

تأثیر افزودن فیبر انبه بر خواص کیفی کیک اسفنجی

ساناز خالدی^۱، سارا موحد^{۲*}، محمد جواد شکوری^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۲- دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد ورامین - پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران.

۳- استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

(تاریخ دریافت: ۹۷/۰۸/۰۶ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۴/۱۰)

چکیده

کیک یکی از فرآورده‌های مهم و پرمصرف غلات و محصولی از آرد گندم بوده که بسته به نوع آن و به واسطه بالا بودن مقادیر چربی و شکر در فرمولاسیون آن، مصرف مداوم و طولانی مدت این ماده غذایی، چاقی و به دنبال آن مشکلاتی برای سلامتی ایجاد می‌کند. در این راستا در پژوهش حاضر تأثیر افزودن غلظت‌های مختلف (صفر، ۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ درصد وزنی آرد) فیبر انبه روی خواص کیفی کیک اسفنجی نظیر رطوبت، خاکستر، پروتئین، چربی، فیبر، pH، حجم، بیاتی، و ویژگی‌های حسی، مورد بررسی قرار گرفت. در ادامه به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از طرح‌های کاملاً تصادفی استفاده شد و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه‌انکن و در سطح احتمال ۵ درصد انجام پذیرفت. طبق نتایج، با افزودن فیبر انبه، مقادیر رطوبت، خاکستر، فیبر، حجم و شاخص L^* افزایش اما مقادیر پروتئین، چربی، بیاتی و شاخص‌های a^* و b^* کاهش یافتند. همچنین کلیه ویژگی‌های حسی نظیر تخیل، بافت، رنگ، عطر و بو و طعم در کیک‌های اسفنجی تیمار شده در مقایسه با نمونه شاهد بهبود یافتند. در نهایت تیمار حاوی ۲٪ فیبر انبه نسبت به سایر تیمارهای مورد آزمون به عنوان بهترین تیمار معرفی گردید.

کلید واژگان: فیبر انبه، کیک اسفنجی، بیاتی، ویژگی‌های ارگانولپتیکی.

* مسئول مکاتبات: movahed@iauvaramin.ac.ir

۱- مقدمه

شناسایی و مورد استفاده قرار گرفته‌است و حتی امروز نیز حدود نیمی از کل محصول انبه از کشور هندوستان تامین می‌شود. فیبر انبه دارای انواع فیبرهای رژیمی نامحلول (۴۰ تا ۴۳ درصد) و محلول (۵۰ تا ۵۷ درصد) می‌باشد. به علاوه منبع خوبی از ترکیبات طبیعی با فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالا بوده و قادر است شاخص گلاسیمیک را تا حد زیادی پایین آورد. همچنین فرآورده‌های فرعی انبه به خصوص هسته و پوسته‌های آن می‌توانند جزء غذاهای با ارزشی باشند که از ضایعات حاصل می‌شوند. پودر پوست انبه در مقایسه با پودر هسته آن، از خاکستر بیشتر، درصد فیبر بیشتر و امولسیون‌کنندگی بیشتری برخوردار است. فیبر انبه می‌تواند به عنوان اسانس و طعم دهنده طبیعی در صنایع کیک و بیسکویت‌سازی مورد استفاده قرار گیرد. به علاوه در بهبود برخی خصوصیات غذایی نظیر استحکام و بهبود طعم محصولات غذایی مانند کیک، بیسکویت، نان و ماکارونی نیز می‌تواند موثر واقع شود. هم چنین انبه غنی از پکتین و کارتوئیدها می‌باشد. از سایر خصوصیات این محصول می‌توان به محتوای چربی کم، نشاسته زیاد و ظرفیت نگهداری آب بالای آن اشاره نمود [۳، ۴ و ۵]. با وجود متعدد بودن اثرات سلامت بخش فیبرهای خوراکی، میزان مصرف روزانه آندر رژیم غذایی افراد بسیار پایین‌تر از مقدار توصیه شده‌است که این امر باعث افزایش بیماری‌هایی نظیر سرطان، چاقی، دیابت، فشار خون و بیماری‌های قلبی - عروقی شده‌است. بنابراین با افزایش محتوای فیبری مواد غذایی می‌توان میزان این بیماری‌ها را کاهش داد. بستیه همکاران، به بررسی افزودن پوست انبه در تولید برخی محصولات غذایی نظیر پوره‌ی انبه و کوکی انبه فاقد گلوتن پرداختند. نتایج نشان داد که محصولات مذکور می‌توانند منابع غذایی غنی از فیبر با فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالا باشند [۶]. خرم واسیم اسلام و همکاران، به بررسی تاثیر پودر پوست انبه و هسته آن بر خواص فیزیکی و شیمیایی کیک پرداختند. نتایج نشان داد که

