(مقاله پژوهشی)

بررسی ویژگی های فیزیکوشیمیایی و حسی نوشابه رژیمی تولید شده با قند استویا(Stevia rebaudiana)

جلال الدین مکاری[۱] ، یوسف رمضان[۲*]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشکده داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی ، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۲- استادیار،گروه علوم وصنایع غذایی، مرکز تحقیقات تغذیه و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۶/۲۶ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۱/۰۳

چکیده

امروزه تولید و مصرف محصولات غذایی فراسودمند متقاضیان بیشتری یافته است. در این تحقیق قند استویا با درصدهای متفاوت (صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰) به ترتیب در نمونه های با کد A1 ، A2 ، A3 ، A4 وA5 جایگزین شیرین کننده آسه سولفام پتاسیم گردید و ویژگی های فیزیکوشیمیایی نمونه ها مورد آزمایش و ارزیابی قرار گرفت تا بهینه ترین ترکیب مشخص گردد. دو نمونه کنترل در این تحقیق استفاده شدند که شامل نمونه A6 ، نوشابه تجاری رژیمی حاوی شیرین کننده های سوکرالوز و آسه سولفام پتاسیم موجود در بازار(نمونه کنترل رژیمی) و نمونه A7 که فقط حاوی ساکارز به عنوان شیرین کننده با بریکس ۱۰ بود (نمونه کنترل غیر رژیمی). آزمون های اسیدیته، بریکس، میزان گاز CO_2، دانسیته، pH و آزمون حسی بر روی نمونه ها انجام شد. نمونه ها از نظر ویژگی های حسی اختلاف معنا داری با یکدیگر و با نمونه های کنترل نداشتند ($p >0.05$). نتایج نشان داد که نمونه کنترل غیر رژیمی در بریکس و دانسیته اختلاف معنا داری با سایر نمونه ها داشت ($p <0.05$). زیرا این نمونه حاوی ساکارز است که میتواند سبب افزایش بریکس و دانسیته نسبت به سایر نمونه ها شود. در آزمون pH و میزان گاز CO_2 نمونه های A3، A4، A5 و A6 اختلاف معناداری با نمونه کنترل غیر رژیمی نداشتند. در آزمون اسیدیته نمونه های A1، A3، A5 و A6 اختلاف معناداری با نمونه کنترل غیر رژیمی نداشتند ($p >0.05$). نتایج کلی نشان داد که قند استویا را می توان به میزان حداکثری یعنی ۱۰۰ درصد (A5) جایگزین شیرین کننده مصنوعی آسه سولفام پتاسیم در نوشابه رژیمی نمود بدون اینکه تغییر اساسی در ویژگی های فیزیکوشیمیایی و حسی محصول ایجاد کند.

واژه های کلیدی : قند استویا، نوشابه رژیمی، ویژگی های فیزیکوشیمیایی، فراسودمند

*مسوول مکاتبات:y.ramezan@iaups.ac.ir

۱-مقدمه

نوشابه های گازدار به طور عمومی ترکیباتی شیرین، طعم دار شده، اسیدی وگازدار شده وگاهی همراه با رنگ های مصنوعی و نگهدارنده های شیمیایی می باشند. اصلی ترین جزء ترکیبی نوشابه گازدار، شکر می باشد. امروزه مصرف زیاد شکر به عنوان یک فاکتور اصلی در افزایش میزان دیابت و افزایش چاقی شناخته می شود. نگرانی های مرتبط با سلامتی و ادامه روند افزایش قیمت شکر نگاه مردم را معطوف به جستجوی شیرین کننده های جایگزین یا شکر کم کالری جهت مصرف روزانه نموده است. ازسوی دیگر نگرانی های دائم در خصوص رابطه مصرف شیرین کننده های مصنوعی و سلامتی، اقبال عمومی را به سوی محصولات طبیعی و فراسودمند سوق داده است. یکی از ترکیبات طبیعی که به عنوان یک شیرین کننده سال هاست در برخی کشورها خصوصا در کشورهای آمریکای جنوبی، ژاپن و سایر کشورهای شرق آسیا مورد استفاده قرار گرفته است، استویا می باشد. گیاه استویا با نام علمی Stevia rebaudiana، یک گیاه چند ساله با مشخصات دارویی و غذایی ثابت شده می باشد. استویوزید وریبادیوزید A(ترکیبات شیرین در استویا) تقریبا ۲۰۰ تا ۳۰۰ برابر شیرین تر از ساکارز می باشند (۲۰ و۱۲).از دسامبر سال ۲۰۰۸ سازمان غذا و داروی ایالات متحده استویا و ریبادیوزیدA را جزء ترکیبات ایمن برای استفاده درغذاها ونوشیدنی ها در لیست GRAS[1] تایید نموده است. شیرین کننده استویا تا حدود دمای ۲۰۰ درجه سلسیوس پایدار است. همچنین پایداری خوبی در اسید دارد و تخمیر نمی شود، که این ویژگی ها باعث می شود مصرف شیرین کننده استویا در گستره وسیعی از محصولات از جمله صنایع قنادی، غذاهای پخته و نیز در نوشیدنی های اسیدی مناسب باشد(۱۵). علاوه بر این استویا بدون کالری، سلامتی دندان را حفظ کرده و برای بیماران دیابتی نیز مناسب می باشد (۱۸).اما مشکل اصلی در ارتباط با مصرف آن، پس طعم تلخ استویا است که باعث نگرانی از پذیرش این محصولات توسط مشتریان می گردد(۱۱). Kappes و همکاران (۲۰۰۷) در یک تحقیق ارتباط بین خواص فیزیکی و ویژگی های حسی نوشابه های گازدار رژیمی و معمولی را مورد بررسی قرار دادند. در این تحقیق پروفایل شیرینی، بریکس، ضریب شکست، ویسکوزیته، aw ، گاز، اسیدیته و pH بررسی گردید. بریکس، مزه شیرین و ویسکوزیته همبستگی نزدیکی با هم داشتند و با aw ارتباط معکوس داشتند. طعم دهانی بین نوشابه های رژیمی و نوشابه های معمولی لیمون لایم تفاوت کمی داشت و ممکن است به تفاوت کلی بین عطر و مزه، اسید، نوع شیرین کننده ها و سطح مصرف مرتبط باشد. اثر سوزش وگاز به حد زیادی مرتبط با اسیدیته کل، سیتریک اسید و آسکوربیک اسید بوده و ارتباط منفی با فسفریک اسید داشت (۱۳) .Lee و همکاران (۲۰۰۷) در یک تحقیق به منظور تولید ۶ فرمول جدید نوشابه رژیمی با مقادیر مختلف فسفریک اسید، تارتاریک اسید، لاکتیک اسید، سیتریک اسید، شیرین کننده اریتریتول (Erythritol) ، شیرین کننده ریبادیوزید A اقدام نمودند و با نمونه شاهد که بدون شیرین کننده اریتریتول بود و حاوی لاکتیک اسید، تارتاریک اسید و۱/۵ گرم ریبادیوزید A و۱/۱۶ گرم فسفریک اسید و۰/۲۱ گرم سیتریک اسید بود از لحاظ اسیدیته قابل تیتراسیون، pH، طعم و مزه مقایسه گردید. نمونه شاهد دارای اسیدیته ۸/۸۵ ، مزه شیرین اما پس طعم تلخ داشت. از بین نمونه ها دو نمونه از لحاظ طعم بهترین حالت را داشتند که یکی مزه شیرین و بدون پس طعم تلخ، که دارای طعم خوب کولا و اسیدیته آن ۱۵/۱۲ بود که این نمونه حاوی ۱۰۵ گرم اریتریتول، بدون فسفریک اسید،۲/۴۶ گرم سیتریک اسید، ۰/۱۵ گرم تارتاریک اسید، ۰/۱۷ گرم لاکتیک اسید می باشد. نمونه دوم تلخ نبوده و ترشی مطلوب و طعم خوب کولا را داشت. این نمونه حاوی ۱/۸۰ گرم Rebaudioside A ، ۱۰۵ گرم اریتریتول، ۱۳/۹۶ گرم سیتریک اسید، ۰/۴۹ گرم تارتاریک اسید و فاقد فسفریک و لاکتیک اسید بوده است(۱۴) . Cardoso و Bolini (۲۰۰۸) در یک مطالعه شیرین کننده های مختلف در نکتار هلو و شیرینی ایده آل وبهترین میزان آنها را بررسی کردند.

