

## بررسی امکان جایگزینی سوکروز با شربت ذرت غنی از فروکتوز در نوشابه‌های غیرالکلی گازدار

مهتامیرزایی<sup>۱</sup>، غلامرضا مصباحی<sup>۲</sup>، محمد ابراهیم‌زاده موسوی<sup>۳</sup> و محمود امین‌لاری<sup>۴</sup>  
۱، ۲، ۴، دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، اعضای هیات علمی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز  
۳، عضو هیات علمی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران - کرج  
تاریخ پذیرش مقاله ۸۳/۱۱/۲۱

### خلاصه

هدف از این تحقیق بررسی امکان ساخت نوع جدیدی از نوشابه‌های گازدار با به کارگیری شربت ذرت غنی از فروکتوز از نوع ۵۵٪ فروکتوز و مقایسه خصوصیات کیفی و حسی آنها با نمونه‌های شاهد دارای سوکروز بود. این پژوهش بر روی فرمولاسیون سه نوع نوشابه کولا، لیمویی و پرتقالی انجام گرفت و سوکروز موجود در آنها با نسبت‌های ۶۰٪، ۸۰٪ و ۱۰۰٪ با شربت ذرت غنی از فروکتوز جایگزین شده و خصوصیات کیفی و حسی شامل پی‌اچ، اسیدیته، بریکس، دانسیته، عطر، طعم و رنگ در زمانهای یک، دو و چهار ماه از زمان ساخت در نوشابه‌های نگهداری شده در دماهای ۴°C، ۲۵°C و ۴۰°C مورد بررسی قرار گرفت و با نمونه‌های شاهد حاوی سوکروز که در شرایط مشابه ساخته و نگهداری شدند، مقایسه گردیدند. نتایج با طرح آماری بلوک‌های کاملاً تصادفی مورد بررسی قرار گرفتند و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه دانکن استفاده شد. نتایج نشان داد با به کارگیری شربت ذرت غنی از فروکتوز در نوشابه‌ها پی‌اچ، اسیدیته و دانسیته نمونه‌ها به طور معنی‌داری تغییر کرده است ( $P < 0/05$ ) ولی در هیچ موردی مقدار آنها از محدوده تعیین شده توسط اداره استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران خارج نشد. با جایگزینی سوکروز، عوامل عطر و طعم دچار تغییر معنی‌داری شدند ( $P < 0/05$ ). نمونه‌ها در دوران نگهداری دچار تغییرات معنی‌داری در عوامل کیفی و حسی شدند و از این جهت تفاوت معنی‌داری بین نمونه‌های شاهد و نمونه‌های حاوی شربت ذرت غنی از فروکتوز وجود نداشت. رنگ نمونه‌های پرتقالی و کولا در طول دوران نگهداری دچار تغییر معنی‌داری نشدند ولی حضور آفتاب باعث ناپایداری رنگ کارمویزین موجود در نوشابه‌های پرتقالی شد و وجود شربت ذرت غنی از فروکتوز این اثر را تشدید کرد. نتایج این تحقیق نشان داد که می‌توان سوکروز موجود در نوشابه‌ها را با شربت ذرت غنی از فروکتوز جایگزین شود، بدون این که بر خواص کیفی و حسی آنها اثر بگذارد و از این راه قدم مهمی در کاهش هزینه تولید نوشابه‌ها برداشت.

### واژه‌های کلیدی: شربت ذرت غنی از فروکتوز، سوکروز، نوشابه‌ها، شیرین کننده‌ها

#### مقدمه

جنگهای داخلی و با توسعه فرایند آبکافت نشاسته شروع گردید و با تولید دکستروز از نشاسته در سال ۱۹۷۷ ادامه یافت (۳). دکستروز کریستاله هیدراته، مالتو دکسترین، شربت ذرت و نهایتاً شربت ذرت غنی از فروکتوز از جمله محصولات به دست آمده

تمایل برای به کارگیری نوع تازه‌ای از شیرین کننده‌ها در نوشابه‌های غیر الکلی گازدار با معرفی شربت ذرت غنی از فروکتوز قوت یافت. تصفیه این شربت در آمریکا از زمان

### مواد و روش‌ها

مراحل انجام این تحقیق در آزمایشگاه بخش تحقیق و توسعه شرکت زمزم ایران انجام شد و عملیات جایگزینی سوکروز با شربت ذرت غنی از فروکتوز در نوشابه‌های ساخته شده با فرمولاسیون این شرکت مورد بررسی قرار گرفت.

