

بررسی اثر صمغ دانه شاهی بر بهبود ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی شیرینی برنجی

مائده عبادی ملباشی¹، لیلا ناطقی^{2*}

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

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

تاریخ پذیرش: 1396/02/10

تاریخ دریافت: 1395/07/12

چکیده

شیرینی برنجی یکی از شیرینی‌های سنتی ایران است که به دلیل فاقد گلوتن بودن برای بیماران سلیاکی پیشنهاد می‌گردد. یکی از مشکلات این شیرینی شکستن و خرد شدن زیاد آن می‌باشد. بنابراین مشکلاتی را در زمینه جابجایی، نگهداری و بازاریابی محصول ایجاد نموده است. هدف از انجام این تحقیق بهبود ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی شیرینی برنجی با استفاده از صمغ دانه شاهی می‌باشد. در این بررسی صمغ دانه شاهی با نسبت 0/5، 0/75، 1، 1/25 و 1/5 درصد در فرمولاسیون پخت استفاده شد. بعد از ارزیابی ویژگی‌های آرد برنج، ویسکوزیته خمیر، فاکتورهای رنگ سنجی، میزان حباب‌های هوا، سفتی بافت، حجم مخصوص، pH، رطوبت و فعالیت آبی نمونه‌های شیرینی برنجی در روزهای اول، هفتم، چهاردهم و بیست و یکم بعد از پخت اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که افزودن صمغ دانه شاهی سبب کاهش معنی‌داری در میزان pH شیرینی‌های برنجی در طی نگهداری گردید ($p \leq 0/05$). میزان حباب‌های هوا، حجم مخصوص، فعالیت آبی، رطوبت و تخلخل با افزودن صمغ تا سطح 1 درصد افزایش معنی‌داری نشان داد و در سطوح بالاتر کاهش داشت. مولفه L^* بطور معنی‌داری کاهش یافت ($p \leq 0/05$). ارزیابی حسی نمونه‌های شیرینی برنجی نیز نشان داد که بیشترین امتیاز پذیرش کلی مربوط به شیرینی‌های برنجی بود که حاوی 1 درصد صمغ دانه شاهی بودند و از نظر آماری با شیرینی‌های برنجی حاوی 0/5 و 0/75 صمغ دانه شاهی اختلاف معنی‌داری نداشتند ($p > 0/05$). میزان سفتی نمونه‌ها با افزایش غلظت صمغ دانه شاهی به میزان بالای 1 درصد افزایش معنی‌داری نشان داد ($p \leq 0/05$). بنابراین افزودن صمغ دانه شاهی تا میزان 1 درصد سبب بهبود مشکل شکنندگی نمونه‌های شیرینی گردید. در پایان تیمار حاوی 1 درصد صمغ دانه شاهی به‌عنوان بهترین نمونه از نظر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و حسی تعیین گردید.

واژه‌های کلیدی: شیرینی برنجی، صمغ دانه شاهی، فعالیت آبی، حجم مخصوص

1- مقدمه

شیرینی برنجی یکی از شیرینی‌های سنتی ایران است که به دلیل فاقد گلوتن بودن برای بیماران سلیاکی پیشنهاد می‌گردد. جهت تولید محصولات بدون گلوتن به گونه‌ای که قابلیت استفاده توسط این دسته از بیماران را داشته باشد می‌توان از مواد نشاسته‌ای مانند ذرت، سیب زمینی، برنج و آرد بعضی از غلات نظیر ارزن، سورگوم، کاساوا، آمارانت، گندم سیاه و گنه گنه که عاری از گلوتن هستند استفاده نمود (19). در طول تاریخ برنج یکی از مهم‌ترین غذاهای مردم به شمار می‌رفته است. برنج یکی از مهم‌ترین غلات مناسب جهت تهیه رژیم‌های غذایی بدون گلوتن برای بیماران سلیاکی می‌باشد. برنج غله‌ای با مواد مغذی بالا، بدون رنگ، بدون حساسیت، خوش طعم و حاوی مقادیر کم سدیم، چربی، فیبر و مقدار زیاد کربوهیدرات‌های با قابلیت هضم بالاست. از این رو استفاده از آن در غذای کودک، پودینگ‌ها و غذاهای بیماران مبتلا به سلیاک افزایش یافته است (22). یکی از مشکلات شیرینی برنجی شکستن و خرد شدن زیاد آن می‌باشد که مشکلاتی را در زمینه جابجایی، نگهداری و بازاریابی محصول ایجاد نموده است. بنابراین استفاده از هیدروکلئیدها می‌تواند سبب رفع این مشکل شود. هیدروکلئیدها پلی‌ساکاریدهای محلول در آب با وزن مولکولی بالا هستند که در غلظت پایین نیز به خوبی عمل می‌کنند، از نظر اقتصادی مقرون به صرفه‌اند و ویژگی‌های آن‌ها سبب مناسب بودنشان برای استفاده در محصولات غذایی می‌گردد (38). هیدروکلئیدها در محصولات نانوائی سبب به تعویق افتادن رترোগراداسیون نشاسته، حفظ رطوبت بهتر و افزایش کیفیت فرآورده در طی نگهداری می‌گردند. عملکرد صمغ‌ها به کاربرد آن‌ها وابسته است و همچنین عملکرد آن‌ها تحت تاثیر فاکتورهای زیادی مانند طبیعت شیمیایی صمغ، دما، pH، غلظت، میزان و حضور یون‌های غیرطبیعی تغییر می‌کند (38). یکی از انواع هیدروکلئیدها صمغ دانه شاهی است. قسمت اعظم صمغ دانه شاهی کربوهیدرات با مقدار حدود 77 درصد و پس از آن

خاکستر حدود 11/5 درصد می‌باشد. صمغ دانه شاهی حاوی مقدار اندکی پروتئین و چربی نیز می‌باشد. قندهای اصلی تشکیل دهنده صمغ مانوز، آرابینوز، گالاکتورونیک اسید، فروکتوز، گلوکورونیک اسید، گالاکتوز، رامنوز و گلوکز می‌باشد. ترکیبات ماکرومولکولی صمغ دانه شاهی وزنی معادل 540 کیلوالتون دارند و مقدار شعاع چرخش 75 نانومتر می‌باشد. میزان pH صمغ دانه شاهی 6/5 و مقدار جرم بازیافتی 91/4 درصد تعیین شد. زمانیکه دانه شاهی خیس می‌شود آب را به سرعت جذب می‌کند و مقدار زیادی موسیلاژ یا صمغ با وزن مولکولی بالا تولید می‌کند تقریباً به سفتی صمغ زانتان می‌باشند. رفتار جریان صمغ دانه شاهی با مدل قانون توان قابل توصیف است که نشانگر رفتار رقیق شونده با برش یا شبه پلاستیک این صمغ است، میزان شل‌شوندگی خیلی بیشتر از میزان مشاهده شده برای صمغ زانتان بوده است. با توجه به سهولت استفاده از این صمغ و شباهت رئولوژیکی آن با صمغ زانتان می‌تواند به عنوان جایگزینی برای برخی از هیدروکلئیدها به شمار رود (29). از این رو هدف از این تحقیق بررسی اثر صمغ دانه شاهی بر بهبود خواص فیزیکوشیمیایی و حسی شیرینی برنجی می‌باشد.

2- مواد و روش‌ها

2-1 مواد

دانه شاهی از جهاد کشاورزی در شهر تهران تهیه شد. دانه‌ها به طور دستی و به دقت جهت حذف تمام ذرات خارجی نظیر گرد و خاک، سنگ ریزه، آشغال و سایر دانه‌ها تمیز شدند. به منظور رنگ بری و حذف کدورت، دانه شاهی با سه برابر اتانل 96 درصد به مدت 15 دقیقه با سرعت ثابت مخلوط گردید. دانه‌ها از اتانل خارج شده و در آون با دمای 70 درجه سلسیوس خشک شد. دانه‌های شاهی با استفاده از آب مقطر با نسبت آب به دانه 30 به 1 به مدت 8 ساعت در دمای 35 درجه سلسیوس خیس شد و سپس به مدت 15 دقیقه در دمای 35 درجه سلسیوس توسط همزن مگنتی با دور 1500rpm به طور

تهیه و در سردخانه نگهداری گردید. سایر مواد مورد نیاز در آزمایشات شامل شکر، روغن جامد، پودر هل و گلاب از یک فروشگاه عرضه کننده مواد اولیه قنادی خریداری و تخم مرغ تازه نیز یک روز قبل از تولید تهیه و در یخچال نگهداری شد.

2-2 روش‌ها

2-2-1 تهیه نمونه‌های شیرینی برنجی

نمونه‌های شیرینی برنجی مطابق با روش استاندارد ملی ایران شماره 1819 و مطابق با فرمولاسیون جدول 1 تهیه گردید (5).