1 -Generally Recognized as safe

شیرین کننده ها عبارت بودند از آسپارتام، ترکیب سیکلامات/ساخارین (۱/۲)، استویا، سوکرالوز و آسه سولفام پتاسیم. ساکارز با غلظت ۱۰ درصد به عنوان غلظت ایده آل توسط مصرف کننده در نظر گرفته شد که غلظت های معادل شیرین کننده ها به این ترتیب بدست آمد: ۰/۰۵۴درصد آسپارتام، ۰/۰۳۶درصد ترکیب سیکلامات/ساخارین(۱/۲)، ۰/۱درصد استویا، ۰/۰۱۶ درصد سوکرالوز و ۰/۰۵۳ درصد آسه سولفام پتاسیم(۹). Saniah و Samsiah (۲۰۱۲) کاربرد استویا را در نوشابه ها مورد بررسی قراردادند. در این مطالعه درصدهای مختلف استویا از ۰/۲ تا ۰/۵ درصد و ساکارز از صفر تا ۵۴ درصد با هم ترکیب شدند و اثراتشان روی پذیرش حسی و ویژگی های فیزیکوشیمیایی محصول بررسی شد. بر اساس یافته های این تحقیق کیفیت حسی مطلوب نوشابه با طعم پرتقال با ترکیب ۰/۴۳ در صد استویا و۳۳/۱۳ درصد ساکارز در شربت به دست آمد. نتایج نشان داد که کالری دریافتی از کربو هیدرات ۴۲/۹ درصد کاهش یافته است و مشخص ساخت که استویا پتانسیل خوبی برای استفاده به جای ساکارز را دارد (۱۸).هدف از انجام این پژوهش، امکان استفاده از قند استویا در نوشابه رژیمی حاوی سوکرالوز و آسه سولفام پتاسیم به جای شیرین کننده مصنوعی آسه سولفام پتاسیم می باشد به گونه ای که ویژگی های فیزیکوشیمیایی مشابه با نمونه های کنترل را داشته باشد تا مطلوب مشتریان قرار گیرد. قند استویا با توجه به طبیعی بودن و خواص فراسودمند آن در صورت عملی شدن این تحقیق می تواند به عنوان محصولی ایمن در بین نوشابه ها برای مصرف کنندگان قرار گیرد. به ویژه گروه های خاص همچون افراد دیابتی و یا افرادی که پیگیر مدیریت کاهش وزن بدن خویش هستند،که علاوه بر عدم دریافت کالری اضافی از این نوشیدنی از خواص فراسودمند آن نیز می توانند بهره ببرند.

۲- مواد و روش ها

۲-۱- مواد

آسه سولفام پتاسیم از شرکت A.H.A کشور چین و سوکرالوز از شرکت تکنو فود[1] چین خریداری گردید. عصاره کولا شامل کارامل، اسانس کولا، کافئین، فسفریک اسید و بنزوات سدیم از شرکت زمزم ایران به این پژوهش داده شد. هیدروکسید سدیم و محلول های بافر ۴ و ۷ متعلق به شرکت مرک آلمان وشیرین کننده استویا از شرکت تجاری مواد شیمیایی آتلانتیک[2]، کشور چین تهیه گردید و ظروف PET ودرپوش مربوطه و گاز CO_2 نیز از شرکت زمزم تهران تامین گردید. آب مصرفی جهت تولید نیز با دستگاه اسمز معکوس متعلق به زمزم ایران که منطبق بر استاندارد ملی ایران به شماره های ۱۰۵۳ و۱۰۱۱تهیه گردید (۲ و ۳). دستگاه ها و تجهیزات مورد نیاز در این پژوهش شامل: ترازوی دقیق با دقت ۰۰۱/ ۰شرکت متلر آلمان، دستگاه تولید نوشابه (پست میکس)، دستگاه همزن (IKA-WERK) ساخت کشور آلمان، دستگاه فشارسنج، دستگاه pH متر-مدل LEVEL 3 سازنده Inolab آلمان، دانسیته سنج ساخت کشور فرانسه[3]، دستگاه رفراکتومتر-مدل RX-7000 شرکت ATA GO ژاپن و لیوان یکبار مصرف می باشد.