عملیات تحقیق روی سه فرمولاسیون از نوشابه‌ها شامل نوشابه‌های کولا، پرتقالی و لیمویی صورت گرفت. مواد اولیه ساخت نوشابه‌ها از شرکت زمزم ایران به صورت عصاره شامل کارامل، اسانس کولا، آنتی فوم، کافئین، اسید فسفریک، آب و بنزوات سدیم در نوشابه‌های کولا، اسانس پرتقالی، اسید لاکتیک، سوربات پتاسیم، بنزوات سدیم، اسید سیتریک، سانست یلو، کارموزین و آب در نوشابه‌های پرتقالی و عصاره لیمو برای نوشابه‌های لیمویی تامین گردید. شربت ذرت غنی از فروکتوز مصرفی از نوع ۵۵٪ فروکتوز، از شرکت کارگیل سویتنر<sup>۵</sup> (ترکیه) خریداری شد.

وسایل مورد استفاده در این تحقیق عبارت بودند از دستگاه پی اچ متر مدل تولدو ام - پی ۲۳۰ (شرکت متلر، سوئیس)، رفاکتومتر مدل آتاگو (شرکت آتاگو، ژاپن)، اسپکتروفتومتر مدل یونیورسال ۳۲ (شرکت هتیج، آلمان).

سوکروز موجود در هر سه فرمولاسیون با نسبت‌های ۶۰٪، ۸۰٪ و ۱۰۰٪ جایگزین شد و به طور همزمان نمونه‌های شاهد نیز با ۱۰۰٪ سوکروز ساخته شدند. نمونه‌ها با سیستم پست میکس<sup>۶</sup> (افزودن آب گاز دار به شربت آماده شده) تهیه شده و در دماهای ۴۰°C، ۲۵°C و ۴۰°C برای زمان‌های یک، دو و چهار ماه نگهداری شد و از نظر خصوصیات کیفی شامل پی‌اچ، اسیدیته، بریکس، دانسیته، رنگ و خواص حسی شامل عطر، طعم، رنگ و شیرینی مورد بررسی قرار گرفتند.

پی اچ طبق روش AOAC:11.04، درجه بریکس طبق روش AOAC:12.004، اسیدیته نوشابه‌ها طبق روش AOAC:12.036 و وزن مخصوص طبق روش AOAC:12.001 اندازه‌گیری شده و با نمونه‌های شاهد مقایسه شدند (۱۲). برای

از نشاسته ذرت می‌باشند. اولین نوع شربت ذرت غنی از فروکتوز که در سال ۱۹۷۷ تولید شد دارای ۱۵٪ فروکتوز بود و بعدها شربت ذرت غنی از فروکتوز محتوی ۴۲٪ فروکتوز وارد بازار شد و در بین سالهای ۱۹۸۰-۱۹۷۰ این روند توسعه یافت و شربت ۵۵٪ به عنوان شیرین کننده مناسب برای استفاده در صنعت نوشابه‌سازی روانه بازار شد و کارخانجات نوشابه‌سازی به فکر به کارگیری این ترکیب ارزان قیمت به عنوان جایگزینی برای سوکروز افتادند (۱۸).

شربت گلوکز تحت فرایند آبکافت اسیدی یا آنزیمی با استفاده از آلفا آمیلاز<sup>۱</sup>، گلوکو آمیلاز<sup>۲</sup> و پلولاناز<sup>۳</sup> از نشاسته ذرت تولید می‌شود. شربت به دست آمده شیرینی معادل ۷۰٪ سوکروز دارد بنابراین با به کارگیری آنزیم گلوکز ایزومراز<sup>۴</sup> و تبدیل درصدی از گلوکز به فروکتوز، شربت ذرت غنی از فروکتوز ساخته می‌شود که می‌تواند جایگزینی مناسب برای سوکروز باشد (۱۶، ۲۰، ۲۱). شربت ذرت غنی از فروکتوز مایعی شفاف، دارای مزه شیرین، بدون هیچ طعم مزاحم و دارای شیرینی و خواص کاربردی مشابه سوکروز است و دارای بوی مخصوص به خود می‌باشد (۱، ۹، ۱۰). این شیرین کننده در تمام محصولات غذایی که نیاز به شیرین شدن دارند و دارای رطوبت بالایی هستند می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد (۲۵).

شربت ذرت غنی از فروکتوز شیرین کننده ارزان قیمتی می‌باشد که امروزه با قیمتی حدود ۱۵-۱۰٪ ارزان‌تر از سوکروز به فروش می‌رسد (۱۳) و از طرفی کارخانجات نوشابه‌سازی مصرف کننده عمده این شیرین کننده در دنیا بوده‌اند لذا هدف از این تحقیق بررسی امکان به کارگیری این شیرین کننده در نوشابه‌های با فرمولاسیون ایرانی و مقایسه خصوصیات کیفی و حسی آنها با نمونه‌های حاوی سوکروز و بررسی تغییرات کیفی انجام شده در طول دوران نگهداری بود.

