مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

بررسی تأثیر افزودن پودر دانه زنیان (*Carum copticum*) بر ویژگی‌های کیفی کیک بدون گلوتن

نیلوفر بنائی اقدم[۱]، سید هادی پیغمبردوست[۲*]، صمد بدبدک[۳]، عارف اولاد غفاری[٤]

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، پردیس تبریز، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

۲- استاد تکنولوژی مواد غذایی، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

۳- استادیار گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی اهر، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

٤- عضو هیات علمی گروه پژوهشی مواد غذایی، پژوهشکده غذایی و کشاورزی، پژوهشگاه استاندارد، کرج، ایران.

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰ /۰۵/۲٤

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۷/۱۲

کلمات کلیدی:

کیک بدون گلوتن،

دانه زنیان،

بیماری سلیاک،

رئولوژی.

DOI: 10.52547/fsct.18.120.8

DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.120.7.9

مسئول مکاتبات:

peighambardoust@tabrizu.ac.ir

چکیده

هدف از این تحقیق تولید کیک بدون گلوتن برای بیماران سلیاکی با استفاده از دانه زنیان و افزایش ارزش تغذیه‌ای و بهبود ویژگی‌های بافتی آن بود. به این منظور پودر دانه زنیان در سطوح ۰، ۳، ٦، ۹، ۱۲ و ۱۵ درصد به فرمولاسیون کیک بدون گلوتن اضافه شد و تاثیر آن بر ویژگی‌های تغذیه‌ای (فیبر، فعالیت آبی، ترکیبات فنلی، ترکیبات فلاونوئیدی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی) و تکنولوژیکی کیک (رنگ، تخلخل و ریز ساختار و سفتی بافت) مورد ارزیابی قرار گرفت. بر اساس نتایج حاصل، استفاده از پودر دانه زنیان باعث افزایش فیبر و فعالیت آبی کیک بدون گلوتن شد. همچنین، با افزایش میزان پودر دانه زنیان تخلخل نمونه‌ها افزایش پیدا کرد. بررسی پارامترهای رنگی مغز کیک نشان داد که افزایش مقدار پودر دانه زنیان سبب کاهش اندیس روشنایی (**L***)، افزایش قرمزی (**a***) و افزایش زردی (**b***) شد. با افزایش میزان پودر دانه زنیان به ۱۵٪ میزان ترکیبات فنلی، فلاونوئیدی و نیز فعالیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌ها نسبت به نمونه شاهد ۸/۹، ۱٤/۳ و ٤/۱ برابر افزایش یافت. علاوه بر این، سفتی کیک با افزایش مقدار پودر دانه زنیان طی ۱٤ روز نگهداری افزایش یافت، ولی این افزایش در سطوح پایین پودر دانه زنیان مشهود نبود. کم‌ترین مقدار سفتی (۰/۱۳N) مربوط به نمونه شاهد روز اول و بیشترین مقدار سفتی (۰/۲۹N) مربوط به نمونه ۱۵٪ پودر دانه زنیان روز چهاردهم بود. ارزیابی‌های حسی انجام شده توسط ارزیاب‌ها نیز مشخص کرد که میزان پذیرش کلی در نمونه‌های حاوی سطوح ۳ و ٦ درصد پودر دانه زنیان بالاتر از بقیه نمونه‌ها بود. در نهایت نمونه حاوی ٦ درصد پودر دانه زنیان به عنوان نمونه بهینه تعیین شد.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-27]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.120.7.9]

[DOI: 10.52547/fsct.18.120.8]

۱- مقدمه

بیماری سلیاک یک سندرم خود ایمنی دستگاه گوارش است که با عدم تحمل گلوتن در افرادی که از نظر ژنتیکی مستعد ابتلا به این آنتروپاتی مادام‌العمر هستند، مشخص می‌شود [۱]. در این بیماری مخاط روده آسیب می‌بیند که باعث جذب کمتر برخی مواد مغذی مهم در روده کوچک در پاسخ به آمینواسیدهای خاص (گلوتامین و پرولین) موجود در قسمت پرولامین (پروتئین ذخیره‌ای) غلات مانند گندم و جو می‌شود [۲]. شیوع بیماری سلیاک در جهان حدود ۲-۱٪ تخمین زده می‌شود [۳]. شایع‌ترین مشکل مربوط به این بیماری، التهاب مخاط است که منجر به از بین رفتن پرزها، هیپرپلازی و همچنین برخی مشکلات دیگر مانند کم‌خونی، ضعف، بزرگ شدن کبد و نوروپاتی می‌شود [٤]. تنها راه درمان موجود، استفاده مادام‌العمر از رژیم غذایی بدون گلوتن می‌باشد، که به این منظور استفاده از غلات بدون گلوتن به عنوان ماده اولیه برای تولید غذاهای مختلف مورد توجه می‌باشد. مطالعات نشان داده است که تعداد غلات کمی وجود دارند که "بدون گلوتن" هستند و می‌توانند توسط بیماران سلیاک مصرف شوند و باعث کاهش خطر عوارض طولانی مدت این بیماری شوند [٥]. به موازات افزایش بیماران مبتلا به سلیاک، تقاضا برای مصرف محصولات بدون گلوتن با کیفیت و ارزش تغذیه‌ای بالا افزایش یافته است. زنیان (*Carum copticum*) یک گیاه دارویی با ارزش تغذیه‌ای بالا است که دارای فیبر و خاصیت آنتی اکسیدانی بالقوه‌ای می‌باشد. زنیان در کتب طب سنتی با نام‌های مختلف نانخواه، انیسون بری، بادیان رومی، کمون حبشی آورده شده است و با اسامی انگلیسی Ajowan، Ajowai، Bishopweed، Carum و نام‌های علمی *Carum copticum*، *Trachyspermum ammi L.* مترادف است. منشأ این گیاه آسیا است و در کشورهای هند، ایران، مصر و غیره به صورت خودرو می‌روید. مهم‌ترین مناطق رویش این گیاه در ایران، استان‌های سیستان و بلوچستان، آذربایجان، اصفهان، خوزستان، یزد، فارس، کرمان و خراسان است [٦]. زنیان گیاهی علفی از تیره‌ی چتریان، یک ساله، بی‌کرک، با ارتفاع ۳۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متر، پرشاخ و برگ و نخی شکل است. برگ‌های این گیاه دارای بریدگی و تقسیمات زیادی می‌باشند، به طوری که بسیار ظریف و نازک هستند. گل‌های این گیاه با گلبرگ‌های سفید رنگ و کوچک و پرچم‌های صورتی رنگ هستند که به صورت چتر مرکب با تعداد ۸-٦ انشعاب بر روی سرشاخه‌ها قرار دارند [۷]. این گیاه دارای میوه‌ای کوچک، بیضی شکل، به رنگ قهوه‌ای مایل به زرد و دارای اسانس با بوی نافذ و مشابه آویشن می‌باشد و طعمی تند و نافذ دارد. این گیاه در مرحله رویشی ظاهری شبیه به گیاه شوید دارد [۸]. اندام دارویی این گیاه را میوه‌ی آن تشکیل می‌دهد [۹]. زنیان حاوی ۲/۵ تا ۵ درصد عصاره و ۲٦ درصد اسیدهای چرب می‌باشد. با این‌حال، ترکیبات شیمیایی زنیان با توجه به نوع آن، منطقه و مرحله برداشت، متفاوت است. فنل‌ها ترکیبات اصلی عصاره زنیان هستند، که مسئول ایجاد عطر و طعم آن می‌باشند. از مهم‌ترین ترکیبات فنلی عصاره زنیان می‌توان به تیمول (٦۰- ۳٥٪) و کارواکرول (۱۱٪) اشاره کرد [۱۰]. ترکیبات فنلی دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی و ضدمیکروبی هستند و در نتیجه به عنوان نگهدارنده در مواد غذایی به کار می‌روند. همچنین کاربردهای متنوعی در پزشکی و صنایع داروسازی دارند [۱۱]. زنیان حاوی ترکیبات دیگری مانند پروتئین‌ها، چربی‌ها و مواد معدنی مختلفی مانند آلومینیوم، کلسیم، کادمیوم، مس، آهن و لیتیوم است. همچنین ریبوفلاوین، تیامین، اسید نیکوتینیک، کاروتن، کروم، کبالت، ید، سدیم، پتاسیم، منیزیم، روی، منگنز، فسفر و روی نیز در زنیان وجود دارد [۱۲ و ۱۳]. فنل‌ها، تیمول و کارواکرول مسئول خواص ضدعفونی کننده، ضدسرفه و خلط آور این گیاه هستند [١٤]. تیمول توسط سازمان غذا و دارو (FDA) به عنوان یک افزودنی غذایی در لیست GRAS (به طور کلی به عنوان بی‌خطر شناخته می‌شود) قرار گرفته‌است. مطالعات زیادی در مورد خواص ضد باکتریایی و ضدقارچی زنیان و تأثیر آن‌ها بر ایمنی و ماندگاری مواد غذایی و سلامت انسان انجام شده‌است. این گیاه فعالیت ضدمیکروبی بالاتری در برابر باکتری‌های گرم مثبت مانند *باسیلوس سرئوس*، *باسیلوس سوبتیلیس*، *استافیلوکوکوس اورئوس* و *لیستریا مونوسیتوژنز* در مقایسه با باکتری‌های گرم منفی (مانند *اشرشیاکلی* و *سودوموناس آئروژینوزا*) نشان داده است. گلوراته و همکاران (۲۰۱۲) با بررسی جایگزینی ۲۰درصد از آرد برنج با سبوس جو در کیک لایه‌ای بدون گلوتن دریافتند که کاربرد سبوس جو در کیک لایه‌ای بدون گلوتن باعث افزایش حجم و بهبود رنگ پوسته و مغز محصول نهایی شد [۱٥]. بررسی اثر کینوای برشته بر خواص حسی و فیزیکی کیک بدون گلوتن نشان داد که استفاده از آن سبب بهبود شاخص‌های رنگ، رطوبت، نرمی و فعالیت آبی شد. استفاده از کینوای برشته در مقایسه با کینوای معمولی، پذیرش حسی کمتری را نشان داد [١٦]. جلدانی و همکاران (۲۰۱۷) با هدف

