

اثر سبوس برنج بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی، بافتی و زمان ماندگاری کیک اسفنجی خرمایی

ملیکا افتخارالدین¹، سید حسین حسینی قابوس^{2*}

1- دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد آزادشهر، دانشگاه آزاداسلامی، آزادشهر، ایران

2- استادیار گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد آزادشهر، دانشگاه آزاداسلامی، آزادشهر، ایران

تاریخ پذیرش: 1396/11/03

تاریخ دریافت: 1396/07/02

چکیده

با توجه به نقش فیبرهای غذایی بر سلامت و جلوگیری از برخی از انواع سرطان‌ها و دیابت، طرفداران غذاهای حاوی فیبر بالا در حال افزایش می‌باشد. در این پژوهش تأثیر افزودن سبوس برنج در چهار سطح 0، 2، 4 و 6% (وزنی-وزنی بر اساس آرد) بر ویژگی‌های کیفی و ماندگاری کیک اسفنجی خرمایی مورد مطالعه قرار گرفت. آزمون‌های فیزیکوشیمیایی از جمله رطوبت، پروتئین، خاکستر، چربی و pH کیک برای تمامی تیمارها انجام گرفت. خصوصیات کیک‌ها شامل حجم مخصوص، رنگ، بافت و ارزیابی حسی نیز بررسی شد. کیک‌ها به مدت 14 روز در دمای محیط نگهداری و آزمون‌های بیاتی کیک انجام پذیرفت. افزودن سبوس برنج باعث افزایش معنی‌دار رطوبت، پروتئین و خاکستر، و کاهش pH نمونه‌ها گردید. افزودن سبوس باعث کاهش شاخص L^* و افزایش شاخص b^* گردید. با توجه به خاصیت جذب آب سبوس برنج، میزان حفظ رطوبت طی 14 روز در نمونه‌های حاوی درصد بالاتر سبوس برنج، بیشتر بود. همچنین میزان سفتی نمونه‌های حاوی سبوس برنج به‌طور معنی‌داری پایین‌تر از نمونه شاهد بود. بیش‌ترین مقدار نشاسته‌ی محلول در روزهای نگهداری متعلق به نمونه‌ی حاوی 6% سبوس برنج بود که با تیمارهای دیگر تفاوت معنی‌داری داشت. در نتیجه افزودن سبوس برنج باعث تأخیر در بیاتی کیک‌ها طی نگهداری شد. بر اساس نتایج ارزیابی حسی، نمونه حاوی 6 درصد سبوس از نظر طعم بالاترین امتیاز را به خود اختصاص داد.

واژه‌های کلیدی: خصوصیات حسی، خصوصیات فیزیکوشیمیایی، کیک اسفنجی خرمایی، سبوس برنج.

1- مقدمه

و چسبندگی را به میزان زیادی افزایش می‌دهد (1 و 2). از جمله مشکلات مربوط به بهینه‌سازی هنگام جایگزینی ساکاروز اثر نامطلوب بر طعم، ویژگی‌های فیزیکی محصول، استقبال مصرف‌کننده و محدودیت‌های قانونی است (6). خرما دارای شیرینی طبیعی و طعم متمایز مطبوعی است. علاوه بر طعم و مزه‌ی بسیار خوب، خرما به عنوان یک غذای ساده‌ی سهل‌الهضم مورد توجه است. به دلیل محتوای بالای قند، از قند خرما می‌توان به عنوان شیرین‌کننده‌ی طبیعی در محصولات پخت، نوشابه‌سازی، قنادی و ... استفاده نمود. احمدی گاولیقی و همکاران در سال 2010، اثر جایگزینی قند مایع خرما با قند اینورت در کیک لایه‌ای را مورد بررسی قرار دادند، در این تحقیق قند مایع خرما در سه سطح (شاهد، 50 و 100%) جایگزین اینورت در فرمول کیک لایه‌ای روتین (نمونه شاهد) کارخانه نان قدس رضوی شد. نمونه‌های حاصل از نظر رطوبت و حجم) بررسی شدند و میزان رتروگرا دادسیون، فعالیت آبی، خواص ارگانولپتیکی و خواص فیزیکی در روزهای 20، 40 و 60 اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد، رطوبت کیک و فعالیت آبی خمیر و کیک و حجم کیک سیر کاهشی داشته‌اند. نتایج ارزیابی رنگ نمونه نشان داد که در نمونه‌های جایگزین شده رنگ تیره‌تر از نمونه شاهد بود. نتایج ارزیابی حسی اختلاف معنی‌داری را نسبت به نمونه شاهد نشان داد و بین نمونه‌های مختلف، سفتی بافت نسبت به نمونه شاهد کاهش داشته است (7). بررسی منابع حاکی از این است که تا کنون مطالعه‌ای در خصوص اثر سبوس برنج بر خصوصیات و زمان ماندگاری کیک خرمایی انجام نشده است. لذا در این پژوهش استفاده از سبوس برنج بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، بافتی، حسی و ماندگاری کیک اسفنجی خرمایی بررسی شد.

