

(مقاله پژوهشی)

بررسی امکان افزایش ماندگاری نان بربری نیمه حجیم حاوی آرد جودوسر با استفاده از صمغ دانه بالنگوشیرازی

یگانه حسن پور^۱، فریبا نقی پور^{۲*}، علیرضا فرجی^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشکده علوم و فن آوری های نوین، واحد علوم دارویی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

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

۳- استاد، گروه آموزشی علوم و صنایع غذایی، دانشکده علوم و فن آوری های نوین، واحد علوم دارویی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۶/۱۹

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۱/۲۰

چکیده

مصرف کنندگان همواره متقاضی محصولات متنوع با ارزش تغذیه ای و کیفیت بالا هستند که همگی به طور مستقیم با فناوری تولید در ارتباط است. از سوی دیگر هرگونه تغییر در فرمولاسیون مواد غذایی، مدت زمان ماندگاری را تحت تأثیر قرار می دهد. از این رو در پژوهش حاضر بررسی امکان بهبود خصوصیات کمی و کیفی و همچنین مدت زمان ماندگاری نان بربری نیمه حجیم ترکیبی حاوی سطوح متفاوت آرد جودوسر (صفر، ۱۰ و ۲۰ درصد) به عنوان جایگزین آرد گندم، در حضور صمغ طبیعی و بومی بالنگوشیرازی (در سطوح صفر، ۰/۳ و ۰/۶ درصد بر پایه مخلوط جودوسر و آرد گندم) مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که در حضور این ترکیبات، میزان رطوبت محصول نهایی در دو بازه زمانی یک و سه روز پس از پخت افزایش یافت به طوری که نمونه حاوی ۲۰ درصد آرد جو دوسر و ۰/۶ درصد صمغ بالنگوشیرازی بیشترین میزان رطوبت را در بین نمونه های تولیدی داشت. از سوی دیگر ملاحظه گردید که با افزایش جایگزینی تا سطح ۱۰ درصد و با افزودن ۰/۳ درصد صمغ دانه بالنگوشیرازی، میزان حجم مخصوص و تخلخل افزایش و میزان سفتی بافت طی بازه های زمانی یک، سه و هفت روز پس از پخت کاهش یافت. همچنین ملاحظه گردید که در بازه زمانی هفت روز پس از پخت نمونه های حاوی ۲۰ درصد آرد جو دوسر از ماندگاری بهتری نسبت به نمونه شاهد برخوردار بود. با ارزیابی خصوصیات رنگی پوسته نیز مشخص گردید که افزودن آرد جو دوسر کامل به فرمولاسیون نان نیمه حجیم سبب افزایش میزان تیرگی پوسته و کاهش میزان مؤلفه *L شد و همچنین بیشترین میزان روشنایی و پوسته صاف و یکدست در نمونه های نان حاوی ۰/۳ درصد صمغ بالنگوشیرازی مشاهده گردید. در نهایت با ارزیابی نتایج ارزیابی خصوصیات حسی نیز مشخص گردید که نمونه حاوی ۱۰ درصد آرد جو دوسر و ۰/۳ درصد صمغ بالنگوشیرازی از بیشترین میزان مقبولیت و پذیرش کلی در بین داوران چشایی برخوردار بود.

واژه های کلیدی: نان بربری، یولاف، صمغ بومی، افزودنی، ماندگاری.