یک یکی از فرآورده‌های مهم و پرمصرف غلات و محصولی از آرد گندم بوده که بسته به نوع آن و به واسطه بالا بودن مقادیر چربی و شکر در فرمولاسیون آن، مصرف مداوم و طولانی مدت این ماده غذایی، چاقی و به دنبال آن مشکلاتی برای سلامتی ایجاد می‌کند [۱]. فیبر غذایی، بخشی از مواد غذایی با منشأ گیاهی است که توسط آنزیم‌های موجود در دستگاه گوارش قابل هضم نمی‌باشد. امروزه ثابت شده که وجود فیبرهای غذایی در رژیم غذایی روزانه، نه تنها برای پیشگیری بلکه برای درمان بسیاری از بیماری‌هایی که امروزه بشر با آن‌ها دست به گریبان است، لازم و ضروری می‌باشد. فیبرهای موجود در مواد غذایی شامل فیبرهای محلول و نامحلول می‌باشند. فیبرهای محلول همانطور که از نام آن‌ها پیداست در آب حل می‌شوند و یک ماده ژله مانند تشکیل می‌دهند. این نوع فیبر باعث پایین آوردن کلسترول خون می‌شود و در جو، جوی دوسر، مرکبات و حبوبات یافت می‌گردد. فیبرهای محلول به کاهش وزن نیز کمک می‌کنند زیرا بعد از مصرف غذای حاوی این نوع فیبرها، فرد احساس سیری و سنگینی می‌کند و در نتیجه دیرتر گرسنه می‌شود. فیبرهای نامحلول در آب حل نمی‌شوند ولی سبب افزایش سرعت حرکت مواد غذایی در دستگاه گوارش شده و حجم مدفوع را افزایش می‌دهند. همانطور که گفته شد فیبرهای غذایی در انواع میوه‌ها و دانه‌ها وجود دارد که انبه یکی از این موارد می‌باشد [۲]. انبه با نام علمی *Mangifera indica* L. نوعی میوه گرمسیری بوده و متعلق به تیره *Anacardiaceae* می‌باشد و در حال حاضر این میوه، رتبه ششم را در تولیدات جهانی میوه‌جات به خود اختصاص داده‌است به گونه‌ای که متوسط تولید سالانه جهانی انبه معادل ۲۸/۳ میلیون تن گزارش شده‌است. درخت انبه از هزاران سال پیش در شبه جزیره هند

Table 1- Treatments tested in the research

Treatments code	Treatments
C	Controlled sponge cake, without mango fiber
S ₁	Sponge cake containing 0.5% mango fiber in terms of flour weight
S ₂	Sponge cake containing 1% mango fiber in terms of flour weight
S ₃	Sponge cake containing 1.5% mango fiber in terms of flour weight
S ₄	Sponge cake containing 2% mango fiber in terms of flour weight

۲-۲- روش‌ها

۲-۲-۱- روش تولید کیک اسفنجی

در تحقیق حاضر در ابتدا آزمون‌های شیمیایی شامل pH (استاندارد ملی، شماره ۳۷)، رطوبت (AACC، شماره ۴۴-۱۶)، خاکستر (AACC، شماره ۰۱-۰۸)، پروتئین (AACC، شماره ۱۲-۶۴)، چربی (AACC، شماره ۲۵-۳۰)، فیبر (AACC، شماره ۳۲-۱۰) بر روی آرد گندم انجام شد [۹]. در ادامه نمونه‌های حاوی مخلوط آرد گندم، فیبر انبه و نیز نمونه شاهد، طبق جدول ۱ آماده گردیدند. بدین ترتیب که ابتدا سفیده تخم مرغ به مدت ۲ دقیقه در مخلوط کن هم زده شد، سپس شکر اضافه گردید و عمل اختلاط به مدت ۳۰ ثانیه ادامه یافت. پس از آن زرده تخم مرغ به مخلوط افزوده شد و به مدت ۱ دقیقه هم زدن انجام پذیرفت. در ادامه آرد گندم، بکینگ پودر و فیبر انبه در سطوح مختلف اضافه شدند و عمل اختلاط با افزودن آب کافی انجام و تکمیل گردید. در نهایت خمیر کیک در قالب‌های گالوانیزه با ابعاد ۲۰×۳۰ قرار داده شد و عملیات پخت در فر کابینتی و در دمای ۱۶۰°C به مدت ۲۵ دقیقه انجام پذیرفت [۱۰]. در ادامه پس از خنک شدن تیمارها در دمای محیط، کلیه نمونه‌های کیک تحت آزمون‌های فیزیکو شیمیایی، بیاتی و

محصولات مذکور در مقایسه با نمونه شاهد از درصد فیبر خام و خاکستر بالاتر برخوردار دارند ضمن آن که محصولات تولیدی، به دلیل داشتن محتوای فنولی بالا، دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی بیشتری نیز می‌باشند [۷]. ولدراین - رودریگز و همکاران، عنوان نمودند که انبه دارای ترکیبات فنولی با ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بالایی باشد لذا می‌تواند در انواع فرآورده‌های آردی و غذایی استفاده شود [۸]. در ادامه این‌که بسیاری از تحقیقات صورت گرفته در مورد ترکیبات و فرمولاسیون محصولات نظیر کیک، بر اساس تجربه استوار بوده و در نتیجه پژوهش‌های علمی قابل توجهی در زمینه فرمولاسیون‌های ویژه، نظیر کاربرد پودر انبه و فیبر آن در فرمولاسیون انواع کیک‌ها مشاهده نمی‌شود در این راستا در تحقیق حاضر تاثیر افزودن سطوح مختلف فیبر انبه به عنوان یک منبع جدید فیبر رژیمی در تولید کیک‌های اسفنجی مورد مطالعه قرار گرفت.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

در تحقیق حاضر ابتدا مواد اولیه مورد نیاز در تولید کیک اسفنجی شامل آرد گندم نول (شرکت آردینه گنبد، ایران)، شکر (شرکت بیستون، ایران)، تخم مرغ (شرکت میلاد دو زرده طلایی، ایران)، بکینگ پودر (شرکت مهسا، ایران) و فیبر انبه (شرکت آرکای فود پروداکت^۱، هندوستان) تهیه و توزین شدند. تیمارهای تحقیق شامل کیک‌های اسفنجی متشکل از آرد گندم به همراه سطوح متفاوتی از فیبر انبه (۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ درصد بر حسب وزن آرد) بودند که در جدول (۱) ارایه شده‌اند.

1. Arkay Food Products

حسی قرار گرفتند.

شاخص‌های L^* ، a^* و b^* تعیین گردیدند [۹].

