

## ویژگی های فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی کیک حاوی عناب

آریو امامی فر<sup>1\*</sup>، زهرا زنگنه<sup>1</sup>، منصوره لطیفیان<sup>1</sup>، زینب ارباب<sup>1</sup>

1- گروه صنایع غذایی، دانشکده صنایع غذایی، دانشگاه بوعلی سینا

(تاریخ دریافت: 99/01/05 تاریخ پذیرش: 99/03/11)

### چکیده

عناب میوه‌ای فراسودمند، سرشار از فیبر، انواع ویتامین ها و عناصر مغذی و با طعمی بسیار مطبوع و شیرین می باشد. در این تحقیق تأثیر جایگزین کردن آرد گندم با پودر عناب در مقادیر متفاوت وزنی (صفر (شاهد)، 5، 15 و 25 درصد)، بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی کیک‌های تولیدی، در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی بررسی گردید. با افزایش جایگزینی آرد گندم با پودر عناب، ویسکوزیته خمیر از 7444/5 (نمونه شاهد) تا 9879/5 سانتی پویز (25 درصد پودر عناب) افزایش معنی‌داری یافت ( $p<0/05$ ). با جایگزینی آرد گندم با پودر عناب، ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی (درصد رطوبت، حجم، درصد تخلخل، سفتی، درصد فیبر و خاکستر و رنگ) و حسی کیک‌های تولیدی، تغییر معنی‌داری داشتند ( $p<0/05$ ). با افزایش نسبت جایگزینی آرد گندم با پودر عناب، مقدار حجم و میزان تخلخل نمونه‌های کیک کاهش و مقدار سفتی، درصد فیبر، درصد خاکستر، شاخص قهوه‌ای شدن و میزان تیرگی آنها افزایش یافت ( $p<0/05$ ). کیک‌های حاصل از جایگزینی آرد گندم با پودر عناب تا سطح 5 و سپس 15 درصد، بیش‌ترین امتیاز حسی پذیرش کلی را در مقایسه با کیک‌های شاهد دریافت کردند ( $p<0/05$ ). کمترین تغییر در ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی انواع کیک‌های حاوی پودر عناب در مقایسه با نمونه‌های شاهد، با جایگزینی 5 درصد آرد گندم با پودر عناب حاصل شد و همچنین این کیک‌ها امتیازهای حسی بالاتری در مقایسه با سایر نمونه‌های حاوی پودر عناب کسب کردند ( $p<0/05$ ).

کلید واژگان: ویژگی‌های فراسودمندی، ویسکوزیته، تخلخل، رنگ.

\*مسئول مکاتبات: a.emamifar@basu.ac.ir

## 1- مقدمه

محصولات نانویی از جمله غذاهای پر مصرف جهان به شمار رفته و در میان آنها کیک به عنوان محصولی خوشمزه و با ویژگی های حسی مناسب از استقبال بیشتری برخوردار است. آرد، روغن، شکر و تخم مرغ از اجزای اصلی و سازنده کیک به حساب می آیند که انتخاب، تغییر و یا جایگزینی هر کدام از آن ها تغییر در ساختار و یا عطر و بو و کیفیت محصول را به دنبال خواهد داشت [1]. امروزه ارتباط بین سلامتی و غذا، به دلیل محبوبیت غذاهای زیست فعال، عامل محرک در ایجاد نوآوری در فرمولاسیون های غذایی است [2]. از سوی دیگر در فرآورده های نانویی، افزودن بسیاری از اجزای جدید غذایی با تغییر عطر و بو، رنگ و مزه محصول تولیدی، تاثیر مثبتی در پذیرش آن ها توسط مصرف کننده دارد [3]. مطالعات فراوانی در خصوص جایگزینی، تغییر و یا اصلاح هر یک از اجزای فرمولاسیون کیک با هدف غنی سازی و بهبود ارزش غذایی و یا تولید محصول فراسودمند و دارویی برای بیماران مبتلا به بیماری های خاص نظیر سلیاک صورت گرفته است که از آن جمله می توان به جایگزینی تخم مرغ با ایزوله پروتئین سویا در فرمولاسیون کیک با هدف کاهش میزان کلسترول و آلرژی زایی [4]، کیک کم چرب با جایگزینی روغن با اینولین [5]، کاهش مقدار شکر در فرمولاسیون کیک با جایگزینی توسط قند الکلی ها [6]، کیک بدون گلوتن با استفاده از نشاسته ذرت، سیب زمینی و ضایعات کلم بروکلی [7] و کیک های کم کالری با کاهش میزان شکر در فرمولاسیون [8]، اشاره کرد. تحقیقات گسترده ای با هدف تولید کیک فراسودمند، با جایگزینی بخشی از آرد موجود در فرمولاسیون کیک با ترکیباتی نظیر آرد سنجد [9]، آرد کتان [10]، آرد عدس [11]، آرد سورگوم [12] و مخلوط آرد ذرت و آرد برنج [13] انجام شده است. عنب (*Ziziphus jujuba Mill*) یا خرماي قرمز، میوه ای با قدمت 4000 ساله از درخت عنب و در گروه خانواده راموناسه (*Rhamanceae*) است. این میوه به دلیل ویژگی های ارزشمند غذایی (املاح زیاد و ویتامین ث بالا) و فراسودمندی (ترکیبات زیست فعال نظیر پلی ساکاریدها، فلاونوئیدها، فنل ها، ترپنوئیدها و ساپونین ها) از جایگاه ویژه ای در طب سنتی برخوردار بوده و به صورت تازه و خشک مصرف می شود [14].

از جمله خواص دارویی آن می توان به تصفیه کنندگی خون، آرام کننده اعصاب، تقویت دستگاه گوارش و ملین بودن آن اشاره کرد [15]. پژوهش ها نشان داده است که پلی ساکاریدهای استخراج شده از میوه عنب خواص ضد اکسایش، ضد التهابی، ضد سرطانی و ضد ویروسی دارند. این پلی ساکاریدها اغلب ساختمان پکتیکی داشته و حاوی مقادیر فراوانی از ارونیک اسید، آرابینوز و گالاکتوز هستند که بسته به نوع واریته و محل کشت، مقادیر کمی آن ها تا حدی متفاوت است [17 و 16]. میوه تازه عنب دارای 76/9 درصد رطوبت، 1/4 درصد پروتئین و 20/4 درصد قند می باشد. رطوبت، قند، پروتئین و خاکستر در عنب خشک شده به ترتیب 25/7، 60، 4/9 و 4/7 درصد گزارش شده است. قند های آزاد عنب خشک شده شامل ساکارز، فروکتوز و گلوکز بوده و حضور اسید های آمینه آزاد پرولین، اسید گلوتامیک، تیروزین، متیونین و ترئونین موجود در آن، طعم و مزه آن را تشدید می کنند [18]. استفاده از عنب به دلیل خواص فراسودمندی در فرمولاسیون بسیاری از مواد غذایی نظیر خمیرها، سوپ ها، پوره ها و محصولات قنادی توصیه شده است [19]. از سوی دیگر با توجه به افزایش تقاضا و کثش بازار برای مصرف غذاهای فراسودمند به دلیل علاقه مصرف کنندگان به استفاده از رژیم غذایی سالم و متنوع و استفاده از غذاهای فراسودمند، صاحبان صنعت غذا همواره به دنبال تولید فرمولاسیون های جدید و با ارزش غذایی و فراسودمندی بالا و از طرفی مورد پذیرش مصرف کننده می باشند [20]. به هر ترتیب، امروزه توجه ویژه ای بر سلامت محور بودن و ارایه محصول غذایی سالم برای افراد جامعه مد نظر قرار گرفته است. از طرف دیگر، تولید محصولات بدون گلوتن و یا با گلوتن کاهش یافته از جمله محصولات سلامت محور غلاتی بوده که امروزه با توجه به بروز افزایش حساسیت افراد به پروتئین گندم (گلوتن)، رو به افزایش است. پودر عنب به دلیل داشتن درصد بالایی از فیبر و ویتامین های بالا می تواند به عنوان افزودنی فراسودمند و به عنوان جایگزین بخشی از آرد گندم در تولید کیک مورد استفاده قرار گیرد. این مطالعه با هدف بهره مندی از ویژگی های فراسودمندی پودر عنب با جایگزین شدن به جای بخشی آرد گندم در فرمولاسیون خمیر کیک و ارزیابی تاثیر آن بر خواص فیزیکوشیمیایی و حسی محصول، انجام شده است.

