**مجله علوم و صنایع غذایی ایران**

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

# بررسی خصوصیات فیزیکی، شیمیایی، رئولوژیکی و حسی کیک روغنی فراسودمند حاوی اینولین و شیره انگور

سیده الهام موسوی کلجاهی[1*]، امیر بابایی‌صدر[2]

۱- دانشجوی دکتری تخصصی، واحد پژوهش‌های نظری، گروه صنعتی نجاتی (آناتا)، تبریز، ایران.

۲- کارشناس ارشد، واحد پژوهش‌های نظری، گروه صنعتی نجاتی (آناتا)، تبریز، ایران.

**اطلاعات مقاله**

**تاریخ های مقاله :**

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹ /۰۸/۲۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۱/۱۸

**کلمات کلیدی:**

اینولین،

شیره انگور،

فراسودمند،

کیک.

DOI: 10.52547/fsct.18.116.15

* مسئول مکاتبات:

Research@nejati.com

**چکیده**

**کیک از فراورده‌های پرمصرف در میان اقشار مختلف جامعه است که از معایب مهم آن می‌توان به کمبود فیبرهای رژیمی و بالا بودن میزان ساکارز در آن اشاره نمود، لذا کاهش میزان ساکارز و افزایش فیبرهای رژیمی به شرط حفظ خواص حسی مطلوب از چالش‌های مهم صنایع‌غذایی می‌باشد؛ از این رو هدف از این مطالعه امکان‌سنجی تولید کیک روغنی فراسودمند حاوی اینولین (۰، ۲/۵، ۵ و ۷/۵ درصد مقدار آرد گندم) و شیره انگور (۰، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ درصد مقدار ساکارز) و اثر متغیرهای مورد بررسی بر ویسکوزیته خمیر کیک و خصوصیات فیزیکی، شیمیایی (محتوای رطوبت، افت وزنی، pH، قندهای احیاکننده، ساکارز، خاکستر کل، رنگ و فیبرخام)، رئولوژیکی و حسی کیک روغنی فراسودمند بود. مطابق نتایج به دست آمده افزایش کاربرد اینولین و شیره انگور به ترتیب منجر به افزایش و کاهش ویسکوزیته خمیر کیک گردید؛ همچنین با افزایش میزان جایگزینی آرد با اینولین و ساکارز با شیره انگور، محتوای رطوبت، قندهای احیاکننده، خاکستر کل و فیبرهای رژیمی نمونه‌های کیک افزایش یافته و میزان افت وزنی بعد از پخت، pH، درصد ساکارز و سفتی بافت نمونه‌های کیک کاهش یافت. از طرفی نتایج بدست آمده نشان داد که با افزایش غلظت اینولین تا ۵ درصد، پارامتر $L^*$ نمونه‌ها افزایش و در غلظت‌های بالاتر از ۵ درصد و با افزایش غلظت شیر انگور پارامتر $L^*$ روند کاهشی نشان داد؛ همچنین افزایش غلظت اینولین و شیره انگور باعث افزایش پارامتر $a^*$ و کاهش پارامتر $b^*$ نمونه‌ها گردید و در بررسی ویژگی‌های حسی، تفاوت معنی‌داری از لحاظ پذیرش کلی در بین نمونه‌ی شاهد و نمونه‌های حاوی ۵ درصد اینولین و ۴۰ درصد شیره انگور وجود نداشت.**

## ۱- مقدمه

تغییر الگوی زندگی و کم شدن تحرک بدنی افراد منجر به بروز مشکلاتی نظیر چاقی، اضافه وزن و فشارخون گردیده است لذا تلاش برای تولید موادغذایی با میزان چربی، شکر و نمک کمتر و فیبر بیشتر افزایش یافته است. کیک از فراورده‌های پرمصرف در میان اقشار مختلف جامعه است که از معایب مهم آن می‌توان به کمبود فیبرهای رژیمی و بالا بودن میزان شکر و چربی در آن اشاره نمود [۱]؛ لذا کاهش میزان ساکارز و افزایش فیبرهای رژیمی به شرط حفظ خواص حسی مطلوب از چالش‌های مهم صنایع‌غذایی می‌باشد. ساکارز علاوه بر نقش شیرین‌کنندگی، به الحاق حباب‌های هوا، ایجاد ساختار، طعم و بافت مناسب در کیک کمک می‌کند، همچنین این ماده در حفظ رطوبت، تازه ماندن و بهبود رنگ پوسته کیک نیز موثر است؛ از این رو کاهش یا جایگزینی آن در کیک بر ویژگی‌های ساختاری و حسی محصول نهایی اثرگذار می‌باشد [۲]؛ بنابراین انتخاب نوع مناسب جایگزین برای ساکارز که علاوه بر ایجاد طعم شیرین دارای خواص عملکردی مناسب نیز باشد، از اهداف مهم صنعت غذا است؛ در این راستا انگور به عنوان یک منبع قندی تازه دارای ویتامین‌های A، B، C، D و املاحی نظیر آهن، منیزیم، ید، فسفر و منگنز می‌باشد [۳]؛ همچنین این میوه منبع غنی از پلی‌فنل‌های فلاوونوئیدی نظیر کاتکین و کوئرستین است؛ فلذا از ارزش آنتی‌اکسیدانی بالایی برخوردار می‌باشد که این ترکیبات مفید در ساکارز که به عنوان شکر معمولی شناخته شده است، وجود ندارد [٤]. شیره انگور از انگورهای سالم پس از مراحل استخراج و خالص‌سازی تهیه می‌گردد [٥]؛ قندهای شیره انگور عمدتاً از فروکتوز و گلوکز تشکیل شده و از این نظر مشابه شیره خرما و عسل است [٦-٨]. جایگزین نمودن شیره انگور در فرمولاسیون کیک، سبب بهبود خواص تغذیه‌ای محصول با حداقل مقدار ساکارز می‌گردد؛ به عبارتی این جایگزینی منجر به کاهش میزان ساکارز و افزایش میزان فروکتوز در محصول می‌شود که از نظر فیزیولوژیکی قند فروکتوز برای جذب به انسولین نیاز ندارد و قند مناسبی برای بیماران دیابتی می‌باشد [۹]. مقدار کم فیبرهای خوراکی از دیگر معایب محصولات تولید شده از آرد گندم از جمله کیک است، در این راستا غنی‌سازی کیک با فیبرهای خوراکی جهت تولید محصولی فراسودمند امری مهم و حائز اهمیت می‌باشد [۱۰]. در این راستا فیبرهای رژیمی دسته‌ای از کربوهیدرات‌ها می‌باشند که بوسیله آنزیم‌های دستگاه گوارش انسان تجزیه نشده و توسط فلور میکروبی روده بزرگ تخمیر می‌گردند و نام پری‌بیوتیک به این ترکیبات اطلاق می‌گردد [۱۱]. از رایجترین ترکیبات پری‌بیوتیک مورد استفاده در صنایع‌غذایی اینولین است که از الیگو و پلی ساکاریدهای فروکتوز با پیوند β(۱_۲) تشکیل شده است و گلوکز قند انتهایی اکثر زنجیره‌ها می‌باشد. آرایش فضایی β در کربن شماره ۲ اینولین، آنومریک بوده و در مونومرهای فروکتوز، مانع هضم فروکتان‌ها می‌شود و این امر مسئول کم شدن مقدار کالری است [۱۲ و ۱۳]. اختلاط اینولین با آب، منجر به تشکیل شبکه ژلی سه بعدی و بهبود احساس دهانی در محصول می‌گردد [١٤ و ١٥]. بهترین اثر تغذیه‌ای شناخته شده برای اینولین، تحریک رشد بیفیدوباکترها در روده بزرگ است که باعث مهار رشد باکتری‌های مضر، تحریک سیستم ایمنی بدن [١٦] و افزایش تولید ویتامین‌های B و K می‌گردد و به صورت انتخابی از رشد میکروارگانیسم‌های پاتوژن جلوگیری می‌کند [۱۷ و ۱۸]. اثر اینولین بر ویژگی‌های بافتی خمیر بستگی به نوع آرد، سطح اینولین مصرفی، درجه پلیمریزاسیون و فرم مصرفی (شکل پودری یا ژلی) آن دارد و به طور کلی اینولین به ایجاد یکپارچگی و قوت در خمیر کمک نموده و باعث افزایش مقاومت کششی می‌شود [۱۹]. بنابراین با توجه به مطالعات فوق و با توجه به اینکه کشور ایران دارای تولید بالای انگور می‌باشد و سالانه حجم زیادی از ضایعات نیز از این محصول تولید می‌گردد و همچنین با توجه به اثرات سلامت‌بخش تعریف شده برای اینولین، هدف از این مطالعه بررسی خصوصیات فیزیکی، شیمیایی، رئولوژیکی و ارگانولپتیکی کیک روغنی فراسودمند حاوی اینولین و شیره انگور می‌باشد.