۱- مقدمه

نان غذای اصلی و پایه مردم بسیاری از کشورها را تشکیل می‌دهد. از نظر سیر تکاملی، نان از سابقه بسیار طولانی برخوردار است. به طور معمول، نان از آرد گندم تهیه می‌شود ولی تهیه نان از جو و گاهی برنج و ارزن نیز مرسوم است. از نظر تغذیه‌ای نان، به عنوان رکن اصلی غذای روزانه در بین طبقات کم درآمد بیشتر از طبقات مرفه رایج است (۱). از این رو تأمین مواد اولیه آن و بهبود فرآیند تولید و افزایش ماندگاری آن، همواره در برنامه‌های اقتصادی دولت‌ها جای دارد. با این وجود سالانه مقادیر بالایی از ضایعات در این بخش تولید می‌گردد. در واقع این امر بدان علت است که تغییرات فیزیکوشیمیایی نان در هنگام نگهداری منجر به سفت شدن بافت، تغییر در طعم و از دست دادن خاصیت شکنندگی پوسته نان می‌گردد که در کل به آن بیات شدن گویند. به طور کلی در این مرحله نان کلیه خواص کیفی و حسی خود را از دست داده که منجر به عدم پذیرش در نزد مشتری می‌شود. هرچند در این حالت هنوز نان از نظر سلامت مشکلی ندارد اما به دلیل عدم پذیرش در نزد مشتری منجر به ضایعات زیادی در این بخش از تولید می‌شود که در واقع از نظر اقتصادی این مشکل بسیار مهم است. این امر در تولید نان‌های ترکیبی که طی سال‌های اخیر جای خود را در سبد غذایی افراد جامعه باز کرده است، نیز ملاحظه می‌گردد (۹). در فرمولاسیون نان‌های ترکیبی بخشی از آرد گندم موجود در فرمولاسیون با آرد سایر غلات، شبه غلات و حتی حبوبات جایگزین می‌گردد. تولید این دسته از محصولات از جنبه‌های مختلفی حائز اهمیت می‌باشد. اول آن که یکی از سیاست‌های دولت‌ها ایجاد امنیت غذایی پایدار است که به این منظور در امر کشاورزی و تأمین غذا ایجاد تنوع کشت و تنوع تولید، یک اصل اجتناب ناپذیر است، وابستگی به یک محصول واحد نظیر گندم و محصولات حاصل از آن عامل تهدیدکننده جدی در امر امنیت غذایی پایدار می‌باشد که با توجه به محدودیت منابع تولید در کشاورزی (اعم از آب، خاک و سایر نهاده‌ها) همواره در معرض تهدید قرار دارد.

کشاورزی پایدار ایجاد می‌کند که در تولید محصولات کشاورزی یک جانبه و تک محصول عمل نکنیم (۲). همچنین منابع پروتئین گیاهی در بعضی از اسیدهای آمینه دارای محدودیت می‌باشد و در صورت ترکیب نمودن منابع مختلف، این محدودیت‌ها جبران می‌گردد. از سوی دیگر به طور معمول این منابع جایگزین دارای ارزش غذایی بالایی نیز می‌باشند به‌ویژه زمانی که به صورت کامل و همراه با پوسته در فرمولاسیون محصولات غذایی مورد استفاده قرار گیرند. یکی از این منابع جایگزین جودوسر می‌باشد. جودوسر یا یولاف با نام علمی *Avena sativa* گیاهی است از خانواده گندمیان که دارای گل‌های بسیار ریز و نامشخص است. جودو سر کاملاً باریک و کشیده است و از دو طرف یکسان است برای همین به آن جوی دو سر گویند. پوسته آن حاوی بتاگلوگان می‌باشد که این امر خود سبب افزایش ارزش تغذیه‌ای این دانه می‌گردد. جودوسر منبع بسیار خوب فیبر محلول و نامحلول می‌باشد و وجود کربوهیدرات‌های پیچیده سبب کاهش خطر ابتلا به انواع سرطان می‌شود. علاوه بر این حضور این دانه در رژیم غذایی سبب کاهش میزان کلسترول بد (LDL) و قند خون (به خصوص دیابت نوع دو) می‌گردد. دانه کامل جودوسر دارای اسیدهای چرب غیراشباع همچون اسید اولئیک و لینولئیک می‌باشد و نسبت اسیدهای چرب چندغیراشباعی به دوسر حاوی میزان پروتئین بالایی می‌باشد که اسید آمینه‌های متنوعی را شامل می‌گردد. پروتئین موجود در این دانه با بسیاری از غلات متفاوت می‌باشد به‌عنوان مثال پروتئین اصلی در یولاف گلوبولین محلول در محلول‌های نمکی می‌باشد و این امر خود یکی از دلایل ارزش غذایی بالای این دانه می‌باشد. علاوه بر این سطوح بالای اسید آمینه لیزین در قسمت گلوبولین نسبت به گلوتمین و آلومین نیز مصداقی از ارزش تغذیه‌ای بالای یولاف نسبت به سایر غلات است. پروتئین جو دو سر قابلیت جذب آب و خصوصیات امولسیفایری مناسبی دارد و مقاومت حرارتی