1.  $\alpha$ -amylase
2. Glucoamylase
3. Pullulanase
4. Glucose Isomerase

5. Cargill Sweeteners

6. Post Mix

اساس جایگزینی سوکروز با شربت ذرت غنی از فروکتوز بر پایه ثابت نگه داشتن بریکس نوشابه‌ها بوده است بنابراین از این جهت تفاوتی بین نمونه‌های شاهد و نمونه‌های حاوی شربت ذرت غنی از فروکتوز وجود ندارد.

با افزایش درصد جایگزینی شربت ذرت غنی از فروکتوز، پی‌اچ نوشابه‌ها کاهش و اسیدیته و دانسیته افزایش معنی‌داری را نشان دادند. از آنجایی که شربت ذرت غنی از فروکتوز در مقایسه با محلول سوکروز با درجه بریکس برابر دارای پی‌اچ کمتر و دانسیته و اسیدیته بالاتری می‌باشد بنابراین این تاثیرات قابل توجهی می‌باشد. جدول شماره ۲ تغییر در خواص حسی نوشابه‌ها را با افزایش نسبت جایگزینی نشان می‌دهد.

جدول ۲- بررسی اثر شربت ذرت غنی از فروکتوز بر خواص

حسی نوشابه‌ها، \*، \*\*

نوع نوشابه عوامل مورد بررسی شاهد	۶۰٪ جایگزینی	۸۰٪ جایگزینی	۱۰۰٪ جایگزینی
طعم پرتقالی	۲/۷۷ <sup>a</sup>	۲/۱۱ <sup>b</sup>	۲/۱۲ <sup>b</sup>
طعم کولا	۲/۵ <sup>a</sup>	۲/۲۲ <sup>b</sup>	۲/۳۳ <sup>b</sup>
طعم لیمویی	۲/۷۷ <sup>a</sup>	۲/۴۴ <sup>a</sup>	۲/۱۱ <sup>b</sup>
عطر پرتقالی	۲/۷۷ <sup>a</sup>	۳ <sup>a</sup>	۲/۶۶ <sup>a</sup>
عطر کولا	۲/۶۶ <sup>a</sup>	۲/۴۴ <sup>a</sup>	۲/۸۸ <sup>a</sup>
عطر لیمویی	۲/۸۸ <sup>a</sup>	۲/۴۴ <sup>a</sup>	۲/۵۵ <sup>a</sup>
شیرینی پرتقالی	۲/۶۶ <sup>a</sup>	۳/۱۱ <sup>a</sup>	۲/۳۳ <sup>a</sup>
شیرینی کولا	۲/۷۷ <sup>a</sup>	۲/۸۸ <sup>a</sup>	۲/۸۸ <sup>a</sup>
شیرینی لیمویی	۲/۸۸ <sup>ab</sup>	۱/۴۴ <sup>c</sup>	۲/۴۴ <sup>b</sup>

\* اعدادی که با حروف غیر مشابه نشان داده شده اند دارای اختلاف آماری معنی‌داری می‌باشند ( $P < 0.05$ ).  
\*\* اعداد میانگین چهار تکرار می‌باشند.

در نوشابه‌های لیمویی تا ۸۰٪ جایگزینی و در نوشابه‌های کولا و لیمویی تا ۶۰٪ جایگزینی، تغییر معنی‌داری در طعم نوشابه‌ها ایجاد نشد ( $P > 0.05$ ). در نوشابه‌های پرتقالی با ۸۰٪ عطر تفاوت معنی‌داری را نسبت به نمونه شاهد و ۶۰٪ جایگزینی نشان داد ( $P < 0.05$ ) ولی در نوشابه‌های کولا و لیمویی به کار بردن شربت ذرت غنی از فروکتوز تفاوت معنی‌داری را در عطر ایجاد نکرد ( $P > 0.05$ ) با افزایش نسبت

بررسی رنگ، نوشابه‌هایی فاقد مواد کدر کننده در فرمولاسیون ساخته شده و در شرایط مشابه نگهداری شدند و از روش AOAC:12040 در طول موج‌های ۴۹۸ نانومتر برای نوشابه‌های پرتقالی و ۶۱۰ نانومتر برای نوشابه‌های کولا استفاده شد و میزان جذب نور در نمونه‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفت (۱۲).

عوامل حسی شامل عطر و طعم، رنگ و شیرینی توسط آزمون هدونیک<sup>۱</sup> مورد ارزیابی قرار گرفت (۱۴) و از افراد آزمایشگر که از طریق بررسی آستانه چشایی مورد قبول در آنها از بین کارکنان شرکت زمزم ایران انتخاب شدند، خواسته شد به کیفیت‌های عالی، بسیار خوب، خوب، متوسط و ضعیف به ترتیب امتیازات ۴ تا صفر دهند. نتایج آزمایشات از طریق طرح آماری بلوک‌های کاملاً تصادفی مورد تجزیه قرار گرفت و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه دانکن استفاده شد.

