

## امکان سنجی تولید پاستیل کم کالری با استفاده از اینولین و استویوزید

الهه محمدی اکبرآبادی<sup>۱</sup>، سلیمان عباسی<sup>۲\*</sup>

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

۲- دانشیار، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

(تاریخ دریافت: ۹۵/۰۷/۱۴ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۸/۲۴)

### چکیده

پاستیل‌ها از جمله فراورده‌های قنادی محبوب و پر مصرف می‌باشند که مصرف بالای آنها، به دلیل ارزش تغذیه‌ای پایین و محتوای شکر بالا، موجب برخی نگرانی‌ها می‌شود. بنابراین، هدف از انجام این پژوهش بررسی امکان تولید پاستیل‌های کم‌کالری و فراسودمند با استفاده از ژلاتین، انواع اینولین بلند (TEX) و کوتاه (CLR) زنجیر، و استویوزید (به جای شکر) می‌باشد به گونه‌ای که رضایت‌مندی افراد دیابتی و دارای وزن بالا جلب شود. اینولین (TEX) در ۶ غلظت ۱، ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶ درصد (به ترتیب حاوی ۹، ۸، ۷، ۶، ۵ و ۴ درصد ژلاتین) و اینولین CLR در ۵ غلظت ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ درصد (به ترتیب حاوی ۹، ۸، ۷، ۶ و ۵ درصد ژلاتین) مورد استفاده قرار گرفتند (۱۷ نمونه). سپس ویژگی‌های کششی، حسی و میزان رطوبت آن‌ها اندازه‌گیری شد. مطابق نتایج، هیچ یک از اینولین‌ها نتوانستند به طور کامل جایگزین ژلاتین شوند. با افزودن هر دو نوع اینولین، میزان بار بیشینه، کار و بار نهایی کاهش یافتند. همچنین تفاوت معناداری در میزان تغییر شکل بار بیشینه بین نمونه‌ها با نمونه شاهد وجود نداشت. از لحاظ حسی نیز نمونه حاوی ۶ گرم TEX، ۴ گرم ژلاتین و ۳۵ گرم شکر، پذیرشی برابر با نمونه حاوی ۱۰ گرم TEX، ۶/۴ گرم ژلاتین و ۰/۱ گرم استویوزید (مدت زمان آون ۱۲ ساعت) داشت. بنابراین نتایج این پژوهش نویدبخش امکان پذیری تولید پاستیل‌های فراسودمند است که نه تنها از منظر تغذیه‌ای محصولی سالم بوده، بلکه از لحاظ حسی رفتاری مشابه نمونه‌های تجاری موجود دارد.

کلید واژگان: پاستیل، اینولین، استویوزید، فراسودمند، ویژگی‌های کششی، ارزیابی حسی.

## ۱- مقدمه

توجه به ویژگی‌های بی‌نظیر این جایگزین‌کننده‌ها بطور بالقوه می‌توان با این ترکیبات محصولاتی با خواص ارزشمند و فراسودمند تولید کرد [۱۰].

به همین دلیل، در یک دهه گذشته تحقیقات محدودی در این حوزه انجام شده که برای مثال اخیراً در پژوهشی در مورد تاثیر اینولین روی بافت و شفافیت ژل‌های ژلان مشاهده شد که ترکیب اینولین و ژلان تاثیری بر خواص الاستیسیته نداشت و سبب کاهش کشش و سختی آن‌ها شد. در حالی که، با افزایش غلظت اینولین خاصیت کششی و شفافیت افزایش یافت [۱۱]. تحقیق دیگری در زمینه تغییرات خواص رئولوژیکی و ریزساختارهای اینولین روی دسرهای شیری انجام گرفت برای این منظور چهار نوع اینولین (TEX, CLR, IQ, MIX) به نمونه‌ها افزوده شد و خواص تیکسوتروپیک و الاستیک نمونه‌ها بررسی شد. نتایج نشان داد که نمونه حاوی اینولین CLR تاثیری بر خواص تیکسوتروپیک و الاستیک نداشت در حالی که توانایی تولید ژل در نمونه حاوی اینولین TEX بیشتر از MIX و IQ بود [۱۲]. در سال ۲۰۰۱ نیز بافت ژل حاصل از ترکیب ژلاتین با پکتین (HMP) مورد بررسی قرار گرفت. اضافه کردن پکتین باعث کاهش نقطه شکست در ژل شد. در ضمن، با افزایش میزان پکتین، گرانیروی و ژله‌ای شدن افزایش پیدا کرد. با افزودن پکتین نیز ژل حاصل شکننده‌تر، قابلیت جویدن کمتر و طعم میوه‌ای و شیرینی افزایش یافت [۱۳].

در هر صورت با توجه به مطالعات نگارندگان تاکنون هیچ سند یا مقاله‌ای در ارتباط با تولید پاستیل‌های کم‌کالری با استفاده از اینولین به جای ژلاتین یا به صورت ترکیب با ژلاتین و استویوزید به عنوان یک شیرین‌کننده طبیعی صورت نگرفته است. بنابراین، هدف از انجام این تحقیق ارزیابی امکان استفاده از اینولین به عنوان جایگزین بخشی از ژلاتین و قابلیت امتزاج آنها و استفاده از استویوزید به عنوان شیرین‌کننده طبیعی به جای شکر می‌باشد که در نهایت تاثیر آنها روی ویژگی‌های بافتی و حسی پاستیل‌های کم‌کالری مورد بررسی قرار گرفت.

ژله‌ها و پاستیل‌ها از جمله فرآورده‌های قنادی می‌باشند که نزد کودکان بسیار محبوب هستند [۱]. معمولاً برای تهیه این فرآورده‌ها از عوامل ژل‌کننده نظیر ژلاتین، پکتین و نشاسته استفاده می‌شود که به یک شربت قندی افزوده می‌شوند [۲]. بنابراین، ژلاتین و ساکارز از مهم‌ترین مواد تشکیل‌دهنده در فرمولاسیون پاستیل می‌باشند [۳]. ساکارز یک ترکیب شیرین‌کننده دوقندی است که روی خواص حسی و بافتی محصول نیز نقش بسیار تعیین‌کننده‌ای دارد ولی امروزه، به دلیل اثر انرژی‌زایی و به ویژه چاق‌کنندگی این ترکیب، بایستی محدودیت‌هایی در رابطه با میزان مصرف آن لحاظ شود [۴]. همچنین، ژلاتین یک ژل برگشت پذیر حرارتی می‌باشد که در دماهای پایین حل شده و نوعی هیدروکلوئید است که سبب بهبود خواص و ویژگی‌های بافتی در پاستیل می‌شود [۵]. از این رو، با توجه به روند رو به افزایش مصرف فرآورده‌های محتوی ژلاتین نظیر پاستیل، ژله و غیره (دارای ارزش تغذیه‌ای بسیار پایین و انرژی‌زایی بسیار بالا)، تولید فرآورده‌های رژیمی، کم‌کالری و دارای ویژگی‌های فراسودمند، یک ضرورت می‌باشد.

