

کاربرد آرد کنجاله کنجد در نان باگت بدون گلوتن (برنج-ذرت) حاوی صمغ گوار و کربوکسی متیل سلولز جهت تولید محصولی فراسودمند

مهدی کریمی^۱، زهرا شیخ الاسلامی^۱، بهاره صحرائیان^{۲*}، مهدی قیافه داودی^۱

فریبا نقی پور^۳

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

۲-دکتری علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران.

۳-مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

(تاریخ دریافت: ۹۵/۱۰/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۲/۰۴)

چکیده

آرد کنجاله کنجد به علت دارا بودن مقادیر بالای پروتئین، فیبر و املاح یک گزینه مناسب جهت بهبود ارزش غذایی نان باگت بدون گلوتن (برنج-ذرت) و تولید محصولی فراسودمند به شمار می‌رود. از این رو تأثیر سطوح مختلف (صفر، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ درصد) آرد کنجاله کنجد (به عنوان جایگزین بخشی از آرد موجود در فرمولاسیون) بر رطوبت، حجم مخصوص، تخلخل، رنگ پوسته، سفتی بافت و پذیرش کلی نان باگت بدون گلوتن (برنج-ذرت) مورد بررسی قرار گرفت و نمونه‌های تولیدی با نمونه حاوی آرد گندم مقایسه شدند. نتایج نشان داد آرد کنجاله کنجد به خصوص در سطوح بالای مصرف سبب افزایش رطوبت و مؤلفه رنگی a^* و کاهش مؤلفه رنگی L^* و b^* شد. این در حالی بود که نمونه حاوی دارای ۱۰ و ۱۵ درصد آرد کنجاله کنجد دارای بالاترین میزان حجم مخصوص بودند. همچنین بیشترین نرمی بافت (در دو بازه زمانی ۲ و ۷۲ ساعت پس از پخت)، تخلخل و حجم مخصوص در نمونه حاوی ۱۰ درصد آرد کنجاله کنجد مشاهده شد و این نمونه نسبت به نان حاوی گندم برتری داشت.

کلیدواژگان: کنجد، بدون گلوتن، مؤلفه‌های رنگی، بافت، آرد گندم.

*مسنول مکاتبات: baharehsahraiyan@yahoo.com

۱- مقدمه

بیماری سلیاک یک بیماری خود ایمن گوارشی است که در اثر مصرف گلیادین گندم، پرولامین چاودار (سکالین)، جو (هوردئین) و جو دوسر (آویدین) بوجود می‌آید و چنانچه بیمار مادام العمر رژیم غذایی فاقد گلوتن داشته باشد، نتیجه مناسبی در بهبود بالینی و مخاط حاصل می‌گردد [۱]. در میان محصولات صنایع پخت، نان گندم یکی از پرمصرف ترین غذاهای حاوی گلوتن است و قوت غالب مردم جامعه را تشکیل می‌دهد. این محصول، غذای پایه در اغلب نقاط جهان است، در ایران نیز بخش اعظم کربوهیدرات، پروتئین و ویتامین های گروه B مورد نیاز روزانه از نان تأمین می‌شود. مصرف سرانه نان در ایران نسبت به بسیاری از کشورها بالاست گلوتن موجود در گندم، پروتئین مهمی در شکل دهی ساختار آرد است و مسئول خصوصیات الاستیک خمیر نان می‌باشد و در ساختمان ظاهر و بافت داخلی بسیاری از محصولات نانوائی شرکت دارد [۲]. حذف این پروتئین از آرد مورد استفاده در فرمولاسیون نان، کیک، بیسکوئیت، کلوچه، دونات و غیره مشکلات مهم تکنولوژیکی و ظاهری را ایجاد می‌کند که در نهایت منجر به کاهش بازارپسندی محصول می‌شود [۱]. از این رو تولیدکنندگان محصولات بدون گلوتن برای جلب رضایت مشتری، رقابت زیادی با یکدیگر دارند. در سال‌های اخیر از ترکیبات پلیمری نظیر نشاسته‌ها، صمغ‌ها، محصولات لبنی، سایر پروتئین‌های فاقد گلوتن و غیره به منظور تقلید از خصوصیات ویسکوالاستیک گلوتن استفاده می‌کنند و بدین وسیله ساختار، احساس دهانی و ماندگاری محصول را افزایش می‌دهند. در میان مقلدهای گلوتن، انواع صمغ‌ها پرکاربردترین هستند اما نمی‌توانند، انرژی و مواد مغذی ناشی از حذف پروتئین را تأمین نمایند. بنابراین در کنار صمغ‌ها جهت غنی‌سازی محصولات بدون گلوتن و تولید مواد غذایی فراسودمند از ترکیبات حاوی املاح، ویتامین‌ها، پروتئین و فیبر استفاده می‌شود. کنجاله کنجد حاوی ۳۵/۶ درصد پروتئین، ۷/۶ درصد فیبر خام، ۱۱/۸ درصد خاکستر و ۸۳/۲ درصد ماده خشک است (3). از این رو به نظر می‌رسد کنجاله مغزها نظر کنجد بتواند منبع مناسبی جهت غنی‌سازی محصولات نانوائی از جمله دسته بدون گلوتن باشد. در این راستا صوفیان و همکاران (۱۳۹۳) از کنجاله بادام شیرین (در سطوح صفر، ۵ و ۱۰ درصد) و صمغ گزانتان (در سطوح صفر، ۰/۳، ۰/۶ و یک درصد) در

تولید کیک بدون گلوتن استفاده نمودند. نتایج این تحقیق نشان داد به ترتیب افزودن صمغ و کنجاله بادام سبب افزایش و کاهش روشنایی نمونه‌ها شد. این در حالی بود که تخلخل نمونه‌های تولیدی با افزودن کنجاله بادام افزایش یافت. صمغ گزانتان نیز تا سطح ۰/۳ درصد نیز توانست تخلخل را افزایش دهد. همچنین نتایج حاکی از افزایش میزان سفتی، رطوبت و ویسکوزیته تمام نمونه‌ها شد. در نهایت یافته‌های این پژوهش نشان داد که داوران چشایی به کیک‌های بدون گلوتن حاوی کنجاله بادام امتیاز بالایی را به لحاظ خصوصیات حسی دادند [۴]. از سوی دیگر علیمی و همکاران (۱۳۹۳) از کنجاله دانه گل مغربی که دارای محتوای پروتئینی و فیبر بود در سطوح صفر، ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد در فرمولاسیون کیک اسفنجی استفاده نمودند و خصوصیات کمی و کیفی محصول تولیدی را ارزیابی نمودند. نتایج این پژوهشگران به وضوح نشان داد با افزایش کنجاله در فرمولاسیون اولیه از حجم نمونه‌ها کاسته و بر دانسیته ظاهری آن‌ها افزوده شد. همچنین افزایش میزان کنجاله سبب افزایش رطوبت، فعالیت آبی، محتوای فیبر و پروتئین شد. خصوصیات حسی نمونه‌های حاوی کنجاله دانه مغربی مورد پذیرش ارزیابان حسی قرار گرفت [۵]. سنگ و همکاران (۲۰۰۲) در مطالعه خود گزارش نمودند مقدار پروتئین مغزانه‌ها نظیر بادام بالاست که این پروتئین‌ها قابلیت هضم بالایی داشته و آلبومین و گلوبولین بخش مهمی از پروتئین اصلی آن را تشکیل می‌دهد. به طور معمول مغزانه‌ها به عنوان یک میان وعده غذایی یا اجزای تشکیل‌دهنده انواع مواد غذایی فرآیند شده و به طور خاص در شیرینی‌پزی و نانوائی استفاده نمود [۶]. از این رو در تحقیق حاضر به بررسی اثر کنجاله کنجد (به دلیل ارزش تغذیه‌ای بالا و اثبات شده آن) در سطوح صفر، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ درصد بر خصوصیات تکنولوژیکی، تصویری و حسی نان بدون گلوتن حاوی آرد برنج و ذرت و صمغ های کربوکسی متیل سلولز و گوار پرداخته شد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