## ۲- مواد و روش‌ها

### ۲-۱- مواد اولیه مورد استفاده

در این تحقیق، آرد نول (۱۰/۷٤ درصد رطوبت، ۱۱/۱ درصد پروتئین و ۷۱/٦٦ درصد کربوهیدرات) از شرکت ستاره، روغن از شرکت لادن، امولسیفایر از شرکت Shankar، شیره انگور (۷۰ درصد مواد جامد محلول، pH ٥/٤٨، ۱/۸۰ درصد خاکستر و ۰/۵ درصد ساکارز) از شرکت برسان، اینولین

پری‌بیوتیک (محصول شرکت ارافتی ساخت کشور بلژیک) از شرکت نیکان تجارت ماهان تهران، شکر، نمک طعام، وانیل، بیکینگ‌پودر و تخم‌مرغ از انبار مواد اولیه گروه صنعتی نجاتی (آناتا) تهیه گردید.

## ۲-۲- روش تولید کیک

برای تهیه خمیر کیک از ۳۵ گرم آرد، ۲۷ گرم شکر، ۱۰/۹ گرم تخم‌مرغ، ۱/۵ گرم امولسیفایر (لسیتین)، ۱۰ گرم روغن، ۰/۳ گرم نمک، ۰/۱ گرم وانیلین، ۱/۲ گرم بیکینگ‌پودر و ۱۷ گرم آب استفاده شد [۲۰]. شیره انگور در چهار سطح ۰، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ درصد با ساکارز و اینولین در چهار سطح ۰، ۲/۵، ۵ و ۷/۵ درصد با آرد گندم جایگزین گردید.

در این پژوهش تولید کیک روغنی به صورت قالبی و مطابق جدول ۱ صورت گرفت. در ابتدا تخم‌مرغ به همراه شکر و امولسیفایر (لسیتین) توسط یک مخلوط‌کن با دور بالا به مدت ۳ دقیقه کاملاً مخلوط شد (مرحله کرم). در مرحله دوم، روغن و آب به مخلوط اضافه گردید و مواد با دور بالای همزن مخلوط شدند. بعد از این مرحله آرد، وانیل، بیکینگ‌پودر و نمک اضافه گردید و به مدت ۳ دقیقه با سرعت متوسط، عمل همزدن انجام گرفت. خمیر بعد از آماده شدن به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۱۷۵ درجه سلسیوس پخت گردید و در نهایت نمونه‌های کیک پس از خنک شدن در بسته‌بندی‌های پلی‌اتیلینی با درزبندی حرارتی بسته‌بندی شدند و جهت انجام آنالیزهای بعدی در دمای اتاق نگهداری گردیدند [۲۱].

**Table 1** Formulations of different cake samples

| Treat | Wheat Flour (%) | inulin (%) | Sucrose (%) | grape molasses (%) |
|---|---|---|---|---|
| $T_1$ | 100 | 0 | 100 | 0 |
| $T_2$ | 97/5 | 2/5 | 100 | 0 |
| $T_3$ | 95 | 5 | 100 | 0 |
| $T_4$ | 92/5 | 7/5 | 100 | 0 |
| $T_5$ | 100 | 0 | 80 | 20 |
| $T_6$ | 97/5 | 2/5 | 80 | 20 |
| $T_7$ | 95 | 5 | 80 | 20 |
| $T_8$ | 92/5 | 7/5 | 80 | 20 |
| $T_9$ | 100 | 0 | 60 | 40 |
| $T_{10}$ | 97/5 | 2/5 | 60 | 40 |
| $T_{11}$ | 95 | 5 | 60 | 40 |
| $T_{12}$ | 92/5 | 7/5 | 60 | 40 |
| $T_{13}$ | 100 | 0 | 60 | 60 |
| $T_{14}$ | 97/5 | 2/5 | 60 | 60 |
| $T_{15}$ | 95 | 5 | 60 | 60 |
| $T_{16}$ | 92/5 | 7/5 | 40 | 60 |

## ۲-۳- روش آزمایش

### ۲-۳-۱- آزمون خمیر

جهت اندازه‌گیری ویسکوزیته خمیر کیک از دستگاه ویسکومتر Thermo (مدل HAAKE Viscotester 2 plus) استفاده شد و ویسکوزیته خمیر در مدت زمان ۱۵ ثانیه در دمای اتاق (۲۵ درجه سلسیوس) بر حسب دسی‌پواز اندازه‌گیری گردید [۲۲]. اسپیندل مورد استفاده در این آزمون، اسپیندل شماره ۱ در سرعت ۶۲/۵ دور بر دقیقه بود.

### ۲-۳-۲- آزمون‌های کیک

#### ۲-۳-۲-۱- خواص فیزیکی و شیمیایی

محتوای رطوبت نمونه‌های کیک با استفاده از روش AACC 44-11 (۱۹۹۹) اندازه‌گیری شد [۲۳]. جهت اندازه‌گیری pH نمونه‌ها از pHمتر کالیبره شده (مدل Mettler Toledo، ساخت کشور آلمان)، استفاده گردید [۲۴]. درصد قندهای احیا کننده و ساکارز با استفاده از روش لین‌آینون مورد ارزیابی قرار گرفت [۲۵]. اندازه‌گیری میزان فیبرهای رژیمی نمونه‌ها با استفاده از روش هضم، خنثی‌سازی و سوزاندن در کوره الکتریکی معین شد [۲۶]. جهت اندازه‌گیری خاکستر کل

نمونه‌ها از روش سوزاندن در کوره الکتریکی استفاده گردید [۲۷] و درصد افت وزنی پخت نمونه‌ها با اندازه‌گیری اختلاف وزنی خمیر کیک و نمونه‌های کیک آماده پس از پخت و خنک شدن از رابطه زیر محاسبه شد [۲۸]:

درصد افت وزنی پخت = (وزن کیک بعد از پخت − وزن خمیر کیک) / وزن خمیر کیک × ۱۰۰

**۲-۳-۲-۲- خواص رنگی**

جهت اندازه‌گیری رنگ، تصاویر دیجیتالی نمونه‌ها در داخل محفظه‌ی معین با شدت نور و فاصله لنز ثابت تا نمونه گرفته شد وتعیین فاکتورهای $L^*$، $a^*$ و $b^*$ نمونه‌ها توسط نرم‌افزار فتوشاپ انجام گرفت و تغییرات رنگ نسبت به نمونه شاهد به صورت زیر تعیین گشت [۲۹].

$$\Delta E = \sqrt{(L_0^* - L_i^*)^2 + (a_0^* - a_i^*)^2 + (b_0^* - b_i^*)^2}$$

$L^*_0$: میزان روشنایی در نمونه شاهد، $L^*_i$: میزان روشنایی در نمونه‌های کیک تهیه شده، $a^*_0$: میزان سبز تا قرمزی در نمونه شاهد، $a^*_i$: میزان سبز تا قرمزی در نمونه‌های کیک تهیه شده، $b^*_0$: میزان آبی تا زرد در نمونه شاهد، $b^*_i$: میزان آبی تا زرد در نمونه‌های کیک تهیه شده

**۲-۳-۲-۳- خواص بافتی**

ارزیابی بافت کیک با استفاده از دستگاه بافت‌سنج ستام (مدل STM-1، ساخت ایران) انجام شد. برای انجام آزمون درابتدا نمونه‌ها با استفاده از یک قالب، به صورت جسمی با ابعاد مشخص برش خورد (20mm*20mm) و سپس نمونه زیر پروب دستگاه قرار گرفت. میزان سفتی نمونه‌ها بر حسب گرم بر سانتی‌متر مربع گزارش شد [۳۰].

**۲-۳-۲-٤- ارزیابی حسی**

در این تحقیق از ۵۰ نفر از کارمندان گروه صنعتی نجاتی (آناتا) برای انجام ارزیابی حسی (رنگ، طعم، بو، بافت و پذیرش کلی) استفاده شد [۳۱].

