

فرمولاسیون کیک بدون گلوتن و بررسی خواص کیفی آن

پیمان دادور¹، اسماعیل عطای صالحی^{1*}، زهرا شیخ الاسلامی²

1- گروه علوم و صنایع غذایی، واحد قوچان، دانشگاه آزاد اسلامی، قوچان، ایران

2- بخش تحقیقات فنی مهندسی و کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش ترویج کشاورزی، مشهد، ایران

تاریخ پذیرش: 1396/06/12

تاریخ دریافت: 1395/10/25

چکیده

بیماری سلیاک بیماری است که در آن غشاء مخاطی روده کوچک فرد مبتلا به عدم تحمل گلوتن، آسیب و سبب التهاب روده می گردد. هدف از انجام این پژوهش، امکان تولید کیک با استفاده از آرد شاه بلوط، آرد ذرت و صمغ زانتان در سه سطح 0/3، 0/6 و 1 درصد و تأثیر آن ها بر میزان رطوبت، حجم مخصوص، تخلخل، مؤلفه های رنگی پوسته و سفتی بافت این محصول بود. براساس نتایج به دست آمده، مشخص گردید که سطوح مختلف آرد (شاه بلوط و ذرت) بر میزان رطوبت، حجم مخصوص، سفتی بافت در بازه زمانی 72 ساعت پس از پخت و مؤلفه رنگی (L^*) اثر معنی داری در سطح آماری 5 درصد نداشت. علاوه بر این نتایج حاکی از برتری سطح 0/6 درصد صمغ زانتان جهت بهبود خصوصیات کمی و کیفی کیک روغنی بدون گلوتن بود. در نهایت براساس نتایج حاصله از پذیرش کلی که مجموع امتیاز پارامترهایی از قبیل مزه، بو، شیرینی، رنگ، بافت و قابلیت جویدن بود، نمونه حاوی 75 درصد آرد شاه بلوط-25 درصد آرد ذرت و 0/6 درصد صمغ زانتان بالاترین امتیاز پذیرش کلی را از جانب ارزیابان حسی کسب نمود.

واژه های کلیدی: آرد ذرت، آرد شاه بلوط، صمغ زانتان، کیک بدون گلوتن، مؤلفه های رنگی

1- مقدمه

بیماری سلیاک بیماری است که در آن غشا مخاطی روده کوچک فرد مبتلا به عدم تحمل گلوتن، توسط گلوتن آسیب و سبب التهاب روده می گردد. این بیماری یک وضعیت دائمی است که در هر سنی تشخیص داده شود. اگر فرد مبتلا مواد غذایی حاوی گلوتن مصرف کند، دیواره روده کوچک آسیب دیده و کمتر قادر به جذب مواد مغذی ضروری مانند چربی ها، پروتئین ها، کربوهیدرات ها، مواد معدنی و ویتامین ها می گردد. سلیاک در بزرگسالان باعث کاهش وزن، اسهال، ضعف، تحریک پذیری و درد شکمی، کم خونی، خستگی، نفخ و پوکی استخوان و در کودکان، نشانه های سوء تغذیه از جمله اختلال رشد، می تواند رخ دهد (1). از این رو امروزه با توجه به این که تنها راه درمان این بیماری استفاده از یک رژیم غذایی بدون گلوتن است، مطالعه پیرامون تولید مواد غذایی بدون گلوتن به ویژه محصول های صنایع پخت که قوت غالب افراد جامعه را تشکیل می دهد از اهمیت زیادی برخوردار است. کیک به عنوان یکی از تولید های صنایع آردبر دارای تنوع بالایی بوده و در بین افراد جامعه به خصوص کودکان و نوجوانان طرفداران زیادی دارد. با این حال با توجه به این که گلوتن جزء ضروری ساختار نان است، عمده ترین مشکل تکنولوژیکی، حذف گلوتن و جایگزینی دیگر ترکیبات می باشد (2 و 3). غیبت گلوتن اغلب منجر به تولید خمیر نسبتاً مایع شده و می تواند منجر به تولید نان با یک بافت ترد، رنگ ضعیف، حجم کم و دیگر نقایص کیفیتی شود. تحقیق ها نشان داده است بسیاری از محصولات فاقد گلوتن که در حال حاضر به فروش می رسند دارای کیفیت پایینی هستند. با این وجود، بدست آوردن اجزا و ویژگی های خمیر بدون مواد افزودنی گلوتن دشوار بوده، زیرا ساختار آن ضعیف تر از خمیر طبیعی گندم است، و در واقع زمان مخلوط کردن و تصحیح آن نسبت به گندم کوتاه تر می باشد (4). توسعه صنایع پخت به خصوص فرآورده های فاقد گلوتن منجر به، استفاده از نشاسته ها، صمغ ها، آردهای بدون گلوتن (برنج، سویا، نخود، ذرت و شاه بلوط)، مکمل های پروتئینی گیاهی و حیوانی و فن آوری های جایگزین شده است. ذرت یک

منبع غنی انرژی، نشأت گرفته از کربوهیدرات ها است که بسیار قابل هضم، دارای محتوای پروتئین بالا متشکل از اسید های آمینه ضروری و مقادیر مناسبی از مواد معدنی می باشد. نشاسته ذرت یکی از اجزای اصلی مورد استفاده در فرمولاسیون نان بدون گلوتن است که می تواند 45% از آب را جذب کرده و به عنوان پرکننده در ماتریس خمیر عمل کند. از سوی دیگر قسمت اعظم ترکیبات ذرت را آمیلوپکتین تشکیل می دهد که تا حدی می تواند خواص گلوتن را شبیه سازی نموده و باعث احتباس گاز و افزایش حجم شود (5). شاه بلوط مهم ترین محصول زراعی در مناطق معتدل بوده که از نظر اهمیت غذایی نزدیک به نارگیل و بادام زمینی قرار دارد. دانه آسیاب شده شاه بلوط حاوی مقدار نسبتاً بالا از نشاسته (50-60%) بر اساس ماده خشک) و قند، عمدتاً ساکارز (20-32%)، پروتئین های با محتوای بالای اسید آمینه های ضروری (0/4-0/7%)، چربی کم (0/2-0/4%) و سطح قابل ملاحظه ای از فیبر در رژیم غذایی (0/7-12%) می باشد. شاه بلوط در رژیم بیماران مبتلا به بیماری های روماتیسمی و سلیاک نیز نقش مهمی دارد [6]. صمغ زانتان نوعی پلی ساکارید میکروبی، متشکل از اتصالات (1-4) β -D-گلوکز و زنجیره های جانبی (دو مولکول مانوز و یک واحد اسید گلوکورونیک) است (7). زانتان به علت داشتن ویسکوزیته بالا در غلظت و سرعت برش کم، مدول الاستیک بالا، حساس نبودن به حرارت و سازگاری با نمک عملکرد مناسبی در بهبود بافت، حفظ رطوبت خمیر کیک، ماندگاری بالای محصول از طریق محدود کردن رتروگراداسیون و ظاهر مناسب را در تولید محصولات آردی بر عهده دارد (8). در بررسی های انجام گرفته تأثیر، آرد شاه بلوط در ترکیب با، مقادیر مختلف از آرد برنج در سه سطح مختلف از مقدار آب بر پایه آرد و اضافه کردن ترکیبی از صمغ گوار- زانتان و امولسیفایر DATEM با ترکیب (وزنی/ وزنی) 0/5% در آرد، مورد آزمایش قرار گرفتند. نتایج آنها نشان داد که، کیفیت کیک در حضور ترکیب صمغ و مخلوط DATEM افزایش یافته و علاوه بر این آرد بلوط و آرد برنج باعث نرم شدن، رنگ قابل قبول و حجم