آرد برنج و ذرت از بازار محلی تهیه گردید. هر دو آرد در سردخانه بالای صفر (۴-۳ درجه سانتی‌گراد) نگهداری شد. همچنین سایر مواد شامل مواد شیمیایی از شرکت مرک (آلمان)،

فرمولاسیون (برنج و ذرت) شده است. به طور مثال جهت جایگزینی ۱۰ درصد آرد کنجاله کنجد با آرد مصرفی، ۵ درصد از آرد برنج و ۵ درصد از آرد ذرت موجود در فرمولاسیون کاسته شد. همچنین در این پژوهش نمونه‌ای با آرد گندم بدون حضور صمغ گوار و کربوکسی متیل سلولز و کنجاله کنجد تهیه گردید و نمونه‌های تولیدی در مقایسه با این نمونه قرار گرفتند. بنابراین در این پژوهش دو نمونه به عنوان شاهد در نظر گرفته شد که شاهد شماره یک، نان حاوی آرد گندم و شاهد شماره دو، نان بدون گلوتن فاقد آرد کنجاله کنجد بود.

۲-۲-۲- خصوصیات شیمیایی کنجاله کنجد

خصوصیات شیمیایی شامل رطوبت، پروتئین، خاکستر، فیبر، کربوهیدرات، چربی، فسفر، آهن، کلسیم و منیزیم مطابق با استاندارد AACC، ۲۰۰۰ محاسبه گردید [۸].

۲-۲-۳- رطوبت

جهت انجام این آزمایش از استاندارد AACC، ۲۰۰۰ شماره ۱۶-۴۴ استفاده گردید. برای این منظور نمونه‌ها در فاصله زمانی ۲ ساعت پس از پخت در آون (مارک Jeto Tech، مدل OF-O2G، ساخت کشور کره جنوبی) با حرارت ۱۰۵-۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند [۸].

۲-۲-۴- حجم مخصوص

برای اندازه‌گیری حجم مخصوص از روش جایگزینی حجم با دانه کلزا^۱ مطابق با استاندارد AACC، ۲۰۰۰ شماره ۱۰-۷۲ استفاده شد. برای این منظور در فاصله زمانی ۲ ساعت پس از پخت، قطعه‌ای به ابعاد ۲×۲ سانتی‌متر از مرکز هندسی نان تهیه گردید و حجم مخصوص آن تعیین شد [۸].

۲-۲-۵- تخلخل

به منظور ارزیابی میزان تخلخل مغز نان در فاصله زمانی ۲ ساعت پس از پخت، از تکنیک پردازش استفاده شد. بدین منظور برشی به ابعاد ۲ در ۲ سانتی‌متر از مغز نان تهیه گردید و به وسیله اسکنر (مدل: HP Scanjet G3010) با وضوح ۳۰۰ پیکسل تصویربرداری شد. تصویر تهیه شده در اختیار نرم‌افزار Image J^۲ (ساخت مؤسسه ملی بهداشت^۳، ایالات متحده آمریکا) قرار

شکر، نمک و روغن نباتی مایع از یک فروشگاه عرضه‌کننده مواد اولیه قنادی خریداری گردید. مخمر مورد استفاده (ساکارومایسس سرویسیا) که به شکل پودر مخمر خشک فعال و به صورت بسته بندی وکیوم بود از شرکت خمیرمایه رضوی (مشهد، ایران)، لسیتین از شرکت طوس ارژن (مشهد، ایران)، پودر سفیده تخم مرغ از شرکت گل پودر گلستان (گرگان، ایران) و صمغ‌های گوار و کربوکسی متیل سلولز از شرکت رودیا (فرانسه) خریداری شدند. همچنین کنجاله کنجد از یک کارگاه روغن‌کشی دانه کنجد محلی در شهرستان مشهد تهیه گردید. لازم به ذکر است که اندازه ذرات کنجاله با ذرات آرد مصرفی در فرمولاسیون نان بدون گلوتن مشابهت داشت.

۲-۲-۲- روش‌ها

۲-۲-۱- تولید نان

جهت تهیه خمیر نان ۵۰ درصد آرد برنج، ۵۰ درصد آرد ذرت، ۲ درصد مخمر خشک، ۱ درصد شکر، ۰/۵ درصد پودر سفیده تخم مرغ و ۰/۷۵ درصد لسیتین، ۱/۵ درصد صمغ گوار، ۰/۵ درصد صمغ کربوکسی متیل سلولز و سطوح متفاوت آرد کنجاله کنجد (صفر، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ درصد) در مخزن همزن (مدل اسپیرال، ساخت کشور تایلند) با یکدیگر مخلوط شدند و آب مورد نیاز (براساس جذب آب فارینوگراف) به آن‌ها افزوده گردید و خمیر با ۱۵۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه هم زده شد و ۱ درصد روغن در دقیقه ششم به فرمولاسیون اضافه شد. پس از تهیه خمیر، تخمیر اولیه به مدت ۳۰ دقیقه در دمای محیط (۲۵ درجه سانتی‌گراد) صورت گرفت، سپس خمیر به قطعات ۲۵۰ گرمی تقسیم گردید و پس از عمل چانه‌گیری به مدت ۱۰-۸ دقیقه در دمای محیط به منظور سپری شدن زمان تخمیر میانی قرار گرفت. بعد از طی شدن این مرحله و فرم دادن خمیر، تخمیر نهایی به مدت ۴۵ دقیقه در گرمخانه با دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد در بخار اشباع انجام شد. سپس عمل پخت در فر گردان با هوای داغ (ZuccihelliForni، ایتالیا) با دمای ۲۶۰ درجه سانتی‌گراد و مدت زمان ۱۳ 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 [۷].

