

ارزیابی ویژگی‌های شیمیایی، بیاتی، و ارگانولپتیکی کیک‌های بدون گلوتن حاوی صمغ‌های زانتان و کربوکسی

متیل سلولز

سارا موحد^{۱*}، سارا رنجبر^۲، حسین احمدی چنارین^۳

۱، استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ورامین-پیشوا

۲، کارشناس ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ورامین-پیشوا

۳، استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ورامین-پیشوا

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۷/۱۲ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۲/۸/۲۱)

چکیده

شیوع بیماری سلیاک در برخی مناطق جهان، سبب گسترش تولید کیک‌های فاقد گلوتن شده است. امروزه، عمده‌ترین غله‌ای که برای بیماران مبتلا به سلیاک معرفی می‌شود، برنج است. در این پژوهش، تأثیر افزودن صمغ‌های زانتان و کربوکسی متیل سلولز بر خواص شیمیایی، حسی، و بیاتی در کیک‌های تهیه‌شده از برنج بررسی شده است. صمغ‌های نامبرده در دو غلظت متفاوت ۰/۲۵ و ۰/۷۵ درصد وزنی (برپایه آرد برنج) استفاده و تأثیر سطوح متفاوت آن‌ها بر ویژگی‌های گوناگون کیک برنجی بررسی شد. نتایج حاصل از آزمون‌های شیمیایی، افزایش میزان رطوبت، خاکستر، و پروتئین در نمونه‌های حاوی صمغ زانتان و کربوکسی متیل سلولز را در مقایسه با نمونه‌های شاهد (فاقد صمغ) نشان داد. همچنین افزودن هر دو سطح از صمغ‌های مذکور سبب بهبود اکثر ویژگی‌های حسی و تأخیر در میزان بیاتی نمونه‌ها گردید.

کلیدواژه‌گان: زانتان، سلیاک، کربوکسی متیل سلولز، کیک.

مقدمه

کیک نوعی شیرینی با بافتی مخصوص است که مواد اصلی آن آرد، روغن، شکر، و تخم‌مرغ است و از محصولات است که به‌سبب طعم مناسب، ارزش غذایی بالا، و سهولت مصرف، کاربرد زیادی دارد. به‌علاوه در زمان حاضر در تغذیه افراد جهان دارای جایگاه مهمی است، به‌طوری‌که امروزه در اکثر کشورهای اروپایی، بیش از ۲۰ نوع کیک با طعم و ارزش غذایی متنوع تولید می‌شود که حتی برخی از آن‌ها برای افراد خاص تهیه می‌گردد (Gomez et al., 2005). معمولاً در تولید کیک از آرد گندم که حاوی گلوتن است، استفاده می‌شود، اما با توجه به شیوع بیماری سلیاک که نوعی حساسیت به پروتئین پرولامین است، تولید کیک‌های فاقد گلوتن در اکثر مناطق جهان رو به گسترش است و آرد برنج مهم‌ترین غله‌ای است که به‌علت نداشتن گلوتن، می‌تواند استفاده شود. (Gelinas & Guillet, 1999) امروزه کشت برنج به‌طور گسترده در چین، هندوستان، و ژاپن انجام می‌شود و پس از گندم از مهم‌ترین غلات مصرفی دنیا به‌شمار می‌آید. به‌گونه‌ای که براساس آمار FAO، حدود ۵۰

درصد از غذای مردم جهان را تشکیل می‌دهد و حتی ارزش غذایی پروتئین آن از گندم بیشتر است (Bors, 1980). صمغ‌ها، پلی‌ساکاریدهایی محلول در آب با وزن مولکولی بالا هستند که بیشتر به‌منظور کنترل ویسکوزیته در سیستم‌های غذایی به‌کاربرده می‌شوند. امروزه صمغ‌ها از منابع متفاوت تولیداند و خواص گسترده‌ای دارند (Temsiripong et al., 2005). یکی از کاربردی‌ترین صمغ‌ها، زانتان است که ترکیبی هتروپولی‌ساکاریدی است و به‌وسیله تخمیر از "*xanthomonas campestris*" تولید می‌شود و اتصالات β -D(1→4) گلوکز و زنجیره‌های جانبی (دو مولکول مانوز و یک مولکول اسید گلوکورونیک) را تشکیل می‌دهد. زانتان به‌شکل پودر سفید محلول در آب سردوگرم است و توانایی تولید محلول‌های ویسکوز حتی در غلظت‌های پایین را دارد (Movahhed, 2012). از سوی دیگر کربوکسی متیل سلولز یکی دیگر از صمغ‌های استفاده‌شده در صنایع غذایی به‌ویژه صنایع نانوبی است که از مشتقات مهم سلولز است و از واحدهای β -D(1→4) گلوکوپیرانوز تشکیل شده است. صمغ مذکور به‌شکل پودر سفیدرنگ، بی‌بو، بی‌رنگ، بی‌مزه، تعلیق‌پذیر در آب سردوگرم، و تخمیرنشده در شرایط نرمال است و ویژگی‌های کاربردی