آن نیز بالاست به طوری که بخش گلوبولین آن در دمای ۱۱۴ درجه سانتیگراد دنا توره می‌گردد. یولاف حاوی ویتامین‌های گروه B از جمله بیوتین، نیاسین، نیاسین و پنتوتینیک اسید و املاح معدنی به خصوص منیزیم می‌باشد که یک ترکیب ضروری در عملکرد آنزیم‌ها و تولید انرژی است (۲۰). بنابراین می‌توان در تولید محصولات صنایع پخت نظیر نان از این دانه استفاده نمود ولی ذکر این نکته ضروری است که ماتریکس پروتئینی گلوتن که در آرد این منابع وجود ندارد، عامل اصلی خواص مهم خمیر نظیر کشش‌پذیری، مقاومت در برابر کشش، قابلیت اتساع، تحمل در حین اختلاط و توانایی نگهداری گاز در محصولات صنایع پخت می‌باشد. در واقع از گلوتن تحت عنوان پروتئین ساختمانی جهت تولید نان، کیک، کلوچه و بیسکویت یاد می‌شود و فقدان آن در محصولات سبب تولید فرآورده‌ای با بافت شکننده، رنگ ضعیف، حجم و تخلخل کم می‌شود (۱۵). بنابراین استفاده از جایگزین‌های مناسب گلوتن نظیر هیدروکلئیدها (۲۲) در تهیه محصولات خبازی مخلوط امری ضروری است. هیدروکلئیدها بیوپلیمرهایی آبدوست حاصل از گیاه، حیوان، میکروب و یا مواد سنتتیک هستند که عموماً شامل تعداد زیادی گروه‌های هیدروکسیلی می‌باشند. طی سال‌های اخیر مطالعات گسترده‌ای در زمینه استفاده از صمغ‌های بومی به‌عنوان عامل بافت و قوام دهنده در محصولات صنایع پخت صورت گرفته است. یکی از این صمغ‌های بومی صمغ دانه بالنگو شیرازی می‌باشد. این دانه در آب مایعی چسبنده، کدر و بدون مزه ایجاد می‌کند (۲۷) که قابلیت جداسازی و استفاده در تولید محصولات صنایع پخت را خواهد داشت. در واقع این ترکیبات با ایجاد پیوند با آب موجود در فرمولاسیون و جلوگیری از خروج آن در طی مدت زمانی نگهداری، بیاتی را تعویق انداخته و ماندگاری را افزایش می‌دهند. در همین راستا اینگلت و همکاران (۲۰۱۵) به بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی کلوچه‌های فاقد گلوتن تهیه شده از آرد آمارانت و جو دوسر پرداختند. این محققین عنوان داشتند که آمارانت حاوی اسیدهای آمینه ضروری و ترکیبات معدنی است که