**۲-۳-۳- تجزیه و تحلیل آماری**

در این پژوهش جایگزینی آرد با اینولین در چهار سطح ۰، ۲/۵، ۵ و ۷/۵ درصد و شکر با شیره انگور در چهار سطح ۰، ۲۰، ٤۰ و ٦۰ درصد صورت گرفت و تمامی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، رئولوژیکی و حسی با استفاده از طرح کاملاً تصادفی و در سه تکرار توسط نرم‌افزار IBM Spss Statistics 20 و Excel و در سطح احتمال ۹۹ درصد مورد ارزیابی و تجزیه و تحلیل قرارگرفت.

## ۳- نتایج و بحث

### ۳-۱- اثر تیمارهای مختلف بر ویسکوزیته خمیر

نتایج آنالیز واریانس حاکی از معنی‌دار بودن اثر جایگزینی آرد گندم با اینولین و شکر با شیره انگور در فرمولاسیون کیک بر ویسکوزیته محصول نهایی بود ($P<۰/۰۵$)؛ به طوریکه با افزایش غلظت اینولین تا سطح ۲/۵ درصد ویسکوزیته کاهش و در سطوح بیشتر از آن حالت افزایشی نشان داد؛ به عبارتی اینولین به عنوان یک فیبر رژیمی دارای ظرفیت جذب آب بالایی می‌باشد که منجر به افزایش حجم مولکول‌های هیدراته شده و در نتیجه به برقراری پیوندهای هیدروژنی بیشتر در خمیر کیک کمک نموده است و این امر با کاهش مقدار آب در دسترس، مانع از جریان یافتن خمیر شده و منجر به افزایش ویسکوزیته آن می‌گردد [۳۲، ۳۳ و ۳٤]. از سویی علت کاهش ویسکوزیته خمیر در درصدهای پایین اینولین (۲/۵٪)، می‌تواند عدم تشکیل میکروکریستال باشد که منجر به کاهش سفتی خمیر می‌گردد [۳۵]. نتایج بدست آمده با نتایج مطالعه مختاری و همکاران (۱۳۹۷) که به بررسی خواص فیزیکوشیمایی و رئولوژیکی خمیر حاصل از آرد بلوط و اینولین پرداختند [۳٦] و دامن‌افشان و همکاران (۱۳۹۱) که به بررسی تاثیر خواص اینولین بر ویژگی‌های فیزیکی و رئولوژیکی خمیر و بافت کیک پرداختند [۳۵] و موریس و همکارن (۲۰۱۲) که به بررسی افزودن مقادیر بالایی از اینولین در خمیر پرداختند [۳۷] مطابقت دارد؛ همچنین بررسی نتایج حاصله حاکی از کاهش ویسکوزیته خمیر با افزایش سطوح جایگزینی شیره انگور بود که دلیل این امر می‌تواند رقابت قندهای موجود در شیره انگور با پروتئین‌ها در جذب آب باشد که این امر تشکیل شبکه

گلوتنی را تضعیف نموده و در نتیجه منجر به ایجاد خمیر با ویسکوزیته کمتر می‌گردد [۳۸]. نتایج بدست آمده با نتایج بررسی موسوی کلجاهی و بابایی صدر (۱۳۹۹) که به بررسی خصوصیات فیزیکی، شیمیایی، رئولوژیکی و حسی کیک روغنی فراسودمند حاوی پودر تفاله لیمو ترش و قند مایع خرما پرداختند [۳۹] و مجذوبی و همکاران (۱۳۹۳) که به بررسی تاثیر جایگزینی ساکارز با شیره انگور و قند مایع خرما بر ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر بیسکویت پرداختند مطابقت دارد [۳۸].

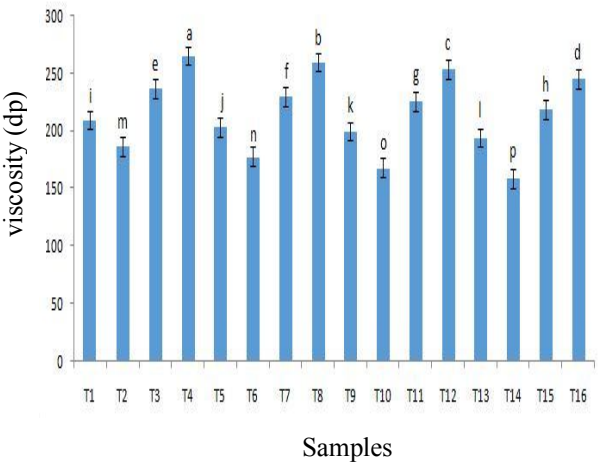


**Fig 1** Effect of incorporation Inulin and grape molasses on viscosity of cake batter samples

## ۳-۲- اثر تیمارهای مختلف بر خواص فیزیکی و شیمیایی کیک

### ۳-۲-۱- محتوای رطوبت

نتایج آنالیز واریانس حاکی از معنی‌دار بودن اثر جایگزینی آرد گندم با اینولین و شکر با شیره انگور در فرمولاسیون کیک بر محتوای رطوبت محصول نهایی بود. همانطور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، با افزایش غلظت اینولین و شیره انگور در فرمولاسیون کیک روغنی، میزان رطوبت نمونه‌ها به طور معنی‌داری افزایش یافت ($P<0/05$)؛ به عبارتی نمونه حاوی ۷/۵ درصد اینولین و ۶۰ درصد شیره انگور دارای بیشترین میزان رطوبت (۰/۰۲±۲۰/۱۶) و نمونه حاوی ۱۰۰ درصد آرد گندم و ۱۰۰ درصد شکر دارای حداقل محتوای رطوبت (۰/۰۱±۱۵/۸۵) بود؛ که دلیل این امر می‌تواند محتوای بالاتر فیبرهای خوراکی در نمونه‌های حاوی اینولین باشد؛ بطوریکه فیبرهای خوراکی دارای گروه‌های هیدروکسیل فراوان هستند، لذا قادرند با آب واکنش داده و سبب انتشار آب و پایداری حضور آن در سیستم شوند که همین امر در افزایش جذب آب و حفظ رطوبت محصول نهایی در حین پخت و نگهداری موثر است که نتایج بدست آمده با نتایج بررسی قره‌خانی و همکاران (۱۳۹۶) که به بررسی ارزیابی خواص فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی کیک روغنی غنی شده با اینولین و آرد نخود پرداختند [۴۰] و قربانخانی و همکاران (۱۳۹۲) که اثر کنسانتره پروتئین آب پنیر و اینولین را بر کیک روغنی غنی شده مورد بررسی قرار دادند [۴۱]، مطابقت دارد. افزایش محتوای رطوبت نمونه‌های کیک در اثر افزایش غلظت شیره انگور می‌تواند به دلیل تغییر در الگوی قندی نمونه‌ها باشد، به عبارتی سرعت انحلال ساکارز، گلوکز و فروکتوز در طول تهیه خمیر متفاوت است؛ بطوریکه در طول تهیه خمیر، مقدار زیادی از ساکارز به شکل کریستالی باقی می‌ماند و با آب وارد واکنش نمی‌شود، بنابراین در طول پخت، بیشتر آب موجود در خمیر قبل از انحلال ساکارز تبخیر می‌گردد، در حالیکه قندهای گلوکز و فروکتوز سریعاً با آب وارد واکنش می‌شوند و از تبخیر آن در طول پخت جلوگیری می‌کنند و منجر به افزایش محتوای رطوبت نمونه‌ها می‌گردند [۴۲]؛ همچنین به نظر می‌رسد، در سیستم‌های کمپلکس مانند شیره انگور، حضور درصد بالایی از قندهای پلی‌ال به جهت دارا بودن گروه‌های هیدروکسیل، منجر به افزایش میزان جذب آب توسط آرد می‌گردد [۴۳] که نتایج بدست آمده با نتیجه بررسی کدیورزاده و عبدالملکی (۱۳۹۵) که اثرات جایگزینی عصاره استویا و شیره انگور را بر خواص فیزیکوشیمیایی و رئولوژیکی نان لایه‌ای تخمیری مورد بررسی قرار دادند [۴۳] و شهیدی و همکاران (۱۳۹۴) که به بررسی خواص کیک اسفنجی تولید شده با شیره انگور پرداختند [۴۴] و محرابی و همکاران (۲۰۱۷) که تاثیر شربت انگور به عنوان جایگزین شکر در کیک اسفنجی را مورد مطالعه قرار دادند [۴۵] مطابقت دارد.