* نویسنده مسئول: movahhed@iauvaramin.ac.ir

خاکستر (استاندارد AACC، شماره ۱-۸)، پروتئین (استاندارد AACC، شماره ۱۲-۴۶)، چربی (استاندارد AACC، شماره ۱۰-۳۰) و pH (استاندارد AACC، شماره ۵۲-۲) بودند. همچنین آزمون‌های شیمیایی نمونه‌های کیک تهیه‌شده از برنج شامل رطوبت، خاکستر، و پروتئین بود که مطابق روش‌های استاندارد فوق انجام گردید (Anonymous, 2003).

روش تولید کیک تهیه‌شده از برنج فاقد گلوتن

به‌منظور تولید کیک تهیه‌شده از برنج، ابتدا مواد اولیه شامل آرد برنج، پودر شکر، بکینگ‌پودر، نمک، مارگارین، تخم‌مرغ، اسیدسیتریک، پروپیونات کلسیم، صمغ زانتان، و صمغ کربوکسی متیل سلولز تهیه و توزین گردیدند. برای تهیه نمونه‌های کیک، آرد برنج، نمک، بیکینگ‌پودر، صمغ، و پروپیونات کلسیم مصرفی سه مرتبه الک گردیدند و در ادامه پودر شکر و مارگارین در دو مرحله زمانی متفاوت به‌داخل مخلوط‌کن اضافه و با سایر مواد مخلوط شدند. پس از آن آب به‌تدریج به مخلوط‌کن افزوده و مخلوط بار دیگر هم‌زده شد. در پایان، خمیر کیک برنجی دارای صمغ وارد قالب گردید و به‌مدت ۶۰ دقیقه در دمای ۲۰۰ درجه سلسیوس پخته شد. پس از اتمام فرایند پخت، نمونه‌های کیک از قالب‌ها خارج و پس از سرد شدن در کیسه‌های پلی‌پروپیلنی بسته‌بندی و تا زمان انجام آزمون‌های آن در دمای محیط نگهداری گردیدند (Ashwini et al., 2008).

تعیین ویژگی‌های ارگانولپتیکی کیک‌های تولیدشده

به‌منظور ارزیابی ویژگی‌های ارگانولپتیکی کیک، از تجزیه‌وتحلیل خصوصیات کیک با استفاده از حواس پنجگانه استفاده گردید. ملاک عمل، نظر و تمایل شخصی افراد متخصص و آموزش‌دیده درباره محصول و با توجه به فرم‌های ارزشیابی استاندارد موجود در پژوهشکده نان و غله تهران صورت گرفت. در این تحقیق، نمونه‌ها پس از خنک‌شدن و برش‌زدن، کدگذاری شدند و به‌وسیله تعدادی از ارزیاب‌های آموزش‌دیده پژوهشکده نان و غله تهران بررسی شدند. ارزیابی براساس ویژگی‌های کیک (عطر و بو، تناسب شکل، قابلیت جویدن، طعم، و مزه و ...) بود که هریک بنا بر اهمیت، دارای امتیاز ویژه‌ای بودند. داوران حسی (پانلیست‌ها) امتیاز مشخصی را در مقایسه با حداکثر امتیازی که در فرم‌های ارزشیابی مشخص شده بود، برای نمونه‌های کیک تولیدی تعیین کردند (Rajabzadeh, 1996).

