلی‌فنلی موجود در رژیم‌های غذایی به‌خوبی ثابت شده است (Cho *et al.*, 2007). در جدول (۳)، فعالیت آنتی‌اکسیدانی بر مبنای قدرت مهارکنندگی رادیکال DPPH برای نمونه‌های نکتار زردآلو در روزهای مختلف نگهداری، آورده شده است. با افزایش درصد استویا و کتیرا، میزان IC_{50} کمتر شده است که نشان‌دهنده فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالاتر نمونه‌های حاوی استویاست. همچنین، این تذکر لازم است که در اکثر موارد فعالیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌ها طی دوره نگهداری کاهش معنی‌داری نداشته است. در

شکل (۶)، مقادیر فنل کل برحسب میلی‌گرم اسیدگالیک در ۱۰۰ گرم نمونه، برای نمونه‌ها در روزهای مختلف نگهداری، آورده شده است. براساس نتایج با افزایش میزان استویا، میزان ترکیبات فنلی افزایش یافته است، به‌نحوی که بالاترین میزان فنل مربوط به نمونه حاوی ۱۰۰ درصد استویا و نمونه حاوی ۱۰۰ درصد استویا و کتیراست. هم‌راستا با نتایج حاصل از فعالیت آنتی‌اکسیدانی، مقادیر فنل کل نیز با افزایش درصد استویا و صمغ کتیرا در فرمولاسیون نمونه‌ها، افزایش یافت. درحقیقت، افزایش غلظت ترکیبات فنلی به‌طور مستقیم میزان توانایی نمونه‌ها را در مهار رادیکال‌های آزاد افزایش می‌دهد (Shahidi & Naczki, 2004). محققین گزارش کردند که فعالیت مهارکنندگی رادیکال‌های آزاد DPPH عصاره‌های گیاهی به غلظت ترکیبات فنولی بستگی دارد و با افزایش غلظت، اثر مهارکنندگی شدت می‌یابد. به نظر می‌رسد که ترکیبات موجود در استویا، توانایی دادن الکترون‌ها به رادیکال‌های آزاد را دارند و در نتیجه واکنش زنجیره‌ای رادیکال‌های آزاد را متوقف می‌کنند. این محققین، فعالیت آنتی‌اکسیدانی قوی عصاره‌های گیاهی را با میزان بالای فنل‌ها و فلاونوئیدهای موجود در عصاره‌ها مرتبط دانسته‌اند (Lemus-Mondaca *et al.*, 2012; Shivanna *et al.*, 2013).

جدول ۳ - مقادیر فعالیت آنتی‌اکسیدانی (براساس IC_{50}) نمونه‌های نکتار زردآلو در روزهای مختلف نگهداری

نمونه	IC_{50}		
	روز صفر	روز ۱۵	روز ۳۰
E0T0	۲۵±۰/۱ ^{aA}	۲۶±۰/۵ ^{aA}	۲۵±۰/۶ ^{aA}
E50T0	۲۳±۰/۵ ^{bA}	۲۲±۰/۴ ^{bB}	۲۲±۰/۳ ^{bB}
E100T0	۲۲±۰/۱ ^{cA}	۲۲±۰/۵ ^{bA}	۲۲±۰/۱ ^{bA}
E0T0.5	۲۵±۰/۳ ^{aA}	۲۵±۰/۱ ^{aA}	۲۵±۰/۳ ^{aA}
E50T0.5	۲۳±۰/۸ ^{bA}	۲۱±۱/۵ ^{bB}	۲۳±۰/۵ ^{bA}
E100T0.5	۲۲±۰/۷ ^{cB}	۲۲±۰/۸ ^{bB}	۲۳±۰/۹ ^{bA}

حروف غیرمشابه کوچک نشان‌دهنده معنی‌داربودن بین تیمارها در هر ستون، در سطح ۰/۰۵ است. حروف غیرمشابه بزرگ برای هر تیمار نشان‌دهنده معنی‌داربودن بین تیمارها در هر ردیف، در سطح ۰/۰۵ است.