مداوم مخلوط گردیدند. دانه‌های شاهی با کمک سانتریفوژ مدل سیگما¹ با دور 10500 rpm و به مدت 15 دقیقه از صمغ جدا شدند. صمغ به دست آمده در آون با دمای 50 درجه سلسیوس خشک شد سپس توده استخراجی خشک شده آسیاب شد و پس از بسته بندی در شرایط خشک و خنک نگهداری شد و سپس جهت تهیه محلول‌هایی با غلظت‌های 0/5، 0/75، 1، 1/25 و 1/5 درصد مورد استفاده قرار گرفت (24). آرد برنج از کارخانه گلها واقع در تهران تهیه شد. بدین منظور، آرد مورد نیاز برای انجام آزمایشات،

جدول 1- فرمولاسیون شیرینی برنجی

ترکیبات	وزن (گرم)	درصد وزن (برحسب آرد برنج)
آرد برنج	300	100
روغن جامد	150	50
گلاب	10	3/33
شکر	108	36
زرده تخم مرغ	8	2/67
پودر هل	2	0/67

2-2-2 آزمون‌های مربوط به آرد برنج و صمغ دانه

شاهی

آزمون‌های شیمیایی آرد برنج با استفاده از روش استاندارد ملی ایران انجام شد به این ترتیب که اندازه گیری رطوبت آرد برنج و صمغ دانه شاهی با استفاده از روش شماره 2705، اندازه گیری اسیدیته، خاکستر غیر محلول در اسید و اندازه ذرات آرد با روش شماره 11136، اندازه گیری pH با روش شماره 37، میزان پروتئین با روش شماره 1905، چربی آرد با روش شماره 2862 و خاکستر کل آرد برنج و صمغ دانه شاهی نیز با استفاده از روش شماره 2706 انجام شد (5، 6، 7، 8، 9 و 10).

2-2-3 آزمون‌های مربوط به شیرینی برنجی

اندازه گیری خاکستر کل با استفاده از روش استاندارد ملی ایران به شماره 2706، اندازه گیری رطوبت با روش استاندارد ملی ایران شماره 2705 و اندازه گیری pH با روش استاندارد ملی ایران شماره 37 و میزان فعالیت آبی نیز با استفاده از استاندارد ملی ایران شماره 3493 انجام گرفت (6 و 9).

2-2-3-1 آزمون ویسکوزیته خمیر

جهت اندازه گیری ویسکوزیته خمیر شیرینی، دستگاه ویسکومتر بروکفیلد¹ مورد استفاده قرار گرفت. اسپیندل مورد استفاده در این آزمون، اسپیندل شماره 4 و نرخ برش کمتر از 10 با گشتاور بین 10 تا 100 (با توجه به قوام بالای خمیر) استفاده شد و بر حسب واحد پاسکال در ثانیه گزارش شد (28).

2-2-3-2 آزمون ارزیابی حباب‌های هوا و تخلخل

به منظور ارزیابی میزان حباب‌های هوا و تخلخل، از تکنیک پردازش تصویر استفاده شد. شیرینی‌های برنجی از مقطع عمودی برش داده شدند. با استفاده از دوربین دیجیتال کانن با وضوح 600 پیکسل² تصویر برداری شد. تصاویر تهیه شده از مغز شیرینی برنجی توسط نرم افزار Image J³ (ساخت موسسه

بهداشت ایالت متحده آمریکا) مورد بررسی قرار گرفت. با فعال کردن قسمت 8 بیت⁴ تصویر سطح خاکستری⁵ ایجاد شد. جهت تبدیل تصاویر خاکستری به تصاویر دودویی⁶، قسمت دودویی نرم افزار فعال گردید. تصاویر بررسی شده مجموعه ای از نقاط روشن و تاریک است که محاسبه نسبت نقاط روشن به تاریک به عنوان شاخصی از میزان حفرات نمونه‌ها برآورد می‌شود. بدیهی است که هر چقدر این نسبت بیشتر باشد، میزان حفرات موجود در بافت شیرینی (میزان تخلخل) بیشتر خواهد بود (23).

2-2-3-3 آزمون ارزیابی سفتی بافت

برای این منظور از روش استاندارد AACC شماره 7409 استفاده شد. آزمون ارزیابی بافت شیرینی در روزهای 1، 7، 14 و 21 بر روی نمونه‌های شیرینی انجام شد. برای این منظور از دستگاه اینستران⁷ ساخت کشور انگلستان استفاده شد. حداکثر نیروی مورد نیاز برای نفوذ یک پروب با انتهای استوانه‌ای با قطر 8 میلی‌متر و با سرعت 60 میلی‌متر در دقیقه به عنوان شاخص سفتی محاسبه گردید. میزان سفتی بافت شیرینی بر حسب نیوتون گزارش شد. به طوری که بیشترین نیروی وارد شده به نمونه‌ها دلالت بر سفتی بیشتر نمونه‌ها داشت (14).

2-2-3-4 آزمون ارزیابی رنگ پوسته

اندازه گیری رنگ پوسته توسط دستگاه مینولتا⁸ و با تعیین سه شاخص (*L، *a و *b) صورت پذیرفت. شاخص *L معرف میزان روشنی نمونه می‌باشد و دامنه آن از صفر (سیاه خالص) تا 100 (سفید خالص) متغیر است. شاخص *a میزان نزدیکی رنگ نمونه به رنگ‌های سبز و قرمز را نشان می‌دهد. دامنه آن از 120- (سبز خالص) تا 120+ (قرمز خالص) متغیر است. شاخص *b میزان نزدیکی رنگ نمونه به رنگ‌های آبی و زرد

4- Bit

5- Gray Level Image

6- Binary Image

7-Testometric M350-10 ct

8- Minolta camera

1- Brookfield

2-.Powershot A3400 IS

3-Image processing jpg

سپس با تقسیم حجم به وزن نمونه‌ها، حجم مخصوص شیرینی - ها بر حسب واحد سانتی متر مکعب بر گرم محاسبه شد (13).

را نشان می‌دهد و دامنه آن از 120- (آبی خالص) تا 120+ (زرد خالص) متغیر است (35).

2-2-3-6 آزمون ارزیابی حسی

شیرینی‌های برنجی حاوی غلظت‌های مختلف صمغ دانه شاهی پس از خنک شدن کدگذاری گردیدند و توسط 5 ارزیاب آموزش دیده بر اساس ویژگی‌های طعم، بافت و پذیرش کلی به روش هدونیک 5 نقطه ای مورد ارزیابی قرار گرفتند. در این آزمون 5= بسیار خوب، 4= خوب، 3= نه خوب نه بد، 2= بد، 1= بسیار بد بود (20).

2-2-3-5 آزمون ارزیابی حجم مخصوص

برای اندازه گیری حجم مخصوص از استاندارد AACC، شماره 10-05 استفاده گردید. حجم شیرینی‌های تولید شده توسط روش جایگزینی حجم با دانه‌های کلزا¹ بدست آمد.

جدول 2- لیست تیمارهای مورد استفاده در تحقیق

مشخصات تیمار	کد تیمار
RC ¹ (شیرینی برنجی شاهد)	کد (0)
CSG ² + RC 0/5% بر اساس وزن آرد برنج	کد (1)
CSG + RC 0/75% بر اساس وزن آرد برنج	کد (2)
CSG + RC 1% بر اساس وزن آرد برنج	کد (3)
CSG + RC 1/25% بر اساس وزن آرد برنج	کد (4)
CSG + RC 1/5% بر اساس وزن آرد برنج	کد (5)

3-2 تجزیه و تحلیل آماری

در این تحقیق به منظور طراحی تیمارها از طرح کاملا تصادفی با آرایش فاکتوریل مطابق با جدول شماره 2 استفاده گردید. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از روش آنالیز واریانس و مقایسه میانگین داده‌ها توسط آزمون توکی در سطح احتمال 5 درصد انجام شد. کلیه آزمون‌ها با استفاده از نرم افزار مینی تب نسخه 16 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

3- نتایج و بحث

3-1 نتایج آزمون‌های آرد برنج و صمغ دانه شاهی

مطابق با نتایج جدول 3 و 4، آزمون‌های شیمیایی و فیزیکی آردهای برنج با نتایج ارائه شده در استاندارد ملی آرد برنج در ایران به شماره 11136 مطابقت داشت (8).