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-27]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.120.7.9]
[DOI: 10.52547/fsct.18.120.8]

بهینه‌سازی کیک بدون گلوتن حاوی آرد برنج، کینوا و برگ گیاه خرفه دریافتند که افزودن آرد کینوا و پودر برگ گیاه خرفه باعث افزایش مقدار خاکستر، رطوبت، حجم، فیبر، دانسیته، سفتی و صمغیت نمونه‌ها و افت پخت، شاخص‌های رنگی، تخلخل، پیوستگی و ویژگیهای حسی آنها شد [۱۷]. درابینسکا و همکاران (۲۰۱۸) با بررسی اثر افزودن پودر برگ‌های کلم بروکلی به کیک بدون گلوتن دریافتند که پودر برگ کلم بروکلی ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کیک بدون گلوتن را افزایش داده و سبب بهبود بهینه پتانسیل تغذیه‌ای کیک بدون گلوتن، بدون تغییر محسوسی در کیفیت حسی آن شد [۱۸]. بنابراین هدف از این پژوهش، ارائه فرمولاسیونی مناسب برای تولید کیک بدون گلوتن بر پایه نشاسته ذرت و بررسی تأثیر افزودن پودر دانه زنیان بر کیفیت تغذیه‌ای و ارگانولپتیکی کیک بدون گلوتن می‌باشد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد اولیه

دانه زنیان از بازار محلی تبریز تهیه و با استفاده از آسیاب برقی آسیاب و پس از الک کردن با الک مش ۵۰ در فریزر نگهداری شد. نشاسته، پودر قند، روغن، بکینگ پودر، صمغ گوار و زانتان از بازار محلی تبریز تهیه شد. کلیه مواد آزمایشگاهی با درجه آنالیزی از شرکت مرک آلمان تهیه شد.

۲-۲- پخت کیک بدون گلوتن

فرمولاسیون تیمارهای مختلف مورد مطالعه در جدول ۱ آورده شده است. جهت پخت کیک ابتدا تمامی ترکیبات خشک، وزن و الک شدند تا به خوبی باهم مخلوط شوند. سپس پودر قند با روغن به مدت ۱۰ دقیقه با همزن برقی مخلوط شد، سپس تخم‌مرغ به تدریج به آن اضافه و به مدت ۵ دقیقه با همزن برقی مخلوط گردید. در ادامه، مواد خشک کیک به صورت تدریجی به کرِم اضافه شدند و در نهایت آب به خمیر افزوده و به صورت دستی (با کاردک) مخلوط شد تا خمیر یکنواخت ایجاد شود. برای پخت کیک از قالب‌های کوچک حاوی کاغذ روغنی چرب شده، استفاده شد. قالب‌ها درون فر با دمای ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۸ دقیقه قرار داده شدند. پس از اتمام عمل پخت، کیک‌ها از قالب خارج و در دمای اتاق به مدت نیم ساعت خنک شدند. نمونه‌ها جهت ارزیابی خصوصیات تکنولوژیکی و حسی، به‌طور جداگانه در کیسه-های پلی‌اتیلنی بسته بندی شدند. تعدادی از نمونه‌ها در یخچال و تعدادی در دمای محیط نگهداری شدند.

Table 1 Formulation of gluten free cakes containing corn starch and different levels of ajowan powder.

	Control	3% Ajowan	6% Ajowan	9% Ajowan	12% Ajowan	15% Ajowan
Corn starch(g)	100	100	100	100	100	100
Ajowan powder(g)	0	3	6	9	12	15
Oil(g)	57	57	57	57	57	57
Dry milk(g)	4	4	4	4	4	4
Egg(g)	74	74	74	74	74	74
Water(g)	25.0	25.8	26.5	27.3	28.0	28.8
Sugar powder(g)	85	85	85	85	85	85
Baking powder(g)	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
Vanilla(g)	1	1	1	1	1	1
Guar gum(g)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Xanthan gum(g)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3

۲-۳- ارزیابی ویژگی‌های بافتی کیک

بافت نمونه‌های کیک در روزهای اول، هفتم و چهاردهم پس از پخت با روش AACC 74-09 مورد ارزیابی قرار گرفت [۱۹]. به این منظور از دستگاه اینستران (مدل 1140) مجهز به Loadcell 5 N استفاده شد. سفتی به عنوان حداکثر مقاومت در مقابل تغییر شکل ناشی از ۴۰٪ فشردگی در بافت کیک در نظر گرفته شد. برای اینکار قطعه مکعبی به ابعاد ۲/۵۴ سانتی‌متر از بافت مغز کیک جدا شده و پروب دستگاه به اندازه ۱سانتی‌متر (۴۰٪) از بافت کیک را فشرده کرد. نیروی وارد شده توسط دستگاه ۵ الی ۵۰ نیوتن، سرعت پروب دستگاه ۵۰ میلی‌متر بر دقیقه و سرعت چارت دستگاه ۲۵۰ میلی‌متر بر دقیقه (نسبت چارت به پروب ۵ به ۱) در نظر گرفته شد و میزان نیروی فشاری وارد شده به نمونه بر حسب نیوتن گزارش شد.

۲-۴- تخلخل

برای بررسی تخلخل مغز کیک، از پردازش تصویر با نرم‌افزار

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-27]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.120.7.9]
[DOI: 10.52547/fsct.18.120.8]

Image j طبق روش هارالیک و همکاران (۱۹۷۳) با کمی تغییر استفاده شد. بدین منظور قطعه ۳×۳سانتی‌متر از قسمت میانی مغز کیک در روز اول پخت بریده شد، به وسیله دوربین در محفظه مخصوص عکس‌برداری شد و با استفاده از نرم‌افزار Image j مقدار تخلخل کیک برآورد شد [۲۰].

۲-۵- ارزیابی رنگ

به منظور رنگ‌سنجی بافت کیک از روش عکس‌برداری دیجیتال استفاده شد. در این روش، نمونه‌های کیک به صورت عرضی با ضخامت ۳ سانتی‌متر بریده شدند و درون دستگاه شبیه‌ساز هانترلب با دیواره سفید (۵۰×۵۰×۵۰) که دو لامپ فلورسنت مخصوص با نور سفید درون آن قرار گرفته بود و توزیع نور کاملاً یکنواختی در آن وجود داشت، قرار گرفتند. عکس برداری توسط دوربین دیجیتالی شرکت Canon که در موقعیت عمود بر نمونه (با فاصله ۳۰ سانتی‌متر) قرار داشت، انجام گرفت. تصاویر بدست آمده به نرم افزار فتوشاپ (Adobe Photoshop CC 2018) که در آن L* از رنگ سیاه (۰) تا سفید (۱۰۰)، a* از سبز (مقادیر منفی تا ۱۲۰-) تا قرمز (مقادیر مثبت ۱۲۰+) و b* از آبی (مقادیر منفی) تا زرد (مقادیر مثبت) می‌باشد، منتقل شد و مولفه‌های رنگ (L*، a* و b*) نمونه‌ها تعیین گردید [۲۱].

۲-۶- استخراج عصاره متانولی کیک‌ها برای اندازه‌گیری ترکیبات فنلی، فلاونوئیدی و فعالیت آنتی اکسیدانی

جهت استخراج عصاره‌ها، ابتدا تمامی کیک‌ها به ضخامت ۱ سانتی‌متر برش داده شدند و به مدت ۲۴ ساعت در آون (ساخت شرکت Memert، آلمان) با دمای ۴۰ درجه سانتی-گراد خشک گردیدند. سپس کیک‌ها با استفاده از آسیاب آزمایشگاهی آسیاب شده و از الک با اندازه مش ۸۰ عبور داده شد و پودر کیک بدست آمد. استخراج عصاره کیک‌ها با استفاده از محلول متانول ۸۰٪ صورت گرفت. بدین ترتیب که به ازای ۱ گرم نمونه، ۱۰ میلی‌لیتر حلال مورد استفاده قرار گرفت. سپس محلول حاوی نمونه به مدت ۲ ساعت با استفاده از شیکر با سرعت rpm ۵۰ هم زده شد و در نهایت با استفاده از سانتریفیوژ (دمای ۲۴ درجه سانتی‌گراد، سرعت ۲۶۰۰g و زمان ۱۵ دقیقه) عصاره نمونه‌ها استخراج و در لوله‌های آزمایشگاهی ریخته شد [۲۲].