بنابراین، در بررسی حاضر تاثیر جایگزینی کامل یا جزئی اینولین بلند زنجیر (TEX) و کوتاه زنجیر (CLR) به جای ژلاتین و همچنین استویوزید به جای ساکارز به منظور بهبود ویژگی‌های تغذیه‌ای و کاهش انرژی مورد بررسی قرار گرفت. اینولین یک بسیارقندی فراویژه متشکل از بسپارهای فروکتوز با درجه بسپارش ۲ تا ۶۰ و بعضاً بالاتر می‌باشد که توسط پیوندهای فروکتوزیل بین (۱-۲)β به صورت خطی به یکدیگر متصل شده‌اند [۶]. در ضمن، این ترکیب قابلیت استفاده به عنوان جایگزین شکر و چربی، بافت دهنده، بهبود دهنده خواص و طعم، کاهش دهنده کالری، و دارای خاصیت هم‌افزایی با سایر شیرین‌کننده‌ها بوده و در ضمن به عنوان یک فیبر غذایی و ترکیب پری‌بیوتیک مطرح می‌باشد [۷، ۸]. همچنین، استویوزید به علت طعم خوب و پایداری شیمیایی مناسب به عنوان یک شیرین‌کننده طبیعی با ارزش شناخته شده که تقریباً حدود ۳۰۰ برابر شکر شیرین‌تر از ساکاروز است [۹]. استویوزید از لحاظ خواص تغذیه‌ای و درمانی با وجود شیرین بودن، تقریباً بدون کالری می‌باشد. برای افراد دیابتی مناسب است و تاثیری روی قند خون نمی‌گذارد. بنابراین با

## ۲- مواد و روش‌ها

## ۲-۱- مواد

در این پژوهش از ژلاتین حلال خوراکی با منشا پوستی از نوع B و مش ۳۰ با بلوم ۲۶۰ (شرکت ژلیتا، برزیل) و روغن براق کننده (Panoil gumm gloss AB7713, Turkey) برای سطح پاستیل‌ها و هم‌چنین برای چرب کردن کف قالب استیل استفاده شد. اینولین بلند زنجیر و کوتاه زنجیر (CLR و TEX) از شرکت Cosun-Sensus در کشور هلند و پودر استیویوزید از شرکت شکلات کامور (اصفهان، ایران)، گلوکز مایع با DE40 و پودر دکستروز مونوهیدرات (شرکت دکستروز ایران)، اسید سیتریک مونوهیدرات (BBCA Biochemical, China FM02316, )، اسانس آلبالو (Proquimac CO., Spain)، اسانس آلبالو (Aromsa, Turkey) و شکر از سوپرمارکت‌های محلی تهیه و مورد استفاده قرار گرفتند.

برای تهیه نمونه‌های مشابه برای انجام آزمون‌های کششی، یک قالب از جنس استیل توسط شرکت واترجت نگین با ابعاد مورد نظر طراحی و ساخته شد. برای ارزیابی ویژگی‌های حسی نیز نمونه‌های پاستیل توسط قالب سیلیکونی تهیه و مورد استفاده قرار گرفتند.

## ۲-۲- روش‌ها

## ۲-۲-۱- تهیه پاستیل با استفاده از ژلاتین (نمونه شاهد)

در این پژوهش برای تولید ۱۰۰ گرم پاستیل ابتدا ژلاتین مورد نیاز با بلوم ۲۶۰ مطابق با جدول ۱ در آب مقطر (دو برابر وزن ژلاتین) حل گردید. با استفاده از همزن مغناطیسی در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد اختلاط صورت گرفت و برای خروج حباب‌های هوا و شفاف سازی محلول، مخلوط حاصل در حمام آب گرم (۷۰ درجه سانتی‌گراد) قرار داده شد [۱۴].

در مرحله بعد برای تهیه شربت قندی از گلوکز مایع (۱۵ گرم)، پودر دکستروز تک آبه (۱۵ گرم) و شکر (۳۵ گرم) به همراه چند قطره آب مقطر استفاده شد. اختلاط مخلوط حاصل با همزن مغناطیسی صورت گرفت و تا رسیدن به دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد حرارت داده شد تا شربت قندی با بریکس حدود ۸۰ تهیه گردد. شربت قندی بعد از کاهش دما به محلول ژلاتینی افزوده شد و مخلوط حاصل داخل حمام آب گرم (۷۰ درجه سانتی‌گراد) قرار گرفت تا حباب‌های هوا به طور کامل خارج گردند. سپس برای رسیدن به  $\text{pH } 3 \pm 0.25$ ، اسید سیتریک (۱/۵ گرم)، رنگ آلبالویی (۰/۰۳ گرم) و اسانس آلبالو (۰/۰۷ گرم) اضافه و به آرامی مخلوط شدند تا حباب‌های هوا وارد نشوند [۱۳]. پس از اختلاط، محلول ژلاتینی-قندی درون قالب با ابعاد  $4 \times 5 \times 3$  میلی‌متر ریخته شد و پس از قرار گرفتن به مدت ۲۴ ساعت در داخل آون با دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد، ۲۴ ساعت در دمای محیط قرار گرفت سپس از قالب خارج گردید.

## ۲-۲-۲- تهیه پاستیل با استفاده از ژلاتین، اینولین و

## استیویوزید

برای تهیه پاستیل با ژلاتین، اینولین و استیویوزید نیز مطابق روش فوق عمل شد با این تفاوت که در اینجا ابتدا اینولین با توجه به نسبت‌های تعیین شده در جدول ۱ با ژلاتین ترکیب و محلول ژلاتینی حاصل به شربت قندی افزوده شد. در کدگذاری نمونه‌ها، G مخفف ژلاتین، I<sub>T</sub> مخفف اینولین TEX، I<sub>C</sub> مخفف اینولین CLR و همچنین اعداد نشان دهنده میزان اینولین موجود در نمونه‌ها (گرم) می‌باشند.

در نهایت برای تولید پاستیل با استفاده از استیویوزید آخرین درصد جایگزینی ژلاتین با اینولین انتخاب گردید. سپس شکر شربت قندی حاصل حذف گردید و استیویوزید با غلظت ثابت جایگزین آن شد. با توجه به حذف کامل شکر در جدول ۱ میزان تغییرات در فرمولاسیون نمونه‌های نهایی مشاهده می‌شود.

**Table1:** Formulation of gummy candies (100g) containing different amounts of gelatin and other ingredients (g)

Samples	Color	Citric Acid	Stevioside	Sugar	Dextrose (Monohydrate)	Glucose	Inulin (CLR)	Inulin (TEX)	Gelatin	Flavor
G	0.03	1.5	-	35	15	15	-	-	10	0.07
GI <sub>T1</sub>	0.03	1.5	-	35	15	15	-	1	9	0.07
GI <sub>T2</sub>	0.03	1.5	-	35	15	15	-	2	8	0.07
GI <sub>T3</sub>	0.03	1.5	-	35	15	15	-	3	7	0.07
GI <sub>T4</sub>	0.03	1.5	-	35	15	15	-	4	6	0.07
GI <sub>T5</sub>	0.03	1.5	-	35	15	15	-	5	5	0.07
GI <sub>T6</sub>	0.03	1.5	-	35	15	15	-	6	4	0.07
GI <sub>T10</sub>	0.04	1.6	0.1	-	24.4	24.4	-	10	6.4	0.07
GI <sub>C1</sub>	0.03	1.5	-	35	15	15	1	-	9	0.07
GI <sub>C2</sub>	0.03	1.5	-	35	15	15	2	-	8	0.07
GI <sub>C3</sub>	0.03	1.5	-	35	15	15	3	-	7	0.07
GI <sub>C4</sub>	0.03	1.5	-	35	15	15	4	-	6	0.07
GI <sub>C5</sub>	0.03	1.5	-	35	15	15	5	-	5	0.03
GI <sub>C8.2</sub>	0.04	1.6	0.1	-	24.4	24.4	8.2	-	8.2	0.07

Gelatin: G, Inulin TEX: I<sub>T</sub>, Inulin CLR: I<sub>C</sub>

کششی، ابتدا تنظیمات دستگاه انجام شد به طوری که دو فک دستگاه در کمترین فاصله (۲۰ میلی‌متر) از یکدیگر قرار گرفتند. با ثابت بودن فک پایینی دستگاه و متحرک بودن فک بالایی و قرار گرفتن نمونه بین دو فک، فک بالایی دستگاه با سرعت ۰/۵ میلی‌متر در ثانیه شروع به حرکت کرد. سپس نمودار کششی نمونه‌ها Load در مقابل Distance رسم و بار بیشینه، میزان تغییر شکل در بار بیشینه، کار انجام شده و بار نهایی برای تمامی نمونه‌ها محاسبه گردید. لازم به ذکر است که آزمایش‌های صورت گرفته در این بخش با سه تکرار انجام شد.

