

## بررسی تاثیر استویا و ایزومالت به عنوان جایگزین شکر بر خواص کیفی و حسی آبنبات میوه ای

منیره صدفی<sup>۱</sup>، بیژن خورشیدپور<sup>۲\*</sup>، مهناز هاشمی روان<sup>۲</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ورامین- پیشوا، ورامین، ایران

۲- اعضای هیئت علمی گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ورامین- پیشوا، ورامین، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۳/۰۴/۳۰ تاریخ پذیرش: ۹۳/۰۶/۲۶)

### چکیده

شکر نقش بسزایی را در افزایش سطح گلوکز خون ایفا می کند. آبنبات فرآورده ای است که به مقدار زیادی شکر جهت پخت نیاز دارد. هدف از این تحقیق، استفاده از استویا و ایزومالت به عنوان جایگزین شکر و گلوکز به منظور تهیه آبنبات رژیمی بود. بنابراین ۱۰ فرمولاسیون مختلف آب نبات بر حسب نسبت های متفاوت پودر استویا (۰/۰۱، ۰/۰۲۵ و ۰/۱۵ درصد) و ایزومالت (۹۶، ۹۴ و ۹۸ درصد) و یک نمونه شاهد تهیه گردید. آزمون های شیمیایی، فیزیکی، حسی، رنگ سنجی، بافت سنجی و میکروبیولوژیکی انجام گردید. در نهایت نتایج حاصل از آزمایشات در قالب طرح کاملاً تصادفی به روش فاکتوریل با سه تکرار مورد آنالیز قرار گرفتند ( $p < 0/01$ ) و میانگین داده ها توسط آزمون دانکن با یکدیگر مقایسه شدند ( $p < 0/05$ ). نتایج آزمون بافت سنجی نشان داد که جایگزینی ساکارز با افزایش میزان عصاره برگ استویا و ایزومالت نسبت به نمونه شاهد موجب سفتی بافت آب نبات گردید.

نتایج آزمون رنگ سنجی نشان داد که افزایش ایزومالت و پودر استویا موجب افزایش پارامتر ( $L^*$ ) و کاهش پارامترهای ( $a^*$ ) و ( $b^*$ ) گردید. در آزمون حسی نیز آبنبات حاوی ۰/۰۲۵ درصد استویا و ۹۶ درصد ایزومالت بیشترین پذیرش کلی را داشت. در آزمون میکروبی نیز هیچ گونه آلودگی میکروبی مشاهده نشد و بهترین فرمولاسیون آب نبات شامل ۹۶ درصد ایزومالت و ۰/۰۲۵ درصد استویا شناخته شد. به طور کلی نتایج نشان داد استویا و ایزومالت می توانند جایگزین مناسبی برای شکر و گلوکز باشند و از ایزومالت علاوه بر شیرین کنندگی می توان به عنوان اصلاح کننده تلخی استویا نیز استفاده نمود.

**کلید واژگان:** آب نبات میوه ای، استویا، ایزومالت، بافت سنجی، رنگ سنجی

\* مسئول مکاتبات: bijankhorshidpour@yahoo.com

## ۱- مقدمه

امروزه مصرف فرآورده های شیرین به صورت مختلف یکی از عادات تغذیه ای روزمره در سراسر جهان است و در طی سالیان متمادی مصرف آنها سیر صعودی داشته است. در فرمولاسیون محصولات مختلف قنادی از قبیل آبنبات، تافی، فوندانت انواع ژله و شکلات از ساکارز استفاده می شود. ساکارز به عنوان مهمترین جزء اصلی موجود در فرآورده های شیرین مطرح می باشد، زیرا علاوه بر دارا بودن طعم شیرین و بدون ته مزه، دارای خواص بافت دهنده گی بوده و به عنوان ماده اولیه پایه در تشکیل بافت انواع فرآورده های شیرین نقش اساسی ایفا می کند. به دلیل افزایش ناگهانی و نامطلوب قند خون، چاقی و تسریع در پوسیدگی دندان مصرف ساکاروز با محدودیتهایی همراه است. آگاهی مردم از اینکه تغذیه مناسب می تواند در سلامتی افراد موثر باشد، موجب شده تا امروزه تولیدکنندگان مواد غذایی، محصولاتی با چربی، شکر و نمک کم و فیبر بیشتر تولید نمایند که این رژیم های غذایی می تواند از بروز برخی از بیماری ها جلوگیری کند [۱].

آبنبات نوعی شیرینی است که قسمت عمده آن را شکر یا شیرین کننده های دیگر تشکیل می دهد و از جوشاندن شیرین کننده ها با آب به اضافه چاشنی مناسب و بعد سرد کردن و شکل دادن شربت غلیظ حاصل می شود. آبنبات ها را در گروه یا دسته های مختلف تقسیم می نمایند که هر دسته خصوصیات فیزیکی یا بافتی مشخصی دارد و تنوع هر دسته معمولا در چاشنی های مصرفی و گاهی نیز در شکل ظاهری آنهاست [۲]. امروزه توجه ویژه ای به تولید آبنبات های رژیمی معطوف شده است طوریکه از قندهای مصنوعی مانند اسپارتام و آسه سولفام به همراه شیرین کننده های حجم دهنده ای مانند سوربیتول برای کاهش کالری این محصولات و کاستن عوارض ساکارز در این فرآورده ها استفاده شده است. آبنبات در گروه های سنی مختلف محصولی پرطرفدار و پرمصرف است ولی مصرف آن به علت داشتن کالری چشمگیر برای افراد مبتلا به چاقی و دیابتی محدودیت دارد بنابراین از طریق کاهش میزان ساکارز و گلوکز و استفاده از ایزومالت و استویا ضمن کاهش کالری می توان از فساد دندان نیز جلوگیری کرد [۳].

انواع مختلفی از جایگزین های شکر در بازار موجود می باشد، اما نکته مهم عملکرد این مواد برای بدست آوردن محصولات با ویژگی های کیفی مطلوب می باشد. استویا گیاهی کوتاه قد

و بوته ای می باشد که بومی مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری غربی آمریکای شمالی تا آمریکای جنوبی است. بیش از ۲۰۰ گونه استویا در جهان شناسایی شده است، اما مهمترین گونه این گیاه استویا ریبادیانا می باشد که به صورت وحشی و به فرم بوته های کوچک در بخش هایی از پاراگوئه و برزیل رشد می کند. گونه های استویا که عموماً با نام برگ شیرین، برگ قندی، برگ عسلی و یا به طور ساده استویا شناخته شده اند، به جهت استفاده از برگ شیرینشان به طور وسیعی کاشته می شوند. برگهای این گیاه منبع مناسبی از گلیکوزیدهای دی ترپنوئید می باشد که این گلیکوزیدها مسئول اصلی طعم شیرین استویا است و قدرت شیرین کنندگی آن ها حدود ۳۰۰ برابر ساکارز می باشد و در عین حال دارای کالری کمی نیز می باشد. عصاره برگهای گیاه استویا در کنار خاصیت شیرین کنندگی، دارای خواص درمانی زیادی از جمله کاهش دهنده قند خون و فشار خون، ضد التهاب، ضد تومور و تنظیم کننده سیستم ایمنی بدن نیز می باشد [۴]. مطالعات سم شناسی مختلفی بر روی مواد شیرین کننده استویا انجام شده است که بیشتر این تحقیقات عدم جهش زا بودن و سرطان زا بودن عصاره آن را تایید کرده اند [۵]. ترکیبات شیرین کننده عصاره این گیاه در  $\text{pH} = 3-9$  و دمای ۱۰۰ درجه سانتیگراد پایدار هستند، تخمیر نمی شوند و رنگ آنها در اثر پخت تغییر نمی کند، به همین دلایل استویا کاربردهای وسیعی در فرآورده های خوراکی داشته و می تواند بعنوان منبع شیرین کننده در محصولاتی همچون محصولات قنادی و نانوائی، آبمیوه، مربا، شکلات، بیسکویت و دیگر مواد غذایی مورد استفاده قرار گیرد [۶].

حمزه لوثی و همکارانش (۱۳۸۸) نیز در مطالعه خود، شیرین کننده های استخراج شده از استویا را به جای شکر در فرمولاسیون بیسکویت جایگزین کردند. آن ها گزارش کردند که شیرین کننده استویا علاوه بر اینکه موجب ایجاد طعم شیرین و خوشایندی در این محصول می گردد، از طریق کاهش اندیس پراکسید چربی استخراجی نیز موجب بهبود کیفیت و افزایش عمر ماندگاری محصول می شود [۷].

یکی دیگر از انواع شیرین کننده های رژیمی ایزومالت است که در سالهای اخیر به صنایع غذایی راه پیدا کرده و مورد استقبال بسیاری از کشورهای جهان قرار گرفته است. ایزومالت قند مصنوعی نبوده و از شکر مشتق می شود و با اینکه قدرت

## ۲-۲- روش تهیه آبنبات پرتقالی

ایزومالت ابتدا باید در آب حل گردد تا به محلول شفاف تبدیل شود بر این اساس به نسبت ۲ به ۱ ایزومالت و آب را با هم مخلوط کرده، برای حل کردن ایزومالت نیاز به دمای حدود ۸۰-۹۰ درجه سلسیوس نیاز داریم براین اساس باید از آب داغ ۷۰-۹۰ درجه سلسیوس استفاده شود. در این راستا ۳ فاکتور زمان، دما و سرعت همزدن برای حل شدن کامل ایزومالت موثر است و افزایش دما و دور همزن سبب کاهش مدت زمان حل شدن می‌شود، پس از طی حدود ۵ دقیقه محلول شفافی حاصل می‌شود که قابل استفاده است. در مرحله پخت دما فاکتوری بسیار مهم است و پس از آماده شدن ایزومالت، پودر استویا با درجه خلوص ۹۷ درصد و اسید سیتریک را به ظرف اضافه کرده و همزدن را ادامه داده تا دما به حدود ۱۶۲-۱۵۷ درجه سلسیوس برسد، در این لحظه ظرف را از روی حرارت برداشته رنگ را اضافه کرده و پس از ۱ الی ۲ دقیقه نمونه‌ها را داخل قالب ریخته تا شکل بگیرند و پس از چند دقیقه نمونه‌ها را داخل لفاف پیچیده تا آماده آزمایشات گردد.