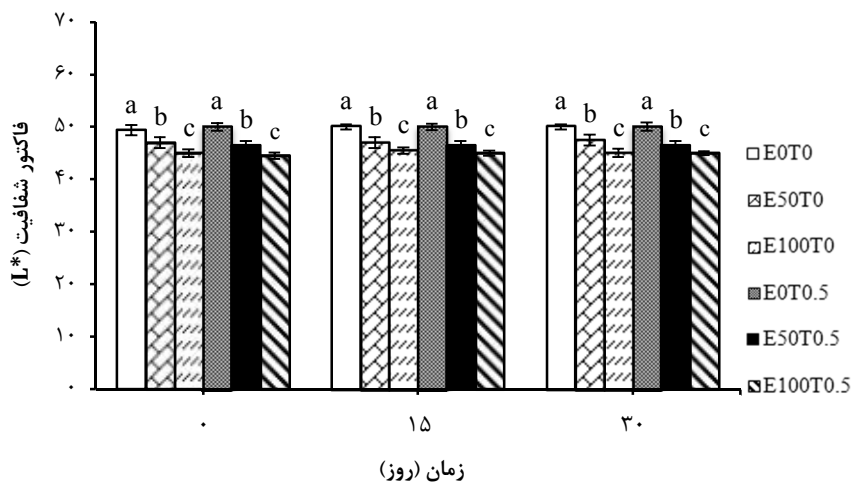
شکل ۶ - مقادیر فنل کل نمونه‌های مختلف نکتار زردآلو طی دوره نگهداری

تمامی تیمارها با هم آنالیز آماری شده‌اند و حروف غیرمشابه نشان‌دهنده معنی‌دار بودن تیمارها در سطح ۰/۰۵ است.

در نهایت ایجاد تفاوت در شفافیت می‌گردد. در حقیقت، می‌توان تغییرات انجام‌شده در شفافیت نمونه‌ها را با واکنش‌های صورت‌گرفته طی فرایند حرارتی، بین ترکیبات موجود در آب‌میوه‌ها مربوط دانست. طی فرایند حرارتی پاستوریزاسیون، در نمونه‌های دارای استویوزید بیشتر با مقادیر پلی‌فنل بیشتر (مطابق با شکل ۶)، واکنش شیمیایی بین پلی‌فنل‌ها و پروتئین‌ها منجر به تولید محصولات قهوه‌ای‌شده و منجر به کاهش شفافیت در محصول نهایی می‌شود.

شفافیت نمونه‌ها

در شکل (۷)، مقادیر فاکتور شفافیت (L^*)، برای نمونه‌های نکتار زردآلو در روزهای مختلف نگهداری، نشان داده شده است. با افزایش درصد جایگزینی شکر با استویا فاکتور شفافیت (L^*) نمونه‌های نکتار زردآلو کاهش معنی‌داری داشت. در واقع، می‌توان گفت که کاهش شاخص رنگی یادشده در محصول به دلیل برهم‌کنش الکترواستاتیکی پلی‌ساکارید کتیرا با پروتئین‌ها در نواحی باردار بوده که باعث تفرق نور و



شکل ۷ - فاکتور شفافیت (L^*) در نمونه‌های مختلف نکتار زردآلو طی دوره نگهداری

تمامی تیمارها با هم آنالیز آماری شده‌اند و حروف غیرمشابه نشان‌دهنده معنی‌دار بودن تیمارها در سطح ۰/۰۵ است.

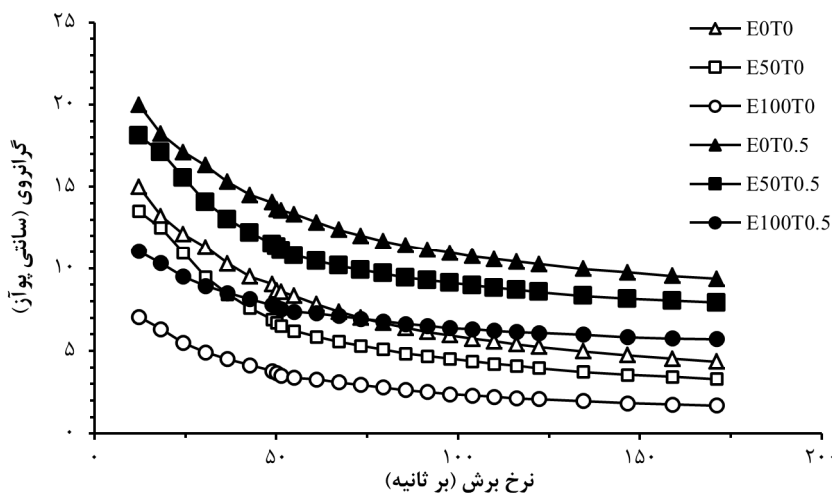
شد. براساس شکل (۸) و جدول (۴) مشخص شد که با کاهش درصد شکر از مقدار گرانروی کاسته می‌شود؛ اما با افزودن کتیرا این کاهش گرانروی