## نتیجه‌گیری و بحث

ویژگی‌های کیفی نوشابه‌های تولید شده در این تحقیق در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱ - بررسی اثر شربت ذرت غنی از فروکتوز بر خواص

کیفی نوشابه‌ها \*، \*\*

عوامل کیفی نوع نوشابه	شاهد	۶۰٪ جایگزینی	۸۰٪ جایگزینی	۱۰۰٪ جایگزینی
pH لیمویی	۲/۹۲ <sup>a</sup>	۲/۹ <sup>a</sup>	۲/۸۲ <sup>b</sup>	۲/۸۲ <sup>c</sup>
pH کولا	۲/۶۱ <sup>a</sup>	۲/۶۱ <sup>a</sup>	۲/۵۶ <sup>b</sup>	۲/۵۲ <sup>b</sup>
pH پرتقالی	۲/۹۱ <sup>a</sup>	۲/۹۲ <sup>a</sup>	۲/۸۶ <sup>b</sup>	۲/۸۲ <sup>c</sup>
اسیدیته لیمویی	۰/۱۰۹	۰/۱۰۸ <sup>ab</sup>	۰/۱۱۰ <sup>a</sup>	۰/۱۱۱ <sup>b</sup>
اسیدیته کولا	۰/۰۸۵ <sup>b</sup>	۰/۰۸۶ <sup>b</sup>	۰/۰۸۸ <sup>a</sup>	۰/۰۸۹ <sup>a</sup>
اسیدیته پرتقالی	۰/۱۰۷ <sup>b</sup>	۰/۱۰۸ <sup>ab</sup>	۰/۱۰۹ <sup>a</sup>	۰/۱۱۰ <sup>a</sup>
دانسیته لیمویی	۱/۰۳ <sup>c</sup>	۱/۰۳۱ <sup>bc</sup>	۱/۰۳۴ <sup>a</sup>	۱/۰۳۳ <sup>ab</sup>
دانسیته کولا	۱/۰۳۱ <sup>b</sup>	۱/۰۳۱ <sup>b</sup>	۱/۰۳۳ <sup>a</sup>	۱/۰۳۴ <sup>a</sup>
دانسیته پرتقالی	۱/۰۴ <sup>b</sup>	۱/۰۴ <sup>b</sup>	۱/۰۴۳ <sup>a</sup>	۱/۰۴۳ <sup>a</sup>

\* اعدادی که با حروف غیر مشابه نشان داده شده اند دارای اختلاف آماری معنی‌داری می‌باشند ( $P < 0.05$ ).

\*\* اعداد میانگین چهار تکرار می‌باشند.

نوشابه‌ها سیالاتی کدر هستند و کدورت آنها در دستگاه اسپکتروفتومتر ایجاد خطا می‌کند، در این قسمت از آزمایشات از نمونه‌های فاقد کدر مواد کدر کننده استفاده شد.

نتایج نشان داد به کار بردن شربت ذرت غنی از فروکتوز به عنوان جایگزینی برای سوکروز، تغییر معنی‌داری را در رنگ نوشابه‌های کولا و لیمویی ایجاد نمی‌کند.

نوشابه‌ها در طول دوران نگهداری در دماهای  $25^{\circ}\text{C}$  و  $40^{\circ}\text{C}$  دچار تغییر در خواص کیفی و حسی شدند. به طوریکه پی اچ، بریکس و دانسیته کاهش معنی‌دار و اسیدیته افزایش معنی‌داری را نشان دادند ( $P < 0.05$ ) از طرفی از مطبوعیت عطر و طعم و از میزان شیرینی نمونه‌ها نیز کاسته شد. ولی نمونه‌های نگهداری شده در دمای  $4^{\circ}\text{C}$  تا چهار ماه نگهداری دچار تغییر در خواص حسی و کیفی نشدند. شدت تغییرات در دمای  $40^{\circ}\text{C}$  بیشتر از دمای  $25^{\circ}\text{C}$  بود و از طرفی تفاوت معنی‌داری از جهت تغییر در خواص کیفی و حسی نوشابه‌ها در طول دوران نگهداری بین نمونه‌های شاهد و نمونه‌های حاوی شربت ذرت غنی از فروکتوز مشاهده نشد.