## ۲-۳- آزمون های فیزیک و شیمیایی

### ۲-۳-۱- اندازه گیری رطوبت

۵ گرم از نمونه آماده شده در داخل یک ظرف شیشه‌ای ته صافی که قبلا به وزن ثابت رسیده وزن شد، درب ظرف را بسته و نمونه با حرکت ملایم ظرف در ته ظرف شیشه‌ای پخش گردید. سپس ظرف را در آون خلا قرار داده، درب ظرف را برداشته و به مدت ۲ ساعت در درجه حرارت ۶۵ درجه سلسیوس در فشار ۵۰ میلی‌لیتر جیوه حرارت داده شد سپس درب ظرف را گذاشته و آن را به داخل یک دسیکاتور منتقل کرده تا سرد شود. ظرف محتوی نمونه را وزن کرده و عدد به دست آمده را یادداشت و مجددا ظرف در داخل آون خلا قرار داده شد پس از خارج کردن و سرد کردن دوباره آن وزن شد. این عمل تا زمانی که اختلاف دو توزین کمتر از ۲ میلی‌گرم باشد تکرار گردید. درصد وزنی رطوبت با رابطه ۱ محاسبه گردید.

Formula(1)

$$H = \frac{M_1 - M_2}{M_1} \times 100$$

که در آن  $M_1$  وزن نمونه مورد آزمایش و  $M_2$  وزن نمونه خشک شده بر حسب گرم می باشد.

شیرین‌کنندگی آن نصف ساکارز است ولی از نظر طعم و مزه کاملا مشابه شکر می‌باشد و برخلاف شیرین‌کننده‌های مصنوعی علاوه بر خاصیت شیرین‌کنندگی به عنوان عامل حجم‌دهنده و ایجاد بافت در مواد غذایی و نیز به عنوان پرکننده در قرص‌ها و داروها و جایگزین شکر در انواع شربت خوراکی و دارویی به کار می‌رود. قندهای الکلی به عنوان شیرین‌کننده در بسیاری از فرآورده های شیرین به کار می‌رود. قندهای الکلی گسترده‌گی و تنوع زیادی دارند و انواع مختلفی از این ترکیبات در کشورهای صنعتی به صورت انبوه تولید و به بازار عرضه میشود [۸]. استفاده از موادی همچون ایزومالت که شاخص گلیسمی پایینی دارند در فرمولاسیون مواد غذایی موثر می باشد. ایزومالت برخلاف شکر دارای خواص فیزیولوژیکی مفیدی هست از جمله مانع پوسیدگی دندان می‌شود، در برابر باکتری‌های مضر دهانی مقاوم بوده و در دهان تجزیه نمی‌شود، میزان کالری آن نصف شکر است، برای سلامت دستگاه گوارش و تنظیم فعالیت روده مفید است (مانند فیبر رژیمی عمل می‌کند) و در دستگاه گوارش به صورت جزئی و تدریجی متابولیزه شده بنابراین اثر بسیار کمی روی قندخون و انسولین دارد [۹].

بنابراین هدف از این تحقیق بررسی اثر جایگزینی ساکارز و گلوکز توسط شیرین‌کننده های رژیمی استویا و ایزومالت در مقادیر مختلف به منظور تولید آبنبات رژیمی پرتقالی و بررسی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی، خواص رنگی و ارگانولپتیکی آن بود.

## ۲- مواد و روش ها

### ۲-۱- مواد

مواد مورد استفاده در فرآیند تولید آبنبات پرتقالی شامل رنگ پرتقالی<sup>۱</sup> ( TA- 8020- KK ساخت شرکت روهای هند)، اسید نوع JPS (ساخت کشور چین)، اسانس (نوع AL NCIA orange NATURAL 5496)، پودر استویا ۹۷ درصد، (نوع lot NO GIG- RA 97- 120929 رکت فرانسه) و ایزومالت (نوع ۱۶۵۰ کاراگیل) بود.

1. sansetyellow

### ۲-۳-۲- اندازه‌گیری خاکستر سولفات

روش کار به این صورت بود که ۵ گرم از نمونه آماده شده در یک کیسول پلاتینی توزین شد، سپس ۵ میلی‌لیتر اسید سولفوریک ۱۰ درصد به آن افزوده و ظرف به آهستگی روی اجاق برقی حرارت داده شد تا کاملاً یونیزه شود سپس تدریجاً حرارت را افزایش داده تا بخارات اسید سولفوریک از آن متصاعد شود. ماده کربونیزه در کوره در دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس حرارت داده شد تا خاکستر شده و سپس خاکستر را سرد نموده و با ۲-۳ میلی‌لیتر اسید سولفوریک ۱۰ درصد مرطوب کرده و مجدداً روی اجاق به شدت حرارت داده تا بخارات اسید سولفوریک خارج گردد. نمونه در کوره در دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس به مدت زمان ۲ ساعت قرار داده شد سپس آن را خارج کرده و در دسیکاتور سرد و توزین شد. این اعمال تا زمانی که اختلاف دو توزین کمتر از یک میلی‌گرم شود ادامه یافت. درصد خاکستر سولفات از رابطه ۲ بدست آمد که در آن  $M_1$  میزان خاکستر و  $M_2$  وزن نمونه خشک شده بر حسب گرم می باشد [۱۰].

#### Formula(2)

$$Ash = \frac{M_1}{M_2} \times 100$$

### ۲-۳-۳- اندازه‌گیری خاکستر نامحلول در اسید

برای اندازه‌گیری میزان خاکستر نامحلول در اسید، ۶ گرم نمونه آماده شده را در یک کیسول چینی خشک و تمیز که قبلاً به وزن ثابت رسیده توزین کرده و به آرامی روی شعله حرارت داده شد تا نمونه کربونیزه شود. سپس کیسول حاوی نمونه در داخل کوره با دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس قرار داده شد تا نمونه کاملاً به خاکستر سفید تبدیل شود. کیسول را در دسیکاتور سرد کرده و سپس ۲۵ میلی‌لیتر اسید کلریدریک رقیق ۵ نرمال به آن افزوده شد، درب کیسول را با شیشه ساعت بسته و روی شعله تا نزدیک جوش آمدن حرارت داده شد و سپس سرد گردید. محتویات کیسول را از کاغذ صافی بدون خاکستر یا معادل آن عبور داده و سپس کاغذ صافی با آب داغ شسته شد، عمل شستشو را آنقدر ادامه داده تا حاصل شستشو عاری از کلرورگردد. کاغذ صافی و باقیمانده روی آن را مجدداً به کیسول منتقل نموده و برای سه ساعت در گرمخانه با دمای ۱۰۵ درجه سلسیوس قرار داده شد، سپس در کوره با دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس به مدت یک ساعت قرار داده شد و سپس کیسول داخل دسیکاتور سرد و سپس توزین شد،

توزین را تا زمانی ادامه داده که اختلاف دو توزین کمتر از یک میلی‌گرم شود. درصد وزنی خاکستر نامحلول در اسید طبق رابطه ۲ محاسبه گردید که در اینجا  $M_1$  میزان خاکستر نامحلول در اسید بر حسب گرم می باشد.

### ۳- آزمون‌ها

#### ۳-۱- آزمون بافت

برای انجام این آزمون از دستگاه آنالیز بافت<sup>۲</sup> استفاده گردید [۱۱]. برای این منظور نمونه‌های آبنبات در ابعاد ۲×۲ cm در درون ظرفی بر روی صفحه دستگاه قرار داده شد، سپس پروب استوانه‌ای دستگاه به قطر ۸ میلی‌متر با سرعت ۶۰ mm/s تا لحظه شکستن نمونه آبنبات نیرو وارد می کرد که بیشترین نیروی لازم جهت شکستن آبنبات تحت عنوان سفتی بافت (Fmax) اندازه‌گیری شد.

#### ۳-۲- ارزیابی رنگ آبنبات

آنالیز رنگ آبنبات از طریق تعیین سه شاخص  $L^*$ ،  $a^*$  و  $b^*$  صورت پذیرفت. شاخص  $L^*$  معرف میزان روشنی نمونه می باشد و دامنه آن از صفر (سیاه خالص) تا ۱۰۰ (سفید خالص) متغیر است. شاخص  $a^*$  میزان نزدیکی رنگ نمونه به رنگ های سبز و قرمز را نشان می دهد و دامنه آن از ۱۲۰- (سبز خالص) تا ۱۲۰+ (قرمز خالص) متغیر است. شاخص  $b^*$  میزان نزدیکی رنگ نمونه به رنگ های آبی و زرد را نشان می دهد و دامنه آن از ۱۲۰- (آبی خالص) تا ۱۲۰+ (زرد خالص) متغیر می باشد. تصویر نمونه‌ها با دوربین ۱۶ مگا پیکسل روی زمینه سفید گرفته شد. برای نورپردازی فضای جعبه از دو نوع لامپ تنگستن و فلورسنت استفاده شد. زاویه تابش نور با سطح افقی تصویر، زاویه ۴۵ درجه داشت، سپس تصاویر در اختیار نرم افزار Image J قرار گرفت. با فعال کردن فضای LAB در بخش Plugins، شاخص های فوق محاسبه شد [۱۲].

#### ۳-۳- آزمون حسی

خصوصیات حسی نمونه‌های آبنبات شامل رنگ، طعم، بافت، چسبندگی به لفاف دهان و پذیرش کلی توسط ۱۰ ارزیاب آموزش دیده با روش امتیازدهی هدونیک ۵ نقطه ای مورد ارزیابی قرار گرفتند. ارزیابی حسی تحت شرایط مشابه نور، دما

2. Texture Analyzer, Model M350-10oct, Testometric, England

و رطوبت انجام گرفت که این شرایط در همه آزمایش‌ها ثابت بودند [۱۳].

### ۳-۴- طرح آماری و تجزیه و تحلیل داده‌ها

جهت بررسی نتایج، از طرح آماری کاملاً تصافی به روش فاکتوریل استفاده شد. اطلاعات با استفاده از نرم افزار آماری SAS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال آلفا برابر با ۰/۰۵ با همین نرم افزار انجام شد. متغیرهای فرآیند شامل پودر استویا در سه سطح (۰/۰۱، ۰/۰۲۵ و ۰/۱۵ درصد) و ایزومالت در سه سطح (۹۴، ۹۶ و ۹۸ درصد) بود و آزمایشات در سه تکرار انجام شد. از جمله پارامترهای فیزیکوشیمیایی مدنظر جهت اندازه‌گیری در محصول نهایی شامل رطوبت، خاکستر سولفاته، خاکستر نامحلول در اسید، رنگ، ویژگی‌های بافتی و خواص حسی بود. برای ترسیم نمودارها نیز از نرم‌افزار Microsoft Excel استفاده می‌گردد.