گرانروی و رفتار جریان

گرانروی نمونه‌ها با استفاده از یک ویسکومتر و در محدوده نرخ برش ۱۲/۲۳ تا ۱۷۱/۲۲ بر ثانیه، تعیین

(Saniah & Samsiah, 2012). بنابراین، به نظر می‌رسد اگر قرار است از استویا به‌عنوان شیرین‌کننده در نوشیدنی‌ها استفاده شود، بهتر است که آن را به‌همراه یک مادهٔ قوام‌دهنده مانند کربوکسی‌متیل سلولز^۱ و پکتین^۲ به‌کار برد تا گرانروی و غلظت نمونه‌ها در مقادیر مناسب حفظ شود تا مطلوبیت آن نزد مصرف‌کننده اُفت نکند.

جبران می‌گردد و رفتار رئولوژیکی نمونه بهبود می‌یابد. نتایج این تحقیق همسو با نتایج به‌دست‌آمده از مطالعهٔ Saniah و Samsiah (۲۰۱۲) است. این محققین گزارش کردند با افزایش مقدار استویا و کاهش ساکارز از گرانروی نمونه‌های نوشیدنی کربناته کاسته‌شده است. آنها بیان نمودند شکر در نوشیدنی‌ها تنها نقش یک شیرین‌کننده را ایفا نکرده و باعث ایجاد حس دهانی و بافتی در آنها نیز می‌شود



شکل ۸ - نمودار تغییرات گرانروی در برابر نرخ برش برای تیمارهای مختلف نکتار زردآلو

جدول ۴ - ضریب قوام (k) و شاخص رفتار جریان (n) تیمارهای مختلف نکتار زردآلو

تیمار	ضریب قوام (میلی‌پاسکال بر ثانیه)	شاخص رفتار جریان	R ² (درصد)
E0T0	۷۵/۶۰±۰/۴۳ ^b	۰/۳۹±۰/۱۳ ^d	۹۹/۷
E50T0	۶۱/۲۰±۱/۲۵ ^d	۰/۵۰±۰/۰۶ ^b	۹۹/۶
E100T0	۳۴/۲۳±۰/۶۵ ^f	۰/۵۴±۰/۰۸ ^a	۹۹/۴
E0T0.5	۸۴/۴۵±۰/۷۵ ^a	۰/۳۴±۰/۱۵ ^c	۹۸/۸
E50T0.5	۶۷/۹۰±۱/۲۸ ^c	۰/۴۸±۰/۰۱ ^c	۹۹/۷
E100T0.5	۴۰/۰۲±۰/۲۳ ^c	۰/۵۱±۰/۱۸ ^b	۹۹/۵

حروف غیرمشابه نشان‌دهندهٔ معنی‌دار بودن بین تیمارها در هر ستون، در سطح ۰/۰۵ است.

ضریب قوام کاهش و شاخص رفتار جریان افزایش یافته است. نتایج اندازه‌گیری گرانروی نیز این داده‌ها را تأیید می‌کند. باتوجه‌به نتایج آزمون‌های رئولوژیکی، تمام نمونه‌ها رفتار غیرنیوتنی و شل‌شونده با برش ($n < 1$) داشته‌اند و با افزایش استویا در فرمولاسیون، رفتار رئولوژیکی نکتارها به‌دلیل کاهش مقدار شکر در فرمولاسیون تغییر کرده است. یافته‌های این تحقیق

باتوجه‌به شکل (۸)، گرانروی نمونهٔ E0T0.5 در تمامی نرخ‌های برشی، بالاتر از سایر نمونه‌ها بود؛ اما این روند برای نمونهٔ E100T0 عکس بوده و کمترین میزان را نشان داد. در جدول (۴)، ضریب قوام و شاخص رفتار جریان حاصل از برازش مدل رئولوژیکی قانون توان^۳ برای نمونه‌های مختلف نکتار نشان داده شده است. با افزایش مقدار استویا و کاهش شکر،

¹ Carboxy methyl Cellulose

² Pectin

³ Power law

جدول ۵ - نتایج آزمون ارزیابی حسی برای تیمارهای مختلف نکتار زردآلو

امتیاز کلی (از ۱۰۰ نمره)	نمونه
۹۲±۱/۰ ^a	E0T0
۸۶±۱/۵ ^b	E50T0
۸۰±۰/۵ ^d	E100T0
۹۱±۱/۵ ^a	E0T0.5
۸۷±۰/۱ ^b	E50T0.5
۸۲±۰/۵ ^c	E100T0.5

حروف غیرمشابه نشان‌دهنده معنی‌دار بودن بین تیمارها در هر ستون، در سطح ۰/۰۵ است.