2- مواد و روش‌ها

2-1- روش تهیه کیک اسفنجی خرمایی

مواد مورد استفاده در تهیه کیک طی سه مرحله مخلوط و آماده سازی شد. فرمولاسیون پایه کیک اسفنجی تهیه شده در این پژوهش در جدول 1 گزارش شده است (8 و 9). آرد

استفاده از آرد با سبوس بالا در تهیه نان و محصولات قنادی و نانوائی باعث افزایش جذب آب خمیر، سفتی و کاهش کشش‌پذیری بافت خمیر می‌شود. محصولات حاصل از چنین خمیری دارای عطر و طعم مطلوب، فیبر و مواد معدنی و املاح بالا هستند، اگرچه این محصول دارای رنگی تیره، دارای بافتی زبر و خشن و حجم کم می‌باشند (1-3). کیک اسفنجی نوعی کیک ساده است که در فرمولاسیون آن چربی بسیار کم بوده و پایه و اساس انواع کیک‌های تزئینی محسوب می‌شوند. از معایب این کیک این است که به راحتی رطوبت خود را از دست می‌دهد، که عموماً برای جلوگیری از آن، پس از سرد شدن، آن‌ها را در پوشش‌های نازکی پیچیده و از این طریق عمر ماندگاری این محصول را تا 3 هفته افزایش می‌دهند. فیبر موجود در مواد غذایی شامل فیبر محلول و نامحلول است که هر دو برای تأمین یک رژیم غذایی سالم ضروری می‌باشند (4). سبوس برنج حاوی مقادیر زیادی پروتئین با ارزش بیولوژیک بالا بوده و منبع غنی ویتامین‌های گروه (ب) و مواد معدنی مثل کلسیم، آهن، فسفر و منیزیم می‌باشد. افزایش درجه استخراج و کاهش میزان سبوس گیری با افزایش 5-0/5 درصدی میزان ویتامین‌ها همراه می‌باشد و باعث بهبود ارزش تغذیه‌ای برنج می‌شود. مقدار فیبر رژیمی موجود در سبوس ارتباط مستقیم با درصد استخراج یا میزان سبوس گیری از برنج دارد. به‌طور میانگین میزان فیبر رژیمی سبوس برنج 53 گرم در هر 100 گرم نمونه است. لیبسی و همکاران در سال 2011 اثر افزودن فیبرهای مغذی و سبوس غلات را به کیک مورد بررسی قرار دادند و مشاهده کردند که افزودن فیبرهای مغذی به کیک باعث تولید کیک‌هایی با حجم بیشتر و بافت نرم‌تر نسبت به شاهد شده در حالی که افزودن سبوس غلات به کیک باعث تولید کیک‌هایی با حجم کمتر و بافت سخت تر نسبت به شاهد می‌شود (5). گومز و همکاران در سال 2011 اثر سبوس گندم اکستروود شده را بر روی رئولوژی خمیر و کیفیت نان مورد بررسی قرار دادند. نتایج به دست آمده نشان داد که سبوس اکستروود شده زمان گسترش خمیر

2-2-2- آزمون‌های فیزیکوشیمیایی کیک

در این تحقیق آزمون‌های فیزیکوشیمیایی کیک شامل رطوبت، پروتئین، چربی، خاکستر، pH بر طبق روش‌های زیر انجام گرفت.

2-2-1- اندازه‌گیری رطوبت

جهت اندازه‌گیری رطوبت مقدار 3 تا 5 گرم از نمونه خرد شده در گرمخانه در دمای 130 درجه سلسیوس به مدت 90 دقیقه حرارت داده شد (11).

2-2-2- اندازه‌گیری پروتئین

اندازه‌گیری پروتئین با روش ماکروکلدال انجام شد (11).
2-2-3- اندازه‌گیری خاکستر: جهت اندازه‌گیری خاکستر، نمونه‌ها به مدت یک ساعت در کوره با دمای 550-600 درجه سلسیوس حرارت داده شدند (11).

2-2-3- اندازه‌گیری روغن

مقداری نمونه در حرارت حدود 105 درجه سلسیوس خشک گردید. 5 گرم از نمونه خشک شده را روی کاغذ صافی دقیقاً وزن نموده، نمونه را توسط کاغذ صافی محصور نموده و در داخل کارتوش دستگاه سوکسله قرار داده شد. از حلال دی اتیل اتر جهت استخراج روغن استفاده شد (11).

2-2-4- تعیین pH

10 گرم از نمونه کیک با 100 میلی‌لیتر آب مقطر تازه جوشیده شده کاملاً مخلوط گردید، به مدت 5 دقیقه بر روی شیکر گذاشته شد و بعد ته نشین گردید. سپس، pH محلول به وسیله pH مترالکتریکی Metrohm, 744 ساخت سوئیس، تعیین گردید (11).

2-2-5- حجم مخصوص

حجم مخصوص کیک با روش جایگزینی دانه کلزا و اندازه‌گیری شد (9).

گندم دارای میانگین رطوبت 13/42%، خاکستر 1/05%، چربی 1/9%، پروتئین 12/85%، گلوتن مرطوب 28/54% و pH = 6/35 استفاده شد. همچنین سبوس برنج مورد استفاده دارای رطوبت 7/18%، خاکستر 5/88%، چربی 4/29%، پروتئین 13/65% و pH = 5/74 بود. در مرحله اول شکر، تخم‌مرغ و وانیل مخلوط شد. در مرحله دوم سایر مواد مایع و نیمه مایع فرمول از جمله آب، روغن و خرما مایع با بریکس 70 اضافه و مخلوط گردید. در مرحله آخر مواد پودری به فرمول اضافه و مخلوط شدند. سبوس برنج در چهار سطح 0، 2، 4 و 6% (وزنی-وزنی بر اساس آرد) جایگزین آرد کیک شد. در هر مرحله عملیات مخلوط کردن به مدت 3 دقیقه صورت گرفت. بعد از آماده سازی، خمیر در قالب‌های کیک پر و در فر پخت (ایران، گرگان) با دمای 200 درجه سلسیوس به مدت 15 دقیقه قرار داده شد. پس از سرد شدن در دمای محیط، کیک‌ها توسط دستگاه در پوشش سلوفان بسته‌بندی و به مدت 15 روز نگهداری شد تا آزمون‌های مربوط به بیاتی انجام گیرد (10). آرد مورد استفاده برای این تحقیق از کارخانه آرد طلوع فجر گرگان تهیه شدند.