### ۴- نتایج و بحث

#### ۴-۱- ارزیابی خصوصیات فیزیکوشیمیایی آبنبات

رطوبت: آب یکی از اجزای اصلی تشکیل دهنده مواد غذایی است که بر قابلیت نگهداری، پایداری، کیفیت و ویژگی‌های فیزیکی محصول غذایی موثر می‌باشد. بافت محصول نهایی بطور معنی داری تحت تاثیر میزان آب، ویژگی آب و نحوه توزیع آن در محصولات غذایی با رطوبت کم شامل نان صبحانه و یا آبنبات قرار می‌گیرد [۱۴]. فرآورده‌های قنادی مانند آبنبات اغلب دارای رطوبت کم می‌باشند و مانند مواد غذایی که حاوی رطوبت زیاد هستند، مورد تهاجم میکروبی قرار نمی‌گیرند، بنابراین فرآورده‌های قنادی معمولاً در شرایط سترون تولید نمی‌شوند. نتایج حاصل از مقایسه میانگین تاثیر تیمارهای ایزومالت و پودر استویا بر رطوبت آبنبات و اثرات متقابل آنها با یکدیگر و با نمونه شاهد توسط آزمون دانکن در سطح آلفا برابر ۰/۰۵ به ترتیب در شکل ۱ و جدول ۱ نشان داده شده است. بررسی نتایج اثرات مستقل نشان داد که با افزایش میزان ایزومالت در فرمولاسیون آبنبات از ۹۴ درصد تا ۹۸ درصد، مقدار رطوبت محصول به طور معنی داری نسبت به خود غلظت‌ها و نمونه شاهد کاهش یافت ( $p < 0.05$ )، به

طوری که بیشترین میزان رطوبت مربوط به نمونه شاهد با مقدار ۱/۴۹۵ درصد و کمترین میزان رطوبت مربوط به نمونه حاوی ۹۸ درصد ایزومالت با مقدار ۰/۸۶۱ درصد بود (شکل ۱).

جاذب الرطوبگی پایین ایزومالت باعث می‌شود محصولاتی که منحصراً یا به طور عمده بر پایه‌ی ایزومالت هستند، عمر قفسه‌ای طولانی داشته باشند. ایزومالت جایگزین مناسبی برای شکر در بسیاری از زمینه‌های صنایع غذایی و دارویی است و محصولات تولید شده با آن بافت و ظاهر مشابه با محصولات تولید شده با شکر دارند، و باعث افزایش طعم میوه‌ای در محصولی مانند آبنبات می‌شود و از آنجا که شیرینی کمتری از ساکارز دارد معمولاً با شیرین کننده‌های قوی همراه می‌شود [۱۵]. نتیجه مشابهی نیز در مورد تاثیر استویا مشاهده شد بدین معنی که با افزودن استویا از ۰/۰۱ تا ۰/۱۵ درصد، رطوبت محصول کاهش یافت که نسبت به نمونه شاهد در سطح متفاوتی قرار داشتند ( $p < 0.05$ ) در حالیکه بین نمونه حاوی ۰/۰۱ و ۰/۰۲۵ درصد استویا با مقدار رطوبت به ترتیب ۰/۹۰ و ۰/۸۹ درصد از نظر آماری اختلاف معنی دار نبود ( $p > 0.05$ ). طبق نتایج کمترین میزان رطوبت مربوط به نمونه آبنبات حاوی ۰/۱۵ درصد استویا بود که برابر ۰/۸۷ درصد بود که نسبت به نمونه‌های حاوی غلظت‌های کمتر و نمونه شاهد (فاقد استویا) به طور معنی داری در سطح پایین تری قرار داشت (شکل ۱).

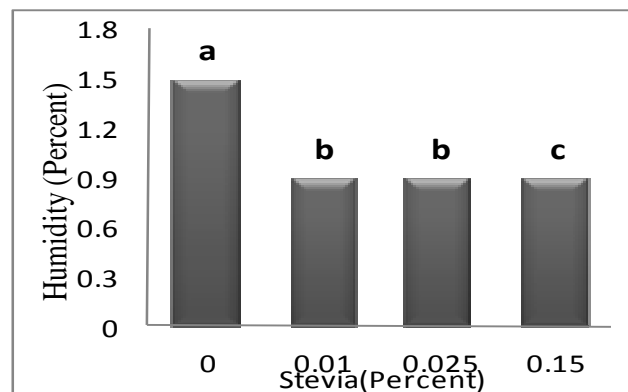
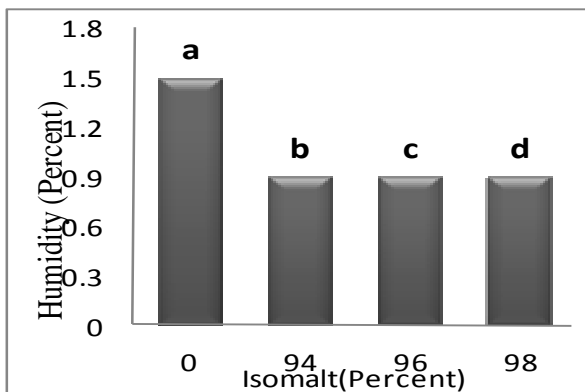
براساس نتایج اثرات متقابل مشخص گردید که نمونه‌های حاوی ترکیب ایزومالت و استویا با نسبت ۹۴ درصد ایزومالت و ۰/۰۱ درصد استویا (۰/۹۱۸٪) بیشترین و نمونه‌های حاوی ترکیبی از ۹۸ درصد ایزومالت و ۰/۱۵ درصد استویا (۰/۸۶۲٪) کمترین میزان رطوبت را در بین نمونه‌های آبنبات تیمار شده دارا بودند که به طور کلی نسبت به آبنبات‌های حاوی ساکارز رطوبت بسیار کمتری داشتند (جدول ۱). با افزایش ایزومالت و استویا در فرمولاسیون آبنبات به دلیل اینکه میزان ماده خشک محصول افزایش می‌یابد منجر به ایجاد محصولی با یک ساختار فشرده می‌شود که آب کمتری در خود حفظ کرده و رطوبت محصول کاهش می‌یابد. در تحقیقی والتر و سولیا<sup>۳</sup> (۲۰۱۰) امکان استفاده از استویا را در محصولات آردی نظیر کیک و کلوچه بررسی کردند. از آنجا

به دلیل پس طعم تلخ در سطح پایین تر پذیرش قرار گرفت [۱۷].

نهجیری و همکاران طی تحقیقاتی که در سال ۱۳۹۳ بر روی پودینگ کم کالری از طریق جایگزین شکر با شیرین کننده قوی و پایدار سوکرالوز در سطح ۱۰۰،۷۵،۵۰،۲۵،۰ در صد به همراه پلی ال ایزومالت به عنوان حجم دهنده در حالی که سایر اجزای فرمول که شامل: آب، شیرخشک، نشاسته، نمک، اسانس، رنگ و کاراگینان ثابت در نظر گرفته شد. پس از بررسی ویژگی فیزیکی و شیمیایی وحسی نمونه تولید شده پرداختند. به این نتیجه رسیدند که رطوبت نمونه‌های تولیدی افزایش چشم گیری مشاهده شد [۱۸]. رضوی و همکاران در سال ۱۳۹۳ طی تحقیقی که روی آب نبات سخت انجام دادند تلاش به حذف کامل گلوکز و قسمتی از ساکارز و جایگزینی آن با شیرین کننده های طبیعی نوعی آبنبات سخت رژیمی تولید کردند. بدین منظور از مالتودکسترین به عنوان پایه به همراه شیرین کننده های استویا، ایزومالت و سوکرالوز استفاده شد و ۶ فرمول مختلف تولید شد و آزمون های مختلف فیزیکی مانند: قند، رطوبت و سختی بر روی فرمولاسیون مختلف انجام شد که نتیجه نشان داد، رطوبت و سختی نسبت به نمونه شاهد افزایش یافت [۱۹].

که در سال ۲۰۰۸ سازمان FDA، استویا را بعنوان ماده GRAS معرفی کرده که از ترکیب ریبادیوزید A ساخته شده است و از طرفی تحقیقات کمی در این زمینه صورت گرفته، لذا در بررسی خود نسبتهای مختلفی از ترکیب شکر و استویا را در تهیه کیک و کلوچه استفاده کردند. صفات مورد ارزیابی شامل نرمی، حجم و کاهش رطوبت در زمان پخت بودند. نتایج نشان داد که کلوچه حاوی شکر و استویا به نسبت ۵۰/۵۰، نرم تر از سایر نسبتها بود و افزایش استویا به بیش از این مقدار باعث کاهش رطوبت محصول و سفتی آن می شود. بنابراین بیان داشتند که استویا می تواند تاحد رضایت بخشی در چنین محصولاتی استفاده شود [۱۶].

همتیان و همکاران در سال ۱۳۹۲ در پژوهشی از شیرین کننده سوکرالوز و استویا همراه با ایزومالت به جای شکر در تولید کیک دیابتی استفاده کردند. بدین ترتیب از ایزومالت که از لحاظ ساختاری و عملکرد فیزیکی شیمیایی کاملاً شبیه به شکر می باشد استفاده کرد و جهت ایجاد طعم شیرین از دو شیرین کننده سوکرالوز و استویا استفاده کرد. و خواص فیزیکی و شیمیایی کیک مانند رطوبت، بافت و خواص ارگانولوژیکی را مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج نشان داد رطوبت محصول بیشتر از نمونه شاهد و نمونه حاوی استویا



**Diagram 1** The Independent effect of Stevia and Isomalt sweeteners on moisture content of candy (similar letter on each Diagram level hasn't any different significant statistically).

رابطه معکوسی با میزان خاکستر نامحلول در اسید دارد. برای جدا سازی مواد معدنی از دیگر فاکتورها باید کل مواد در دمای بالا (۵۵۰ درجه سلیسیوس) سوزانده شوند که در اثر این کار تمامی مواد آلی (از جمله مواد پروتئینی، فیبر خام، چربی و غیره) سوزانده شده و فقط مواد معدنی باقی می ماند که مجموع آنها خاکستر کل نامیده می شود.

۲-۴- خاکستر نامحلول در اسید و خاکستر ۱-۲-۴ سولفات  
تمامی محصولات غذایی علاوه بر اجزای اصلی دارای مقادیر متفاوتی مواد معدنی هستند که توسط خاکستر سازی یا سوزاندن معین می گردند. خاکستر نامحلول در اسید میزان سیلیس موجود در گیاه خصوصاً شن و خاک را نشان می دهد. خاکستر محلول در آب حاصل از تفاوت وزن بین خاکستر کل و بقایای حاصل از انحلال خاکستر کل در آب می باشد و

تری بوده و این تفاوت از نظر آماری معنی دار بود ( $p < 0.05$ ). طبق نتایج در بین نمونه های آبنبات حاوی مقادیر مختلف استویا، نمونه حاوی ۰/۱۵ بیشترین مقدار خاکستر نامحلول در اسید را داشت که برابر ۰/۰۴۰۲ درصد بود ولی نسبت به نمونه شاهد با مقدار ۰/۰۵۷۵ درصد به طور معنی داری کمتر بود. براساس استاندارد آبنبات، میزان خاکستر نامحلول در اسید تا حد ممکن بایستی پایین باشد تا محصولی با کیفیت بالا حاصل شود بنابراین طبق نتایج حاصل از اثرات متقابل تیمارها بهترین مقادیر ترکیبی از ۹۶ درصد ایزومالت و ۰/۰۱ درصد استویا با کمترین مقدار خاکستر نامحلول در اسید (۰/۰۳۷۷ درصد) می باشد (جدول ۱). استویا حاوی مقادیر بالایی از مواد معدنی مانند سدیم، پتاسیم، فسفات، گوگرد، روی، ید و کلسیم می باشد که برای حفاظت از بدن و تنظیم فرآیندهای متابولیکی مختلف لازم است [20]، بنابراین افزودن مقادیر بیشتر این ترکیب منجر به افزایش خاکستر نامحلول در آبنبات می شود ولی چون مقدار افزوده شده آن نسبت به سایر مواد فرمولاسیون بسیار پایین است لذا نسبت به نمونه شاهد خاکستر کمتری نشان داده است.