لازم به ذکر است که آرد کنجاله کنجد جایگزین آرد مصرفی در

1. Rape seed displacement
2. Image Processing and Analysis in Java
3. National Institutes of Health

۲-۲-۸- پذیرش کلی

بدین منظور ۱۰ داور از بین افراد آموزش دیده مطابق با آزمون مثلثی و روش گاسولا و سینگ (۱۹۸۴) انتخاب گردیدند و سپس خصوصیات حسی نان از نظر فرم و شکل (شکل نامتقارن، پارگی یا از بین رفتن قسمتی از نان و وجود هرگونه حفره یا فضای داخلی)، خصوصیات سطح بالایی (سوختگی، غیرطبیعی بودن رنگ، چین و چروک و سطح غیر عادی)، خصوصیات سطح پائینی (سوختگی، چین و چروک و سطح غیر عادی)، پوکی و تخلخل (خلل و فرج غیر عادی، تراکم و فشردگی زیاد)، سفتی و نرمی بافت (خمیری بودن و یا نرمی غیر عادی، سفت بودن، تردی و شکنندگی)، قابلیت جویدن (خشک و سفت بودن، گلوله و خمیری بودن در دهان و چسبیدن به دندانها) و بو، طعم و مزه (طعم تند و زننده، بوی خامی یا ترشیدگی و یا عطر طبیعی) توسط مورد ارزیابی قرار گرفت. ضریب ارزیابی صفات از بسیار بد (۱) تا بسیار خوب (۵) بود. خصوصیات بررسی شده به یک اندازه مؤثر نیستند. بنابراین پس از بررسی منابع به هریک از ویژگیها به ترتیب ضریب رتبه‌ای ۴، ۲، ۱، ۲، ۲، ۳ و ۳ داده شد. در نهایت با داشتن این معلومات، امتیاز کلی (عدد کیفیت نان) با استفاده از رابطه ذیل محاسبه گردید [۱۲].

$$Q = \frac{\sum(P \times G)}{\sum P} = \text{امتیاز کلی (عدد کیفیت نان)}, P = \text{ضریب رتبه صفات و } G = \text{ضریب ارزیابی صفات.}$$

۲-۲-۹- طرح آماری و روش آنالیز نتایج

نتایج بدست آمده در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با استفاده از نرم‌افزار Mstat-c نسخه ۱/۴۲ مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. بدین ترتیب میانگین سه تکرار با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد ($P < 0.05$) مقایسه گردید و جهت رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- خصوصیات شیمیایی کنجاله کنجد

در بررسی انجام شده مشخص گردید کنجاله کنجد خریداری شده دارای ۴/۰۱ درصد رطوبت، ۳۶/۴۲ درصد پروتئین، ۱۱/۰۹ درصد خاکستر، ۸/۶۷ درصد فیبر، ۲۹/۱۷ درصد کربوهیدرات،

گرفت. با فعال کردن قسمت ۸ بیت^۴، تصاویر سطح خاکستری^۵ ایجاد شد. جهت تبدیل تصاویر خاکستری به تصاویر دودویی^۶، قسمت دودویی نرم‌افزار فعال گردید. این تصاویر، مجموعه‌ای از نقاط روشن و تاریک است. که محاسبه نسبت نقاط روشن به تاریک به عنوان شاخصی از میزان تخلخل نمونه‌ها بر آورد می‌شود. بدیهی است که هر چقدر این نسبت بیشتر باشد بدین معناست که میزان حفرات موجود در بافت نان (میزان تخلخل) بیشتر است. در عمل با فعال کردن قسمت Analysis نرم‌افزار، این نسبت محاسبه و درصد تخلخل نمونه‌ها اندازه‌گیری شد [۹].

۲-۲-۶- رنگ پوسته

آنالیز رنگ پوسته نا در فاصله زمانی ۲ ساعت پس از پخت، از طریق تعیین سه شاخص L^* ، a^* و b^* صورت پذیرفت. شاخص L^* معرف میزان روشنی نمونه می‌باشد و دامنه آن از صفر (سیاه خالص) تا ۱۰۰ (سفید خالص) متغیر است. شاخص a^* میزان نزدیکی رنگ نمونه به رنگ‌های سبز و قرمز را نشان می‌دهد و دامنه آن از ۱۲۰- (سبز خالص) تا ۱۲۰+ (قرمز خالص) متغیر است. شاخص b^* میزان نزدیکی رنگ نمونه به رنگ‌های آبی و زرد را نشان می‌دهد و دامنه آن از ۱۲۰- (آبی خالص) تا ۱۲۰+ (زرد خالص) متغیر می‌باشد. جهت اندازه‌گیری این شاخص‌ها ابتدا برشی به ابعاد ۲ در ۲ سانتی‌متر از نان تهیه گردید و به وسیله اسکنر (مدل: HP Scanjet G3010) با وضوح ۳۰۰ پیکسل تصویر برداری شد. سپس تصاویر در اختیار نرم‌افزار Image J قرار گرفت. با فعال کردن فضای LAB در بخش Plugins، شاخص‌های فوق محاسبه شد [۱۰].

۲-۲-۷- بافت

ارزیابی بافت نان در فاصله زمانی ۲ و ۷۲ ساعت پس از پخت، با استفاده از دستگاه بافت‌سنج QTS مدل CNS Farnell, UK ساخت کشور انگلستان انجام گرفت. حداکثر نیروی مورد نیاز برای نفوذ یک پروب با انتهای استوانه‌ای (۲ سانتی‌متر قطر در ۲/۳ سانتی‌متر ارتفاع) با سرعت ۳۰ میلی‌متر در دقیقه از مرکز کیک، به‌عنوان شاخص سفتی^۷ محاسبه گردید. نقطه شروع^۸ و نقطه هدف^۹ به ترتیب ۰/۰۵ نیوتن و ۲۵ میلی‌متر بود [۱۱].