**Table 2** Physicochemical properties of cake samples

| Treat | Moisture Content (%) | Weight after cooking (%) | pH | Reducing Sugars (%) | Sucrose (%) | Fiber Content (%) | Total Ash (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $T_1$ | 15.85±0.01$^{p}$ | 15.99±0.01$^{a}$ | 6.75±0.05$^{a}$ | 0.86±0.07$^{d}$ | 28.34±0.04$^{a}$ | 1.49±0.02$^{d}$ | 0.50±0.07$^{p}$ |
| $T_2$ | 17.20±0.02$^{l}$ | 13.60±0.00$^{e}$ | 6.73±0.02$^{a}$ | 0.87±0.12$^{d}$ | 28.31±0.12$^{a}$ | 3.26±0.01$^{c}$ | 0.57±0.03$^{o}$ |
| $T_3$ | 18.74±0.03$^{h}$ | 11.68±0.04$^{i}$ | 6.71±0.01$^{a}$ | 0.92±0.13$^{d}$ | 28.30±0.06$^{a}$ | 5.45±0.02$^{b}$ | 0.63±0.02$^{n}$ |
| $T_4$ | 19.47±0.00$^{d}$ | 9.28±0.01$^{m}$ | 6.69±0.16$^{a}$ | 0.87±0.11$^{d}$ | 28.29±0.04$^{a}$ | 7.12±0.03$^{a}$ | 0.68±0.06$^{m}$ |
| $T_5$ | 15.91±0.04$^{o}$ | 15.92±0.02$^{b}$ | 6.21±0.03$^{b}$ | 11.12±0.11$^{c}$ | 24.01±0.07$^{b}$ | 1.51±0.03$^{d}$ | 0.74±0.01$^{l}$ |
| $T_6$ | 17.26±0.05$^{k}$ | 13.54±0.06$^{f}$ | 6.19±0.01$^{b}$ | 11.19±0.11$^{c}$ | 23.98±0.07$^{b}$ | 3.27±0.02$^{c}$ | 0.80±0.03$^{k}$ |
| $T_7$ | 18.81±0.01$^{g}$ | 11.58±0.00$^{j}$ | 6.15±0.01$^{b}$ | 11.21±0.09$^{c}$ | 23.97±0.08$^{b}$ | 5.46±0.02$^{b}$ | 0.88±0.03$^{j}$ |
| $T_8$ | 19.55±0.03$^{c}$ | 9.20±0.03$^{n}$ | 6.13±0.02$^{b}$ | 11.19±0.09$^{c}$ | 23.93±0.08$^{b}$ | 7.13±0.03$^{a}$ | 0.93±0.09$^{i}$ |
| $T_9$ | 16.03±0.05$^{n}$ | 15.84±0.04$^{c}$ | 5.85±0.04$^{c}$ | 21.67±0.06$^{b}$ | 19.90±0.09$^{c}$ | 1.53±0.05$^{d}$ | 0.99±0.02$^{h}$ |
| $T_{10}$ | 17.83±0.03$^{j}$ | 13.47±0.01$^{g}$ | 5.83±0.01$^{c}$ | 21.70±0.10$^{b}$ | 19.89±0.08$^{c}$ | 3.28±0.01$^{c}$ | 1.04±0.05$^{g}$ |
| $T_{11}$ | 18.93±0.04$^{f}$ | 11.51±0.02$^{k}$ | 5.81±0.01$^{c}$ | 21.72±0.11$^{b}$ | 19.88±0.05$^{c}$ | 5.47±0.04$^{b}$ | 1.08±0.00$^{f}$ |
| $T_{12}$ | 19.61±0.01$^{b}$ | 9.12±0.04$^{o}$ | 5.79±0.00$^{c}$ | 21.70±0.11$^{b}$ | 19.79±0.06$^{c}$ | 7.14±0.01$^{a}$ | 1.13±0.01$^{e}$ |
| $T_{13}$ | 16.41±0.02$^{m}$ | 15.77±0.03$^{d}$ | 5.58±0.02$^{d}$ | 32.13±0.12$^{a}$ | 17.35±0.29$^{d}$ | 1.54±0.04$^{d}$ | 1.17±0.04$^{d}$ |
| $T_{14}$ | 18.12±0.04$^{i}$ | 13.40±0.02$^{h}$ | 5.56±0.04$^{d}$ | 32.15±0.13$^{a}$ | 17.28±0.09$^{d}$ | 3.29±0.02$^{c}$ | 1.22±0.08$^{c}$ |
| $T_{15}$ | 19.42±0.02$^{e}$ | 11.43±0.01$^{l}$ | 5.54±0.04$^{d}$ | 32.16±0.09$^{a}$ | 17.21±0.09$^{d}$ | 5.50±0.06$^{b}$ | 1.25±0.03$^{b}$ |
| $T_{16}$ | 20.16±0.02$^{a}$ | 9.04±0.02$^{p}$ | 5.52±0.03$^{d}$ | 32.17±0.10$^{a}$ | 17.18±0.10$^{d}$ | 7.15±0.06$^{a}$ | 1.29±0.01$^{a}$ |

Reported values correspond to mean ± standard deviation. Different letters in the Same column indicate significant differences (P<0.05).

**۳-۲-۲- افت وزنی پخت**

نتایج مقایسه میانگین افت وزنی پخت کیک‌ها، در جدول ۲ نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود، از بین متغیرهای مورد بررسی در این تحقیق افزودن اینولین و شیره انگور موجب کاهش معنی‌دار در افت وزنی پخت در نمونه-های کیک گردیده است (P<۰/۰۵)؛ به عبارتی علت کاهش افت وزنی با افزایش میزان اینولین در فرمولاسیون، ظرفیت بالای نگهداری آب توسط اینولین در خمیر می‌باشد که این امر باعث حفظ و نگهداری آب در طی فرایند پخت گردیده و در نتیجه از انتقال مولکول‌های آب به سطح و در نهایت کاهش وزن محصول نهایی جلوگیری می‌نماید. از طرفی بررسی نتایج حاصله حاکی از آن است که با افزایش غلظت شیره انگور در فرمولاسیون کیک، افت وزنی پخت کاهش یافت که دلیل این امر تغییر در الگوی قندی نمونه‌ها می‌باشد. به عبارتی در طول فرایند پخت، بیشتر آب موجود در خمیر قبل از انحلال ساکارز تبخیر می‌گردد، در حالیکه قندهای گلوکز و فروکتوز سریعاً با آب وارد واکنش شده و از تبخیر آن در طول فرایند پخت جلوگیری می‌کنند و منجر به افزایش وزن نمونه‌ها می‌گردند [۴۲]. کاهش درصد افت وزنی پخت با افزودن فیبر سیب در کیک روغنی [۴۶] و میوه گلابی در کیک اسفنجی [۲۸] و پودر هویج در کیک روغنی [۴۷] نیز توسط سایر محققان گزارش شده است.

**۳-۲-۳- pH**

نتایج آنالیز واریانس حاکی از معنی‌دار بودن اثر جایگزینی شیره انگور با ساکارز در فرمولاسیون کیک بر pH محصول نهایی بود (P<۰/۰۵). همانطور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، با افزایش غلظت شیره انگور در فرمولاسیون کیک، میزان pH نمونه‌ها به طور معنی‌داری کاهش یافت؛ به عبارتی نمونه حاوی ۶۰ درصد شیره انگور دارای کمترین میزان pH (۵/۵۲±۰/۰۳) و نمونه شاهد دارای حداکثر میزان pH (۶/۷۵±۰/۰۵) بود که دلیل کاهش این فاکتور می‌تواند به علت وجود ترکیبات اسیدی در شیره انگور باشد؛ بطوریکه نتایج بررسی فرجی کفشگری و همکاران (۱۳۹۳) که به ارزیابی تاثیر جایگزینی شیره انگور با شکر در بستنی پرداختند، حاکی از وجود ترکیبات اسیدی مختلف (نظیر تارتاریک اسید و مالیک اسید) در انگور می‌باشد که این امر منجر به کاهش pH نمونه‌های تولیدی می‌گردد [۴۸]؛ همچنین نتایج ارزیابی موسوی کلجاهی و بابایی صدر (۱۳۹۸) که به بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی بیسکویت فراسودمند حاوی جو و قند مایع خرما پرداختند [۴۹] با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد.