جدول 1- فرمولاسیون پایه کیک اسفنجی خرمایی

ترکیب	مقدار	به شرکت سازنده
	گرم	
آرد گندم	100	-
تخم‌مرغ تازه	72	-
شکر	54	-
روغن مایع آفتابگردان	57	لادن، بهشهر
پودر آب‌پنیر	4	پگاه، گلستان
پودر شیر خشک بدون چربی	2	پگاه، گلستان
بیکنینگ پودر	2	مهسا، تهران
وانیل	0/5	شاهسوند، مشهد
شیره خرما	18	-
آب	30	-

6-2-2- تعیین رنگ

با استفاده از دستگاه Hunter lab (color flex, USA) پارامترهای L^* , b^* , a^* بدست آمد. پارامترهای L^* (میزان روشنایی و تیرگی) که دامنه آن از 0-100 و a^* (میزان قرمزی و سبزی) و b^* (میزان زردی و آبی) که دامنه آن‌ها از 120- تا 120+ می‌باشد (9 و 12).

3-2- سفتی مغز کیک

نمونه‌های کیک را با ابعاد $25 \times 25 \times 25$ میلی‌متر برش داده آماده گردیدند. نمونه‌ها توسط دستگاه بافت سنج (بروکفیلد، انگلستان) ² با یک پروب آلومینیومی با قطر 2 میلی‌متر تا 50% ضخامت نمونه (8 میلی‌متر) با سرعت 2 میلی‌متر بر ثانیه فشرده شدند (13).

4-2- نشاسته محلول

با استفاده از روش شیخ و همکاران (2007) و دستگاه اسپکتروفتومتر مدل UV2100 مقدار نشاسته محلول اندازه‌گیری گردید (13).

5-2- آزمون حسی

در این بخش از آزمون توصیفی و 15 ارزیاب آموزش‌دیده استفاده گردید. نمونه‌ها بدون اسم و به صورت کدگذاری شده به همراه یک فرم (طبق استاندارد (AACC شماره 30-74، 2000) در اختیار ارزیاب‌ها قرار گرفت که شامل صفت‌های شکل، خصوصیات سطح رویی، خصوصیات سطح زیرین، رنگ، بافت، قابلیت جویدن، عطر و بو، طعم و نمره کیفی کیک بود (14).

6-2- آنالیز آماری

تأثیر متغیرهای مستقل بر متغیرهای وابسته با استفاده از طرح کاملاً تصادفی و آزمایش فاکتوریل و تجزیه واریانس توسط نرم‌افزارهای آماری Minitab 16 و SAS 9/1 انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح 5 درصد صورت گرفت.

3- نتایج و بحث**3-1- بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی کیک****3-1-1- رطوبت**

اثر درصدهای مختلف سبوس برنج (0، 2، 4 و 6 درصد) بر میزان رطوبت کیک اسفنجی خرمایی بعد از پخت در جدول 2 گزارش شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود با افزودن سبوس برنج به کیک میزان رطوبت افزایش یافته است. کمترین و بیش‌ترین میزان رطوبت بین کیک‌های تولید شده به ترتیب 23/40 و 32/23 درصد مربوط به کیک شاهد و کیک حاوی 6 درصد سبوس برنج می‌باشد. بین تمامی تیمارها اختلاف معنی‌دار مشاهده شد ($P < 0/05$). افزودن سبوس به خمیر و افزایش رطوبت کیک نشان‌دهنده‌ی افزایش هیدراسیون خمیر می‌باشد. افزودن سبوس برنج به کیک سبب افزایش جذب آب در آن می‌شود. لذا در کیک حاوی 6 درصد سبوس برنج، همان‌طور که میزان سبوس افزایش یافته، جذب آب نیز افزایش یافته است. نتایج این پژوهش با مشاهدات نیکوزاد و همکاران (2010) مطابقت داشت (15).

جدول 2- خصوصیات شیمیایی کیک‌های تهیه شده

درصد سبوس برنج	رطوبت (%)	پروتئین (%)	خاکستر (%)	چربی (%)	pH	حجم مخصوص (g/ml)
0	23/40 ^d	9/18 ^b	0/84 ^d	8/13 ^a	7/10 ^a	0/39 ^c
2	26/56 ^c	9/17 ^b	1/06 ^c	7/96 ^b	6/56 ^b	0/47 ^b
4	27/63 ^b	9/34 ^a	1/32 ^b	8/20 ^a	6/36 ^b	0/49 ^{ab}
6	32/23 ^a	9/43 ^a	1/64 ^a	8/10 ^{ab}	6/00 ^c	0/53 ^a

* حروف غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار آماری بین اعداد می‌باشد (P < 0/05)

3-1-2- پروتئین

جدول 2، تغییرات میزان پروتئین کیک حاوی درصد‌های مختلف سبوس برنج را نشان می‌دهد. افزودن 2 درصد سبوس برنج بر کیک اسفنجی خرمایی تأثیر معنی‌داری بر میزان پروتئین نداشته است (P > 0/05). از این نظر می‌توان نتیجه گرفت افزودن سبوس 2 درصد بر پروتئین کیک تقریباً بی‌تأثیر است ولی با افزودن 4 و 6 درصد سبوس برنج به کیک اسفنجی میزان پروتئین افزایش معنی‌داری یافت و در نمونه حاوی 6 درصد سبوس به 9/43 درصد رسید (P < 0/05). بررسی‌ها نشان می‌دهد که حضور سبوس بالاتر در نمونه‌ها، مقدار پروتئین را افزایش می‌دهد اما به دلیل حضور پروتئین‌های لایه‌های خارجی دانه، از کیفیت پروتئین می‌کاهد.