4. Bit
5. Gray level images
6. Binary Images
7. Hardness
8. Trigger Point
9. Target Value

حاوی ۱۰ و ۱۵ درصد کنجاله کنجد به لحاظ میزان حجم مخصوص با شاهد ۱ (حاوی آرد گندم) برابری داشتند. این در حالی بود که میزان حجم مخصوص نمونه‌های حاوی ۲۰ و ۲۵ درصد نسبت به شاهد ۲ (نمونه بدون گلوتن فاقد کنجاله کنجد) کمتر بود. میزان حجم مخصوص محصولات نانوائی نظیر نان علاوه بر تعداد سلول‌های گازی تولید شده توسط مخمر و حفظ آن‌ها در طی فرآیند پخت به شدت تحت تأثیر انبساط این حباب‌ها در طی فرآیند پخت می‌باشد. در اینجا به نظر می‌رسد نمونه‌های حاوی ۱۰ و ۱۵ درصد کنجاله کنجد و ۱٫۵ درصد صمغ گوار و ۰/۵ درصد صمغ کربوکسی‌متیل سلولز توانسته‌اند شبکه‌ای مشابه شبکه گلوته را در نان باگت حاوی آرد گندم ایجاد نمایند و میزان حجم مطلوبی داشته باشند. از طرفی این احتمال وجود دارد که کاهش حجم مخصوص در نمونه‌های حاوی ۲۰ و ۲۵ درصد کنجاله کنجد ناشی از افزایش بیش از حد پروتئین در فرمولاسیون و استحکام بخشیدن به دیواره سلول‌های گازی و ممانعت از انبساط آن‌ها در طی فرآیند پخت و در نتیجه عدم افزایش حجم می‌باشد. در این راستا اسکامیلا سیلوا و همکاران (۲۰۱۱) در پژوهشی به بررسی اثر امولسیون‌کنندگی و کف‌کنندگی کنسانتره پروتئین کنجد پرداختند. نتایج این محققان نشان داد این کنسانتره از لحاظ ویژگی‌های عملکردی مشابه و یا حتی بهتر از کنسانتره پروتئین سویا بود. به طوری که ظرفیت امولسیفایری پروتئین کنجد در pH اسیدی و قلیایی ۳۸ درصد بود و از این طریق در حفظ حباب‌های هوا در بافت محصول نهایی بسیار مؤثر است. اما چنانچه میزان این پروتئین در فرمولاسیون بیش از حد نیاز باشد اثر عکس مشاهده می‌گردد که به موجب آن دانسیته افزایش و حجم کاهش می‌یابد [۱۴].

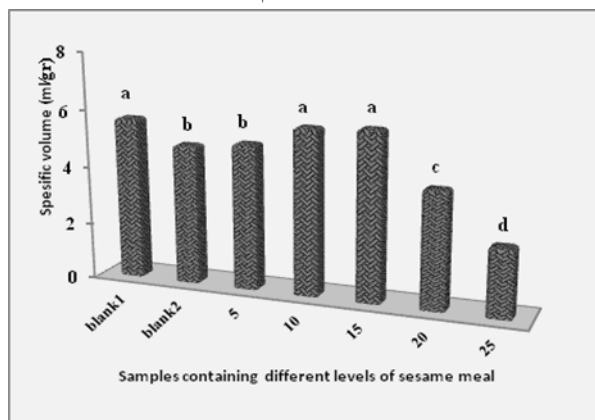


Fig 2 The effect of sesame meal on specific volume of free gluten French bread (rice-corn).

۱۸/۵۴ درصد چربی و به ترتیب ۱/۰۳، ۱۵/۱۷، ۲۱۶/۷۰ و ۸۰۱/۲۳ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم فسفر، آهن، کلسیم و منیزیم بود.

۳-۲-رطوبت

همانطور که نتایج (شکل ۱) نشان می‌دهد، با افزایش بیش از ۵ درصد کنجاله کنجد در فرمولاسیون نان بدون گلوتن بر میزان رطوبت نمونه‌ها نسبت به شاهد ۲ (نان بدون گلوتن فاقد کنجاله کنجد) به طور معنی‌داری در سطح ۵ درصد افزوده شد. این در حالی بود که میزان رطوبت نمونه‌های حاوی ۱۵، ۲۰ و ۲۵ درصد با شاهد ۱ (نان حاوی آرد گندم) برابری داشت. به احتمال زیاد افزایش میزان رطوبت در نمونه‌های حاوی کنجاله کنجد ناشی از قدرت جذب آب توسط ترکیبات دارای گروه‌های آبدوست در ساختار کنجد می‌باشد. در این راستا صوفیان و همکاران (۱۳۹۳) از کنجاله بادام شیرین در سطوح صفر، ۵ و ۱۰ درصد در تولید کیک بدون گلوتن استفاده نمودند و نتایج مشابهی را گزارش کردند [۴].

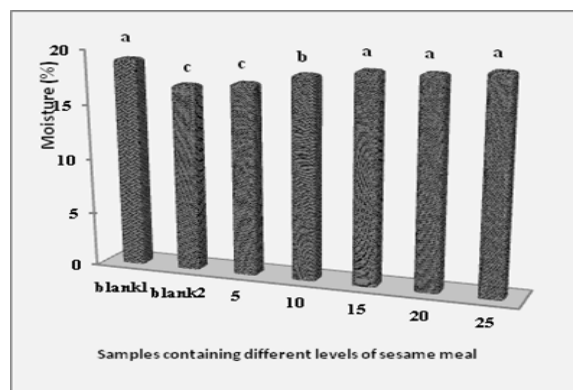


Fig 1 The effect of sesame meal on moisture of free gluten French bread (rice-corn).

هرا و همکاران (۲۰۱۲) از آرد عدس جهت غنی‌سازی محصولات نانوائی استفاده نمودند. این محققان در مطالعه خود به این نتیجه دست یافتند که حضور ترکیبات حاوی پروتئین و فیبر به دلیل دارا بودن گروه‌های آبدوست خود با آب موجود در فرمولاسیون برهمکنش می‌دهند و سبب کاهش انتشار آب و پایداری حضور آن در سیستم می‌شوند و از همین طریق در حفظ رطوبت محصول نهایی در طی فرآیند پخت و پس از آن مؤثرند [۱۳].

۳-۳-حجم مخصوص

نتایج این بخش (شکل ۲) به وضوح نشان داد که تنها نمونه‌های

۳-۴- تخلخل

براساس نتایج (شکل ۳) مشخص گردید که نمونه حاوی ۱۰ درصد کنجاله کنجد از میزان تخلخل بیشتری نسبت به سایر نمونه‌ها برخوردار بود. حتی میزان تخلخل این نمونه (نمونه حاوی ۱۰ درصد کنجاله کنجد) بیش از تخلخل شاهد ۱ (نمونه حاوی آرد گندم) بود. یکی دیگر از پارامترهای مهم مغز محصولات نانویی، تخلخل است که به طور کلی اشاره به ساختار منافذ در مغز این دسته از مواد غذایی دارد و یکی از عوامل تأثرگذار در خواص کیفی مغز محصولات صنایع پخت محسوب می‌شود [۱۴].

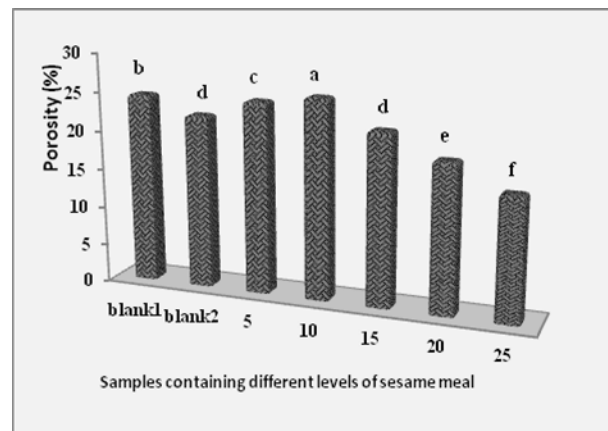


Fig 3 The effect of sesame meal on porosity of free gluten French bread (rice-corn).