ارزیابی حسی نقش بسیار مهمی در تولید یک فراورده جدید دارد. در این پژوهش به کمک ۱۰ ارزیاب نیمه آموزش دیده برخی از ویژگی‌های حسی نظیر رنگ، طعم، قابلیت جویدن، چسبناکی، بافت و در نهایت پذیرش کلی مورد ارزیابی قرار گرفت. با هدف مقایسه چندین نمونه بر اساس یک ویژگی، در چارچوب آزمون رتبه بندی با اختصاص رتبه‌های ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ به ترتیب معادل بسیار بد، بد، متوسط، خوب و بسیار خوب، نمونه‌ها مورد ارزیابی قرار گرفتند.

## ۲-۳- روش‌های اندازه‌گیری رطوبت، ویژگی

### های مکانیکی و حسی پاستیل

به منظور اندازه‌گیری میزان رطوبت، وزن مشخصی (حدوداً ۱/۶ گرم) از نمونه‌ها داخل پلیت‌هایی که از قبل وزن آن‌ها مشخص شده بود، گذاشته شد سپس به مدت ۶ ساعت داخل آون (EHRET مدل TKL4150 ساخت کشور آلمان) و در معرض دمای ۱۰۶ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت و پس از انتقال به دسیکاتور و سرد شدن، وزن پلیت‌ها توسط ترازوی دقیق توزین شد و میزان رطوبت مطابق با رابطه زیر محاسبه گردید. این آزمایش برای هر نمونه سه بار تکرار شد [۱۵].

$$\text{رطوبت} = \frac{W_m - W_{ov}}{W_m} \quad \text{معادله (۱)}$$

$W_m$  وزن اولیه نمونه و  $W_{ov}$  وزن نمونه پس از آون‌گذاری برای انجام تست‌های کششی نمونه‌ها در ابعاد ۴۰×۵×۳ میلی‌متر تهیه شدند. سپس نمونه خارج شده از قالب با کمک دستگاه بافت سنج (Brookfield Engineering, CT3 (4500, U.S.A) مورد آزمون قرار گرفت. برای انجام آزمون

**Table 2:** Moisture content of gummy canties containing various concentrations of different inulins

Samples	Moisture content (%)
G	18.5 <sup>b</sup>
GI <sub>T1</sub>	18.0 <sup>bc</sup>
GI <sub>T2</sub>	18.1 <sup>b</sup>
GI <sub>T3</sub>	17.4 <sup>bc</sup>
GI <sub>T4</sub>	18.1 <sup>b</sup>
GI <sub>T5</sub>	16.7 <sup>bc</sup>
GI <sub>T6</sub>	16.7 <sup>bc</sup>
GI <sub>T10</sub>	13.2 <sup>d</sup>
GI <sub>T10(6h)</sub>	18.8 <sup>a</sup>
GI <sub>T10(12h)</sub>	16.7 <sup>bc</sup>
GI <sub>T10(18h)</sub>	15.7 <sup>cd</sup>
GI <sub>C1</sub>	18.1 <sup>b</sup>
GI <sub>C2</sub>	18.0 <sup>bc</sup>
GI <sub>C3</sub>	17.8 <sup>bc</sup>
GI <sub>C4</sub>	18.0 <sup>bc</sup>
GI <sub>C5</sub>	16.1 <sup>bcd</sup>
GI <sub>C8.2</sub>	16.5 <sup>bc</sup>

Gelatin: G, Inulin TEX: I<sub>T</sub>, Inulin CLR: I<sub>C</sub>  
 \* different small letters represent significant difference at %95 confidence level

### ۳-۲- تاثیر مدت زمان گرم‌خانه گذاری روی میزان رطوبت

جدول ۳ اثر مدت زمان‌های متفاوت گرم‌خانه گذاری‌ها را بر محتوای رطوبت نمونه‌ها نشان می‌دهد. با توجه به کاهش شدید میزان رطوبت در نمونه حاوی استیویوزید (GI<sub>T10</sub>) و برای داشتن نمونه‌ای با بافت مناسب که قابل رقابت با نمونه‌های حاوی شکر باشد، تاثیر مدت زمان قرارگیری نمونه در آن بر میزان رطوبت مورد بررسی قرار گرفت. به همین منظور در تولید نمونه GI<sub>T10</sub> بر خلاف سایر نمونه‌ها که به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد داخل آن قرار می‌گرفتند، آزمایش‌ها در سه زمان ۶ ساعت، ۱۲ ساعت و ۱۸ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد انجام شدند. مطابق با جدول ۳ نمونه GI<sub>T10(6h)</sub> که ۶ ساعت داخل آن بود دارای

### ۳-۲-۴- روش تجزیه و تحلیل آماری

برای بررسی آماری اختلاف بین داده‌های مکانیکی، صفات حسی و میزان رطوبت از نرم افزار آماری MINITAB 16.0 تحت ویندوز هفت و روش آنالیز واریانس یک طرفه (one-way ANOVA) استفاده و در صورت معنادار بودن تفاوت‌ها در سطح اطمینان ۹۵ درصد ( $P < 0.05$ ) از روش مقایسه چندگانه توکی برای مقایسه میانگین داده‌ها استفاده شد. برای ترسیم نمودارها از نرم افزار MATLAB استفاده گردید.

### ۳- نتایج و بحث

#### ۳-۱- تاثیر نوع اینولین روی میزان رطوبت پاستیل

جدول ۲ میزان تغییرات رطوبت را در طی فرایند تولید پاستیل‌های کم‌کالری با افزودن اینولین (TEX) تا غلظت ۶ درصد و اینولین (CLR) تا غلظت ۵ درصد و همچنین تاثیر افزودن غلظت ثابتی از استیویوزید به جای شکر را نشان می‌دهد. همان‌گونه که در جدول ۲ مشاهده می‌شود در حضور بالاترین میزان جایگزینی ژلاتین با اینولین (TEX) و غلظت ثابتی از استیویوزید، رطوبت به طور چشم‌گیری کاهش یافت. بافت نمونه نهایی با کاهش رطوبت بسیار خشک و خشن بود. در ضمن، با افزایش اینولین CLR در نمونه‌های حاوی شکر، میزان رطوبت روندی تقریباً مشابه با نمونه‌های حاوی اینولین TEX به همراه شکر داشت. اما زمانی که استیویوزید جایگزین شکر گردید، نمونه‌ی حاوی اینولین CLR (GI<sub>C8.2</sub>) توانست رطوبت بیشتری را نسبت به نمونه‌ی حاوی اینولین TEX (GI<sub>T10</sub>) در خود حفظ نماید. به نظر می‌رسد که نوع اینولین، از جمله عوامل تاثیرگذار روی میزان رطوبت پاستیل باشد. مشابه نتایج بررسی حاضر در پژوهشی که پیرامون ماندگاری ژل‌های تولیدی از اینولین TEX و CLR در سال ۲۰۰۷ انجام شد مشخص گردید که آب موجود در مواد جامد محلول در اینولین CLR بیشتر از اینولین TEX حفظ می‌شود [۱۶].