3-1-3- خاکستر

اثر افزودن درصد‌های مختلف سبوس برنج بر میزان خاکستر کیک اسفنجی خرمایی بعد از پخت در جدول 2 آورده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود با افزودن سبوس برنج به دلیل بالاتر بودن میزان خاکستر سبوس برنج نسبت به آرد گندم، میزان خاکستر به‌طور معنی‌داری افزایش یافته است (P < 0/05). میزان خاکستر در نمونه کیک شاهد 0/84 درصد تعیین شد که با افزودن 2، 4 و 6 درصد سبوس برنج به کیک اسفنجی خرمایی میزان خاکستر به ترتیب به 1/06، 1/32 و 1/64 درصد تعیین گردید. بین میزان خاکستر تمامی نمونه‌ها، اختلاف معنی‌دار مشاهده شد (P < 0/05). نتایج حسن و همکاران (2008) که از سبوس گندم در فرمولاسیون نان و مجزوبی و همکاران (2011) که از سبوس فرمولاسیون نان و مجزوبی و همکاران (2011) که از سبوس

گندم در فرمولاسیون بربری استفاده کرده اند، حاکی از افزایش درصد خاکستر با افزایش درصد سبوس بود (16 و 17).

3-1-4- چربی

به‌طور کلی میزان چربی نمونه‌های کیک اسفنجی خرمایی در تیمارهای مختلف بین 7/96 و 8/20 درصد متغیر بود (جدول 2). بین میزان چربی نمونه شاهد و نمونه‌های حاوی 2 درصد اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (P < 0/05). با افزودن 4 و 6 درصد سبوس برنج، میزان سبوس تغییر معنی‌داری نکرد (P > 0/05).

3-1-5- pH

افزودن سبوس برنج به دلیل پایین بودن pH، باعث کاهش نسبی pH در نمونه‌های کیک می‌گردد (جدول 2). افزودن 2 درصد سبوس برنج به کیک باعث کاهش معنی‌دار pH از 7/1 در نمونه شاهد به 6/56 در نمونه حاوی 2 درصد سبوس برنج شد (P < 0/05). افزودن 4 درصد سبوس برنج نیز باعث کاهش میزان pH به 6/36 شد ولی اختلاف معنی‌داری با نمونه حاوی 2 درصد سبوس برنج نداشت (P > 0/05). افزودن 6 درصد سبوس برنج به کیک اسفنجی خرمایی باعث کاهش معنی‌دار pH کیک شد و در نهایت میزان pH را به 6 رسانید (P < 0/05). نتایج حاصل منطبق بر نتایج حسن و همکاران (2008) که از سبوس گندم در فرمولاسیون نان و مجزوبی و همکاران (2011) که از سبوس گندم در فرمولاسیون بربری استفاده کرده اند، می‌باشد (16 و 17).

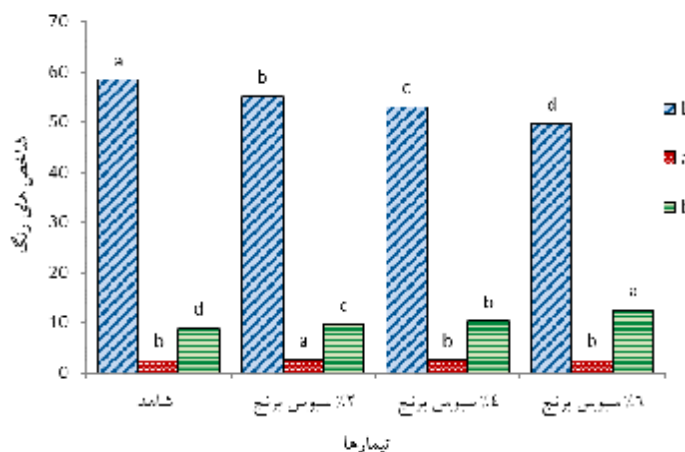
3-1-6- حجم مخصوص کیک

همان طور که در جدول 2 ملاحظه می شود حجم مخصوص با افزایش درصد سبوس برنج به طور معنی داری در اغلب تیمارها افزایش می یابد. حجم مخصوص کیک شاهد 0/39 گرم بر میلی لیتر و نمونه های حاوی 2، 4 و 6 درصد سبوس به ترتیب دارای 0/47، 0/49 و 0/53 گرم بر میلی لیتر بودند. بین نمونه شاهد و نمونه حاوی سبوس اختلاف معنی داری مشاهده گردید ($P < 0/05$). ولی با این که با افزایش درصد سبوس حجم مخصوص افزایش یافت ولی بین کیک های دارای مقادیر مختلف سبوس اختلاف معنی داری مشاهده نگردید ($P < 0/05$). این مطلب نشان دهنده ی این امر است که سبوس با تضعیف شبکه ی گلوآنی باعث کاهش توان خمیر در نگهداری گاز می شود. نتایج حاصل با پژوهش های حسن و همکاران (2008) که از سبوس گندم در فرمولاسیون نان و مجزوبی و همکاران (2011) که از سبوس گندم در فرمولاسیون بربری استفاده کرده اند، مطابقت دارد (16 و 17).