## 2- مواد و روش ها

### 2-1- تهیه مواد اولیه

آرد سفید گندم و مخصوص شیرینی پزی با رطوبت 11/2 درصد، پروتئین 9/44 درصد و خاکستر 0/43 درصد از بازار تهیه گردید. میوه عناب خشک شده در شهرستان بیرجند، از عطاری معتبر شهر همدان خریداری گردید و سپس توسط کارشناسان بخش کشاورزی مورد بررسی و تایید قرار گرفت. میوه های عناب با هدف جداسازی میوه های ناسالم و آلودگی های احتمالی مورد بررسی قرار گرفته و میوه های سالم پس از شستشو درآون با دمای  $2 \pm 103$  درجه سانتی گراد به مدت زمان 2 ساعت، تا رسیدن به وزن ثابت خشک شده و پس از سرد شدن با استفاده از آسیاب برقی پودر شده و هسته آن به کمک الک (مش 70) از پودر حاصل جداسازی شد. پودر تولیدی در بسته های پلی اتیلنی و در دمای 20- درجه سانتی گراد تا زمان استفاده نگهداری گردید. برخی ویژگی های پودر عناب تولیدی شامل رطوبت 8/34 درصد، خاکستر 2/23 درصد، فیبر کل 5/33 درصد و قند کل 70/02 درصد اندازه گیری شد.

### 2-2- تهیه خمیر و کیک

خمیر کیک (براساس 100 درصد آرد گندم) از ترکیب 100 گرم آرد گندم، 60 گرم روغن آفتابگردان، 65 گرم شکر، 65 گرم تخم مرغ، 50 گرم شیر کامل، 1 گرم وانیل و 1/5 گرم بیکنینگ پودر تهیه شد. در فرمولاسیون کیک های مختلف میزان آرد سفید گندم تغییر یافت و پودر عناب در سطوح مختلف 5، 15 و 25 درصد جایگزین آن شد. مواد مورد استفاده در تهیه کیک طی سه مرحله مخلوط و آماده سازی شد. در مرحله اول شکر، تخم مرغ و وانیل مخلوط شده، در مرحله دوم سایر مواد مایع و نیمه مایع فرمول از جمله شیر و روغن اضافه و مخلوط شد. در مرحله آخر مواد جامد فرمول شامل آرد گندم و پودر عناب اضافه و مخلوط شد. در هر مرحله عملیات مخلوط کردن به مدت 3 دقیقه طول کشید [21]. بعد از آماده سازی، خمیر های تهیه شده در قالب های کیک ریخته شده و در فر آزمایشگاهی با دمای  $5 \pm 180$  درجه سانتی گراد به مدت 40 دقیقه قرار داده شدند. پس از پخت و سرد شدن در دمای محیط ارزیابی های لازم بر روی کیک های تولیدی انجام شد.

### 2-3- آزمون خمیر

ویسکوزیته خمیر با دستگاه ویسکومتر بروکفیلد (DV 2 RV, Brookfield, USA) و با استفاده از اسپیندل شماره 5، در سرعت برشی 1 دور بر ثانیه و در دمای  $1 \pm 25$  درجه سانتی گراد و در سه تکرار اندازه گیری شد [22].

### 2-4- آزمون های کیک

#### 2-4-1- خواص فیزیکوشیمیایی

خواص فیزیکوشیمیایی کیک های تولیدی 2 ساعت پس از پخت با استفاده از روش استاندارد (AACC, 1999) ارزیابی گردید [23]. به این ترتیب که رطوبت کیک با استفاده از روش خشک کردن در آون الکتریکی به روش استاندارد (AACC 44-15)، خاکستر با استفاده از کوره الکتریکی و به روش استاندارد (AACC 0801)، فیبر خام به روش استاندارد (AACC 3210) و حجم کیک با استفاده از روش جا به جایی دانه های کلزا (AACC 7210)، اندازه گیری شد.

#### 2-4-2- تخلخل کیک

برای ارزیابی میزان تخلخل مغز کیک، از روش پردازش تصویر استفاده گردید. به این ترتیب که پس از تصویر برداری از مغز کیک در کلیه نمونه ها، تصاویر توسط نرم افزار (Image J) بررسی و میزان تخلخل با تبدیل تصاویر به تصاویر خاکستری و سپس تبدیل به تصاویر دودویی و با محاسبه نسبت نقاط روشن به تاریک به عنوان شاخصی از میزان تخلخل نمونه ها، محاسبه گردید [12].

#### 2-4-3- رنگ کیک

ارزیابی رنگ مغز کیک با استفاده از نرم افزار (Image J) انجام گرفت و مقادیر کمی شاخصه های رنگی (L)، (a) و (b) اندازه گیری گردید. شاخص (L) معرف میزان روشنی نمونه بوده و دامنه آن از صفر (سیاه خالص) تا 100 (سفید خالص) متغیر است. شاخص (a) میزان سبزی و قرمزی نمونه را نشان می دهد و دامنه آن از 120- (سبز خالص) و 120+ (قرمز خالص) متغیر است. شاخص (b) میزان آبی و زردی نمونه را نشان می دهد و دامنه آن از 120- (آبی خالص) و 120+ (زرد خالص) متغیر است. برای اندازه گیری شاخص های ذکر شده در نمونه های

در این آزمون نمونه ها پس از خنک شدن (2 ساعت پس از تولید)، برش داده و کد گذاری شد و سپس با کمک 10 نفر از افراد آموزش دیده در خصوص ویژگی های رنگ، عطر و بو، طعم، بافت و پذیرش کلی با استفاده از آزمون لذت بخشی (Hedonic Scale) 5 نقطه ای مورد ارزیابی قرار گرفتند. در این ارزیابی عدد 5 خیلی خوب، عدد 4 خوب، عدد 3 متوسط، عدد 2 ضعیف و عدد 1 بسیار ضعیف را نشان داد [27].

#### 2-4-6- روش آماری

این تحقیق در قالب آزمایشات فاکتوریل و بر پایه طرح آماری کاملاً تصادفی و در سه تکرار انجام شد. ویژگی های کیک های تولیدی با فرمولاسیون های مختلف حاوی پودر عناب (صفر، 5، 15 و 25 درصد) جایگزین شده با بخشی از آرد گندم، با استفاده از آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) و در سطح اطمینان 95 درصد تجزیه و تحلیل و میانگین ها به روش حداقل تفاوت معنی دار (LSD) مقایسه و تحلیل شدند.

### 3- نتایج و بحث

همان طور که در بخش تهیه مواد اولیه اشاره شد، پودر عناب حاوی مقادیر زیادی از فیبر و خاکستر بالاست. همچنین این پودر حاوی مواد قندی زیادی نیز هست. این نتایج تا حد زیادی با نتایج بهراسمانی کوهستانی و همکاران در سال 2018 مشابهت داشت [27] تصاویر تهیه شده از کیک های تولیدی با جایگزینی مقادیر مختلف پودر عناب با آرد گندم در شکل 1 نشان داده شده است.

کیک، ابتدا برش هایی با ابعاد 2 در 2 سانتی متر از نمونه های تهیه گردید و با کمک اسکنر مدل (HP) با وضوح 300 پیکسل تصویر برداری شد. سپس تصاویر در اختیار نرم افزار (Image J) قرار گرفت و با فعال کردن فضای رنگی در بخش (Plugins) شاخص های (L)، (a) و (b) اندازه گیری گردید [24]. در ادامه شاخص قهوه ای شدن (BI) با استفاده از سه شاخصه فوق و با استفاده از فرمول های شماره 1 و 2 محاسبه گردید [25].