### ۳-۳- تاثیر جایگزینی ژلاتین با انواع اینولین

#### روی برخی ویژگی‌های مکانیکی

میانگین قابلیت کشش پاستیل‌ها در جدول ۴ نشان داده شده است. مطابق این نتایج نمونه  $G$  و  $GI_{T1}$  دارای بیشترین میزان بار بیشینه، بارنهایی و کار انجام گرفته بودند که این نشان دهنده سفت بودن بافت این نمونه‌ها بود. با توجه به میانگین بار بیشینه و بارنهایی می‌توان به این نتیجه رسید که به ترتیب افزودن اینولین  $TEX$  و  $CLR$  منجر به کاهش این دو مشخصه شده است. با مقایسه‌ی نمونه‌های  $GI_{T6}$  و  $GI_{T10}$  مشخص شد که میزان بار بیشینه و بارنهایی در نمونه  $GI_{T10}$  نسبت به نمونه  $GI_{T6}$  افزایش پیدا کرد که این میزان افزایش تقریباً مشابه با نمونه  $GI_{T10(18h)}$  بود. این موضوع می‌تواند ناشی از کاهش میزان رطوبت در این نمونه‌ها باشد. همان‌طور که پیش‌تر بیان گردید، میزان رطوبت از نمونه  $GI_{T10(18h)}$  به  $GI_{T10}$  با افزایش مدت زمان آون از ۱۸ به ۲۴ ساعت کاهش یافت و بافت حاصل سفت‌تر شد. در نهایت به طور کلی می‌توان گفت که نمونه‌های  $G$  و  $GI_{T1}$  خاصیت کشسانی تقریباً یکسانی داشتند.

از نظر آماری، به طور کلی، تفاوت معناداری بین نمونه‌ها در سه مشخصه‌ی بار بیشینه، میزان کار و بارنهایی ملاحظه شد و تنها در مشخصه تغییر شکل در بار بیشینه تفاوت معناداری بین نمونه‌ها دیده نشد. در هر سه مشخصه بار بیشینه، میزان کار و بارنهایی مشاهده گردید که بعد از نمونه شاهد، بیشترین مقدار این کمیت‌ها مربوط به نمونه  $GI_{T1}$  بود. البته با انجام آزمون توکی مشخص شد که تفاوت معناداری بین نمونه شاهد و  $GI_{T1}$  در این مشخصه‌ها وجود ندارد. با وجود این که از نظر آماری تفاوت معناداری بین نمونه شاهد و نمونه حاوی ۱٪ اینولین  $TEX$  دیده نشد اما این تفاوت برای نمونه حاوی ۱٪ اینولین  $CLR$  کاملاً معنادار بود. علت این امر می‌تواند ناشی از تفاوت خواص فیزیکو-شیمیایی اینولین‌های  $TEX$  و  $CLR$  باشد که بافت نمونه را از نظر کششی تحت تاثیر قرار داده است. در بین تمامی نمونه‌ها، نمونه‌های  $GI_{C4}$  و  $GI_{C5}$  کمترین مقادیر سه مشخصه بار بیشینه، میزان کار و بارنهایی را داشتند که این مقادیر تفاوت معناداری با سایر نمونه‌ها داشت. این موضوع حاکی از آن است که بافت‌های ایجاد شده در این دو نمونه بسیار نرم بودند. همچنین ملاحظه گردید که با افزایش غلظت اینولین در نمونه‌های حاوی اینولین  $TEX$  و

رطوبتی بسیار بالا و بافتی کاملاً شکننده بود که خارج کردن آن از قالب بسیار سخت بود و تنها دلیل آن می‌توانست به حضور آب زیاد در نمونه مربوط شود که با کاهش مدت زمان گرم‌خانه‌گذاری، آب به میزان کافی تبخیر نشده بود. میزان رطوبت نمونه‌ی  $GI_{T10(12h)}$  نیز مشابه نمونه  $GI_{T6}$  بود ولی بافتی کاملاً نرم و صاف داشت. میزان رطوبت نمونه  $GI_{T10(18h)}$  بعد از ۱۸ ساعت آون‌گذاری، مشابه نمونه  $GI_{T10}$  کاهش یافت و بافت آن کمی سفت‌تر از نمونه  $GI_{T10(12h)}$  بود.

مطابق جدول ۳، نتایج آماری نشان داد که به طور کلی تفاوت معناداری در سطح اطمینان ۹۵ درصد بین برخی نمونه‌ها وجود داشت. در بین نمونه‌ها تنها میزان رطوبت نمونه  $GI_{T10(6h)}$  بیشتر از میزان رطوبت نمونه شاهد بود که با بررسی آماری مشخص گردید که این تفاوت معنادار بود. دلیل این امر را می‌توان در مدت زمان قرارگیری نمونه‌ها در آون جستجو نمود، چرا که با کاهش این مدت زمان میزان آب تبخیر شده کمتر و همین امر باعث رطوبت بیشتر نمونه  $GI_{T10(6h)}$  نسبت به نمونه شاهد بود. در ادامه از آزمون توکی برای مقایسه چندگانه میانگین رطوبت‌ها استفاده شد. نتایج نشان داد که دلیلی برای رد فرض صفر مبنی بر تساوی میانگین‌ها بین نمونه‌ها وجود ندارد. اما از لحاظ آماری تفاوت معناداری بین نمونه‌ی  $G$  (شاهد) با  $GI_{T10}$ ،  $GI_{T10(6h)}$  و  $GI_{T10(18h)}$  وجود داشت. به طور کلی می‌توان گفت با افزایش اینولین در درصدهای پایین میزان رطوبت تا حدودی مشابه نمونه شاهد شد که این موضوع به جاذبه الرطوبه بودن ژلاتین و اینولین برمی‌گردد. اما زمانی که از درصدهای بالاتر اینولین استفاده شد رطوبت کاهش یافت که این کاهش در نمونه‌های فاقد شکر چشمگیرتر بود. این نتایج حاکی از آن هستند که شکر دارای خاصیت جذب آب بالایی است و این عامل را می‌توان با کنترل زمانی که روی آون صورت گرفت، تا حدودی برطرف نمود.

**Table 3:** Effect of incubation times on the moisture content of gummy candies

Duration of incubation (h)	Moisture Content (%)
$GI_{T10(6h)}$ (6)	18.8
$GI_{T10(12h)}$ (12)	16.7
$GI_{T10(18h)}$ (18)	15.7

Gelatin: G, Inulin TEX:  $I_T$ , Inulin CLR:  $I_C$

نمونه  $GI_{C4}$  و  $GI_{C5}$  تفاوت معناداری با سایر نمونه‌های حاوی اینولین CLR داشتند. با جایگزینی استویوزید در نمونه  $GI_{C8.2}$  نیز مشاهده گردید که میزان سه کمیت به طور معناداری افزایش یافتند. بنابراین به طور کلی، از نظر میزان کار صورت گرفته و یا انرژی مصرف شده، با افزایش میزان اینولین در نمونه‌های حاوی شکر مقدار انرژی مصرف شده کاهش خواهد یافت. همچنین با جایگزینی شکر با استویوزید نیز انرژی مصرفی برای کشش بیشتر نمونه‌ها، افزایش پیدا کرد.