نتایج آنالیز واریانس اثر تیمارهای ایزومالت و پودر استویا بر میزان خاکستر نامحلول در اسید آبنبات به ترتیب در شکل ۲ آورده شده است. با بررسی اثر مستقل ایزومالت بر خاکستر نامحلول در اسید آبنبات مشاهده شد که با افزایش غلظت ایزومالت، میزان خاکستر نامحلول در اسید روند افزایشی داشت ولی نسبت به نمونه شاهد به طور معنی داری در سطح پایین تری قرار داشتند ( $p < 0.05$ ). به طوری که در شکل ۲ مشاهده می شود آبنبات حاوی ۹۴ و ۹۶ درصد ایزومالت با خاکستر نامحلول در اسید ۰/۰۳۸۲ و ۰/۰۳۸۶ درصد از نظر آماری در یک سطح قرار داشتند ( $p > 0.05$ ) ولی نمونه های حاوی ۹۸ و ۹۴ درصد ایزومالت از نظر آماری در سطوح متفاوتی قرار دارند. طبق نتایج حاصله بیشترین میزان خاکستر نامحلول در اسید مربوط به نمونه شاهد با مقدار ۰/۰۵۷۵ درصد و کمترین مقدار مربوط به نمونه ۹۴ درصد ایزومالت بود. بررسی اثر مستقل استویا بر میزان خاکستر نامحلول در اسید آبنبات، نتایج مشابهی را نسبت به اثر ایزومالت نشان داد. همان طور که در شکل ۲ مشاهده می شود اثر هر سه غلظت استویا نسبت به نمونه شاهد در سطح پایین

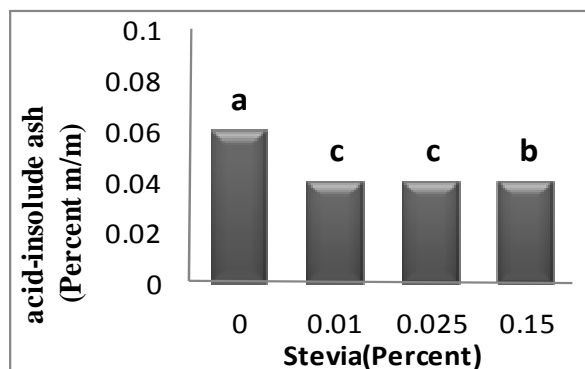
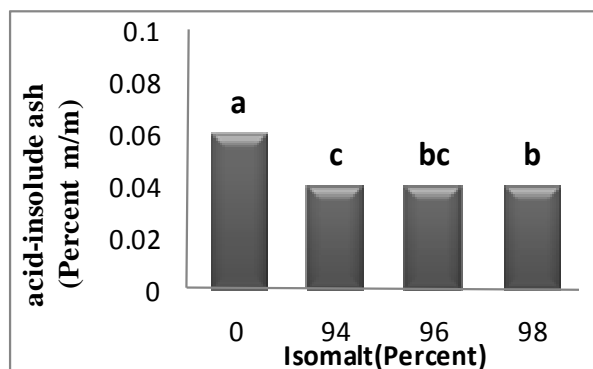


Diagram 2 The independent effect of Stevia and Isomalt Sweetener on the amount of acid-insoluble ash candy.

تفاوت از نظر آماری معنی دار بود در حالیکه بین غلظت های مختلف با یکدیگر اختلاف معنی داری وجود نداشت ( $p > 0.05$ ) به طوری که بیشترین و کمترین مقدار خاکستر سولفات آبنبات مربوط به نمونه شاهد و نمونه های حاوی مقادیر مختلف ایزومالت بود که به ترتیب برابر ۰/۴۹۵ و ۰/۱۴۱ درصد بود (شکل ۳).

با افزودن پودر استویا به فرمولاسیون آبنبات بجای ساکارز، میزان خاکستر سولفات محصول نهایی نسبت به نمونه شاهد به

نتایج اثر سطوح مختلف استویا و قند ایزومالت بر میزان خاکستر سولفات آبنبات نیز در شکل ۳ آورده شده است. بررسی اثر مستقل ایزومالت بر میزان خاکستر سولفات آبنبات، نشان داد جایگزین کردن ساکارز منجر به کاهش معنی داری در میزان خاکستر سولفات محصول نهایی شد ( $p < 0.05$ ) ولی تغییرات غلظت ایزومالت تاثیری روی این ویژگی آبنبات نداشت همانطور که مشاهده می شود اثر هر سه غلظت ایزومالت نسبت به نمونه شاهد در سطح پایین تری بوده و این

که حاوی مقادیر زیادی ترکیبات معدنی مانند گوگرد، فسفات، پتاسیم و ... است.

خاکستر سولفات در نمونه‌های آبنبات حاوی ترکیبی از ۰/۰۱ درصد استویا و هر یک از مقادیر ۹۶، ۹۴ و ۹۸ درصد ایزومالت بدست آمد که برابر ۰/۱۳۶ درصد بود. همانطور که قبلا اشاره شد محصول با کیفیت بالا بایستی حداقل میزان خاکستر را داشته باشد زیرا بالا بودن خاکستر میتواند روی رنگ و سایر خواص کیفی محصول تاثیر منفی گذاشته و بازار پسندی محصول را کاهش می‌دهد، بنابراین این ترکیب ها از نظر این ویژگی نتیجه بهتری نشان دادند.

طور معنی داری تغییر یافت و این تغییرات روند کاهشی داشت. به طوری که آبنبات حاوی ۰/۰۱ درصد پودر استویا با میزان خاکستر سولفات ۰/۱۳۶ درصد کمترین مقدار این پارامتر را در بین سایر نمونه ها داشت ولی با افزایش درصد استویا به مقادیر بالاتر (۰/۲۵ و ۰/۱۵ درصد) میزان خاکستر سولفات محصول فرموله شده به سطوح بالاتر افزایش یافت که از نظر آماری نیز این اختلاف معنی دار بود ( $p < 0.05$ ). علت بالا رفتن خاکستر آبنبات با افزایش کاربرد این ترکیب در فرمولاسیون محصول به دلیل ترکیبات شیمیایی این ماده است

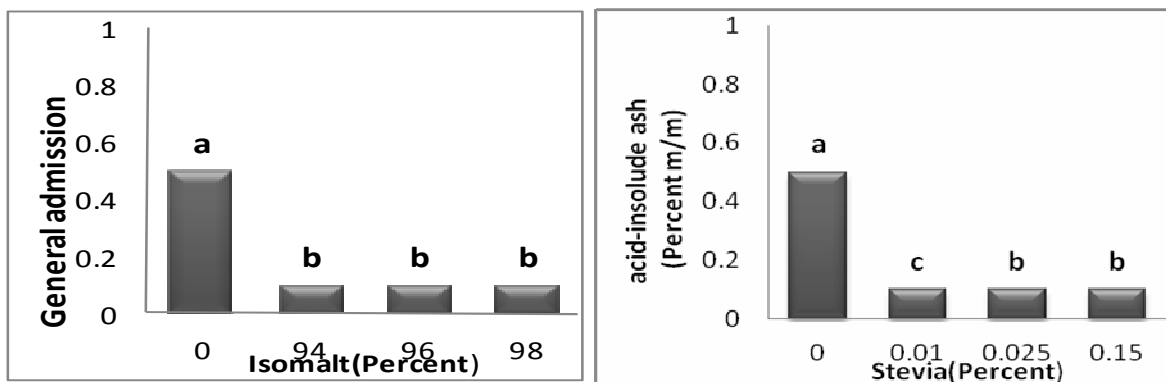


Diagram 3 The independent effect of Stevia and Isomalt on the amount of sulfated ash Candy

ویسکوزیته، کشش و چسبندگی و همچنین قابلیت جویدن و صمغیت تقسیم بندی کرد. به عنوان یک ویژگی حسی، سختی بصورت نیروی مورد نیاز برای فشردن ماده بین دندان های مولر و یا بین زبان و کام تعیین می شود [۲۳].

نتایج حاصل از اثرات متقابل تیمارها بر میزان فعالیت آبی محصول نهایی نشان داد که کمترین مقدار در این تحقیق برای اندازه گیری سختی بافت نمونه‌های آبنبات در ابعاد ۲×۲ cm در درون ظرفی بر روی صفحه دستگاه آنالیز بافت قرار داده شد، در این صورت بیشترین نیروی لازم جهت شکستن آبنبات که توسط پروب دستگاه وارد می شد تحت عنوان سفتی بافت (Fmax) اندازه گیری شد. با بررسی اثر مستقل ایزومالت مشاهده شد که با افزایش ایزومالت در فرمولاسیون، سفتی بافت آبنبات افزایش یافت به طوری که با افزودن سطوح ۹۴ و ۹۶ درصد ایزومالت با مقادیر سفتی به ترتیب ۸۶/۷ و ۸۷/۱۶ نیوتن، با اینکه سفتی محصول از نظر آماری تغییر معنی داری پیدا نکرد ( $p > 0.05$ ) ولی به طور معنی داری در سطوحی بالاتر نسبت به نمونه شاهد قرار داشت ( $p < 0.05$ ). این در

#### ۴-۲-۲- سفتی بافت آبنبات

امروزه بافت مواد غذایی بعنوان یکی از ویژگی های مهم و موثر در پذیرش فرآورده های غذایی و افزایش خواص ارگانولپتیکی محصول توسط مصرف کنندگان محسوب می‌شود [۲۱]. بافت را می توان به عنوان یک گروه از خواص فیزیکی حاصل از عناصر ساختاری مواد غذایی تعریف کرد که عمدتاً توسط حس لامسه تشخیص داده می شود و معمولاً بصورت تغییر شکل، خرد شدگی و وارفنگی بیان می شود که همه اینها توسط نیروهای قابل مشاهده بعنوان تابعی از جرم، زمان و فاصله بیان می شود [۲۲]. بافت یک ویژگی پیچیده است که به تعدادی از خواص فیزیکی و شیمیایی مانند ساختار، شکل، ترکیبات شیمیایی و ویسکوزیته محصول بستگی دارد خواص و توزیع آب در محصولات غذایی، ساختار و بافت آن ها را تحت تاثیر قرار می دهد، حتی مقدار کمی از آب که در آبنبات واقع می شود ممکن است یک اثر قابل توجه در بافت آنها داشته باشد. خصوصیات مکانیکی مواد غذایی را می توان به پارامترهای اصلی شامل سختی، انسجام،



نکاسته، بلکه در برخی موارد باعث افزایش قابل قبول مطلوبیت آن از نظر برخی صفات شده است. در تحقیقی امام جمعه و همکاران (۱۳۸۹) به بررسی اثر جایگزینی ساکارز و گلوکز با شیرین کننده های رژیمی سوربیتول و ایزومالت بر خواص فیزیکی محصول گز پرداختند. بررسی بافت گز توسط دستگاه بافت سنج اینسترون و مشاهده ریز ساختار با استفاده از میکروسکوپ الکترونی انجام گرفت، نتایج ارزیابی بافت نشان دادند که بیشترین شباهت را نمونه حاوی ۲۵٪ سوربیتول و ۶۵٪ ایزومالت نسبت به نمونه شاهد دارا می باشد و افزایش سطح سوربیتول باعث افزایش نرمی بافت می شود در حالیکه افزایش ایزومالت منجر به سفتی بافت محصول شد [۲۴].