۲-۲-۲- آزمون‌های فیزیکی شیمیایی

۲-۲-۳- آزمون ارزیابی ویژگی‌های حسی (ارگانولپتیکی)

کیک‌های اسفنجی

به منظور ارزیابی ویژگی‌های ارگانولپتیکی نمونه‌ها، از تجزیه و تحلیل خصوصیات کیک با استفاده از حواس پنجگانه و مطابق استاندارد (AACC، شماره ۹۰-۱۰) استفاده گردید. ملاک عمل، نظر و تمایل شخصی افراد متخصص و آموزش دیده نسبت به محصول بود. در این تحقیق، نمونه‌ها پس از خنک شدن، کدگذاری شدند و توسط ۱۰ ارزیاب آموزش دیده مورد بررسی قرار گرفتند. آزمون مذکور مطابق روش هدونیک ۵ نقطه‌ای (از بسیار مطلوب تا بسیار نامطلوب) انجام پذیرفت و ویژگی‌هایی نظیر (بو، رنگ مغز، رنگ پوسته، طعم و مزه، قابلیت جویدن، چسبندگی به دهان، بافت و پذیرش کلی) مورد بررسی قرار گرفتند [۹].

۲-۲-۴- تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

به منظور تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از آزمون‌ها از طرح کاملاً تصادفی استفاده گردید و مقایسه میانگین داده‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال $\alpha=5\%$ و با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۱۶ انجام پذیرفت.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- ارزیابی نتایج حاصل از آزمون‌های

شیمیایی آرد

باتوجه به نتایج حاصل از آزمون‌های شیمیایی انجام شده بر روی آرد گندم، مشخص گردید که تمام ویژگی‌های مورد بررسی در محدوده استاندارد بوده‌اند. آرد مورد نظر برای تولید کیک اسفنجی مناسب تشخیص داده شد (جدول ۲).

در پژوهش حاضر آزمون‌های شیمیایی مختلفی نظیر اندازه‌گیری رطوبت (AACC، شماره ۱۶-۴۴)، خاکستر (AACC، شماره ۰۱-۰۸)، پروتئین (AACC، شماره ۱۲-۴۶)، چربی (AACC، شماره ۱۰-۳۰)، فیبر (AACC، شماره ۱۰-۳۲) و pH (AACC، شماره ۵۲-۲) بر روی نمونه‌های کیک انجام پذیرفت. همچنین برای تعیین میزان سفتی بافتنمونه‌های کیک به روش دستگاهی، از بافت‌سنج بروکفیلد (مدل Tact Pro، ساخت کشور انگلستان) استفاده شد و مطابق استاندارد (AACC، شماره ۳۰-۷۴) عمل گردید. در این روش ابتدا یک سانتی‌متر از بالای کیک جدا شد تا سطح رویی کیک یکنواخت شود و سپس در زیر پروب صفحه‌ای با ابعاد 40×40 میلی‌متر و تحت آزمون فشاری قرار گرفت. آزمون با سرعت ۵ میلی‌متر بر ثانیه و در فواصل زمانی هر ۱۰ ثانیه و تا کمپرس کردن ۲۵٪ ارتفاع نمونه‌های کیک انجام پذیرفت. در ادامه با توجه به نمودارهای به دست آمده فاکتورهای مربوط به بافت کیک شامل (چسبندگی، سختی، انرژی تا نقطه شکست، شکنندگی، قابلیت ارتجاع، نخ‌شدن، ماکزیم نیروی فشاری، ماکزیم نیروی کششی) اندازه‌گیری شدند [۹]. آزمون حجم سنجی نمونه‌های کیک اسفنجی مطابق استاندارد (AACC، شماره 10-0.5/0.1) انجام پذیرفت [۹]. در این روش نمونه‌ها روی طبقه‌های مشبک قرار داده شدند تا سطح زیرین و رویی آنها خنک و خشک شود. سپس جهت تعیین حجم نمونه‌های کیک از روش جا به جایی دانه‌های کلزا^۲ استفاده شد و حجم نمونه‌ها بر حسب cm^3 گزارش گردید. در ادامه به منظور رنگ سنجی نمونه‌های کیک از دستگاه هانتربل^۳ و مطابق استاندارد (AACC، شماره ۱۰-۹۰) عمل گردید که مطابق با آن

2. Rapeseed displacement
3. Hunter-Lab

Table 2 Chemical properties of wheat flour used in the production of sponge cake

pH	Fiber (%)	Fat (%)	Ash (%)	Protein (%)	Moisture (%)	Material
5.20±0.01	0.1±0.00	0.13±0.01	0.57±0.01	9.33±0.01	10.46±0.01	Wheat flour

فیزیکی شیمیایی نمونه‌های کیک اسفنجی، در جدول (۳) نشان داده شده است.

۳-۲- ارزیابی نتایج حاصل از آزمون‌های فیزیکی

شیمیایی انجام شده بر روی نمونه‌های کیک

نتایج مقایسه میانگین تاثیر مقادیر مختلف فیبر انبه بر ویژگی‌های

Table 3 Comparison of mean values of physicochemical tests performed on sponge cake samples

Treatment					
S4	S3	S2	S1	C	Property
6.15±0.01 ^a	6.17±0.01 ^d	6.22±0.01 ^c	6.24±0.01 ^b	6.26±0.01 ^a	pH
28.01±0.31 ^a	27.49±0.39 ^b	26.91±0.27 ^{bc}	26.47±0.47 ^{cd}	23.95±0.37 ^d	Moisture (%)
9.1±0.04 ^d	9.50±0.04 ^c	9.9±0.04 ^b	10.19±0.05 ^{ab}	10.29±0.05 ^a	Protein (%)
1.00±0.06 ^a	0.96±0.06 ^a	0.86±0.06 ^b	0.80±0.06 ^{bc}	0.76±0.04 ^c	Ash (%)
2.45±0.01 ^a	1.75±0.01 ^b	1.1±0.01 ^c	0.70±0.01 ^d	0.17±0.02 ^e	Fiber (%)
4.27±0.04 ^d	4.58±0.02 ^c	4.87±0.02 ^b	5.01±0.08 ^{ab}	5.19±0.18 ^a	Fat (%)
37.05±0.15 ^a	32.91±0.10 ^b	30.98±0.09 ^c	27.34±0.18 ^d	25.05±0.15 ^e	Volume (cm ³)