۲-۲- روش ها

پنج نمونه طبق جدول(۱) ساخته شد. روش ساخت نوشابه با روش post mix (اضافه کردن آب گازدار به شربت آماده می باشد). برای ساخت شربت ابتدا ترکیبات آن شامل عصاره، سوکرالوز، آسه سولفام پتاسیم، قند استویا با استفاده از ترازوی متلر[4] با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین وسپس با حدود یک سوم مقدارآب مصرفی نهایی که منطبق بر استاندارد ملی ایران به شماره های ۱۰۵۳ و۱۰۱۱ تهیه شد و مخلوط گردید. سپس توسط دستگاه همزن به مدت حدود ۱۵ دقیقه همزده شد. در ادامه به نسبت های مساوی است در ظروف

1 -Techno Food Ingredients CO.LTD
2 -Atlantic Chemical Trading
3 -Hydrometer-Aerometer
4 -Mettler PE 160

PET با استفاده ازترازو تقسیم شده و آماده به حجم رساندن با آب گازدار گردید(۲،۳). ویژگی های نوشابه ساخته شده منطبق با استاندارد ملی ایران به شماره ۱۲۵۰ می باشد (۱).

جدول ۱-کد نمونه های ساخته شده و نوع و مقدار شیرین کننده ها

نمونه ها	آسه سولفام پتاسیم (g/100ml)	قنداستویا (g/100ml)	سوکرالوز (g/100ml)
A1	۰/۰۳	۰/۰	۰/۰۰۷
A2	۰/۰۲۲۵	۰/۰۰۴۵	۰/۰۰۷
A3	۰/۰۱۵	۰/۰۰۹	۰/۰۰۷
A4	۰/۰۰۷۵	۰/۰۱۳۵	۰/۰۰۷
A5	۰/۰	۰/۰۱۸۰	۰/۰۰۷

ظروف PET و درب های آنها قبل از استفاده توسط آب مصرفی نهایی نوشابه شستشو داده می شود تا تمییز گردند. آب گازدار توسط دستگاه مربوطه تهیه شد به این ترتیب که ابتدا تا سطح تعین شده مخزن دستگاه، آب مصرفی نوشابه پر شده سپس همزمان با هم خوردن و خنک شدن آن تا دمای زیر ۴ درجه سلسیوس گاز CO_2 به آن تزریق گردید. گازCO_2 مصرفی منطبق با استاندارد ملی ایران به شماره ۲۱۷۹ می باشد(۴).پس از توزین عصاره غلیظ ساخته شده به نسبت های مساوی و دقیق در ظروف PET با استفاده از ترازوی دقیق متلر، به این ظرف حاوی عصاره غلیظ، توسط دستگاه پست میکس در دمای پایین تر از ۴ درجه سلسیوس، آب گازدار تحت فشار تزریق تا به حجم ۳۰۰ سی سی رسیده و سپس دربندی انجام شد. نمونه های حاصله به خوبی همزده می شود تا شربت و آب گازدار به صورت یکنواخت مخلوط گردند. نمونه های تولید شده آماده برای مراحل بعدی می باشند. این مراحل برای کلیه نمونه ها تکرار گردید.آزمون های تعیین گاز CO_2، اسیدیته، بریکس، دانسیته و pH طبق استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۴۹ نوشابه های گازدار انجام شد(۵). نمونه ها قبل از انجام آزمون حسی، حدود ۲۴ساعت در یخچال نگهداری شده و هرنمونه به میزان ۵۰ تا ۶۰ سی سی و با دمای حدود ۱۰ درجه سلسیوس در اختیار ارزیابان قرار گرفت. گروه ارزیابی از ۱۵ نفر شاخص در ارزیابی حسی شاغل در قسمت های مختلف شرکت زمزم تهران تشکیل گردید. آزمون در ساعت ۱۰ صبح و در یک مکان ثابت انجام شد.آزمون حسی نمونه ها با استفاده از روش هدونیک پنج نقطه ای صورت پذیرفت. خصوصیات حسی نمونه ها از نظر میزان شیرینی، طعم، پس طعم و پذیرش کلی نمونه ها مورد ارزیابی قرار گرفت و از ۱ تا ۵ امتیازدهی گردید. امتیاز ۱ به عنوان پایین ترین امتیاز و ۵ به عنوان بالاترین امتیاز در نظر گرفته شد.

۲-۳- آنالیز آماری داده ها

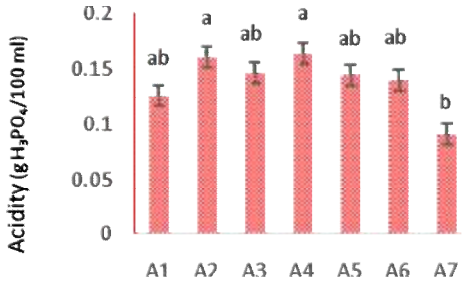
در این پژوهش آنالیز آماری با استفاده از نرم افزار Minitab 16 انجام گرفت. به منظور مقایسه میانگین ها از آنالیزیک طرفه واریانس (ANOVA) و برای تعیین معناداری در سطح احتمال خطای کوچکتر از۵ درصد ($P<0.05$) از روش tukey's استفاده گردید. در ضمن برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel 2013 استفاده شد. تمامی آزمون ها برای هر نمونه سه بار تکرار گردید.

۳- نتایج و بحث

کلیه نمونه ها با یک نمونه نوشابه معمولی حاوی فقط شیرین کننده ساکارز در بریکس ۱۰ که بریکس تعیین شده توسط سازمان ملی استاندارد است و با کد نمونه A7 (سایر ترکیبات دقیقا همانند نمونه نوشابه های رژیمی مورد آزمون می باشد) به عنوان نمونه کنترل غیر رژیمی مقایسه شدند و

نیز نمونه نوشابه تجاری موجود در بازار، که حاوی شیرین کننده های سوکرالوز و آسه سولفام پتاسیم با کد A6 است نیز در مقایسه ها به منظور بررسی بهتر و دقیقتر نمونه های تولیدی به عنوان نمونه کنترل رژیمی بکار گرفته شد.