جدول 3- ویژگی‌های شیمیایی آرد برنج مورد استفاده برای تهیه شیرینی برنجی

صمغ دانه شاهی		آرد برنج						
رطوبت (%)	خاکستر (%)	pH	اسیدیته	پروتئین (%)	چربی (%)	خاکستر غیر محلول در اسید (%)	خاکستر (%)	رطوبت (%)
12	12/07	6/5	1	7/5	1/1	0/06	0/86	9

جدول 4- نتایج اندازه ذرات آرد برنج برای تهیه شیرینی برنجی

اندازه ذرات (درصد وزنی)	درصد
ذرات بزرگتر از 475 میکرومتر	1
ذرات بزرگتر از 180 میکرومتر	39
ذرات بزرگتر از 125 میکرومتر	23

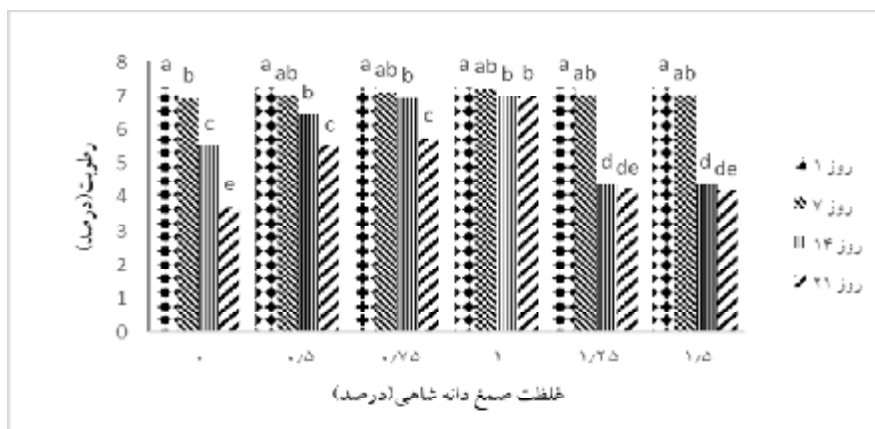
3-2 نتایج آزمون‌های شیرینی برنجی تهیه شده با غلظت‌های

مختلف صمغ دانه شاهی

3-2-1 درصد خاکستر

نتایج درصد خاکستر شیرینی‌های برنجی حاوی غلظت‌های مختلف صمغ دانه شاهی بلافاصله پس از تولید اندازه‌گیری شد و در شکل 1، نشان داده شده است. با توجه به اینکه صمغ دانه شاهی جایگزین آرد برنج در فرمولاسیون شیرینی‌های

برنجی می‌گردد و مطابق با نتایج جدول 3، درصد خاکستر صمغ دانه شاهی از آرد برنج بالاتر است بنابراین با افزایش درصد صمغ دانه شاهی میزان خاکستر نسبت به نمونه شاهد به شکل معنی‌داری افزایش یافت ($p \leq 0/05$).

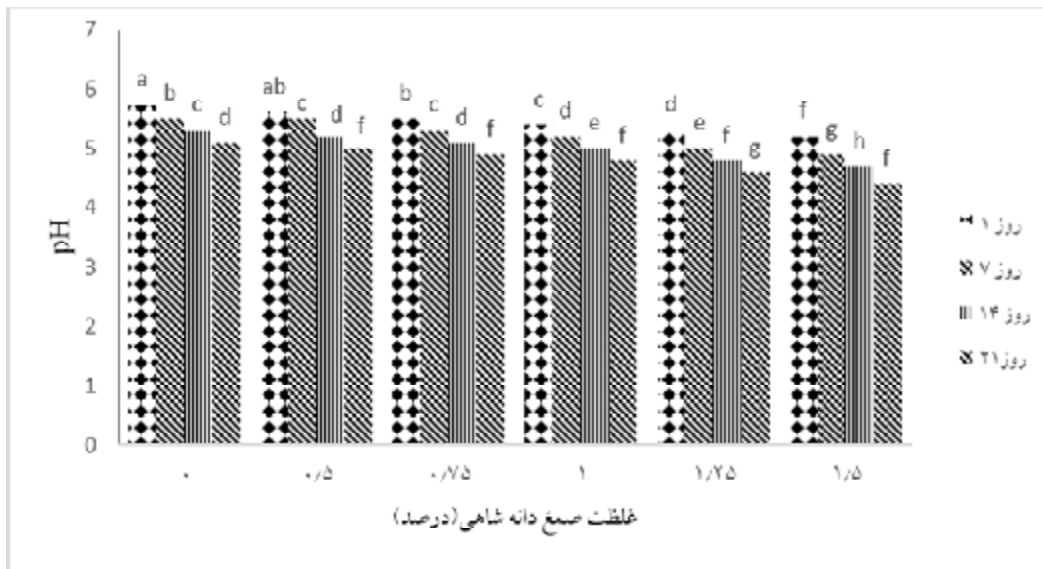


شکل 3- نتایج درصد رطوبت شیرینی های برنجی حاوی غلظت های مختلف صمغ دانه شاهی در طی بیست و یک روز نگهداری ستون های دارای حروف متفاوت، تفاوت معنی داری ($p \leq 0/05$) با یکدیگر دارند.

همانگونه که در جدول همبستگی شماره 9، مشاهده شد میان pH و فعالیت آبی همبستگی مثبت و معنی داری وجود داشت ($p \leq 0/05$). نتایج تحقیقات نیز با یافته های اومشا¹ و همکاران (2015) که غنی سازی بیسکوئیت ها با اسیدهای چرب امگا 3 و صمغ دانه شاهی را انجام دادند نیز مطابقت داشت (37). نتایج تحقیقات بهنیا و همکاران (1393) که بررسی تأثیر استفاده از صمغ دانه شاهی بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و بافتی ماست کم چرب با افزایش غلظت صمغ دانه شاهی را انجام دادند، نیز نشان داد که pH و اسیدیته نمونه ها به ترتیب به طور معنی داری نسبت به نمونه شاهد کاهش و افزایش یافت ($p \leq 0/05$) (2).

3-2-3 pH

نتایج میزان pH نمونه های شیرینی برنجی حاوی غلظت های مختلف صمغ دانه شاهی نشان داد (شکل 4)، اثر سطوح جایگزینی صمغ دانه شاهی بر pH نمونه های شیرینی معنی دار بود ($p \leq 0/05$). به طوری که با افزایش درصد صمغ، میزان pH نمونه ها با یکدیگر و با نمونه شاهد به طور معنی داری کاهش پیدا کرد ($p \leq 0/05$). یکی از دلایل کاهش میزان pH مربوط به فعالیت آبی نمونه های شیرینی بوده است. به طوری که استفاده از صمغ دانه شاهی و خواص هیگروسکوپیک آن باعث افزایش فعالیت آبی نمونه ها گردید و موجب افزایش اتواکسیداسیون چربی و تولید محصولات اسیدی بیشتر شد که با افزایش مدت زمان نگهداری میزان این تغییرات اسیدیته نیز افزایش یافت.

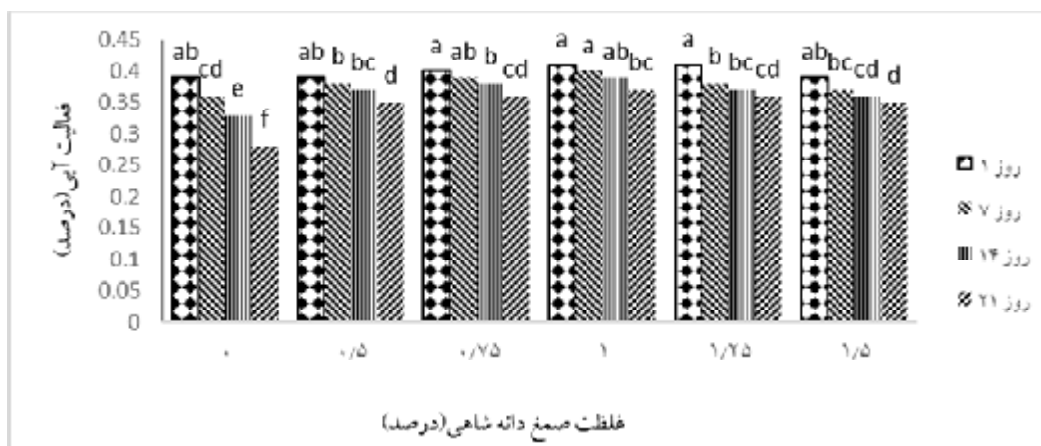


شکل 4- نتایج میزان pH شیرینی‌های برنجی حاوی غلظت‌های مختلف صمغ دانه شاهی در طی بیست و یک روز نگهداری
 ستون‌های دارای حروف متفاوت، تفاوت معنی داری ($p \leq 0/05$) با یکدیگر دارند.

بود (30). افزایش غلظت در سطوح 1/25 و 1/5 درصد در مقایسه با 1 درصد باعث کاهش فعالیت آبی شد. علت کاهش فعالیت آبی در غلظت‌های بالایی از صمغ دانه شاهی را احتمالاً می‌توان افزایش آب اتصالی و باند شده و کاهش آب آزاد و در نتیجه کاهش فعالیت آبی در نظر گرفت (27). همچنین در طی نگهداری میزان فعالیت آبی در کلیه تیمارها و شیرینی شاهد کاهش داشت. که به دلیل افت رطوبت در طی نگهداری می‌باشد. نتایج مشابهی حاکی از کاهش فعالیت آبی در طی نگهداری نان‌ها بر اثر افزودن هیدروکلوئید کاپاکاراگینان توسط گواردا² و همکاران (2004) همچنین هیدروکلوئیدهای زانتان، آگارز، بتاگلوکان، پکتین و کربوکسی متیل سلولز توسط لازاریدو³ و همکاران (2007) به دست آمد (21 و 26).