طبق استاندارد، مجموع امتیازات (امتیاز عطر و طعم + امتیاز رنگ) پس از پایان دوره ارزیابی، باید کمینه ۸۰ بر مبنای ۱۰۰ باشد، در غیر این صورت ویژگی‌های حسی فرآورده، غیر قابل قبول است.

نتیجه‌گیری

افزودن استویا با درصدهای مختلف (۰، ۵۰ و ۱۰۰ درصد) همراه با صمغ کتیرا (۰/۵ درصد) به نکتار زردآلو، تغییر قابل ملاحظه‌ای در اسیدیته و pH آن ایجاد نکرد؛ اما مواد جامد کل، دانسیته و قند کل کاهش یافت. با افزایش درصد استویا و کاهش شکر و در حضور صمغ کتیرا، به دلیل پلی‌فنل‌هایی چون فلاونوئیدها، کاتچین‌ها و آنتوسیانین‌ها و ترکیبات آنتی‌اکسیدانی دیگر، IC₅₀ نمونه‌ها کاهش یافته است. نتایج نشان داد که با افزایش مقدار استویا و کاهش شکر، گرانروی نمونه‌های نکتار کاهش یافت؛ اما افزودن کتیرا به نمونه‌ها باعث بهبود خصوصیات رئولوژیکی گردید.

نتایج ارزیابی حسی نشان داد که با جایگزینی بیشتر شکر با استویا، به دلیل پس‌طعم تلخ ناشی از استویا، نمونه‌ها دارای پذیرش کمتر نسبت به نمونه شاهد شدند که می‌توان با افزودن صمغ کتیرا این پس‌طعم تلخ را تا حدودی پوشاند. در مجموع، با جایگزینی شکر با استویا (با مزایایی چون: پایین‌آورنده فشارخون، بدون کالری بودن و پایین‌آورنده قندخون) و استفاده از صمغ کتیرا (پوشش‌دهنده برخی از معایب استویا)، می‌توان به محصولی با ریسک کمتر برای سلامتی مصرف‌کنندگان، توأم با خواص فیزیکی‌وشیمیایی، رئولوژیکی و حسی مطلوبی دست یافت.

هم‌راستا با یافته‌های Ardali و همکاران (۲۰۱۴) است که افزودن کتیرا باعث افزایش ضریب قوام و گرانروی نمونه‌ها شد و می‌تواند برای مصرف‌کننده مطلوب باشد.

کشتکاران و همکاران (۱۳۹۱) نیز دریافتند که تمام نمونه‌های شیرخرمای حاوی صمغ کتیرا در تمامی محدوده نرخ برشی، گرانروی بیشتری نسبت به نمونه بدون کتیرا داشته‌اند. به علاوه، ضریب قوام نیز در حضور این صمغ بالاتر بوده است. در واقع، می‌توان گفت که اصولاً پلی‌ساکاریدهای بلندزنجیر، حاوی گروه‌های آب‌دوست فراوان مانند صمغ کتیرا، با جذب مقادیر بالایی از مولکول‌های آب قابلیت افزایش گرانروی محصول را دارند. ساختار بلندزنجیره اصلی و جهت‌یافتن آن طی هم‌زدن، خود دلیلی برای وابستگی مقدار گرانروی به نرخ برش است.

ارزیابی حسی

جهت بررسی اثر افزودن استویا و صمغ کتیرا بر پذیرش کلی نمونه‌ها، آزمون‌های ارزیابی حسی توسط مصرف‌کنندگان انجام گرفت. نتایج جدول (۵) نشان داد که نمونه با ۱۰۰ درصد جایگزینی دارای پذیرش کمتری نسبت به نمونه‌های دیگر است که احتمالاً به دلیل پس‌طعم تلخ ناشی از استویاست. با این حال، افزودن کتیرا به نمونه‌ها، پذیرش آنها را افزایش داد که می‌تواند به دلیل ایجاد احساس دهانی بهتر ناشی از صمغ کتیرا و پوشاندن قسمتی از پس‌طعم تلخی باشد. محققین دیگری نیز وجود پس‌طعم تلخ در نوشیدنی‌های حاوی استویا را تأیید نموده و بیان کردند که استویا اگرچه می‌تواند جایگزینی برای شیرینی شکر باشد؛ اما نیاز است که پس‌طعم تلخ ناشی از آن پوشانده شود (Saniah & Samsiah, 2012). همکاران (۱۳۹۱) نیز عنوان داشتند افزودن صمغ کتیرا به نوشیدنی شیرخرما به دلیل افزایش گرانروی، باعث بهبود خصوصیات حسی و پذیرش کلی نمونه‌ها گردیده است.