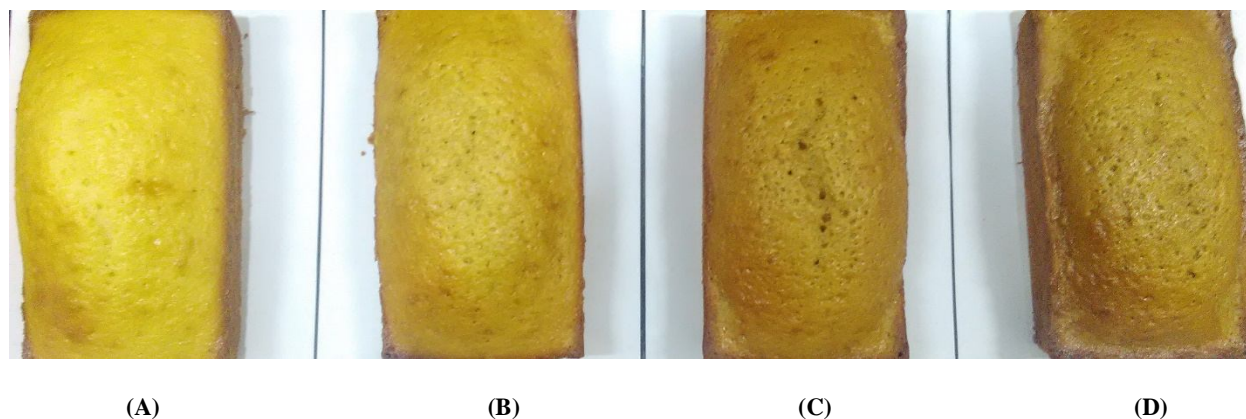
$$x = \frac{a + 1.75 L}{5.645 L + a - 3.012 b} \quad (1)$$

$$BI = \frac{[100 \times (x - 0.31)]}{0.17} \quad (2)$$

#### 2-4-4- سفتی کیک

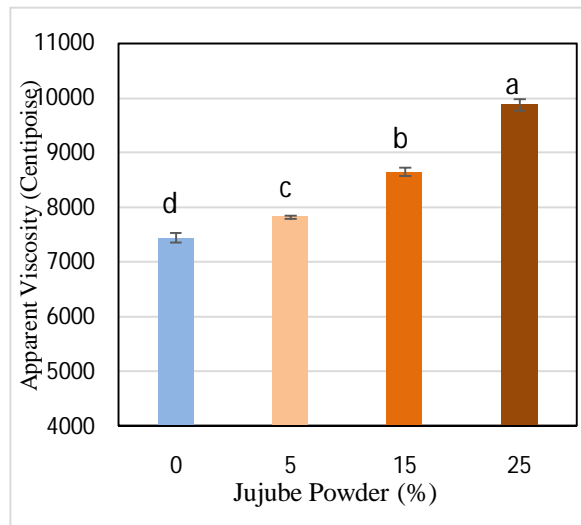
سفتی بافت کیک بر اساس روش آیدوگدو و همکاران در سال 2018 [26] و با استفاده از دستگاه بافت سنج مدل سستم (Universal Test Machin, STM50, Iran) ارزیابی گردید. به این ترتیب که 2 ساعت پس از پخت، نمونه ها توسط یک چاقوی بسیار تیز به شکل قطعات مکعب مستطیل با ابعاد 2 در 2/5 در 2/5 سانتی متر برش داده شدند و سپس توسط یک پروب دایره ای شکل به قطر 10 سانتی متر و با سرعت 50 میلیمتر بر دقیقه به میزان 40 درصد فشرده شده و نیروی لازم برای فشردن نمونه ها به عنوان میزان سفتی بر حسب نیوتن گزارش گردید [10].

#### 2-4-5- آزمون حسی کیک



**Fig 1** The cake samples containing different contents of jujube powder. % 0 (A), % 5 (B), % 15 (C) and % 25 (D).

دهد [31]. صالحی و همکاران در سال 2016 [24] و مسعودی و همکاران در سال 2002 [32] نیز به ترتیب نشان دادند که با افزودن تفاله سیب و قارچ خوراکی به فرمولاسیون خمیر، ویسکوزیته خمیر تولیدی افزایش معنی داری یافت.



**Fig 2** The effect of replacing wheat flour with varying levels of jujube powder on the viscosity of cake batters. Different letters are significantly different ( $P < 0.05$ ).

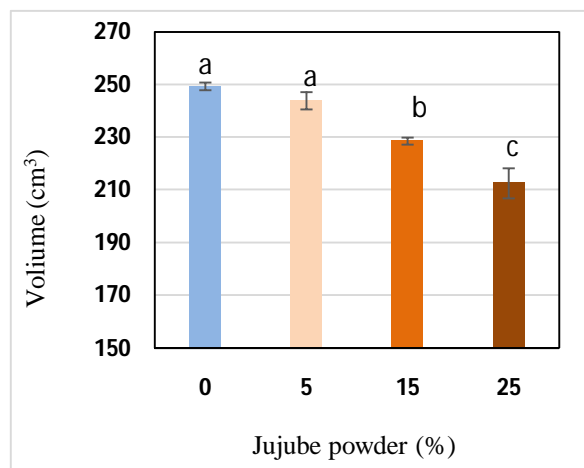
### 3-2-3- رطوبت کیک

جایگزینی آرد گندم با پودر عناب در مقایسه با شاهد در افزایش میزان رطوبت کیک تولیدی اثر معنی داری داشت ( $p < 0.05$ ) (شکل 3). نتایج مقایسه میانگین ها اختلاف معنی داری را بین رطوبت نمونه های دارای 15 و 25 درصد پودر عناب نشان نداد ( $p < 0.05$ ). از طرفی حضور ترکیبات جاذب الرطوبه نظیر فیبر ها و قند های ساده در فرمولاسیون کیک های ساخته شده با پودر عناب بر میزان حفظ رطوبت این قبیل محصولات موثر بود. ایوبی در سال 2018 [10] دلیل افزایش رطوبت کیک حاوی آرد کتان در مقایسه با آرد گندم به علت افزایش جذب آب و حفظ رطوبت توسط فیبر موجود در آرد کتان بیان کرد. همچنین ایوبی و پورابولقاسم در سال 2019 افزایش رطوبت کیک های حاوی قند های شیره خرما در مقایسه با شاهد به دلیل افزایش گروه های عاملی قندهای شیره خرما نسبت به ساکارز، افزایش اتصالات هیدروژنی، کاهش تحرک آب در فرمولاسیون و لذا افزایش رطوبت کیک تولیدی بیان کردند [33].