3-2-4 آزمون فعالیت آبی

نتایج درصد فعالیت آبی شیرینی‌های برنجی حاوی غلظت‌های مختلف صمغ دانه شاهی نشان داد (شکل 5) در طی زمان مقایسه تیمارها با نمونه شاهد، با افزودن صمغ دانه شاهی به دلیل قابلیت صمغ در جذب و نگهداری آب و افزایش محتوای رطوبتی نمونه‌ها، فعالیت آبی به‌طور معنی‌داری افزایش یافت ($p \leq 0/05$). در تمامی زمان‌ها افزودن صمغ دانه شاهی تا سطح 1 درصد در مقایسه با شاهد باعث افزایش معنی‌داری شد ($p \leq 0/05$). مطابق با جدول همبستگی شماره 9، مشاهده شد که میان فعالیت آبی و رطوبت همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت ($p \leq 0/05$). نتیجه حاصل در تطابق با نتایج راسل¹ و همکاران (2001) بر اثر افزودن هیدروکلوئیدهای هیدروکسی پروپیل متیل سلولز، آلژینات سدیم و کاپاکاراگینان

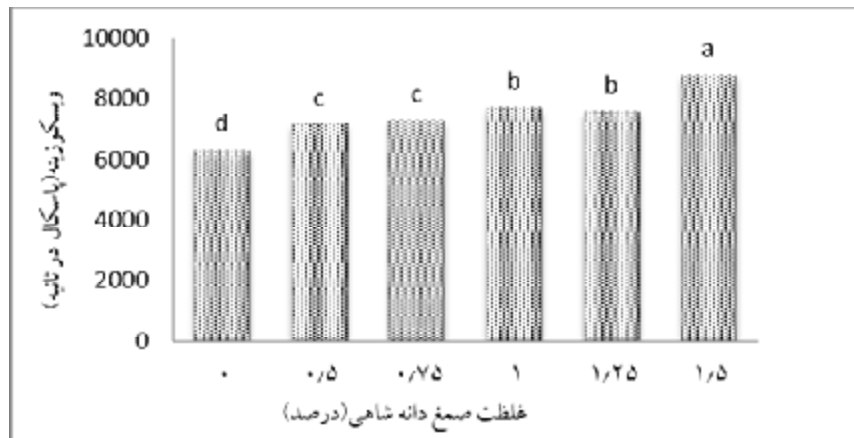


شکل 5- نتایج درصد فعالیت آبی شیرینی‌های برنجی حاوی غلظت‌های مختلف صمغ دانه شاهی در طی بیست و یک روز نگهداری ستون‌های دارای حروف متفاوت، تفاوت معنی داری ($p \leq 0/05$) با یکدیگر دارند

تحقیقات صحرائیان و همکاران (2013)، که تاثیر صمغ دانه گوار و دانه شاهی در بهبود خواص رئولوژیکی و پارامترهای کیفی نان مخلوط برنج-گندم را ارزیابی نمودند نیز با نتایج تحقیق ما مطابقت داشت، آن‌ها دریافتند که درصد جذب آب به طور معنی‌داری با افزودن هیدروکلوئیدها به تنهایی یا در ترکیب نسبت به نمونه شاهد از 54 درصد تا 62/3 درصد افزایش نشان داد که بر روی افزایش ویسکوزیته خمیر نیز اثرات معنی‌داری داشت (33). تورابی و همکاران (2008) در پژوهشی که بر روی فرمولاسیون کیک برنجی با ترکیب صمغ‌های متفاوت و امولسیفایر و بررسی ویژگی‌های رئولوژیکی و کیفی نمونه‌های خمیر و کیک تولیدی داشتند دریافتند که افزودن صمغ باعث افزایش ویسکوزیته نمونه‌های خمیر کیک شد که با نتایج تحقیق ما مطابقت داشت (36).

3-2-5 آزمون ویسکوزیته ظاهری خمیر

نتایج ویسکوزیته ظاهری خمیر شیرینی‌های برنجی حاوی غلظت‌های مختلف صمغ دانه شاهی نشان داد (شکل 6) با افزودن میزان صمغ دانه شاهی در تیمارهای مختلف میزان ویسکوزیته نمونه‌ها به طور معنی‌داری افزایش یافت ($p \leq 0/05$). مقادیر بالای ویسکوزیته صمغ دانه شاهی ناشی از ساختار پلیمری آن و اثرات متقابل بین زنجیره‌های پلیمری و ترکیبات فرمولاسیون می‌باشد. وجود فیبر و ترکیبات آب دوست دارای گروه هیدروکسیل در ساختار صمغ دانه شاهی باعث افزایش ویسکوزیته شده است. نتایج تحقیقات کاراژیان (1389)، نشان داد که صمغ دانه شاهی دارای ویسکوزیته ذاتی است که بر روی ویژگی‌های ویسکوزیته خمیر تاثیرگذار است. ویسکوزیته ذاتی صمغ دانه‌شاهی در آب دیونیزه در دمای 25 درجه سلسیوس 1/33 میلی‌لیتر بر میلی‌گرم می‌باشد (4). نتایج



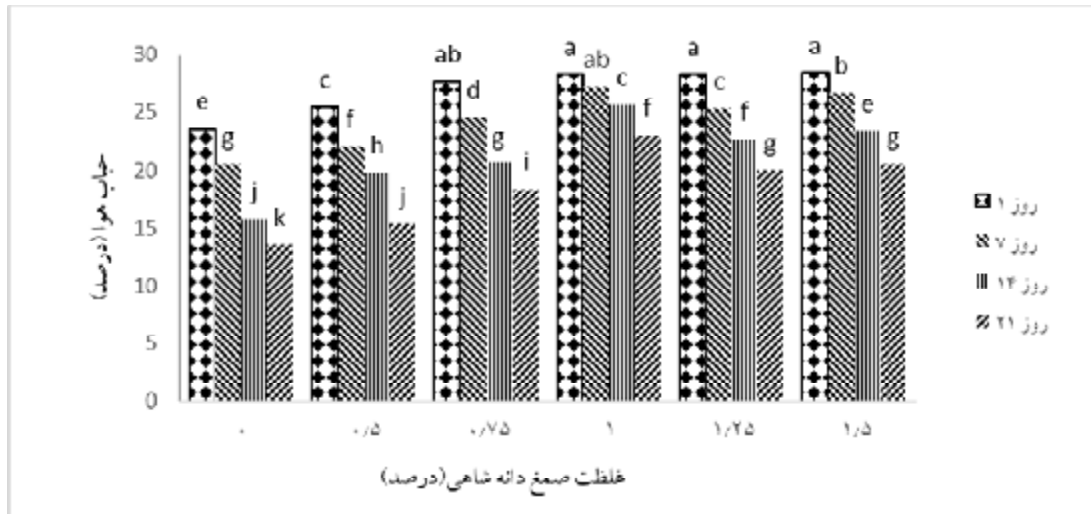
شکل 6- نتایج ارزیابی ویسکوزیته خمیر شیرینی‌های برنجی حاوی غلظت‌های مختلف صمغ دانه شاهی

ستون‌های دارای حروف متفاوت، تفاوت معنی داری ($p \leq 0/05$) با یکدیگر دارند

صمغ دانه شاهی در شیرینی‌های برنجی می‌تواند مربوط به افزایش حالت ژلی در نمونه‌های مذکور باشد که منجر به بسته شدن منافذ شیرینی و به دنبال آن کاهش حباب‌های هوا در آن‌ها باشد. همان‌گونه که در جدول همبستگی، شماره 9 مشاهده شد حجم مخصوص و حباب هوا همبستگی مثبت و معنی‌داری داشتند ($p \leq 0/05$). نتایج تحقیقات ایوبی و همکاران (1387) نیز در بررسی تاثیر افزودن کنسانتره پروتئین آب پنیر و صمغ های گوار و زانتان بر خصوصیات کیفی و فیزیکوشیمیایی کیک روغنی نشان داد که با افزودن صمغ‌های گوار و زانتان به علت بهبود توزیع آب و گاز تعداد حباب‌های هوای موجود در خمیر افزایش یافته که با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت داشت (1).