۲-۷- محتوای ترکیبات فنل کل

اندازه‌گیری ترکیبات فنلی بر اساس روش ناسزک و شهیدی (۲۰۰۶) انجام شد. بدین صورت که ابتدا ۰/۲۵ میلی‌لیتر از عصاره بدست آمده با میزان ۰/۲۵ میلی‌لیتر از معرف فولین سیوکالتو (رقیق شده با آب به نسبت ۱:۱) مخلوط شده و سپس ۰/۵ میلی‌لیتر سدیم کربنات اشباع (Na_2CO_3) به محلول مورد نظر اضافه شد. در نهایت میزان ٤ میلی‌لیتر آب به مخلوط حاصل افزوده شد. محلول حاصل به مدت ۲۵ دقیقه در دمای اتاق در محل تاریک قرار گرفت. سپس، میزان جذب نمونه‌ها در طول موج ۷۲۵ نانومتر با استفاده از اسپکتروفتومتر و با استفاده از منحنی کالیبراسیون میزان فنل کل بر اساس mg/g معادل اسید گالیک گزارش شد [۲۳].

۲-۸- محتوای ترکیبات فلاونوئیدی

جهت اندازه‌گیری ترکیبات فلاونوئیدی از روش رنگ‌سنجی آلومینیوم کلراید استفاده شد. بدین ترتیب که ۰/۵ میلی‌لیتر از عصاره بدست آمده با میزان ۱/۵ میلی‌لیتر اتانول ۹۵٪ مخلوط شد و سپس به محلول حاصل ۰/۱ میلی‌لیتر آلومینیوم کلراید هگزا هیدرات ($ALCl_3.6H_2O$) ۱۰٪، ۰/۱ میلی‌لیتر استات پتاسیم (CH_3COOK) ۱مولار و ۲/۸ میلی‌لیتر آب مقطر افزوده شد. سپس به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق قرار گرفت و در نهایت، میزان جذب نمونه‌ها در طول موج ٤۱۵ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت و میزان فلاونوئید کل بر اساس mg/g روتین گزارش شد [۲٤].

۲-۹- درصد مهار رادیکال‌های آزاد DPPH

برای اندازه‌گیری میزان مهار رادیکال‌های آزاد DPPH ابتدا ۱۰ میلی‌گرم DPPH در ۲۵ میلی‌لیتر متانول۸۰٪ حل شد. سپس ۱۰۰ میکرولیتر از عصاره کیک‌ها به لوله آزمایشگاهی افزوده شده و سپس ۲۵۰ میکرولیتر از محلول DPPH آماده شده به لوله آزمایشگاهی حاوی عصاره افزوده شد. در نهایت ۲ میلی-لیتر متانول به محلول اضافه شده و شدیداً همزده شد. سپس، به مدت ۲۰ دقیقه در محیط تاریک قرار داده شد و جذب نمونه‌ها در طول موج ۵۱۷ نانومتر توسط اسپکتروفتومتر قرائت شد [۲۲]. در نهایت مهار رادیکال‌های آزاد DPPH توسط عصاره توسط رابطه ۱ محاسبه گردید:

رابطه (۱)		=درصد بازدارندگی

۱۰۰×(جذب نمونه کنترل)/ (جذب عصاره−جذب نمونه کنترل)

* نمونه کنترل شامل ۱۰۰ میکرولیتر حلال، محلول DPPH و متانول بوده و فاقد عصاره مورد آزمایش است. متانول خالص بعنوان بلانک مورد استفاده قرار گرفت.

۲-۱۰- فیبر

مقدار فیبر با استفاده از روش AACC 32-10 اندازه‌گیری

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-27]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.120.7.9]
[DOI: 10.52547/fsct.18.120.8]

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-27]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.120.7.9]

[DOI: 10.52547/fsct.18.120.8]

شد [۱۹]. به این منظور، ۲ گرم نمونه پودر کیک برداشته و چربی آن توسط هگزان استخراج شد و باقیمانده‌ی آن در ظرف مخصوص اندازه‌گیری فیبر ریخته شد. در ادامه، ۲۰۰ سی‌سی اسید سولفوریک ۰/۲ نرمال و ۱ قطره ضد کف به آن افزوده شد و در دستگاه هضم به مدت ۳۰ دقیقه جوشانده شد و سپس مراحل صاف کردن، شست و شو با آب جوش و آبکشی انجام گرفت. در این مرحله ۲۰۰ سی سی سود ۰/۲ نرمال به مخلوط افزوده شد و در دستگاه هضم به مدت ۳۰ دقیقه جوشانده شد. پس از مراحل صاف کردن، شست و شو با اسید سولفوریک و آبکشی با آب جوش و شست و شو با ۲۵ سی سی الکل، مواد باقیمانده به کروسیبل منتقل گردید و به مدت ۲ ساعت در دمای ۱۳۰ درجه‌ی سانتی‌گراد خشک و سرد شد و سپس توزین گردید. در مرحله‌ی بعد ماده به دست آمده در داخل کوره‌ی ۶۰۰ درجه‌ی سانتی‌گراد به مدت ۳۰ دقیقه قرار گرفت و سپس سرد شد. تمامی مراحل فوق در مورد ظرف مخصوص فیبر، بدون نمونه به عنوان شاهد انجام شد و درصد فیبر خام از رابطه ۲ محاسبه شد:

رابطه (۲): درصد فیبر= ۱۰۰×(وزن اولیه نمونه)/ (افت وزن شاهد–افت وزن نمونه)

۲-۱۱- فعالیت آبی

به منظور تعیین فعالیت آبی مغز کیک‌ها، وزن‌های مساوی از هر نمونه کاملا خرد و آسیاب گردید و فعالیت آبی نمونه‌ها توسط دستگاه اندازه‌گیری فعالیت آبی در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد، طبق روش جی و همکاران (۲۰۰۷) اندازه‌گیری شد [۲۵].

۲-۱۲- آزمون کنترل کپک زدگی

برای انجام آزمون کپک‌زدگی از روش خراسانچی و همکاران (۱۳۸۹) استفاده شد. ابتدا، نمونه‌های کیک پس از خنک شدن با چاقوی استریل به قطعات مساوی بریده و در کیسه‌های پلاستیکی قرار داده شد. قطعات برش یافته در انکوباتور با دمای ۲۵ درجه سیلسیوس قرار داده شدند. تعداد کلنی‌های کپک مشاهده شده در طی۸ هفته به عنوان زمان ماندگاری ثبت شد **[۲۶]**.

۲-۱۳- ارزیابی حسی

ویژگی‌های حسی کیک با روش AACC 74-30 اصلاح شده بر اساس روش روندا و همکاران (۲۰۰۵) مورد ارزیابی قرار گرفت [۲۷]. در این مطالعه به منظور مقایسه تیمارهای مختلف، ویژگی‌های حسی نمونه‌ها شامل فرم و شکل، نرمی مغز کیک، رنگ، پوکی و تخلخل، قابلیت جویدن و عطر و طعم در روز اول بعد از پخت (٤ الی۸ ساعت بعد از خنک شدن) توسط ده ارزیاب آموزش دیده به روش هدونیک پنج نقطه‌ای مورد ارزیابی قرار گرفت. امتیاز ۱ و ۵ به ترتیب نشان‌دهنده خیلی بد و خیلی خوب بودن ویژگی مورد ارزیابی بود.

۲-۱۳- تجزیه و تحلیل آماری نتایج

در این تحقیق تأثیر افزودن پودر دانه زنیان در فرمولاسیون کیک بدون گلوتن در ٦ سطح مختلف (صفر، ۳، ٦، ۹، ۱۲ و ۱۵ درصد) براساس طرح کاملا تصادفی با سه تکرار مورد بررسی قرار گرفت. آنالیز واریانس و مقایسه میانگین‌ها به ترتیب با روش ANOVA و آزمون چند دامنه‌ای دانکن توسط نرم‌افزار IBM SPSS Statistics (نسخه ۲۵) انجام گرفت. برای تجزیه و تحلیل واریانس داده های حسی از روش mixed استفاده شد و برای مقایسه میانگین از روش حداقل مربعات میانگین در سطح احتمال ۵ ٪ استفاده شد. رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel (نسخه ۲۰۱٦) صورت گرفت.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- ارزیابی ویژگی‌های بافتی کیک