3-2- ویژگی های رنگ کیک

اثر افزودن سبوس برنج بر شاخص های مختلف (L^* ، a^* و b^*) رنگ کیک تهیه شده با سبوس برنج در شکل 1 آورده شده است. همان طور که مشاهده می شود فاکتور L^* نمونه

شاهد 58/43 اندازه گیری شد. با افزودن سبوس با درصدهای 2، 4 و 6 درصد فاکتور L^* کاهش معنی داری یافت و به ترتیب به 55، 53/06 و 49/56 رسید. بین تمامی تیمارها اختلاف معنی داری مشاهده شد ($P < 0/05$). می توان نتیجه گرفت افزودن سبوس باعث تیره تر کیک شده است. فاکتور a^* نمونه های کیک در تیمارهای مختلف از 2/4 تا 2/47 متغیر بود. بین تیمارهای حاوی 4 و 6 درصد سبوس اختلاف معنی داری مشاهده شد ($P < 0/05$). در نتیجه افزودن سبوس تأثیر معنی داری بر فاکتور قرمزی کیک ایجاد کرد. فاکتور b^* نمونه شاهد 8/73 تعیین گردید با افزودن 2 و 4 درصد سبوس برنج به کیک اسفنجی خرمایی، فاکتور b^* کیک افزایش یافت و به 9/44 و 10/13 رسید، اختلاف معنی داری با افزودن 2 و 4 درصد سبوس به کیک با توجه به افزایش فاکتور b^* مشاهده گردید. اما افزودن 6 درصد سبوس به کیک باعث افزایش فاکتور b^* به 12/51 شد. بین نمونه کیک حاوی 6 درصد سبوس و سایر نمونه ها دارای اختلاف معنی دار بوده است ($P < 0/05$). نیکوزاده و همکاران (2010) که از سبوس جو دوسر در فرمولاسیون نان سنگک، میلانی و همکاران (2009) که از سبوس برنج در فرمولاسیون نان بربری و مجزوبی و همکاران (2011) که از سبوس گندم در فرمولاسیون بربری استفاده کرده اند نیز نتایج مشابهی را گزارش کرده اند (15 و 18 و 19).



شکل 1- بررسی اثر افزودن درصدهای مختلف سبوس برنج بر ویژگی های رنگ کیک
* حروف غیرمشابه در هر ستون نشان دهنده ی اختلاف معنی دار آماری بین اعداد می باشد ($P < 0/05$)

3-3- بررسی اثر سبوس برنج و زمان نگهداری بر تغییرات رطوبت کیک

افزودن سبوس به خمیر و افزایش رطوبت کیک نشان‌دهنده‌ی افزایش هیدراسیون خمیر می‌باشد. طبق جدول 3، با افزایش مقدار سبوس، مقدار رطوبت افزایش پیدا نموده و در روز اول بیش‌ترین مقدار رطوبت مربوط به تیمار حاوی 6% سبوس برنج با 32/32 درصد است که با تیمارهای دیگر اختلاف آماری معنی‌داری دارد ($P < 0/05$). کمترین مقدار رطوبت در روز اول مربوط است به نمونه‌ی شاهد با 23/4 درصد رطوبت. بین رطوبت کیک شاهد و حاوی 2 درصد سبوس برنج اختلاف معنی‌داری در روز هفتم

مشاهده شد ($P < 0/05$) تیمار حاوی 6% سبوس برنج بیش‌ترین رطوبت را در خود نگه‌داری کرده است. رابطه‌ای بین افت رطوبت و سرعت بیات شدن نان وجود دارد، بنابراین هرچه رطوبت کمتری در طی نگه‌داری در مغز نان باقی بماند نان سریع‌تر بیات می‌شود. مشخص شده است که کاهش رطوبت دلیل اصلی بیاتی نان نمی‌باشد ولی ممکن است واکنش‌هایی که منجر به بیاتی می‌شود را تسریع کند (20). نیکوزاد و همکاران (1390) که از جو دوسر در فرمولاسیون نان سنگک استفاده کردند، گزارش نمودند با افزایش درصد سبوس در فرمولاسیون نان، مقدار رطوبت نان تهیه شده افزایش می‌یابد (15).

جدول 3- تغییرات رطوبت کیک حاوی درصدهای مختلف سبوس برنج طی نگه‌داری

روزهای نگه‌داری			تیمارها
روز 14	روز 7	روز 1	
21/63±0/15 ^d	22/83±0/15 ^d	23/4±0/20 ^d	شاهد
25/00±0/20 ^c	26/00±0/10 ^c	26/56±0/11 ^c	2% سبوس برنج
25/93±0/20 ^b	26/86±0/15 ^b	27/63±0/47 ^b	4% سبوس برنج
30/10±0/30 ^a	30/00±0/10 ^a	32/32±0/32 ^a	6% سبوس برنج