پيله وران و همکاران در سال ۱۳۹۳ در تحقیقی که به منظور کاهش کالری کیک یزدی انجام دادند از شیرین کننده هایی مانند سوربیتول، ایزومالت و استیویزید به جای ساکارز در فرمولاسیون استفاده کردند نتیجه این جایگزینی بر بافت کیک یزدی با استفاده از TPA با در نظر گرفتن شرایط ثابت مورد بررسی قرار گرفت. از این رو ۹ فرمولاسیون مختلف برای کیک یزدی بر اساس نسبت های متفاوت شیرین کننده های جایگزین تهیه گردید به گونه ای که ۲۸ تیمار برای آزمایش در نظر گرفته شد. نتایج حاصل از آزمایش در قالب طرح crossed مورد آنالیز قرار گرفتند نتایج پژوهش نشان داد که با افزایش نسبت جایگزین شکر با قند الکلی و استیویزید بافت استحکام بیشتری نسبت به نمونه شاهد دارد [۲۵].

فاجیل و تاجرن نیز در سال ۲۰۰۶ میلادی تاثیر میزان رطوبت را در بر ویژگی های بافتی آبنبات بررسی کردند و گزارش دادند که بر اساس آزمون شدت برش و پروفایل آنالیز بافت، رطوبت حدود ۲ درصد بعنوان رطوبت بحرانی محسوب می شود به طویکه افزایش میزان رطوبت در آبنبات در حدود ۲-۱/۳ درصد منجر به کاهش تمام پارامترهای بافتی بررسی شده شامل بیشترین نیروی لازم برای برش، سفتی، چسبندگی، الاستیسیته، صمغیت و قابلیت جویدن شد. در حالیکه افزایش رطوبت در مقادیر بالاتر از ۲ درصد تاثیر معنی داری بر تغییرات خواص بافتی آبنبات نداشت. آن ها در نهایت اعلام

حالی بود که افزودن ۹۸ درصد ایزومالت منجر به افزایش چشمگیری در سفتی محصول نهایی نسبت به غلظت های کمتر و نمونه شاهد، شد. بر این اساس کمترین میزان سفتی مربوط به نمونه شاهد و بیشترین مقدار سفتی بافت مربوط به نمونه حاوی ۹۸ درصد ایزومالت بود که به ترتیب برابر ۲۳/۲۴ و ۹۴/۰۱ نیوتن بود (شکل ۴).

با بررسی اثر مستقل استویا نیز مشاهده شد که میزان سفتی محصول نهایی با افزایش غلظت استویا در فرمولاسیون از ۰/۰۱ تا ۰/۱۵ درصد روند افزایشی داشت به طوری که این تفاوت از نظر آماری معنی دار بود ( $p < 0/05$ ). نتایج نشان داد با جایگزینی ساکارز با مقادیر مختلف استویا، سفتی بافت آبنبات از ۲۳/۲۴ نیوتن برای نمونه شاهد تا ۸۳/۶ نیوتن برای آبنبات حاوی ۰/۰۱ درصد پودر استویا افزایش نشان داد و به ترتیب با افزایش مقدار استویا در فرمولاسیون سختی بافت آبنبات به ۸۸/۹ نیوتن برای ۰/۰۲۵ درصد و ۹۵/۴ نیوتن برای ۰/۱۵ درصد استویا رسید. طبق نتایج تمام این اختلاف ها و افزایش ها نسبت به مقادیر پایین تر و همچنین نمونه شاهد از نظر آماری معنی دار بود (شکل ۴) که نشان دهنده تاثیر بسیار زیاد این ترکیب در سخت کردن بافت آبنبات می باشد. نتایج حاصل از اثرات متقابل تیمارها بر میزان سفتی محصول نهایی نشان داد که نمونه های حاوی ترکیبی از ۹۸ درصد ایزومالت و ۰/۱۵ درصد استویا بیشترین و نمونه حاوی ترکیبی از ۹۴ درصد ایزومالت و ۰/۰۱ درصد استویا کمترین میزان سختی بافت را داشت که به ترتیب برابر ۹۸/۱۴ و ۷۶/۱۲ نیوتن بود که البته لازم به ذکر است که هر دو ترکیب از نظر سفتی در سطحی بالاتر نسبت به نمونه های حاوی ساکارز بودند. براساس استاندارد آبنبات، هر چه آبنبات تولیدی دارای بافتی سخت و منسجم تر باشد کیفیت محصول بالاتر خواهد بود بنابراین از نظر ویژگی بافتی بهترین مقادیر ترکیبی از ۹۸ درصد ایزومالت و ۰/۱۵ درصد استویا می باشند (جدول ۱). احتمالاً افزایش سختی بافت آبنبات در اثر افزایش این ترکیبات را می توان به افزایش در ماده جامد محصول، ایجاد ساختاری فشرده در اثر افزایش میزان کربن ایزومالت و همچنین کاهش رطوبت آبنبات نسبت داد. بنابراین با توجه به اینکه سختی یک صفت مطلوب در بافت آبنبات می باشد، این نتایج نشان می دهند که تغییر نوع قندها در این ماده غذایی نه تنها از کیفیت محصول

کردند که دانستن اینکه رطوبت چگونه بر بافت آبنبات تاثیر میگذارد ممکن است در برآورده ساختن انتظارات مشتری

باتوجه به بافت محصولات مصرفی مفید باشد [۲۶].

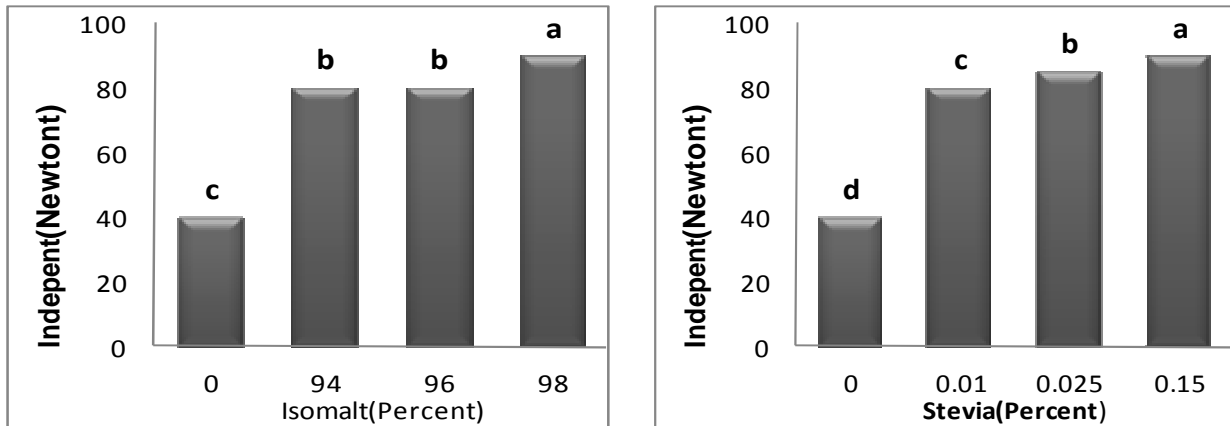


Diagram 4 The independent effect of Stevia and Isomalt on the amount of candy stiffness.

Chart 1 The interaction Isomalt and stevia on Physico chemical properties candy Similar letters on each charts wasn't different significant at P<0.05 level statistically

Treatment	Stevia	Isomalt	Humidity (Percent)	Acid-include ash	General admission	Indepent (Newtont)
Control	0	0	1/49 <sup>a</sup>	0/0575 <sup>a</sup>	0/495 <sup>a</sup>	44/28 <sup>g</sup>
1	0/01	94	0/918 <sup>b</sup>	0/0377 <sup>d</sup>	0/136 <sup>e</sup>	76/12 <sup>f</sup>
2	0/025	94	0/908 <sup>bc</sup>	0/0381 <sup>d</sup>	0/139 <sup>acd</sup>	87/81 <sup>d</sup>
3	0/15	94	0/894 <sup>ed</sup>	0/0387 <sup>cd</sup>	0/144 <sup>bc</sup>	92/56 <sup>b</sup>
4	0/01	96	0/897 <sup>cd</sup>	0/0378 <sup>d</sup>	0/137 <sup>ed</sup>	83/92 <sup>e</sup>
5	0/025	96	0/889 <sup>efd</sup>	0/0382 <sup>d</sup>	0/141 <sup>ced</sup>	85/90 <sup>d</sup>
6	0/15	96	0/881 <sup>gf</sup>	0/0399 <sup>c</sup>	0/144 <sup>cb</sup>	90/45 <sup>c</sup>
7	0/01	98	0/884 <sup>gf</sup>	0/0380 <sup>d</sup>	0/136 <sup>e</sup>	90/73 <sup>c</sup>
8	0/025	98	0/874 <sup>g</sup>	0/0384 <sup>cd</sup>	0/143 <sup>cbd</sup>	93/16 <sup>b</sup>
9	0/15	98	0/862 <sup>h</sup>	0/0420 <sup>b</sup>	0/145 <sup>b</sup>	98/14 <sup>a</sup>