تعیین میزان بیاتی کیک‌های تولیدشده به‌روش حسی

برای تعیین میزان بیاتی نمونه‌های کیک تولیدی به‌روش حسی از استاندارد AACC، شماره ۳۰-۷۴ استفاده گردید. این آزمون

گونگونی همچون امولسیون‌کنندگی، تثبیت‌کنندگی، و غلظت‌دهندگی دارد (Ashwini et al., 2006). (Sharma et al., 2006). گزارش کردند که افزودن صمغ HPMC سبب بهبود کیفیت کیک‌های تخم‌مرغی می‌شود؛ ضمن آن که در نرمی بافت کیک، به تأخیرانداختن بیاتی، و افزایش حجم مخصوص آن مؤثر است. Gomez et al. (2005) نشان دادند که به‌کارگیری صمغ‌های کربوکسی متیل سلولز، گوار، و آلژینات در فرمولاسیون کیک باعث بهبود حجم کیک و افزایش ویسکوزیته می‌شود. صمغ‌های مذکور در کاهش سرعت انتشار گازها در خمیر، تورم گرانول‌های نشاسته، افزایش جذب آب، تأخیر در بیاتی کیک، افزایش زمان ماندگاری، و تازگی محصول نیز مؤثراند. Kang et al. (1997) عنوان کردند که کاربرد صمغ‌های گوار، زانتان، و کربوکسی متیل سلولز در فرمولاسیون نان‌های برنجی، باعث بهبود بافت، افزایش حجم، افزایش میزان ویسکوزیته، حفظ، و نگهداری گاز CO₂ می‌گردد. Turabi et al. (2010) به‌کارگیری صمغ زانتان و روغن کنجد در فرمولاسیون کیک، که سبب ایجاد خمیری با ویسکوزیته بالا، ماندگاری بیشتر، حجم مخصوص بیشتر، و تأخیر در بیاتی آن‌ها می‌گردد، را ارائه کردند. Lazaridou et al. (2007) نشان دادند که افزودن ۱ درصد صمغ CMC باعث به‌وجود آمدن خواص مطلوبی از نظر حجم، تخلخل، الاستیسیته، و کاهش میزان بیاتی در بافت کیک می‌شود.

هدف از انجام پژوهش حاضر تولید کیک‌های تهیه‌شده از برنج فاقد گلوتن و بهبود ویژگی‌های کیفی آن از طریق افزودن صمغ‌های زانتان و کربوکسی متیل سلولز است.

مواد و روش‌ها

آرد برنج مصرفی از شرکت نان سحر، پودر شکر از شرکت لادن، بیکینگ‌پودر از شرکت بهاره، نمک از شرکت گلپه‌ار، مارگارین از شرکت نسترن، تخم‌مرغ از شرکت تلاونگ، اسید سیتریک و پروپیونات کلسیم از شرکت پتروپارس نوین، صمغ زانتان از شرکت Sigma، و صمغ کربوکسی متیل سلولز از شرکت Dowchemical تهیه گردید. در کلیه آزمون‌ها تیمار شاهد با کد C، تیمار حاوی ۰/۲۵ درصد صمغ زانتان با کد X₁، تیمار حاوی ۰/۷۵ درصد صمغ زانتان با کد X₂، تیمار حاوی ۰/۲۵ درصد صمغ کربوکسی متیل سلولز با کد C₁، تیمار حاوی ۰/۷۵ درصد صمغ کربوکسی متیل سلولز با کد C₂ مشخص شدند.

آزمون شیمیایی نمونه‌های آرد و کیک فاقد گلوتن

آزمون‌های شیمیایی به‌عمل‌آمده بر آرد برنج با سه تکرار در این تحقیق شامل رطوبت (استاندارد AACC، شماره ۱۶-۴۴)،

تصادفی استفاده شد و مقایسه میانگین داده‌ها از طریق آزمون چنددامنه‌ای دانکن، در سطح اطمینان ۹۵ درصد ($P < 0.05$) و با نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ صورت گرفت.