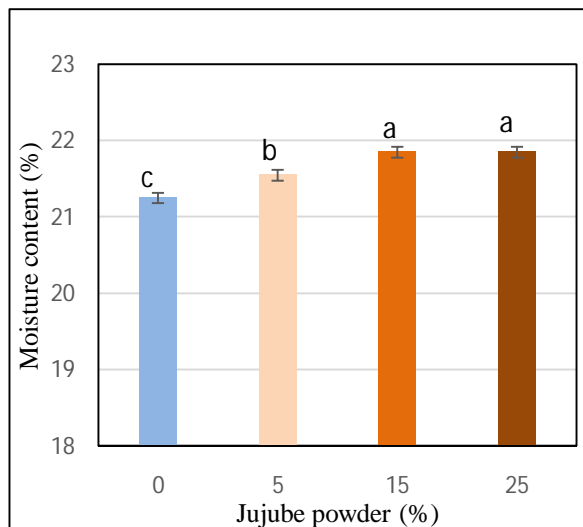
### 3-1- ویسکوزیته خمیر

ویسکوزیته خمیر یکی از عوامل اصلی در حفظ کیفیت کیک و به ویژه حجم آن است. با افزایش جایگزینی آرد گندم با پودر عناب، ویسکوزیته خمیر روند افزایشی معنی داری ( $p < 0.05$ ) را نشان داد به طوری که بیشترین ویسکوزیته (9875/5 سانتی پویز) در خمیر حاوی 25 درصد پودر عناب مشاهده شد (شکل 2). جایگزینی آرد گندم با پودر عناب تا سطح 5 درصد، تغییر معنی داری در افزایش ویسکوزیته خمیر ایجاد نکرد ( $p < 0.05$ ). پودر عناب حاوی مقادیر فراوانی از کربوهیدرات های ساده نظیر ساکارز، فروکتوز و گلوکز است که ماهیت آبدوست دارند. اکثر قندها به دلیل ماهیت آبدوستی بالا و حلالیت مناسب محلول های بسیار غلیظ ایجاد می کنند که در نتیجه برقراری پیوند هیدروژنی گروه های هیدروکسیل قندها با مولکول های آب است. با افزودن پودر عناب به فرمول خمیر کیک به دلیل افزایش گروه های عاملی هیدروکسیل احیاء کننده گلوکز و فروکتوز نسبت به ساکارز، نسبت اتصالات هیدروژنی ترکیبات قندی با آب افزایش یافته که کاهش جنبش مولکول های آب و در نتیجه افزایش ویسکوزیته خمیر را به دنبال خواهد داشت. هر چه وزن مولکولی ترکیبات قندی کمتر باشد، تمایل به جذب آب افزایش و ویسکوزیته خمیر نیز افزایش خواهد داشت [28]. در میوه عناب هر دو نوع فیبر محلول و نامحلول با نسبت متفاوت (فیبر های نامحلول بیشتر از محلول هستند) وجود دارد که ترکیبات پکتینی بیشترین فیبر محلول را به خود اختصاص داده اند [29]. فیبرهای نامحلول در طی فرایند تولید خمیر با نشاسته ترکیب شده و ساختار متحدالشکل مدوری را تشکیل می دهند که موجب افزایش قوام خمیر می گردد. حضور فیبر های محلول در آب به دلیل ظرفیت بالای جذب آب، مقدار آب آزاد موجود در فرمول خمیر را کاهش داده و در نتیجه موجب کاهش تحرک خمیر و افزایش ویسکوزیته آن خواهند شد [30]. جرتنها و همکاران در سال 2018 نیز افزایش ویسکوزیته خمیر کیک حاوی شیره انگور و شربت انورت را به ماهیت آبدوستی و جاذب الرطوبه بودن ترکیبات قندی، مرتبط دانستند [28]. شهیدی و همکاران نیز در سال 2017 نشان دادند که جایگزینی ساکارز با شیره خرما در فرمولاسیون خمیر، ویسکوزیته خمیر کیک تولیدی را افزایش می

نشاسته در تشکیل بافت ظاهری محصول و افزایش حجم نقش اصلی را بازی می‌کنند. گلوتن، نقشی اساسی در حفظ ساختار کیک تولیدی داشته و وظیفه تشکیل دیواره فضا های خالی در بافت کیک و یکنواختی توزیع آنها در بافت خمیر و کیک و لذا افزایش حجم محصول طی پخت و ممانعت از افت حجم کیک پس از پخت را بر عهده دارد. از سوی دیگر هرچه میزان پروتئین خمیر کمتر باشد ژلاتینه شدن نشاسته طی پخت سریعتر انجام خواهد گرفت که کاهش حجم کیک تولیدی را به دنبال خواهد داشت [35]. همچنین افزایش حضور ترکیبات فیبری در ساختار خمیر و کیک تولیدی، با تداخل در تشکیل شبکه گلوتنی و ایجاد از هم گسیختگی در ساختار سه بعدی شبکه گلوتن- نشاسته، ظرفیت حفظ گاز را در خمیر کاهش داده که در انتها به کاهش حجم محصول می انجامد [26]. با توجه به تاثیر معنی داری استحکام شبکه گلوتنی بر انسجام کیک تولیدی، می توان از جمله دلایل کاهش حجم کیک های تولیدی با پودر عناب را به کاهش میزان گلوتن، افزایش میزان فیبر و از طرف دیگر افزایش ترکیبات آبدوست در فرمولاسیون خمیر کیک عنابی مرتبط دانست که با تضعیف شبکه گلوتنی و کاهش استحکام آن و همچنین افزایش دمای ژلاتینه شدن نشاسته، کاهش قدرت حفظ و نگهداری گازها را در خمیر کیک طی مخلوط کردن و همچنین در کیک طی فرایند پخت، به دنبال خواهد داشت [30].



**Fig 4** The effect of replacing wheat flour with varying levels of jujube powder on the volume of cakes. Different letters are significantly different ( $P < 0.05$ ).



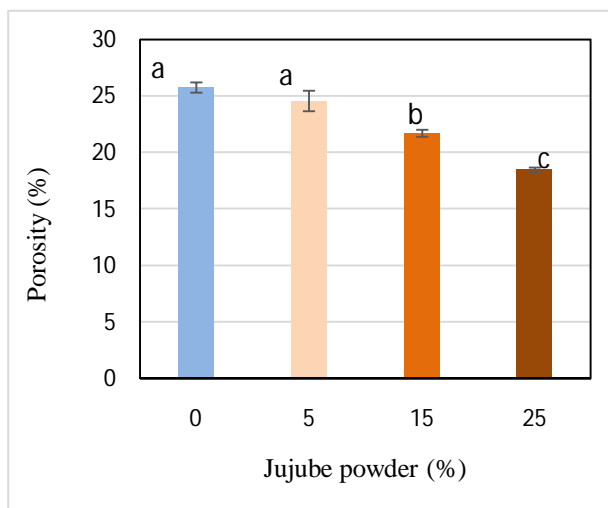
**Fig 3** The effect of replacing wheat flour with varying levels of jujube powder on the moisture content of cakes. Different letters are significantly different ( $P < 0.05$ ).

### 3-3- حجم کیک

حجم فرآورده های نانویی در ظاهر و بازارپسندی محصول نقش موثر دارد و یکی از ویژگی های مهم در ارزیابی کیفی کیک است. اثر جایگزینی آرد گندم با درصد های مختلفی از پودر عناب، بر حجم کیک های تولیدی در شکل 4 نشان داده شده است. جایگزینی آرد گندم با پودر عناب در فرمولاسیون کیک، حجم آن ها را کاهش داد و اگرچه این کاهش حجم (2/25 درصد) برای 5 درصد از نظر آماری تفاوت معنی داری با نمونه شاهد نداشت ( $p < 0/05$ ), اما با افزایش نسبت جایگزینی برای 15 و همچنین برای 25 درصد، میزان کاهش حجم کیک نسبت به شاهد به ترتیب در کیک های تولیدی تا 9/19 و 17/41 درصد رسید ( $p < 0/05$ ). ویژگی های فیزیکوشیمیایی خمیر کیک نقش موثری در تعیین کیفیت نهایی و حجم آن دارد. خمیر کیک باید ویسکوزیته کافی برای به دام انداختن و حفظ حباب هوا طی مخلوط کردن و طی مراحل پخت داشته باشد. به هر حال افزایش ویسکوزیته خمیر کیک، کیفیت و حجم کیک را کاهش می دهد. هماهنگی مناسبی نیز بین افزایش ویسکوزیته خمیر و افزایش میزان سفتی کیک تولیدی وجود دارد که با افزایش ویسکوزیته تشدید می گردد [34]. در طی مراحل پخت کیک و یا سایر محصولات نانویی، دو عامل انعقاد شبکه گلوتنی و ژلاتینه شدن

### 3-4- تخلخل کیک

همان طور که در شکل 5 مشاهده می‌گردد، اگرچه جایگزینی آرد گندم با پودر عناب میزان تخلخل کیک‌های تولیدی را کاهش داده است ( $p<0/05$ )، اما در میزان تخلخل آن‌ها، تا سطح 5 درصد، تفاوت معنی داری با نمونه شاهد مشاهده نمی‌شود ( $p<0/05$ ). چنین به نظر می‌رسد که با افزایش میزان جایگزینی آرد گندم با پودر عناب، به دلیل افزایش میزان فیبر در فرمولاسیون کیک و از طرفی کاهش میزان گلوتن، شبکه گلوتهی تضعیف شده، رشد و توزیع مناسب سلول‌های هوا در بافت خمیر و کیک به خوبی صورت نگرفته و در نتیجه میزان تخلخل کاهش یافته است [36].



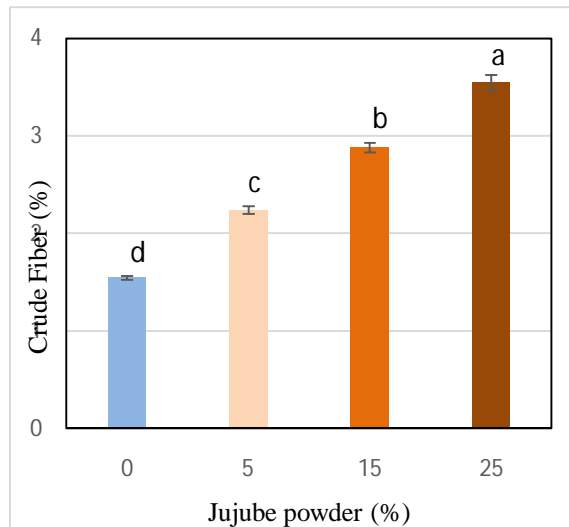
**Fig 5** The effect of replacing wheat flour with varying levels of jujube powder on the porosity of cakes. Different letters are significantly different ( $P<0.05$ ).