شکر، مقدار سه مشخصه به طور کلی کاهش یافت. با این حال، تفاوت معناداری بین دو نمونه  $GI_{T5}$  و  $GI_{T6}$  در هیچ یک از مشخصه‌ها دیده نشد. در نمونه‌های حاوی اینولین TEX و استویوزید، مشاهده شد که با افزایش مدت زمان قرارگیری در آون، میزان سه کمیت به طور معناداری افزایش پیدا کرد. در نمونه‌های حاوی اینولین CLR و شکر نیز مشاهده گردید که با افزایش غلظت اینولین، میزان سه کمیت بار بیشنه، میزان کار و بار نهایی کاهش پیدا کرد و تنها دو

**Table 4** Effect of gelatin and sugar supplanting with inulin and stevioside on mechanical properties of gummy candies

Samples	Work (mj)	Deformation at Peak Load (mm)	Peak Load (g)	Final Load (g)
G	168.92 ± 2.82 <sup>a</sup>	99.31 ± 0.32 <sup>a</sup>	297.0 ± 4.5 <sup>a</sup>	293.38 ± 3.26 <sup>a</sup>
$GI_{T1}$	137.55 ± 13.5 <sup>a</sup>	99.65 ± 0.17 <sup>a</sup>	250.0 ± 12.5 <sup>a</sup>	294.8 ± 12.8 <sup>a</sup>
$GI_{T2}$	86.92 ± 5.95 <sup>bc</sup>	99.22 ± 1.42 <sup>a</sup>	137.5 ± 4.76 <sup>bcde</sup>	137.0 ± 5.26 <sup>bcde</sup>
$GI_{T3}$	73.21 ± 9.16 <sup>cd</sup>	99.47 ± 0.53 <sup>a</sup>	128.8 ± 20.1 <sup>cdef</sup>	128.0 ± 19.9 <sup>cdef</sup>
$GI_{T4}$	74.5 ± 2.35 <sup>bcd</sup>	99.76 ± 0.02 <sup>a</sup>	126.75 ± 2.47 <sup>bcdef</sup>	126.25 ± 1.76 <sup>bcdef</sup>
$GI_{T5}$	53.38 ± 1.73 <sup>de</sup>	98.37 ± 2.43 <sup>a</sup>	98.16 ± 4.8 <sup>efg</sup>	97.16 ± 5.13 <sup>efg</sup>
$GI_{T6}$	56.89 ± 1.35 <sup>de</sup>	89.23 ± 19.8 <sup>a</sup>	86.5 ± 4.24 <sup>efg</sup>	81.75 ± 10.9 <sup>efg</sup>
$GI_{T10}$	70.84 ± 10.4 <sup>cd</sup>	99.66 ± 0.15 <sup>a</sup>	102.21 ± 16.2 <sup>defg</sup>	100.8 ± 16.4 <sup>defg</sup>
$GI_{T10(6h)}$	36.57 ± 3.02 <sup>e</sup>	99.17 ± 0.6 <sup>a</sup>	63.83 ± 3.8 <sup>g</sup>	63.16 ± 3.6 <sup>g</sup>
$GI_{T10(12h)}$	54.43 ± 4.9 <sup>de</sup>	99.33 ± 3.9 <sup>a</sup>	83.5 ± 14.2 <sup>fg</sup>	81.83 ± 14.8 <sup>fg</sup>
$GI_{T10(18h)}$	68.5 ± 6.4 <sup>cd</sup>	99.07 ± 1.18 <sup>a</sup>	103.1 ± 11.5 <sup>defg</sup>	102.5 ± 12.1 <sup>defg</sup>
$GI_{C1}$	101.0 ± 6.8 <sup>b</sup>	99.5 ± 0.39 <sup>a</sup>	183.75 ± 8.1 <sup>b</sup>	183.0 ± 7.07 <sup>b</sup>
$GI_{C2}$	86.64 ± 3.1 <sup>bc</sup>	98.82 ± 1/3 <sup>a</sup>	174.25 ± 1.7 <sup>bc</sup>	174.0 ± 1.4 <sup>bc</sup>
$GI_{C3}$	61.35 ± 10.4 <sup>d</sup>	99.04 ± 1.2 <sup>a</sup>	122.6 ± 22.1 <sup>cde</sup>	122.3 ± 22.3 <sup>cde</sup>
$GI_{C4}$	32.87 ± 2.64 <sup>e</sup>	99.77 ± 0.01 <sup>a</sup>	57.5 ± 2.12 <sup>g</sup>	57.0 ± 2.12 <sup>g</sup>
$GI_{C5}$	31.81 ± 2.4 <sup>e</sup>	94.71 ± 0.18 <sup>a</sup>	61.5 ± 7.7 <sup>g</sup>	61.0 ± 7.7 <sup>g</sup>
$GI_{C8.2}$	91.06 ± 1.04 <sup>bc</sup>	99.75 ± 0 <sup>a</sup>	150.75 ± 6.01 <sup>bcd</sup>	150.25 ± 6.7 <sup>bcd</sup>

Gelatin: G, Inulin TEX:  $I_T$ , Inulin CLR:  $I_C$

\* Different small letters represent significant difference at %95

(حاوی ۶/۴ گرم ژلاتین و ۱۰ گرم اینولین TEX با غلظت ثابت ۰/۱ گرم استویوزید) در مدت زمان آون ۱۲ ساعت داشت. این نتایج حاکی از آن است که با کاهش مدت زمان گرم‌خانه‌گذاری می‌توان نمونه‌ای مشابه با بافت نمونه  $GI_{T6}$  تولید کرد. همچنین در شکل ۱ مشهود است که افزودن اینولین CLR تاثیری مشابه با نمونه‌های حاوی اینولین TEX داشت.

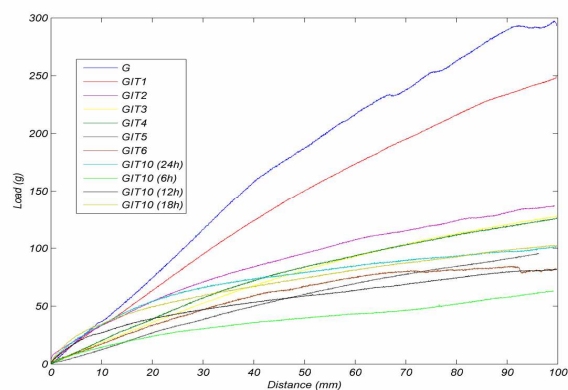
نمودار بار در مقابل مسافت نمونه‌های حاوی اینولین TEX، ژلاتین و استویوزید (شکل ۱) نشان می‌دهد که با افزودن اینولین، میزان بار بیشینه، بار نهایی و شیب منحنی کاهش یافت. این نتایج با پژوهش جایگزینی صمغ لوکاست با گوار مطابقت دارد [۱۷]. همان‌طور که در نمودار مشهود است نمونه  $GI_{T6}$  (حاوی ۶ گرم اینولین TEX، ۴ گرم ژلاتین و ۳۵ گرم شکر) روندی تقریباً مشابه با نمونه  $GI_{T10}$  (12h)

کاسته شد. بین نمونه شاهد با  $GI_{T1}$ ،  $GI_{T2}$  و  $GI_{C1}$  تفاوت معناداری وجود نداشت. اما بین سایر نمونه‌ها با نمونه شاهد از لحاظ آماری تفاوت معناداری دیده شد. پژوهش‌های صورت گرفته توسط محققین نیز نشان داد که افزودن هیدروکلوئیدهایی نظیر گوار و کاراگینان منجر به کاهش شفافیت محلول‌های ژلاتینی می‌شوند [۲۰ و ۱۹].