۳-۱- اسیدیته

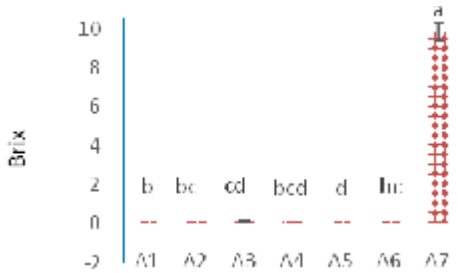


شکل ۱- اسیدیته نمونه ها برحسب ($g\ H_3PO_4/100\ ml$)، حروف غیر مشابه نشان دهنده معناداری می باشند ($p<0.05$).

شکل ۱، مقایسه اسیدیته نمونه ها را نشان می دهد که به غیر از نمونه های A2 و A4 که اختلاف آماری معنا داری با نمونه A7 (نمونه کنترل غیر رژیمی) دارند سایر نمونه های موجود تفاوت آماری معنا داری را با نمونه کنترل غیر رژیمی از خود نشان ندادند($p>0.05$). کمترین میزان اسیدیته در نمونه کنترل غیر رژیمی مشاهده شد. و نزدیکترین نتیجه به آن نمونه A1 می باشد که حاوی آسه سولفام پتاسیم و سوکرالوز می باشد. تمامی نمونه ها به جز نمونه A1 وکنترل A7 و نیز نمونه تجاری A6 اسیدیته مشابه داشته اند. تمامی نتایج در محدوده مجاز اسیدیته نوشابه های گازدار رژیمی طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۱۲۵۰ قرار دارند . Alizadeh و همکاران (۲۰۱۴) در تحقیقی به بررسی اثر استویا به عنوان جانشین شکر بر روی ویژگی های فیزیکو شیمیایی وحسی میلک شیک میوه ای پرداختند. آنها مشاهده نمودند که میزان اسیدیته تمامی نمونه ها (درصد ساکارز به استویا در نمونه ها به ترتیب ۱۰۰ ، ۷۵ ، ۵۰ ، ۲۵ ، ۰) با نمونه شاهد که دارای ۱۰۰ درصد ساکارز بود اختلاف معناداری نداشتند ($p>0.05$) وکمترین اسیدیته را نمونه شاهد دارا بود وبیشترین اسیدیته را نمونه ای که حاوی ۱۰۰ درصد استویا بود، نشان داد (۷).

تفاوت نمونه های نوشابه رژیمی با نمونه کنترل غیر رژیمی که نوشابه معمولی حاوی کربوهیدرات می باشد شاید در ارتباط با کربوهیدرات باشد و یا تفاوت ساختمانی ساکارز با استویا علت این امر می تواند باشد(۱).

۳-۲- مقدار مواد جامد محلول (بریکس)

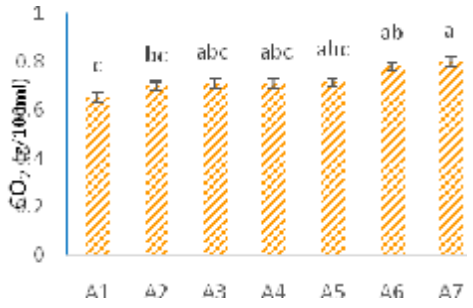


شکل ۲- مقدارموادجامدمحلول، حروف غیر مشابه نشان دهنده معناداری می باشند ($p<0.05$).

همانطوریکه در شکل ۲، مشخص است تفاوت معنا داری در نمونه A7 با سایر نمونه ها وجود دارد($p<0.05$). از آنجایی که ساکارز عامل اصلی افزایش غلظت مواد جامد محلول در نوشابه می باشد در این نمونه با توجه به استفاده از ساکارز به عنوان شیرین کننده و عدم استفاده از آن در سایر نمونه ها که در آنها از شیرین کننده های غیر مغذی که خواص حجمی ساکارز را ندارند استفاده شده باعث این تفاوت شده است.بیشترین میزان بریکس در نمونه های حاوی شیرین کننده غیر مغذی مربوط به نمونه A1 که حاوی سوکرالوز و آسه سولفام پتاسیم است و کمترین مقدار مربوط به نمونه A5که حاوی سوکرالوز و قند استویا است می باشد، که این تفاوت جزئی می تواند ناشی از تفاوت قدرت شیرین کنندگی قند استویا با آسه سولفام پتاسیم باشد که باعث می شود از میزان کمتری از قند استویا نسبت به آسه سولفام پتاسیم برای ایجاد شیرینی برابر استفاده نمود.اثر منفی قند استویا بر روی میزان بریکس به وسیله محققین دیگر نیز گزارش شده است(۱۰،۱۵). در بررسی آنها نیز با کاهش میزان ساکارز وافزایش قند استویا ، میزان

بریکس کاهش یافت.در تحقیقی که توسط Saniah و Samsiah (۲۰۱۲) برای بررسی جایگزینی قند استویا در نوشابه گازدار به جای ساکارز انجام شد به این نتیجه رسیدند که مواد جامد محلول کل (بریکس) به مقدار ساکارز افزوده شده بستگی دارد. نتایج نشان داد که ساکارز مهمترین عامل در میزان بریکس می باشد در حالیکه استویا تاثیر منفی بر میزان آن دارد(۱۸).

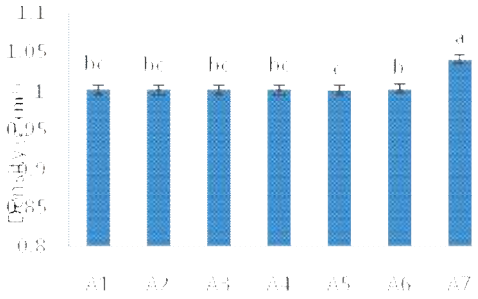
۳-۳- گاز CO_2



شکل ۳- مقدار گاز CO_2 (g/100ml) ، حروف غیر مشابه نشان دهنده معناداری می باشند (p <0.05).