جدول ۲ مقادیر سفتی مغز نمونه‌های کیک بدون گلوتن غنی‌سازی شده با مقادیر مختلف پودر دانه زنیان در روزهای اول، هفتم و چهاردهم را نشان می‌دهد. آنالیز داده‌ها نشان داد که افزودن پودر دانه زنیان به کیک بدون گلوتن باعث افزایش معنی‌دار ($p<0.05$) سفتی مغز نمونه‌های کیک با گذشت زمان شد. به طوری که بیشترین میزان سفتی مغز کیک در نمونه حاوی ۱۵ درصد زنیان در روز چهاردهم (۰/۲۹٦ N) و کم‌ترین میزان آن در نمونه کنترل در روز اول (۰/۱۳۹ N) مشاهده شد. در روز اول پس از پخت به علت تازه بودن نمونه‌های کیک اختلاف معنی‌داری ($p<0.05$) در سفتی مغز نمونه‌های کیک مشاهده نشد. ولی پس از گذشت زمان تغییرات محسوسی در مقدار سفتی نمونه‌های مختلف به واسطه افزایش در مقدار پودر دانه زنیان مشاهده شد. سفت شدن بافت کیک در اثر افزودن پودر دانه زنیان می‌تواند ناشی از دلایل مختلفی باشد. یکی از این دلایل تأثیر فیبر موجود در زنیان بر حباب‌های خمیر کیک است. در نتیجه تخلخل خمیر کیک کمتر از حد لازم شده و همین امر سبب سفت‌تر شدن بافت

می‌شود. همچنین زنیان به دلیل دارا بودن فیبر با وجود اینکه قدرت جذب آب بالایی دارد، اما به واسطه عدم وجود شبکه ویسکوالاستیک، به دلیل نداشتن گلوتن و همچنین خاکستر و پروتئین بالاتر نسبت به نمونه کنترل سبب سفت شدن نمونه‌ها گردید. به نظر می‌رسد یکی دیگر از علل سفتی نمونه‌های کیک با افزایش مقدار پودر دانه زنیان، مهاجرت آسان‌تر رطوبت از مغز به پوسته است که در نتیجه عدم حضور شبکه گلوتنی در محصول می‌باشد [۲۸].

Table 2 Effect of ajowan content on hardness (N) of gluten-free cakes.

15%	12%	9%	6%	3%	control	Treatments / Days
0.16±0.01^{Ca}	0.14±0.01^{Ca}	0.13±0.00^{Ba}	0.14±0.01^{Ba}	0.14±0.01^{Aa}	0.13±0.00^{Ba}	1
0.23±0.03^{Ba}	0.18±0.01^{Bb}	0.18±0.01^{Ab}	0.18±0.01^{ABb}	0.15±0.01^{Ab}	0.15±0.01^{ABb}	7
0.29±0.07^{Aa}	0.24±0.01^{Ab}	0.21±0.02^{Abc}	0.20±0.00^{Ac}	0.18±0.01^{Ac}	0.18±0.02^{Ac}	14

* The different capital letters and lower case letters, indicate a significant difference (p<0.05) between storage days and treatments, respectively.

صوفیان و همکاران (۱۳۹۳) در بررسی مشابهی، افزایش سفتی کیک‌های بدون گلوتن طی چهارده روز را گزارش کرده‌اند. آن‌ها با بررسی اثر افزودن کنجاله بادام شیرین به کیک بدون گلوتن بیان داشتند که میزان سفتی نمونه‌های حاوی صمغ زانتان و کنجاله بادام به طور معنی‌داری نسبت به نمونه شاهد بیشتر بود [۲۹]. افشاریان و همکاران (۲۰۲۱) به کیک بدون گلوتن برپایه پودر تفاله هویج دریافتند که نمونه‌های حاوی تفاله هویج نسبت به نمونه شاهد تهیه شده از آرد گندم و آرد برنج سفتی بیشتری داشتند [۳۰]. لبسی و همکاران (۲۰۱۱) سفت شدن کیک‌ها در طول زمان نگه‌داری به دلیل از دست دادن رطوبت و واپس‌گرایی نشاسته را بیان کردند [۳۱].

۳-۲- تخلخل

جدول ۳ و شکل ۱ مقدار تخلخل مغز نمونه‌های مختلف کیک بدون گلوتن را نشان می‌دهد. نتایج آنالیز داده‌ها نشان داد که افزودن پودر دانه زنیان به کیک بدون گلوتن باعث افزایش معنی‌دار (p<۰/۰۵) مقادیر تخلخل نمونه‌های کیک شد. به‌طوری‌که بیشترین میزان تخلخل کیک در نمونه‌های حاوی ۱۵ درصد زنیان (۳۸/۵۳٪) و کمترین میزان آن در نمونه کنترل (۲۰/۸۵٪) مشاهده شد. افزایش مقدار تخلخل ممکن است مربوط به ویسکوزیته و قوام مطلوب خمیرهای حاوی پودر دانه زنیان در مقایسه با خمیر کنترل باشد. همچنین میزان تخلخل بافت کیک به پایداری و یکنواختی سلول‌های گازی در خمیر و جلوگیری از به هم‌پیوستگی آن‌ها نسبت داده می‌شود.

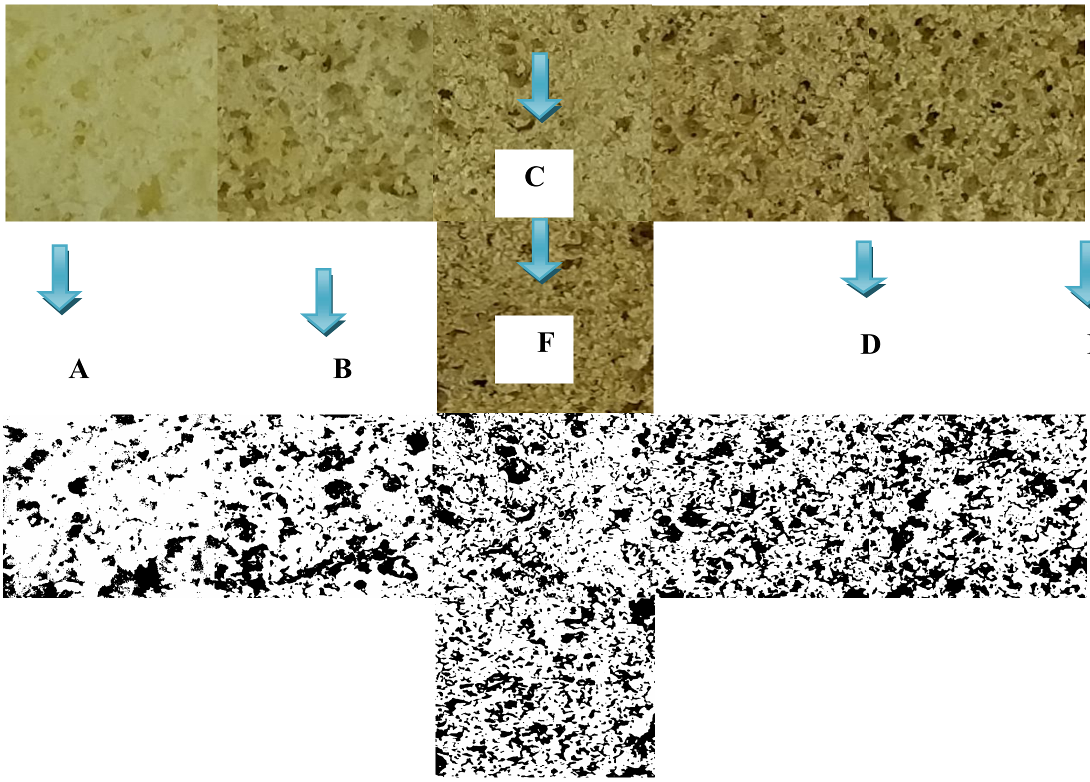

Fig 1 Experimental cake slices and crumb structure: Control (A), 3% ajowan (B), 6% ajowan (C), 9% ajowan (D), 12% ajowan (E), 15% ajowan (F).

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-27]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.120.7.9]
[DOI: 10.52547/fsct.18.120.8]

زیابرو و همکاران (۲۰۱۳) با بررسی افزودن پروتئین‌های غیرگلوتنی به نان بدون گلوتن به این نتیجه رسیدند که افزودن پروتئین لوبیای لوپین و کلاژن میزان تخلخل را افزایش داد و کم‌ترین تخلخل اندازه‌گیری شده مربوط به نمونه کنترل و پروتئین سویا بود. که با نتیجه بدست آمده در این پژوهش هم-خوانی دارد [۳۱]. صوفیان و همکاران (۱۳۹۳) با بررسی اثر افزودن زانتان و کنجاله بادام شیرین بر کیک بدون گلوتن، به این نتیجه رسیدند که افزودن کنجاله بادام شیرین سبب افزایش معنی‌دار تخلخل در کیک گردید. همچنین، اثر متقابل زانتان و کنجاله بادام شیرین سبب افزایش تخلخل شد [۲۹].

Table 2 Effect of ajowan content on porosity (%) of gluten-free cake.

15%	12%	9%	6%	3%	0% (Control)
38.53±2.94[c]	33.4±1.72[b]	36±1.62[ab]	32.3±0.69[ab]	30.63±1.64[ab]	20.85±1.33[a]

* Different letters represent significant differences (p<0.05) between treatments.