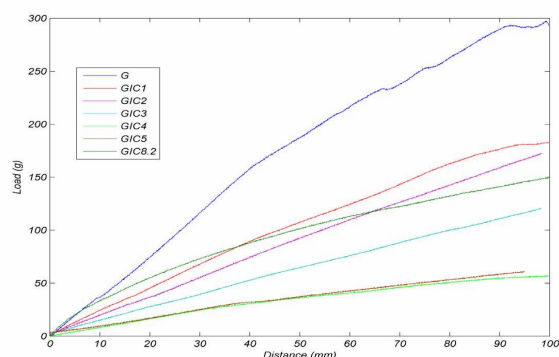
در مورد ویژگی طعم نیز مشاهده شد که نمونه‌های حاوی اینولین  $TEX$  و شکر طعم بهتری داشتند به طوری که بهترین آن‌ها از نظر امتیاز مربوط به نمونه  $GI_{T6}$  بود. کمترین میانگین امتیازات مربوط به نمونه  $GI_{T10}$  بود که به مدت ۲۴ ساعت داخل آن گذاری شده بود. با کاهش مدت زمان آن تا ۱۲ ساعت این نمونه پذیرش بهتری را توانست کسب نماید و پذیرش آن با نمونه  $GI_{T6}$  تقریباً برابر بود. با توجه به بررسی‌های صورت گرفته علت پذیرش این دو نمونه آن است که با نرم شدن بافت، شدت طعم بیشتری احساس شده و هر چه بافت سفت‌تر شود توجه به آزاد سازی طعم نمونه‌ها کمتر خواهد بود [۲۱].

در پاستیل‌های حاوی اینولین  $CLR$ ، بالاترین امتیاز مربوط به نمونه  $GI_{C8.2}$  بود. از نظر آماری، تفاوت معناداری بین نمونه شاهد با نمونه‌های حاوی اینولین  $TEX$  و شکر، نمونه حاوی اینولین  $TEX$  و استویوزید با مدت زمان آن ۱۲ ساعت و نمونه حاوی اینولین  $CLR$  و استویوزید مشاهده نگردید. نمونه‌های  $GI_{C4}$  و  $GI_{C5}$  به‌طور مشترک پایین‌ترین امتیاز را کسب کردند. هم‌چنین بین سایر نمونه‌ها تفاوتی از نظر طعم وجود نداشت. [۲۲]. از نظر چسبناکی نیز نمونه  $GI_{C4}$  پایین‌ترین امتیاز را کسب کرد. پس از آن، نمونه  $GI_{C5}$  در جایگاه بعدی قرار گرفت که این دو نمونه با نمونه شاهد دارای تفاوت معنادار بودند. نمونه  $GI_{C5}$  از لحاظ قابلیت جویدن هم امتیاز خوبی کسب نکرد که دلیل آن شل و نرمی زیاد بود و همین امر باعث چسبناکی بافت نیز شد. از نظر ویژگی‌های مکانیکی نیز که این نمونه بافت خوبی نداشت (کمترین بار بیشینه و کار انجام شده). هم‌چنین تفاوت معناداری بین نمونه شاهد، با سایر نمونه‌ها دیده نشد. کسب امتیاز بالا توسط نمونه  $GI_{T10(18h)}$  می‌تواند به دلیل کاهش مدت زمان آن از ۲۴ ساعت به ۱۸ ساعت باشد، که همین امر باعث افزایش میزان باند شدن آب با ترکیبات نام برده شده تا با یک ساختار متراکم‌تری در کنار یکدیگر قرار گیرند.

به طوری که با افزایش میزان اینولین  $CLR$  میزان بار بیشینه، بار نهایی و شیب نمودار کاهش یافتند.



a)



b)

**Fig 1** Effect of inulins a)  $TEX$  and b)  $CLR$  on Force–deformation curves of gummy candies

به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که افزودن اینولین در درصد‌های پایین ویژگی‌های کششی نمونه‌ها را به طور معناداری کاهش نداد. اما در حضور غلظت‌های بالای اینولین گرانروی افزایش و سفتی ژل نهایی کاهش یافت در نتیجه ویژگی‌های بافتی به شدت تحت تاثیر قرار گرفتند.

### ۳-۴- تاثیر جایگزینی ژلاتین با انواع اینولین

#### روی برخی ویژگی‌های حسی

ارزیابی حسی یکی از بهترین روش‌ها برای ارزیابی طعم و بافت انواع غذاهای جدید و به‌ویژه غذاهای ترکیبی (فرموله) در مراحل اولیه‌ی توسعه می‌باشد [۱۸]. در جدول ۵ میانگین امتیازات حاصل از ارزیابی حسی، برای ۱۷ نمونه پاستیل آورده شده است. یافته‌ها حاکی از آن است که از نظر شفافیت ظاهری، نمونه شاهد که دارای بیشترین امتیاز است شفاف‌ترین نمونه بوده و با افزودن اینولین از شفافیت ظاهری نمونه‌ها