In each row, mean that at least one letter in common, not significant difference at 5%

C= Control, S1= Sponge cake containing 0.5% mango fiber, S2= Sponge cake containing 1% mango fiber, S3= Sponge cake containing 1.5% mango fiber, S4= Sponge cake containing 2% mango fiber

۳-۲-۲- ارزیابی نتایج حاصل از آزمون رطوبت در

نمونه‌های کیک اسفنجی

مطابق جدول (۳)، کمترین مقدار رطوبت در تیمار شاهد اما بیشترین مقدار آن در تیمار S4 مشاهده گردید. ضمن آن که اختلاف بین کلیه تیمارها معنی‌دار بود ($p \leq 0.05$). به عبارت دیگر با افزایش سطوح مصرف فیبر، میزان رطوبت در نمونه‌های کیک اسفنجی افزایش یافت. علت نتیجه حاصل، بالا بودن تعداد گروه‌های هیدروکسیل موجود در ساختار فیبر انبه است که سبب افزایش جذب آب گردید [۱۲ و ۱۳]. قابل توجه این‌که در انواع فیبرها گروه‌های هیدروکسیل آزاد وجود دارد که این گروه‌ها توانایی اتصال به هیدروژن آب را دارند. از سوی دیگر اکثر فیبرها نظیر فیبر انبه، رفتاری مشابه هیدروکلوئیدها دارند و این امر سبب افزایش جذب آب محصول می‌گردد [۱]. راسل و همکاران، در پژوهشی به این نتیجه رسیدند که وجود گروه‌های هیدروکسیل فراوان در ساختار صمغ‌ها و فیبرها، از طریق ایجاد پیوندهای هیدروژنی با مولکول‌های آب، جذب آب را افزایش می‌دهند [۱۴]. همچنین موحد و همکاران، در تحقیقی به بررسی تاثیر فیبر پرتقال بر خواص حسی و شیمیایی مافین پرداختند.

۳-۲-۱- ارزیابی نتایج حاصل از آزمون pH در

نمونه‌های کیک اسفنجی

باتوجه به جدول (۳)، بیشترین میزان pH در تیمار شاهد اما کمترین مقدار آن در تیمار S4 مشاهده گردید. ضمن آن که اختلاف بین کلیه تیمارها معنی‌دار بود ($p \leq 0.05$). طبق نتایج، با افزایش سطوح مصرف فیبر انبه، مقدار pH در نمونه‌های کیک اسفنجی کاهش یافت. علت نتیجه حاصل، پایین بودن نسبی pH فیبر انبه مصرف شده می‌باشد. از آن‌جا که میزان pH فیبر انبه مصرفی در محدوده ۴-۵ بود لذا کاربرد و افزایش سطوح مصرف آن توانست سبب کاهش pH کیک‌های تیمار شده گردد. مسعودی و همکاران، نیز در تحقیقی عنوان نمودند که استفاده از تفاله سیب به عنوان منبع فیبر رژیمی و در سطوح ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد وزنی آرد، سبب کاهش وزن مخصوص و pH خمیر می‌گردد [۱۱]. همچنین موحد و همکاران، در تحقیقی به بررسی تاثیر جایگزینی فیبر پرتقال، با بخشی از روغن و تخم مرغ در کیک مافین پرداختند. نتایج نشان دهنده کاهش میزان pH در نمونه‌های کیک مافین حاوی فیبر پرتقال در مقایسه با نمونه شاهد بود [۱۰].

هستند [۷].

۳-۲-۵- ارزیابی نتایج حاصل از آزمون فیبر در نمونه‌های کیک اسفنجی

مطابق جدول (۳)، تیمار شاهد (C) از کم‌ترین مقدار فیبر اما تیمار S4 (کیک حاوی ۲٪ فیبر) دارای بیشترین مقدار آن برخوردار بودند. ضمن آن که بین دو تیمار مذکور و سایر تیمارهای مورد آزمون تفاوت معنی داری مشاهده گردید ($p \leq 0/05$). علت نتیجه حاصل بالا بودن ترکیبات فیبری محلول (۵۷-۵۰٪) و نامحلول (۴۰-۴۳٪) در انبه می‌باشد [۴]. خرم واسیم اسلام و همکاران، لی و همکاران، همچنین موحد و همکاران، نیز در تحقیقات خود به نتایج مشابهی دست یافتند [۷، ۱۵ و ۱۷].

۳-۲-۶- ارزیابی نتایج حاصل از آزمون چربی در نمونه‌های کیک اسفنجی

طبق جدول ۳، بیشترین مقدار چربی در تیمار شاهد اما کمترین مقدار آن در تیمار S4 مشاهده گردید. ضمن آن که اختلاف بین کلیه تیمارها معنی‌دار بود ($p \leq 0/05$). به عبارت دیگر با افزودن سطوح مختلف فیبر انبه، میزان چربی در نمونه‌های کیک اسفنجی کاهش یافت. دلیل این امر جایگزینی بخشی از آرد گندم با سطوح مختلف فیبر انبه است و از آنجایی که درصد چربی موجود در فیبر خوراکی از آرد گندم کمتر است لذا میزان چربی موجود در کیک‌های اسفنجی تیمار شده نیز کاهش یافت. خرم واسیم اسلام و همکاران همچنین موحد و همکاران، نیز در تحقیقات خود به نتایج مشابهی دست یافتند [۷ و ۱۰].