**۳-۲-۴- قندهای احیاکننده و ساکارز**

نتایج مقایسه میانگین تیمارها بر میزان قندهای احیا کننده و ساکارز در جدول ۲ نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود از بین متغیرهای مورد بررسی اثر شیره انگور بر قندهای احیاکننده و ساکارز معنی‌دار بود (P<۰/۰۵)؛ بطوریکه

با افزایش میزان شیره انگور در فرمولاسیون نمونه‌های کیک، میزان قندهای احیاکننده افزایش و مقدار ساکارز آنها کاهش یافت ($p<۰/۰۵$)؛ به عبارتی نمونه‌های حاوی ۶۰ درصد شیره انگور، حاوی بیشترین میزان قندهای احیا کننده (۰/۱۰±۳۲/۱۷) و کمترین میزان ساکارز (۰/۱۰±۱۷/۱۸) و نمونه‌های حاوی ۱۰۰ درصد شکر دارای بیشترین میزان ساکارز (۰/۰۴±۲۸/۳۴) و کمترین میزان قندهای احیا کننده (۰/۰۷±۰/۸۶) بود؛ بنابراین جایگزینی شکر با شیره انگور از نظر افزایش قندهای احیا کننده مطلوب بود؛ چرا که فروکتوز و گلوکز، قندهای غالب موجود در انگور می‌باشند که به آسانی توسط بدن انسان جذب می‌شوند، از طرفی میزان فروکتوز شیره انگور بر محتوای گلوکز آن غالب است و فروکتوز بدون نیاز به ترشح انسولین و افزایش گلوکز خون در بدن متابولیزه می‌شود [۵۰] و در نتیجه نمونه‌های تهیه شده با شیره انگور، محصولی مفید برای افراد دیابتی می‌باشند. نتایج بدست آمده با نتیجه بررسی محرابی و همکاران (۲۰۱۷) که به بررسی تاثیر شربت انگور به عنوان جایگزین شکر در کیک اسفنجی پرداختند [۴۵] و یاسین و همکاران (۲۰۱۳) که به جایگزینی شیره خرما با ساکارز در مافین پرداختند [۵۱] و موسوی کلجاهی و بابایی صدر (۱۳۹۹) که به بررسی خصوصیات فیزیکی، شیمیایی، رئولوژیکی و حسی کیک روغنی فراسودمند حاوی پودر تفاله لیمو ترش و قند مایع خرما پرداختند [۳۹] مطابقت دارد.

### ۳-۲-۵- محتوای فیبرهای رژیمی

نتایج مقایسه میانگین تیمارها بر میزان فیبرهای رژیمی محصول در جدول ۲ نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود، از بین متغیرهای مورد بررسی اثر اینولین بر محتوای فیبرهای رژیمی محصول نهایی معنی‌دار بود ($P<۰/۰۵$)؛ به عبارتی با افزایش درصد جایگزینی آرد گندم با اینولین، محتوای فیبرهای رژیمی (محلول و نامحلول) در نمونه‌های کیک به صورت معنی‌داری افزایش یافت؛ بطوریکه نمونه‌های حاوی ۷/۵ درصد اینولین و ۶۰ درصد شیره انگور دارای بیشترین میزان فیبر (۰/۰۶±۷/۱۵) و نمونه‌های دارای ۱۰۰ درصد آرد گندم و ۱۰۰ درصد شکر، دارای کمترین میزان فیبر (۰/۰۲±۱/۴۹) بودند. نتایج تحقیق بیک‌زاده و همکاران (۲۰۱۷) که به بررسی تأثیر اینولین و الیگوفروکتوز بر کیک پری‌بیوتیک [۵۲] و تحقیقات وانگ و همکاران (۲۰۰۲) که به بررسی تأثیر افزودن الیاف مختلف بر عملکرد خمیر گندم و کیفیت نان پرداختند مطابقت دارد [۵۳].

### ۳-۲- ۶- خاکستر کل

نتایج مقایسه میانگین تیمارها بر میزان خاکستر کل محصول در جدول ۲ نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود، تاثیر تغییرات اینولین و شیره انگور بر محتوای خاکستر کل محصول نهایی معنی‌دار بود ($P<۰/۰۵$)؛ بطوریکه نتایج حاصله نشان می‌دهد که نمونه شاهد دارای کمترین مقدار خاکستر (۰/۰۷±۰/۵۰) است که نتایج بدست آمده با بررسی بیک‌زاده و همکاران (۲۰۱۷) که به تأثیر اینولین، الیگوفروکتوز و اینولین غنی شده با الیگوفروکتوز بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی کیک پری بیوتیک پرداختند، مطابقت داشت [۵۲].

## ۳-۳-اثر تیمارهای مختلف بر رنگ

نتایج آنالیز واریانس حاکی از معنی‌دار بودن اثر جایگزینی آرد گندم با اینولین و شکر با شیره انگور در فرمولاسیون کیک بر شاخص‌های رنگی نمونه‌ها بود (جدول ۳)؛ بطوریکه با افزایش غلظت اینولین تا ۵ درصد پارامتر $L^*$ نمونه‌ها افزایش و در غلظت‌های بالاتر از ۵ درصد روند کاهشی نشان داد؛ همچنین افزایش غلظت اینولین باعث افزایش پارامتر $a^*$ و کاهش پارامتر $b^*$ نمونه‌ها گردید که دلیل این امر جذب آب بالا توسط اینولین می‌باشد که باعث کاهش پراکندگی نور و در نتیجه کاهش درجه درخشندگی (تیره‌تر شدن رنگ کیک‌ها) در نمونه‌ها گردید. نتایج بدست آمده با نتایج پرسینی و سنسیدونی (۲۰۰۹) که به بررسی خصوصیات رئولوژی تاثیر فیبرهای محلول بر خمیر نان پرداختند مطابقت دارند [۵۴]. از طرفی با افزایش غلظت شیره انگور در فرمولاسیون نمونه‌های کیک، پارامتر $L^*$ نمونه‌ها کاهش و در مقابل پارامتر $a^*$ و $b^*$ به ترتیب روند افزایشی و کاهشی نشان داد. واکنش مایلارد و کاراملیزاسیون شکر عامل اصلی ایجاد رنگ در نمونه‌های کیک می‌باشند که این واکنش‌ها تحت تاثیر فاکتورهای متعددی مانند رطوبت، دما، نوع قندهای موجود در فرمولاسیون و ... می‌باشد [۵۵]؛ بنابراین با افزایش مقادیر سطوح جایگزینی ساکارز با شیره انگور سرعت واکنش‌های مذکور در نمونه‌ها افزایش یافته و رنگ نمونه‌ها تیره‌تر گردید [۵۶]. نتایج این تحقیق با نتایج بیلیجیکلی و اکبولوت (۲۰۰۹) که به بررسی تاثیر انواع ملاس میوه بر روی مواد غذایی پرداختند مطابقت داشت [۵۷].

**Table 3** Color .characteristics of cake samples

| Treat | $L^*$ | $a^*$ | $b^*$ |
|---|---|---|---|
| $T_1$ | $102.52\pm0.12^{c}$ | $11.35\pm1.05^{p}$ | $67.48\pm0.96^{a}$ |
| $T_2$ | $103.71\pm0.08^{b}$ | $13.66\pm1.12^{o}$ | $67.03\pm1.10^{b}$ |
| $T_3$ | $104.90\pm0.05^{a}$ | $13.9\pm1.06^{n}$ | $66.36\pm1.05^{c}$ |
| $T_4$ | $102.18\pm0.07^{d}$ | $14.17\pm0.90^{m}$ | $65.22\pm0.84^{d}$ |
| $T_5$ | $99.51\pm0.06^{g}$ | $14.87\pm1.10^{l}$ | $63.05\pm0.99^{e}$ |
| $T_6$ | $99.93\pm0.03^{f}$ | $15.24\pm1.14^{k}$ | $62.86\pm0.71^{f}$ |
| $T_7$ | $101.12\pm0.02^{e}$ | $16.01\pm1.07^{j}$ | $61.51\pm1.08^{g}$ |
| $T_8$ | $98.42\pm0.05^{h}$ | $16.31\pm1.00^{i}$ | $59.27\pm0.88^{h}$ |
| $T_9$ | $96.07\pm0.07^{k}$ | $16.97\pm1.17^{h}$ | $58.61\pm1.10^{i}$ |
| $T_{10}$ | $97.04\pm0.05^{j}$ | $17.97\pm1.29^{g}$ | $57.95\pm0.57^{j}$ |
| $T_{11}$ | $97.21\pm0.03^{i}$ | $18.14\pm1.27^{f}$ | $52.62\pm0.77^{k}$ |
| $T_{12}$ | $94.86\pm0.04^{l}$ | $20.09\pm1.17^{e}$ | $51.03\pm1.08^{l}$ |
| $T_{13}$ | $87.54\pm0.05^{o}$ | $20.62\pm1.19^{d}$ | $50.16\pm0.93^{m}$ |
| $T_{14}$ | $90.38\pm0.07^{n}$ | $21.64\pm1.19^{c}$ | $49.27\pm1.08^{n}$ |
| $T_{15}$ | $93.18\pm0.06^{m}$ | $22.64\pm1.14^{b}$ | $48.37\pm0.57^{o}$ |
| $T_{16}$ | $85.12\pm0.08^{p}$ | $25.43\pm1.01^{a}$ | $46.80\pm0.43^{p}$ |