میزان تخلخل بافت مغز فراورده‌های نانویی تحت تأثیر تعداد حفرات موجود در آن و هم چنین نحوه توزیع و پراکندگی این حفرات بوده و با افزایش تعداد حفرات و سلول‌های گازی و یکنواختی توزیع آن‌ها، میزان تخلخل محصول نهایی افزایش می‌یابد [2]. کاهش میزان تخلخل با جایگزینی آرد گندم با آرد کتان در کیک فنجانی توسط ایوبی نیز گزارش شده است [10].

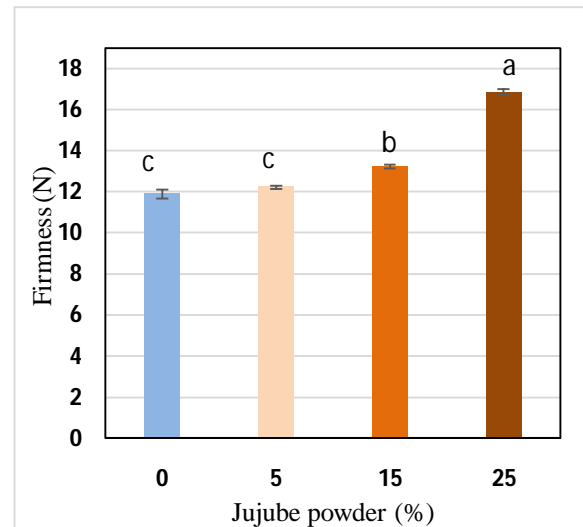
مهاجر خراسانی و همکاران در سال 2019 [37] گزارش کردند که جایگزینی آرد ارزن و آرد برنج با آرد گندم با هدف تولید کیک بدون گلوتن، تخلخل کیک تولیدی را به دلیل کاهش قابلیت نگهداری حباب‌های هوا در خمیر کیک، کاهش می‌دهد.

### 3-5- سفتی بافت کیک

بر طبق شکل 6، با جایگزینی تا سطح 5 درصد پودر عناب به جای آرد گندم در فرمولاسیون، تفاوت معنی داری در میزان سفتی کیک‌ها با نمونه شاهد مشاهده نگردید، در حالی که با افزایش میزان جایگزینی تا سطوح 15 و 25 درصد با آرد گندم، مقدار سفتی کیک‌های تولیدی افزایش یافت ( $p<0/05$ ). ویژگی‌های بافتی محصول تأثیر زیادی در انتخاب مصرف کننده دارد. افزایش سفتی بافت کیک به دلیل جایگزین شدن آرد گندم با پودر عناب را می‌توان به افزایش میزان فیبر خمیر، کاهش میزان گلوتن و از طرفی افزایش ترکیبات ساده قندی در فرمولاسیون خمیر نسبت داد [38]. سفتی کیک نه تنها رابطه معکوسی با حجم کیک دارد بلکه هرچه بافت کیک سفت تر باشد، مشتری پسندی نیز کاهش خواهد یافت [34]. لذا می‌توان چنین نتیجه گرفت که با افزایش سطح میزان جایگزینی آرد گندم با پودر عناب به بیش از 5 درصد، کیفیت کیک‌های تولیدی روند کاهشی معنی داری را دنبال خواهد کرد ( $p<0/05$ ). سابانیس و همکاران در سال 2009 گزارش کردند که با افزایش میزان فیبر در فرمولاسیون خمیر کیک به دلیل جذب آب توسط فیبرها و کاهش میزان آب آزاد در بافت خمیر، توسعه شبکه گلوتهی کاهش یافته و بافت کیک سفت می‌گردد [38]. گولارته و همکاران در سال 2012 بیان داشتند که افزودن تا 10 درصد فیبرهای گیاهی به فرمولاسیون کیک، خواص بافتی را بهبود داده است ولی با افزایش فیبرها به بیش از سطح 10 درصد حجم کاهش یافته و بافت سفت تر شده که منجر به افت پذیرش حسی کیک‌های تولیدی می‌گردد [39].



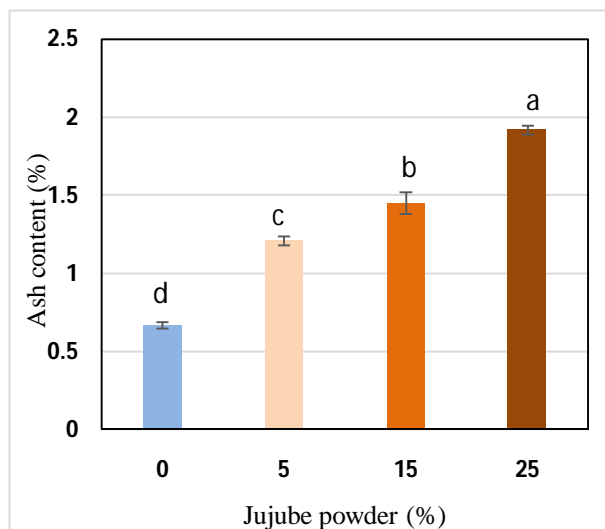
**Fig 7** The effect of replacing wheat flour with varying levels of jujube powder on the crude fiber of cakes. Different letters are significantly different ( $P<0.05$ ).



**Fig 6** The effect of replacing wheat flour with varying levels of jujube powder on the firmness of cakes. Different letters are significantly different ( $P<0.05$ ).

### 3-6- فایبر و خاکستر کیک

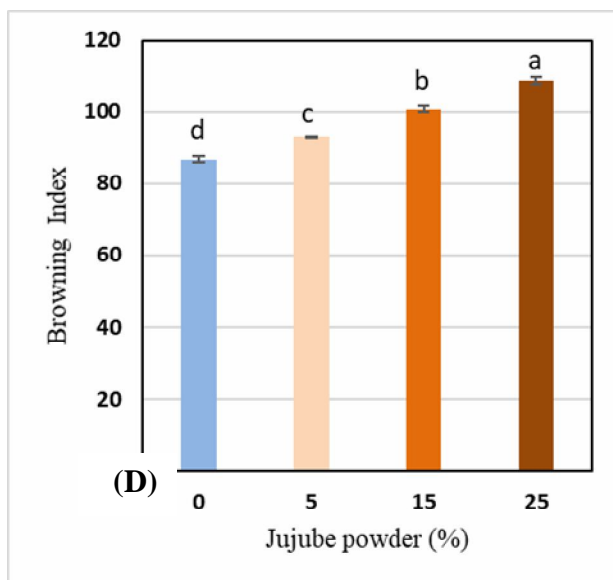
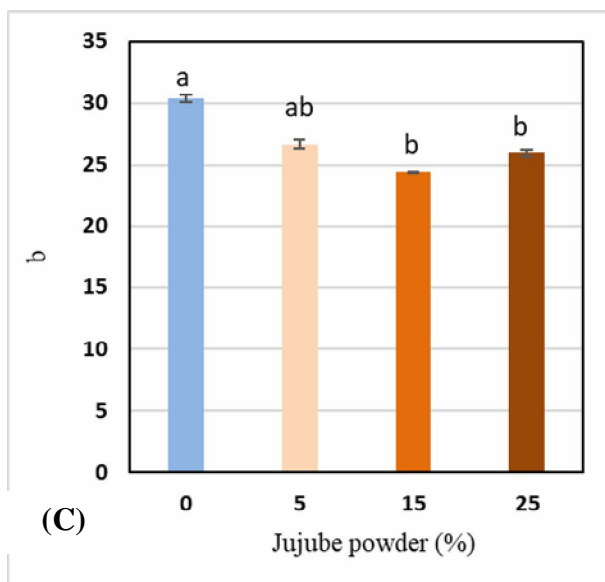
شکل های 7 و 8 نشان دادند که با افزایش مقدار پودر عناب به عنوان جایگزین آرد گندم در فرمولاسیون کیک تولیدی، خاکستر و مقدار فایبر روند افزایش معنی داری یافتند ( $p<0/05$ ). کمترین مقدار خاکستر و فایبر به ترتیب در نمونه کیک شاهد (0/67 و 1/55 درصد) و بیشترین آن در نمونه کیک حاوی 25 درصد پودر عناب (1/92 و 3/55 درصد) اندازه گیری شد. با توجه به بالاتر بودن نسبت فایبر و املاح در پودر عناب در مقایسه با آرد گندم، فایبر و املاح در کیک عنابی تولیدی نیز افزایش خواهد یافت که افزایش ویژگی های فراسودمندی کیک های تولیدی را به همراه خواهد داشت. افزایش ویژگی های فراسودمندی کیک اسفنجی با جایگزینی تا 10 درصد آرد گندم با پودر جلبک دریایی در فرمولاسیون به دلیل افزایش مقادیر فایبر و املاح خوراکی در محصول تولیدی گزارش شده است [34]. هیو و همکاران در سال 2019 [40] نیز با جایگزینی آرد گندم با پودر کیم چی نتیجه گرفتند که افزایش میزان فایبر خوراکی حاصل از پودر کیم چی در فرمولاسیون کیک های مافین، ویژگی فراسودمندی آن را افزایش خواهد داد.