می‌تواند خصوصیات تغذیه‌ای و فیزیکی محصول نهایی را بهبود بخشد. نتایج نشان داد که استفاده از این ترکیب در تولید کلوچه سبب افزایش ویسکوزیته و ظرفیت نگهداری آب در مقایسه با نمونه شاهد (نمونه حاوی آرد گندم) می‌گردد. از سوی دیگر امتیاز داوران چشایی به خصوصیات حسی محصول نهایی (رنگ، طعم و مزه و بافت) اختلاف معنی‌داری با نمونه شاهد نداشت (۲۰). در پژوهشی دیگر شیخ الاسلامی و همکاران (۱۳۹۵) به بررسی کمیت و کیفیت کیک اسفنجی حاوی عصاره چوبک (در سطوح صفر، ۵/۰ و ۱) و صمغ دانه بالنگو شیرازی (در سطوح صفر، ۳/۰ و ۶/۰) پرداختند و نتایج به دست آمده از آن نشان داد که با افزایش سطح این دو افزودنی میزان رطوبت نمونه‌های تولیدی افزایش یافت. این در حالی بود که سطح ۵/۰ درصد عصاره چوبک و سطح ۳/۰ درصد صمغ دانه بالنگو شیرازی بیشترین اثر را در افزایش حجم مخصوص و تخلخل داشتند و در ایجاد بافتی نرم و کاهش بیاتی این محصول در طی مدت زمان نگهداری موثر بود. علاوه بر این داوران چشایی به نمونه حاوی ترکیبی از ۵/۰ درصد عصاره چوبک و ۳/۰ درصد صمغ دانه بالنگو شیرازی و نمونه حاوی ترکیبی از ۱ درصد عصاره چوبک و ۳/۰ درصد صمغ دانه بالنگو شیرازی بیشترین امتیاز را به لحاظ پذیرش کلی دادند (۵). همچنین صحرائیان و همکاران (۱۳۹۳) تأثیر صمغ بومی بالنگو شیرازی را بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی نان بربری نیمه حجیم بدون گلوتن سورگوم مورد بررسی قرار دادند. براساس نتایج این محققین مشخص گردید که با افزایش صمغ بالنگو شیرازی در فرمولاسیون نان بدون گلوتن، میزان رطوبت و مؤلفه رنگی L^* پوسته افزایش یافت. این در حالی بود که بیشترین میزان حجم مخصوص و امتیاز پذیرش کلی در آزمون حسی و کمترین میزان سفتی بافت در نمونه حاوی ۰/۵ درصد صمغ مشاهده شد (۷). از این‌رو هدف از انجام این تحقیق بررسی تأثیر صمغ دانه بالنگو شیرازی به‌عنوان یکی از افزودنی طبیعی بر بهبود خصوصیات تکنولوژیکی، بافتی، تصویری و حسی نان

محاسبه نسبت نقاط روشن به نقاط تیره که شاخصی از میزان تخلخل بود، اندازه گیری گردید (۱۸).

۲-۲-۴-۴- سفتی بافت

ارزیابی بافت کیک در فاصله زمانی یک، سه و هفت روز پس از پخت، با استفاده از دستگاه بافت سنج (Texture Pro CT r1.8 Build31) 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، به‌عنوان شاخص سفتی محاسبه گردید (۲۶).

۲-۲-۴-۵- رنگ پوسته

آنالیز رنگ پوسته نان 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 سبز و قرمز را نشان می‌دهد و دامنه آن از ۱۲۰- (آبی خالص) تا ۱۲۰+ (زرد خالص) متغیر می‌باشد. جهت اندازه‌گیری این شاخص‌ها ابتدا برشی به ابعاد ۴ در ۴ سانتی‌متر از قسمت داخلی نان تهیه گردید و به وسیله اسکنر با وضوح ۳۰۰ پیکسل تصویربرداری شد، سپس تصاویر در اختیار نرم‌افزار Image J قرار گرفت. با فعال کردن فضای LAB در بخش Plugins، شاخص‌های فوق محاسبه شد (۲۹).

۲-۲-۴-۶- آزمون خصوصیات حسی

به منظور انجام ارزیابی حسی ۱۰ داور از بین افراد آموزش دیده مطابق با آزمون مثلثی و روش گاسولا و سینگ (۱۹۸۴) انتخاب گردیدند و سپس خصوصیات حسی نان مورد ارزیابی قرار گرفت. ضریب ارزیابی صفات از بسیار بد (۱) تا بسیار خوب (۵) بود. مجموع نتایج ارزیابی حسی به صورت پذیرش کلی اعلام گردید (۱۴).