بتی و همکاران (۲۰۰۲) و استرانفورد و همکاران (۲۰۰۲) رشد مخمرهای عامل فساد را عامل تغییر در خواص حسی و کیفی نوشابه‌ها در طول دوران نگهداری عنوان کردند. ماسا و همکاران (۱۹۹۸) نیز شاهد تغییر در طعم نوشابه‌های پرتقالی بسته‌بندی شده در بطری‌های پلاستیکی بعد از ۹ هفته نگهداری در دمای محیط بودند و این اثر را به دلیل جذب ترکیبات عطرزا بدون ظروف پلاستیکی دانستند. تحقیقات وارسانی و سوموچی (۱۹۹۰) نشان داد که سرعت از بین رفتن عطر و طعم با افزایش دمای نگهداری افزایش می‌یابد. تحقیقات براون و گاردن (۱۹۹۵) نیز نشان داد نوشابه‌های نگهداری شده در دمای  $41^{\circ}\text{C}$  بعد از ۲۸ روز نگهداری دچار تغییر در خواص فیزیکوشیمیایی شدند.

تحقیقات هوگ و همکاران (۱۹۷۹) نشان داد استفاده از شربت ذرت غنی از فروکتوز از تغییر در طعم نوشابه‌ها در طول

جایگزینی در نوشابه‌های پرتقالی و لیمویی میزان شیرینی متفاوتی از طرف افراد آزمایشگر گزارش شد.

طبق تحقیقات بارنستین و همکاران (۱۹۹۳) سوکروز کاهش ۷٪ را در میزان طعم شیرینی در ابتدای چشیدن نشان می‌دهد در حالیکه شربت ذرت غنی از فروکتوز کاهش ۱۸٪ را نشان می‌دهد. البته این کاهش فقط در ابتدای چشیدن اتفاق می‌افتد و بعد از آن در تمام مدت ثابت می‌ماند. تحقیقات گاد شال (۱۹۹۸) نشان داد فروکتوز می‌تواند عطر و طعم میوه‌ای و گاهی اسیدی را در نوشابه‌ها افزایش دهد. تحقیقات نشان داده است شیرین کننده‌های مختلف دارای عملکرد شیرینی متفاوتی هستند (۱۱). طبق تحقیقات بارنستین (۱۹۹۳) سوکروز کاهش ۷٪ را در ابتدای چشیدن نشان می‌دهد در حالیکه شربت ذرت غنی از فروکتوز کاهش ۱۸٪ را نشان می‌دهد البته این کاهش فقط در ابتدای چشیدن اتفاق می‌افتد و بعد از آن در تمام مدت ثابت می‌ماند (۶).

تحقیقات گادشال (۱۹۹۸) نشان داد بین شیرین کننده‌های مختلف اثر تشدیدکنندگی وجود دارد و شیرینی مخلوطی از شیرین کننده‌ها، شیرینی متفاوتی از مجموع شیرینی ترکیبات آن دارند. اثر تشدید کنندگی بین ۲۵-۲۰٪ بین گلوکز و فروکتوز و ۳۰-۲۰٪ بین گلوکز و سوکروز مشاهده شده است (۱۱).

جدول ۳- بررسی اثر شربت ذرت غنی از فروکتوز بر رنگ نوشابه‌های

پرتقالی و کولا\*،\*\*

نوع نوشابه	شاهد	۶۰٪	۸۰٪	۱۰۰٪
پرتقالی (جذب نوری)	۱/۲۹۸	۱/۲۹۴	۱/۲۹	۱/۲۸۸
پرتقالی (آزمون حسی)	۲/۷۷	۲/۷	۲/۶۹	۲/۷۸
کولا (جذب نوری)	۰/۳۲۵	۰/۲۹۹	۰/۳۱۹	۰/۳۰۹
کولا (آزمون حسی)	۲/۶۸	۲/۷۳	۲/۷۶	۲/۷۹

\* اعداد دارای اختلاف آماری معنی‌دار نبودند ( $P > 0.05$ ).

\*\* اعداد میانگین چهار تکرار می‌باشند.

برای بررسی رنگ نوشابه‌ها از دو روش اندازه‌گیری جذب نوری در طول موج خاص و آزمون چشایی استفاده شد. جذب نوری نوشابه‌های پرتقالی در طول موج ۴۹۸ نانومتر و نوشابه‌های کولا در طول موج ۶۱۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. از آنجاییکه

به تنهایی در حضور نور آفتاب ناپایدار بودند در حالیکه نمونه‌های حاوی سانست‌یلو تا چهار هفته نگهداری در شرایط آفتاب دچار تغییر رنگ معنی‌داری نشدند.

در تحقیق حاضر به کار بردن اسیداسکوربیک ناپایداری رنگ‌ها را تشدید کرد و ریبوفلاوین نتوانست اثر محافظتی بر رنگ آنها داشته باشد.