از نظر میزان گاز CO_2، بین نمونه های A1 ، A2 ، A3، A4وA5 تفاوت معنا داری وجود ندارد (p >0.05). ولی بین نمونه های A7 با نمونه های A1 و A2 و نیز نمونه A6 با نمونه A1 تفاوت آماری معنا داری وجود دارد (p<0.05). بیشترین میزان گاز مربوط به نمونه حاوی ساکارز (A7) می باشد که این امر می تواند ناشی از تفاوت ترکیبات این نمونه باسایر نمونه ها باشد. اصولا بسته بندی نوشابه های حاوی شیرین کننده های غیر مغذی همراه با ایجاد کف فراوان می باشد که باعث میگردد میزان گاز این فرآورده ها کمتر از نوشابه های باشد که فقط حاوی ساکارز هستند. تفاوت نمونه A6 نیز می تواند مربوط به فرآیند تولید باشد که با توجه به تفاوت تولید صنعتی با تولید آزمایشگاهی میزان گاز نمونه A6 نسبت به سایر نمونه های حاوی شیرین کننده های غیر مغذی بیشتر شده است. دی اکسید کربن حل شده در نوشیدنی به شرایط اسیدی کمک کرده و اثر تیزی و سوزنی روی زبان تولید می کند که می تواند با پوشاندن پس طعم تلخ استویا در نوشیدنی باعث بهبود طعم گردد.در بررسی Saniah و Samsiah (۲۰۱۲) نیز نمونه های تجاری میزان گاز بیشتری نسبت به نمونه های تولیدی داشتند که علت آنرا تفاوت فشار پر شدن در سیستم تجاری و آزمایشگاهی عنوان نمودند که در سیستم تجاری فشار بالاتر (حدود ۱۲ بار) و نمونه های تولیدی در تحقیق شان در فشار ۴ بار پر شده بود(۱۸).

۳-٤- دانسیته

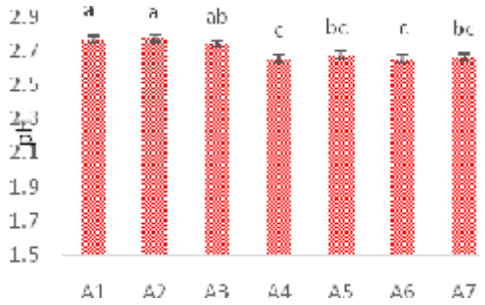


شکل٤- مقدار دانسیته (g/cm^3)، حروف غیر مشابه نشان دهنده معناداری می باشند (p <0.05).

همانطورکه درشکل۴ قابل مشاهده می باشد نمونه های A1، A2، A3، A4 وA5 تفاوت معنا داری با هم ندارند ودر بین این نمونه ها، نمونه A5کمترین دانسیته را نسبت به چهار نمونه دارا می باشد (p >0.05). با توجه به جایگزین شدن کامل قند استویا به جای آسه سولفام پتاسیم در این نمونه و وزن کمتر قند استویا با شیرینی برابر نسبت به آسه سولفام پتاسیم می تواند علت این تفاوت باشد. نمونه کنترل غیر رژیمی (A7) بیشترین مقدار را دارا می باشد و تفاوت آماری معنی داری با بقیه نمونه ها دارد که به علت وجود ساکارز در این نمونه می باشد(p <0.05). نمونه A6 نیز با A5 و A7 تفاوت معناداری داشته اما باسایر نمونه ها تفاوت معنا داری را نشان نمی دهد. در پژوهش صورت گرفته توسط هاشمی و همکاران درسال (۱۳۹۳) برروی شربت رژیمی زعفران، با جایگزینی بیشتر قند استویا به جای ساکارز از میزان دانسیته کاسته شده است (۶). دانسیته محلول رابطه مستقیم با نوع ماده حل شونده و میزان آن دارد

لذا با توجه به ساختار شیمیایی ساکارز و استویا شاهد تفاوت در دانسیته نمونه ها هستیم.

pH -۵-۳



شکل ۵- میزان pH نمونه ها، حروف غیر مشابه نشان دهنده معناداری می باشند ($p < 0.05$).

شکل ۵، pH نمونه ها را نشان می دهد که نمونه های A1 و A2 تفاوت معنا داری ($p<0.05$) با نمونه کنترل غیر رژیمی (A7) دارند ولی نمونه های A3، A4، A5 و A6 تفاوت آماری معنا داری با نمونه A7 ندارند($p>0.05$).مقدار pH از نمونه A1 تا نمونه A5 روند نزولی دارد که شاید این امر به علت تغییر ترکیبات رخ می دهد. هاشمی و همکاران (۱۳۹۳) که اثر جایگزینی قند گیاه استویا با ساکارز برروی خصوصیات فیزیکوشیمیایی، رئولوژیکی و حسی شربت رژیمی زعفران را بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که با افزایش قند استویا میزان pH به طور معنی داری کاهش می یابد. رییسی وهمکاران (۲۰۱۴)گزارش کردند که با افزایش قند استویا کاهش pH در نمونه های آب پرتقال را شاهد هستیم ولی Alizadeh و همکاران (۲۰۱۴) که اثر جایگزین کردن قند استویا با قندهای مصرفی در تولید نوشیدنی های شیر میوه ای را مورد بررسی قرار دادند به این نتیجه رسیدند که نوع قند اثری بر pH نمونه ها ندارد که با توجه به این موارد احتمالا تفاوت تغییرات pH ماده غذایی در حضور قند استویا به نوع و سیستم غذایی و سایر ترکیبات محلول موجود در آن بستگی دارد(۷، ۱۶ و ۱۹).

۳-۶- آزمون حسی

پس از انجام آزمون حسی مشخص گردید که در تمامی نمونه های بررسی شده هیچ گونه اختلاف معنا داری بین نمونه ها از نظر ارزیابان حسی وجود ندارد ($p>0.05$).همانگونه که در جدول ۲ مشخص شده است، در پذیرش کلی نمونه ها تفاوت آماری معنا داری دیده نمی شود. طبق این جدول بالا ترین میزان به نمونه A4 تعلق دارد یعنی نمونه ای که دارای ۷۵ درصد قند استویا و ۲۵ درصد آسه سولفام پتاسیم می باشد. این نمونه حتی از نمونه کنترل غیر رژیمی (A7) که فقط حاوی ساکارز می باشد نیز میزان پذیرش بالاتری را کسب نموده است. کمترین میزان پذیرش نیز به نمونه A2 اختصاص یافته است یعنی نمونه ای که دارای ۲۵ درصد قند استویا و ۷۵ درصد آسه سولفام پتاسیم می باشد.هاشمی و همکاران (۱۳۹۳)، گزارش کردند که با افزایش قند استویا شربت رژیمی زعفران از نظر حسی امتیاز کمتری را کسب نمود و نمونه حاوی ۲۵٪ استویا و ۷۵٪ ساکارز ازسایر نمونه ها از پذیرش حسی بالاتری برخوردار بود(۶).Alizadeh و همکاران (۲۰۱۴)، در بررسی نوشیدنی شیر میوه ای بالاترین امتیاز پذیرش کلی را ارزیابان حسی به نمونه های حاوی ۲۵ درصد استویا و ۷۵ درصد ساکارز داده اند (۷).