منابع

- ۱- شوریده، م.، تسلیمی، ا.، عزیزی، م. ح.، محمدی‌فر، م.ا. و مشایخ، م. ۱۳۸۹. تأثیر کاربرد دی‌تاگاتوز، اینولین و استویا به‌عنوان جایگزین ساکارز بر بعضی ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی، رئولوژیکی و حسی شکلات تیره. مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، ۵(۳): ۲۹-۳۸.
- ۲- کشتکاران، م.، محمدی‌فر، م.ا. و اسدی، غ. ۱۳۹۱. بررسی اثر دوگونه صمغ کتیرا بر برخی ویژگی‌های رئولوژیکی، فیزیکی و حسی نوشیدنی شیرخرما. مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، ۷(۳): ۴۲-۳۱.
- ۳- سازمان ملی استاندارد ایران. ۱۳۸۶. آب میوه‌ها - روش‌های آزمون. شماره ۲۶۸۵، تجدیدنظر اول.
- ۴- سازمان ملی استاندارد ایران. ۱۳۸۹. نکتارهای زردآلو، آلو، گلابی، سیب و زرد آلو - ویژگی‌ها. شماره ۲۶۱۳، تجدیدنظر دوم.
- ۵- یوسفی اصلی، م.، گلی، ا. و کدیور، م. ۱۳۹۱. بهینه‌سازی تولید مربای کم‌کالری به با استفاده از شیرین‌کننده مصنوعی استویا. نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی، ۲۲(۲): ۱۵۶-۱۶۴.
- 6- Ardali, F. R., Alipour, M., Shariati, M.A., Taheri, S., & Amiri, S. 2014. Replacing sugar by Rebaudioside A in orange drink and produce a new drink. *Indian Journal of Research in Pharmacy and Biotechnology*, 12:1131-1135.
- 7- Aziznia, S., Khosrowshahi, A., Madadlou, A., & Rahimi, J. 2008. Whey protein concentrate and gum tragacanth as fat replacers in nonfat yogurt: chemical, physical, and microstructural properties. *Journal of Dairy Science*, 91(7):2545-2552.
- 8- Badawi, A.M., El-Tablawy, N.A., Bassily, N.S., & El-Behairy, S.A. 2005. Stevioside as A low caloric sweetener to milky drink and its protective role against oxidative stress in diabetic rats. *Egyptian Journal of Hospital Medicine*, 20:163-176.
- 9- Balaghi, S., Mohammadifar, M.A., & Zargaraan, A. 2010. Physicochemical and rheological characterization of gum tragacanth exudates from six species of Iranian Astragalus. *Food Biophysics*, 5(1):59-71.
- 10- Cho, W.C.S., & Leung, K.N. 2007. In vitro and in vivo immunomodulating and immunorestorative effects of Astragalus membranaceus. *Journal of Ethnopharmacology*, 113(1): 132-141.
- 11- Iacopini, P., Baldi, M., Storchi, P., & Sebastiani, L. 2008. Catechin, epicatechin, quercetin, rutin and resveratrol in red grape: Content, in vitro antioxidant activity and interactions. *Journal of Food Composition and Analysis*, 21(8):589-598.
- 12- Kukula-Koch, W., Aligiannis, N., Halabalaki, M., Skaltsounis, A.L., Glowniak, K., & Kalpoutzakis, N. 2013. Influence of extraction procedure on phenolic content and antioxidant activity of Cretan barberry herb. *Food Chemistry*, 138(1):406-413.
- 13- Lemus-Mondaca, R., Vega-Gálvez, A., Zura-Bravo, L., & Ah-Hen, K. 2012. Stevia rebaudiana Bertoni, source of a high-potency natural sweetener: A comprehensive review on the biochemical, nutritional and functional aspects. *Food Chemistry*, 132(1):1121-1132.
- 14- Lisak, K., Lenc, M., Jeličić, I., & Božanić, R. 2012. Sensory evaluation of the strawberry flavored yoghurt with stevia and sucrose addition. *Hrvatski Časopis Za Prehrambenu Tehnologiju, Biotehnologiju I Nutricionizam*, 7:39-43.
- 15- Louis, D.N., Ohgaki, H., Wiestler, O.D., Cavenee, W.K., Burger, P.C., Jouvett, A., & Kleihues, P. 2007. The 2007 WHO classification of tumours of the central nervous system. *Acta neuropathologica*, 114(2):97-109.
- 16- Nabors, L., Lehmkuhl, H., Christos, N., & Andreone, T.L. 2003. Children with Diabetes: Perceptions of Supports for Self-Management at School. *Journal of school health*, 73(6): 216-221.
- 17- Poojary, M.M., Vishnumurthy, K.A., & Adhikari, A.V. 2015. Extraction, characterization and biological studies of phytochemicals from *Mammea suriga*. *Journal of Pharmaceutical Analysis*, 5(3):182-189.
- 18- Saniah, K., & Samsiah, M.S. 2012. The application of Stevia as sugar substitute in carbonated drinks using Response Surface Methodology. *Journal of Tropical and Agricultural and Food Science*, 40(1):23-34.
- 19- Shahidi, F., & Naczki, M. 2004. Phenolics in Food and Nutraceuticals. P. 238-309. CRC Press, Washinton DC, USA.
- 20- Shivanna, N., Naika, M., Khanum, F., & Kaul, V.K. 2013. Antioxidant, anti-diabetic and renal protective properties of Stevia rebaudiana. *Journal of Diabetes and its Complications*, 27(2): 103-113.
- 21- Vatankhah, M., Garavand, F., Elhamirad, A., & Yaghbani, M. 2014. Influence of sugar replacement by stevioside on physicochemical and sensory properties of biscuit. *Quality Assurance and Safety of Crops and Foods*, 7(3):393-400.
- 22- Yadav, A.K., Singh, S., Dhyani, D., & Ahuja, P.S. 2011. A review on the improvement of stevia [*Stevia rebaudiana (Bertoni)*]. *Canadian Journal of Plant Science*, 91(1):1-27.
- 23- Zlabur, J.S., Dobricevic, N., Galic, A., & Voca, S. 2017. The influence of natural sweetener (*Stevia rebaudiana Bertoni*) on bioactive compounds content in chokeberry juice. *Journal of Food Processing and Preservation*, DOI: 10.1111/jfpp.13406.