4-3- تغییرات سفتی کیک طی نگه‌داری

جدول 4 تغییرات سفتی کیک حاوی درصدهای مختلف سبوس برنج طی نگه‌داری در سه روز را نشان می‌دهد. در روز اول نگه‌داری بیش‌ترین نیرو مربوط به نمونه شاهد و کیک حاوی 2 درصد سبوس بود. با افزودن 4 درصد سبوس برنج به کیک میزان نیرو به 0/39 نیوتن تقلیل یافت. بین نمونه شاهد و نمونه حاوی 2 درصد اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($P > 0/05$). افزودن 4 و 6 درصد تأثیر معنی‌داری بر میزان سفتی داشت ($P < 0/05$). نرم‌ترین کیک در روز اول مربوط به کیک حاوی 6 درصد سبوس برنج با 0/98 نیوتن نیرو بود. با گذشت زمان طی 7 روز تمامی نمونه‌ها سفت‌تر شدند. میزان نیرو برای نمونه شاهد در روز هفتم 3/54 نیوتن تعیین شد به طوری که کیک‌های حاوی 2، 4 و 6 درصد سبوس برنج به ترتیب دارای سفتی 2/05، 1/66 و 1/24 نیوتن بود. در روز چهاردهم سفتی نمونه شاهد

به 3/06 نیوتن رسید که به‌طور معنی‌داری بیشتر از نمونه‌های حاوی سبوس بود ($P < 0/05$). فرآیند سفت شدن مغز کیک معمولاً به دو علت می‌باشد: سفتی که ناشی از انتقال رطوبت مغز به پوسته است و سفت شدن ذاتی مواد سلولزی که به کریستالیزاسیون مجدد نشاسته بر می‌گردد. مقاومت مغز کیک به تغییر شکل، یک ویژگی بافتی است که بیانگر ثبات و استحکام مغز کیک می‌باشد و درجه‌ی این استحکام و افزایش آن با گذشت زمان عامل مهمی در ارزیابی بیاتی کیک است (19). با توجه به جدول 4 مقدار سفتی مغز کیک با زیاد شدن زمان آزمون یعنی با گذشت زمان بالاتر است اما با افزایش مقدار تیمارهای سبوس برنج در حال کاهش می‌باشد. به‌طور کل بهترین بافت و نرم‌ترین بافت را در بین تیمارها تیمار حاوی 6% سبوس برنج دارا بود. نتایج فوق با نتایج به دست آمده توسط نیکوزاد و همکاران (1390) که بر روی جو دوسر مطالعه کردند تقریباً مشابه بود (15).

جدول 4- تغییرات سفتی کیک (نیوتن) حاوی درصدهای مختلف سبوس برنج طی نگهداری

روزهای نگهداری			تیمارها
روز 14	روز 7	روز 1	
3/06±0/07 ^a	3/54±0/16 ^a	1/75±0/05 ^a	شاهد
2/38±0/08 ^b	2/05±0/06 ^{ab}	1/75±0/05 ^a	%2 سبوس برنج
2±0/11 ^c	1/66±0/05 ^b	1/36±0/04 ^b	%4 سبوس برنج
1/68±0/06 ^c	1/24±0/04 ^b	0/98±0/02 ^c	%6 سبوس برنج

بودیم که با مشاهدات سایر محققان مطابقت دارد (13). بیشترین مقدار نشاسته‌ی محلول در روز اول متعلق به نمونه‌ی تیمار حاوی %6 سبوس برنج بود که با تیمارهای دیگر تفاوت معنی‌داری داشت ($P < 0/05$) و کمترین مقدار نشاسته‌ی محلول در طی 14 روز اندازه‌گیری مربوط به نمونه‌ی شاهد می‌باشد. در روز 7 و 14 نگهداری بیشترین مقدار نشاسته‌ی محلول مربوط به نمونه‌ی حاوی %6 سبوس برنج می‌باشد که نشان می‌دهد تیمار حاوی %6 سبوس برنج رطوبت را در خود بهتر حفظ می‌کند و در روز آخر تیمار و این نشان‌دهنده‌ی این مطلب است که نرمی و کیفیت بهتری نسبت به نمونه‌های دیگر در روز چهاردهم دارد.

3-5- تغییرات نشاسته محلول کیک طی نگهداری

علت وجود نشاسته‌ی محلول در مغز کیک به دلیل شرکت مولکول‌های نشاسته در پدیده‌ی بیاتی در خمیرها و ژل‌ها می‌باشد که منجر به تشکیل شکل کریستالی می‌گردد، این کریستال‌ها در آب نامحلول بوده یا حلالیت آن‌ها از ژل نشاسته‌ی طبیعی در آب کمتر است. با تشکیل این کریستال‌ها کیک به سمت بیاتی می‌رود، هرچقدر کیک مقدار بیشتری بماند مقدار نشاسته‌ی محلول آن کمتر شده و به نوعی بیات می‌شود. با افزایش مقدار سبوس و به علت بالا رفتن خاصیت آبدگیری خمیر کیک، مقدار درصد نشاسته‌ی محلول افزایش یافت (جدول 5) اما در طی 14 روز اندازه‌گیری نشاسته محلول، افت مقدار نشاسته‌ی محلول در کیک

جدول 5- تغییرات نشاسته محلول کیک حاوی درصدهای مختلف سبوس برنج طی نگهداری

روزهای نگهداری			تیمارها
روز 14	روز 7	روز 1	
4/16±0/05 ^d	5/01±0/11 ^c	6/62±0/03 ^c	شاهد
4/54±0/06 ^c	5/58±0/06 ^b	6/93±0/07 ^b	%2 سبوس برنج
5/01±0/04 ^b	5/71±0/08 ^b	6/87±0/05 ^b	%4 سبوس برنج
5/64±0/05 ^a	6/25±0/07 ^a	7/13±0/03 ^a	%6 سبوس برنج