3-2-6 آزمون حباب هوا

نتایج درصد حباب‌های هوا در شیرینی‌های برنجی حاوی غلظت‌های مختلف صمغ دانه شاهی نشان داد (شکل 7) میزان حباب‌های هوا با افزایش غلظت صمغ به طور معنی‌داری نسبت به نمونه شاهد افزایش داشت ($p \leq 0/05$). با استفاده از صمغ دانه شاهی تا غلظت 1 درصد در فرمولاسیون شیرینی‌های برنجی درصد میزان حباب‌های هوا روند صعودی داشت و بعد از آن کاهش معنی‌داری پیدا نمود. که این می‌تواند به دلیل حضور صمغ در فرمولاسیون شیرینی برنجی باشد که باعث بهبود توزیع آب و افزایش حباب‌های گاز در خمیر شیرینی‌های برنجی باشد که موجب افزایش حجم مخصوص و به تبع آن افزایش میزان حباب‌های هوا گردیده است. علت کاهش درصد حباب‌های هوا در استفاده از غلظت‌های بالاتر از 1 درصد



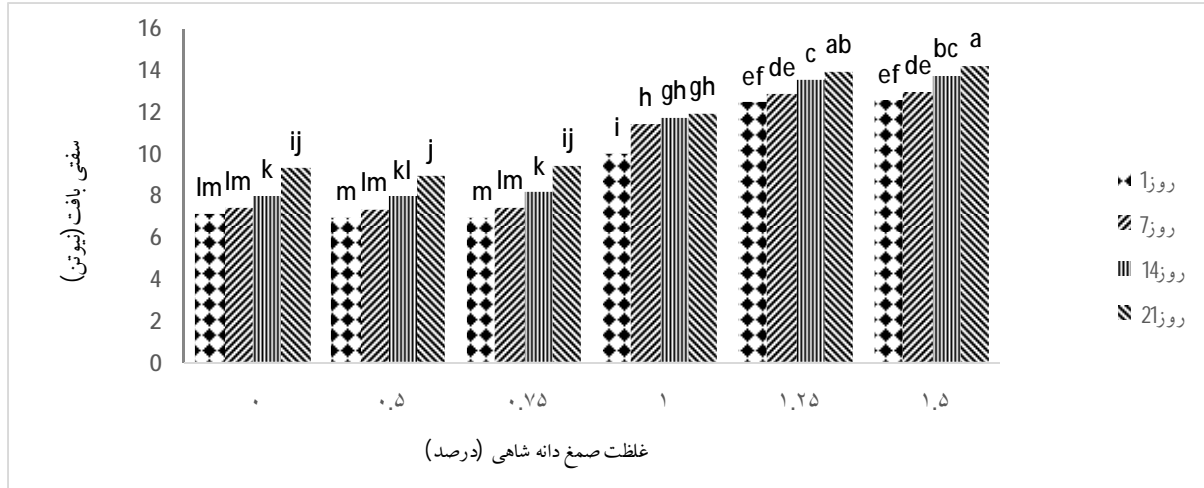
شکل 7- نتایج درصد حباب‌های هوا در شیرینی‌های برنجی حاوی غلظت‌های مختلف صمغ دانه شاهی در طی بیست و یک روز نگهداری

ستون‌های دارای حروف متفاوت، تفاوت معنی داری ($p \leq 0/05$) با یکدیگر دارند.

نمونه‌های مذکور با نمونه شاهد مشاهده گردید ($p \leq 0/05$). نتایج نشان داد میزان سفتی تمام نمونه‌ها طی دوره نگهداری افزایش یافت. علت اصلی سفتی و بیاتی محصولات بدون گلوتن کاهش رطوبت و مهاجرت آسان‌تر آن از مغز به پوسته که در نتیجه عدم حضور گلوتن است، می‌باشد. به نظر می‌رسد صمغ دانه شاهی منجر به افزایش تعداد حفرات موجود در ساختمان شیرینی و ریز و یکنواخت شدن آن‌ها شده و سبب تقویت دیواره سلول‌های تشکیل دهنده حفرات نیز می‌شود که در نتیجه ساختمان شیرینی در برابر نیروهای وارده توسط دستگاه بافت سنج به راحتی تخریب نشد. تورابی و همکاران (2008) به این نتیجه رسیدند که کیک حاوی مخلوط صمغ زانتان و گوار بدون امولسیفایر بافت سفتی دارد که به دلیل ضخیم شدن و تقویت دیواره‌های اطراف هوا در مغز کیک بود (36). ایوبی و همکاران (1387) نیز در تحقیقی که بر روی اثر صمغ زانتان بر خصوصیات کیفی و فیزیکوشیمیایی کیک روغنی داشتند به این نتیجه رسیدند که افزودن صمغ زانتان سبب افزایش سفتی بافت کیک شد (1).

3-2-7- آزمون سفتی بافت

نتایج سفتی بافت شیرینی‌های برنجی حاوی غلظت‌های مختلف صمغ دانه شاهی نشان داد (شکل 8) افزودن غلظت‌های مختلف صمغ دانه شاهی نسبت به نمونه شاهد تغییرات معنی‌داری را در میزان سفتی نمونه‌ها ایجاد نمود ($p \leq 0/05$). با افزودن غلظت‌های صمغ دانه شاهی در سطح 0/5 و 0/75 درصد میزان سفتی بافت کاهش یافت و میزان نیروی لازم برای خرد شدن نمونه‌ها نیز کاهش یافت البته شیرینی‌های حاوی 0/5 و 0/75 درصد تفاوت معنی‌داری در سفتی با هم‌دیگر نداشتند. کاهش سفتی را می‌توان به دلیل افزایش یافتن محتوای رطوبتی در خمیر، ناشی از قابلیت بالای جذب و نگهداری آب توسط صمغ دانه شاهی نسبت داد. نتایج نشان داد افزودن صمغ دانه شاهی به شیرینی برنجی در سطح 1 درصد باعث بهبود و حفظ بافت نمونه‌ها در برابر تنش‌های وارده گردیده است. افزودن صمغ دانه شاهی در غلظت‌های بالای 1 درصد یعنی در سطوح 1/25 و 1/5 درصد باعث سفتی بیش از حد نمونه‌ها و کاهش حجم مخصوص و شکستگی چند جانبه آن‌ها در اثر نیروهای وارده گردید به طوری که تفاوت معنی‌داری در میزان سفتی



شکل 8- نتایج سفتی بافت شیرینی‌های برنجی حاوی غلظت‌های مختلف صمغ دانه شاهی در طی بیست و یک روز نگهداری

ستون‌های دارای حروف متفاوت، تفاوت معنی داری ($p \leq 0/05$) با یکدیگر دارند.

در اثر افزودن صمغ عربی، پوراسماعیل (2010) بر اثر افزودن صمغ زانتان در سطوح 1 و 1/5 درصد و شیتو² و همکاران (2009) بر اثر افزایش غلظت صمغ زانتان از 1 به 2 درصد مطابقت داشت. فاکتور b^* نیز با افزودن صمغ دانه شاهی اندکی افزایش داشت اما این تفاوت از نظر آماری معنی‌داری نبود ($p > 0/05$). نتیجه به دست آمده توسط شیتو و همکاران (2009) و لازاریدو³ و همکاران (2007) در ارتباط با افزایش فاکتور b^* بر اثر افزایش غلظت صمغ زانتان از 1 درصد به 2 درصد مشاهده شد. شاخص a^* در هیچ یک از نمونه‌ها با تغییرات معنی‌داری مواجه نبود ($p > 0/05$) (25، 26، 30 و 34)

3-2-8 رنگ سنجی

نتایج ارزیابی رنگ پوسته شیرینی‌های برنجی حاوی غلظت‌های مختلف صمغ دانه شاهی نشان داد (جدول 5) با افزودن صمغ دانه شاهی و افزایش سطوح آن، فاکتور L^* در تیمارها در مقایسه با نمونه شاهد به طور معنی‌داری کاهش یافت ($p \leq 0/05$). از آنجایی که رنگ پوسته در نتیجه واکنش مایلارد است، افزودن صمغ دانه شاهی به دلیل حضور قندهای احیاء‌کننده در ساختار خود سبب تشدید واکنش قهوه‌ای شدن مایلارد و تیره شدن رنگ پوسته شده است که نتیجه فوق با نتایج به دست آمده توسط کوهاجدوا و کاروویکوا¹ (2008)،

2-Shittu
3- Lazaridou

1- Kohajdova. and Karovicova

جدول 5- نتایج رنگ سنجی شیرینی های برنجی حاوی غلظت های مختلف صمغ دانه شاهی پس از بیست و یک روز نگهداری

تیماها	a*	b*	L*
RC (شاهد)	-0/46±0/022 ^a	12/95±0/38 ^a	63/19±0/31 ^a
CGS+RC % ۰/۵	-0/42±0/025 ^a	12/81±0/69 ^a	61/21±0/43 ^b
CGS+RC % ۰/۷۵	-0/34±0/065 ^a	12/96±0/72 ^a	58/53±0/53 ^c
CSG+RC % ۱	-0/35±0/015 ^a	12/15±0/70 ^a	61/69±0/43 ^{ab}
CGS+RC % ۱/۲۵	-0/37±0/11 ^a	13/12±0/36 ^a	60/92±0/25 ^b
CGS+RC % ۱/۵	-0/41±0/11 ^a	13/15±0/45 ^a	58/77±0/79 ^c