Survey on the Effect of Sucrose Replacement with Stevia (*Stevia rebaudiana*) Powder and Tragacanth Gum on Physico-chemical, Rheological and Sensorial Properties of Apricot Nectar

Enseih Asgari¹, Mohammad Goli^{2*}

1- MSc Graduated, Department of Food Science and Technology, Islamic Azad University, Isfahan (Khorasgan) Branch, Isfahan, Iran

2- Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Islamic Azad University, Isfahan (Khorasgan) Branch, Isfahan, Iran

* Corresponding author (mgolifood@yahoo.com)

Abstract

Awareness of people about the suitable nutrition, can influence human nutrition and lead manufacturers to produce food products with low fat, sugar and salt, but with high fiber. One of the special diets is production of low-calorie foods with less sugar. In this study the effect of replacing sucrose with stevioside (0, 50 and 100%) and tragacanth gum (0.5%) in low-calorie apricot nectar was investigated. In the present study the tests included acidity, pH, total solids, total sugar, density, antioxidant activity (DPPH), total phenol, viscosity, lightness and sensory evaluation. The results showed that the Stevia addition had no significant effect on acidity and pH; however, it caused significant changes in the total solids and density of treatments. Total sugar and viscosity reduced with increasing Stevia addition. Antioxidant activity of samples increased with Stevia addition and, in all samples these factors improved through the addition of tragacanth gum. Additionally, rheological behaviors of samples were Power law with correlation coefficient of higher than 99 percent, and consistency coefficient increased by gum addition. The sensory evaluation results showed that sensory score reduced with 100% Stevia replacement that may be related to the bitter after-taste of Stevia and can be covered with tragacanth gum application. The above mentioned results showed that by replacing sugar with Stevia and tragacanth gum low-calorie products can be produced for the consumers.

Keywords: Apricot Nectar, Sensory Evaluation, Stevia, Tragacanth, Viscosity