۳-۲-۷- ارزیابی نتایج حاصل از آزمون حجم‌سنجی در نمونه‌های کیک اسفنجی

مطابق جدول (۳)، تیمار شاهد (C) از کم‌ترین مقدار حجم اما تیمار S4 (کیک حاوی ۲٪ فیبر) از بیشترین مقدار آن برخوردار بودند. ضمن آن که بین دو تیمار مذکور و سایر تیمارهای مورد آزمون تفاوت معنی‌داری مشاهده گردید ($p \leq 0/05$). علت نتیجه حاصل را می‌توان به افزایش ویسکوزیته خمیر و حبس حباب‌های هوا در درون کیک طی فرآیند پخت نسبت داد. مسعودی و همکاران، همچنین موحد و همکاران نیز در تحقیقات خود به نتایج مشابهی دست یافتند [۱۰ و ۱۱].

طبق نتایج، کاربرد فیبر پرتقال سبب افزایش رطوبت و فیبر، کاهش بیاتی و بهبود اکثر ویژگی‌های حسی محصول گردید [۱۰].

۳-۲-۳- ارزیابی نتایج حاصل از آزمون پروتئین در نمونه‌های کیک اسفنجی

مطابق جدول (۳)، بیشترین مقدار پروتئین در تیمار شاهد اما کمترین مقدار آن در تیمار S4 مشاهده گردید. ضمن آن که اختلاف بین کلیه تیمارها معنی‌دار بود ($p \leq 0/05$). به عبارت دیگر با افزایش سطوح مصرف فیبر انبه، مقدار پروتئین در نمونه‌های کیک کاهش یافت. علت کاهش جزئی پروتئین را می‌توان به افزوده شدن فیبر نسبت داد که جایگزین وزنی آرد شده است. به عبارت دیگر زیاد بودن مقدار پروتئین در نمونه‌ی شاهد به دلیل حضور بیشتر پروتئین گلوتمن در آرد مصرفی و رقت آن در تیمارهای حاوی فیبر می‌باشد. لی و همکاران، در تحقیقی به بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی نانهای غنی شده با پودر کدو تنبل پرداختند و بیان نمودند که افزایش سطوح مصرف کدو تنبل از ۵ به ۱۵٪، سبب کاهش میزان پروتئین در نمونه‌ها نسبت به نمونه شاهد می‌گردد [۱۵]. همچنین موحد و همکاران، تاثیر افزودن فیبر تفاله چغندر قند را بر روی ترکیبات شیمیایی نان تستمورد مطالعه قرار دادند. طبق نتایج، با افزایش سطوح مصرف فیبر تفاله چغندر قند، میزان پروتئین در نان‌های تست تولیدی نسبت به نمونه شاهد کاهش یافت [۱۶].

۳-۲-۴- ارزیابی نتایج حاصل از آزمون خاکستر در نمونه‌های کیک اسفنجی

بر اساس جدول مقایسه میانگین (۳)، تیمارهای S4 (کیک حاوی ۲٪ فیبر) و S3 (کیک حاوی ۱/۵٪ فیبر) از بیشترین میزان خاکستر اما تیمار شاهد (C) از کم‌ترین مقادیر آن برخوردار بودند. ضمن آن که اختلاف بین کلیه تیمارها معنی‌دار بود ($p \leq 0/05$). علت نتیجه حاصل را می‌توان به وجود مقادیر زیاد املاح و عناصر معدنی نظیر آهن، کلسیم، منیزیم، پتاسیم، سدیم و روی در فیبر انبه نسبت داد که در عین حال بیانگر ارزش تغذیه‌ای بالایی محسوب می‌شود. خرم واسیم اسلام و همکاران، در تحقیقی به بررسی تاثیر پودر پوست انبه و هسته آن بر خواص فیزیکوشیمیایی کیک پرداختند و بیان نمودند که محصولات مذکور در مقایسه با نمونه شاهد حاوی خاکستر بالاتری

رنگ نمونه‌های کیک اسفنجی، در جدول (۴) نشان داده شده است.

۳-۳- ارزیابی نتایج حاصل از آزمون رنگسنجی

در نمونه‌های کیک اسفنجی

نتایج مقایسه میانگین تاثیر مقادیر مختلف فیبر انبه بر ویژگی‌های

Table 4 Comparison of mean values of colorimetric tests performed on sponge cake samples

Property	Treatment				
	C	S1	S2	S3	S4
L^*	75.50±1.24 ^d	77.86±0.63 ^c	78.27±1.79 ^{bc}	80.52±0.72 ^{ab}	82.86±1.91 ^a
a^*	0.1±0.71 ^a	-0.434±1.04 ^b	-0.602±0.44 ^b	-1.001±1.19 ^{bc}	-4.004±1.04 ^c
b^*	30.47±1.02 ^a	26.93±1.07 ^b	26.83±1.01 ^b	24.69±2.26 ^c	24.69±2.26 ^c

In each row, mean that at least one letter in common, not significant difference at 5%

C= Control, S1= Sponge cake containing 0.5% mango fiber, S2= Sponge cake containing 1% mango fiber, S3= Sponge cake containing 1.5% mango fiber, S4= Sponge cake containing 2% mango fiber

همچنین بالاترین شاخص رنگ b^* در تیمار شاهد اما کمترین مقدار این شاخص در تیمار S4 مشاهده گردید. ضمن آن که اختلاف بین کلیه تیمارها معنی‌دار بود ($p \leq 0/05$). به عبارتی افزودن فیبر انبه سبب کاهش شاخص رنگ b^* در نمونه‌های کیک اسفنجی در مقایسه با نمونه شاهد گردید. علت نتیجه حاصل را می‌توان به افزایش رطوبت کیک‌های اسفنجی نسبت داد. در این راستا به دلیل انجام واکنش‌های مایلارد و کاراملیزاسیون طی فرآیند پخت، میزان رنگدانه‌ی قهوه‌ای روشن افزایش یافت اما شدت تولید رنگ زرد b^* در پوسته کیک‌ها کاهش نشان داد. آریا و همکاران، نیز در تحقیقات خود به نتایج مشابهی دست یافتند [۱۹].