**Fig 8** The effect of replacing wheat flour with varying levels of jujube powder on the ash content of cakes. Different letters are significantly different ( $P<0.05$ ).

### 3-7- رنگ کیک

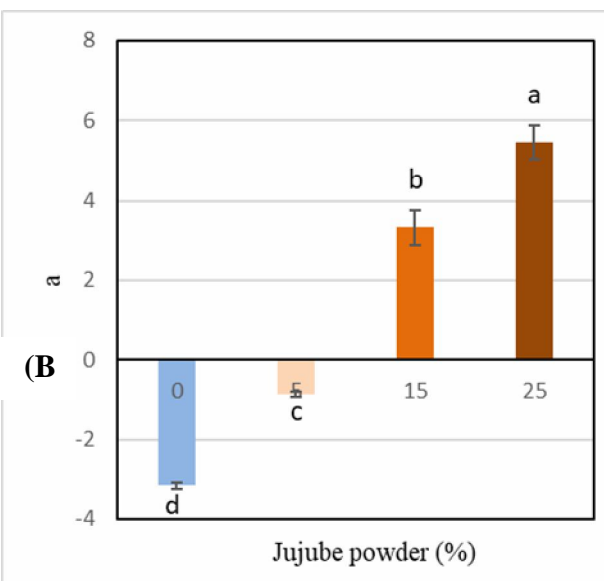
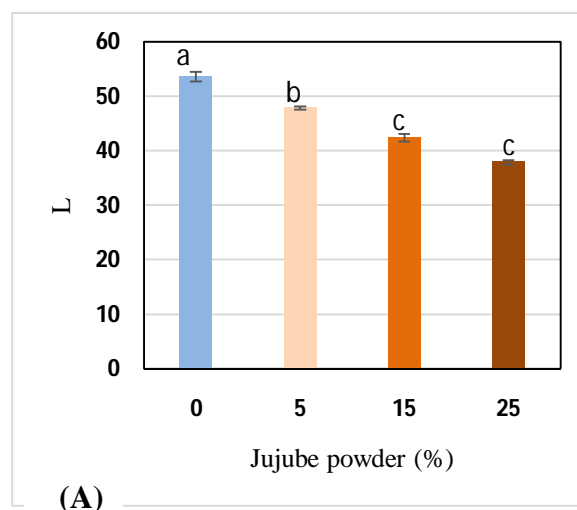
نتایج حاصل از جایگزینی آرد گندم با پودر عناب بر مولفه های رنگی و شدت قهوه ای شدن رنگ مغز کیک در شکل 9 نشان داده شده است. مطابق شکل 9 با افزایش میزان جایگزینی آرد گندم با پودر عناب رنگ کیک، تیره تر و میزان مولفه روشنایی (L) آن در



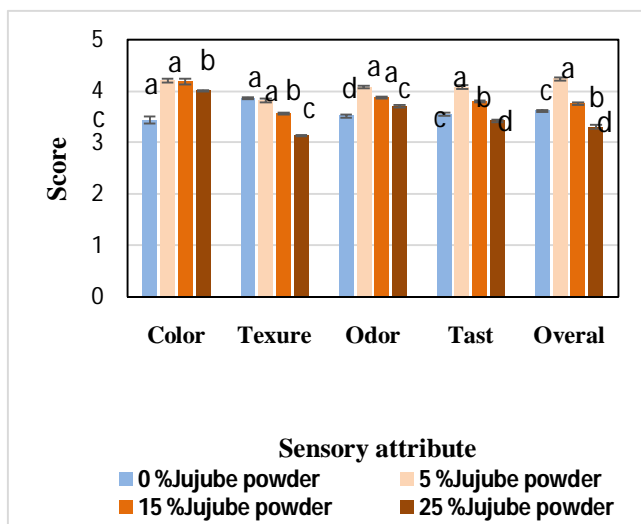
**Fig 9** The effect of replacing wheat flour with varying levels of jujube powder on the color values (L (A), a (B), b (C)) and Browning Index (D) of cakes. Different letters are significantly different ( $P < 0.05$ ).

به طور کلی رنگ محصولات آردی پخته شده بسته به سه شاخص ویژگی های فیزیکی شیمیایی خمیر (رطوبت، درصد قند های احیاء، درصد پروتئین و اسیدهای آمینه)، زمان پخت و دمای پخت متفاوت و متغیر است. از طرف دیگر حضور فیبرهای غیر محلول در فرمولاسیون خمیر کیک تاثیر معنی داری بر رنگ کیک ندارد [26]. افزایش تیرگی و رنگ قرمز و تا حدی کاهش زردی را می توان به دلیل وجود مقادیر بالایی از قندهای احیاء گلوکز و

مقایسه با نمونه شاهد کاهش معنی داری یافت ( $p < 0/05$ ). بیشترین تیرگی ( $L = 37/9$ ) در کیک های فرموله شده با بیشترین سطح جایگزینی پودر عناب (25 درصد) در مقایسه با نمونه شاهد ( $L = 53/68$ ) حاصل شد. همچنین افزایش میزان پودر عناب در فرمولاسیون کیک افزایش شدت رنگ قرمز (a) و تا حدی کاهش زردی (b) در کیک ها را در مقایسه با نمونه شاهد به دنبال داشت ( $p < 0/05$ ). بر طبق شکل 9، افزایش میزان سطح جایگزینی آرد گندم با پودر عناب در فرمولاسیون کیک، به طور معنی داری اندیس قهوه ای شدن در بافت مغز کیک را افزایش داد ( $p < 0/05$ ).



فرمولاسیون کیک های عنابی در سطوح بالاتر از 5 درصد امتیاز ویژگی های حسی را در مقایسه با 5 درصد کاهش داد ( $p<0/05$ ). کاهش ویژگی های حسی کیک های تولیدی با افزایش میزان پودر عناب را می توان به کاهش میزان پروتئین گلوتن، افزایش سفتی خمیر و کیک تولیدی و کاهش تخلخل در بافت این نوع کیک مرتبط دانست [19]. صالحی و همکاران در سال 2016 [24] نیز اعلام کردند که جایگزینی تا 10 درصد آرد گندم با پودر قارچ خوراکی در فرمولاسیون کیک اسفنجی از نظر ویژگی های حسی توسط مصرف کننده رضایت بخش می باشد. مجذوبی و همکاران در سال 2014 [42]. ویژگی های حسی کیک را به عنوان مهم ترین ویژگی موثر و مطلوب در پذیرش کلی توسط مصرف کننده بیان داشتند و اعلام کردند که با افت این ویژگی حسی، امتیاز ویژگی پذیرش کلی نیز کاهش معنی داری خواهد یافت که با نتایج این تحقیق هماهنگی مناسبی دارد. هوانگ و یانگ در سال 2019 [34] نیز اعلام کردند که جایگزینی تا 5 الی 10 درصد آرد گندم با پودر جلبک دریایی در فرمولاسیون کیک اسفنجی از نظر ویژگی های حسی توسط مصرف کننده رضایت بخش بود. زارع و همکاران در سال 2017 [9] بیان داشتند که خواص حسی کیک فراسودمند تولید شده با جایگزینی 5 درصد آرد گندم با آرد سنجید بیشترین امتیاز حسی مصرف کنندگان را دریافت کرد.



**Fig 10** The effect of replacing wheat flour with varying levels of jujube powder on the sensory properties of cakes. Different letters are significantly different ( $P<0.05$ ).