2-2-روش‌ها

2-2-1-تهیه خمیر و تولید کیک

خمیر کیک حاوی 100 درصد آرد بدون گلوتن، 25 درصد پودر شکر، 25 درصد روغن، 36 درصد تخم مرغ، 12 درصد شربت اینورت، 2 درصد بیکنینگ پودر، 0/2 درصد وانیل، صمغ گزانتان (0/3، 0/6 و 1/0 درصد) و آب به میزان لازم بود (13). جهت تهیه کیک در ابتدا روغن، پودر شکر و تخم مرغ با استفاده از یک همزن برقی⁴ با سرعت 128 دور در دقیقه و به مدت 6 دقیقه مخلوط شدند تا یک کرم حاوی حباب‌های هوا ایجاد گردد. سپس آب، شربت اینورت و صمغ گزانتان به این کرم اضافه و عمل همزدن به مدت 4 دقیقه ادامه یافت. در مرحله بعد بیکنینگ پودر و وانیل به آرد بدون گلوتن که مخلوطی از آرد شاه بلوط و ذرت بود، به تدریج اضافه گردیدند. در ادامه با استفاده از یک قیف پارچه‌ای⁵ 55 گرم از خمیر تهیه شده، درون کاغذهای مخصوص کیک که درون قالب‌ها قرار گرفته بودند، ریخته شد. سپس عمل پخت در فر آزمایشگاهی گردان با هوای داغ⁶ در دمای 170 درجه‌ی سانتی‌گراد و به مدت زمان 20 دقیقه انجام شد. پس از سرد شدن، هر یک از نمونه‌ها در کیسه‌های پلی‌اتیلنی به منظور ارزیابی خصوصیات کمی و کیفی، بسته‌بندی و در دمای محیط نگهداری شدند(14).

2-2-2-آزمون‌های فیزیکوشیمیایی

ترکیبات شیمیایی آرد ذرت و شاه بلوط براساس روش‌های استاندارد اندازه‌گیری شد. جهت ارزیابی درصد رطوبت کیک بدون گلوتن از آن⁷ و استاندارد (AACC، 44-16) استفاده گردید. برای اندازه‌گیری حجم مخصوص نمونه‌های کیک بدون گلوتن از روش جایگزینی حجم با دانه استفاده شد. برای این منظور در فاصله زمانی 2 ساعت پس از پخت، قطعه‌ای به ابعاد 2×2×2 سانتی‌متر از مرکز هندسی کیک تهیه‌گردید. سپس حجم استوانه مدرج را به میزان 250

مخصوص بالاتر گردیده اند (9). تحقیق بر روی فرمولاسیون نان بدون گلوتن نشان داد که، یک شبکه پیوسته پروتئین مشابه گلوتن در نان حاوی تخم مرغ می‌تواند، سختی بالای اولیه توسط یک نرخ بیاتی پایین، در طول زمان ماندگاری را جبران نماید (10). موریرا و همکاران (2012)، در آزمایش‌های خود به مطالعه بر روی، خمیر آرد شاه بلوط و مقایسه آرد گندم حاوی گلوتن و آرد فاقد گلوتن (برنج و ذرت زرد) به منظور تهیه محصول‌های شیرینی پزی و تولید نان پرداخته و نشان دادند که کشش خمیر با 1/5% هیدروکسی پروپیل متیل سلولوز به مقدار قابل توجهی بهبود یافته و افزودن 1/5% زانتان به آرد شاه بلوط باعث افزایش عملکرد آرد برای تولید کیک می‌شود. هدف از انجام این پژوهش، بررسی امکان تولید کیک با استفاده از آرد شاه بلوط، آرد ذرت و اثر صمغ زانتان در سه سطح 0/3، 0/6 و 1 درصد و همچنین نحوه تأثیر بر میزان رطوبت، حجم مخصوص، تخلخل، مؤلفه‌های رنگی پوسته و سفتی بافت این محصول می‌باشد (11)

2-مواد و روش‌ها

2-1-مواد

آرد ذرت و آرد شاه بلوط به ترتیب از کارخانه گلها (تهران، ایران) و شرکت آرورا¹ خریداری شدند. برای این منظور، آرد‌های مورد نیاز برای انجام آزمایش‌ها به صورت یکجا تهیه و در سردخانه با دمای 4 درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. سایر مواد شامل شکر، روغن نباتی مایع و بیکنینگ پودر و تخم مرغ تازه نیز یک روز قبل از تولید نمونه مورد نظر تهیه گردید. شربت اینورت نیز مطابق با دستورالعمل موجود در استاندارد ملی ایران به شماره 8025 تدوین شده در سال 1383 تهیه گردید(12). صمغ زانتان با نام تجاری (E415)² و وانیل نیز از شرکت رودیا ساخت کشور فرانسه³ خریداری شدند.

4- EK-230M, Japan

5-Lebensmittelecht, Germany

6- Zuccihelli Forni, Italy

7-Jeto Tech, South Korea

1- Aurora Canada

2- RhodigelTM (Xanthan) Gum

3-Rhovanilla, France

3- نتایج و بحث

مشخصات آرد ذرت و شاه بلوط مورد استفاده به شرح جدول (1) می‌باشد.

3-1- بررسی اثر متقابل متغیرها بر رطوبت کیک

در تعیین رطوبت، نتایج اثر مستقل اختلاط دو نوع آرد شاه بلوط و ذرت مشخص گردید که سطوح متفاوت اختلاط دو نوع آرد تأثیر معنی‌داری در سطح آماری 5 درصد بر میزان رطوبت نمونه‌های تولیدی نداشته هرچند که، با افزایش آرد ذرت اندکی بر میزان رطوبت افزوده شد. بیشترین و کمترین مقدار رطوبت به محصول‌های محتوی 1 درصد و 0/3 درصد صمغ زانتان تعلق گرفت. لازم به ذکر است که بررسی اثر متقابل دو عامل (سطوح مختلف اختلاط آرد شاه بلوط- ذرت و صمغ زانتان) نشان داد که کمترین میزان رطوبت مربوط به نمونه‌ی حاوی 75 درصد آرد شاه بلوط-25 درصد آرد ذرت و 0/3 درصد صمغ زانتان بود (شکل 1). محصول 50 درصد آرد شاه بلوط-50 درصد آرد ذرت و 0/3 درصد صمغ و همچنین 25 درصد آرد شاه بلوط-50 درصد آرد ذرت و 0/3 درصد زانتان نیز از رطوبت پایینتری نسبت به سایر نمونه‌ها برخوردار بودند. داده‌های اثر متقابل بیانگر آن بود که نمونه‌های حاوی 1 درصد صمغ افزوده شده (فارغ از سطوح متفاوت اختلاط دو نوع آرد بدون گلوتن) بیشترین میزان رطوبت را داشتند ($P < 0/05$). ایوبی و همکاران (1390)، افزایش میزان رطوبت کیک روغنی را با افزایش میزان صمغ‌های گوار و زانتان گزارش نمودند (21). با بررسی اثر زانتان، کربوکسی متیل سلولز، آلژینات و کاراگینان در نان بدون گلوتن حاوی آرد برنج، آرد سویا و نشاسته کاساوا نتایج مشابهی حاصل گردید (7). همچنین نقی‌پور و همکاران، با افزودن صمغ زانتان در سطوح 0/3، 0/6 و 1 درصد (براساس وزن آرد) به کیک روغنی بدون گلوتن حاوی آرد سورگوم با افزایش میزان رطوبت مواجه شدند و محصول‌های محتوی 1 درصد زانتان را به عنوان نمونه‌هایی با بیشترین مقدار رطوبت معرفی نمودند (13).