افزودن استویا به فرمولاسیون میزان روشنی ظاهری نمونه ها نسبت به نمونه شاهد افزایش یافت. همانطور که در شکل ۵ مشاهده می شود با افزایش میزان پودر استویا در فرمولاسیون به ترتیب مولفه L\* نسبت به غلظت های پایین تر افزایش معنی دار پیدا کرده تا اینکه در نهایت در مقدار ۰/۱۵ درصد استویا میزان روشنی ظاهری نمونه به بیشترین مقدار رسیده که برابر ۶۸/۹۶ بود. در کل نتایج چنین نشان داد که افزودن غلظت های بالای ایزومالت و استویا تاثیر مثبتی بر رنگ ظاهری نمونه ها شده و کدورت آن ها را کاهش می دهد که از نظر بازار پسنندی پارامتری مطلوب تلقی می شود. نتایج اثرات متقابل نیز نشان داد آبنبات حاوی ترکیبی ۹۸ درصد ایزومالت و ۰/۱۵ درصد استویا بیشترین روشنی ظاهری را در بین سایر

#### ۴-۲-۳- اثر ایزومالت و پودر استویا بر خواص رنگی

##### آبنبات

آنالیز خواص رنگی نمونه های آبنبات پس از تولید، از طریق تعیین سه شاخص L\*، a\* و b\* صورت پذیرفت. اثر مستقل ایزومالت نشان داد با افزودن این ترکیب به فرمولاسیون، میزان مؤلفه L\* (معرف میزان روشنی نمونه) در نمونه های تحت تیمار آبنبات افزایش یافت بدین معنی که میزان این مولفه از ۵۱/۴ واحد برای نمونه شاهد تا ۶۵/۵۳ واحد برای نمونه حاوی ۹۸ درصد ایزومالت افزایش معنی داری یافت (p<۰/۰۵). با بررسی اثر مستقل استویا نیز روندی مشابه اثر ایزومالت بر روی مولفه L\* مشاهده شد بدین معنی که با

در تحقیقی دیگری اربن و همکاران در سال ۱۳۹۱ رنگ نان رژیمی تولید شده بر پایه شیرین کننده طبیعی استویوزید را با استفاده از تکنیک پردازش تصویر بررسی کردند. میزان تغییرات رنگ نان قندی به وسیله ی اندازه گیری پارامترهای اولیه رنگ سنجی ( $L^*$ ،  $a^*$  و  $b^*$ ) بررسی شد. نتایج نشان داد که با افزایش درصد استویوزید در فرمولاسیون نان قندی، شاخص روشنایی نان قندی نیز افزایش معنی داری پیدا کرده است ( $p < 0/05$ ) به طوری که با افزایش سطح استویوزید در فرمولاسیون نان قندی از صفر تا ۱۰۰٪ شاخص  $L^*$  از ۵۰/۵۶ تا ۶۲/۴۸ افزایش پیدا کرد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس تغییرات مقادیر شاخص قرمزی یا  $a^*$  نشان داد که با افزایش سطح جایگزینی استویوزید در فرمولاسیون نان قندی از ارزش رنگ قرمز نمونه ها کاسته می شود. میانگین شاخص  $a^*$  برای نمونه فاقد استویوزید برابر ۰/۳۰ بود که با افزودن میزان این قند رژیمی در محصول تا ۱۰۰٪ میزان این مولفه به ۱/۰۸- رسید. با افزایش سطح جایگزینی استویوزید در فرمولاسیون، زردی نمونه ها (شاخص  $b^*$ ) بیشتر شد و از مقدار ۱۵/۷۹ برای نمونه شاهد تا ۲۰/۹۶ در نمونه حاوی ۱۰۰٪ استویوزید افزایش یافت.

حسینی نژاد و همکاران در سال ۱۳۹۰ طی تحقیقی به بررسی جایگزین کامل ساکارز در پودر ژله با استفاده از یک شیرین کننده قوی و یک عامل حجم دهنده پرداختند به نحوی که علاوه بر داشتن طعم و عطر مناسب از بافت و قوام و شفافیت نمونه های ژله تجاری حاوی شکر بهره مند باشد. بدین منظور قند الکلی ایزومالت با در صد های مختلف همراه با شیرین کننده های قوی سوکرالوز مورد آزمون قرار گرفتند نمونه ها از لحاظ فیزیکی و شیمیایی ارزیابی شدند. نتایج نشان داد که نمونه حاوی ژله رژیمی با نمونه شاهد تنها از لحاظ ویژگی رنگ در سطح پایین تری قرار دارند [۲۸].

طی و قربانی در سال ۱۳۹۳ در تحقیقی که روی کیک رژیمی انجام دادند با استفاده از ایزومالت به عنوان جایگزین ساکارز در تولید محصول کم کالری استفاده کردند که نتایج حاصل از ارزیابی حسی نشان داد که نمونه حاوی ایزومالت دارای شیرینی ملایم تر، بافتی درشت تر و رنگ بافت روشن تر از نمونه شاهد بود و بوی نمونه حاوی ایزومالت امتیاز کم تری را کسب نمود [۲۹].

نمونه ها داشت که با نتایج اثرات مستقل کاملاً همخوانی دارد (جدول ۲).

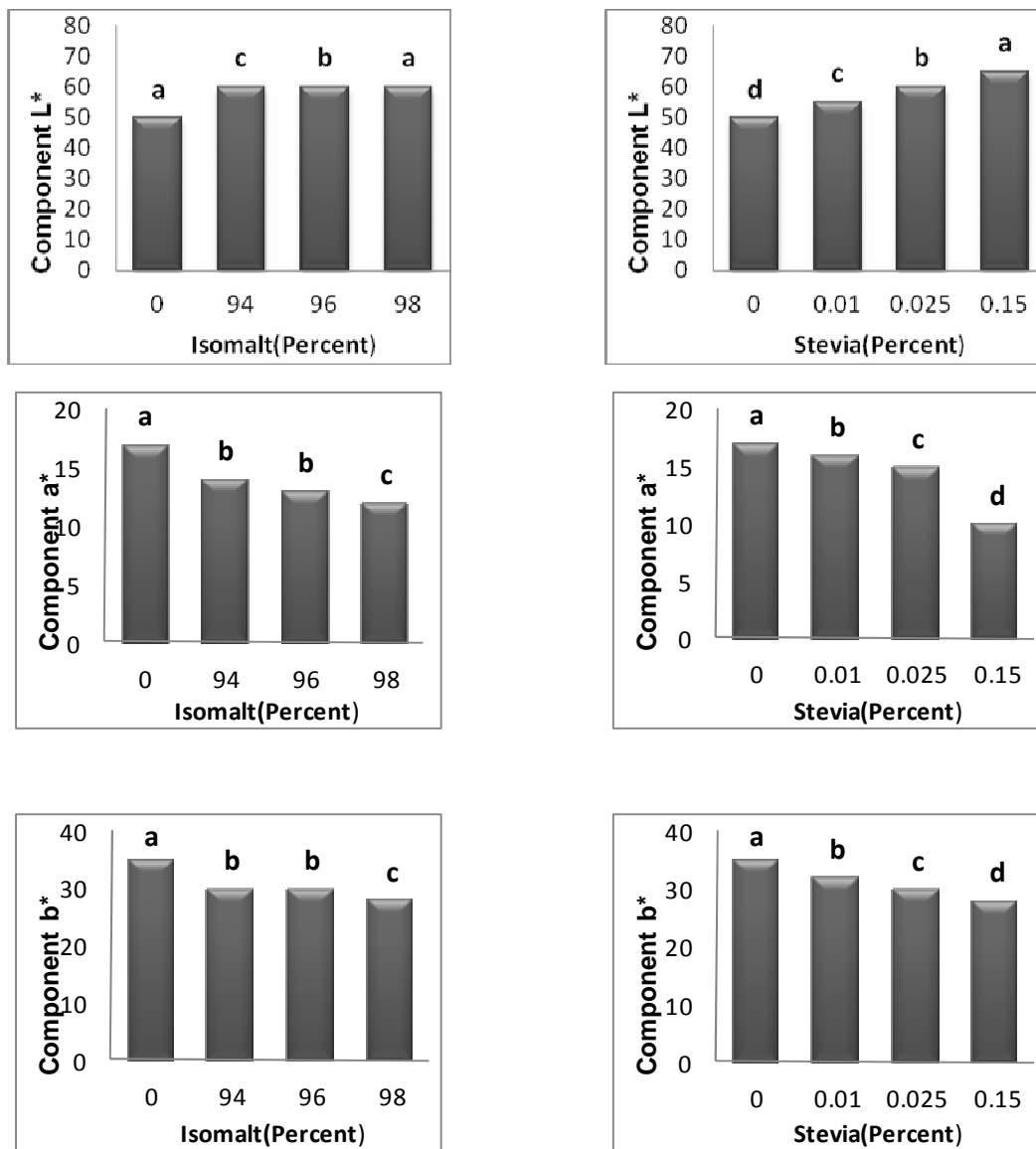
این در حالی بود که با افزودن ایزومالت بجای ساکارز در فرمولاسیون آبنبات، مولفه  $a^*$  (مولفه قرمزی) نسبت به نمونه شاهد کاهش یافت به طوری که با افزایش بیشتر ایزومالت در فرمولاسیون تمایل به رنگ سبز در نمونه های آبنبات افزایش می یافت. میزان این مولفه برای نمونه شاهد برابر ۱۸/۲۶ بود که به مقدار ۱۲/۴۴ در نمونه حاوی ۹۸ درصد ایزومالت رسید. بررسی اثر مستقل استویا نیز نشان داد با افزایش این ترکیب در فرمولاسیون، میزان مولفه  $a^*$  روند کاهشی داشته به طوری که بیشترین مقدار مولفه  $a^*$  مربوط به نمونه شاهد و کمترین آن مربوط به نمونه حاوی ۰/۱۵ درصد استویا با مقدار ۱۰/۱۷ بود. همانطور که مشاهده می شود شیب کاهش این مولفه با افزودن استویا بیشتر از ایزومالت می باشد که نشان دهنده تاثیر بیشتر پودر استویا بر این پارامتر رنگی آبنبات می باشد. با بررسی اثر تیمارها بر روی مولفه  $b^*$  (مولفه زردی) نیز مشخص شد که روند تغییرات مشابه تغییرات مولفه  $a^*$  می باشد بدین معنی که با افزایش سطوح تیمارها مقدار مولفه  $b^*$  نسبت به نمونه شاهد کاهش یافته طوریکه با ادامه افزایش سطوح تیمارها میزان این مولفه تا سطح پایین تری نسبت به شاهد کاهش نشان داد. طبق نتایج خواص رنگی، کمترین میزان مولفه  $b^*$  مربوط مقادیر بالاتر تیمارها یعنی ۹۸ درصد ایزومالت و ۰/۱۵ استویا در فرمولاسیون است (شکل ۵) که با نتایج حاصل از اثرات متقابل کاملاً مطابقت دارد (جدول ۲).