* حروف غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهنده‌ی اختلاف معنی‌دار آماری بین اعداد می‌باشد ($P < 0/05$)

بهتری داشت و با افزودن مقدار درصد سبوس، شاهد افت شکل و زیبایی کیک بودیم که با کار نیکوزاده و همکاران (2010) که از سبوس جو دوسر در فرمولاسیون نان سنگک، گومز و همکاران (2011) که از سبوس گندم در فرمولاسیون نان و مجزوبی و همکاران (2011) که از سبوس گندم در فرمولاسیون بربری استفاده کرده‌اند، شباهت

3-6- ارزیابی حسی کیک اسفنجی خرمايي حاوی

سبوس برنج

بر اساس آزمون‌های حسی که به وسیله‌ی ارزیاب‌هایی که با مفاهیم اولیه آشنا شدند انجام گرفت و نتایج مربوطه در جدول 5 گزارش شده است. بهترین شکل کیک مربوط به نمونه‌ی شاهد بود که از نظر ارزیاب‌ها یکنواختی و زیبایی

تیمارهای حاوی 4 و 6% سبوس برنج بهبود یافت و باعث تأثیر معنی‌دار بر میزان این فاکتور شد. عطر و بوی کیک در مورد تیمار شاهد و سبوس برنج یکسان بود. کیک حاوی 4 درصد سبوس برنج دارای بهترین امتیاز بین نمونه‌ها بود. بهترین طعم کیک مربوط به تیمار کیک حاوی 6% سبوس برنج می‌شود. در مورد نمره‌ی کیفی کیک که برآیندی از مجموع تمام خصوصیات کیک می‌باشد، بالاترین نمره‌ی کیفی مربوط به نمونه‌ی شاهد است که از نظر آماری هم با تمامی تیمارهای دیگر اختلاف معنی‌دار دارد ($P < 0/05$) و بعد از آن تیمارهای سبوس برنج که از لحاظ آماری با هم اختلاف معنی‌داری ندارند ($P < 0/05$). رتبه‌ی دوم کیفیت مربوط به کیک حاوی 6 درصد سبوس برنج می‌شود و کمترین نمره‌ی کیفی هم مربوط به تیمار حاوی 2% سبوس برنج می‌باشد.

نزدیکی داشت (1 و 15 و 19). در مورد خصوصیات سطح رویی نیز مانند شکل بهترین امتیاز مربوط به نمونه‌ی شاهد بود و با اضافه شدن سبوس و روزها شاهد افت کیفیت بودیم که با کارهای پیشین مطابقت دارد (1 و 15). خصوصیات سطح زیرین نمونه‌ی شاهد و تیمارهای سبوس برنج یکسان بودند. رنگ کیک در تیمارهای 2% سبوس برنج و نمونه‌ی شاهد تقریباً در یک سطح قرار داشت اما با اضافه شدن تیمارها رنگ تمام کیک‌ها به سمت تیره شدن پیش رفت تا جایی که در تیمار حاوی 6% سبوس برنج و کاملاً تیره رنگ بود که این تیرگی رنگ هم مربوط به مقدار سبوس برنج در کیک می‌شود به آبدار بودن بافت کیک که این تیرگی را بیشتر نشان می‌دهد (1 و 15 و 19). امتیاز بافت کیک با افزودن سبوس برنج کاهش یافت. قابلیت جویدن هم با افزودن سبوس برنج افزایش یافت و در

جدول 6- اثر درصدهای مختلف سبوس برنج بر خصوصیات مختلف حسی کیک

شاخص تیمار	شکل	خصوصیات سطح رویی	خصوصیات سطح زیرین	رنگ	بافت	قابلیت جویدن	عطر و بو	طعم	نمره کیفی کیک
شاهد	۸/۱۵±۰/۳ ^a	۷/۶۴±۰/۴ ^a	۷/۹۸±۰/۳ ^a	۴/۱۵±۰/۴ ^a	۱۶/۶۴±۱/۱ ^a	۱۵/۷۶±۰/۵ ^{ab}	۸/۸±۰/۵ ^{ab}	۱۲/۳±۰/۴ ^b	۴/۲۵±۰/۱ ^a
۲% سبوس	۷/۹۹±۰/۲ ^a	۴/۱±۰/۲ ^{ab} _۷	۸/۰±۰/۱ ^a	۴/۱۸±۰/۱ ^a	۱۵/۲۸±۰/۳ ^b	۱۴/۹۶±۰/۴ ^b	۸/۴۴±۰/۳ ^b	۱۱/۵۲±۰/۳ ^{bc}	۳/۷۶±۰/۱ ^b
۴% سبوس	۷/۳۱±۰/۲ ^b	۷/۱۹±۰/۳ ^b	۷/۸۸±۰/۶ ^a	۳/۲۸±۰/۱ ^b	۱۳/۷۶±۰/۵ ^c	۱۶/۹۶±۰/۵ ^a	۹/۰۸±۰/۲ ^a	۱۱/۶۴±۰/۲ ^{bc}	۳/۷۹±۰/۲ ^b
۶% سبوس	۶/۳۹±۰/۱ ^c	۶/۸۴±۰/۱ ^b	۸/۰۱±۰/۳ ^a	۳/۳۸±۰/۳ ^b	۱۵/۱۲±۰/۵ ^b	۱۶/۴±۰/۶ ^a	۸/۵۹±۰/۸ ^b	۱۳/۱۴±۰/۴ ^a	۳/۹۰±۰/۱ ^b

* حروف غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهنده‌ی اختلاف معنی‌دار آماری بین اعداد می‌باشد ($P < 0/05$)