میلی‌لیتر با دانه کلزا¹ جایگزین و حجم مخصوص تعیین شد (15). ارزیابی بافت کیک در فاصله زمانی 2 ساعت و یک هفته پس از پخت با استفاده از دستگاه بافت‌سنج² انجام گرفت (16). حداکثر نیروی مورد نیاز برای نفوذ یک پروب استوانه‌ای با انتهای صاف (2 سانتی‌متر قطر در 2/3 سانتی‌متر ارتفاع) با سرعت 60 میلی‌متر در دقیقه از مرکز کیک، به عنوان شاخص سفتی³ محاسبه گردید. آنالیز رنگ پوسته کیک از طریق تعیین سه شاخص *L، *a و *b صورت پذیرفت. جهت اندازه‌گیری این شاخص ابتدا برشی به ابعاد 3 در 3 سانتی‌متر از کیک تهیه گردید و به وسیله اسکنر⁴ با وضوح 300 پیکسل تصویربرداری شد، سپس تصاویر در اختیار نرم افزار ImageJ قرار گرفت (17 و 18). به منظور ارزیابی میزان تخلخل در فاصله زمانی 2 ساعت پس از پخت، از تکنیک پردازش استفاده شد (19) برای تعیین خصوصیات حسی از روش امتیازدهی هدونیک 5 نقطه‌ای استفاده گردید (20).

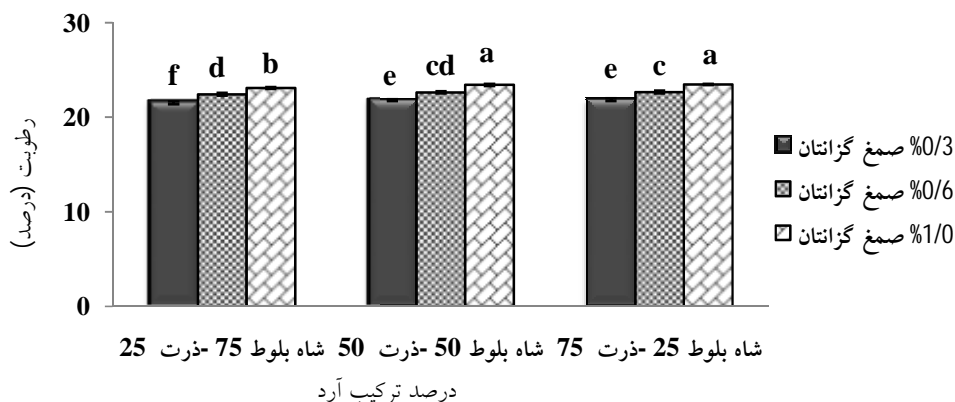
2-2-3- تجزیه و تحلیل آماری

در این تحقیق نتایج بدست آمده با استفاده از نرم‌افزار Mstat-c نسخه 1/42 بر پایه طرح فاکتوریل با آرایش کاملاً تصادفی دو عامله بررسی شد. بدین منظور عامل اول میزان ترکیب آرد (شاه بلوط و ذرت) و عامل دوم صمغ زانتان (در سه سطح 0/3، 0/6 و 1 درصد) بود. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال آلفا برابر 0/05 درصد ($P < 0/05$) با همین نرم افزار انجام گردید. ویژگی‌های اندازه‌گیری شده شامل رطوبت، حجم مخصوص، تخلخل، بافت، رنگ و ویژگی‌های حسی هریک از نمونه‌های کیک در سه تکرار انجام شد. برای ترسیم نمودارها از نرم افزار (Microsoft Excel 2007) استفاده گردید.

1- Rape seed displacement
2- QTS, CNS Farnell, UK
3- Hardness
4- HP Scanjet, G3010

جدول 1- خصوصیات شیمیایی آرد ذرت و شاه بلوط مورد استفاده

| آرد شاه بلوط | آرد ذرت | خصوصیات کیفی |
|--------------|---------|----------------------------|
| 4 | 3/3 | چربی (گرم در صد گرم) |
| 8 | 9/4 | پروتئین (گرم در صد گرم) |
| 80 | 73/1 | کربوهیدرات (گرم در صد گرم) |

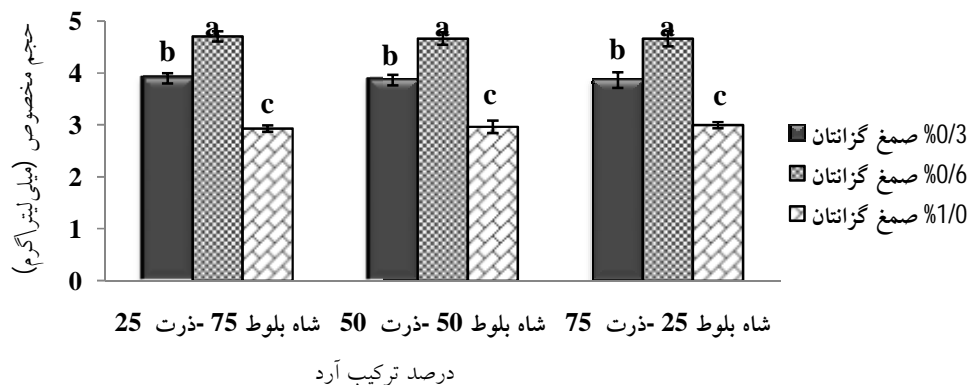


شکل 1- تأثیر متقابل سطوح مختلف اختلاط آرد شاه بلوط- ذرت و صمغ زانتان بر میزان رطوبت کیک روغنی بدون گلوتن.

سپس کاهش آن را نتیجه گرفتند (13). محققین با بررسی اثر صمغ در محصولات خمیری بدون گلوتن، با افزایش حجم مخصوص مواجهه، که البته انتخاب سطوح مناسب صمغ را یکی از ارکان اصلی افزایش حجم دانستند (7 و 22). در مطالعه‌ای که با بررسی اثر افزودن صمغ شاهی در سطوح صفر، 0/3، 0/6 و 1 درصد به نان ترکیبی (گندم-برنج) انجام گردید ضمن حصول نتایج مشابه مشخص شد که، افزایش حجم در نتیجه افزودن صمغ به محصولات خمیری کم گلوتن و یا فاقد گلوتن به دلیل تشکیل شبکه‌ای مشابه شبکه گلوتنی (جهت حفظ حباب‌های هوای ورودی) و تا حدودی افزایش ضخامت دیواره در مقابل پارگی ناشی از انبساط در حین فرآیند پخت محصول بوده و به احتمال زیاد کاهش حجم در سطوح بالای افزودن صمغ (سطح 1 درصد و یا بیش از آن) به دلیل بیش از اندازه ضخیم شدن حباب‌های هوای ورودی به خمیر و جلوگیری از انبساط آن‌ها در طی فرآیند پخت است (23).