RC: شیرینی برنجی

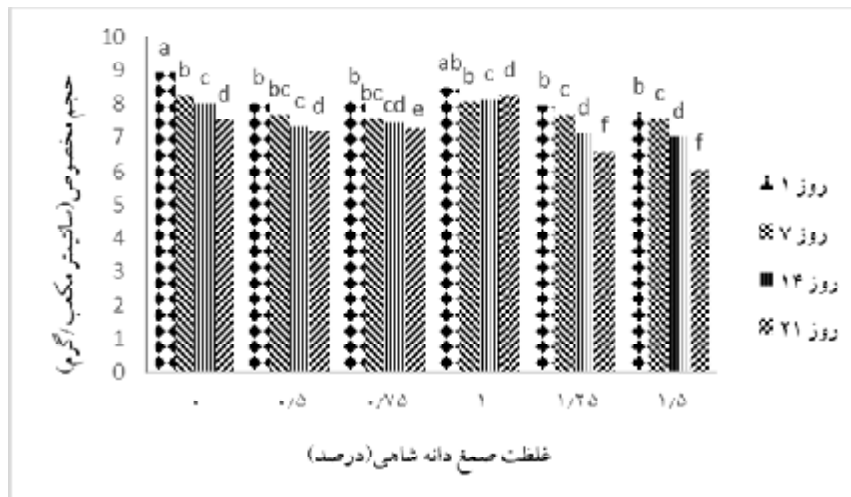
CSG: صمغ دانه شاهی

حروف غیر یکسان در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی دار ($p \leq 0/05$) می باشد.

3-2-9-2-3 آزمون حجم مخصوص

سلول های گازی نتوانند به خوبی به هم متصل شوند و رشد کنند بنابراین حجم مخصوص این نمونه ها نیز کاهش یافت. همچنین این احتمال وجود دارد که با افزایش یافتن محتوای رطوبتی در بافت شیرینی به ازای افزودن مقادیر بیشتری از صمغ دانه شاهی، وزن شیرینی ها بیشتر شده باشد و از آنجایی که حجم مخصوص، نسبت حجم به وزن آن ها است، با افزایش وزن و کاهش حجم، حجم مخصوص نیز کاهش یافته باشد (11). یافته های صحرائیان و همکاران (1393) در بررسی اثرات صمغ بالنگو شیرازی بر روی خصوصیات حسی و فیزیکوشیمیایی نان بربری نیمه حجیم بدون گلو تن سورگوم نیز نشان داد که با افزایش میزان صمغ از 1 درصد فرایند تخمیر دچار اختلال گردید و محصول پخت از لحاظ ویژگی های پخت افت قابل ملاحظه ای نشان داد (3). دمیرکسن¹ و همکاران (2010) نیز در بررسی اثر صمغ بر میزان حجم محصولات خمیری بدون گلو تن بیان نمودند که استفاده از صمغ در افزایش حجم موثر بود و توانست حجم مخصوص را از حدود 1/64 میلی لیتر بر گرم به بیش از 2 میلی لیتر بر گرم برساند (17).

نتایج حجم مخصوص شیرینی های برنجی حاوی غلظت های مختلف صمغ دانه شاهی نشان داد (شکل 9)، اختلافات معنی داری در میزان حجم مخصوص نمونه های شیرینی نسبت به یکدیگر و همچنین نسبت به نمونه شاهد وجود داشت ($p \leq 0/05$). با افزایش میزان صمغ دانه شاهی از 0/5 درصد تا 1 درصد حجم مخصوص شیرینی های برنجی روند صعودی داشت به گونه ای که حجم مخصوص نمونه حاوی 1 درصد صمغ دانه شاهی نسبت به سایر نمونه های حاوی صمغ به طور معنی داری افزایش داشت ($p \leq 0/05$). استفاده از هیدروکلئیدها سبب کاهش اندازه و افزایش تعداد سلول های گازی و توزیع یکنواخت سلول های گازی در بافت محصول می شوند که این امر سبب افزایش حجم و در نتیجه افزایش حجم مخصوص می گردد. با افزایش درصد صمغ دانه شاهی در غلظت های بیش از 1 درصد، حجم مخصوص شیرینی های برنجی به طور معنی داری کاهش یافت ($p \leq 0/05$). این کاهش احتمالاً ناشی از ازدیاد قوام و استحکام محیط داخلی خمیر و افزایش الاستیسیته نمونه های مذکور بوده است که باعث شده



شکل 9- نتایج حجم مخصوص شیرینی‌های برنجی حاوی غلظت‌های مختلف صمغ دانه شاهی در طی بیست و یک روز نگهداری

ستون‌های دارای حروف متفاوت، تفاوت معنی داری ($p \leq 0/05$) با یکدیگر دارند.

برنجی حاوی 1/5 درصد صمغ شاهی پس از طی 21 روز نگهداری نسبت به روز اول تولید معنی‌داری بود ($p \leq 0/05$). بیشترین امتیاز طعم شیرینی‌های برنجی پس از طی 21 روز نگهداری متعلق به نمونه شاهد و نمونه حاوی 0/5 و 1 درصد صمغ دانه شاهی بود (4/5) که از نظر آماری اختلافشان معنی‌دار نبود ($p > 0/05$). پایین‌ترین امتیاز طعم (3/25) مربوط به شیرینی‌های برنجی بود که حاوی 1/5 درصد صمغ دانه شاهی بودند. نمونه‌های حاوی بیش از 1 درصد صمغ دانه شاهی به دلیل داشتن طعم تند پایین‌ترین امتیاز طعم را داشتند بنابراین نمونه‌های دارای میزان پایین‌تر صمغ طعم و احساس دهانی بهتری داشتند.

3-2-10 ارزیابی حسی شیرینی‌های برنجی مورد آزمون نمونه‌های شیرینی برنجی توسط 5 نفر از ارزیاب‌های آموزش دیده پژوهشکده غلات مورد بررسی قرار گرفت. ارزیابان حسی خصوصیات شیرینی‌های تولید شده را بر اساس ویژگی‌های طعم، بافت و پذیرش کلی بر مبنای روش هدونیک 5 نقطه‌ای مورد ارزیابی قرار دادند (1=غیر قابل قبول، 5=خیلی خوب) (20).

3-2-10-1 ارزیابی طعم

مطابق با جدول شماره 6، امتیاز طعم تمام نمونه‌های شیرینی برنجی پس از طی 21 روز نگهداری نسبت به روز اول تولید کاهش نشان داد اما این کاهش فقط در نمونه‌های شیرینی

جدول 6: تغییرات طعم نمونه‌های شیرینی برنجی حاوی غلظت‌های مختلف صمغ دانه شاهی در طی بیست و یک روز نگهداری

تیماها	روز اول	روز هفتم	روز چهاردهم	روز بیست و یکم
RC (شاهد)	5/00 ^{A,a}	5/00 ^{A,a}	4/50 ^{A,a}	4/50 ^{A,a}
0/5 % CGS+RC	5/00 ^{A,a}	4/50 ^{A,a}	4/25 ^{A,ab}	4/50 ^{A,a}
0/75 % CGS+RC	5/00 ^{A,a}	4/50 ^{A,a}	4/25 ^{A,ab}	4/25 ^{A,ab}
1% CSG+RC	5/00 ^{A,a}	4/75 ^{A,a}	4/50 ^{A,a}	4/50 ^{A,a}
1/25% CGS+RC	4/25 ^{A,b}	4/25 ^{A,a}	4/00 ^{A,ab}	3/50 ^{A,bc}
1/5 % CGS+RC	4/25 ^{A,b}	4/25 ^{A,a}	3/50 ^{B,b}	3/25 ^{B,c}

RC: شیرینی برنجی

CSG: صمغ دانه شاهی

A-B: نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین مقادیر هر ردیف ($p \leq 0/05$).a-c: نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین مقادیر هر ستون ($p \leq 0/05$).

3-2-10-2-بافت

نمود ($p > 0/05$). پایین‌ترین امتیاز بافت (3/5) مربوط به شیرینی‌های برنجی بود که حاوی 1/25 و 1/5 درصد صمغ دانه شاهی بودند که از نظر آماری اختلافشان معنی‌دار نبود ($p > 0/05$). نمونه‌های حاوی بیش از 1 درصد صمغ شاهی به دلیل سفتی بافت و کاهش حجم مخصوص و شکستگی چند جانبه پایین‌ترین امتیاز بافت را نشان دادند.