جدول۲- ویژگی های حسی نوشابه های تولید شده با فرمولاسیون های مختلف

نمونه ها	شیرینی	پس طعم	طعم	پذیرش کلی
A1	۳/۴۱ ±۰/۷۶^{a}	۲/۸۷ ±۰/۸۴^{a}	۳/۰۰ ±۰/۸۹^{a}	۳/۱۲ ±۱/۰۵^{a}
A2	۳/۲۲ ±۰/۷۶^{a}	۳/۱۶ ±۰/۸۴^{a}	۲/۷۰ ±۰/۸۲^{a}	۲/۸۳ ±۰/۹۳^{a}
A3	۳/۳۵ ±۰/۷۹^{a}	۳/۱۶ ±۰/۹۴^{a}	۳/۰۰ ±۰/۹۶^{a}	۳/۱۲ ±۰/۹۲^{a}
A4	۳/۴۱ ±۰/۸۸^{a}	۳/۱۲ ±۰/۷۶^{a}	۲/۹۰ ±۰/۷۴^{a}	۳/۲۹ ±۰/۷۳^{a}
A5	۳/۰۹ ±۰/۹۰^{a}	۳/۰۶ ±۰/۹۶^{a}	۲/۸۰ ±۰/۹۴^{a}	۳/۰۳ ±۰/۸۷^{a}
A6	۳/۱۲ ±۰/۸۴^{a}	۲/۸۰ ±۰/۸۷^{a}	۲/۹۳ ±۱/۰۹^{a}	۲/۹۰ ±۱/۱۰^{a}
A7	۳/۱۶ ±۰/۸۳^{a}	۳/۳۳ ±۱/۱۵^{a}	۳/۵۸ ±۱/۰۸^{a}	۳/۱۶ ±۱/۰۲^{a}

اعداد گزارش شده در ستون ها، میانگین ± انحراف معیار استاندارد می باشند. حروف مشابه نشان دهنده عدم معناداری است ($p > 0.05$).

پس طعم نمونه ها تفاوت آماری معنا داری با هم ندارند ($p>0.05$). قند استویا به داشتن پس طعم تلخ شناخته شده است. مطالعات اولیه نشان داد مقداری پس طعم تلخ وقتی که میزان قند استویا افزوده شده به نوشابه گازدار از ۰/۵ درصد بیشتر شود، ایجاد می گردد. که این میزان در این سطح نیز برای مشتری قابل پذیرش می باشد ولی با ترکیب صحیحی از ساکارز پس طعم تلخ قابل پوشاندن است (جدول ۲)(۱۸).مقایسه طعم نمونه ها در جدول۲ نشان داده شده است. طبق این جدول تفاوت معنا داری بین نمونه ها وجود ندارد($p>0.05$). در این مقایسه بهترین طعم را نمونه کنترل غیر رژیمی(A7) به خود اختصاص داده که فقط ساکارز به عنوان شیرین کننده آن است و کمترین امتیاز متعلق به نمونه A2 است که حاوی ۲۵ درصد قند استویا و ۷۵ درصد آسه سولفام پتاسیم می باشد.بررسی میزان شیرینی نمونه ها نشان داده شده است که میان هیچ کدام از نمونه ها تفاوت آماری معنا داری از لحاظ میزان شیرینی وجود ندارد($p>0.05$). کمترین میزان شیرینی مربوط به نمونه A5می باشد که حاوی ۱۰۰ درصد قند استویا است و بیشترین شیرینی را نمونه A4 که حاوی ۷۵ درصد قند استویا و ۲۵ درصد آسه سولفام پتاسیم می باشد، به خود اختصاص داده است.در تحقیقی که هاشمی و همکاران (۱۳۹۳) برروی شربت رژیمی زعفران وجایگزینی قند استویا به جای ساکارز انجام داده اند مشاهده کردند که با افزایش میزان قند استویا بریکس، دانسیته، pH و پذیرش کلی کاهش می یابد و بهترین ترکیب ۲۵ درصد قند استویا و۷۵ درصد ساکارز بود که برخلاف تحقیق صورت گرفته می باشد. شاید علت این امر به خصوصیات متفاوت ساکارز و شیرین کننده های مصنوعی بر می گردد که قابلیت پوشاندن طعم های نامطلوب و ایجاد ترکیبی قابل پذیرش را در حداکثری دوز مصرفی قند استویا در محصول ایجاد می نمایند(۶).در تحقیقی دیگر که Carvalho و همکاران (۲۰۱۳) انجام دادند ریبادیوزید A و سوکرالوز را جایگزین ساکارز در مربای رژیمی توت فرنگی رنگ شده با آب Cranberry نموده، پس از مقایسه با نمونه کنترل که حاوی ساکارز بود مشاهده کردند که نمونه حاوی صد درصد ریبادیوزید A در تمامی آزمون های ارزیابی حسی نسبت به دیگرنمونه ها برتری داشت(۱۰). Cadena وهمکاران (۲۰۱۳) ویژگی های حسی و فیزیکوشیمیایی نکتار انبه شیرین شده با شیرین کننده های مختلف از جمله استویا، ریبادیوزید A، سوکرالوز و ترکیب هایی از آنها را بررسی کردند. در پایان مشاهده کردند که سوکرالوز در تمامی نمونه ها بهترین جایگزین برای ساکارز می باشد(۸).