۳-۳- ارزیابی رنگ

نتایج حاصل از ارزیابی پارامترهای رنگ نمونه‌های تیمارشده در جدول ٤ آورده شده است. همانطورکه مشاهده می‌شود افزودن غلظت‌های مختلف پودر دانه زنیان باعث کاهش پارامتر L* (کاهش میزان سفیدی) و افزایش پارامترهای a* (افزایش میزان قرمزی) و b* (افزایش میزان زردی) کیک بدون گلوتن شد. تغییرات مولفه‌های رنگی نمونه‌ها با افزایش مقدار پودر دانه زنیان می‌تواند دلایل مختلفی داشته باشد. با توجه به تفاوت رنگی بین پودر دانه زنیان و نیز نشاسته ذرت، یکی از این دلایل را می‌توان به رنگ متمایل به قهوه‌ای پودر دانه زنیان نسبت داد. با افزایش مقدار پودر دانه زنیان رنگ مخلوط آردی تغییر یافت. محصولات بدون گلوتن دارای رنگ روشن‌تری نسبت به نمونه‌های حاوی این پروتئین (گلوتن) می‌باشند.

Table 3 Effect of ajowan content on color of gluten-free cakes.

b*	a*	L*	Treatments
31.33±2.51[d]	-6.33±0.57[d]	66.00±1.02[a]	**control**
33.33±1.15[cd]	-3.05±1.03[c]	60.67±2.08[b]	3%
34.21±1.05[abc]	-1.67±0.57[c]	57.67±3.05[bc]	6%
35.17±1.05[ab]	0.33±0.57[b]	53.33±2.08[c]	9%
35.67±1.52[ab]	1.67±1.52[b]	48.33±3.51[d]	12%
36.67±1.52[a]	3.67±1.52[a]	44.67±2.51[d]	15%

* Different letters in the same row represent significant differences (p<0.05) between means.

از این رو، افزودن پودر دانه زنیان به فرمولاسیون خمیر کیک بدون گلوتن می‌تواند موجب بهبود رنگ، کیفیت ظاهری و در نتیجه افزایش بازار پسندی این دسته از محصولات گردد [۳۲]. علاوه براین، ایجاد رنگ قهوه‌ای مربوط به یکسری واکنش‌هایی است که در حین پخت باعث ایجاد تغییرات رنگی می‌شوند. به ویژه واکنش‌های کاراملیزاسیون و واکنش مایلارد که نقش به سزایی در رنگ پوسته دارند. افزایش درصد پروتئین کیک و مشارکت آن در واکنش قهوه‌ای شدن غیر آنزیمی یا مایلارد همراه با شکر موجود در فرمولاسیون، باعث تیره‌تر شدن کیک می‌شود [۳۳]. از سوی دیگر، به دلیل عدم توانایی در تشکیل شبکه گلوتن توسط نشاسته ذرت و نگهداری مناسب گاز، میزان تخلخل در محصول نهایی کاهش می‌یابد. مطالعات نشان داده است که با افزایش سطح کنجاله بادام [۲۹] و آرد سورگوم [۳٤] مولفه L* کیک بدون گلوتن کاهش یافت. مطالعه افزودن شاهدانه و چای سبز بر ویژگی‌های کراکر بدون گلوتن نیز نشان داده که با افزودن ٤۰ درصد چای سبز به فرمول کراکر، میزان L* و b* کاهش و a* افزایش یافت [۳۵]. ارزیابی اثر افزودن آمارانت و کینوا به نان بدون گلوتن نشان داد که استفاده از هر دو آرد سبب کاهش تعداد حفرات و در نتیجه میزان تخلخل در نمونه نهایی نسبت به نمونه شاهد گردید [۳٦].

۳-٤- محتوای ترکیبات فنلی

نتایج تأثیر سطوح مختلف پودر دانه زنیان بر مقدار ترکیبات فنلی نمونه‌ها در شکل ۲ آمده است. افزودن پودر دانه زنیان باعث افزایش معنی‌دار (p<۰/۰۵) محتوای ترکیبات فنلی شد. به طوری‌که بیشترین محتوای ترکیبات فنلی در نمونه حاوی ۱۵ درصد زنیان (۱۲/۳۸ mg GAE/g) و کم‌ترین میزان آن

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-27]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.120.7.9]
[DOI: 10.52547/fsct.18.120.8]

در نمونه کنترل (۱/۴۹ mg GAE/g) مشاهده شد. زنیان منبعی غنی از ترکیبات فنلی بوده و علت افزایش محتوای ترکیبات فنلی نمونه‌های کیک بدون گلوتن حاوی پودر دانه زنیان را غنی بودن زنیان از ترکیبات فنلی در مقایسه با نشاسته ذرت عنوان کرد. افزایش در محتوای ترکیبات فنلی نان بدون گلوتن با افزودن دانه کینوا و گندم سیاه توسط گولسوم و همکاران (۲۰۱٦) گزارش شده است [۳۷].

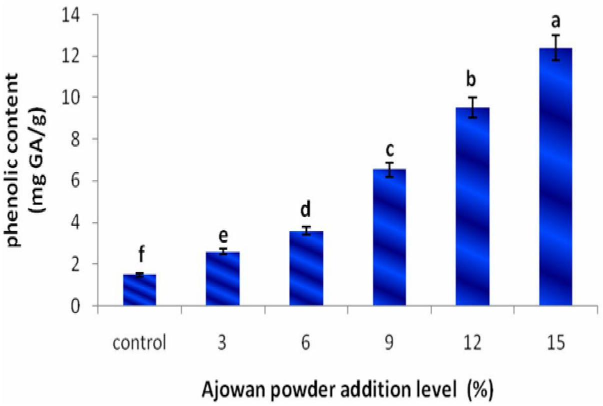

Fig 2 Total phenolic content of cake samples with different levels of ajowan powder. Data are mean of triplicate measurements (n = 3). Error bars indicate SD values. Different letters indicate significant (p<0.05) difference between means.

۳-۵- محتوای ترکیبات فلاونوئیدی

شکل ۳ محتوای ترکیبات فلاونوئیدی نمونه‌های کیک بدون گلوتن تیمار شده با غلظت‌های مختلف پودر دانه زنیان را نشان می‌دهد. نتایج آنالیز داده‌ها نشان داد که افزودن پودر دانه زنیان باعث افزایش معنی‌دار (p<۰/۰۵) محتوای ترکیبات فلاونوئیدی شد. به طوری‌که بیشترین محتوای ترکیبات فلاونوئیدی در نمونه حاوی ۱۵ درصد زنیان (۰/۲۳۹ mg RE/g) و کمترین میزان آن در نمونه کنترل (۰/۰۱٦ mg RE/g) مشاهده شد. مقادیر بالای فلاونوئید در نمونه‌های حاوی پودر دانه زنیان ناشی از مقادیر بالای ترکیبات فلاونوئیدی دانه زنیان بود. نتایج به دست آمده از این پژوهش نشان داد که دانه زنیان به دلیل دارا بودن مقادیر قابل ملاحظه‌ای از ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی، قدرت آنتی‌اکسیدانی بالایی دارد [۳۸]. نتایج مشابهی در کیک های شیفون غنی شده با پودرهای مختلف چای [۳۹]، کیک‌های حاوی تفاله میوه بداغ (*Viburnum opulus*) [٤۰] و برنج سیاه به عنوان جایگزین آرد گندم [٤۱] گزارش شده است که مقدار افزایش فنل کل متناسب با میزان افزودن این ترکیبات در کیک‌ها بود.

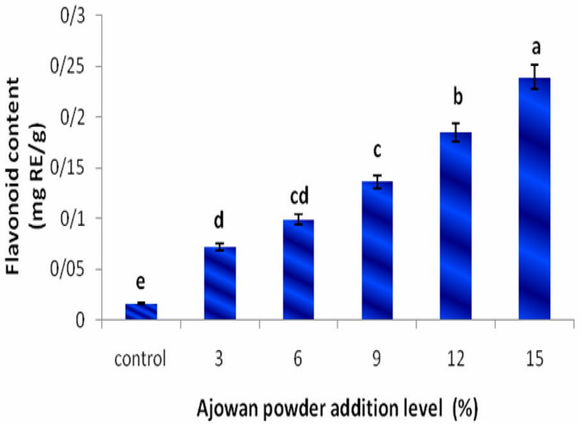

Fig 3 Total flavonoid content of cake samples with different levels of ajowan powder. Data are mean of triplicate measurements (n = 3). Error bars indicate SD values. Different letters indicate significant (p<0.05) difference between means.

۳-٦- میزان مهار رادیکال‌های آزاد DPPH

میزان مهار رادیکال‌های آزاد DPPH نمونه‌های کیک بدون گلوتن غنی‌سازی شده با درصدهای مختلف پودر دانه زنیان در شکل ٤ آمده است. افزودن پودر دانه زنیان باعث افزایش معنی‌دار (p<۰/۰۵) مهار رادیکال‌های آزاد شد. بیشترین میزان مهار رادیکال آزاد در نمونه حاوی ۱۵ درصد زنیان (۸۲/٦۸٪) و کمترین میزان آن در نمونه کنترل (۲۰/۰۱٪) مشاهده شد. علت قدرت مهارکنندگی بالای نمونه‌های حاوی پودر دانه زنیان را می‌توان به محتوای بالای ترکیبات زیست فعال مانند ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی این گیاه نسبت داد، زیرا ترکیبات ذکر شده دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی هستند. DPPH یک رادیکال آزاد پایدار می‌باشد که به صورت گسترده برای آزمون قابلیت مهار رادیکال‌های آزاد توسط بسیاری از آنتی‌اکسیدان‌ها استفاده می‌شود.