از طرفی میزان تخلخل مغز بافت تحت تأثیر تعداد حفرات موجود در مغز بافت و همچنین نحوه توزیع و پخش این حفرات می‌باشد، که هرچه تعداد حفرات و سلول‌های گازی بیشتر باشد و توزیع و پخش آن‌ها یکنواخت‌تر صورت گرفته باشد، میزان تخلخل محصول نهایی بیشتر خواهد بود. در ارتباط با نمونه‌های حاوی سطوح بالای کنجاله کنجد و اختلال در پخش یکنواخت سلول‌های گازی و کاهش تخلخل، حسن و عثمان (۲۰۱۱) نتایج نسبتاً مشابهی را گزارش کردند. این محققان در مطالعه خود به این نتیجه دست یافتند چنانچه جهت غنی‌سازی محصولات نانویی به سطوح بالای پروتئین کنجاله کنجد نیاز بود، بهتر است از آنزیم پروتئاز نظیر پروتئاز موجود در میوه آناناس در فرمولاسیون اولیه استفاده شود زیرا به موجب آن پروتئین کنجاله کنجد خرد شده و هنگام افزودن به خمیر این ذرات توسط

حباب‌های هوا احاطه می‌شوند و نه تنها در خصوصیات مکانیکی خمیر اختلالی ایجاد نمی‌شود بلکه بافت متخلخل‌تر می‌گردد [۱۶].

۳-۵- مؤلفه‌های رنگی پوسته

۳-۵-۱- مؤلفه رنگی L^*

نتایج این بخش (جدول ۱) به وضوح نشان داد تنها نمونه حاوی ۱۰ درصد کنجاله کنجد از مؤلفه رنگی L^* بیشتری نسبت به نمونه شاهد ۲ (نان بدون گلوتن فاقد کنجاله کنجد) برخوردار بود و میزان این مؤلفه رنگی در نمونه‌های حاوی ۵ و ۱۵ درصد کنجاله با نمونه شاهد ۲ برابری داشت. همچنین ذکر این نکته الزامی است که مؤلفه رنگی L^* تمام نمونه‌های تولیدی نسبت به نمونه شاهد ۱ (نمونه حاوی آرد گندم) کمتر بود. در اینجا به نظر می‌رسد میزان مؤلفه رنگی L^* پوسته تحت تأثیر بافت و خصوصیات سطح بالایی (به لحاظ میزان چروکیدگی و یا یکنواختی سطح) نمونه‌های تولیدی باشد و نمونه‌هایی که بالاترین میزان مؤلفه رنگی L^* پوسته را دارند از بافت و خصوصیات سطح بالایی بهتری برخوردار هستند. در این زمینه پورلیس و سالوادوری (۲۰۰۹) بیان نمودند که تغییرات سطح پوسته، مسئول روشنایی آن است و سطوح منظم و صاف نسبت به سطوح چین‌دار توانایی بیشتری در افزایش میزان مؤلفه رنگی L^* پوسته دارد [۱۷]. از این رو می‌توان گفت نمونه حاوی ۱۰ درصد کنجاله کنجد نسبت به سایر نمونه‌های بدون گلوتن از خصوصیات سطحی بهتری برخوردار بوده که در نتیجه انعکاس نور بهتر صورت گرفته و درخشندگی افزایش یافته است. یکی از علل بهبود خصوصیات سطحی حفظ رطوبت در طی فرآیند پخت و ممانعت از مهاجرت سریع آن از مغز به پوسته می‌باشد که این امر منجر به ایجاد سطحی صاف و هموار می‌شود که این مهم در ارتباط با نمونه حاوی ۱۰ درصد رطوبت مهیا گردیده است. همچنین می‌توان نتیجه گرفت سطوح بالای کنجاله کنجد از طریق اختلال در بافت و اثرگذاری بر پوسته محصول نهایی انعکاس نور و بالطبع میزان مؤلفه رنگی L^* را کاهش داده است.

Table 1 The Effect of sesame on crust color of free gluten French bread (rice-corn).

| b* | a* | L* | Sesame (%) |
|-------------------|------------------|-------------------|------------|
| 14.8 ^f | 7.2 ^b | 50.6 ^a | Blank 1 |
| 20.2 ^b | 3.4 ^e | 47.2 ^c | Blank 2 |
| 20.8 ^a | 4.1 ^d | 47.5 ^c | 5 |
| 19.6 ^c | 4.5 ^d | 48.6 ^b | 10 |
| 17.9 ^d | 5.9 ^c | 47.3 ^c | 15 |
| 17.5 ^d | 7.6 ^b | 37.8 ^d | 20 |
| 16.7 ^e | 8.4 ^a | 38.1 ^d | 25 |

Means in each column with different letters differ significantly (p<0.05).

آرد گندم) بود. علت این امر می‌تواند حضور آرد ذرت و رنگدانه‌های زرد موجود در آن باشد. در این راستا گومز و همکاران (۲۰۰۸) به این نتیجه دست یافتند که در صورت استفاده از آرد نخود میزان مؤلفه رنگی b^* به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش نمود و دلیل این امر را تفاوت رنگدانه‌های موجود در آرد نخود نسبت به آرد گندم و سایر افزودنی‌های موجود در محصول نهایی دانستند [۲۰]. همچنین در پژوهش پیش رو مشاهده شد که سطح ۵ درصد کنجاله کنجد موجب افزایش میزان زردی شد که به احتمال زیاد این امر نشأت گرفته از خاصیت امولسیون‌کنندگی پروتئین کنجاله کنجد و پخش بهتر رنگدانه‌های زرد موجود در فرمولاسیون باشد. اما با افزایش میزان کنجاله کنجد کاهش زردی مشاهده گردید که تحت تأثیر ماهیت رنگی دانه کنجد است.