رنگ کارموزین و سانست یلو از گروه رنگ‌های آزو هستند و دارای پیوند دوگانه نیتروژن می‌باشند. هر واکنش شیمیایی که بتواند این پیوند را بشکند باعث از بین رفتن رنگ این ترکیبات می‌شود. بنابراین این گروه از رنگها در حضور واکنشهای اکسید و احیا ناپایدار می‌باشند و در حضور قندهای احیا کننده، اسید اسکوربیک و اسیدها این اثر تشدید می‌شود (۱۹). آرانویزی و همکاران (۱۹۹۹) نیز طی تحقیقی عنوان کردند که وجود ترکیبات احیا کننده ناپایداری رنگهای آزو را در برابر نور تشدید می‌کند. تحقیقات آدا و لانگلی (۱۹۹۵) نشان داد رنگ سانست یلو در پی اچ برابر ۳ و در دمای C ۲۰ و C ۵۰ در غیاب بیوسولفیت و اسید اسکوربیک پایدار است ولی ناپایداری آن اسید اسکوربیک وابسته به میزان نور است. تحقیقات تورتورا و مینگوزی (۱۹۹۲) نشان داد در درجه اول نور آفتاب دارای بیشترین اثر در ناپایداری رنگهای آزو می‌باشد در درجه بعد گرما و در نهایت فعالیت مخمرها موثر می‌باشند.

تحقیقات چنگ (۱۹۹۴) در مورد اثر شربت ذرت غنی از فروکتوز بر رنگ نوشابه‌ها نشان داد در مواردی که در فرمولاسیون نوشابه‌ها از اسیداسکوربیک استفاده می‌شود این ترکیب باعث ناپایداری رنگ کارموزین می‌شود. برای جلوگیری از این اثر در فرمولاسیون می‌توان از ریبوفلاوین استفاده کرد. در واقع ریبوفلاوین می‌تواند از اثر اسیداسکوربیک در ناپایدار کردن رنگ، جلوگیری کند.

بنابراین پیشنهاد می‌شود در صورت به کار بردن شربت ذرت غنی از فروکتوز، نوشابه‌ها تا حد امکان از معرض مستقیم نور آفتاب مصون باشند و استفاده از قوطی آلومینومی به جای بطری در بسته‌بندی نوشابه‌ها می‌تواند به پایداری رنگ در حضور نور آفتاب کمک کند. در صورت به کار بردن رنگ

دوران نگهداری جلوگیری می‌کند ولی در تحقیق حاضر چنین اثری از شربت ذرت غنی از فروکتوز مشاهده نشد.

پایداری رنگ نوشابه‌های پرتقالی و کولا نیز در طول دوران نگهداری مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد به کار بردن شربت ذرت غنی از فروکتوز بر پایداری رنگهای سانست یلو و کارموزین در نوشابه‌های پرتقالی و رنگ کارامل در نوشابه‌های کولا در طول دوران نگهداری تاثیری نداشت.

در این تحقیق پایداری رنگ نوشابه‌های پرتقالی و کولا در حضور آفتاب نیز مورد بررسی قرار گرفت و نتایج زیر به دست آمد.

جدول ۴- بررسی رنگ نوشابه‌های پرتقالی و کولا نگهداری شده

در شرایط آفتاب \*\*\*,\*\*,\*

نسبت جایگزینی	زمان صفر	یک هفته	دو هفته	چهار هفته
جذب در طول موج ۴۹۸ نانومتر (نوشابه‌های پرتقالی) و ۶۱۰ نانومتر (نوشابه‌های کولا)				
پرتقالی	شاهد	۱/۲۹۵ <sup>aa</sup>	۱/۲۸۵ <sup>aa</sup>	۱/۲۰۲ <sup>ab</sup>
پرتقالی	٪۶۰	۱/۲۹۹ <sup>aa</sup>	۰/۹۸۶ <sup>bc</sup>	۱/۲۴۶ <sup>bcd</sup>
پرتقالی	٪۸۰	۱/۲۸۵ <sup>aa</sup>	۰/۸۰۲ <sup>cb</sup>	۰/۲۳۴ <sup>bcd</sup>
پرتقالی	٪۱۰۰	۱/۲۷۶ <sup>aa</sup>	۰/۶۳۶ <sup>db</sup>	۰/۱۳۶ <sup>cd</sup>
کولا	شاهد	۰/۳۴۵ <sup>aa</sup>	۰/۳۲۲ <sup>aa</sup>	۰/۲۸۹ <sup>ab</sup>
کولا	٪۶۰	۰/۳۲۶ <sup>aa</sup>	۰/۳۱۲ <sup>aa</sup>	۰/۲۶۵ <sup>ab</sup>
کولا	٪۸۰	۰/۳۳۵ <sup>aa</sup>	۰/۳۴۱ <sup>a</sup>	۰/۲۴۹ <sup>ab</sup>
کولا	٪۱۰۰	۰/۳۴۹ <sup>aa</sup>	۰/۳۳۸ <sup>aa</sup>	۰/۲۵۲ <sup>ab</sup>

\*حروف کوچک برای مقایسه آماری ستون‌ها و حروف بزرگ برای مقایسه آماری سطرها به کار رفته‌اند.