2-3- بررسی اثر متقابل متغیرها بر حجم مخصوص کیک

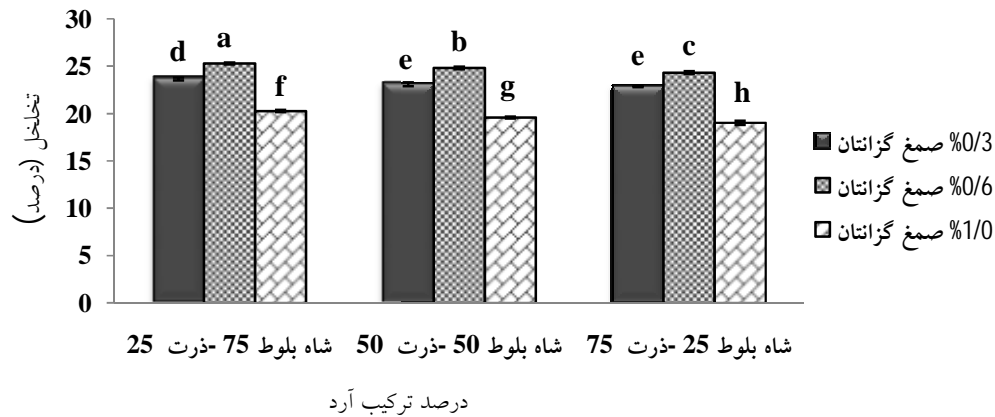
اطلاعات حاصل از اثر مستقل اختلاط دو نوع آرد شاه بلوط و ذرت مشخص نمود که با افزایش سطح صمغ زانتان از 0/3 به 0/6 درصد در کیک، ابتدا روندی صعودی و پس از آن نزولی را در میزان حجم مخصوص در پی داشت. به گونه‌ای که نمونه حاوی 0/6 درصد زانتان دارای بالاترین مقدار حجم مخصوص بود. در ادامه می‌توان خاطر نشان نمود که، بررسی اثر متقابل این دو عامل (سطوح مختلف اختلاط آرد شاه بلوط-ذرت و زانتان) نشان داد که بیشترین میزان حجم مخصوص مربوط به نمونه‌های حاوی 75 درصد آرد شاه بلوط-25 درصد آرد ذرت و 0/6 درصد زانتان و 50 درصد آرد شاه بلوط-50 درصد آرد ذرت و 0/6 درصد زانتان بودند ($P < 0/05$) (شکل 2). در این زمینه نقی‌پور و همکاران با افزودن صمغ گوار و زانتان تا سطح 0/6 درصد به کیک محتوی سورگوم ابتدا افزایش حجم مخصوص و



شکل 2- تأثیر متقابل سطوح مختلف اختلاط آرد شاه بلوط - ذرت و صمغ زانتان بر میزان حجم مخصوص کیک روغنی دونگلوتن.

خواهد داشت (24). همتیان و همکاران، در طی مطالعه خود که به بررسی تأثیر آرد بلوط و سویا در کیک بدون گلوتن پرداختند، نتایج مشابهی را گزارشو بیان کردند که آرد بلوط سبب افزایش میزان تخلخل محصول نهایی شد. از سوی دیگر استفاده از سطح مناسب صمغ می‌تواند در افزایش تخلخل کیک روغنی بدون گلوتن مناسب باشد که نتایج بدست آمده گویای همین امر است (25). Gambus و همکاران (2007) در بررسی های خود در زمینه بررسی اثر صمغ در مخلوط بدون گلوتن نشاسته ذرت و نشاسته سیب‌زمینی نتایج قابل قبولی را گزارش نمودند. این محققین این نتیجه دست یافتند که افزودن صمغ در سطوح کمتر از 1 درصد به دلیل تشکیل شبکه‌ای مشابه شبکه گلوتهی و حفظ سلول‌های هوای ورودی در بافت خمیر، تأثیر خاصی بر روی شکل، اندازه و توزیع سلول‌های گازی داشت اما سطوح بالای مصرف صمغ سبب ایجاد حباب‌های هوای ورودی به نسبت بزرگ و کشیده، با توزیع غیریکنواخت در بافت محصول شد که به موجب آن میزان تخلخل کاهش یافت (26).

3-3- بررسی اثر متقابل متغیرها بر تخلخل کیک در شکل (3) اثر متقابل اختلاط آرد شاه بلوط - ذرت و صمغ گزانتان بر میزان تخلخل کیک نشان داده شده است. با بررسی اثر متقابل این دو عامل مشخص گردید که بیشترین کمترین میزان تخلخل به ترتیب مربوط به نمونه های حاوی 75 درصد آرد شاه بلوط - 25 درصد آرد ذرت و 0/6 درصد صمغ گزانتان بود و 25 درصد آرد شاه بلوط - 75 درصد آرد ذرت و 1 درصد صمغ گزانتان بود ($P < 0/05$). با بررسی بیشتر نتایج اثر مستقل سطوح متفاوت افزودن صمغ گزانتان مشخص گردید که نمونه های حاوی 0/6 و 1 درصد دارای حداقل و حداکثر میزان تخلخل می باشند. با بررسی تحقیق های پیشین مشخص گردید که، افزایش میزان تخلخل محصولات صنایع پخت به دلیل کاهش اندازه و افزایش تعداد سلول‌های گازی و توزیع یکنواخت آنها در بافت محصول نهایی است و هر عاملی که بتواند بر کاهش اندازه حبابچه‌ها و افزایش تعداد آنها و از طرفی پخش یکنواخت سلول‌های گازی مؤثر واقع شود، نقش کلیدی بر افزایش تخلخل

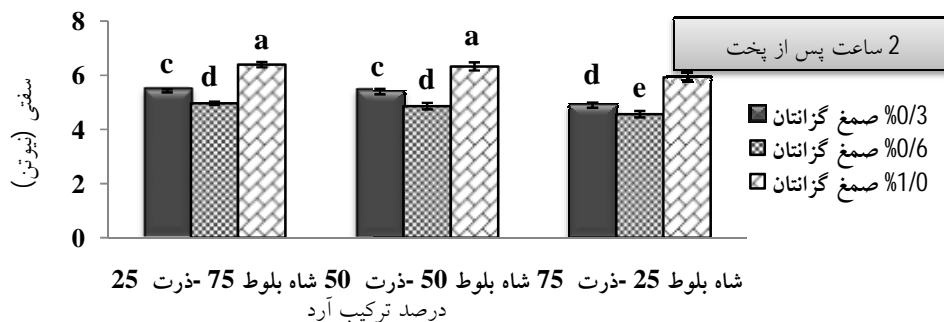


شکل 3- تأثیر متقابل سطوح مختلف اختلاط آرد شاه بلوط-ذرت و صمغ زانتان بر میزان تخلخل کیک روغنی بدون گلوتن

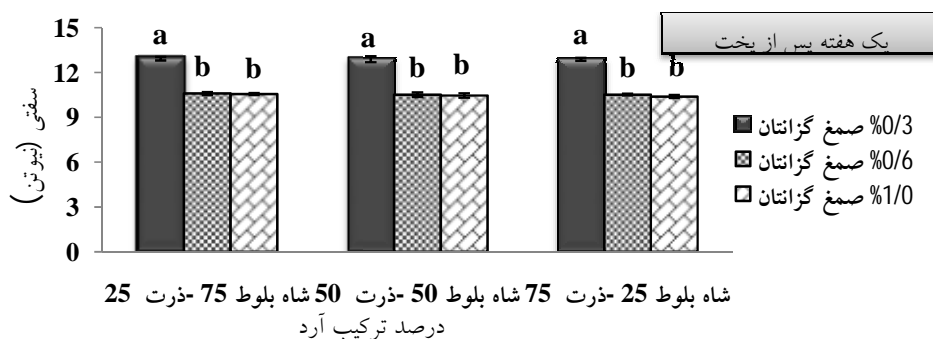
نتایج اثر مستقل در بین نمونه‌ها نشان می‌دهد بین بافت حاوی 75 درصد آرد شاه بلوط-25 درصد آرد ذرت و 50 درصد آرد شاه بلوط-50 درصد آرد ذرت اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید و این دو نمونه مشترکاً دارای بالاترین میزان سفتی بافت در محدوده فوق‌الذکر را داشتند. در این راستا Mezaize و همکاران، با افزودن صمغ گوار و گزانتان به مخلوط آردی شامل آرد برنج، نشاسته ذرت، آرد ذرت و نشاسته سیب‌زمینی مشاهده نمودند که محصول های حاوی 1 درصد صمغ و بیش از آن از میزان سفتی بافت بیشتری برخوردارند (27). همچنین Onyango و همکاران (2009) بیان نمودند که، هیدروکلوئیدها اثرات مختلفی بر میزان سفتی بافت محصول داشته و حتی می‌توانند اثرهای مخربی در پی داشته باشند (28).