۳-۶- سفتی بافت

نتایج سفتی بافت در بازه زمانی ۲ و ۷۲ ساعت پس از پخت به ترتیب در شکل ۴ و ۵ آمده است. براساس نتایج سفتی بافت در بازه زمانی ۲ ساعت پس از پخت مشخص گردید شاهد ۱ (نان بدون گلوتن فاقد کنجاله کنجد) و نمونه‌های حاوی ۵ و ۱۰ درصد کنجاله کنجد از میزان سفتی کمتری در مقایسه با شاهد ۲ (نمونه حاوی آرد گندم) برخوردار بودند. این در حالی بود که نمونه حاوی ۱۰ درصد کنجاله کنجد بیشترین میزان نرمی بافت را در بین نمونه‌های تولیدی داشت. در ارتباط با شاهد ۱ باید گفت

۳-۵-۲- مؤلفه رنگی a^*

همانگونه که نتایج (جدول ۱) نشان می‌دهد، با افزایش میزان کنجاله کنجد در فرمولاسیون نان بدون گلوتن بر میزان مؤلفه رنگی a^* به طور معنی‌داری در سطح آماری ۵ درصد افزوده شد. رنگ پوسته و مغز محصولات نانویی بیشتر تحت تأثیر واکنش مایلارد و کاراملیزاسیون توسط قندها می‌باشد. اما دودک و همکاران (۱۹۹۳) در مطالعه خود به این نتیجه دست یافتند که رنگدانه‌های طبیعی موجود در فرمولاسیون و واکنش‌هایی که بین آن‌ها بوجود می‌آید در رنگ محصول نهایی مؤثر است [۱۸]. از این رو با توجه به تیره رنگ بودن کنجاله کنجد، افزایش میزان قرمزی دور از انتظار نبود. در این راستا صادق‌زاده و همکاران (۱۳۹۴) با افزودن پوره آناناس و کنجاله کنجد به فرمولاسیون کیک اسفنجی به ترتیب کاهش و افزایش میزان مؤلفه رنگی a^* را گزارش نمودند [۱۹] که با یافته‌های حاضر مطابقت دارد. این در حالی بود که صوفیان و همکاران (۱۳۹۳) در تحقیق خود به نتیجه عکس پژوهش پیش رو دست یافتند و اضافه نمودن کنجاله بادام شیرین به فرمولاسیون کیک بدون گلوتن را عاملی در کاهش قرمزی و افزایش سبزی دانستند [۴].

۳-۵-۳- مؤلفه رنگی b^*

نتایج پیش رو (جدول ۱) حاکی از بیشتر بودن مؤلفه رنگی b^* در نمونه‌های بدون گلوتن نسبت به نمونه شاهد ۱ (نمونه حاوی

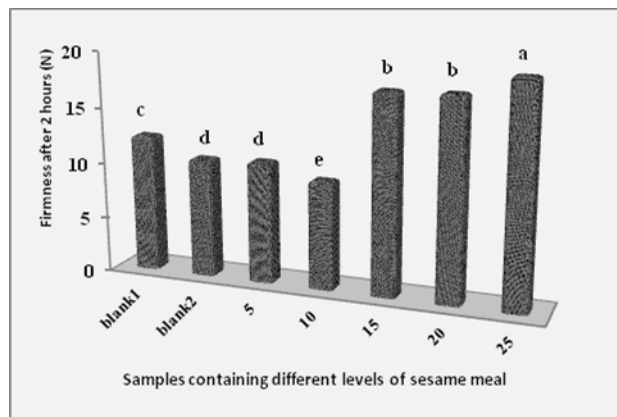


Fig 4 The effect of sesame meal on firmness of free gluten French bread (rice-corn) after 2 hours.

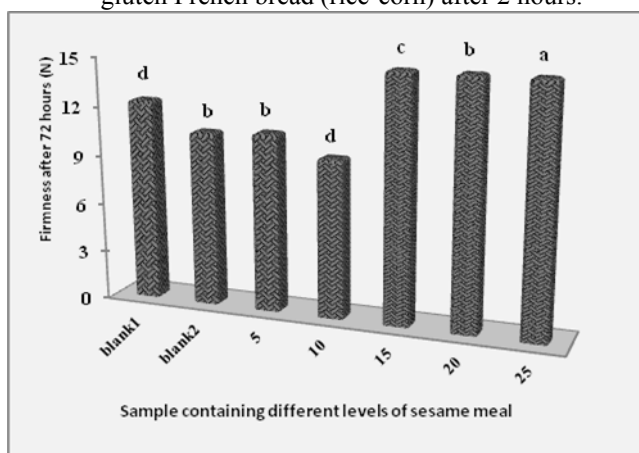


Fig 5 The effect of sesame meal on firmness of free gluten French bread (rice-corn) after 72 hours.

لازم به ذکر است که نتایج ارزیابی بافت در بازه زمانی ۷۲ ساعت پس از پخت مشابه یافته های بدست آمده از سفتی بافت در بازه زمانی ۷۲ ساعت پس از پخت بود. به طوری که در مدت زمان ماندگاری نمونه حاوی ۱۰ درصد کنجاله کنجد از میزان سفتی کمتری در مقایسه با سایر نمونه ها برخوردار بود. بیات شدن یا سفت شدن بافت محصولات صنایع پخت در طی انبارمانی عبارتست از سفت شدن مغز آن ها و پدیده ای است که جلوگیری از آن در شرایط عادی امکان پذیر نیست و حتی اگر از بهترین مواد و روش ها برای تهیه این دسته از محصولات استفاده شود، پس از خارج شدن از تنور یا فر به تدریج سفت می شوند و طعم و رنگ اولیه خود را از دست می دهند. حال این پدیده (فرآیند بیاتی) به دو دسته تقسیم می شود، یکی بیاتی پوسته و دیگری بیاتی مغز (بخش درونی بافت) است. بیاتی پوسته معمولاً به علت

این انتظار وجود داشت که این نمونه به دلیل تخلخل و حجم مخصوص کمتر از میزان سفتی بیشتری برخوردار باشد اما نتیجه ای عکس حاصل گردید. این امر می تواند به این علت باشد که میزان صمغ موجود در فرمولاسیون جهت تولید یک نان مطلوب کافی نبوده است و ماده جایگزین یا افزودنی دیگری جهت برطرف کردن این مشکل وجود نداشته است. از این رو صمغ گوار و کربوکسی متیل سلولز موجود در فرمولاسیون نان بدون گلوتن (ذرت-برنج) نتوانسته استحکام لازم برای دیواره سلول های گازی را مهیا نماید و این سلول ها در اثر انبساط پاره شده و به یکدیگر ملحق گردیده اند و به موجب آن محصول نهایی در زیر پروب دستگاه بافت سنج از خود مقاومتی نشان نداده و متلاشی شده است. همچنین نمونه های حاوی بیش از ۱۰ درصد کنجاله کنجد (نمونه های حاوی ۱۵، ۲۰ و ۲۵ درصد کنجاله کنجد) دارای سفتی بیشتری در مقایسه با سایر نمونه ها بودند که این به دلیل استحکام بیش از حد حباب های هوای موجود در محصول نهایی (حضور بیش از حد پروتئین در فرمولاسیون) و مقاومت آن ها در برابر پاره شدن می باشد. در این راستا صحرائیان و همکاران (۱۳۹۳) در مطالعه خود به این نکته اشاره کردند که چنانچه تعداد حفرات موجود در محصولات نانوائی افزایش یابد و این حفرات ریز به صورت یکنواخت در نمونه پخش شود که این نشأت گرفته از استحکام کافی دیواره این حفرات است، افزایش دمای فر نمی تواند در انبساط بیش از حد این حفرات اثر بگذارد و موجب پاره شدن آن ها گردد. چنانچه این اتفاق رخ ندهد و دیواره حفرات استحکام کافی نداشته و بر اثر انبساط به یکدیگر ملحق شوند، ساختمان محصول نهایی سست بوده و به سرعت متلاشی می گردد. به موجب آن دستگاه بافت سنج نیروی کمی را گزارش می کند که ناشی از نرمی بافت نیست بلکه به دلیل سرعت بالای متلاشی شدن ساختار نمونه است [۷].