\*\*اعدادی که با حروف غیر مشابه نشان داده شده‌اند دارای اختلاف آماری معنی‌دار می‌باشند. (P<0.05).

\*\*\*اعداد میانگین چهار تکرار می‌باشند.

همانطور که نتایج نشان می‌دهند رنگ نوشابه‌های پرتقالی در حضور نور ناپایدار می‌باشد و بعد از گذشت یک تا دو هفته تغییر رنگ محسوسی در نمونه‌ها مشاهده شد و با بالا رفتن نسبت جایگزینی ناپایداری رنگ به طور معنی‌داری افزایش یافته است. تحقیقات نشان داد ناپایداری رنگ مربوط به رنگ کارموزین به کار رفته در نوشابه‌های پرتقالی می‌باشد که از گروه رنگ‌های آزو می‌باشد و در حضور نور آفتاب ناپایدار می‌باشد به نحوی که نمونه‌های ساخته شده با رنگ کارموزین

را نشان داد ولی از این نظر تفاوتی بین نمونه‌های شاهد و نمونه‌های حاوی شربت ذرت غنی از فروکتوز وجود نداشت.

### سپاسگزاری

نویسندگان این مقاله مراتب سپاس و قدردانی خود را از حمایت‌های مالی، علمی و فنی شرکت زمزم ایران اعلام می‌دارند.

سانست یلو به تنهایی در نوشابه‌های پرتقالی، رنگ حاصل کم‌رنگتر از حالتی خواهد بود که از دو رنگ سانست یلو و کارمویزین استفاده می‌شود ولی رنگ به دست آمده در حضور آفتاب پایدارتر است.

رنگ نوشابه‌های کولا نیز در حضور نور آفتاب بعد از گذشت چهار هفته از زمان نگهداری در حضور آفتاب، کاهش معنی‌داری

### REFERENCES

1. Anon .1996. "High Fructose Corn Syrup", *FDA Consumer*, Vol. 30. Iss. 9.
2. Adams, J. B. & F. M. Langley. 1995. Interaction between additives in food systems , R & D Report , Campden & Thorley Wood Food Research Association. 20:134-148 ( Abs).
3. Anderson, J. & L. Young. 2002."Sugar and Sweeteners".www. ext.colostate.edu
4. Aranyosi, P., M. Czilik, E. Remi, G. Parlagh, A. Vig, & I. Rusznk.1999. The light stability of azo dyes and azo dyeings. Kinetic studies on the role of dissolved oxygen in the photofading of two heterobifunctional azo reactive dyes in aqueous solution. *Dyes and Pigments*, 43: 173-182 (Abs).
5. Battey, A. S., S. Duffy & D. W. Schaffner. 2002. Modeling yeast spoilage in cold filled ready to drink beverages with *Saccharomyces cerevisiae*, *Zygosaccharomyces bailii* and *Lipolytica candida*" *Applied and Environmental Microbiology*, 68: 1901-1906.
6. Bornstein, B. L., S. G. Wiet & M. Pombo. 1993."Sweetness Adaptation of Some Carbohydrate and High Potency Sweeteners" *Journal of Food Science*, 58: 595-598.
7. Brown, M. Y. & A. Gordon . 1995. Use of accelerated shelf life testing in predicting the shelf life of fruit drinks FSTA 27 10A6 (Abs).
8. Chang, P. K. 1994. Color - stable syrup and beverage compositions fortified with vitamin C and method of making such compositions. United States Patent, US. 5 336 510, US . 40592 (19930331).
9. Clydesdale, F. M., R.W. Griffen, & L. M. Holcomb. 1995. " Effect of Color and Sweeteners on the Sensory Characteristic of Soft Drink" , *Journal of Food Quality*, 18: 425-442.
10. Gabarra, R. & W. Hartel. 1998. Corn Syrup Solids and There Saccharide Fractions Affect Crystallization of Amorphous Sucrose" *Journal of Food Science*, 63
11. Godshall, M. 1998. The Role of Carbohydrates in Flavour Development. *Food Technology*, 42 :74-81.
12. Horwitz, W. 1975.*Official Methods of the Association of Official Analytical Chemists*.U.S: AOAC International Publisher.
13. Hough, C. A. M., K. J. Parker & A. J. Vlitos. 1979. Development in sweeteners-1. London: Applied Science Publishers.
14. Jisela, G.1995. Sensory evaluation of food theory and practice , England : Ettis Horwood LTD.
15. Kieslich, K.1994. *Biotechnology, Vol. 6A, Germany: Deutsche bibliothek cataloguing in publication .*
16. Kirk, O., T. V. Borchert & C. C. Fuglsang. 2002. Industrial Enzyme Applications" *Current Opinion in Biotechnology*.
17. Massa, S., M. Facciolongo, E. Rabasco & M. Caruso. 1998. Survival of indicator pathogenic bacteria in orange soft drink. *Food Microbiology*, 15 : 253-257(Abs).
18. Meyer, S. & W. Eiriha. 2002. Optimizing Sweetener Blends For Low Calorie Beverages. *Food Technology*, Vol:42-45.
19. Nabors, L. O. 2002. Sugar Replacement For Food and Beverages. *Food Technology*, Vol. 56, No. 7, PP.28-34.