۲-۲-۳- طرح آماری و روش آنالیز نتایج

نتایج بدست آمده از این پژوهش با استفاده از نرم‌افزار Mstat c بر پایه طرح فاکتوریل دو عامله که عامل اول میزان جایگزینی آرد گندم با آرد جودوسر و عامل دوم نیز میزان افزودن صمغ بومی دانه بالنگوشیرازی بود، مورد ارزیابی قرار گرفت. هر یک از نمونه‌ها در سه تکرار تهیه و آزمون‌های مربوطه در مورد آن‌ها انجام پذیرفت. میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح معنی‌داری ۵ درصد ($P < 0.05$) مورد مقایسه قرار گرفتند. در انتها برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- رطوبت

همان‌گونه که در جدول ۱ مشاهده می‌گردد، با افزایش میزان جایگزینی آرد گندم با آرد جودوسر از سطح صفر تا ۲۰ درصد شاهد روند صعودی در میزان رطوبت نمونه‌های نان تولیدی در بازه زمانی یک و سه روز پس از پخت بودیم، به‌طوری‌که نمونه‌های حاوی ۲۰ درصد از آرد جودوسر دارای بالاترین میزان رطوبت در بین نمونه‌های تولیدی بود. در همین راستا آن‌زیدر و همکاران (۲۰۱۲) در تحقیقی با جایگزینی بخشی از آرد گندم با جو در فرمولاسیون نان با افزایش جذب آب مواجه شدند و این امر را به وجود ترکیبات فیبری در آرد جو نسبت دادند (۱۳). همچنین شایان ذکر است که در پژوهش حاضر از دانه جو دوسر به‌صورت کامل استفاده گردید. سلولز و بتاگلوکان از پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای جودوسر و از جمله فیبرهای رژیمی با اهمیت در غلات هستند. اکثر فیبرهای جو دوسر در پوسته آن تجمع دارد (۳۰). بتاگلوکان فیبر رژیمی مهم جو دوسر است و از جهت دارا بودن مقدار زیادی از این فیبر با ارزش بوده و نسبت به سایر غلات برتری دارد (۳۲). علاوه بر این سبوس یولاف نسبت به سبوس گندم حاوی فیبر محلول بیشتری است و اثرات فیزیولوژیکی فیبر یولاف نسبت به فیبر گندم بیشتر است (۲۸). علاوه بر این نتایج نشان داد که افزودن صمغ بومی بالنگوشیرازی سبب افزایش میزان رطوبت در هر دو بازه زمانی یک و سه روز پس از پخت

معنی داری افزایش یافت به طوری که بیشترین میزان این پارامتر مربوط به نمونه حاوی ۱/۰ درصد از صمغ بالنگوشیرازی بود (۸). همچنین لازاریدو و همکاران (۲۰۰۷) نیز مشاهده نمودند که میزان جذب آب خمیر در اثر افزودن هیدروکلونیدها به علت ماهیت هیدروفیلیک این بیوپلیمرها افزایش یافت که با نتایج تحقیق حاضر مشابهت داشت (۲۱).

گردید و نمونه حاوی ۰/۶ از این افزودنی، دارای بیشترین میزان رطوبت در بین نمونه های نان نیمه حجیم تولیدی بود. در همین راستا محمد امینی و همکاران (۱۳۸۶) با بررسی اثر افزودن صمغ بالنگوشیرازی در چهار سطح ۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵ و ۱/۰ درصد در فرمولاسیون نان بیان نمودند که با افزایش غلظت این صمغ در خمیر، میزان جذب آب به طور

جدول ۱- تأثیر سطوح مختلف جایگزینی آرد گندم با آرد جو دوسر و افزودن صمغ بالنگوشیرازی

بر میزان رطوبت نان بربری نیمه حجیم طی سه بازه زمانی یک و سه روز پس از پخت		آرد جودوسر	
رطوبت (درصد)		صمغ بالنگوشیرازی	آرد جودوسر
سه روز پس از پخت	یک روز پس از پخت	(درصد)	(درصد)
۱۶/۰±۱۶/۱۳ ^d	۲۲/۰±۱۷/۳۶ ^e	۰	۰
۲۰/۰±۳۱/۳۳ ^c	۲۳/۰±۴۲/۲۱ ^d	۰/۳	۰
۲۲/۰±۵۴/۲۴ ^{bc}	۲۵/۰±۴۱/۲۲ ^c	۰/۶	۰
۲۳/۰±۶۰/۴۳ ^b	۲۵/۱±۶۰/۰۳ ^c	۰	۱۰
۲۴/۰±۱۱/۱۵ ^c	۲۶/۰±۱۶/۱۴ ^{bc}	۰/۳	۱۰
۲۵/۰±۵۲/۰۲ ^{ab}	۲۷/۰±۳۳/۱۸ ^b	۰/۶	۲۰
۲۳/۰±۷۵/۱۹ ^b	۲۷/۰±۸۰/۱۳ ^b	۰	۲۰
۲۶/۰±۱۲/۲۳ ^{ab}	۲۹/۰±۳۶/۵۳ ^{ab}	۰/۳	۲۰
۲۷/۰±۱۶/۱۲ ^a	۳۲/۰±۱۱/۷۲ ^a	۰/۶	۲۰