4-3- بررسی اثر متقابل متغیرها بر بافت کیک

بررسی میزان سفتی در دو بازه‌ی زمانی دو ساعت و یک هفته پس از پخت صورت گرفت. به‌طور کل براساس نتایج اثر متقابل دو عامل سطوح مختلف اختلاط آرد شاه بلوط-ذرت و صمغ گزانتان بر میزان سفتی بافت نمونه‌های تولیدی در بازه زمانی 2 ساعت پس از پخت مشخص گردید که نمونه حاوی 25 درصد آرد شاه بلوط-75 درصد آرد ذرت و 0/6 درصد صمغ گزانتان حداقل و 75 درصد آرد شاه بلوط-25 درصد آرد ذرت و 1 درصد صمغ گزانتان و 50 درصد آرد شاه بلوط-50 درصد آرد ذرت و 1 درصد صمغ گزانتان مشترکاً حداکثر میزان سفتی در بازه زمانی 2 ساعت پس از پخت را برخوردار بودند ($P < 0/05$) (شکل 4).



شکل 4- تأثیر متقابل سطوح مختلف اختلاط آرد شاه بلوط-ذرت و صمغ زانتان بر میزان سفتی بافت کیک روغنی بدون گلوتن در بازه زمانی 2 ساعت پس از پخت.



شکل 5- تأثیر متقابل سطوح مختلف اختلاط آرد شاه بلوط-ذرت و صمغ زانتان بر میزان سفتی بافت کیک روغنی بدون گلوتن در بازه زمانی یک هفته پس از پخت.

افزایش فشردگی و سفتی بافت می گردد. بنابراین انتخاب دقیق غلظت صمغ مصرفی جهت کاهش روند بیاتی و تولید محصولی با بافت نرم امری ضروری به نظر می رسد (29).

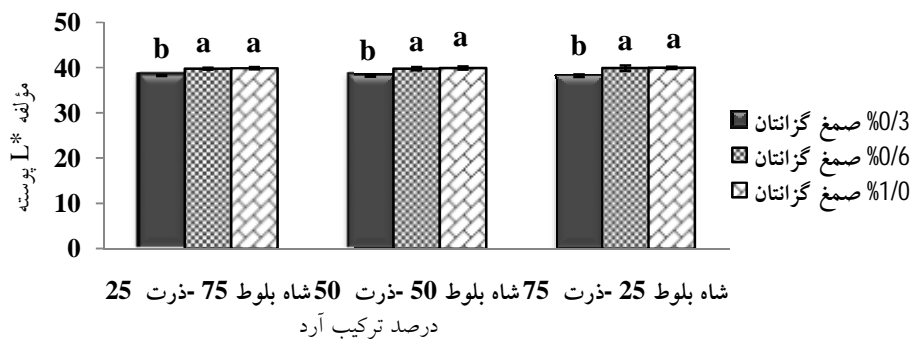
3-5- بررسی اثر متقابل متغیرها بر رنگ کیک

نتایج اثر مستقل سطوح متفاوت افزودن زانتان به کیک روغنی بدون گلوته نشان داد که با افزایش سطح صمغ، میزان مؤلفه رنگی (L^*) محصول های تولیدی به طور معنی داری در سطح 5 درصد افزوده شد. این در حالی بود که بین سطوح 0/6 و 1 درصد صمغ زانتان اختلاف معنی داری در سطح اطمینان 95 درصد در میزان مؤلفه رنگی (L^*) مشاهده نشد. تأثیر متقابل دو عامل سطوح اختلاط آرد شاه بلوط-ذرت و صمغ در شکل (6) بر شاخص (L^*) نشان داد که نمونه حاوی 0/3 درصد زانتان، دارای کمترین و محصول محتوی 0/6 و 1 درصد صمغ (در تمام سطوح اختلاط آرد شاه بلوط و ذرت) بیشترین مؤلفه رنگی (L^*) بودند ($P < 0/05$). مطالعه ای دیگر مشخص شد که، تغییرات سطح محصولات صنایع پخت، مسئول روشنایی آن است و سطوح منظم و صاف نسبت به چین دار توانایی بیشتری در انعکاس نور و افزایش (L^*) دارد. از این رو این انتظار وجود داشت که نمونه های حاوی سطوح بالاتر صمغ زانتان میزان مؤلفه رنگی (L^*) بیشتری داشته باشند (30). در بررسی اثر مستقل سطوح اختلاط دو نوع آرد شاه بلوط و ذرت بالاترین میزان مؤلفه رنگی (a^*) به نمونه حاوی 75 درصد آرد شاه بلوط -

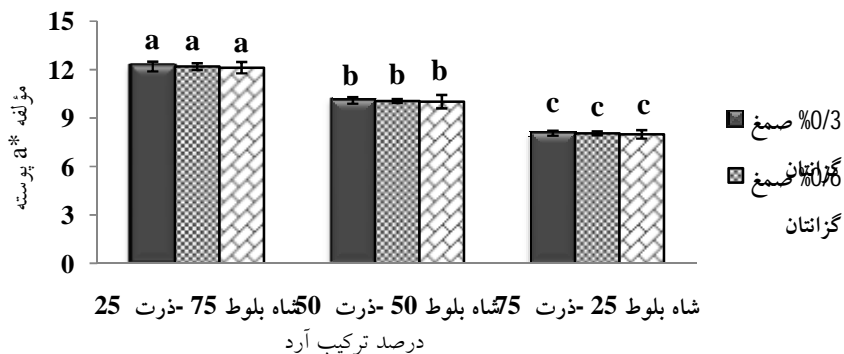
در محصولات پخت پس از حدود یک هفته مشخص شد که بیشترین میزان نرمی یا به عبارتی کمترین مقدار سفتی متعلق به اختلاط دو آرد به اضافه 0/6 و 1 درصد زانتان بوده که البته این داده ها با تجزیه و تحلیل اثرهای مستقل سطوح به دست آمد ($P < 0/05$). در ادامه تأثیر متقابل دو نوع آرد و صمغ بررسی و مشخص گردید که نمونه های حاوی 0/3 درصد زانتان دارای بیشترین و 0/6 و 1 درصد کمترین میزان سفتی بافت بودند. در بررسی شکل (5)، به نظر می رسد علت این رخداد به ماهیت هیدروکلوئیدها و غلظت آن در حفظ و نگهداری رطوبت در طی مدت زمان نگهداری بر می گردد و اگر چه نمونه حاوی 1 درصد صمغ گزانتان از بافت سفت تری در بازه زمانی 2 ساعت پس از پخت برخوردار بوده است اما به واسطه نگهداری میزان بیشتری رطوبت پس از سپری شدن مدت زمان یک هفته پس از پخت توانسته تا حدود زیادی از بیاتی بافت محصول که مهم ترین عامل سفتی محصولات صنایع پخت در طی مدت زمان نگهداری است و نشأت گرفته از خروج رطوبت می باشد، ممانعت نماید. علت اصلی بیاتی محصولات بدون گلوتن کاهش رطوبت و مهاجرت آسان تر آن از مغز به پوسته است که در نتیجه عدم حضور گلوتن روی می دهد که البته با افزودن انواع صمغ ها تا حدودی می توان از خروج رطوبت از بافت محصول جلوگیری و روند بیاتی را به تأخیر انداخت. اما جهت تأکید می توان گفت چنان چه میزان صمغ در محصول بیش از حد مورد نیاز باشد این خود سبب

نسبت به آرد ذرت از رنگ تیره‌تری برخوردار بود (25). همان‌گونه که نتایج اثر مستقل سطوح اختلاط دو نوع آرد شاه بلوط و ذرت نشان داد با افزایش میزان آرد ذرت در کیک به‌طور معنی‌داری در سطح 5 درصد بر میزان مؤلفه رنگی (b*) نمونه‌های تولیدی افزوده شد. به طوری که بالاترین میزان نمونه حاوی 75 درصد آرد ذرت-25 درصد آرد شاه بلوط تعلق گرفت. از سوی دیگر نتایج اثر متقابل سطوح متفاوت افزودن صمغ زانتان هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری در سطح آماری 5 درصد بر میزان مؤلفه رنگی (b*) نمونه‌های تولیدی نشان نداد (P<0/05). در بررسی دیگری با افزودن صمغ به نان بدون گلوتن حاوی آرد برنج و نشاسته ذرت افزایش (b*) حاصل گردید که علت آن را رنگدانه‌های موجود در این غلات دانستند (31).