در تحقیقی وطن خواه و همکاران (۱۳۹۲) انجام دادند نتایج مشابهی بدست آمد. این محققان به بررسی رنگ بیسکویت رژیمی تولید شده بر پایه شیرین کننده طبیعی استویوزید با استفاده از تکنیک پردازش تصویر پرداختند، نتایج بدست آمده بیانگر آن بود که تأثیر جایگزینی استویوزید در سه سطح صفر، ۵۰٪ و ۱۰۰٪ بر مولفه های رنگی ( $L^*$ ،  $a^*$  و  $b^*$ ) معنی دار می باشد و این تاثیر به صورت افزایش در مولفه های  $L^*$  و  $b^*$  و کاهش مولفه  $a^*$  بود. آن ها گزارش دادند با توجه به اینکه خصوصیات رنگی نقش مهمی در بازار پسنندی محصولات دارند، این شیرین کننده طبیعی و کم کالری میتواند جایگزین خوبی برای شکر به منظور تولید بیسکویتهای رژیمی باشد و نقش بسزایی در بهبود رنگ این محصول ایفا، و سطح ۵۰٪ بهترین رنگ را به منظور جایگزینی دارا بود [۲۷].

**Chart 2** The interaction Isomalt and stevia on the color component of candy

Treatment	Stevia	Isomalt	Indepent (Newtont)	L*	a*	b*
Control	0	0	44/28 <sup>g</sup>	51/39 <sup>i</sup>	18/26 <sup>a</sup>	36/21 <sup>a</sup>
1	0.01	94	76/12 <sup>f</sup>	54/23 <sup>h</sup>	17/21 <sup>ab</sup>	34/7 <sup>b</sup>
2	0.025	94	87/81 <sup>d</sup>	61/77 <sup>e</sup>	15/83 <sup>bc</sup>	33/15 <sup>cd</sup>
3	0.15	94	92/56 <sup>b</sup>	67/71 <sup>b</sup>	11/28 <sup>d</sup>	30/75 <sup>e</sup>
4	0.01	96	83/92 <sup>e</sup>	57/04 <sup>g</sup>	17/17 <sup>ab</sup>	35/2 <sup>b</sup>
5	0.025	96	85/90 <sup>d</sup>	63/25 <sup>d</sup>	15 <sup>c</sup>	32/44 <sup>d</sup>
6	0.15	96	90/45 <sup>c</sup>	68/12 <sup>b</sup>	10/04 <sup>ed</sup>	30/06 <sup>e</sup>
7	0.01	98	90/73 <sup>c</sup>	59/74 <sup>f</sup>	16/49 <sup>bc</sup>	33/61 <sup>c</sup>
8	0.025	98	93/16 <sup>b</sup>	65/8 <sup>c</sup>	11/61 <sup>d</sup>	30/91 <sup>e</sup>
9	0.15	98	98/14 <sup>a</sup>	71/06 <sup>a</sup>	9/21 <sup>c</sup>	26/26 <sup>f</sup>

Similar letters on each charts wasn't different signi ficant at  $P < 0.05$  level statistically

**Diagram 5** The independent effect of Stevia and Isomalt sweeteners on the color component of Candy

## ۴-۲-۴- خصوصیات حسی آبنبات

خصوصیات حسی نمونه‌های آبنبات شامل رنگ، طعم، بافت، چسبندگی به لفاف دهان کلی توسط ارزیابان آموزش دیده با روش امتیازدهی هدونیک ۵ نقطه ای مورد ارزیابی قرار گرفتند و در نهایت نتیجه بصورت پذیرش کلی محصول نهایی گزارش شد. نتایج نشان داد با افزودن ایزومالت تا سطح ۹۶ درصد در فرمولاسیون آبنبات، صفات طعم و مزه، رنگ ظاهری و در نهایت پذیرش کلی محصول از نظر ارزیابان تفاوت معنی داری با نمونه حاوی ساکارز و گلوکز نداشت ( $P > 0.05$ ) در حالی که نمونه های تحت تیمار از نظر سفتی بافت، امتیاز بالاتری نسبت به شاهد دریافت کردند ( $P < 0.05$ ) که با نتایج آنالیتیکال همخوانی دارد (شکل ۶). بنابراین طبق نتایج بدست آمده مشخص شد که قند ایزومالت علاوه بر کاهش انرژی محصول و تاثیر مطلوبی که بر سلامتی دارد از نظر ویژگی های حسی نیز توسط مصرف کننده قابل قبول می باشد. ویژگی حسی دیگری که توسط پانلیست ها مورد ارزیابی قرار گرفت چسبندگی محصول نهایی بود که طبق نتایج ارزیابان نمونه ها فاقد خاصیت چسبندگی بودند و از نظر این خصوصیت تقریباً امتیاز صفر به نمونه های آبنبات دادند. بررسی اثر مستقل استویا نیز بر خصوصیات حسی نشان داد اضافه کردن استویا تا میزان ۰/۲۵ درصد تاثیر منفی بر خواص حسی آبنبات نداشت ولی افزودن مقادیر بیشتر باعث کاهش این صفات به ویژه از نظر طعم و مزه از نظر داوران شد. همانطور که مشاهده می شود با افزایش مقدار این قند رژیمی در فرمولاسیون تا مقدار ۰/۱۵ امتیاز پذیرش کلی محصول به طور چشمگیری کاهش یافت که از نظر آماری معنی دار بود ( $p < 0.05$ ). احتمالاً دلیل این کاهش قابل توجه در طعم نمونه ها پس طعم تلخ ایجاد شده توسط مقادیر بالاتر استویا بوده است. نتایج اثرات متقابل نیز نشان داد که آبنبات حاوی ترکیبی از ۹۶ درصد ایزومالت و ۰/۲۵ درصد استویا بیشترین پذیرش کلی (امتیاز ۴/۷۵) را در بین سایر نمونه ها داشت که با نتایج اثرات مستقل کاملاً همخوانی دارد.

در مطالعه انجام شده توسط اسال و هگ (۲۰۰۸)، عصاره آبی برگ‌های استویا برای تولید نوشیدنی‌های آماده مصرف انبه و انار برای بررسی مناسب بودن آن به عنوان یک شیرین‌کننده مورد استفاده قرار گرفت و ارزیابی حسی انجام شد. نتایج

نشان داد نوشیدنی‌های آماده شده با عصاره استویا به تنهایی یا در ترکیب با شکر، به شکل قابل توجهی امتیاز پایین‌تری دارند که نوشیدنی حاوی استویا به علت داشتن پس‌طعم تلخ امتیاز کمتری گرفت [۳۰]. در تحقیقی دیگری قندهاری یزدی و همکاران (۱۳۹۲) به بررسی اثر جایگزینی ساکارز با شیرین کننده رژیمی استویا و افزودن صمغ عربی بر مربای سیب پرداختند. ارزیابی حسی رنگ نشان داد که جایگزینی ساکارز با شیرین کننده رژیمی استویا از نظر ارزیابان به صورت معنی داری نامطلوب بوده است، ولی افزوده شدن صمغ عربی از نظر ارزیابان تغییری را در رنگ مربای سیب به طور معنی داری به وجود نیاورد است [۳۱]. یوسفی اصلی و همکاران (۱۳۹۱) نیز با بررسی خواص ارگانولپتیکی مربای کم کالری "به" تولیدی با استفاده از استویا در نقطه بهینه با استفاده از آزمون لذت بخشی در مقیاس ۹ درجه ای گزارش دادند که نمونه های تولید شده در تمامی ویژگی های حسی که شامل طعم، بافت و رنگ بود حداقل امتیاز لازم جهت رضایت مصرف کننده را کسب کردند [۳۲].

حق بین و حکیم عطار در سال ۱۳۹۰ در تحقیقی که بر روی تولید کمپوت های رژیمی با استفاده از شیرین کننده طبیعی گیاه استویا به تنهایی و یا همراه سایر شیرین کننده ها در شرکت شاداب خراسان کار کردند و با توجه به وجود ۸ میلیون دیابتی در کشور بر آن شدند که جهت حفظ سلامت این عده از مصرف کنندگان از شیرین کننده طبیعی و گیاهی استویا به جای ساکارز و یا شیرین کننده های مصنوعی در تولید کمپوت ها استفاده نمایند. آنها از استویا به دلیل آنکه فاقد کالری است، در برابر Ph و فرایند حرارتی مقاوم است استفاده کردند. در مرحله اول این تحقیق ۵ نوع کمپوت از میوه های مختلف شامل: گیلاس، آلبالو، سیب، گلابی، آناناس استفاده کردند تمامی نمونه ها از لحاظ رنگ کدرتر از نمونه شاهد بودند. در مرحله بعد این تحقیق ۵ نوع کمپوت از طریق انجام تست پانل به روش هدونیک ۵ نقطه استفاده کردند طعم کمپوت های تهیه شده از شیرین کننده استویا به تنهایی در کمپوت آلبالو، گیلاس و آناناس از مطلوبیت لازم برخوردار بود اما در رابطه با کمپوت سیب و گلابی امتیاز لازم کسب نشد [۳۳].

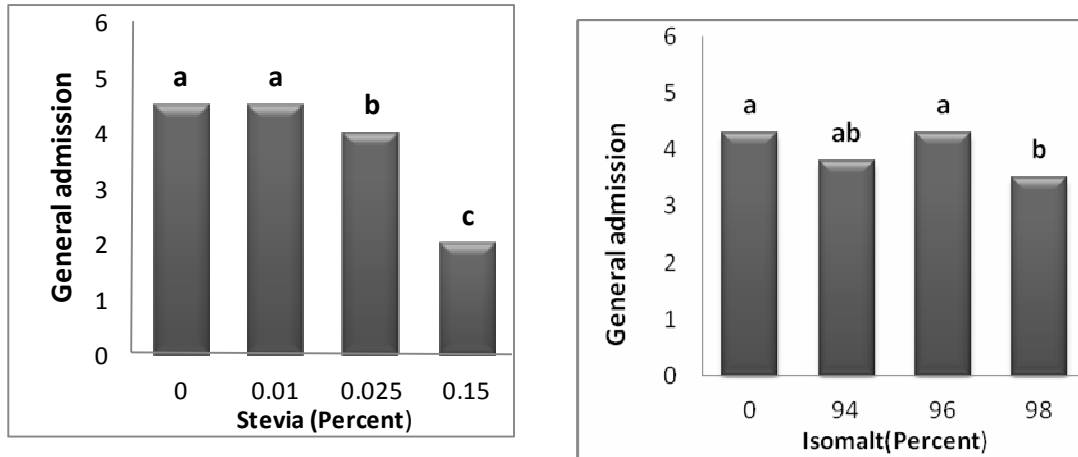


Diagram 6 Effect of Stevia and Isomalt of sweeteners on sensory properties of Candy

مصرف چنین محصولاتی، محصولات حاوی چنین قندهای رژیمی طرفداران بیشتری خواهد داشت.