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

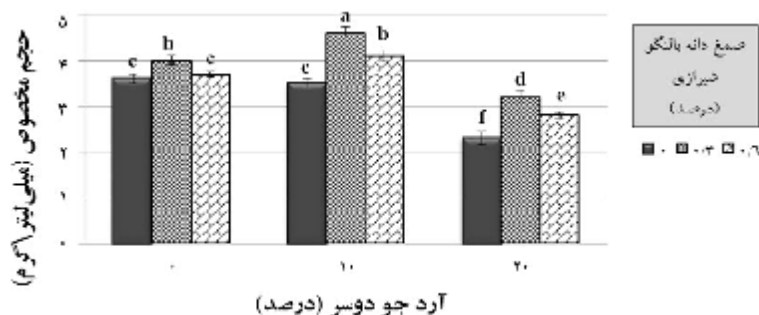
۳-۲- حجم مخصوص

درصد و افزودن ۰/۳ درصد صمغ دانه بالنگوشیرازی، میزان حجم مخصوص بافت نمونه های نان نیمه حجیم افزایش یافت و در ادامه با افزایش میزان این جایگزینی شاهد کاهش میزان حجم مخصوص بودیم. به احتمال زیاد در سطوح بالاتر، به دلیل کاهش میزان آرد گندم و کاهش میزان گلوتن در بافت خمیر، توانایی نگهداری گازهای ناشی از تخمیر و بالطبع انبساط حبابچه های هوا در طی فرآیند پخت را نداشته و حجم محصول با وجود سنگینی نان به دلیل جذب بالای آب، کاهش یافت که کاهش میزان حجم مخصوص را به همراه خواهد داشت. می توان گفت که گلوتن پروتئین ساختاری در محصولات نانوائی می باشد

حجم مخصوص نان و محصولات صنایع پخت توسط اندازه گیری نسبت حجم به وزن به دست می آید (۲۲). بدیهی است که با افزایش حجم مخصوص میزان خلل و فرج در محصول افزایش یافته که این امر ناشی از عدم فشردگی بافت می باشد. همچنین هوآنگک و همکاران (۲۰۰۸) عنوان کردند که تولید و نگهداری گاز در محصول، ناشی از ساختمان مناسب شبکه گلوتنی بوده و این شبکه گلوتنی مسئول حجم و بافت مطلوب نان می باشد (۱۹). همان گونه که نتایج در شکل ۲ نشان می دهد، با افزایش جایگزینی آرد گندم با آرد جو دوسر تا سطح ۱۰

بر شبکه گلوتن و بهبود ساختار و بافت داخلی محصول نهایی می‌باشد که با نتایج شیخ‌الاسلامی و همکاران (۱۳۹۶) مطابقت داشت (۵). علاوه بر این در ارتباط با کاهش حجم مخصوص نمونه‌های تولیدی در حضور ۰/۶ درصد صمغ بالنگوشیرازی به نظر می‌رسد که افزایش بیش از اندازه صمغ در فرمولاسیون سبب افزایش ضخامت دیواره حباب‌های هوای موجود در خمیر شده است که به موجب آن از انبساط این سلول‌های گازی در طی فرآیند پخت ممانعت به عمل آمده است و آن افزایش حجم مشاهده نگردید. در همین راستا صحرائیان و همکاران (۱۳۹۳) با افزودن ۱ درصد صمغ بالنگوشیرازی در فرمولاسیون نان بدون گلوتن با کاهش حجم مخصوص مواجه شدند. این پژوهشگران به جز افزایش ضخامت سلول‌های هوای موجود در خمیر و عدم انبساط آن‌ها در طی فرآیند پخت، اختلال در مرحله تخمیر که ناشی از افزایش بیش از حد آب بود را عاملی دیگر در کاهش حجم (از طریق کاهش تعداد سلول‌های گازی) دانستند (۷).