نتایج و بحث

جدول (۱) ویژگی‌های شیمیایی آرد برنج استفاده‌شده در تولید کیک‌های بدون گلوتن، جدول ۲ نتایج مقایسه میانگین داده‌های آزمون شیمیایی در نمونه‌های کیک فاقد گلوتن حاوی صمغ و شاهد، جدول ۳ و ۴ نتایج مقایسه میانگین ارزیابی ارگانولپتیکی، جدول (۵) نتایج مقایسه میانگین میزان بیاتی به‌روش حسی، و جدول ۶ نتایج مقایسه میانگین آزمون بیاتی به‌روش دستگاهی را نشان می‌دهند.

نیز، در فواصل زمانی ۲۴، ۴۸، ۷۲ ساعت پس از پخت نمونه‌ها انجام شد (AACC, 2003).

تعیین میزان بیاتی کیک‌های تولیدشده به‌روش دستگاهی

در این روش از دستگاه بافت‌سنج یا Instron استفاده شد و طبق استاندارد AACC شماره ۹-۷۴ عمل گردید. این آزمون در فاصله‌های زمانی ۲۴، ۴۸، ۷۲ ساعت پس از پخت نمونه‌ها انجام گرفت (AACC, 2003).

روش تجزیه و تحلیل آماری

در تحقیق حاضر تعداد کل تیمارها پنج عدد در نظر گرفته شد و هریک از آزمون‌ها در سه تکرار انجام گردید. از سوی دیگر در آزمون‌های حسی، هریک از نمونه‌ها به‌وسیله ۱۰ داور آموزش‌دیده ارزیابی شدند. برای انجام آزمایشات از طرح کاملاً

جدول ۱. نتایج ویژگی‌های شیمیایی نمونه‌های آرد برنج مصرفی در تولید کیک

نوع ماده	رطوبت(درصد)	خاکستر(درصد)	پروتئین(درصد)	چربی(درصد)	pH
آرد برنج	۸/۷	۰/۴۷	۹/۴۸	۰/۸۸	۵/۳

جدول ۲. نتایج مقایسه میانگین آزمون ویژگی‌های شیمیایی در کیک‌های فاقد گلوتن حاوی صمغ و شاهد

تیمار	رطوبت(درصد)	خاکستر(درصد)	پروتئین(درصد)
X ₁	۱۶/۲۷ ± ۱/۴۳ ^b	۰/۶۱ ± ۰/۰۵ ^a	۹/۱۶ ± ۱/۴۳ ^a
X ₂	۱۶/۶۰ ± ۲/۲۳ ^b	۰/۶۲ ± ۰/۰۱ ^a	۹/۲۶ ± ۱/۰۲ ^a
C ₁	۱۷/۲۷ ± ۲/۲۱ ^a	۰/۵۶ ± ۰/۰۷ ^{ab}	۹/۲۳ ± ۱/۱۱ ^a
C ₂	۱۷/۵۰ ± ۳/۰۱ ^a	۰/۵۸ ± ۰/۱۳ ^{ab}	۹/۲۶ ± ۱/۰۵ ^a
C	۱۵/۲۷ ± ۲/۵۳ ^c	۰/۵۳ ± ۰/۱۷ ^b	۸/۸۳ ± ۱/۹۳ ^a

جدول ۳. نتایج مقایسه میانگین حاصل از ارزیابی ارگانولپتیکی ویژگی‌های خارجی کیک‌های بدون گلوتن

تیمار	حجم	رنگ پوسته	تناسب شکل	یکنواختی پشت	شکستگی و پارگی	ویژگی پوسته
X ₁	۶/۶۶ ± ۱/۲۱ ^c	۵/۶۶ ± ۰/۷۷ ^b	۲ ± ۰/۵۴ ^b	۲ ± ۰/۴۶ ^b	۲ ± ۰/۶۴ ^b	۲ ± ۰/۷۱ ^b
X ₂	۷/۶۶ ± ۱/۵۲ ^b	۵/۶۶ ± ۱/۷ ^b	۱ ± ۰/۴۵ ^c	۲ ± ۰/۳۶ ^b	۲ ± ۰/۶۵ ^b	۲ ± ۰/۸۶ ^b
C ₁	۷/۶۶ ± ۲/۶۱ ^b	۶/۶۶ ± ۱/۶۷ ^a	۲ ± ۰/۱۲ ^b	۲ ± ۰/۲۶ ^b	۲ ± ۰/۹۶ ^b	۲/۳۳ ± ۰/۶۱ ^{ab}
C ₂	۸/۶۶ ± ۱/۳۵ ^a	۶/۶۶ ± ۰/۸۷ ^a	۳ ± ۰/۸۶ ^a	۳ ± ۰/۲۳ ^a	۳ ± ۰/۴۲ ^a	۳ ± ۰/۳۳ ^a
C	۴/۶۶ ± ۲/۲۷ ^d	۳/۳۳ ± ۰/۳۱ ^c	۱ ± ۰/۳۲ ^c	۱ ± ۰/۳۹ ^c	۱ ± ۰/۵۴ ^c	۱ ± ۰/۱۲ ^c