20. Nguyen, Q. D., J. M. Rezessy, S. M. Claeysens, I. Stals, & A. Hoschke. 2002. Purification and Characterisation of Amylolytic Enzymes From Thermophilic Fungus *Thermomyces Lanuginosus* Strain ATCC 34626” *Enzyme and Microbial Technology*, Vol. 31, Iss. 3,2, PP. 345-352.
21. Nigam, P. & D. Singh .1995. Enzyme and Microbial System Involved in Starch Processing” *Enzyme and Microbial Technology*, Vol. 17, PP. 770-775.
22. Stratford, M. P., J. Bond, S. A. James, I. N. Roberts, & H. Steels. 2002. A potential soft drinks spoilage isolated from a wasp. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 52 (4): 1369-1375 (Abs).
23. Turtura, G. C. & A. Mingizzi .1992. “Microbiological research on soft drinks: Discolouring of natural flavoured products ” *Zentralblatt Fuer Microbiology*, 147 (1/2) : 51-60 ( Abs).
24. Varsanyi, I. & L. Somogyi. 1990. “Quality changes of orange soft drinks during storage” *Acta Alimentaria*, 19 (4) : 359-376 (Abs).
25. Vandermaarel, M. J., B.Vanderveen, J. C. M. Uitdehaag, H. Leemhuis & L. Dijkhuizen .2002. Properties and Applications of Starch – Converting Enzymes of The Alpha- Amylase Family”*Journal of Biotechnology*, Vol. 94, Iss. 2, PP. 137-155. Abs.
26. Vuilleumier, S. 1996. World outlook for High Fructose Syrups to the year 2000, *International sugar journal*, 98(1173):468-478.

## **Replacing Sucrose with High Fructose Corn Syrup in Non-alcoholic Carbonated Beverages**

**M. MIRZAEI<sup>1</sup>, GH. MESBAHI<sup>2</sup>, M. EBRAHIMZADEH MOSAVI<sup>3</sup>  
AND M. AMINLARI<sup>4</sup>**

**1, 2, 4, Former Graduate Student, Staff Members,  
Faculty of Agriculture, University of Shiraz  
3, Staff Member, University College of Agriculture &  
Natural Resources, University of Tehran- Karaj  
Accepted Feb. 9, 2005**

### **SUMMARY**

The goal in this research was to make new kinds of carbonated soft drinks by using High Fructose Corn Syrup (HFCS) and to compare the organoleptic as well as their other properties with control samples containing sucrose. Lemon, cola and orange formulated soft drinks were produced while in their formulations, sucrose was replaced with 60%, 80% and 100% HFCS (55% fructose). Later they were stored at 4 °C, 25 °C and 40 °C for one, two and four months. Samples were analyzed for titrable acidity, pH, density, brix and sensory attributes (flavor, aroma, color, sweetness). Results indicated that by using HFCS in soft drinks, significant changes ( $P < 0.05$ ) occur in pH, acidity, density and brix. No significant change was observed in flavor and aroma when 60% of sucrose was replaced with HFCS in orange and cola and when 80% replaced in lemon soft drinks ( $P > 0.05$ ). By increasing HFCS, the acceptability decreased significantly ( $P < 0.05$ ). Storage caused pH, brix, density and sweetness to decrease although titrable acidity increased. Flavor and aroma appealing samples decreased significantly ( $P < 0.05$ ) especially at high temperatures of storage, there being no significant difference between samples with HFCS and sucrose. Color stability during storage in darkness as well as under light conditions was studied using sensory analysis and spectrophotometry. Results indicated that sunset yellow and carmoisine used in orange soft drinks and cola colorant used in cola soft drinks, were stable at different temperatures (4 °C, 25°C and 40°C) of storage up to a duration of four months but carmoisine was unstable when samples were exposed to sun light. HFCS intensified fading of color in soft drinks in the presence of light. Taken together, these results suggested that it is possible to replace sucrose with HFCS in soft drink production without much important effect on quality. Through this, reduction in the cost of soft drink production can be achieved.

**Key words:** High fructose corn syrup, Sucrose, Soft drinks, Sweeteners, Costs.