Rochaو Bolini (۲۰۱۵) در یک مطالعه شیرینی معادل وایده آل برای آب میوه گرمسیری با ساکاروز و شیرین کننده های دیگر را بررسی کردند. ابتدا نمونه شیرین شده با ساکاروز با درصدهای مختلف جهت سنجش شیرینی ایده آل پذیرش شده تهیه گردید. طبق نمودار خطی بدست آمده ایده آل ترین شیرینی در میزان ۹/۴ گرم در ۱۰۰ سی سی ساکاروز می باشد. نتایج نشان داد سوکرالوز و آسپارتام بهترین جایگزین برای ساکاروز بوده و استویا بدترین جایگزین می باشد (۱۷).

٤- نتیجه گیری

نوشابه محصولی است که به سبب جذابیت و طعم آن مصرف بالایی در گروه های سنی مختلف دارد. از آنجایی که مصرف نوشابه های حاوی شکر ارتباط هماهنگ و قوی با اضافه وزن و چاقی داشته، می تواند زمینه ساز مواردی همچون سرطان، بیماری های قلبی عروقی، دیابت، فشار خون و انواع دیگر بیماری ها گردد. از اینرو همواره نهادهای نظارت بر سلامت عمومی، تاکید بر کاهش مصرف و دسترسی به قندها و نوشیدنی های شیرین شده با شکر در کودکان و افراد بالغ دارند. اما کاهش مصرف غذا و نوشیدنی های شیرین کار ساده ای نیست.جایگزین کردن شکر با شیرین کننده های مصنوعی باعث کاهش کالری محصول می شود ولی برخی مطالعات نشان داده که این کاهش کالری توسط شیرین کننده های مصنوعی عملا به کاهش وزن و یا عدم افزایش آن منجر نشده است، بلکه منجر به افزایش وزن و افزایش خطر فاکتورهای سندرم های متابولیکی می گردد.پس جستجو و جایگزین کردن شیرین

کننده هایی که طبیعی بوده و نگرانی هایی که درخصوص شیرین کننده های مصنوعی از بابت عوارض جانبی احتمالی وجود دارد باعث گردید قند استویا که سال هاست در بسیاری از کشور ها به صورت های مختلف همچون شیرین کنندگی و موارد درمانی مورد مصرف قرار می گیرد در این مطالعه جایگزین شیرین کننده مصنوعی آسه سولفام پتاسیم در نوشابه های رژیمی شود. در پژوهش حاضر قند استویا در نوشابه رژیمی که حاوی شیرین کننده های سوکرالوز و آسه سولفام پتاسیم بود، جانشین آسه سولفام پتاسیم گردید و ویژگی های فیزیکو شیمیایی و حسی آن مورد ارزیابی قرار گرفت.هدف اصلی در اینجا بررسی امکان تولید نوشابه رژیمی با قند استویا می باشد و نیز یافتن بهینه ترین ترکیب همراه با سوکرالوز به نحوی که مورد پذیرش مشتری بوده و مشخصات فیزیکوشیمیایی مورد تاییدی داشته باشد. در خصوصیات حسی تمامی نمونه ها با هم و با نمونه های کنترل اختلاف آماری معنا داری با یکدیگر نداشتند که قابل پذیرش بودن آن را توسط مشتریان نشان می دهد. از آنجایی که هدف در این تحقیق جایگزینی حداکثری قند استویا به جای شیرین کننده مصنوعی آسه سولفام پتاسیم می باشد پس می توان نتیجه گرفت که نمونه حاوی قند استویا و سوکرالوز (A5) از طرف مشتریان قابل پذیرش خواهد بود. از نتایج بریکس و دانسیته نمونه ها مشخص گردید که تمامی نمونه ها اختلاف آماری معنا داری با نمونه کنترل غیر رژیمی دارند ($p<0.05$). این اختلاف بریکس و دانسیته به سبب وجود ساکارز در نمونه کنترل غیر رژیمی بوده که عامل مثبت و اصلی در افزایش میزان بریکس و دانسیته در محصول می باشد. نتایج آزمون گاز CO_2 و pH نشان دادکه به جز نمونه های A1 و A2 سایر نمونه ها اختلاف معنا داری با نمونه (A7) ندارند. در آزمون اسیدیته به جز نمونه های A2 و A4 سایر نمونه ها اختلاف معناداری با نمونه شاهد از خود نشان ندادند($p >0.05$). از سوی دیگر تمامی نتایج در محدوده مجاز سازمان ملی استاندارد ایران به شماره ۱۲۵۰ برای نوشابه رژیمی قرار دارد. از اینرو نوشابه رژیمی که حاوی قند استویا و سوکرالوز باشد، از طرف نهادهای ذیصلاح مربوطه قابل پذیرش خواهد بود (۱).در این تحقیق مشخص گردید که جایگزینی ۱۰۰ درصدی استویا به جای آسه سولفام پتاسیم و در ترکیب با سوکرالوز در نوشابه رژیمی (A5) بدون تغییرات اساسی در خواص فیزیکو شیمیایی و حسی نوشابه امکان پذیر بوده و ایده ال ترین نسبت نیز می باشد چرا که هدف این تحقیق استفاده حداکثری مجاز از استویا در نوشابه رژیمی وتبدیل آن به یک محصول فراسودمند بوده است. لذا با توجه به نتایج این تحقیق و نتایج بدست آمده از سایر تحقیقات مرتبط می توان گفت که برای افزودن قند استویا به هر نوع ترکیب ماده غذایی شیرین نیاز به بررسی دقیق و فرموله کردن آن برای استفاده حداکثری از شیرینی آن ضروری به نظر می رسد. همچنین محصول فرموله شده باید شرایط تولید صنعتی مقرون به صرفه را داشته باشد تا امکان تولید تجاری آن فراهم گردد.

۵- سپاسگزاری

نویسندگان این مقاله به منظور در اختیار قرار دادن امکانات آزمایشگاهی و مواد اولیه این پژوهش بوسیله شرکت زمزم ایران و شرکت زمزم تهران، از همکاری صمیمانه این دو شرکت، تشکر و قدر دانی می نمایند.