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند، براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

جدول ۴. نتایج مقایسه میانگین حاصل از ارزیابی ارگانولپتیکی ویژگی‌های داخلی کیک‌های بدون گلوتن

تیمار	رنگ مغز کیک	حفره‌ای و دانه‌ای بودن	عطر و بو	طعم و مزه	قابلیت جویدن	بافت مغز
X ₁	۷ ± ۱/۵۱ ^b	۷ ± ۲/۶۷ ^b	۷/۳۳ ± ۱/۹۷ ^b	۶/۳۳ ± ۱/۶۹ ^c	۱۱/۳۳ ± ۲/۲۳ ^b	۱۱/۳۳ ± ۲/۳۴ ^c
X ₂	۷ ± ۱/۲۲ ^b	۷ ± ۲/۵۷ ^b	۷/۳۳ ± ۲/۸۷ ^b	۷/۳۳ ± ۲/۳۹ ^b	۱۲/ ± ۳/۱۳ ^b	۱۲/۳۳ ± ۲/۸۴ ^b
C ₁	۸/۳۳ ± ۲/۳۷ ^a	۸/۳۳ ± ۲/۷۷ ^a	۸/۳۳ ± ۲/۳۷ ^a	۷/۳۳ ± ۲/۳۳ ^b	۱۲/ ± ۳/۴۳ ^b	۱۲/۳۳ ± ۳/۹۴ ^b
C ₂	۸/۳۳ ± ۱/۴۱ ^a	۸/۳۳ ± ۲/۳۶ ^a	۸/۳۳ ± ۲/۶۹ ^a	۸/۳۳ ± ۲/۳۹ ^a	۱۳/ ± ۳/۶۳ ^a	۱۳/۳۳ ± ۳/۵۶ ^a
C	۴/۳۳ ± ۱/۵۵ ^c	۵/۳۳ ± ۲/۸۷ ^c	۴/۳۳ ± ۲/۷ ^c	۴/۳۳ ± ۱/۸۸ ^d	۸/ ± ۳/۵۳ ^c	۸/۳۳ ± ۳/۴۶ ^d

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند، براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

جدول ۵. نتایج مقایسه میانگین میزان بیاتی به روش حسی در کیک‌های فاقد گلوتن حاوی صمغ و شاهد

تیمار					
C	C ₂	C ₁	X ₂	X ₁	زمان(h)
۲ ± ۰/۶۴ ^b	۳ ± ۰/۹۷ ^a	۲/۶۶ ± ۰/۲۱ ^a	۲/۶۶ ± ۰/۱۳ ^a	۲ ± ۰/۶۷ ^b	۲۴
۲ ± ۰/۵۶ ^c	۵ ± ۰/۸۶ ^a	۳/۶۶ ± ۰/۶۱ ^b	۳/۶۶ ± ۰/۲۷ ^b	۳/۶۶ ± ۰/۸۹ ^b	۴۸
۱/۶۶ ± ۰/۷۹ ^d	۶ ± ۰/۴۱ ^a	۴/۶۶ ± ۰/۸۷ ^b	۵ ± ۰/۳۶ ^b	۳/۶۶ ± ۰/۲۵ ^c	۷۲

در هر ردیف میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند، در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

جدول ۶. نتایج مقایسه میانگین میزان بیاتی به روش دستگاهی در کیک‌های بدون گلوتن حاوی صمغ و شاهد (نیوتن)