25 درصد آرد ذرت و کمترین به 25 درصد آرد شاه بلوط - 75 درصد آرد ذرت تعلق گرفت (P<0/05). در نهایت تحلیل تأثیر متقابل دو عامل سطوح اختلاط آرد شاه بلوط - ذرت و زانتان بر شاخص (a*) به وضوح نشان داد که سه نمونه حاوی 25 درصد آرد ذرت-75 درصد آرد شاه بلوط دارای کمترین و محصول‌های 75 درصد آرد شاه بلوط-25 درصد آرد ذرت در تمام سطوح مصرفی زانتان یعنی (0/3، 0/6 و 1 درصد) دارای بیشترین میزان قرمزی یا (a*) بودند (شکل 7). همپتان و همکاران، نتایج مشابهی را گزارش و بیان کردند که افزایش میزان آرد بلوط در فرمولاسیون کیک روغنی بدون گلوتن سبب افزایش تیرگی محصول نهایی و به عبارتی مؤلفه رنگی (a*) شد که علت این امر را ماهیت رنگی آرد بلوط دانستند. در این تحقیق نیز حصول چنین نتیجه‌ای دور از انتظار نبود چرا که، آرد شاه بلوط



شکل 6 - تأثیر متقابل سطوح مختلف اختلاط آرد شاه بلوط - ذرت و صمغ زانتان بر میزان مؤلفه (L*) پوسته کیک روغنی بدون گلوتن.



شکل 7 - تأثیر متقابل سطوح مختلف اختلاط آرد شاه بلوط - ذرت و صمغ زانتان بر میزان مؤلفه (a*) پوسته کیک روغنی بدون گلوتن.



شکل 8- تأثیر متقابل سطوح مختلف اختلاط آرد شاه بلوط - ذرت و صمغ زانتان بر میزان مؤلفه (b*) پوسته کیک روغنی بدون گلوتن.

احتمال وجود دارد که کسب امتیاز بیشتر (به لحاظ مزه و بو) نمونه‌های حاوی 0/6 درصد صمغ زانتان در ارتباط مستقیم با مطلوبیت بافت نمونه‌های دارای این سطح از صمغ باشد (25). اغلب محققان معتقدند که درک شدت طعم بستگی به نوع بافت محصول نهایی دارد. علت این رخداد را در بافت‌های متفاوت، برهمکنش‌های مختلف بین مواد طعم‌زا و ساختار بافت بیان نمودند (32). شیرینی محصولی مانند کیک می‌تواند تأثیر بسزایی در جلب نظر مصرف کننده داشته باشد. داده‌های به دست آمده از اثر مستقل سطوح اختلاط دو نوع آرد نشان داد که، بالاترین امتیاز شیرینی مربوط به محصول 75 درصد آرد شاه بلوط-25 درصد آرد ذرت می‌باشد. اما این نمونه تولیدی با 50 درصد آرد شاه بلوط-50 درصد آرد ذرت به لحاظ امتیاز شیرینی اختلاف معنی‌داری در سطح اطمینان 95 درصد نداشتند ($P < 0/05$). تحلیل اثر متقابل دو عامل سطوح مختلف اختلاط آرد شاه بلوط-ذرت و صمغ گزانتان بر امتیاز شیرینی نمونه‌های تولیدی به وضوح نشان داد که نمونه حاوی 75 درصد آرد شاه بلوط-25 درصد آرد ذرت و 1 درصد زانتان دارای کمترین امتیاز شیرینی بود (جدول 2). از طرفی به نظر می‌رسد علت احساس شیرینی کمتر در نمونه‌های حاوی 1 درصد صمغ در ارتباط با بافت محصول بوده زیرا، این نمونه‌ها از بافت سفت‌تر و فشردگی بیشتری برخوردار هستند. Chai و همکاران (1991) گزارش نمودند که با افزایش سفتی بافت و ایجاد نرمی بیش از حد در یک

6-3- بررسی اثر متقابل متغیرها بر خواص حسی کیک
 حداقل تأثیر مستقل سطوح مختلف در نمونه 25 درصد آرد شاه بلوط-75 درصد آرد ذرت و حداکثر آن 75 درصد آرد شاه بلوط-25 درصد آرد ذرت مشاهده گردید. در ادامه نتایج اثر متقابل اختلاط آرد شاه بلوط-ذرت و صمغ زانتان نشان داد محصول دارای 75 درصد آرد شاه بلوط-25 درصد آرد ذرت و 0/6 درصد زانتان دارای بالاترین امتیاز مزه در بین سایر کیک‌ها می‌باشد. با توجه به ($P < 0/05$)، بالاترین امتیاز عطر به نمونه حاوی 75 درصد آرد شاه بلوط-25 درصد آرد ذرت و کمترین میزان آن به نمونه حاوی 25 درصد آرد شاه بلوط-75 درصد آرد ذرت تعلق گرفت. اثر مستقل سطوح متفاوت بیانگر برتری امتیاز نمونه حاوی 0/6 درصد زانتان به 1 درصد آن بود که از جانب ارزیابان کسب گردید. با بررسی جدول (2)، تأثیر متقابل دو عامل سطوح مختلف اختلاط آرد شاه بلوط-ذرت و صمغ گزانتان بر امتیاز عطر نمونه‌های تولیدی به وضوح نشان داد که، محصول 75 درصد آرد شاه بلوط-25 درصد آرد ذرت دارای بالاترین امتیاز عطر در بین سایر نمونه‌های کیک روغنی بدون گلوتن را دارد. همتیان و همکاران، در طی مطالعه خود که به بررسی تأثیر آرد بلوط و سویا در تهیه کیک پرداختند، اذعان داشتند که داوران چشایی به نمونه‌های حاوی آرد بلوط امتیاز بالاتری را به لحاظ مزه و بو دادند که این به دلیل مطلوبیت مغذانه‌ها در محصولات نانویی و مطابقت آن با ذائقه مصرف کننده بود. از طرفی این

درصد صمغ گزانتان به ترتیب دارای بیشترین و کمترین امتیاز قابلیت جویدن بودند. ($P < 0/05$). در این راستا لازم به ذکر است که ارزیابان حسی مدعی شدند که نمونه‌های حاوی ۷۵ درصد زانتان دارای چسبندگی بیشتری نسبت به سایر نمونه‌ها بوده و از دیدگاه آنان این محصول‌ها بافتی خمیری داشته به گونه‌ای که به دندان‌ها چسبیده و جویدن و بلع را دچار مشکل نموده است که همین امر سبب کسر امتیاز به لحاظ پارامترهایی از قبیل بافت و قابلیت جویدن شده است. از طرفی نمونه‌های ۰/۳ درصد صمغ پیوستگی لازم را نداشته و تا حدودی خشک بوده که با قرارگیری در دهان سریع و به‌طور غیرقابل انتظار خرد و پودر گشته است. بررسی بر روی اثر مستقل سطوح اختلاط دو نوع آرد نشان می‌دهد با افزایش میزان آرد شاه بلوط در کیک بر امتیاز پذیرش کلی به طور معنی‌داری در سطح آماری ۵ درصد افزوده شد اما این در حالی است که بین دو نمونه حاوی ۷۵ درصد آرد شاه بلوط-۲۵ درصد آرد ذرت و ۵۰ درصد آرد شاه بلوط-۵۰ درصد آرد ذرت اختلاف معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد ($P < 0/05$) به لحاظ امتیاز پذیرش کلی مشاهده نگردید. در اینجا باید گفت که برتری نمونه حاوی ۷۵ درصد آرد بلوط-۲۵ درصد آرد ذرت در ارتباط با کسب بالاترین امتیاز به لحاظ مزه، بو و شیرینی است. البته نمونه حاوی ۵۰ درصد آرد شاه بلوط-۵۰ درصد آرد ذرت نیز در کسب مجموع امتیاز پارامترهای حسی (امتیاز پذیرش کلی) موفق‌تر از نمونه‌های حاوی ۲۵ درصد آرد شاه بلوط-۲۵ درصد آرد ذرت عمل نمود (جدول ۲). تاثیر متقابل عوامل گفته شده بر امتیاز پذیرش کلی به وضوح نشان داد که نمونه حاوی ۷۵ درصد آرد شاه بلوط-۲۵ درصد آرد ذرت و ۰/۶ درصد زانتان حداکثر و ۲۵ درصد آرد شاه بلوط-۷۵ درصد آرد ذرت و ۱ درصد صمغ دارای حداقل امتیاز پذیرش کلی را از جانب ارزیابان حسی کسب نمود. ($P < 0/05$).