و هنگامی که آرد هیدراته شده و تحت کار مکانیکی قرار می‌گیرد، ویژگی‌های گلوتن ظاهر گشته و خمیر قابل منبسط شدن با ویژگی نگهداری گاز با ساختار خوب مغز در نان ایجاد می‌کند (۱۶). آرد سایر غلات غیر از گندم فاقد گلوتن بوده و در نتیجه هنگامی که با آب مخلوط شده و ورز داده می‌شوند، خمیر ویسکوالاستیک تشکیل داده و خمیر سفت و محکمی ایجاد نمی‌کنند و خمیر شلی تشکیل می‌شود. بنابراین نیاز است که در فرمولاسیون محصولات ترکیبی که بخشی از آرد گندم موجود در فرمولاسیون با آرد سایر غلات نظیر یولاف جایگزین شده است، از هیدروکلوئیدها استفاده نمود تا بافتی مشابه با نمونه شاهد (آرد گندم) حاصل گردد. همچنین نتایج نشان داد که افزودن صمغ دانه بالنگوشیرازی از سطح صفر تا ۰/۳ درصد، سبب افزایش میزان حجم مخصوص گردید. این در حالی بود که در سطوح بالاتر شاهد روند نزولی در میزان این پارامتر کیفی بودیم. به احتمال زیاد افزایش حجم مخصوص در سطح ۰/۳ درصد به دلیل اثر هم‌افزایی صمغ



شکل ۲- تأثیر سطوح مختلف جایگزینی آرد گندم با آرد جو دوسر و افزودن صمغ بالنگوشیرازی

بر میزان حجم مخصوص نان بربری نیمه حجیم

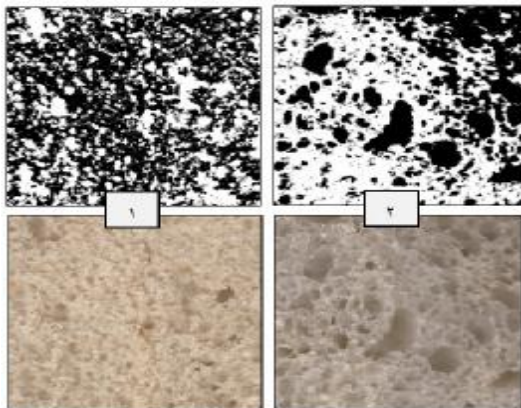
(حروف مشابه از نظر آماری در $P < 0.05$ تفاوت معنی‌داری ندارند)

بالنگوشیرازی، میزان تخلخل بافت تغییر معنی‌داری نداشت ($P \leq 0.05$). این در حالی بود که در سطوح بالاتر جایگزینی (۲۰ درصد) شاهد کاهش میزان این پارامتر کیفی بودیم. این امر به احتمال زیاد به دلیل کاهش میزان گلوتن در نمونه‌های حاوی ۲۰ درصد آرد جو دوسر بود. به‌طور کلی میزان تخلخل مغز بافت محصولات صنایع پخت تحت تأثیر تعداد