4- نتیجه‌گیری

حجم مخصوص کیک‌های حاوی نمونه سبوس شد. افزودن سبوس باعث کاهش شاخص L^* و افزایش شاخص b^* گردید. به عبارتی افزودن سبوس باعث تیرگی و کاهش زردی نمونه‌ها شد ولی تأثیر معنی‌داری بر میزان فاکتور a^* نمونه‌ها نداشت. با توجه به خاصیت جذب آب سبوس برنج میزان حفظ رطوبت طی 14 روز در نمونه‌های حاوی میزان

به‌طور کلی افزودن درصدهای مختلف سبوس برنج باعث افزایش معنی‌دار رطوبت، پروتئین و خاکستر و کاهش pH نمونه‌ها گردید. افزودن 2، 4 و 6 درصد سبوس برنج به کیک اسفنجی خرمایی تأثیر معنی‌داری بر میزان چربی کیک ایجاد نکرد. کاهش حجم باعث افزایش معنی‌دار

Journal of Biosystems Engineering, 46: 399-404.

9. Salehi, F. 2017. Rheological and physical properties and quality of the new formulation of apple cake with wild sage seed gum (*Salvia macrosiphon*), Journal of Food Measurement and Characterization, 11: 2006-2012.

10. Salehi, F., Kashaninejad, M., Asadi, F., Najafi, A. 2016. Improvement of quality attributes of sponge cake using infrared dried button mushroom, Journal of Food Science and Technology, 53: 1418-1423.

11. Hosseini, Z. 2006. Common Methods in Food Analysis, Shiraz University Pub.

12. Salehi, F., Kashaninejad, M. 2014. Effect of different drying methods on rheological and textural properties of balangu seed gum, Drying Technology, 32: 720-727.

13. Shaikh, I. M., Ghodke, S. K., Ananthanarayan, L. 2007. Staling of chapatti (Indian unleavened flat bread), Food Chemistry, 101: 113-119.

14. Salehi, F., Kashaninejad, M., Akbari, E., Sobhani, S. M., Asadi, F. 2016. Potential of sponge cake making using infrared-hot air dried carrot, Journal of Texture Studies, 47: 34-39.

15. Nikoozade, H., Taslimi, A., Azizi, M. 2010. Effects of the addition of oat bran on the rheological characteristics of dough and quality of Sangak bread.

16. Masur, S. B., Tarachand, K., Kulkarni, U. N. 2010. Effect of incorporation of gluten and wheat bran on quality characteristics of bread flour, Karnataka Journal of Agricultural Sciences, 23: 473-475.

17. Hassan, E., Alkareem, M., Moniem, A., Mustafa, I. 2008. Effect of fermentation and particle size of wheat bran on the antinutritional factors and bread quality, Pakistan Journal of Nutrition, 7: 521-526.

18. Majzoobi, M., Farahnaky, A., Ostovan, R., Radi, M. 2011. Effect of short bran and cross-linked wheat starch on characteristics of dough and barbari bread (iranian flat bread).

19. Milani, E., Pourazarang, H., Mortazavi, S. A. 2009. Effect of rice bran addition on dough rheology and textural properties of barbari bread.

20. Gray, J., Bemiller, J. 2003. Bread staling: molecular basis and control, Comprehensive reviews in food science and food safety, 2: 1-21.

بالاتر از سبوس برنج بیشتر بود. همچنین میزان سفتی نمونه‌های حاوی سبوس برنج به‌طور معنی‌داری پایین‌تر از نمونه شاهد بود. بیش‌ترین مقدار نشاسته‌ی محلول در روزهای نگهداری متعلق به نمونه‌ی حاوی 6% سبوس برنج بود که با تیمارهای دیگر تفاوت معنی‌داری داشت. در نتیجه افزودن سبوس برنج باعث تأخیر نسبی در بیاتی کیک‌ها طی نگهداری شد. از نظر ارزیاب‌ها اختلاف معناداری بین درصدهای مختلف جایگزینی سبوس برنج در کیک خرمایی وجود نداشت اما نمونه حاوی 6 درصد سبوس از نظر طعم بالاترین امتیاز را به خود اختصاص داد.

5-منابع

1. Gómez, M., Jiménez, S., Ruiz, E., Oliete, B. 2011. Effect of extruded wheat bran on dough rheology and bread quality, LWT-Food Science and Technology, 44: 2231-2237.

2. Azizi, M., Sayeddain, S., Payghambardoost, S. 2010. Effect of flour extraction rate on flour composition, dough rheological characteristics and quality of flat bread, Journal of Agricultural Science and Technology, 8: 323-330.

3. Payan, R. Introduction to technology of cereal products. in, Nourpardazan press, Tehran, 1998.

4. Wang, J., Rosell, C. M., de Barber, C. B. 2002. Effect of the addition of different fibres on wheat dough performance and bread quality, Food Chemistry, 79: 221-226.

5. 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 and bioprocess technology, 4: 710-722.

6. Specter, S., Setser, C. 1994. Sensory and physical properties of a reduced-calorie frozen dessert system made with milk fat and sucrose substitutes, Journal of Dairy Science, 77: 708-717.

7. Ahmadi, H., Azizi, M., Jahanian, L., Amirkaveei, S. 2010. Evaluation of replacement of date liquid sugar as a replacement for invert syrup in a layer cake.

8. Azadmard-Damirchi, S., Raei, P. 2016. Effect of different amounts of date syrup powder on shelf life and quantitative and qualitative properties of sponge cake, Iranian