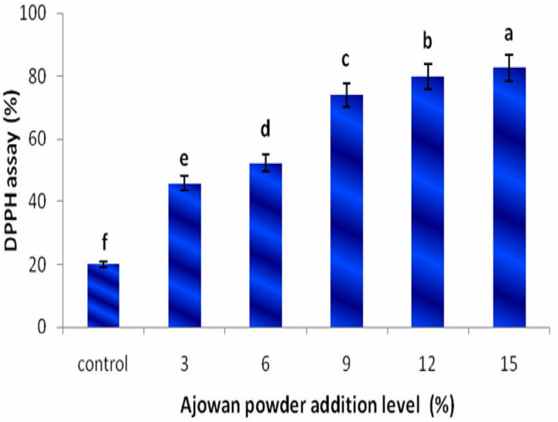

Fig 4 Total antioxidant capacity of cake samples with different levels of ajowan powder. Data are mean of triplicate measurements (n = 3). Error bars indicate SD values. Different letters indicate significant (p<0.05) difference between means.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-27]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.120.7.9]
[DOI: 10.52547/fsct.18.120.8]

هنگامی که آنتی‌اکسیدان‌ها پروتون خود را در اختیار این رادیکال قرار می‌دهند میزان جذب محلول به علت وجود رادیکال DPPH کاهش می‌یابد [۴۲]. افزایش قدرت مهار رادیکال‌های آزاد در کیک اسفنجی بدون گلوتن غنی شده با پوست انار توسط امینی و همکاران (۱۳۹٦) گزارش شده است که با نتایج این پژوهش هم‌خوانی دارد [۴۳].

۳-۷- میزان فیبر

نتایج تأثیر سطوح مختلف پودر دانه زنیان بر محتوای فیبر نمونه‌ها در شکل ۵ آمده است. نتایج آنالیز داده‌ها نشان داد که افزودن پودر دانه زنیان باعث افزایش محتوای فیبر شد. با این وجود، این افزایش تنها در نمونه حاوی ۱۵ درصد زنیان معنی-دار بود ($p<0.05$). به طور کلی بیشترین محتوای فیبر در نمونه حاوی ۱۵ درصد زنیان (٤/٦٨٪) و کمترین محتوای آن در نمونه کنترل (۲/۱٤٪) مشاهده شد. فیبر بخش بزرگی از ترکیبات دانه زنیان را به خود اختصاص داده است. بر اساس نتایج بدست‌آمده، افزایش مقدار پودر دانه زنیان تا ۱۵ درصد باعث افزایش بیش از ۲ برابری محتوای فیبر نمونه‌ها شد که علت را می‌توان به محتوای بالاتر فیبر دانه زنیان در مقایسه با نشاسته ذرت نسبت داد.

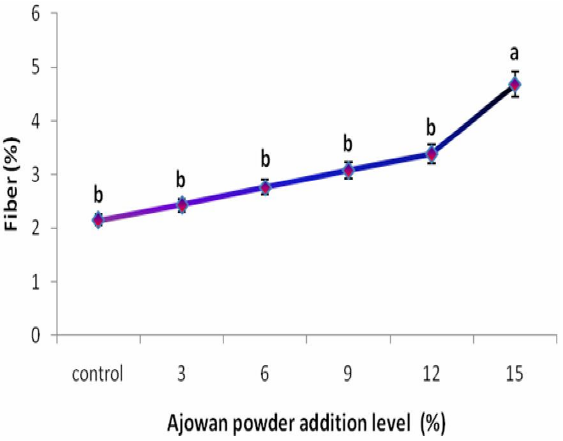

Fig 5 Total fiber content of cake samples with different levels of ajowan powder. Data are mean of triplicate measurements (n = 3). Error bars indicate SD values. Different letters indicate significant (p<0.05) difference between means.

نوری و همکاران (۲۰۱٦) نیز تأثیر متشرک پودر تفاله هویج و صمغ فارسی بر روی ویژگی‌های ارگانولیپتیکی و فیزیکوشیمیایی دونات را بررسی کردند و افزایش میزان فیبر و در نتیجه آن افزایش میزان رطوبت و تخلخل را به توانایی این ترکیبات در نگهداری و جذب آب نسبت دادند [٤٤]. این در حالی است که پودر برگ خرفه به دلیل محتوای بالای فیبر نامحلول اثری بر افزایش حجم کیک بدون گلوتن ندارد [۱۷].

۳-۸- فعالیت آبی

شکل ٦ فعالیت آبی نمونه‌های کیک بدون گلوتن تیمار شده با درصدهای مختلف پودر دانه زنیان را نشان می‌دهد. نتایج آنالیز داده‌ها نشان داد که افزودن زنیان باعث افزایش معنی‌دار ($p<0.05$) فعالیت آبی نمونه‌ها شد. طبق نتایج بدست آمده کمترین مقدار فعالیت آبی مربوط به نمونه کنترل (۰/٦٦) و بیشترین مقدار آن مربوط به نمونه حاوی ۱۵درصد زنیان (۰/۸۱) بود. بالا بودن مقدار فعالیت آبی نشان‌دهنده کم بودن جایگاه‌های اتصال آب در نمونه‌های کیک حاوی پودر دانه زنیان است. افشاریان و همکاران (۲۰۲۱) نیز گزارش کردند که افزودن تفاله هویج باعث افزایش میزان جذب رطوبت و مقدار فعالیت آبی کیک بدون گلوتن می‌شود [۳۰].

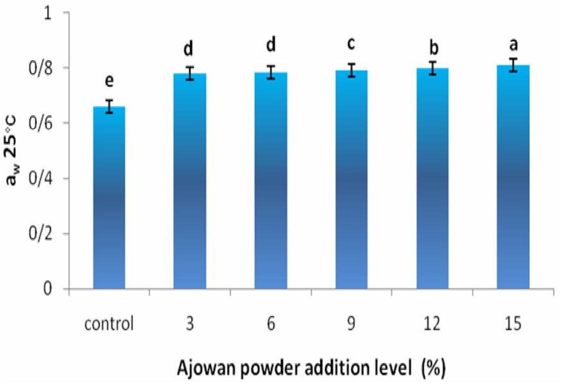

Fig 6 Water activity content of cake samples with different levels of ajowan powder. Data are mean of triplicate measurements (n = 3). Error bars indicate SD values. Different letters indicate significant (p<0.05) difference between means.

۳-۹- نتایج آزمون کنترل کپک زدگی

جدول زیر کپک زدگی نمونه‌های کیک بدون گلوتن غنی سازی شده با درصدهای مختلف زنیان را طی ۲ ماه نشان می‌دهد. نتایج نشان داد که افزودن ٦درصد زنیان و درصدهای بالاتر آن به کیک بدون گلوتن باعث جلوگیری از کپک زدگی کیک طی ٦ هفته شد. مدت ماندگاری رابطه عکس با محتوای رطوبت و مقدار آلودگی مواد اولیه و رابطه مستقیم با مقدار ترکیبات آنتی اکسیدانی و ضدمیکروبی دارد.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-27]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.120.7.9]
[DOI: 10.52547/fsct.18.120.8]

Table 5 Mold growth count in the cake samples with different levels of ajowan powder during storage.

Treatments	1th week	2nd week	3th week	4th week	5th week	6th week	7th week	8th week
Control (0%)	_	_	<10	<10	<10	<100	<100	<100
3%	_	_	_	<10	<10	<10	<10	<100
6%	_	_	_	_	_	_	<10	<100
9%	_	_	_	_	_	_	<10	<100
12%	_	_	_	_	_	_	<10	<10
15%	_	_	_	_	_	_	<10	<10