**Table 5:** Effect of different formulations on some sensory properties (5) of gummy candies

Samples	Clarity	Color	Textur e	Adhesiveness	Chewability	Taste	Overall Acceptance	Total (35)
G	4.7 <sup>a</sup>	2.4 <sup>ab</sup>	3.9 <sup>a</sup>	3.7 <sup>ab</sup>	۳.۴ <sup>dabc</sup>	4.0 <sup>a</sup>	4.1 <sup>a</sup>	26.3 <sup>a</sup>
GI <sub>T1</sub>	4.3 <sup>ab</sup>	2.6 <sup>b</sup>	4.2 <sup>a</sup>	3.9 <sup>a</sup>	۳.۱ <sup>abcd</sup>	4.0 <sup>a</sup>	4.1 <sup>a</sup>	26.2 <sup>a</sup>
GI <sub>T2</sub>	3.5 <sup>abc</sup>	2.9 <sup>ab</sup>	3.9 <sup>a</sup>	3.8 <sup>a</sup>	۳.۳ <sup>abcd</sup>	4.0 <sup>a</sup>	3.9 <sup>a</sup>	25.3 <sup>a</sup>
GI <sub>T3</sub>	2.6 <sup>bc</sup>	3.7 <sup>ab</sup>	4.0 <sup>a</sup>	3.9 <sup>a</sup>	۳.۸ <sup>abc</sup>	4.1 <sup>a</sup>	3.9 <sup>a</sup>	26.0 <sup>a</sup>
GI <sub>T4</sub>	2.5 <sup>c</sup>	3.7 <sup>ab</sup>	3.6 <sup>ab</sup>	3.8 <sup>a</sup>	۳.۸ <sup>abc</sup>	4.3 <sup>a</sup>	4.0 <sup>a</sup>	25.7 <sup>a</sup>
GI <sub>T5</sub>	2.5 <sup>c</sup>	3.7 <sup>ab</sup>	4.0 <sup>a</sup>	3.7 <sup>ab</sup>	۴.0 <sup>abc</sup>	4.5 <sup>a</sup>	4.1 <sup>a</sup>	26.5 <sup>a</sup>
GI <sub>T6</sub>	2.4 <sup>c</sup>	3.9 <sup>ab</sup>	3.8 <sup>a</sup>	3.8 <sup>a</sup>	4.3 <sup>a</sup>	4.4 <sup>a</sup>	4.3 <sup>a</sup>	26.9 <sup>a</sup>
GI <sub>T10</sub>	2.2 <sup>c</sup>	3.7 <sup>ab</sup>	3.0 <sup>ab</sup>	3.6 <sup>abc</sup>	3.2 <sup>abcd</sup>	3.6 <sup>abc</sup>	2.9 <sup>ab</sup>	22.2 <sup>ab</sup>
GI <sub>T10(6h)</sub>	2.2 <sup>c</sup>	4.0 <sup>ab</sup>	2.3 <sup>b</sup>	2.9 <sup>abc</sup>	2.7 <sup>bcd</sup>	3.3 <sup>abc</sup>	2.2 <sup>b</sup>	19.6 <sup>b</sup>
GI <sub>T10(12h)</sub>	2.4 <sup>c</sup>	3.9 <sup>ab</sup>	3.8 <sup>a</sup>	3.8 <sup>a</sup>	4.3 <sup>a</sup>	4.4 <sup>a</sup>	4.2 <sup>a</sup>	26.8 <sup>a</sup>
GI <sub>T10(18h)</sub>	2.2 <sup>c</sup>	3.8 <sup>ab</sup>	3.5 <sup>ab</sup>	4.2 <sup>a</sup>	3.9 <sup>abc</sup>	3.6 <sup>abc</sup>	3.9 <sup>a</sup>	25.1 <sup>a</sup>
GI <sub>C1</sub>	3.1 <sup>abc</sup>	2.7 <sup>b</sup>	4.0 <sup>a</sup>	3.9 <sup>a</sup>	4/1 <sup>ab</sup>	3.7 <sup>abc</sup>	4.2 <sup>a</sup>	25.7 <sup>a</sup>
GI <sub>C2</sub>	2.1 <sup>c</sup>	3.9 <sup>ab</sup>	3/6 <sup>ab</sup>	4.1 <sup>a</sup>	3.9 <sup>abc</sup>	3.7 <sup>abc</sup>	3.9 <sup>a</sup>	25.2 <sup>a</sup>
GI <sub>C3</sub>	2.3 <sup>c</sup>	4 <sup>ab</sup>	4.2 <sup>a</sup>	3.9 <sup>a</sup>	3.8 <sup>abc</sup>	3.7 <sup>abc</sup>	4.1 <sup>a</sup>	26.0 <sup>a</sup>
GI <sub>C4</sub>	2.3 <sup>c</sup>	4.1 <sup>ab</sup>	2.2 <sup>b</sup>	2.1 <sup>c</sup>	2.5 <sup>cd</sup>	2.2 <sup>bc</sup>	2.0 <sup>b</sup>	17.4 <sup>b</sup>
GI <sub>C5</sub>	2.1 <sup>c</sup>	4.0 <sup>ab</sup>	2.8 <sup>ab</sup>	2.2 <sup>bc</sup>	2.2 <sup>d</sup>	2.2 <sup>bc</sup>	2.2 <sup>b</sup>	17.7 <sup>b</sup>
GI <sub>C8.2</sub>	2.3 <sup>c</sup>	4.2 <sup>a</sup>	4.2 <sup>a</sup>	3.7 <sup>ab</sup>	4.1 <sup>ab</sup>	3.9 <sup>a</sup>	3.9 <sup>a</sup>	26.3 <sup>a</sup>

Gelatin: G, Inulin TEX: I<sub>T</sub>, Inulin CLR: I<sub>C</sub>

\* Different small letters represent significant difference at %95

آون باعث کسب امتیاز پایین تر توسط نمونه GI<sub>T10(6h)</sub> شد. پس از GI<sub>T6</sub> و GI<sub>T10(12h)</sub>، بیشترین امتیاز به نمونه G (شاهد) و نمونه GI<sub>C8.2</sub> (۸/۲ گرم ژلاتین، ۸/۲ گرم اینولین) به همراه ۰/۱ گرم استویوزید) داده شد. کمترین امتیاز هم مربوط به GI<sub>C4</sub> و GI<sub>C5</sub> بود که دلیل آن می‌تواند ناشی از شل بودن، نرمی و چسبندگی خیلی زیاد باشد که این خود می‌تواند بدلیل خاصیت گرانروی کمتر اینولین CLR نسبت به اینولین TEX باشد. از نظر آماری نتایج حاکی از آن بود که تفاوت معناداری بین نمونه شاهد با نمونه‌های GI<sub>C4</sub>، GI<sub>C5</sub> و GI<sub>T10(6h)</sub> وجود داشت. پس از این نمونه‌ها، GI<sub>T10</sub> در رده بعدی قرار گرفت و سایر نمونه‌ها بالاترین میزان امتیاز را کسب کردند.

#### ۴- نتیجه گیری

در این پژوهش امکان تولید پاستیل کم کالری و فراسودمند با استفاده از دو ترکیب اصلی اینولین و استویوزید به عنوان جایگزین کنندہ‌های ژلاتین و شکر مورد بررسی قرار گرفت. نتایج ویژگی‌های مکانیکی، حسی و اندازه‌گیری رطوبت نمونه‌ها نشان داد که اینولین، به تنهایی قادر به تولید ژل برای پاستیل‌های کم کالری نبوده و باید با هیدروکلونیدی دیگر نظیر ژلاتین همراه باشد تا ژل مورد نظر با بافت مناسب تولید شود.

از نظر آماری خصوصیات بافتی نمونه‌های GI<sub>T10(6h)</sub> و GI<sub>C4</sub> تفاوت معناداری با نمونه شاهد داشتند و پایین‌ترین میزان پذیرش را به خود اختصاص دادند. سایر نمونه‌ها نیز از لحاظ آماری به طور مشترک بالاترین مطلوبیت را بدست آوردند. از نظر ویژگی رنگ نیز تفاوت معناداری بین نمونه شاهد با سایر نمونه‌ها دیده نشد و مشخص شد که بهترین میانگین امتیازات مربوط به نمونه GI<sub>C8.2</sub> بود. شاید به این دلیل که چون شکر آن حذف شده بود در نتیجه با حذف آن نسبت سایر ترکیبات (مثل رنگ و میزان اینولین) افزایش یافت و همین عامل دلیلی بر افزایش میزان شدت رنگ شد. دلیل دیگر نیز می‌تواند مربوط به غلظت بالای اینولین باشد که با کاهش شفافیت نمونه باعث شد که تفاوت رنگ بهتر مشخص شود.

پذیرش کلی نمونه‌ها نیز حاکی از آن بود که تفاوت معناداری بین نمونه‌ی شاهد با نمونه‌های GI<sub>T10(6h)</sub>، GI<sub>C4</sub> و GI<sub>C5</sub> وجود داشت و آن‌ها کمترین میزان پذیرش را داشتند. پس از آن‌ها نیز نمونه GI<sub>T10</sub> قرار گرفت. سایر نمونه‌ها از لحاظ آماری در یک رده قرار گرفته و بالاترین میزان پذیرش را کسب کردند. به طور کلی، بالاترین مجموع امتیازات (از ۳۵ امتیاز کل) به ترتیب مربوط به نمونه GI<sub>T6</sub> و نمونه GI<sub>T10(12h)</sub> بود. باید توجه نمود که میزان پذیرش نمونه GI<sub>T10(12h)</sub> نسبت به GI<sub>T10</sub> تنها با کاهش مدت زمان آون از ۲۴ ساعت به ۱۲ ساعت افزایش پیدا کرد. با این حال، کاهش بیشتر مدت زمان