قابلیت ممانعت از بیاتی را در طی مدت زمان نگهداری داشت [۲۲].

۳-۷- پذیرش کلی

نتایج پذیرش کلی (شکل ۶) که از میانگین پارامترهایی نظیر فرم و شکل، خصوصیات سطح بالایی، خصوصیات سطح پائینی، پوکی و تخلخل، سفتی و نرمی بافت، قابلیت جویدن و بو، طعم و مزه پس از اعمال ضرایب مؤثره بدست آمد، وضوح نشان داد که داوران چشایی بالاترین امتیاز ارزیابی حسی را به نمونه حاوی ۱۰ درصد کنجاله کنجد دادند که حصول چنین نتیجه ای با توجه به سایر ویژگی‌های بررسی شده (تخلخل، حجم مخصوص، بافت و رنگ پوسته) دور از انتظار نبود. همچنین پانلیست‌ها گزارش کردند که نمونه حاوی ۵ درصد کنجاله کنجد به لحاظ خصوصیات بافتی و دهانی مشابه نمونه شاهد ۱ (نمونه حاوی آرد گندم) بود. علاوه بر این داوران اذعان داشتند نمونه‌های حاوی کنجاله کنجد به خصوص در سطح ۵ و ۱۰ درصد از طعم (بو و مزه) مطلوبی برخوردار بود که این امر می‌تواند در بازاریابی محصول نهایی و جلب رضایت مصرف‌کنندگان مؤثر باشد.

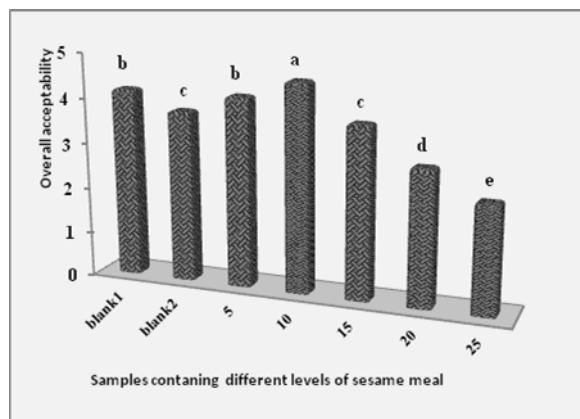


Fig 6 The effect of sesame meal on overall acceptability of free gluten French bread (rice-corn).

۴- نتیجه گیری

محصولات بدون گلوتن به دلیل حساسیت‌های خاصی که در استفاده از مواد اولیه موجود در فرمولاسیون دارند، معمولاً با کاهش ارزش تغذیه‌ای و تنوع و حتی ویژگی‌های ظاهری

انتقال رطوبت از مغز به پوسته صورت می‌گیرد که منجر به ایجاد بافتی چرمی شده و معمولاً در مقایسه با بیاتی مغز کمتر مورد اعتراض مصرف‌کنندگان قرار می‌گیرد. سفتی مغز یا بافت درونی بر حسب محل مغز متفاوت بوده و حداکثر در مرکز بافت محصول قرار دارد و به هر حال از لحظه خروج از فر یا تنور اتفاق می‌افتد و با گذشت زمان نگهداری شدت می‌یابد. بنابراین هر عاملی بتواند در حفظ رطوبت در طی مدت زمان نگهداری مؤثر واقع شود، می‌تواند بیاتی محصول را به تأخیر انداخته و در حفظ نرمی بافت اثر مثبت بگذارد. در این راستا ماریا و همکاران (۲۰۱۶) به مطالعه غنی‌سازی ۱۰ و ۲۰ گرم آرد شاه بلوط (براساس ۱۰۰ گرم آرد موجود در فرمولاسیون اولیه) در نان بدون گلوتن پرداختند. نتایج حاکی از آن بود که افزودن آرد شاه بلوط به دلیل محتوای پروتئینی بالا سبب افزایش رنگ قهوه‌ای، کاهش حجم، افزایش اندازه حفرات مغز، افزایش سرعت بیاتی و کاهش چسبندگی و قابلیت ارتجاعیت شد. همچنین نتایج نشان داد که سختی پوسته کاهش یافت. نتایج پژوهش حاضر با یافته‌های این محققان مشابهت داشت. زیرا نمونه‌های حاوی سطوح بالای کنجاله کنجد نسبت به هر دو نمونه شاهد دارای بافت سفت‌تری بودند [۲۱]. نهلا و همکاران (۲۰۱۶) در مطالعه خود از سه سایز مختلف آرد سویا (کمتر از ۱۳۲، بین ۱۵۶-۱۳۲ و بیشتر از ۱۵۶ میکرومتر) جهت غنی‌سازی دو نوع کیک لایه‌ای و اسفنجی استفاده نمودند. لازم به ذکر است که آرد سویا جایگزین ۱۵ و ۳۰ درصد از نشاسته موجود در فرمولاسیون اولیه شد. نتایج به وضوح نشان داد با افزایش اندازه ذرات آرد سویا در فرمولاسیون کیک لایه‌ای میزان دانسیته خمیر کاهش و میزان ویسکوزیته آن افزایش یافت. همچنین نتایج بدست آمده از کیک اسفنجی بیانگر افزایش میزان دانسیته خمیر با افزایش اندازه ذرات آرد سویا بود. غنی‌سازی کیک لایه‌ای با آرد سویا اثری بر حجم مخصوص نداشت. این در حالی بود که شکل حفرات موجود در بافت داخلی محصول تولیدی مسطح بودند. علاوه بر این حضور آرد سویا به میزان ۱۵ درصد در کیک لایه‌ای، سختی بافت را کاهش داد. از سوی دیگر براساس نتایج مشخص گردید که افزایش سطح آرد سویا در فرمولاسیون اولیه از حجم مخصوص کیک اسفنجی کاسته شد. در نهایت نتایج حاکی از آن بود که آرد سویا در سطح ۱۵ درصد با اندازه ذرات بین ۱۵۶-۱۳۲ میکرومتر