تیمار					
C	C ₂	C ₁	X ₂	X ₁	زمان(h)
۲۶/۱۱ ± ۳/۳۵ ^e	۱۴/۳۱ ± ۲/۸۲ ^{ab}	۱۵/۰۱ ± ۴/۷۱ ^b	۲۱/۳۴ ± ۴/۶۴ ^c	۲۳/۴۵ ± ۴/۳۴ ^d	۲۴
۲۷/۲۶ ± ۴/۲۵ ^e	۱۳/۲۲ ± ۲/۹۸ ^a	۱۴/۲۲ ± ۲/۸۵ ^b	۲۰/۲۵ ± ۴/۶۵ ^c	۲۲/۴۱ ± ۵/۲۴ ^d	۴۸
۲۸/۴۴ ± ۵/۱۵ ^e	۱۲/۲۲ ± ۳/۶۴ ^{ab}	۱۳/۰۸ ± ۲/۸۱ ^b	۱۹/۴۱ ± ۳/۵۴ ^c	۲۱/۲۲ ± ۳/۳۶ ^d	۷۲

در هر ردیف میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند، در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

سلول‌های هواست. Gomez et al. (2005) نشان دادند که به‌کارگیری صمغ، حجم کیک‌های لایه‌ای زرد را می‌افزاید. براساس نتایج جدول (۳)، از نظر صفت تناسب شکل، ویژگی پوسته، یکنواختی پشت، و رنگ پوسته، C₂ دارای بالاترین امتیاز و تیمار شاهد (C) دارای کمترین امتیاز بودند (P < ۰/۰۵). Rosell et al. (2001) نیز در تحقیقاتشان به نتایج مشابهی دست‌یافتند. همچنین Turabi et al. (2010) نشان دادند که افزودن برخی صمغ‌ها در تهیه کیک‌های برنجی رنگ پوسته آن‌ها را بهبود می‌بخشد. با توجه به نتایج جدول (۳)، از نظر ویژگی شکستگی و پارگی، تیمار C₂ بیشترین و تیمار شاهد (C) کمترین امتیاز را داشتند (P < ۰/۰۵). به‌عبارتی نمونه‌های حاوی صمغ، در مقایسه با نمونه شاهد، در مقابل شکستگی و پارگی استحکام بیشتری داشتند که دلیل آن حضور صمغ‌ها و ایجاد پیوندهای پایدار و مستحکم در فرمولاسیون است. Shelke et al. (1990) در تحقیقات خود به نتایج مشابهی دست یافتند. همچنین باتوجه به نتایج جدول (۴)، از نظر صفات عطر و بو، رنگ مغز کیک، طعم و مزه، قابلیت جویدن، بافت مغز، و حفره‌ای و دانه‌ای بودن مغز، تیمار C₂ دارای بالاترین امتیاز (دارای اختلاف معنی‌دار با سایر تیمارها) و تیمار شاهد (C) دارای کمترین امتیاز بودند (P < ۰/۰۵). Rosell et al. (2001)، Zoulias & Tzia (2001)، Shalini & Laximi (2007)، Kang et al. (1997) و Movahhed et al. (2012) در تحقیقات خود به نتایج مشابهی دست یافتند. شایان توجه است که افزایش نسبی قابلیت جویدن، به‌دلیل وجود گروه‌های OH و سایر گروه‌های آب‌دوست در ساختار صمغ مصرفی است که در