مطابق با جدول شماره 7، امتیاز بافت تمام نمونه‌های شیرینی برنجی پس از طی 21 روز نگهداری نسبت به روز اول تولید کاهش نشان داد. بیشترین امتیاز بافت شیرینی‌های برنجی (4/5) پس از 21 روز نگهداری متعلق به نمونه حاوی 0/5، 0/75 و 1 درصد صمغ دانه شاهی بود که از نظر آماری اختلافشان معنی‌دار

جدول 7- تغییرات بافت نمونه‌های شیرینی برنجی حاوی غلظت‌های مختلف صمغ دانه شاهی در طی بیست و یک روز نگهداری

تیماها	روز اول	روز هفتم	روز چهاردهم	روز بیست و یکم
RC (شاهد)	4/50 ^{A,ab}	4/50 ^{A,a}	4/25 ^{A,ab}	4/25 ^{A,ab}
0/5 % CGS+RC	4/75 ^{A,ab}	4/75 ^{A,a}	4/50 ^{A,a}	4/50 ^{A,a}
0/75 % CGS+RC	4/75 ^{A,ab}	4/75 ^{A,a}	4/50 ^{A,a}	4/50 ^{A,a}
1% CSG+RC	5/00 ^{A,a}	4/75 ^{A,a}	4/50 ^{A,a}	4/50 ^{A,a}
1/25% CGS+RC	4/25 ^{A,b}	4/00 ^{AB,a}	3/75 ^{AB,b}	3/50 ^{B,b}
1/5 % CGS+RC	4/25 ^{A,b}	4/00 ^{AB,a}	3/75 ^{BC,b}	3/50 ^{C,b}

RC: شیرینی برنجی

CSG: صمغ دانه شاهی

A-C: نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین مقادیر هر ردیف ($p \leq 0/05$).a-b: نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین مقادیر هر ستون ($p \leq 0/05$).

3-10-2-3 پذیرش کلی

مطابق با جدول شماره 8، امتیاز پذیرش کلی تمام نمونه‌های شیرینی برنجی پس از طی 21 روز نگهداری نسبت به روز اول تولید به شکل معنی‌داری کاهش نشان داد ($p \leq 0/05$). مطابق با جدول شماره 8، امتیاز پذیرش کلی نمونه‌های شیرینی برنجی حاوی 1/25 و 1/5 درصد صمغ شاهی پس از طی 21 روز نگهداری نسبت به روز اول تولید به شکل معنی‌داری کاهش

نشان داد ($p \leq 0/05$). بیشترین امتیاز پذیرش کلی شیرینی‌های برنجی (4/5) پس از 21 روز نگهداری متعلق به نمونه حاوی 1 درصد صمغ دانه شاهی بود که از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با نمونه حاوی 0/5 و 0/75 درصد صمغ دانه شاهی نداشت ($p > 0/05$). پایین‌ترین امتیاز پذیرش کلی (3/5) مربوط به شیرینی‌های برنجی بود که حاوی 1/25 و 1/5 درصد صمغ دانه شاهی بودند که از نظر آماری اختلافشان معنی‌دار نبود ($p > 0/05$).

جدول 8- تغییرات پذیرش کلی شیرینی‌های برنجی حاوی غلظت‌های مختلف صمغ دانه شاهی در طی بیست و یک روز نگهداری

تیماها	روز اول	روز هفتم	روز چهاردهم	روز بیست و یکم
RC (شاهد)	5/00 ^{A,a}	4/50 ^{A,a}	4/25 ^{A,a}	4/00 ^{A,ab}
0/5 % CGS+RC	5/00 ^{A,a}	4/50 ^{A,a}	4/25 ^{A,a}	4/25 ^{A,a}
0/75 % CGS+RC	5/00 ^{A,a}	4/50 ^{A,a}	4/25 ^{A,a}	4/25 ^{A,a}
1 % CSG+RC	5/00 ^{A,a}	4/67 ^{AB,a}	4/50 ^{B,a}	4/50 ^{B,a}
1/25% CGS+RC	4/25 ^{A,b}	4/00 ^{AB,a}	4/00 ^{AB,a}	3/50 ^{B,b}
1/5 % CGS+RC	4/25 ^{A,b}	4/00 ^{A,a}	4/00 ^{A,a}	3/50 ^{B,b}

RC: شیرینی برنجی

CSG: صمغ دانه شاهی

A-B: نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین مقادیر هر ردیف ($p \leq 0/05$).

a-b: نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین مقادیر هر ستون ($p \leq 0/05$).

مطابق با نتایج تحقیقات آرمرو² و همکاران (1996) می‌باشد که نشان داد هیدروکلوئیدها با تاثیر بر روی ساختار نشاسته سبب بهبود توزیع آب و نگهداری آب و در نتیجه باعث بهبود بافت فرآورده‌های پخت می‌شوند. همچنین تحقیق آرزورنا³ (2001) نیز نشان داد که با افزودن صمغ زانتان به کیک زرد بر سفتی نمونه‌ها افزوده شد. در بررسی پذیرش کلی نیز مشاهده شد که نمونه‌های حاوی بیش از 1 درصد صمغ دانه شاهی پایین‌ترین پذیرش کلی را داشتند که این کاهش در سطح بالای یک درصد نسبت به نمونه شاهد معنی‌دار بود ($p \leq 0/05$) (15,16,18,26,32).

لازاریدو¹ (2007)، ابراهیم پور (2010) و صادقی نیا و همکاران (2011)، با استفاده از صمغ در محصولات خمیری بدون گلوتن به این نتیجه دست یافتند که کاربرد صمغ‌ها در فرمولاسیون این دسته از محصولات توانایی بهبود خصوصیات حسی و در نتیجه افزایش پذیرش کلی را در مقایسه با نمونه فاقد صمغ داشتند. نتایج نشان داد که پایین‌ترین امتیاز بافت مربوط به نمونه‌های حاوی 1/25 و 1/5 درصد صمغ بوده اما در نمونه‌های حاوی 0/5، 0/75 و 1 درصد اثرات مطلوبی نشان داد و از شکنندگی و خرد شدن نمونه‌ها جلوگیری نمود که

3-3 نتایج همبستگی پیرسون بین نتایج حاصل از خواص فیزیکوشیمیایی نمونه های شیرینی برنجی مورد آزمون بین صفات حجم مخصوص با رطوبت، فعالیت آبی و pH همبستگی مثبت و معنی داری وجود داشت و بین صفات حجم مخصوص و سفتی همبستگی منفی و معنی داری وجود داشت (p≤0/05). همچنین بین رطوبت با حباب های هوا و pH همبستگی مثبت و معنی داری وجود داشت (p≤0/05) و بین رطوبت و سفتی همبستگی منفی و معنی داری وجود داشت

(p≤0/05). بین صفات فعالیت آبی و حباب های هوا رابطه مثبت و معنی داری وجود داشت (p≤0/05). همچنین بین فعالیت آبی و سفتی همبستگی معنی داری وجود نداشت (p>0/05). همچنین بین صفات حباب های هوا و سفتی همبستگی مثبت و معنی داری وجود نداشت (p>0/05) و بین سفتی و pH همبستگی منفی و معنی داری وجود داشت (p≤0/05).

جدول 9- همبستگی پیرسون بین نتایج حاصل از خواص فیزیکوشیمیایی نمونه های شیرینی برنجی مورد آزمون

pH	سفتی بافت (نیوتن)	حباب های هوا (%)	فعالیت آبی (%)	حجم مخصوص cm ³ /g	رطوبت (%)	همبستگی پیرسون سطح احتمال	فاکتورهای همبستگی
0/596*	-0/398*	0/660*	0/668*	0/727*	-----	همبستگی پیرسون سطح احتمال	رطوبت
0/000	0/001	0/000	0/000	0/000			
0/701*	-0/488*	0/386*	0/348*	-----	0/727*	همبستگی پیرسون سطح احتمال	حجم مخصوص
0/000	0/000	0/001	0/003		0/000		
0/463*	0/008 ^{ns}	0/755*	-----	0/348*	0/668*	همبستگی پیرسون سطح احتمال	فعالیت آبی
0/000	0/949	0/000		0/003	0/000		
0/254*	0/230 ^{ns}	-----	0/755*	0/386*	0/660*	همبستگی پیرسون سطح احتمال	حباب های هوا
0/031	0/051		0/000	0/001	0/000		
-0/654*	-----	0/230 ^{ns}	0/008 ^{ns}	-0/488*	-0/398*	همبستگی پیرسون سطح احتمال	سفتی بافت
0/000		0/051	0/949	0/000	0/000		
-----	-0/654*	0/254*	0/463*	0/701*	0/596*	همبستگی پیرسون سطح احتمال	pH
	0/000	0/031	0/000	0/000	0/000		

4- نتیجه گیری

شیرینی برنجی نوعی شیرینی سنتی ایران است که طول نگهداری و حمل و نقل خرد می‌شود. مطابق با نتایج افزودن صمغ دانه شاهی تا سطح 1 درصد باعث بهبود خواص فیزیکوشیمیایی شامل افزایش ویسکوزیته خمیر، میزان رطوبت، فعالیت آبی، حجم مخصوص، میزان حباب هوا، تخلخل و خواص حسی شیرینی‌های برنجی گردیده است. استفاده از صمغ دانه شاهی در غلظتهای بالاتر از 1 درصد باعث افزایش سفتی بافت و کاهش خواص حسی شیرینی‌های برنجی شده است. بنابراین با افزودن صمغ دانه شاهی تا 1 درصد به فرمولاسیون شیرینی برنجی می‌توان به شکل موفقیت آمیزی از شکنندگی و خرد شدن این محصول جلوگیری نمود و به صادرات شیرینی برنجی نیز دست یابیم.