۳-۱۰- نتایج ارزیابی حسی

نتایج ارزیابی شاخص‌های حسی کیک‌های بدون گلوتن حاوی درصدهای مختلف پودر دانه زنیان در شکل ۷ نشان داده شده است. طبق نظر ارزیاب‌ها، بیشترین و کمترین مقبولیت فرم و شکل به ترتیب در نمونه‌های حاوی ۶ درصد زنیان (۴/۷۱٪) و ۱۵ درصد زنیان (۲/۸۵٪) مشاهده شد. از لحاظ حسی نیز کیک‌های با تخلخل بالاتر امتیاز حسی بالاتری دریافت کردند. بیشترین امتیاز نرمی مغز کیک مربوط به نمونه کنترل (۴/۷۱٪) بود و کمترین امتیاز آن به نمونه حاوی ۱۵ درصد زنیان (۳٪) اختصاص یافت. میزان مقبولیت پوکی و تخلخل نمونه‌های کیک با افزایش میزان پودر دانه زنیان کاهش یافت، ولی این کاهش بین نمونه‌های کنترل، ۳ و ۶ درصد زنیان معنی‌دار (p<۰/۰۵) نبود. به طوری که بیشترین مقبولیت آن در نمونه- کنترل و نمونه‌های حاوی ۳ درصد زنیان (۴/۷۱٪) و کمترین مقبولیت آن در نمونه‌های حاوی ۱۵ درصد زنیان (۳٪) مشاهده شد. نمونه‌های حاوی ۳ درصد و ۱۵ درصد زنیان به ترتیب بیشترین (۴/۵۷٪) و کمترین مقبولیت رنگ (۲/۵۷٪) را به دست آوردند. محصولات بدون گلوتن به خصوص کیک بر پایه نشاسته ذرت، دارای رنگ متمایل به سفید هستند. با توجه به نظر ارزیاب‌ها، افزودن ۳ و ۶ درصد پودر دانه زنیان باعث بهبود رنگ کیک بدون گلوتن شد. افزودن سطوح بیشتر پودر دانه زنیان موجب کاهش امتیاز رنگ نمونه‌ها گردید. دلیل این مورد را می‌توان به رنگ طبیعی پودر دانه زنیان نسبت داد. رنگ تیره پودر دانه زنیان از یک سو و تشدید واکنش مایلارد به واسطه افزایش مقدار پودر دانه زنیان از سوی دیگر سبب تیره شدن نمونه‌ها و کاهش امتیاز حسی نمونه‌های حاوی پودر دانه زنیان در مقادیر بالا شد. نمونه‌های حاوی ۳ درصد زنیان بیشترین مقبولیت جویدن (۴/۵۷٪) و نمونه‌های تیمار شده با ۱۵ درصد زنیان کمترین میزان آن را (۲/۸۶٪) کسب کردند. قابلیت جویدن کیک ارتباط نزدیکی با ویژگی نرمی بافت دارد. بدین معنا که کیک‌هایی با مغز نرم‌تر قابلیت جویدن بهتری دارند. میزان مقبولیت عطر و طعم نمونه‌های کیک با افزایش میزان پودر دانه زنیان تا ۶ درصد (۴/۴۲٪) افزایش و پس از آن کاهش یافت. به طور کلی به علت استفاده بیش از اندازه از مواد نشاسته‌ای در تهیه محصولات بدون گلوتن، این محصولات فاقد طعم مطلوب می‌باشند. همچنین طعم کیک بسته به مواد موجود در آن متفاوت خواهد بود و بسته به ذائقه- ی افراد، میزان پذیرش آن نیز متفاوت خواهد بود.

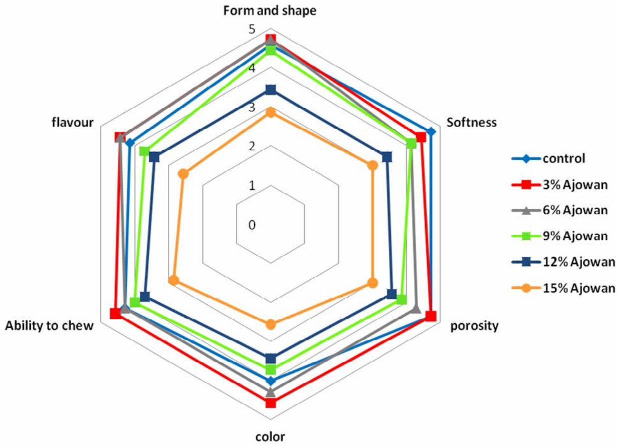

Fig 7 Sensory scores of gluten-free cakes containing different levels of ajowan powder

زنیان دارای طعم قوی با بوی نافذ و مشابه آویشن است. طبق نظر ارزیاب‌ها، افزودن پودر زنیان تا ۶ درصد باعث بهبود عطر و طعم کیک بدون گلوتن شد. با توجه به نتایج بدست آمده از ارزیابی حسی نمونه‌های کیک بدون گلوتن غنی‌سازی شده با درصدهای مختلف پودر دانه زنیان، میزان پذیرش کلی در نمونه‌های حاوی ۳ و ۶ درصد زنیان افزایش یافت.

۴- نتیجه‌گیری

به طور کلی، در آزمایش‌های انجام شده روی کیک بدون گلوتن، تأثیر مثبت پودر دانه زنیان بر ویژگی‌های تکنولوژیکی،

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-27]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.120.7.9]
[DOI: 10.52547/fsct.18.120.8]

تغذیه‌ای و حسی محصول نمایان بود. نتایج نشان داد افزودن پودر دانه زنیان سبب افزایش تخلخل، محتوای فیبر و فعالیت آبی نمونه‌ها گردید. کمترین میزان سفتی مغز کیک مربوط به نمونه کنترل و بیشترین میزان سفتی مغز کیک مربوط به نمونه حاوی ۱۵٪ پودر دانه زنیان بود. تغییرات رنگی در کیک‌های بدون گلوتن حاوی پودر دانه زنیان با افزودن درصدهای پودر زنیان با کاهش روشنایی (L*)، افزایش میزان قرمزی (a*) و افزایش زردی (b*) همراه بود. از نقطه نظر ترکیبات زیست فعال، افزایش مقدار پودر دانه زنیان سبب افزایش مقدار ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی گردید. درصد مهار رادیکال آزاد DPPH نیز با افزایش مقدار پودر دانه زنیان در فرمولاسیون افزایش یافت. با توجه به نتایج بدست آمده از ارزیابی حسی، میزان پذیرش کلی نمونه‌های کیک بدون گلوتن حاوی ۳ و ٦ درصد زنیان افزایش یافت.

۵- منابع

[1] Newinski, M. M. (2008). Advances in Celiac disease and gluten free diet. *Journal of the American Dietetic Association*, 108, 661–672.

[2] Tye-Din, J., & Anderson, R. (2008). Immunopathogenesis of celiac disease. *Current Gastroenterology Reports*, 5, 458–5465.

[3] Adebiyi, A. P., & Aluko, R. (2011). Functional properties of protein fractions obtained from commercial yellow field pea (*Pisum sativum L.*) seed protein isolate. *Food Chemistry*, 128(4), 902–908.

[4] Rodrigo, L. (2006). Celiac disease. *World Journal of Gastroenterology*, 12(41), 6585–6593.

[5] Naqash, F., Gani, A., Gani, A., & Masoodi, F. A. (2017). Gluten-free baking: Combating the challenges - a review. *Trends in Food Science & Technology*, 66, 98–107.

[6] Rajeshwari, C. U., Kumar, A. V., & Andallu, B. (2011). Therapeutic Potential of Ajwain (*Tracyspermum ammi L.*) Seeds. *In Nuts and seeds in health and disease prevention* (153-159). Academic Press.

[7] Ghasemi, N. (۲۰۰۲). Iranian herbal pharmacopée. Ministry of health and medical education. Isfahan, Iran.

[8] Akbarinia A., Sefidkon F., Ghalvand A., Tahmasebi Sarvestani Z., & Sharifi Ashorabadi E., (2005). A study on chemical composition of Ajowan essential oil produced in Qazvin. *Qazvin Journal of Medical Science*, 9, 22-25.

[9] Zargari, A. (1997). Medicinal Herbs. Tehran University press, 2th volume, 942.

[10] Raghavan, S. (2006). Handbook of Spices, Seasoning and Flavourings, 2nd ed. CRC Press, Taylor& Francis, group, Boca Raton, FL, New York, 63-109.

[11] Aberoomand, A. P., Mottaghianpuor, Z., Sharifan, A., & Larijani, K. (2010). Studies on the effect of extraction method on chemical composition and antimicrobial activity of Carum copticum essential oil. *Journal of Food Technology and Nutrition*, 7 (2), 10-18.

[12] Özcan, M. M., & Akbulut, M. (2008). Estimation of minerals, nitrate and nitrite contents of medicinal and aromatic plants used as spices, condiments and herbal tea. *Food Chemistry*, 106(2), 852-858.

[13] Duke, J. A. (1992). Handbook of phytochemical constituent grass, herbs and other economic plants. CRC press.

[14] Asif, H. M., Sultana, S., & Akhtar, N. (2014). A panoramic view on phytochemical, nutritional, ethanobotanical uses and pharmacological values of *Trachyspermum ammi Linn*. Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine, 4, 545-553.

[15] 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(2), 2092-14.

[16] Rothschild, J., Rosentrater, K. A., Onwulata, C., Singh, M., Menutti, L., Jambazian, P. & Omary, M. B.(2015). Influence of quinoa roasting on sensory and physicochemical properties of allergen-free, gluten-free cakes. International Journal of Food Science and Technology, 50(8), 1873-81.

[17] Jaldani, Sh., Nasehi, B. & Anvar, A. (2018). Formulation Optimization of Gluten-free Cake Based on Rice, Quinoa Whole Flour and Portulaca oleracea Powder Using Response Surface Methodology. Iranian Journal of Nutrition Sciences and Food Technology, 13 (4), 117-127.

[18] Drabińska, N., Ciska, E., Szmatowicz, B., & Krupa-Kozak, U. (2018). Broccoli by-products improve the nutraceutical potential of gluten-free mini sponge cakes. Food Chemistry, 267, 170-177.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-27]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.120.7.9]
[DOI: 10.52547/fsct.18.120.8]

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-27]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.120.7.9]
[DOI: 10.52547/fsct.18.120.8]

[19] AACC (1999). American Association of Cereal Chemists International. Approved methods of analysis. Methods: 74-09.01. measurement of bread firmness by universal testing machine, staleness of bread, sensory perception test, 3210.01 crude fiber in flours, feeds and feedstuffs, 0801.01ash basic method. 11th ed. Saint Paul, MN: The Saint Pauls Association.