با توجه به جدول (۲)، افزودن هر دو صمغ، سبب افزایش میزان رطوبت نمونه‌های کیک تهیه‌شده از برنج در مقایسه با تیمار شاهد گردید. بین تیمارها، C₂ دارای بیشترین میزان رطوبت و نمونه شاهد دارای کمترین مقدار آن بود (P < ۰/۰۵). دلیل افزایش رطوبت، بالابودن ظرفیت نگهداری آب در ساختار هر دو صمغ است. Gomez et al. (2005) در تحقیقاتشان نشان دادند که به‌کارگیری انواع صمغ‌ها سبب افزایش درصد رطوبت کیک‌های زرد تولیدشده گردید. با توجه به جدول (۲)، افزودن هر دو صمغ، سبب افزایش میزان خاکستر نمونه‌ها در مقایسه با تیمار شاهد گردید که علت آن داشتن املاح و فیبر بالا در ساختار صمغ‌هاست. تحقیقات Turabi et al. (2010) نیز افزایش میزان خاکستر محصولات بدون گلوتن حاوی صمغ را در مقایسه با نمونه‌های شاهد نشان داد. باتوجه به جدول (۲)، افزودن هر دو صمغ، سبب افزایش میزان پروتئین نمونه‌های کیک تهیه‌شده از برنج در مقایسه با تیمار شاهد شد (P < ۰/۰۵). Miller & Setser (1982) در تحقیقات خود نشان دادند که افزودن صمغ‌های زانتان و کربوکسی متیل سلولز در تهیه کیک‌های زرد سبب افزایش جزئی پروتئین می‌گردد و علت آن را وجود برخی از اسیدهای آمینه در ترکیب ساختاری صمغ‌های مصرفی گزارش کردند. باتوجه به جدول (۳)، با افزودن هر دو صمغ کربوکسی متیل سلولز و زانتان، میزان حجم نمونه حاوی آرد برنج در مقایسه با تیمار شاهد (C) افزایش یافت (P < ۰/۰۵). افزایش حجم در نمونه‌های کیک حاوی صمغ، به دلیل افزایش گرانشی خمیر، کندشدن سرعت انتشار گاز، حفظ آن در مراحل اولیه پخت، و در نتیجه حبس کردن گاز CO₂ و بخار آب در

نتیجه‌گیری

براساس نتایج آزمون شیمیایی، میزان رطوبت نمونه‌های حاوی صمغ زانتان و کربوکسی متیل سلولز در مقایسه با نمونه شاهد افزایش یافت به گونه‌ای که تیمار حاوی ۰/۷۵ درصد صمغ کربوکسی متیل سلولز (C₂) بیشترین میزان رطوبت را در مقایسه با تیمار شاهد و سایر نمونه‌ها نشان داد. همچنین میزان خاکستر در نمونه‌های حاوی صمغ‌های مذکور در قیاس با نمونه شاهد افزایش یافت به طوری که تیمار حاوی ۰/۷۵ درصد صمغ زانتان (X₂) دارای بیشترین میزان خاکستر در مقایسه با سایر تیمارها بود. از سوی دیگر، میزان پروتئین در تیمارهای حاوی ۰/۷۵ درصد صمغ زانتان (X₂) و ۰/۷۵ درصد صمغ کربوکسی متیل سلولز (C₂) اختلاف معنی‌دار در مقایسه با سایر تیمارها نشان داد. همچنین افزودن صمغ‌های زانتان و کربوکسی متیل سلولز در سطوح ۰/۲۵ و ۰/۷۵ درصد به فرمولاسیون کیک تهیه‌شده از برنج، در مقایسه با کیک شاهد (فاقد صمغ) در بهبود اکثر ویژگی‌های حسی مانند عطر، طعم، مزه، رنگ پوسته، و تأخیر در بیاتی آن نقش داشت. شایان توجه است که تیمار C₂ (نمونه‌های حاوی ۰/۷۵ درصد صمغ کربوکسی متیل سلولز) به‌عنوان بهترین تیمار از نظر ویژگی‌های ارگانولپتیکی و بیاتی معرفی گردید.

افزایش جذب آب مغز، جلوگیری از مهاجرت آب به پوسته، جلوگیری از لاستیکی‌شدن، و بهبود تردی محصول تأثیر دارند و این نتایج با نتایج تحقیقات ماندالا مطابقت دارد (Mandala, 2005). از آنجا که در جدول ۵، در ارزیابی بیاتی به‌روش حسی، ۲۴، ۴۸، و ۷۲ ساعت پس از پخت، تیمارهای شاهد و X₁ بیشترین میزان بیاتی و تیمار C₂ کمترین میزان بیاتی را داشتند (P<۰/۰۵). همچنین با توجه به جدول (۶) در ارزیابی بیاتی به‌روش دستگاهی، ۲۴، ۴۸، و ۷۲ ساعت از پخت، تیمار شاهد C₁ و X₁ دارای بیشترین میزان بیاتی و تیمارهای C₂ و سپس C₁ دارای کمترین میزان بیاتی بودند (P<۰/۰۵). براساس نتایج، تأثیر صمغ کربوکسی متیل سلولز در کاهش بیاتی در مقایسه با صمغ زانتان بیشتر بود ضمن آنکه مصرف سطوح بیشتر صمغ به کاهش بیشتر بیاتی انجامید. دلیل کاهش بیاتی، ظرفیت بالای نگهداری آب موجود در ساختار صمغ‌های مصرفی است، به‌عبارتی وجود گروه‌های هیدروکسیل در ساختار صمغ کربوکسی متیل سلولز سبب افزایش فعالیت سطحی گردید که این مسئله سبب حفظ رطوبت محصول و کاهش بیاتی کیک‌های تولیدی شد. (2005) Gomez et al. و Shalini & Laximi (2007) در تحقیقات خود به نتایج مشابهی دست‌یافتند.