## ۵- نتیجه گیری کلی

رژیم های غذایی پرکالری به همراه عدم فعالیت فیزیکی کافی می تواند منجر به افزایش وزن شده که در نهایت باعث بروز بیماری هایی همچون چاقی، بیماری های قلبی و عروقی، فشار خون، دیابت غیروابسته به انسولین و غیره می گردد. آگاهی مردم از اینکه تغذیه مناسب می تواند در سلامتی افراد موثر باشد، موجب شده تا امروزه تولیدکنندگان مواد غذایی، محصولاتی با چربی، شکر و نمک کم و فیبر بیشتر تولید نمایند که این رژیم های غذایی می تواند از بروز برخی از بیماری ها جلوگیری کند. در این تحقیق در راستای تولید محصولات رژیمی، به بررسی اثر جایگزینی شکر و گلوکز توسط قند های رژیمی استویا و ایزومالت در مقادیر مختلف پرداخته شد. نتایج این تحقیق نشان داد که ایزومالت و استویا می تواند جایگزین همه یا بخشی از شکر موجود در فرمولاسیون مواد غذایی، بدون تاثیر منفی بر پذیرش یا خصوصیات فیزیکی محصول گردد. طعم یکی از مهمترین ویژگی ها در آبنبات می باشد و مهمترین گزینه در این آزمون داشتن طعم شیرین و عدم تلخی می باشد. یکی از عوامل اصلی که منجر به کاهش پذیرش آبنبات با افزایش مقادیر استویا در فرمولاسیون محصول شده است پس طعم تلخ آن است و هرچه غلظت این قند رژیمی در محصول نهایی افزایش پیدا کند طعم تلخ بیشتر نمود پیدا می کند و مصرف کننده آن را نمی پسندد. اگرچه با توجه با تاثیر بسیار مثبت قندهای رژیمی جهت کاهش انرژی دریافتی و ممانعت از بیماری هایی مانند دیابت و چاقی با ایجاد آگاهی در مردم و فرهنگ سازی مناسب در جهت ترغیب افراد به

## ۶- منابع

- [1] Nobors, L.2002. Sweet choices:sugar replacements for food and beverages. Food technol. 56(7):28-35.
- [2] Mehran, M.1998.A dictionary of Food, Agriculture and Natural Resources Sciences, Es'hagh press, Iran, Tehran, 1th edition.
- [3] Gawlowska A (2003). Confectionery products in nutrition part I (in Polish). Cukiernictwo I Piekarnictwo, 7-8:20-2.
- [4] Chatsudthipong V, Muanprasat C. 2009. Stevioside and related compounds: therapeutic benefits beyond sweetness. Pharmacology & therapeutics. 121(1):41-54.
- [5] Urban J, Carakostas M, Brusick D. 2012. Steviol glycoside safety: Is the genotoxicity database sufficient? Food and Chemical Toxicology.
- [6] Anton. S. D., C. K. Martin., H. Han., S. Coulon., W. T. Cefalu., P. Geiselman., & D.A. Williamson. 2010. Effects of stevia, aspartame, and sucrose on food intake, satiety, and postprandial glucose and insulin levels. Appetite. 55(1): 37-43.
- [7] Hamzelouie, M.,Mirzaei,H and Ghorbani,M,2009. The Effect of Substituting stevia sweeteners instead of rolling on lipid peroxide index biscuit. 3Journal of agriculture and natural resources, 16(A):5-1
- [8] Laville M and Nazare JA, 2009. Diabetes, insulin resistance and sugars. International

- [19] Razvi , T.Elhamirad , A.Elahi , M. and Hosseini , F.2014.study on effect of replacement of sucrose on Diet Candy Color Characteristics of the image processing method. First National Conference on between meals Mashhad, Institute of Food Science and Technology (SID).
- [20] Adotey. D., Y. Serfor-Armah., J. Fianko., & P. Yeboah. 2009. Essential elements content in core vegetables grown and consumed in Ghana by instrumental neutron activation analysis. *African Journal of Food Science*. 3:243-249.
- [21] Wilkinson C, Dijksterhuis GB, Minekus M (2000). From food structure to texture. *Trends in Food Science and Technology* 11:442–50.
- [22] Bourne MC, Szczesniak-Surmacka A. 2003. Texture. In: *Encyclopedia of Food Science, Food Technology and Nutrition* (eds. B Caballero, L Trugo, P Finglas). Academic Press: London.
- [23] Szczesniak-Surmacka A (2002). Texture is a sensory property. *Food Quality and Preference* 13:215–25
- [24] Emam jomeh,2.,qaheri,q.and asadi, H.2004.investigating the effect of sucrose and glucose replacement by two diet Sweeteners on textural and structural properties of Gaz, *Journal of food science and technology, Iran* .6(2):135-130
- [25] Pilehvaran ,M., Bi farqi toosi ,sh.,tavakoli poor, H., and Golimovahed , GH.2014.Use texture profile analysis Tpa at effect of Alternative sweetener in steviosid,Sorbitoland ismalt at texture Yazdi Cakes. First National Conference on between meals,Mashad, Mashad university jihad institute of food science and technology.
- [26] Figiel A and Tajner-Czopek A. 2006. The effect of candy moisture content on texture. *Journal of Foodservice*,17, pp. 189–195.
- [27] Vatanha, M., Yagbani , M. Elhamirad, M. and Nadian, N. 2013 impact of sucrose replacement by Sterioside Sweetener on physical traits of biscuit. 27st National Conference of Food Sciences and Industries of Iran, Shiraz University.
- [28] Hosseinejad, m., Mohtashami, m. and Komali, s.2011. Sucrose Investigate the possibility of complete substitution with isomalt and sucralose in preparation orange jelly powder. National congress of food science and technology.
- Association for the Study of Obesity. *Obesity Reviews* 10: 24–33.
- [9] Aston LM, Stokes CS and Jebb SA, 2008. No effect of a diet with a reduced glycaemic index on satiety, energy intake and body weight in overweight and obese women. *International Association for the Study of Obesity (London)* 32:160–165.
- [10] Unknown.2007.institute of standards and industrial research of Iran. Caramel and Candy standard, features and testing procedures. Standard no.718
- [11] Correa,R.,Sora, G., Haminiuk,C., Ambrosio-ugri, M., Bergmasco, R.and Vieira, A.M.S. 2011. Physico-chemical and sensorial evaluation of guava jam made without added sugar. *Chemical Engineering Transactions*.24:505-510.
- [12] Sun, D. 2008. Computer vision technology for food quality evaluation. Academic Press, New York.
- [13] nGrigelmo-Miguel,N., and Mart òn-Belloso, O.1999. Influence of fruit dietary fibre addition on physical and sensorial properties of strawberry jams. *Journal of Food Engineering*. 41:13-21.
- [14] Cornillon P, Salim LC (2002). Characterization of water mobility and distribution in low- and intermediate-moisture food systems. *Magnetic Resonance Imaging* 18:335–41.
- [15] Zumbe, Albert et al. 2001.Polyols in confectionery: the route to sugar free, reduced sugar and reduced calorie confectionary, *British Journal of nutrition*, , pp. 32-45.
- [16] Walter. J. M., & L. Soliah., 2010. Objective Measures of Baked Products Made with Stevia. *Journal of the American Dietetic Association*. 110(9): 54-57.
- [17] Hematian, S. and Rahi miahmad abad , F 2013.effect of use a sucralose and , Stevia and isomalt Sweeteners in diabetic cakes. . 27st National Conference of Food Sciences and Industries of Iran, Shiraz University.
- [18] Nahchiri, N., Keramat, j. and Hojat aleslami, M.2014. Study on replacement of sucrose with sucralose on physicochemical and sensory properties of low calorie pudding. First National Conference on between meals, Mashhad, Institute of Food Science and Technology (SID) of Iran, Mashhad.

- food science and technology .ferdowsi university of mashhad.1
- [32] Yousefi Asl, M., Goli, A.M. and kadivar, M. 2012 optimization of low calories MarMalade jam Production Using Sweetener Stevia. Journal of Food Research. Volume 22(2): 1-10.
- [33] Haghbin, Fand Hakim attar, B .2011. Study on production of canned fruits diet with dietsweetenery at shodatkhorasan factori. National conference for food technology, Islamic Azad University Quchan.
- [29] Taiebi , M and Ghorbani , A.2014.Replacing Sugar with the Sugar alcohol isomalt. First national Conference on meals Mash had, Institute of Food Science and Technology (SID) of Iran, Mashhad.
- [30] SL. J., & L. Hedge., 2008. Quality assessment of Stevia rebaudiana incorporated mango and pomegranate RTS beverage. Biomed. 3:195-201.
- [31] Ghandehari yazdi,I,Omidvar, S.,Nikouei.A.and yadegari, N.2013. The effect of sucrose repace with stevia sweetener and add gum Arabic on the color of apple jam.twethy one nationa congress of



## Investigation of Sucrose Substitution Effect with Stevie and Isomalt in Order to produce fruit candy

Sadafi, M.<sup>1</sup>, Khorshidpour, B.<sup>2\*</sup>, Hashemiravan, M.<sup>2</sup>

1. MSc student, Department of Food Science and Technology, Islamic Azad University, Varamin-Pishva Branch, Varamin, Iran

2. Department of Food Science and Technology, Islamic Azad University, Varamin-Pishva Branch, Varamin, Iran

(Received: 2014/07/21 Accepted: 2014/09/17)

Sugar play importance role in increasing blood sugar level. Fruity candy is a product that need a lot of sugar for make . the purpose of this research is replacement stevia and isomalt instead of sugar and glucose in producing fruity candy .So 10 different fruity candy formula according to different proportions of stevia(0.01%, 0.025%, 0.15%), isomalt(94%, 96%, 98%) and 1 control sample was prepared. The experiments of chemical , physical , sensory, colorimetric, texture and microbial analysis were done and the results of experiment in format of completely random in method factorial with 3 repeatation were analysed ( $p < 0.01$ ) and the average of datas were compared together by Duncan method ( $p < 0.05$ ). The result of texture analysis were showed that by increasining stevia and isomalt in compare to control sample, texture can be harder. The result of colorimetry measurement were showed that by increasing isomalt and stevia parameter of ( $L^*$ ) was increased, parameters ( $a^*$ ) and ( $b^*$ ) was reduced. In the sensory test, fruity candy contains 96% isomalt and 0.025% stevia had highest overall acceptance. In the microbial test, there was no microbial contamination at the end the best formula for fruity candy was the sample that contain ,stevia 0.025% and isomalt 96% . in conclusion stevia and isomalt can be a good alternative replacement for sugar and glucose in fruity candy and isomalt can be used for covering bitter after taste.

**Keywords:** Fruity candy, Stevia, Isomalt, Texture analysis

---

\* Corresponding Author E-Mail Address: [bjankhorshidpour@yahoo.com](mailto:bjankhorshidpour@yahoo.com)