- [10] Contreras, S. (2013). Anticariogenic properties and effects on periodontal structures of *Stevia rebaudiana* Bertoni. Narrative Review. *Journal of Oral Research*, 2(3): 156–166.
- [11] Evageliou, V., Tseliou, G., Mandala, I., and Komaitis, M. (2010). Effect of inulin on texture and clarity of gellan gels. *Journal of Food Engineering*, 101: 381–385.
- [12] Tarrega, A., Torres, J. D., and Costell, E. (2011). Influence of the chain-length distribution of inulin on the rheology and microstructure of prebiotic dairy desserts. *Journal of Food Engineering*, 104: 356–363.
- [13] Demars, L. L. and Ziegler, G. R. (2001). Texture and structure of gelatin/pectin-based gummy confections. *Journal of Food Hydrocolloids*, 15: 643–653.
- [14] Abbasi, S., Mohammadi, S. and Rahimi, S. (2011). Partial substitution of gelatin with Persian gum and use of olibanum for production of functional pastille. *Biosystems Engineering Journal*, 42: 121–131.
- [15] Tsami, E. and marinous, D. M. (1990). Water sorption isothermals of raisins, currant, figs prunes and apricots. *Journal of Food Science*, 55: 1594–1597.
- [16] Villegas, B., and Costell, E. (2007). Flow behavior of inulin-milk beverages: Influence of inulin average chain length and of milk fat content. *International Dairy Journal*, 17:776–781.
- [17] Armis, N. R. and Galatas, F. (1987). Production properties and uses of agar. pp. 1–57. Production and utilization of products from commercial seaweed: Ed McHugh. D. J. FAO fisheries Technical paper NO 288, Rome.
- [18] Abbasi, S. and Rahimi, S. (2015). Persian Gum. In *Encyclopedia of Biomedical Polymers and Polymeric Biomaterials*, Ed Mishra M. Taylor and Francis, USA pp 5919–5928.
- [19] Johnston-Banks, F. A. (1990). Gelatin, In *Food Gels*. Elsevier Science Publishers Ltd, pp. 233–289.
- [20] Hang, I. J., Draget, K.I., and Smidsord, O. (2004). Physical behavior of fish gelatin and  $\kappa$ -carrageenan mixture. *Carbohydrate Polymers*, 56: 11–19.
- [21] Renard, D., Van De Velde, F., and Vischers, R. W. (2006). The gap between food gel structure, texture and perception. *Food Hydrocolloids*, 20: 423–431.
- [22] Szczesniak, A. S. (2002). Texture is sensory property. *Food Quality and Preference*, 13 (4):215–225.

در چنین شرایطی، اینولین TEX و CLR به ترتیب تا ۶۰ و ۵۰ درصد قابلیت جایگزینی ژلاتین را داشتند. اندازه‌گیری رطوبت نمونه‌ها نشان داد که با افزودن اینولین به ژلاتین تا حدودی میزان رطوبت کاهش و با حذف شکر این کاهش برای نمونه‌های حاوی اینولین TEX بیشتر شد. برای رفع این مشکل با کاهش مدت زمان آون از ۲۴ ساعت به ۱۲ ساعت میزان رطوبت افزایش پیدا کرد. از نظر ویژگی‌های بافتی، نمونه حاوی یک درصد اینولین TEX تقریباً مشابه نمونه شاهد (محتوی ۱۰ درصد ژلاتین) بود و با افزایش میزان اینولین، بافت پاستیل‌های تولیدی نرم‌تر و ویژگی‌های مکانیکی (بار بیشینه، کار و بار نهایی) نیز کاهش یافتند. همچنین، تفاوت معناداری در میزان تغییر شکل در بار بیشینه تمامی نمونه‌ها نسبت به نمونه شاهد مشاهده نشد. پذیرش کلی نمونه‌های حاوی اینولین به همراه استویوزید نیز از نظر آماری تفاوت معناداری با نمونه شاهد نداشتند.

#### منابع

- [1] Lubbers, S. and Guichard, E. (2003). The effect of sugars and pectin on flavour release from a fruit pastille model system. *Journal of Food Chemistry*, 81: 269–273.
- [2] Ergun, R., Lietha, R., and Hartel, R. W. (2010). Moisture and shelf-life in sugar confections. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 50 (2): 162–192.
- [3] Schreiber, R. and Gareis, H. (2007). *Gelatin Handbook: Theory and Industrial Practice*. Wiley-VCH: Germany. pp 220.
- [4] Edwards, W. P. (2000). *The Science of Sugar Confectionery*. The Royal Society of Chemistry: Cambridge, pp. 166.
- [5] Djabourov, M. (1991). Gelation-A review. *Polymer International*, 25 (3): 135–143.
- [6] Villegas, B., and Costell, E. (2007). Flow behaviour of inulin-milk beverages: Influence of inulin average chain length and of milk fat content. *International Dairy Journal*, 17: 776–781.
- [7] Frank, A. (2002). Technological Functionality of inulin and oligofructose. *British Journal of Nutrition*, 87(2): S287–291.
- [8] Niness, K. R. (1999). Inulin and oligofructose: What are they? *Journal of Nutrition*, 129: 1402S–1406S.
- [9] Yamazaki, T. and Flores, H. E. (1991). Examination of steviol glucosides production by hairy root and shoot cultures of *Stevia rebaudiana*. *Journal of Natural Products*, 54(4): 986–992.

## Evaluation of the possibility of low-calorie gummy candy production using inulin and stevioside

Mohammadi Akbar Abadadi, E. <sup>1\*</sup>, Abbasi, S. <sup>2</sup>

1. M. Sc. , Department of Food Science and Engineering, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.

2. Associate Professor, Department of Food Science and Engineering, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.

(Received: 2016/11/04 Accepted: 2016/12/14)

Gummy candies are popular foodstuffs among consumers that despairingly suffer from two primary concerns of low nutritional value and high sugar contents. This study mainly tried to shed light on the possibility of producing functional and diet gummy candy by exploiting gelatin, various inulins (TEX and CLR), and stevioside (biosweetner), especially targeting consumers with obesity and diabetes epidemics. Six different concentrations (1, 2, 3, 4, 5, and 6 percent) of TEX (in combination with 9, 8, 7, 6, 5, and 4 percent of gelatin, respectively) and five concentrations (1, 2, 3, 4, and 5 percent) of CLR (in combination with 9, 8, 7, 6, and 5 percent of gelatin, respectively) were employed. In final formulation, sugar was completely eliminated and a fixed content of stevioside was supplanted. The empirical results lend credibility on the fact that gelatin cannot be supplanted by inulin completely. Based on our preliminary experiments, 17 different gummy candy formulations were produced and their extensibility (using texture profile analyser), sensory evaluation, and moisture content were investigated. In terms of mechanical properties, results showed the amounts of peak load, work, and final load measures reduced conspicuously in the sample which was made up of inulin and sucrose as well as the one with inulin and stevioside. Nevertheless, no significant difference was observed in deformation at peak load in comparison to conventional one. Furthermore, regarding sensory evaluation, the sample associated with 4g gelatin, 6g inulin (TEX), and 35g sucrose as well as the sample with 6.4g gelatin, 10g inulin (TEX), and 0.1g stevioside (when subject to oven for 12 hours) achieved the highest acceptance. Therefore, the results were optimistic harbingers of introducing a novel gummy candy that not only was health-friendly product but also enticed consumers' pleasures.

**Keywords:** Gummy candy, Inulin, Stevioside, Extensibility, Sensory Evaluation

---

\*Corresponding Author E-Mail Address: sabbasifood@modares.ac.ir