Reported values correspond to mean ± standard deviation. Different letters in the same column indicate significant differences ($P<0.05$)

## ۳-٤- اثر تیمارهای مختلف بر بافت

نتایج آنالیز واریانس حاکی از معنی‌دار بودن اثر جایگزینی آرد گندم با اینولین و شکر با شیره انگور در فرمولاسیون کیک بر بافت محصول نهایی بود. همانطور که در نمودار ۲ مشاهده می‌شود، با افزایش غلظت جایگزینی اینولین در فرمولاسیون کیک، بافت نمونه‌ها نرم‌تر گردید و نمونه‌های حاوی ۵ درصد اینولین دارای نرم‌ترین بافت بودند؛ همچنین با افزایش غلظت شیره انگور در فرمولاسیون نمونه‌های کیک از میزان سختی آنها کاسته شد که دلیل این امر اینگونه بیان می‌گردد که با افزایش سطح اینولین و شیره انگور در فرمولاسیون نمونه‌های کیک، درصد رطوبت نمونه‌ها افزایش یافت و با کاهش محتوای ساکارز و افزایش میزان قندهای احیاکننده (دارای خاصیت پلاستیسایزری) نیرو شکست نمونه‌ها کاهش معنی‌داری نشان داد که نتایج حاصل از این تحقیق با نتایج حاصل از بررسی شهیدی و همکاران (۱۳۹٤) که به تولید و بررسی خصوصیات کیک اسفنجی تولید شده با شیره انگور پرداختند [٤٤] و مصباحی و همکاران (۱۳۹۳) که به بررسی تاثیر جایگزینی ساکارز با شیره خرما و قند مایع خرما بر ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر بیسکویت پرداختند [۳۸]. و قره‌خانی و همکاران (۱۳۹٦) که به بررسی ارزیابی خواص فیزیکی و شیمیایی، بافتی و حسی کیک روغنی غنی شده با اینولین و آرد نخود پرداختند [۵۸] و قربانخانی و همکاران (۱۳۹۳) که به ارزیابی خواص فیزیکی و شیمیایی، بافتی و حسی کیک غنی شده با کنسانتره پروتئین آب پنیر و اینولین پرداختند [٤۱] مطابقت دارد.

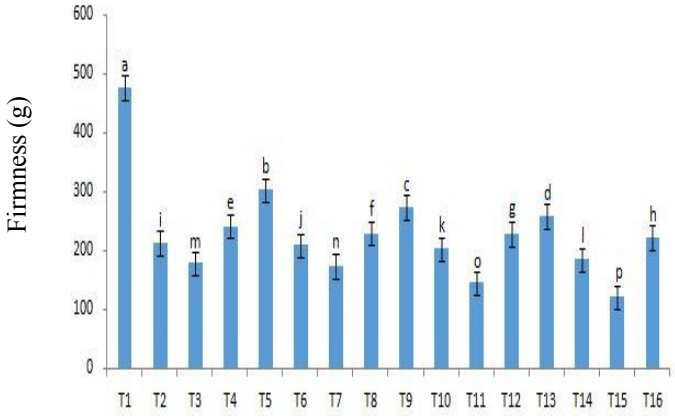


**Fig 2** Effect of incorporation inulin and grape molasses on textural properties of cake samples

## ۳-۵- اثر تیمارهای مختلف بر خواص حسی

اثر متغیرهای فرایند بر پذیرش کلی نمونه‌های کیک در شکل ۳ نشان داده شده است. بررسی این نمودار نشان می‌دهد که تفاوت معنی‌داری به لحاظ امتیاز پذیرش کلی در بین نمونه‌ی شاهد و نمونه‌های حاوی ۵ درصد اینولین و ٤۰ درصد شیره

انگور وجود نداشت (P>۰/۰۵)، به عبارتی جایگزینی آرد گندم با اینولین تا سطح ۵ درصد و شکر با شیره انگور تا سطح ۴۰ درصد هیچ گونه تاثیر منفی بر خواص ارگانولپتیکی نمونه‌ها نداشت؛ همچنین نتایج ارزیابی پذیرش کلی نشان داد که افزودن شیره انگور باعث بهبود طعم و افزایش پذیرش توسط مصرف‌کننده‌ها گردید و به همین منظور نمونه حاوی ۴۰ درصد شیره انگور بالاترین امتیاز حسی را به خود اختصاص داد و نمونه حاوی ۶۰ درصد شیره انگور به دلیل رنگ ظاهری تیره‌تر مورد پذیرش ارزیابان حسی واقع نشد. از سویی با بررسی اثر اینولین مشاهده گردید که از نظر آروما تفاوت معنی‌داری بین سطوح ۲/۵ و ۵ درصد اینولین و شاهد وجود نداشت و نمونه حاوی ۵ درصد و ۷/۵ درصد اینولین به ترتیب دارای بیشترین و کمترین امتیاز حسی بودند؛ به عبارتی افزایش سطوح جایگزینی اینولین منجر به ایجاد پس طعم تلخ و بافت خمیری و رنگ نامطلوب و افزایش غلظت شیره انگور منجر به ایجاد رنگ و بافت نامطلوب در کیک‌ها گردید، فلذا از امتیاز پذیرش کلی نمونه‌ها کاسته شد؛ بنابراین نمونه‌های دارای سطوح بالاتر اینولین و شیره انگور، به رغم داشتن خواص تغذیه‌ای مطلوب از خواص ارگانولپتیکی مطلوبی برخوردار نبودند.

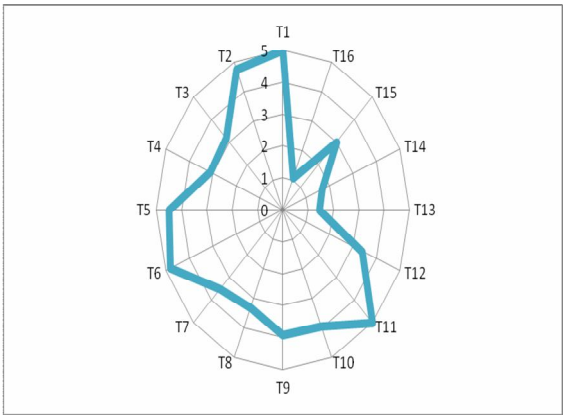


**Fig 3** Effect of incorporation of inulin and grape molasses on sensory properties of biscuit samples

## ٤- نتیجه‌گیری کلی

در این پژوهش امکان‌سنجی کاربرد اینولین (۰، ۲/۵، ۵ و ۷/۵ درصد مقدار آرد گندم) و شیره انگور (۰، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ درصد مقدار ساکارز) در تهیه کیک روغنی فراسودمند و اثر متغیرها بر ویسکوزیته خمیر کیک و خصوصیات فیزیکی وشیمایی (محتوای رطوبت، افت وزنی، pH، قندهای احیاکننده، ساکارز، رنگ، فیبرخام و خاکستر کل)، رئولوژیکی و حسی کیک مورد بررسی قرار گرفت. مطابق نتایج به دست آمده افزایش کاربرد اینولین و شیره انگور به ترتیب منجر به افزایش و کاهش ویسکوزیته خمیر کیک گردید؛ همچنین با افزایش میزان جایگزینی آرد با اینولین و ساکارز با شیره انگور محتوای رطوبت، قندهای احیاکننده و فیبر رژیمی نمونه‌های کیک افزایش یافته و میزان افت وزنی بعد از پخت، pH، ساکارز و سفتی بافت نمونه‌های کیک نسبت به نمونه شاهد کاهش یافت؛ همچنین نتایج بدست آمده نشان داد که با افزایش غلظت اینولین تا ۵ درصد، پارامتر $L^*$ نمونه‌ها افزایش و در غلظت‌های بالاتر از ۵ درصد اینولین و افزایش غلظت شیره انگور در فرمولاسیون نمونه‌های کیک، پارامتر $L^*$ نمونه‌ها کاهش یافت؛ از سویی افزایش غلظت اینولین و شیره انگور باعث افزایش پارامتر $a^*$ و کاهش پارامتر $b^*$ نمونه‌ها گردید. در بررسی ویژگی‌های حسی، تفاوت معنی‌داری از لحاظ پذیرش کلی در بین نمونه‌های شاهد و نمونه‌های حاوی ۵ درصد اینولین و ۴۰ درصد شیره انگور دیده نشد.