۳-۴- ارزیابی نتایج حاصل از آزمون بافت سنجی (بیاتی) در نمونه‌های کیک اسفنجی

نتایج مقایسه میانگین تاثیر متقابل (غلظت‌های مختلف فیبر انبه x زمان) بر میزان بیاتی نمونه‌های کیک اسفنجی، در جدول (۵)، نشان داده شده است.

طبق جدول (۵)، در تمام بازه‌های زمانی، تیمار شاهد (C) از بیشترین اما تیمار S4 (حاوی ۲٪ فیبر انبه) از کمترین مقدار بیاتی برخوردار بودند. ضمن آن که بین اکثر تیمارها تفاوت معنی‌دار مشاهده گردید ($p \leq 0/05$). به عبارت دیگر نمونه‌های تیمار شده با فیبر در مقایسه با نمونه شاهد، از بیاتی کمتری برخوردار بودند. علت نتیجه حاصل آن است که فیبر نامبرده با تاثیر بر ساختار آرد، باعث توزیع بهتر آب و نگهداری آن در تیمارها و لذا کاهش میزان بیاتی گردید.

طبق جدول (۴)، کمترین شاخص رنگ L^* در تیمار شاهد اما بیشترین مقدار آن در تیمار S4 مشاهده گردید. ضمن آن که اختلاف بین کلیه تیمارها معنی‌دار بود ($p \leq 0/05$). به‌طور کلی شاخص رنگ L^* تحت تاثیر واکنش قهوه‌ای مایلارد قرار می‌گیرد. به عبارت دیگر به دلیل برهمکنش بین فیبر انبه با آمیلوز نشاسته آرد در کیک اسفنجی، شاخص رنگ L^* بهبود یافت. همچنین با افزایش سطوح مصرف فیبر انبه از S1 تا S4، این شاخص نیز افزایش نشان داد. از سوی دیگر میزان کل نور انعکاس یافته از سطح نمونه (شاخص L^*) با اندازه‌ی ذرات نسبت معکوس دارد. نکته دیگر این‌که رنگ سفید فیبر انبه مصرف شده نیز می‌تواند عامل موثر دیگری در افزایش روشنایی رنگ کیک‌های اسفنجی باشد [۱۸]. موحد و همکاران، نیز در تحقیقات خود به نتایج مشابهی دست یافتند [۱۰]. از سوی دیگر بالاترین شاخص رنگ a^* در تیمار شاهد اما کمترین مقدار این شاخص در تیمار S4 مشاهده گردید. ضمن آن که اختلاف بین کلیه تیمارها معنی‌دار بود ($p \leq 0/05$). علت نتیجه حاصل را می‌توان به روشن بودن رنگ فیبر انبه مصرف شده در کیک‌های اسفنجی نسبت داد. همچنین به دلیل انجام واکنش‌های مایلارد و کاراملیزاسیون، شدت تشکیل رنگدانه قهوه‌ای روشن افزایش اما شدت رنگ‌های قرمز و زرد در پوسته کیک‌ها طی فرآیند پخت کاهش یافت. آریا و همکاران، نیز در تحقیقی به بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی محصولات آردی حاوی فیبر انبه پرداختند و بیان نمودند که افزودن فیبر انبه به محصولات، سبب کاهش شاخص رنگ a^* نسبت به نمونه‌ی شاهد می‌گردد [۱۹].

Table 5 Mean comparison of interactions between (different concentrations of mangoes × time) on the staling of sponge cake

Treatment	Time (h)		
	24	48	72
C	1.47±0.04 ^c	1.58±0.03 ^b	1.71±0.05 ^a
S1	1.34±0.01 ^d	1.39±0.03 ^c	1.54±0.04 ^b
S2	1.03±0.02 ^h	1.14±0.02 ^g	1.32±0.02 ^e
S3	1.01±0.02 ^h	1.12±0.02 ^g	1.24±0.04 ^f
S4	0.76±0.01 ^j	0.77±0.01 ^j	0.85±0.03 ⁱ

C= Control, S1= Sponge cake containing 0.5% mango fiber, S2= Sponge cake containing 1% mango fiber, S3= Sponge cake containing 1.5% mango fiber, S4= Sponge cake containing 2% mango fiber

۳-۵- ارزیابی نتایج حاصل از آزمون ویژگی‌های

حسی در نمونه‌های کیک اسفنجی

نتایج مقایسه میانگین تاثیر مقادیر مختلف فیبر انبه بر ویژگی‌های حسی نمونه‌های کیک اسفنجی، در جدول (۶) نشان داده شده است.

فیبر انبه نه تنها ظرفیت نگهداری آب بالایی دارد بلکه آب را بسیار محکم باند می‌کند و می‌تواند رتروداسیون را به تاخیر بیاورد. البته این خاصیت به وجود پیوندهای هیدروکسیل در ساختمان فیبرها برمی‌گردد. موحد و همکاران، نیز در تحقیقات خود به نتایج مشابهی دست یافتند [۱۰].

Table 6 Mean comparison of sensory evaluation of sponge cake samples

Property	Treatment				
	C	S1	S2	S3	S4
Porosity	4.6±0.3 ^c	5.0±0.1 ^b	5.0±0.1 ^b	5.3±0.2 ^a	5.3±0.2 ^a
Texture	4.3±0.2 ^c	5.0±0.2 ^b	5.3±0.1 ^a	5.3±0.1 ^a	5.4±0.1 ^a
Chewing ability	4.0±0.3 ^d	4.6±0.2 ^c	5.3±0.1 ^b	5.4±0.2 ^b	5.6±0.1 ^a
Surface color	4.3±0.1 ^d	5.0±0.1 ^c	5.6±0.2 ^b	5.6±0.2 ^b	6.0±0.1 ^a
Color of the brain	5.0±0.2 ^b	5.0±0.1 ^b	5.0±0.1 ^b	5.3±0.1 ^a	5.3±0.2 ^a
Aroma	3.3±0.1 ^c	4.0±0.1 ^b	4.6±0.2 ^a	4.6±0.2 ^a	4.6±0.2 ^a
Taste	3.6±0.1 ^d	4.3±0.1 ^c	5.3±0.2 ^b	6.0±0.2 ^a	6.0±0.2 ^a