5- منابع

1. ایوبی، ا.، حبیبی نجفی، م. ب. و کریمی، م. 1387. تاثیر افزودن کنسانتره پروتئین آب پنیر (WPC) و صمغ های گوار و زانتان بر خصوصیات کیفی و فیزیکوشیمیایی کیک روغنی، مجله پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران، دوره 4، شماره 2، 33-46.
2. بهنیا، آ.، کاراژیان، ح.، نیازمند، ر. و محمدی نافچی، ع. ر. 1393. بررسی تأثیر استفاده از صمغ دانه شاهی بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و بافتی ماست کم چرب، مجله پژوهش و نوآوری در علوم و صنایع غذایی، جلد 3، شماره 3، 255-266.
3. صحرائیان، ب.، کریمی، م.، حبیبی نجفی، م. ب.، حدادخداپرست، م. ح.، قیافه داوودی، م.، شیخ الاسلامی، ز. و نقی پور، ف. 1393. بررسی تأثیر صمغ بومی بالنگو شیرازی (*Lallemantiaroyleana*) بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی نان بربری نیمه حجیم بدون گلوتن سورگوم، فصلنامه علوم و صنایع غذایی، دوره 11، شماره 42، 129-139.
4. کاراژیان، ح. 1389. طبیعت پلی الکترولیت صمغ دانه شاهی، نشریه پژوهش های علوم و صنایع غذایی ایران، جلد 6، شماره 1، 37-40.
5. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، 1354. نان برنجی - ویژگی ها و روش های آزمون. استاندارد ملی ایران، شماره 1819. چاپ اول.
6. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. 1366. روش اندازه گیری چربی، خاکستر غلات و فرآورده های آن. شماره 2862، 2706. چاپ اول.
7. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. 1388. بیسکویت - ویژگی ها و روش های آزمون شماره 37. تجدید نظر 6.
8. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، 1387. آرد برنج - ویژگی ها و روش های آزمون. استاندارد ملی ایران، شماره 11136. چاپ اول.
9. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. 1389. شیرینی های آردی - ویژگیها و روش های آزمون و روش اندازه گیری رطوبت غلات و فرآورده های آن. استاندارد ملی ایران، شماره 3493، 2705. تجدید نظر اول.
10. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، 1393. روش اندازه گیری پروتئین در غلات و فرآورده های آن. استاندارد ملی ایران، شماره 19052. چاپ اول.
11. مویدی، س.، صادقی ماهونک، ع.، عزیزی، م. ح. و مقصود لو، ی. 1389. بررسی اثر صمغ کتیرا بر ویژگی های کیفی نان حجیم، فصلنامه علوم و صنایع غذایی، دوره 10، شماره 38، 103-110.

22. Gujral, H.S., Guardiola, I., Carbonell, J.V. and Rosell, C.M. 2003. Effect of cyclodextrinase on dough rheology and bread quality from rice flour. *Agricultural and Food Chemistry*, 51: 3814–3818.
23. Haralick, R. M., Shanmugam, K and Dinstein, I. 1973. Textural features for image classification. *IEEE Transactions of ASAE, American Society of Agricultural Engineers*. 45(6):1995-2005.
24. Jouki, M., Khazaei, N., Ghasemlu, M. and Hadinezhad, M. 2013. Effect of glycerol concentration on edible film production from cress seed carbohydrate gum. *Carbohydrate Polymers*. 96:39– 46.
25. Kohajdova, Z. and Karovicova, J. 2008. Influence of hydrocolloids on quality of baked goods. *Acta Scientiarum Polonorum., Technologia Alimentaria*, 7 (2): 43-49.
26. Lazaridou, A., Duta, D., Papageorgiou, B.N. and Biliaderis, C.G. 2007. Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten free formulations. *Food Engineering*. 79:1033-1047
27. Mohamed, A., Xu, J. and Sing, M. 2010. Yeast leavened banana-bread: formulation, processing, colour and texture analysis. *Food Chemistry*, 118: 620-626
28. Morris, C. and Morris, G.A. 2012. The effect of Inulin and fructo oligosaccharide supplementation on textural, rheological and sensory properties of bread and their role in weight management. *Food Chemistry*. 1-12.
29. Naji, S., Razavi, S.M.A and Karazhiyan, H. 2012. Effect of thermal treatments on functional properties of cress seed (*Lepidium sativum*) and xanthan gums. *Food Hydrocolloids*. 28:75-81
30. Poursmaeil, N. 2010. Formulation and production of prebiotic gluten free bread using transglutaminase enzyme and hydrocolloids: guar and xanthan. M.Sc Thesis, Department of Food Science and Technology, School of Agriculture,
12. Amini, A.M and Khodaparast, M.H. 2007. Modeling and optimization of mucilage extraction from *Lallemantiaroyleana*: A Resonse surface genetic algorithm approach. *EFF0ST/EHEDG Joint Conference, Libson Pourtagal*, pp.20-45
13. Anonymous, 2008. Approved Methods of the American Associatio of Cereal Chemists. 56-81B. American Association of Chemists (AACC-10-05).
14. Anonymous, 2008. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists. 56-81B. American Association of Cereal Chemists (AACC-7409).
15. Arozarena, Bertholo, M., Empise, J., Bunge r, A. and Sousa, J.d. 2001. Study of the total replacement of egg by white lupine protein ,emulsifiers and xanthan gum in yellow cake , *Europe Research Technology. Food Science*, 13:312-316.
16. Armero, E. and Collar, C. 1996. Antistaling additives. Flour type and sourdough process effects on functionality of wheat doughs. *Food Science*, 61: 299-303.
17. Demirkesen, I., Mert, B., Sumnu, G. and Sahin, S. 2010. Rheological properties of gluten-free bread formulation. *Food Engineering*, 96: 295-303
18. Ebrahimpour, N., Peighambardoust, S.H., Azadmard Damirchi, S., and Ghanbarzadeh, B. 2010. Effects of incorporating different hydrocolloids on sensory characteristics and staling of gluten free bread. *Food Research*, 20(3).1
19. Elke, K. A. and Dal Bello, F. 2008. The gluten-free cereal products and beverages, Elsevier, 1-40.
20. Ghazizadeh, M. and Razegh, S. A. 1998. Sensory Evaluation Food National and Food Technology Research Institute, Tehran, Iran
21. Guadra, A., Rosell, C.M., Bendito, C. and Gallato, M.J. 2004. Different hydrocolloides as bread improvers and anti staling agents. *Food Hydrocolloids*. 18: 241-247.

- Tarbiat Modarres University, Tehran, Iran.
31. Rosell, C. M., Rojas, J. A. and Benedito de Barber, C. 2001. Influence of hydrocolloids on dough rheology and bread quality. *Food Hydrocolloids*, 15: 75-81.
 32. Sadeghnia, N., Azizi, M. H. and Seyedin, M. 2011. Formulation and production gluten free flat bread by xanthan and CMC. Master's thesis, Islamic Azad University, 1-20
 33. Sahraiyani, B., Naghipour, F., Karimi, M., and Davoodi, M.G. 2013. Evaluation of lepidium sativum seed and guar gum to improve dough rheology and quality parameters in composite rice-wheat bread. *Food Hydrocolloids*. 30:698-703.
 34. Shittu, T.A., Aminu, R.A. and Abulude, E.O. 2009. Functional effects of xanthan gum on composite cassava-wheat dough and bread. *Food Hydrocolloids*, 23: 2254-2260.
 35. Sun, D.W. 2004. Applications of computer vision in the food industry. *Food Engineering*, 61(1): 1-142.
 36. Turabi, E., Sumnu, G and Serpil, S. 2008. Rheological properties and quality of rice cakes formulated with different gums and an emulsifier blend. *Food Hydrocolloids*. 22 (2):305-312.
 37. Umesha S.S., Sai Manohar, R., Indiramma, A.R., Akshitha, S., Akhilender Naidu, K. 2015. Enrichment of biscuits with microencapsulated omega-3 fatty acid (Alpha-linolenic acid) rich Garden cress (*Lepidium sativum*) seed oil: Physical, sensory and storage quality characteristics of biscuits, *LWT- Food Science and Technology*, 62: 654-661.
 38. Ward, F.M. and Andon, S.A. 2002. Hydrocolloids as film formers, adhesives, and gelling agents for bakery and cereal products. *Cereal Foods World*. 47: 52-55.