## ۵- سپاسگزاری

نویسندگان مقاله از مدیریت محترم گروه صنعتی نجاتی (آناتا) که در کمال سعه صدر کلیه امکانات لازم را جهت تولید صنعتی و بررسی نمونه‌ها در اختیار این گروه پژوهشی قرار دادند؛ کمال تشکر و قدردانی را دارند.

## ٦- منابع

[1] Lebesi, D. M. and Tzia, C. 2011. Effect of the addition of different dietary fiber and edible cereal bran sources on the baking and sensory characteristics of cupcakes. *Food and Bioprocess Technology,* 4: 710-722.
[2] Baeva, M., Terzieva, V. and Panchev, N. 2003. Structural Development of Sucrose-Sweetened and Sucrose-Free Sponge Cakes during Baking. *Nahrung/Food,* 3: 154–160.
[3] Aminian, M. And Abedinia, A.R. 2011. Investigation of the possibility of replacing sugar with grape juice in traditional confectionery milk confectionery. *National Conference on Food Industry*, Quchan, March 30-9.
[4] Saghari, V. And Shakoori, Sh. 2013. The

effect of replacing grape juice with sugar in fortified biscuits, *Second National Conference on Food Industry*, Quchan, 9-10.

[5] Negro, C., Tommasi, L., Miceli, A. 2003. Phenolic compounds and antioxidant activity from red grape marc extracts. *J. Biorese Tech*., 87: 41–44.

[6] Al-Farsi, M., Alasalvar, C., Al-Abid, M., Al-Shoaily, K., Al-Amry, M. and Al-Rawaly, F. 2007. Compositional and functional characterisitics of dates, syrups, and their by-products. *Food Chemistry*, 104(3): 943-947.

[7] Tavakoli pour, H., Kalbasi-Ashtari, A. 2013. Determination of rheological properties of grape molasses. *Food Science and Technology*, 10(40): 129-137.

[8] Bilgicli, N. and Akbulut, M. 2009. Effects of different pekmet (fruit molasses) types on chemical, nutritional content and storage stability of cake. *Journal of Food Quality*, 32(1): 96-107.

[9] Al-Farsi, M., Alasalvar, C., Al-abid, M., Al-Shoaily, K., Al-Amry, M. and Al-Rawahy, F. 2008. Compositional and functional characteristics of dates, Syrups and their by-products. *Food Chemistry,* 104: 943-947.

[10] Jimenez, A., Rodriguez, R., Fernandez-Caro, I., Guillen, R., Fernandez-Bolanos, J. and Heredia, A. 2000. Dietary fibre content of table olives processed under different European styles: Study of physicochemical characteristics. *Journal of the Science of Food and Agriculture,* 80: 1903–1908.

[11] Johansson, L. 2001. Investigation of dietary fibers by in vitro methods for estimation of health effects: Influence on bile acid binding and surface tension. Biotechnology and food chemistry. 11-18.

[12] Kaur, N. and Gupta, A.K. 2002. Application of inulin and oligofructose in health and nutrition. *Journal of Bioscience*, 27: 703-714.

[13] Lopez-Molina, D., Navarro-Martinez, M. D., Rojas-Melgarejo, F., Hiner, A. N., Chazarra, S., and Rodriguez-Lopez, J. N. 2005. Molecular properties and prebiotic effect of inulin obtained from artichoke. *Phytochemistry*, 1476-1484.

[14] Mahdian, E., Karajian, R., Sabri, S. 2014. The effect of inulin and milk protein consantrate on physicochemical and sensory properties of low fat ice cream. *Innovation In Food Processing*, 5(4): 44-51.

[15] Meyer, D., Bayarri, S., Tárrega, A., Costell, E. 2011. Inulin as texture modifier in dairy products.*Food Hydrocolloids*, 25: 188-1890.

[16] Franck, A. 2000. Inulin and oligofructose. In G. Gibson and F. Angus (Eds.), *LFRA ingredient handbook: prebiotics and probiotics* (pp. 1–18). Leatherhead: Leatherhead Publishing.

[17] Bortnowska, G. and Makiewicz, A. 2006. Technological utility of sugar gum and xanthan for the production of low fat inulin enriched mayonnaise. *ACTA Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*. 5(2): 135-146.

[18] Coussement, P. 1995. Pre-and synbiotics with inulin and oligofructose. *Food Technology Europe*, January,102-104.

[19] Flamm, G., Glinsmann, W., Kritchevsky, D., Prosky, L. & Roberfroid, M., 2001, Inulin and oligofructose as dietary fiber: A review of the evidence . *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 41(5), 353-362.

[20] Benion, E.B. and Baemford, G.S.T. 2008. The Technology of Cake making. 2 rd.Press.

[21] Lee, C.C., Wang, H.F. and Lin, S.D. 2008. Effect of isomaltooligosaccharide Syrup on quality characteristics of sponge cake. *Cereal Chemistry,* 85(4): 515-521.

[22] Kaur, N. and Gupta, A.K. 2002. Application of inulin and oligofructose in health and nutrition. *Journal of Biosciences,* 27(2): 703-714.

[23] Khouryeh, H.A., Aramouni, F. M. and Herald, T.J. 2005. Phsical, Chemical and Sensory Properties of Sugar-Free Jelly. *Journal of Food Quality,* 28(2): 179-190.

[24] Rodríguez-García, J., Salvador, A. and Hernando, I. 2014. Replacing Fat and Sugar with Inulin in Cakes: Bubble Size Distribution, Physical and Sensory Properties. *Food Bioprocess Technol*, 7:964-974.

[25] Frais, J. M., Olivira, J. C. and Schittowski, J. 2001. Modeling and parameter identification of a maltodextrin DE 12 drying processin a convection oven. *Applied mathematical modeling,* 449-462.

[26] Savitha, Y.S. and Indrani, M. 2008. Effect of replacement of sugar with sucralose and maltodextrin on rheological characteristics of wheat flour dough and quality of soft dough and quality of soft dough biscuits. *Jouranal of texture studies,* 39: 605-616.

[27] AACC. 2000. *Approved Method of the*

*AACC*. American Association of Cereal Chemistry, St. Paul, MN.

[28] Kim, J.H., Lee, H.J., Lee, H.S., Lim, E.J.J., Imm, J.Y. and Suh, H.J. 2012. Physical and sensory characteristics of fiber-enriched sponge cakes made with Opuntia humifusa. *LWT-Food Science and Technology,* 47: 478-484.

[29] FRYE, A. and Setser, S. 1991. Optimizing Texture of Reduced-Calorie Yellow Layer Cakes. *Cereal Chem*, 69(3): 338-343.

[30] Najafi, S. and Salehifar, M. 2016. Optimization of production low-calorie muffin with natural sweetener stevia and maltodextrin. *Iranian Food Science and Technology Research Journal,* 26(2): 715-724.

[31] Hager, AS., Ryan, L., Schwab, C. and Ganzle, M.G. 2011 . Influence of the soluble fibres Inulin and oat β-glucan on quality of dough and bread. *European Food Research and Technology,* 32: 405-413.

[32] Baixauli, R., Sanz, T., Salvador, A. and Fiszman, S.M. 2007. Influence of the dosing process on the rheological andmicrostructural properties of a bakery product. *Food Hydrocolloids*, 21(2): 230-236.

[33] Demirkesen, I., Mert, B., Sumnu, G. and Sahin, S. 2010. Utilization of chestnut flour in gluten-free bread formulations. *Journal of Food Engineering,* 101: 329-336.