ماده غذایی، میزان شدت شیرینی کاهش می‌یابد که نتایج پژوهش حاضر این مطلب را تایید می‌نماید (۳۳). بررسی اثر مستقل سطوح نشان داد که بالاترین امتیاز رنگ به نمونه حاوی ۷۵ درصد آرد شاه بلوط-۲۵ درصد آرد ذرت تعلق می‌گیرد. اثر متقابل دو عامل سطوح مختلف اختلاط آرد شاه بلوط-ذرت و زانتان بر رنگ نمونه‌های تولیدی به وضوح مشخص کرد که، محصول ۷۵ درصد آرد شاه بلوط-۲۵ درصد آرد ذرت و ۰/۶ درصد صمغ دارای بیشترین و ۲۵ درصد آرد شاه بلوط-۷۵ درصد آرد ذرت در سطح ۰/۳ و ۰/۳ درصد زانتان کمترین امتیاز رنگ بودند ($P < 0/05$). به احتمال زیاد علت برتری رنگ نمونه حاوی ۰/۶ درصد صمغ زانتان تحت تأثیر خصوصیات سطحی این نمونه باشد. زیرا این سطح غلظتی مناسب جهت ایجاد پوسته‌ای هموار بوده که این خود در بازتاب نور و طبیعتاً به نظر رسیدن رنگی مطلوب از دید مصرف‌کننده دخیل می‌باشد. همتیان و همکاران (۱۳۹۲) با تحقیق بر روی کاربرد آرد بلوط در تهیه کیک بدون گلوتن، به رنگی مشابه قهوه و یا کاکائو دست پیدا کردند (۲۵). با بررسی اثر متقابل دو عامل اختلاط آرد شاه بلوط-ذرت و صمغ زانتان در جدول (۲)، بر امتیاز بافت نمونه‌های تولیدی به وضوح نشان داد که نمونه‌های حاوی ۰/۶ درصد زانتان بیشترین و ۱ درصد صمغ (در تمام سطوح اختلاط آرد شاه بلوط و ذرت) دارای کمترین امتیاز بافت بودند ($P < 0/05$). نتایج تأثیر مستقل سطوح متفاوت افزودن صمغ زانتان به کیک بیانگر برتری بافت نمونه حاوی ۰/۶ درصدی بود. با تحلیل اثر متغیر مستقل در سطوح مختلف مشخص گردید که با افزایش میزان آرد شاه بلوط در محصول‌های تولیدی اندکی از امتیاز بافت کاسته شده اما این کاهش امتیاز قابلیت جویدن در سطح آماری ۵ درصد معنی‌دار نبود. تاثیر متقابل دو عامل سطوح اختلاط آرد شاه بلوط-ذرت و صمغ بر امتیاز قابلیت جویدن نمونه‌های تولیدی به وضوح نشان داد که نمونه‌های حاوی ۰/۶ و ۱

جدول 2- اثر متقابل سطوح مختلف اختلاط آرد شاه بلوط - ذرت و صمغ زانتان بر میزان خواص حسی کیک روغنی بدون گلوتن

| تیمار | سطوح متفاوت آرد | صمغ زانتان | مزه | بو | شیرینی | رنگ | بافت | قابلیت جویدن | پذیرش کلی |
|-------|-----------------|------------|---------|---------|---------|---------|--------|--------------|-----------|
| شاهد | 0 | 0 | 4/15 a | 4/58 a | 3/87 ab | 4/26 ab | 4/46 a | 4/64 ab | 3/98 ab |
| 1 | 25 | 0/3 | 3/4 f | 3/13 d | 3/6b | 2/8 e | 4 b | 4/53 b | 3/57 g |
| 2 | 25 | 0/6 | 3/66 de | 4/28 c | 3/68 b | 3/46 d | 4/86 a | 4/93 a | 4/13 d |
| 3 | 25 | 1 | 3 g | 2/26 e | 2/65 d | 2/86 e | 3/2 c | 3/46 c | 2/95 h |
| 4 | 50 | 0/3 | 3/8 d | 4/13 c | 3/86 a | 3/86 c | 3/93b | 4/53b | 4/02 e |
| 5 | 50 | 0/6 | 4/3 b | 4/46 b | 4 a | 4/25 b | 4/93 a | 5 a | 4/5 b |
| 6 | 50 | 1 | 3/2f | 3/93c | 3/26c | 3/86 c | 3/26 c | 3/4 c | 3/51 g |
| 7 | 75 | 0/3 | 4/06 c | 4/56 ab | 4 a | 4/2 b | 3/93 b | 4/64 b | 4/25 c |
| 8 | 75 | 0/6 | 4/66 a | 4/86 a | 4/06 a | 4/85 a | 4/93 a | 5 a | 4/69a |
| 9 | 75 | 1 | 3/53 ef | 4/46b | 3/26 c | 4/26 b | 3/2 c | 3/4 c | 3/68 f |

حروف مشابه در هر ستون از نظر آماری در $P < 0.05$ تفاوت معنی داری ندارند.

4- نتیجه گیری

البته با افزایش میزان آرد شاه بلوط در تولید بر میزان تخلخل، مؤلفه رنگی (a^*) و سفتی بافت در بازه زمانی 2 ساعت پس از پخت افزوده و از میزان مؤلفه رنگی (b^*) کاسته شد. همچنین نتایج نشان داد که با افزایش میزان صمغ میزان رطوبت و مؤلفه رنگی (L^*) افزوده گردید. علاوه بر این نتایج حاکی از برتری سطح 0/6 درصد زانتان جهت بهبود خصوصیات کمی و کیفی کیک بود. در نهایت براساس نتایج حاصله از پذیرش کلی که مجموع امتیاز پارامترهایی از قبیل مزه، بو، شیرینی، رنگ، بافت و قابلیت جویدن بود، نمونه حاوی 75 درصد آرد شاه بلوط-25 درصد آرد ذرت و 0/6 درصد صمغ زانتان بالاترین امتیاز پذیرش کلی را از جانب ارزیابان حسی کسب نمود.

5- منابع

- Hopper, A.D., Cross, S.S., Hurlstone, D.P., McAlindon, M.E., Lobo, A.J., and Hadjivassiliou, M. 2007. Pre-endoscopy serological testing for coeliac disease: evaluation of a clinical decision tool. *British Medical Journal*, 334:729-732.
- Elke, K.A., and Dal Bello, F. 2008. *The gluten-free cereal products and beverages*. Elsevier Inc, 1-394.