REFERENCES

- AACC International. (2003). Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists (2th ed.). The Association: St. Paul. MN.
- Ashwini, A., Jyotsna, K. & Indrom, D. (2008). Effect of hydrocolloids and emulsifiers on the rheological, microstructural and quality characteristics of eggless cakes. *Food Hydrocolloids*, 23, 700-707.
- Bors, L. (1980). Rice production and utilization. *American Association of Cereal Chemists*, 23, 12-28.
- Gelinas, P. & Guillet, M. (1999). Relative effects of ingredients on cake staling based on an accelerated shelf-life test. *Journal of Food Science*, 64, 937-940.
- Gomez, M., Ronda, F., Coballera, P.A., Blanco, C. A. & Rosell, C. M. (2005). Functionality of different hydrocolloids on the quality and shelf-life of yellow layer cakes. *Food Hydrocolloids*, 21(2), 167-173.
- Kang, M.Y. & Choi, Y. H. (1997). Effects of gums fats and glutes adding on processing and quality of milled rice bread Korean. *Journal of Food Science and Technology*, 29, 700-704.
- Lazaridou, A., Duta, D., Papageorgiou, M., Belc, N. & Biliaderis, C. G. (2007). Effect of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations. *Journal of Food Engineering*, 79, 1033-1047.
- Mandala, I. G. (2005). Physical properties of fresh and frozen stored, microwave-reheated breads, containing hydrocolloids. *Journal of Food Engineering*, 66, 291-300.
- Miller, L. L. & Setser, C. (1982). Xanthan gum in a reduce egg white angel food cake. *Cereal Chemistry*, 60, 62-65.
- Movahhed, S. (2012). The Science of Bread. Marz e Danesh Publication, 188 P. (In Farsi).
- Rajabzadeh, N. (1996). Technology of cereal, Tehran, Publication department of Tehran University, 150P. (In Farsi).
- Movahhed, S., Ranjbar, S., Nematti, N. & Sokotifar, R. (2012). Evaluation of the effect of Carboxy Methyl Cellulose on sensory properties of Gluten – Free cake. *Research Journal of Applied Sciences*, 4(19), 3819-3821.
- Rosell, C. M., Rojas, J. A. & Barber, C. B. (2001). Influence of hydrocolloids on dough rheology and bread quality. *Food Hydrocolloids*, 15, 75-87.
- Shalini, K. G. & Laximi, A. (2007). Influence of additives on rheological & characteristics of whole-wheat dough & quality of chapatti (Indian unleavened flat bread) Part I – hydrocolloids. *Food hydrocolloids*, 21, 110-117

- Sharma, B., Naresh, N., Dhuldhoya, S. & Merchant, U.C. (2006). Xanthan gum. *Food Promotion Chronicle*, 1(5), 27-30.
- Shelke, K., Faubion, J. M. & Hoseney, R.C. (1990). The dynamics of cake baking as studied by a combination of viscometry and electrical resistance oven heating. *Cereal Chemistry*, 67, 575-580.
- Temsiripong, T., Pong sawatmanit, R. & Nishinari, K. (2005). Influence of xyloglucan on gelatinization and retrogradation of tapioca starch. *Food Hydrocolloids*, 19, 1054-1063.
- Turabi, E., Gulum, S. & Sahin, S. (2010). Quantitative analysis of macro and micro structure of gluten free rice cakes containing different types of gums baked in different ovens. *Food Hydrocolloids*, 24 (8), 755-762.
- Zoulias, E. I. V. & Tzia, C. (2001). Textural properties of low fat cookies containing carbohydrate or protein based fat replacer. *Journal of Food Engineering*, 55(4), 337-342.