[34] Zimeri, J. and Kokini, J. 2003. Rheological properties of inulin–waxy maize starch systems. *Carbohydrate polymers,* 52(1): 67-85.

[35] Damanafshan, P., Salehifar, M., Giasiye, B. and Bakhoda, Hosseine. 2012. Investigation of the effect of fat replacement with inulin on the physical and rheological properties of dough and cake texture. *Journal of Innovation in Food Science and Technology*, 5(1): 85-90.

[36] Mokhtari, Z., Ziaiifar, A. M., Aalami, M., Kashaninejad, M. and Aghajanzadeh, S. 2019. Physicochemical and rheological properties of dough from acorn flour and inulin. *Journal of Food Science and Technology,* 84(15): 23-38.

[37] Morris, C., Morris, G.A. 2012. The effect of Inulin and fructo - oligosaccharide supple mentation on the textural, rheological and sensory properties of bread and their role in weight management: A review. *Food Chemistry*, 237-248.

[38] Majzoobi, M., Mansouri, H., Mesbahi, Gh., Farahnaky, A. and Golmakani, M.T. 2016. Effect of Sucrose Substitution with Date Syrup and Date Liquid Sugar on the Physicochemical Properti of biscuit dough. *Journal of Agricultural Science and Technology,* 18: 643-656.

[39] Mousavi Kalajahi, S.E. and Babaie Sadr, A. 2020. Investigation of physicochemical, rheological and sensory properties of functional oily cake containing lemon pomace powder and date liquid sugar. *FSCT*, 17 (107):13-23.

[40] Gharakhani, M., Atta Salehi, E. and Ayvazzadeh. O. 2018. Evaluation of physicochemical, textural and sensory properties of oil cake enriched with inulin and chickpea flour. *Journal of Innovation in Food Science and Technology*, 12(1): 1-14.

[41] Gharakhani, M., Atta Salehi, E. Ayvazzadeh. O. and Jalali, M. 2014. Evaluation of physicochemical, textural and sensory properties of cake fortified with whey protein concentrate and inulin. *Journal of Innovation in Food Science and Technology*, 7(4): 49-61.

[42] Spies, R. D. and Hoseney, R. C. 1982. Effects of Sugars on Starch Gelatinization. *Cereal Chemistry,* 59: 128-131.

[43] Kadivarzadeh, G. and Abdolmaleki. F. 2016. Evaluation of replacement effects of stevia extract and grape juice on physicochemical and rheological formulations and fermentation of fermented layered bread. *Journal of Innovation in Food Science and Technology*, 10(4): 31-41.

[44] Shahidi, B., Kalantari, M. and Bostani, S. 2017. Production and investigation of the characteristics of sponge cake produced with grape juice. *Iranian Journal of Food Science and Industry Research*, 13(2): 415-425.

[45] Mehrabi, Sh., Koshki, M.R. and Hossein Azizi, M. 2017. Effect of Grape Syrup as a Replacement for Sugar on the Chemical and Sensory Properties of Sponge Cake. *Current Research in Nutrition and Food Science*, 5(2): 126-136.

[46] Khelgati, S. and zomorodi, Sh. 2016. Evaluation of the use of apple fiber in the production of prebiotic fruit cakes and evaluation of physicochemical and sensory properties of the finished product. *2nd*

*Iranian Scientific Conference on Food Science and Technology*.

[47] Mehdizadeh, N. and Roufegari Nejhad, L. 2019. Replacement of wheat flour with carrot powder on qualitative parameters of cake. *Iranian Food Science and Technology Research Journal,* 29(3): 157-169.

[48] Faraji Kafshgari, S., Fallah Shojaei, M. and Akbarian Meymand, M.J. 2015. The effect of sugar substitution with grape juice on the physicochemical and sensory properties of vanilla ice cream. *Quarterly Journal of New Food Technologies*, 2(6): 85-93.

[49] Mousavi Kalajahi S.E. and Babaie Sadr, A. 2020. Investigation of physicochemical and sensory properties of barley biscuits containing date liquid sugar. *FSCT*. 2020; 16 (97) :101-112.

[50] Myhara, R.M., Karkalas, J. and Taylor, M.S. 1999. The composition of maturing Omani dates. *Journal of the Science of Food and Agriculture,* 79: 1345-1350.

[51] Yaseen, T., Ashraf, I., Rehman, S.U., Ali, S. and Pasho, I. 2013. Shelf life assessment of muffins prepared by date syrup and wheat bran. *Journal of Public Health and Biological Sciences,* 2: 156-163.

[52] Beikzadeh, M., Peighambardoust, S.H., Beikzadeh, S. and Homayouni-Rad, A. 2017. Effect of Inulin, Oligofructose and Oligofructose-Enriched Inulin on Physicochemical, Staling, and Sensory Properties of Prebiotic Cake. *J. Agr. Sci. Tech*, 19: 1241-1252.

[53] Wang, J. S., Rosell, C. M. and de Barber, C. B. 2002. Effect of the Addition of Different Fibres on Wheat Dough Performance and Bread Quality. *Food Chem.,* 79: 221-226.

[54] Peressini, D., and Sensidoni, A. 2009. Effect of soluble dietary fibre addition on rheological and bread making properties of wheat doughs. *Journal of Cereal Science*, 49(2): 190-201.

[55] Sharma, P. and Gujral, H.S. 2013. Extrusion of hulled barley affecting b-glucan and properties of extrudates. *Food and Bioprocess Technology,* 6:1374-1389.

[56] Raiesi Ardali, F., Rahimi, E., Tahery, S. and Shariati, M.A. 2014. Production of a new drink by using date syrup and milk. *Journal of Food Biosciences and Technology,* 2(4): 67-72.

[57] Bilgicli, N. and Akbulut, M., 2009. Effects of different pekmet (fruit molasses) types on chemical, nutritional content and storage stability of cake, *Jurnal of Food Quality*, 96-107.

[58] Gharakhani, M., Atai Salehi, I. and Ayvazzadeh. A. 2020. Evaluation of physicochemical, textural and sensory properties of oil cake enriched with inulin and chickpea flour. *Journal of Innovation in Food Science and Technology*, 12(1): 1-14.

Iranian Journal of Food Science and Technology

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

# Investigation of physical, chemical, rheological and sensory properties of functional oily cake containing the inulin and grape molasses

**Kalajahi, S, E.[2] , Babaie Sadr, A. [2].**

1. Ph.D Student, Research Center, Nejati Industrial Group, Tabriz , Iran.
2. Master of Applied Chemistry, Research Center, Nejati Industrial Group, Tabriz, Iran.

**ARTICIE INFO**

**Article History:**

Received 2020/ 11/ 11
Accepted 2021/ 04/ 24

**Keywords:**

Cake,
Functional,
Grape molasses,
Inulin.

**DOI: 10.52547/fsct.18.116.15**

*Corresponding Author E-Mail:
Research@nejati.com

**ABSTRACT**

Cakes, as one of the most widely consumed products in societies, may have some disadvantages such as lack of dietary fibers and high level of sucrose contents. Therefore reducing sucrose and increasing dietary fiber contents of cakes while retaining its favorable sensory properties is one of the major challenges for the food industry. The purpose of this study was to evaluate the feasibility of the production of functional oily cakes containing inulin (0, 2.5, 5 and 7.5% of wheat flour) and grape molasses (0, 20, 40 and 60% sucrose), and to review the effects of the variables on the cake-batter viscosity, physical and chemical (moisture content, weight loss, pH, reducing sugars, sucrose, total ash, color and fiber content), rheological and sensory properties of oily cakes. According to the results, increasing the use of inulin and the grape molasses in cakes would result in increasing and decreasing the viscosity of the cakes respectively. Also, by increasing the amount of substitution of flour with inulin, as well as the substitution of sucrose with grape molasses, the levels of moisture content, reducing sugars, total ash, and dietary fiber in cake-samples were increased and the levels of weight loss after baking, pH, sucrose content and firmness of cake-samples were decreased. The results showed that by increasing the concentration of inulin up to 5%, the $L^*$ parameter of the samples were increased and in concentrations above 5% and by increasing the concentration of grape molasses, the $L^*$ parameter showed a decreasing trend; Also increasing the concentration of inulin and grape molasses increased the parameter $a^*$ and decreased the parameter $b^*$ of the samples., so that there was no significant difference in overall acceptability between the control sample and those containing 5% inulin and 40% grape molasses.