In each row, mean that at least one letter in common, not significant difference at 5%

C= Control, S1= Sponge cake containing 0.5% mango fiber, S2= Sponge cake containing 1% mango fiber, S3= Sponge cake containing 1.5% mango fiber, S4= Sponge cake containing 2% mango fiber

آبدوست در ساختار فیبر نسبت داد که سبب افزایش جذب آب مغز کیک، جلوگیری از مهاجرت آب به پوسته و جلوگیری از لاستیکی شدن بافت کیک شدند. به عبارت دیگر فیبر انبه سبب بهبود درجه الاستیسیته خمیر و در نتیجه بهبود قابلیت جویدن نمونه‌های کیک گردید [۱]. طبق نتایج، افزایش سطوح مصرف فیبر انبه، باعث افزایش امتیاز ویژگی رنگ پوسته گردید. علت نتیجه حاصل، واکنش‌های قهوه‌ای شدن مایلارد می‌باشد. به عبارت دیگر طی واکنش‌های مایلارد، مقادیر زیادی ترکیبات تشکیل دهنده رنگ و موثر بر طعم و خصوصیات بافتی ایجاد گردید [۱]. سودها و همکاران، در تحقیقی به ارزیابی رنگ محصولات نانوائی غنی شده با فیبر انبه پرداختند و بیان نمودند که افزودن فیبر انبه سبب بهبود رنگ سطحی آن‌ها می‌گردد [۲۰].

با توجه به جدول (۶)، در تمام صفات حسی مورد بررسی، تیمار شاهد (C) از کمترین امتیاز اما تیمار S4 (حاوی ۲٪ فیبر) از بیشترین امتیاز برخوردار بودند. قابل توجه این‌که اختلاف بین اکثر تیمارها معنی‌دار بود ($p \leq 0.05$). بالا بودن امتیاز تخلخل و بافت در تیمارهای حاوی فیبر انبه را می‌توان به تاثیر مثبت این فیبر در تشکیل و افزایش استحکام شبکه گلوتمینسیت داد. از سوی دیگر فیبر مورد نظر با تاثیر بر ساختار نشاسته، باعث توزیع بهتر آب و نگهداری آن شد و مقاومت بافت کیک را بهبود بخشید [۱]. آریا و همکاران، در تحقیقات خود نشان دادند که افزودن فیبر انبه سبب بهبود خصوصیات کیفی و حسی محصولات آردی می‌شود [۱۹]. دلیل بهبود قابلیت جویدن تیمارهای حاوی فیبر مذکور را می‌توان به حضور گروه‌های

- Bell-Perez, L.A. 2007. Fiber concentrate from mango fruit: Characterization associated antioxidant capacity and application as a bakery product ingredient. *LWT-Food Science and Technology*, 40(4): 722-729.
- [4] Ajila, C. M., Aalami, M., Leeavathi, K., Prasada rao, U.J.S. 2010. Mango peel powder: A potential source of antioxidant and dietary fiber in macaroni preparations. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 11(1): 219-224.
- [5] Martinez, R., Torres, P., Meneses, M. A., Figueroa, J. G., Perez -Alvarez, J.A., Viduda -Martos, M. 2012. Chemical technological and vitro antioxidant properties of mango, guava, pineapple and passion fruit dietary fiber concentrate. *Journal of Food Chemistry*, 135(3): 1520-1526.
- [6] Besty, Ng. 2011. Fiber content storage stability of nutraceutical mango products and gluten-free cookies. *International Conference on Biotechnology and Food Sciences*, 7: 36-39.
- [7] Khuram Wasim Aslam, H., Ur Raheem, M. I., Ramzan, R., Shakeel, A., Shoaib, M., Arbab Sakandar, H. 2014. Utilization of mango waste material (Peel, Kernel) to enhance dietary fiber content and antioxidant properties of biscuit. *Journal of Global Innovations in Agricultural and Social Sciences*, 2(2): 76-81.
- [8] Velderrain - Rodriguez, G., Quiros - Sauced, A., Mercado - Mercado, G., Ayala - Zavala, J., Astiazaran - Garcia, H., Robles - Sanchez, R., Wall - Medrano, A., Sayago - Ayerdi, S., Gonzalez - Aguilar, G. A. 2016. Effect of dietary fiber on the bioaccessibility of phenolic compounds of mango papaya and pineapple fruits by an in vitro digestion model. *Journal of Food Science and Technology*, 36(2): 84-93.
- [9] Anonymous. 2003. *Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists*, S't. Paul, MN. USA.
- [10] Najafi, Z., Movahhed, S., Ahmadi Chenarbon, H. 2017. Effect of citrus fiber replacement to oil and egg on some physico-chemical and organoleptic properties of muffin. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*, 13(4): 458-468.
- [11] Masoodi, F. A., Shiarma, B., Chauhan, G.

از سوی دیگر بهبود رنگ مغز کیکها احتمالاً به دلیل برهم‌کنش فیبرهای مذکور با آمیلوز نشاسته در مغز کیکها می‌باشد هر چند معمولاً رنگ مغز کیک کم‌تر تحت تاثیر واکنش‌های قهوه‌ای شدن مایلارد قرار می‌گیرد [۱]. سودها و همکاران و آریا و همکاران نیز در تحقیقات خود به نتایج مشابهی دست یافتند [۱۹ و ۲۰]. همچنین بهبود ویژگی حسی عطر و بو در تیمارهای حاوی فیبر انبه آن است که این فیبراز عطر و بوی مطلوبی برخوردار است لذا آرومای مطلوب در کیک‌های تولید شده ایجاد نمود. همچنین بهبود طعم در تیمارهای حاوی فیبر را می‌توان به طعم دلپذیر و شیرین فیبر انبه نسبت داد. لی و همکاران همچنین موحد و همکاران نیز در تحقیقات خود به نتایج مشابهی دست یافتند [۱۵ و ۱۷].