فروکتوز در ساختار پودر عناب مرتبط دانست که شرایط را برای انجام واکنش های قهوه ای شدن میلارد و کاراملیزاسیون در کیک تولیدی فراهم می سازد. این نتیجه در خصوص افزودن ترکیباتی نظیر شهد خرما، ملاس چغندر قند و پوره خرما به کیک و محصولات آردی مشابه نیز گزارش شده است [33]. شریف و همکاران در سال 2017 [19] نیز با افزودن پودر عصار عناب و پودر ماست در تولید نان نیمه حجیم، افزایش تیرگی و شدت رنگ قرمز نان نیمه حجیم تولید شده را مرتبط با افزایش شدت انجام واکنش های قهوه ای شدن غیر آنزیمی بیان داشتند. ولپینی و همکاران در سال 2012 [41] افزایش تیرگی و قهوه ای تر شدن کیک های پرتقالی حاوی اینولین و الیگوفروکتوز را افزایش شدت واکنش های قهوه ای شدن غیر آنزیمی توصیف کردند. از سوی دیگر تیره شدن رنگ کیک حاوی پودر عناب را می توان به وجود رنگدانه های طبیعی موجود در آن نیز مرتبط دانست [33]. نتایج پژوهش های آیدوگو و همکاران در سال 2018 [26]، افزایش تغییر در رنگ مغز و پوسته کیک با افزودن فیبر میوه های لیمو و سیب و یا در خصوص نان با افزودن فیبر هسته خرما، وجود رنگدانه های اصلی موجود در این ترکیبات را به عنوان عامل اصلی معرفی کرده است که با نتایج این تحقیق هماهنگی دارد.

### 3-8- ویژگی های حسی کیک

مطابق با شکل 10، جایگزینی آرد گندم با پودر عناب اثر مثبت و معنی داری بر ویژگی های حسی کیک های تولیدی و رضایت مندی مصرف کنندگان ( $p<0/05$ ) داشت. کیک های حاوی 5 و 25 درصد پودر عناب جایگزین شده با آرد گندم، در مقایسه با سایر کیک ها و نمونه شاهد به ترتیب بیشترین و کمترین امتیاز حسی رنگ، بو، عطر و طعم، بافت و پذیرش کلی را از ارزیاب ها دریافت کردند ( $p<0/05$ ). نتایج این بخش نشان دهنده تاثیر معنی دار ( $p<0/05$ ) جایگزینی تا حد مشخص 5 درصد آرد گندم با پودر عناب در فرمولاسیون کیک از نظر پذیرش ویژگی های حسی است. به نظر می رسد استحکام بافت (شکل 5) و تا حدی تیره شدن رنگ (شکل 9) با جایگزینی 5 درصد آرد گندم با پودر عناب در فرمولاسیون کیک، مقبولیت پذیرش آن را از دیدگاه مصرف کننده افزایش داده است. تاثیر پودر عناب در

## 4- نتیجه گیری

تقاضای مصرف کنندگان امروزی به ویژه در خصوص کیک و سایر محصولات نانوائی، علاوه بر افزایش کیفیت، افزایش سلامت بخشی و فراسودمندی و از طرفی کاهش میزان کالریزایی آن ها است. در این تحقیق عناب به عنوان یک میوه قدیمی و سستی که همواره توسط مردم به صورت خشک شده مصرف شده و با طعم و عطر آن به صورت مصرف روزانه یا حتی به شیوه دمنوش آشنایی کامل دارند، استفاده شده است. هدف از این تحقیق بررسی تاثیر جایگزینی آرد گندم با پودر عناب بر ویژگی های فیزیکوشیمیایی و میزان پذیرش و مقبولیت این نوع کیک توسط مصرف کنندگان به عنوان محصولی فراسودمند بود. نتایج این تحقیق نشان داد که می توان با جایگزینی آرد گندم با پودر عناب در فرمولاسیون کیک های تولیدی، محصولی مطلوب نه تنها از نظر ویژگی های فیزیکوشیمیایی بلکه مورد استقبال مصرف کننده از نظر ویژگی های حسی تولید کرد. با توجه به رنگ کیک های عنابی تولید شده می توان با استفاده از پودر عناب در فرمولاسیون کیک از مصرف سایر ترکیبات رنگ و طعم دهنده غیر طبیعی جلوگیری کرد. ارزیابی فیزیکوشیمیایی کیک های عنابی نشان داد که جایگزینی آرد گندم تا سطح 5 درصد با پودر عناب نسبت به سایر سطوح پودر عناب بیشترین کیفیت را دارد ( $p < 0/05$ ). در ارزیابی های حسی استفاده از پودر عناب در تمامی سطوح 5، 15 و 25 درصد از نظر رنگ در مقایسه با نمونه شاهد مطلوب تر ارزیابی گردید اما از نظر سایر ویژگی های حسی و پذیرش کلی نمونه های کیک تولید شده با جایگزینی 5 درصد آرد گندم با پودر عناب در مقایسه با سایر نمونه ها و شاهد، رضایت بخش تر بودند.

## 5- تشکر و قدردانی

از کلیه عزیزان و دانشجویانی که در این تحقیق با ما همکاری داشتند و به ویژه دانشکده صنایع غذایی دانشگاه بوعلی سینا کمال تشکر به عمل می آید.

## 6- منابع

- [1] Matsakidou, A., Blekas, G., Paraskevopoulou, A. (2010). Aroma and physical characteristics of cakes prepared by replacing margarine with extra virgin olive oil. *LWT. Food Science and Technology*, 443, 949-957.
- [2] Goranova, Z., Marudova, M., Baeva, M. (2019). Influence of functional ingredients on starch gelatinization in sponge cake batter. *Food Chemistry*, 297, 124997.
- [3] Zlotek, U. (2018). Antioxidative, potentially anti-inflammatory, and antidiabetic properties, as well as oxidative stability and acceptability, of cakes supplemented with elicited basil. *Food Chemistry*, 243, 168-174.
- [4] Lin, M., Tay, S.H., Yang, H., Yang, B., Li, H. (2017). Replacement of eggs with soybean protein isolates and polysaccharides to prepare yellow cakes suitable for vegetarians. *Food Chemistry*, 229, 663-673.
- [5] Rodríguez-García, Sahi, S.S., Hernando, I. (2014). Functionality of lipase and emulsifiers in low-fat cakes with inulin. *LWT. Food Science and Technology*, 58, 173-182.
- [6] Hao, Y., Wang, F., Huang, W., Tang, X., Zou, Q., Li, Z., Ogawa, A. (2016). Sucrose substitution by polyols in sponge cake and their effects on the foaming and thermal properties of egg protein. *Food Hydrocolloids*, 57, 153-159.
- [7] Drabińska, N., Ciska, E., Szmatołowicz, B., Krupa-Kozak, U. (2018). Broccoli by-products improve the nutraceutical potential of gluten-free mini sponge cakes. *Food Chemistry*, 267, 170-177.
- [8] Frye, A.M., Setser, C.S. (1992). Optimizing texture of reduced calorie yellow layer cakes. *Cereal Chemistry*, 69, 338-43.
- [9] Zareh, Z., Nori, L., & Fahim danesh, M. (2016). Evaluation effect of wheat flour with Oleaster flour on the physicochemical and sensory properties of oiled cake. *Innovative in Food Science and Technology*, 8 (2), 63-54.
- [10] Ayoubi, A. (2018). Effect of flaxseed flour incorporation on physicochemical and sensorial attributes of cupcake. *Food Science and Technology*, 79 (15), 217-228.