- [6] Sang, S., Lapsley, K., Jeong, W.S., Lachence, p. A., Ho, C. T. and Rosen, R. T. 2002. Antioxidative phenolic compounds isolated from almond skins. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 50: 2459-2463.
- [7] Sahraiyani, B., Karimi, M., Habibi Najafi, M. B., Haddad Khodaparast, M. H., Ghiyafeh Davoodi, M., Sheikholeslami, Z. and Naghipour, F. 2014. The effect of Balangu Shirazi gum on quantitative and qualitative of sorghum gluten free bread. *JFST* 42 (11): 129-139 [in Persian].
- [8] AACC. 2000. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 10th Ed., Vol. 2. *American Association of Cereal Chemists*, St. Paul, MN.
- [9] Haralick, R. M., K. Shanmugam. and Dinstein, I. 1973. Textural features for image classification. *IEEE Transactions of ASAE*, 45(6): 1995-2005.
- [10] Sun, D. 2008. Computer vision technology for food quality evaluation. Academic Press, New York.
- [11] Pourfarzad, A., khodaparast, M. H., Karimi, M., Mortazavi, S. A., Davoodi, M. G, Souraki, A. H. and Jahromi, S. H. R. 2009. Effect of polyols on shelf life and quality of flat bread fortified with soy flour. *Journal of Food Process Engineering*.
- [12] Gacula, J. R., and Singh. 1984. Statistical methods in food and consumer research. Academic press Inc. U.S.A. 360-366.
- [13] Hera, E., Ruiz-París, E., Oliete, B., and Gómez, M. 2012. Studies of the quality of cakes made with wheat-lentil composite flours. *LWT - Food Science and Technology*, 49: 48-54.
- [14] Armero, E. and Collar, C. 1996. Anti-staling Additives. Flour type and sourdough process effect on functionality of wheat dough. *Journal of food science*, 61: 299-303.
- [15] Hassan, A., and Othman, Z. 2011. Pineapple (*Ananas comosus* L. Merr.). In E. M. Yahia (Ed.), *Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits* (pp. 194-218e): Woodhead Publishing.
- [16] Purlis, E., and Salvadori, V. 2009. Modelling the browning of bread during baking. *Food Research International*, 42: 865-870.
- نامناسب برخوردارند. از این رو در پژوهش حاضر از آرد کنجاله کنجد در سطوح صفر، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ درصد به عنوان جایگزین آرد مصرفی (برنج و ذرت) موجود در نان باگت بدون گلوتن استفاده شد. نتایج این پژوهش مشخص نمود که از کنجاله کنجد (بخصوص در سطوح ۵ و ۱۰ درصد) ضمن غنی‌سازی محصول با توجه به محتوای پروتئینی و مواد معدنی موجود در آن، می‌توان محصولی با خصوصیات کمی و کیفی مطلوب ایجاد نمود به طوری که رضایت مصرف‌کننده به ویژه بیماران سیلیاکی را در بر داشته باشد. زیرا نان‌های بدون گلوتن تولید شده در این پژوهش که حاوی ۵ و ۱۰ درصد آرد کنجاله کنجد بودند در مقایسه با نان حاوی آرد گندم قرار گرفتند و مشابهت زیادی به لحاظ تکنولوژیکی و حسی مشاهده گردید و حتی در بسیاری از ویژگی‌های ظاهری نظیر رنگ و عطر و مزه مطلوب‌تر بودند. از این رو پیشنهاد می‌گردد از آرد کنجاله مغزانه‌ها به ویژه کنجد در سایر محصولات بدون گلوتن نظیر انواع نان، کیک، کلوچه، بیسکویت، دونات و غیره استفاده شود.

۵- منابع

- [1] Gallagher, E., Kunkel, A., Gormley, T.R., and Arendt, E. 2004. The effect of dairy and rice powder addition on loaf and crumb characteristics and shelf life (intermediate and long term) of gluten – free bread stored in modified atmosphere. *Food Research Technology*, 218: 44-48.
- [2] Payan, R. 2004. *Cereal Products*, 3 th Ed., Ayeesh Publisher [in Persian].
- [3] FAO. 2011. Faostat. Food and Agricultural Organization of the United States (<http://www.fao.org>).
- [4] Avazsufiyan, A., Alami, M., Sadeghi, Mahoonak, A., Ghorbani, M. and Ziaifar, A. 2015. Application of sweet almond meal and xanthan gum in production of gluten-free cake. *Research and Novelty in food science*, 3(2): 185-196 [in Persian].
- [5] Alimi, S., Alami, M., and Arabshahi Deloie, S. 2014. Effect of east flower powder addition on physicochemical properties of sponge cake. *3th Food Science and Technology Congress. Islamic Azad Univesity, Quchan* [in Persian].

- blends. *LWT - Food Science and Technology*, 41: 1701-1709.
- [20] Maria, P., Massimiliano, R., Martina, C., Francesca, F., and Emma C. 2016. Chestnut flour addition in commercial gluten-free bread: A shelf-life study. *LWT – food science and technology*, 70: 88-95.
- [21] Nahla, D., Laura, R., Ines, B.R., Mari, M.M., Mohamed, G., and Manuel, G. 2016. Particle size distribution of soy flour affecting the quality of enriched gluten-free cakes. . *LWT – food science and technology*, 66: 179-185.
- [17] Dodok, L., Ali, M. A., Hozava, B., Halasova, G. and Polacek, I. 1993. Importance and utilization on chickpea in cereal technology. *Acta Alimentaria*, 22: 119-129.
- [18] Sadeghzadeh Dehkordi, A., Najaf Abadi, F. and Abbasi, Hajjar. 2015. Optimization of sponge cake' s Formulation with sesame meal and pineapple. M. Sc thesis of Shahrkord Azad Univesity.
- [19] Gómez, M., Oliete, B., Rosell, C.M., Pando, V., and Fernández, E. 2008. Studies on cake quality made of wheat–chickpea flour

Using sesame meal flour in free gluten French bread (rice-corn) containing guar and CMC gums to produce functional food

Karimi, M. ¹, Sheikholeslami, Z. ¹, Sahraiyani, B. ^{2*}, Mehdi Ghiyafeh Davoodi¹,
Fariba Naghipour³

1. Agriculture Engineering Research Department, Khorasan Razavi Agriculture and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhad, Iran.
2. Ph.D of Food Science and Technology, Ferdowsi University of Mashhad.
3. Seed and Plant Improvement Institute, Agriculture Research, Education and Extension Organization (AREEO), karaj, Iran.

(Received: 2017/01/14 Accepted: 2017/02/22)

Sesame flour because of high levels of protein, fiber and mineral is ideal option for improving the nutritional value of free gluten French bread (rice-corn) and functional products. In this research, the effect of different levels of sesame flour (0, 5, 10, 15, 20 and 25 %) was evaluated on moisture, specific volume, porosity, crust color, firmness (2 and 72 hours after baking) and overall acceptability of free gluten French bread (rice-corn). These samples compared with wheat French bread. Sesame flour (especially at high levels) was increased moisture and a* and decreased L* and b*. The highest specific volume was showed in the samples containing 10 and 15 % Sesame flour. Also the sample containing 10 % sesame flour had the highest softness, porosity and overall acceptability. This sample was better than wheat flour bread.

Key words: Sesame, Free gluten, Color value, Texture, Wheat flour.

* Corresponding Author E-Mail Address: baharehsahraiyani@yahoo.com