۴- نتیجه‌گیری

در تحقیق حاضر تاثیر فیبر انبه در سطوح ۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ بر خواص کیفی و حسی کیک اسفنجی مورد بررسی قرار گرفت. طبق نتایج، افزودن فیبر انبه سبب بهبود اکثر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، بیاتی، رنگ سنجی و ارگانولپتیکی گردید. به گونه‌ای که تیمار S₄ (حاوی ۲٪ فیبر انبه) از بیشترین میزان رطوبت، خاکستر، فیبر، حجم و L^* نسبت به تیمار شاهد برخوردار بودند. همچنین کمترین میزان بیاتی و بیشترین امتیاز مربوط به ویژگی‌های ارگانولپتیکی نظیر تخیل، بافت، قابلیت جویدن، رنگ سطحی، عطر و بو و طعم در تیمار S₄ مشاهده گردید. در مجموع تیمار S₄ (حاوی ۲٪ فیبر انبه) به عنوان بهترین تیمار تحقیق معرفی گردید.

۵- منابع

- [1] Movahhed, S. 2017. *Supplemental Crop Products Technology*. Ardebil Jihad-e-Daneshgahi Publications. Ardebil. 53-150.
- [2] Majzoobi, M., Habibi, M., Hedayati, S., Ghiasi, F., Farahnaky, A. 2015. Effects of commercial oat fiber on characteristics of batter and sponge cake. *Journal of Food Science and Technology*, 17: 99-107.
- [3] Vergara-Valencia, N., Granados -Perez, E., Agama-Acevedo, E., Tovar, J., Ruales, J.,

- Biosystem Engineering, 44(2): 173-178.
- [17] Movahed, S., Khalatbari Mohseni, G., Ahmadi Chenarbon, H. 2014. Evaluation of using of xanthan gum and potato flour on the rheological properties of dough and toast bread quality. *Innovative Food Technologies*, 1(3): 39-48.
- [18] Aravind, N., Sissions, M., Fellows, C.M. 2011. Effects of soluble fiber (guar gum and carboxy methyl cellulose) addition on technologica, sensory and structural properties of durum wheat spaghetti. *Journal of Food Chemistry*, 131:893-900.
- [19] Aziah, A.A., Lee Min, W., Rajeev bhat, B. 2011. Nutritional and sensory quality evaluation of sponge cake prepared by incorporation of high dietary fiber containing mango (*Mangifera Indica* Var. Chokanan) pulp and peel flours. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 62(6):559-567.
- [20] Sudha, M. L., Baskaran, V., Leelavathi, K. 2007. Apple pomace as a source of dietary fibre and poly phenols and its effects on the rheological characteristics and cake making in. *Journal of Food Chemistry*, 104: 686-692.
- S. 2002. Use of apple pomace as a source of dietary fibre in cakes. *Plant Foods for Human Nutrition*, 57: 1211-128.
- [12] Skendi, A., Papageorgiou, M., Biliaderis, C. G. 2009. Effect of barley b-glucan molecular size and level on wheat dough rheological properties. *Journal of Food Engineering*, 91(4): 594-601.
- [13] Movahed, S., Khalatbari, G. 2014. Evaluation the nutritional value and staling rate of toast fortified with xanthan gum and potato flour. *International Journal of Bio-Inorganic Hybrid Nanomaterials*, 3:143-148.
- [14] Rosell, C.M., Rojas, J.A., Benedito de Barber, C. 2001. Influence of hydrocolloids on dough rheology and bread quality. *Food Hydrocolloids*, 15(1): 75-81.
- [15] Lee, S. M., Joo, M. 2007. The optimization of muffin with the addition dried sweet pumpkin powder. *Journal of the Korean Dietetic Association*, 13(4): 368-378.
- [16] Movahhed, S., Ranjbar, S., Ahmadi Chenarbon, H. 2014. Evaluation of chemical, staling and organoleptic properties of free – gluten cakes containing Xanthan and Carboxy Methyl Cellulose gums. *Iranian Journal of*

Effect of Adding Mango Fiber on the Qualitative Properties of Sponge Cake

Khaledi, S. ¹, Movahhed, S. ^{2*}, Shakouri, M. J. ³

1. M.Sc. Student, Department of Food Science, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2. Associated Professor, Department of Food Science, Varamin – Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran.
3. Assistant Professor, Department of Food Science, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

(Received: 2018/10/28 Accepted: 2019/07/01)

Cake is one of the most important and high-quality cereal products and a product of wheat flour, depending on its type and the high fat and sugar content in its formulation, the continuous and prolonged consumption of this foodstuff, obesity and, consequently, problems for health creates.

So in this study, the effect of adding different concentrations of mango fiber (0, 0.5, 1, 1.5 and 2% by weight of flour) were examined on the qualitative properties of sponge cake such as moisture, ash, protein, fat, fiber, pH, volume, staling, colorimetric and sensory features. A completely randomized design was used to analyze experimental data and means were compared by Duncan's multiple range test ($\alpha = 5\%$). According to the results, by adding mango fiber, moisture content, ash, fiber, volume and L^* were increased but protein, fat, staling and a^* and b^* were decreased. Also, all sensory characteristics such as porosity, texture, color, aroma, odor and taste were improved in treated sponge cakes compared with the control sample. Finally, the treatment containing 2% mango fiber was introduced as the best treatment than the other treatments.

Keywords: Mango fiber, Sponge cake, Staling, Organoleptic properties.

* Corresponding Author E-Mail Address: movahhed@iauvaramin.ac.ir