[20] Haralick, R. M., Shanmugam, K., and Dinstein, I. (1973). Textural features for image classification. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*. 45 (6), 1995-2005.

[21] Afshari-Jouybari, H., & Farahnaky, A. (2011). Evaluation of Photoshop software potential for food colorimetry. *Journal of Food Engineering*, 106(2), 170-175.

[22] Małgorzata W., Danuta Z., Dorota S., Agnieszka T., & Maria S.(2010). Antioxidative and reducing capacity, macroelements content and sensorial properties of buckwheat-enhanced gluten-free bread. *International Journal of Food Science and Technology*, 45, 1993-2000

[23] Naczk, M., & Shahidi, F. (2006). Phenolics in cereals, fruits and vegetables: Occurrence, extraction and analysis. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 41(5), 1523-1542.

[24] Chang, C. C., Yang, M. H., Wen, H. M., & Chern, J. C. (2002). Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. Journal of food and drug analysis, 10(3).

[25] Ji, Y., Zhu, K., Qian, H., & Zhou, H. (2007). Staling of cake prepared from rice flour and sticky rice flour. *Food Chemistry*, 104(1), 53-58.

[26] Khorasanchi, N. & Peighambardoust, S. H. (2010). Effect of "Sponge-and-Dough" and "Straight" Dough Preparation Methods on Dough Properties and the Quality of Pan Bread. *Journal of Food Researchs*. 20 (2), 99-111.

[27] Ronda, F., Gómez, M., Blanco, C. A., & Caballero, P. A. (2005). Effects of polyols and nondigestible oligosaccharides on the quality of sugar-free sponge cakes. *Food Chemistry*, 90 (4), 549-555.

[28] Sudha, M. L., Baskaran, V., & Leelavathi, K. (2007). Apple pomace as a source of dietary fiber and polyphenols and its effect on the rheological l characteristics and cake making. *Food Chemistry*, 104(2), 686-692.

[29] Sufiyan, A., Aalami, M., Sadeghi Mahoonak, A., Mohammad Ghorbani, M., Ziaiifar, A. M. (2016). Application of sweet almond meal and xanthan gum in the production of gluten-free cake. *Journal of Research and Innovation in Food Science and Technology*, 2 (3), 185-196.

[30] Afsharian, Z., Shojaee-Aliabadi, S., Hosseini, H., Hosseini, M. & Mirmoghtadaie, L. (2021). Production of Gluten-Free Cakes Using Carrot Pomace Powder. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*, 132 (16-1), 123-132.

[31] 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(5), 710-722.

[31] Ziobro, R., Witczak, T., Juszczak, L., & Korus, J. (2013). Supplementation of gluten-free bread with non-gluten proteins. Effect on dough rheological properties and bread characteristic. *Food Hydrocolloids*, 32(2), 213-220.

[32] García-Baños, J. L., Villamiel, M., Olano, A., & Rada-Mendoza, M. (2004). Study on nonenzymatic browning in cookies, crackers and breakfast cereals by maltulose and furosine determination. *Journal of Cereal Science*, 39(2), 167-173.

[33] Małgorzata, W., Monika, H., & Maria S. (2012). Effect of Starch Substitution by Buckwheat Flour on Gluten-Free Bread Quality. *Food Bioprocessing Technology*, 95, 51-60.

[34] Marston, K., Khouryieh, H. & Aramouni, F. (2015) Evaluation of sorghum flour functionality and quality characteristics of gluten-free bread and cake as influenced by ozone treatment. *Food Science Technology International*. 21(8), 631-40.

[35] Wang, Y.Y., Norajit, K., Kim, M.H., Kim, Y.H. & Ryu, G.H. (2013). Influence of extrusion condition and hemp addition on wheat dough and bread properties. *Food Science and Biotechnology*. 22(1), 89-97.

[36] Alencar, N.M., Steel, C.J., Alvim, I.D., de Morais, E.C. & Bolini HM. (2015). Addition of quinoa and amaranth flour in gluten free breads: Temporal profile and instrumental analysis. *LWT-Food Science and Technology*. 62(2), 1011-10118.

[37] Gulsum M., Hulya C., Seher K. & Sebnem T. (2016). Effect of quinoa flour on

prepared with black rice as replacement for wheat flour. LWT Food Science and Technology. 75, 434–439.

[42] Thompson, T., Dennis, M., Higgins, L. A., Lee, A. R., & Sharrett, M. K. (2005). Gluten-free diet survey: are Americans with coeliac disease consuming recommended amounts of fiber, iron, calcium and grain foods. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, 18(3), 163-169.

[43] Amini, A., Fazel, M., & Abassi, H. (2017). Study the effect of pomegranate peel, xanthan gum and hemicellulose on rice flour sponge cake properties. Journal of Innovation in Food Science and Technology. 9 (4), 59-73.

[44] Nouri, M., Nasehi, B., Samavati, V. & Abdanan, M. S. (2016). The effect of persian gum and carrot pomace powder on staling rate on microwave pretreated donut. *Journal of Research and Innovation in Food Science and Technology*. 5(2), 171-182.

gluten-free bread batter rheology and bread quality. *Journal of Cereal Science*. 69, 174-181.

[38] Özkan, G., Sagdiç, O., Baydar, N. G., & Baydar, H. A. S. A. N. (2004). Note: Antioxidant and antibacterial activities of Rosa damascena flower extracts. *Food Science and Technology International*, 10(4), 277-281.

[39] Mau, J. L., Lu, T.M., Lee, C. C., Lin, L.Y., Cheng, C. H. & Lin, S.D. (2015). Physicochemical, antioxidant and sensory characteristics of chiffon cakes fortified with various tea powders. *Journal of Food Processing and Preservation*. 39, 443–450.

[40] Şeker, İ.T., Ertop, M.H. & Hayta, M. (2016). Physicochemical and bioactive properties of cakes incorporated with gilaburu fruit (*Viburnum opulus*) pomace. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*. 8, 261–266.

[41] Mau, J. L., Lee, C. C., Chen, Y.P. & Lin, S. D. (2017). Physicochemical, antioxidant and sensory characteristics of chiffon cake

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-27]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.120.7.9]

[DOI: 10.52547/fsct.18.120.8]

Iranian Journal of Food Science and Technology

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

Evaluation the effect of incorporating Ajowan powder (*Carum copticum*) on quality properties of gluten-free cake

Banaee Aghdam, N. [1], Peighambardoust, S .H. [2*], Bodbodak, S. [3], Olad Ghafari, A. [4]

1. MSc. Graduated, Department Food Science and Technology, Tabriz Campus, University of Tabriz, Iran.
2. Professor of Food Technology, Department of Food Science, College of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.
3. Assistant Professor, Department of Food Science, Ahar Faculty of Agriculture, University of Tabriz, ،Tabriz, Iran.
4. Faculty Member of Department of Food, Halal and Agricultural Products, Research Center of Food Technology and Agricultural Products, Standard Research Institute, Karaj, Iran.

ARTICIE INFO

Article History:

Received 2021/ 08/ 15
Accepted 2021/ 10/ 04

Keywords:

Gluten-free cake,
Ajowan,
Celiac disease,
Rheology.

DOI: 10.52547/fsct.18.120.8

DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.120.7.9

*Corresponding Author E-Mail:
peighambardoust@tabrizu.ac.ir

ABSTRACT

The aim of study was to produce gluten-free cake for celiac patients using Ajowan powder and to increases of its nutritional value and improve its textural properties. For this purpose, Ajowan powder at 0, 3, 6, 9, 12 and 15% levels was added into gluten-free cake formulation and their effects were evaluated on nutritional (fiber, water activity, phenolic compounds, flavonoid compounds and antioxidant activity), and technological characteristics (color, porosity and microstructure and hardness) of cake. According to obtained results, the use of Ajowan powder caused an increase in fiber content and water activity of gluten-free cake. Also, the porosity of the samples increased with increasing the amount of Ajowan powder. Color parameters of the cake crumb showed that increasing the amount of Ajowan powder caused a decrease in brightness index (L*), an increase in redness (a*) and yellowness (b*). By increasing the Ajowan powder level to 15%, the content of phenolic and flavonoid compounds as well as the antioxidant activity of the samples increased 8.9, 14.3 and 4.1 time more than control sample, respectively. Moreover, cake hardness increased with increasing Ajowan powder level during 14 days of storage, but it was not evident in low levels of Ajowan powder. 15% Ajowan powder and control samples had highest (0.89 N) and lowest (0.13N) hardness, respectively. Sensory evaluation performed by the panelists also showed that the overall acceptability was higher at samples treated with 3 and 6% of Ajowan powder than other samples. Finally, the sample containing 6% of Ajowan powder was introduced as the best sample.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-27]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.120.7.9]
[DOI: 10.52547/fsct.18.120.8]