٦- منابع

۱. استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۵۰. ۱۳۹۰. تجدید نظر چهارم، نوشابه گازدار- ویژگیها.
۲. استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۱۱. ۱۳۸٦. تجدید نظر ششم، آب آشامیدنی-ویژگیهای میکروبیولوژی.
۳. استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۵۳. ۱۳۸۸. تجدید نظر پنجم، آب آشامیدنی-ویژگیهای فیزیکوشیمیایی.
٤. استاندارد ملی ایران شماره ۲۱۷۹. ۱۳٥٦. چاپ اول، ویژگیها و روشهای آزمون کربن دی اکسایدمایع

۵. استاندارد ملی ایران شماره ۱۲٤۹. ۱۳۸۱. تجدید نظر اول، نوشابه های گازدار – آزمون شیمیایی.

٦. هاشمی، ن.، ربیعی،ح.، توکلی پور، ح.، گازرانی، س. ۱۳۹۳. بررسی اثرجایگزینی قندگیاه استویا (Stevia rebaudiana) با ساکارز برروی خصوصیات فیزیکوشیمیایی، رئولوژیکی و حسی شربت رژیمی زعفران. *نشریه زراعت و فناوری زعفران*، جلد۲، شماره٤، ۳۱۰-۳۰۳.

7. Alizadeh, M., Azizi-lalabadi, M., Hojat-ansari, H., & Kheirouri, S. 2014. Effect of Stevia as a substitute for sugar on physicochemical and sensory properties of fruit based milk shake. *Journal of scientific research and reports*, 3(11): 1421-1429.
8. Cadena, R.S., Cruz, A.G., Netto, R.R., Castro, W.F., Faria, J.D.A.F., & Bolini, H.M.A. 2013. Sensory profile and physicochemical characteristics of mango nectar sweetened with high intensity sweeteners throughout storage time. *Food Research International*, 54(2): 1670-1679.
9. Cardoso, J.M.P., & Bolini, H.M.A. 2008. Descriptive profile of peach nectar sweetened with sucrose and different sweeteners. *J Sens Stud*, 23: 804–16.
10. Carvalho, A.C.G.D., Oliveira, R.C.G.D., Navacchi, M.F.P., Costa, C.E.M.D., Mantovani, D., Dacôme, A.S., ... & Costa, S.C.D. 2013. Evaluation of the potential use of rebaudioside-A as sweetener for diet jam. *Food Science and Technology (Campinas)*, 33(3): 555-560.
11. Geuns, J.M.C. 2008. Stevioside: a safe sweetener and possible new drug for the treatment of the metabolic syndrome. Sweetness and Sweeteners, 38, pp 561-614.
12. Hanson, J.R., & De Oliveira, B.H. 1993. Stevioside and related sweet diterpenoid glycosides. *Natural product reports*, 10(3): 301-309.
13. Kappes, S.M., Schmidt, S.J., Lee, S.Y. 2007.Relationship between Physical Properties and Sensory Attributes of Carbonated Beverages.Journal of Food Scince, Vol 72, Issue 1,pages S001–S011,January/February 2007.
14. Lee, T., Chang, P.K., Bell, Z., FINNERTY, F.M. 2007.Diet Cola beverages. (Patents).US 20080226799 A1 .sep 18 2008.
15. Puri, M., Sharma, D., & Tiwari, A.K. 2011. Downstream processing of stevioside and its potential applications. *Biotechnology Advances*, 29(6): 781-791.
16. RaiesiArdali, F., Alipour, M., 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*, 2(2), 1131.
17. Rocha, I.F.D.O., & Bolini, H.M.A. 2015. Different sweeteners in passion fruit juice: Ideal and equivalent sweetness. *LWT-Food Science and Technology*, 62(1), 861-867.
18. Saniah, K., & Samsiah, M.S. 2012. The application of Stevia as sugar substitute in carbonated drinks using Response Surface Methodology. *J. Trop. Agric. and Fd. Sc*, 40(1): 23-34.
19. Saniah, K., Sharifah Samsiah, M., Mohd Lip, J., MohdNazrul, H., & Azizah, I. 2009. The potential of Stevia as an herbal sugar substitute in a non-carbonated drink. In Proceedings of national conference on new crops and bioresources, 15-17.
20. Soejarto, D. D., Kinghorn, A. D., & Farnsworth, N. R. 1982. Potential sweetening agents of plant origin. III. Organoleptic evaluation of Stevia leaf herbarium samples for sweetness. *Journal of natural products*, 45(5), 590-599.

(Original Research Paper)

Investigation of Physicochemical and Sensory Properties of Diet Soft Drink with Stevia (*Stevia rebaudiana)*

Jalaleddin Mokari[1], Yousef Ramezan[2]*

1-MSc Graduated of Food Science and Technology, Faculty of Pharmacy, University of Medical Sciences, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2-Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Nutrition and Food Sciences Research Center, University of Medical Sciences, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Received: 17/09/2017 Accepted:23/01/2018

Abstract

Today, the production and consumption of functional food products have attracted more applicants. In this study, stevia was replaced by acesulfame potassium sweetener as a non-calorie sweetener and added properties in carbonated beverages containing synthetic sweeteners acesulfame potassium and sucralose. Stevia with different percentages (0, 25, 50, 75 and 100) was replaced instead of acesulfame potassium sweetener in samples A1, A2, A3, A4, A5, respectively, and physicochemical properties of the samples were tested and evaluated to determine the most optimal formula. Two control samples were used in this study, which included the A6 sample, a commercial beverage containing sucralose and acesulfame potassium sweeteners available on the market (diet control sample), and the A7 sample containing only sucrose as a sweetener with a brix of 10 (non-dietary control sample). Acidity, brix, CO_2 gas, density, pH and sensory tests were performed. No significant differences were found in the sensory properties ($p > 0.05$). The results showed that the non-dietary control sample in brix and density had a statistically significant difference with other samples ($p <0.05$). Which indicated that sucrose plays a significant role in the amount of brix and density. In the pH and CO_2 tests, the A3, A4, A5, A6 samples did not show a significant difference with the non-dietary control sample. In the acidity test, the A1, A3, A5, A6 samples did not show a significant difference with the non-dietary control sample ($p >0.05$). The overall results showed that stevia could be replaced at a maximum rate of 100% as an alternative to synthetic acesulfame potassium (A5) in a beverage without significantly altering the physicochemical and sensory properties of the product.

Keywords: Stevia, Dietary Soft Drink, Physicochemical Properties, Functional Food

*Corresponding Author: y.ramezan@iaups.ac.ir