- Biological and Macromolecules, 104, 992-1002.
- [20] Feng, C., Wang, B., Zhao, A., Wei, L., Shao, Y., Wang, Y., Cao, B., Zhang, F. (2019). Quality characteristics and antioxidant activities of goat milk yogurt with added jujube pulp. *Food Chemistry*, 277, 238-245.
- [21] Hajmohammadi, A., Keramat, J., Hojateslami, M., & Molavi, H. (2013). The effect of adding oat  $\beta$ -d-glucan on physical properties of sponge cake. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*, 9 (3), 253-259.
- [22] Salehi, F., Amin Ekhlasi, S., Pavee, S., & Zandi, F. (2018). Effect of balangu seed gum on rheological, physical and sensory properties of gluten free rice cake. *Journal of Food Technology and Nutrition*. 15 (4), 61-68.
- [23] AACC (1999). American Association of Cereal Chemists. Approved Methods of Analysis, 11th Ed. St. Paul, MN, U.S.A.: AACC International.
- [24] Salehi, F., Kashaninejad, M., Asadi, F., Najafi, A. (2016). Improvement of quality attributes of sponge cake using infrared dried button mushroom. *Food Science and Technology*, 53, 1418-1423.
- [25] Soleimanifard, S., Shahedi, M., Emam-Djomeh, Z., Askari, G.R. (2018). Investigating textural and physical properties of microwave-baked cupcake. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 20, 265-276.
- [26] Aydogdu, A., Sumnu, G., Sahin, S. (2018). Effects of addition of different fibers on rheological characteristics of cake batter and quality of cakes. *Food Science and Technology*, 55(2), 667-677.
- [27] Bahrasemani Koohestani, M., Sahari, M. A., Barzegar, M. (2018). The effect of jujube powder incorporation on the chemical, rheological, and sensory properties of toffee. *Food Science and Nutrition*, 7, 678-688.
- [28] Jortanha, M., Maghsoudlou, Y., Alami, M., & Ahmadi, E. (2018). Effect of hygroscopic compounds on physical, organoleptic properties and shelf life of cupcake. *Food Science and Technology*, 81(15), 273-286.
- [29] Pareek, S. (2013). Nutritional composition of jujube fruit. *Emirate Journal of Food and Agriculture*, 25, 6, 463-470.
- [11] Khalil Zadh, H., Astan, A., Akbari, J. & Payandeh, M. (2016). Production of functional cake with lentil flour and sorbitol. *Proceeding of the first congress and 24<sup>th</sup> national congress of food science and technology*, 55-64.
- [12] Naghipour, F., Karimi, M., Habibi Najafi, M. B., Hadad Khodaparast, M. H., Sheikholeslami, Z., Ghiafeh Davoodi, M., & Sahraian, B. (2013). Investigation on production of gluten free cake utilizing sorghum flour, guar and xanthan gums. *Food Science and Technology*, 41 (10), 127-139.
- [13] Yanpi, M., Aalami, M., Mohammadzadeh, J., Sadeghi, A. R., & Kashiri, M. (2018). Effects of the addition of white maize flour and xanthan gum on physical and sensory properties of gluten-free rice cake. *Food Science and Technology*, 73 (14), 319-330.
- [14] Addo, K.A, Bi, J., Chen, Q., Wu, X., Zhou, M., Lyu, J. (2019). Understanding the caking behavior of amorphous jujube powder by powder rheometer. *LWT. Food Science and Technology*, 101, 483-490.
- [15] Asgari, S., Rafieyan, M., & Golimalekabadi, N. (2015). The effects of jujube fruit (*Ziziphus vulgaris*) powder in antioxidant capacity elevation and prevent of inflammation detection due to diabetes in wistar rat. *Scientific Journal of Ilam University of Medical Sciences*, 24 (5), 55-64.
- [16] Ji, X., Lue, F., Ullah, N., Wang, M. (2018). Isolation, purification, and antioxidant activities of polysaccharides from *Ziziphus Jujuba* cv. Muzao. *International Journal of Food Properties*, 21, 1-11.
- [17] Zhao, Z., Liu, M., Tu, P. (2008). Characterization of water-soluble polysaccharides from organs of Chinese Jujube (*Ziziphus jujuba* Mill. cv. Dongzao). *European Journal of Food Research and Technology*, 226, 985-989.
- [18] Azarpajoh, A., & Mokhtarian, A. (2007). Investigation the effect of harvesting time and drying methods and packaging in jujuba in Iran. *Pajouhesh & Sazandegi*, 74, 193-199.
- [19] Sharafi, S., Yousefi, S., Faraji, A. (2017). Developing an innovative textural structure for semi-volume breads based on interaction of spray-dried yogurt powder and jujube polysaccharide. *International Journal of*

- (2019). Comparison of the effect of heat-moisture treatment of millet grain and addition of xanthan gum on the characteristics of the batter and physicochemical and sensory properties of gluten-free cake. *Food Science and Technology*, 90 (16), 229-244.
- [38] Sabanis, D., Lebesi, D., Tzia, C. (2009). Effect of dietary fiber enrichment on selected properties of gluten-free bread. *LWT. Food Science and Technology*, 42, 1380–1389.
- [39] Gularte, M.A., de la Hera, E., Gómez, M., Rosell, C.M. (2012). Effect of different fibers on batter and gluten-free layer cake properties. *LWT. Food Science and Technology*, 48, 209–214.
- [40] Heo, Y., Kim, M.J., Le, J.W., Moon, B. (2019). Muffins enriched with dietary fiber from kimchi by-product: Baking properties, physical-chemical properties, and consumer acceptance. *Food Science and Nutrition*, 7, 1778–1785.
- [41] Volpini-rapina, L.F., Sokei, F.R., Contisilva, A.C. (2012). Sensory profile and preference mapping of orange cakes with addition of prebiotics inulin and oligofructose. *LWT. Food Science and Technology*, 48, 37-42.
- [42] Majzoobi, M., Hedayati, S. Habibi, M., Ghiasi, F., Farahnaky, A. (2014). Effects of corn resistant starch on the physicochemical properties of cake. *Journal of Agriculture Science and Technology*, 16, 569-576.
- [30] Lebesi, D.M., 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 Bioprocess Technology*, 4, 710–722.
- [31] Shahidi, B., Kalantari, M., & Boostani, S. (2017). Effect of date syrup as a sugar replacement on the rheological and physical properties of sponge cake. *Food Science and Technology*, 66 (4), 63-72.
- [32] Masoodi, F., Sharma, B., Chauhan, G. (2002). Use of apple pomace as a source of dietary fiber in cakes. *Plant Foods Human Nutrition*, 57, 121-128.
- [33] Ayoubi, A., & Porabolghasem, M. (2019). Possibility low sugar cupcake production by using date liquid sugar. *Journal of Food Research*. 29 (2), 1-16.
- [34] Huang, M., Yang, H. (2019). Eucheuma powder as a partial flour replacement and its effect on the properties of sponge cake. *LWT. Food Science and Technology*, 110, 262–268.
- [35] Mizukoshi, M., Maeda, H., Amano, H. (1980). Model studies of cake baking. 2. Expansion and heat set of cake batter during baking. *Cereal Chemistry*, 57(5), 352–355.
- [36] Khodadadzadeh, M., & Nasehi, B. (2018). Evaluation of physicochemical properties, sensory and textural sponge cake enriched with bagasse fiber powder. *Food Science and Technology*, 79 (15), 21-29.
- [37] Mohajer khorasani, S., Alami, M., Kashaninejad, M., & Shahiri Tabarestani, H.

## Physicochemical, textural and sensory properties of cake containing jujube

Emamifar, A.<sup>1\*</sup>, Zanganeh, Z.<sup>1</sup>, Latifian, M.<sup>1</sup>, Arbab, Z.<sup>1</sup>

1. Department of Food Sciences and Technology, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

(Received: 2020/03/24 Accepted: 2020/05/31)

Jujube is a functional fruit with a great source of fibers, vitamins and nutritional elements and has a sweet, delicious flavor. Replacement effects of wheat flour with varying levels of jujube powder (0, 5, 15 and 25 % w/w) on the physicochemical, texture and sensory properties of the cakes based on completely randomized design, was investigated. The viscosity of cake batter increased from 744.5 cp (% 0 jujube powder) to 9872.5 cp (% 25 jujube powder) as the replacement level of wheat flour with jujube powder increased ( $p < 0.05$ ). The physicochemical (moisture content, volume, porosity, firmness, fiber and ash) and sensory properties of the cake prepared by replacing wheat flour with jujube powder were changed significantly ( $p < 0.05$ ). As the replacement level of wheat flour with jujube powder increased, the volume and porosity of the cake were decreased and the hardness, fiber, ash, browning index and the lightness of them were increased ( $p < 0.05$ ). Cakes made with the % 5 and then the higher level (up to % 15) as compared to control, received the highest sensory overall scores ( $p < 0.05$ ). The cakes containing % 5 jujube powder, showed the least physicochemical changes similar to control samples and found to be more acceptable from sensory points as compared to other treatments ( $p < 0.05$ ).

**Keywords:** Functional properties, Viscosity, Porosity, Color

---

\* Corresponding Author E-Mail Address: a.emamifar@basu.ac.ir