ذرت به عنوان یکی از اصلی ترین منابع کربوهیدرات شناخته شده و به علت داشتن مقدار زیادی آمیلوپکتین می تواند در محصولات فاقد گلوتن حضور داشته باشد. شاه بلوط حاوی مقدار زیادی نشاسته و پروتیین بوده که می تواند در رژیم بیماران سلیاک توصیه گردد. زانتان به علت داشتن ویسکوزیته بالا در غلظت و سرعت برش کم، مدول الاستیک بالا، حساس نبودن به حرارت و سازگاری با نمک عملکرد مناسبی در بهبود بافت، حفظ رطوبت خمیر کیک، ماندگاری بالای محصول از طریق محدود کردن رتروگراداسیون و ظاهر مناسب را در تولید محصولات آردی بر عهده دارد. در این تحقیق هدف بررسی امکان تولید کیک روغنی بدون گلوتن حاوی مخلوطی از آردهای شاه بلوط و ذرت به همراه صمغ زانتان بود که به موجب آن سطوح متفاوت آرد (25، 50 و 75 درصد) و سطوح مختلف صمغ (0/3، 0/6 و 1 درصد) مورد بررسی قرار گرفت. براساس نتایج به وضوح مشخص گردید که سطوح مختلف آرد (شاه بلوط و ذرت) بر میزان رطوبت، حجم مخصوص، سفتی بافت در بازه زمانی 72 ساعت پس از پخت و مؤلفه رنگی (L^*) اثر معنی داری در سطح آماری 5 درصد نداشت.

14. Keyhani, V., Mortazavi, S.A., Karimi, M., Karazhiyan, H., and Sheikholeslami, Z. 2015. Investigation and comparison of the effect of Chubak (*Acanthophyllum glandulosum*) extract and mono- and diglyceride on quality of muffin cake. *Journal of Research and Innovation in Food Science and Technology*, 4(2): 153-172.
15. AACC. 2000. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 10:2.
16. Ronda, F., Gomes, M., Blanco, C.A., and Caballero, P.A. 2005. Effects of polyols and nondigestible oligosaccharides on the quality of sugar free sponge cakes. *Journal of Food Chemistry*, 90:549-555.
17. Fathi, M., Mohebbi, M., and Razavi, S.M.A. 2009. Application of image texture analysis for evaluation of osmotically dehydrated kiwifruit qualities. 5th International Symposium on Food Rheology and Structure.
18. Turabi, E., Sumnu, G., and Sahin, S. 2010. Quantitative analysis of macro and micro structure of gluten-free rice cakes containing different types of gums baked in different ovens. *Food Hydrocolloids*, 24:755-764.
19. Wilderjans, E., Pareyt, B., Goesaert, H., Brijs, K., and Delcour, J.A. 2008. The role of gluten in a pound cake system: A model approach based on gluten-starch blends. *Food Chemistry*, 110:909-915.
20. Larmond, E. 1970. Method for sensory evaluation of food. Food Research Institute: Central Experimental Farm. Ottawa, Canada. Department of Agriculture Publication, 1284:27-30.
21. Ayoubi, A., Habibi Najafi, M. B., and Karimi, M. 2011. Effect of different levels of whey protein concentrate on the physicochemical and sensory properties of muffin cake. *Journal of Food Science and Technology*, 8(29): 81-88.
22. Demirkesen, I. Mert, B., Sumnu, G., and Sahin, S. 2010a. Rheological properties of gluten-free bread formulation. *Journal of Food Engineering*, 96:295-303.
23. Sahraian, B., Naghipour, F., Karimi, M., and Ghiafeh Davoodi, M. 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.
24. Ziobro, R., Korus, J., Witzak, M., and Juszczak, L. 2012. Influence of modified
3. Demirkesen, I., Mert, B., Sumnu, G., and Sahin, S. 2010. Utilization of chest nut flour in gluten-free bread formulation. *Journal of Food Engineering*, 101:329-336.
4. Korus, J., Witzak, M., Ziobro, R., and Juszczak, L. 2009. The impact of resistant starch on characteristics of gluten-free dough and bread. *Food Hydrocolloids*, 23:988-995.
5. Shukla, R., and Cheryan, M. 2001. Zein; The industrial protein from corn. *Industrial Crops and Products*, 13:171-192.
6. Otles, S., and Selek, I. 2012. Phenolic compounds and antioxidant activities of chestnut (*Castanea sativa* Mill) fruits. *Quality Assurance and Safety of Crops and Foods*, 4(4):199-205.
7. Sciarini, L.S., Ribotta, P.D., Leon, A.E., and Perez, G.T. 2012. Incorporation of several additives into gluten free bread: Effect on dough properties and bread quality. *Journal of Food Engineering*, 111(4):590-579.
8. Davidou, S., Le Meste, M., Debever, E., and Bakaert, D. 1996. A contribution to the study of staling of white bread: effect of water and hydrocolloid. *Food Hydrocolloids*, 10: 375-383.
9. Demirkesen, I., Sumnu, G., Sahin, S., and Uysal, N. 2011. Optimisation of formulations and infrared-microwave combination baking conditions of chestnut-rice breads. *International Journal of Food Science and Technology*, 46(9):1809-1815.
10. Moor, M.M., Schober, T.J., Dockery, P., & Arendt, E.K. 2004. Textural comparisons of gluten free and wheatbased doughs, batters and bread. *Cereal Chemistry*, 84:567-575.
11. Moreira, R., Chenlo, F., Torres, M.D., and Prieto, D.M. 2012. Technological Assessment of Chestnut Flour Doughs Regarding to Doughs from Other Commercial Flours and Formulations. *Food and Bioprocess Technology*, 5(6):2301-2310.
12. Invert syrup – Specification. 2005. Institute of Standards and Industrial Research of Iran, 8025, 1st.edition.
13. Naghipour, F., Karimi, M., Habibi Najafi, M.B., Hadad Khodaparast, M.H., Sheikholeslami, Z., Ghiafeh Davoodi, M., and Sahraian, B. 2013. Investigation on production of gluten free cake utilizing sorghum flour, guar and xanthan gums. *Journal of Food Science and Technology*, 10(41): 127-139.

starches on properties of gluten-free dough and bread. Part II: Quality and staling of gluten-free bread. *Food Hydrocolloids*, 29:68-74.

25. Hematian Sourak, A., Mazaheri Tehrani, M., and Mohebi, M. 2014. The effect of soy flour and Chestnut flour the physicochemical and sensory properties of gluten free cakes. 21st National congress of food science and technology.

26. Gambus, H., Sikora, M., and Ziobro, R. 2007. The effect of composition of hydrocolloids on properties of gluten free bread. *Acta Scien Tiarum Polonorum*, 6:61-74.

27. Mezaize, S., Chevallier, S., Le Bail, A., and De Lamballerif, M. 2009. Optimization of gluten-free formulations for french-style breads. *Journal of Food Science*, 74:140-146.

28. Onyango, C., Unbehend, G., and Lindhauer, M.G. 2009. Effect of cellulose-derivatives and emulsifiers on creep- recovery and crumb properties of gluten- free bread prepared from sorghum and gelatinized cassava starch. *Food Research International*, 42:949-955.

29. Ahlborn, G.J., Pike, O.A., Hendrix, S.B., Hess, W.M., and Huber, C.S. 2005. Sensory, mechanical and microscopic evaluation of staling in low protein and gluten free bread. *Cereal Chemistry*, 82:328-335.

30. Purlis, E., and Salvadori, V. 2009. Modelling the browning of bread during baking. *Food Research International*, 42:865-870.

31. Lazaridou, A., Duta, D., Pagageorgiou, M., Belc, N., and Biliaderis, C.G. 2007. Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten -free formulations. *Journal of Food Engineering*, 79:1033-1047.

32 Baines, Z.V., and Morris, E.R. 1988. Flavor/taste perception in thickened systems: The effect of guar gum above and below. *Food Hydrocolloids*, 1(3): 197-205.

33. Chai, E., Oakenfull, D.G., McBride, R.L., and Lane, A.G. 1991. Sensory perception and rheology of flavored gels. *Food Australia*, 43:256-261.