۳-۳- تخلخل

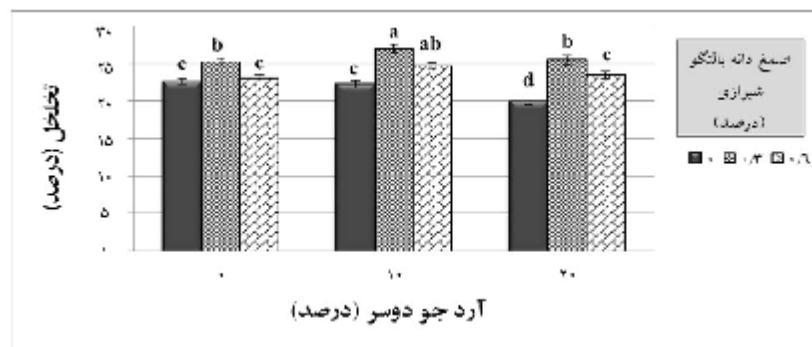
در شکل ۳ تصاویر تهیه شده از مغز نان و تصاویر دودویی دو نمونه نان بربری نیمه حجیم نشان داده شده است. همانگونه که نتایج مقایسه میانگین مقادیر تخلخل در شکل ۴ نشان می‌دهد با افزایش سطح جایگزینی آرد گندم با آرد جو دوسر تا سطح ۱۰ درصد و افزودن ۰/۳ درصد صمغ

دست یافتند که افزودن صمغ در سطوح کمتر از ۱ درصد به دلیل تشکیل شبکه‌ای مشابه شبکه گلوآبی 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 نسبتاً بزرگ و کشیده با توزیع غیریکنواخت در بافت محصول شد که به موجب آن میزان تخلخل کاهش یافت (۱۷).



شکل ۳- تصاویر تهیه شده از مغز نان و تصاویر دودویی
 (۱: نمونه حاوی ۱۰ درصد آرد جو دوسر و ۰/۳ درصد صمغ دانه بالنگو شیرازی و ۲: نمونه حاوی ۲۰ درصد آرد جو دوسر بدون افزودن صمغ)

حفرات موجود در مغز بافت و هم‌چنین نحوه توزیع و پخش این حفرات می‌باشد، که هرچه تعداد حفرات و سلول‌های گازی بیشتر بوده و توزیع و پخش آن‌ها یکنواخت‌تر باشد، میزان تخلخل محصول نهایی بیشتر خواهد شد (۷). از این رو شبکه گلوآبی متعادل نقش بسیار مهمی در بهبود تخلخل خواهد داشت. در همین راستا رحمانیان و قیافه داودی (۱۳۹۶) با بررسی تأثیر جایگزینی آرد گندم با آرد سیب‌زمینی در فرمولاسیون دونات مشاهده نمودند که در سطوح بالای جایگزینی (۲۰ درصد) به دلیل کاهش و تضعیف شبکه گلوآبی، از میزان حجم مخصوص و تخلخل نمونه‌های تولیدی کاسته شد که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت داشت (۴). از سوی دیگر ملاحظه گردید که با افزودن صمغ دانه بالنگو شیرازی تا سطح ۰/۳ درصد، میزان تخلخل بافت نان نیمه حجیم افزایش یافت، در حالی که در سطح ۰/۶ درصد از این ترکیب، شاهد روند نزولی در میزان حجم مخصوص بودیم. در همین راستا گامبوس و همکاران (۲۰۰۷) نیز نتایج مشابهی را در زمینه بررسی اثر صمغ در مخلوط بدون گلوآبی نشاسته ذرت و نشاسته سیب‌زمینی گزارش نمودند. این محققین در مطالعه خود به این نتیجه



شکل ۴- تأثیر سطوح مختلف جایگزینی آرد گندم با آرد جو دوسر و افزودن صمغ بالنگوشیرازی بر میزان تخلخل بافت نان بربری نیمه حجیم
 (حروف مشابه از نظر آماری در $P < 0.05$ تفاوت معنی‌داری ندارند)

دوسر تا سطح ۱۰ درصد در بازه زمانی یک روز پس از پخت، تأثیر معنی‌داری بر میزان سفتی بافت و بیاتی نداشت. این در حالی بود که در طی بازه‌های زمانی سه و هفت روز پس از پخت، شاهد روند نزولی در میزان سفتی بافت نسبت

۳-۴- سفتی بافت

نتایج ارزیابی میزان سفتی بافت طی بازه زمانی یک، سه و هفت روز پس از پخت در جدول ۲ آورده شده است. نتایج نشان داد که با افزایش جایگزینی آرد گندم با آرد جو

به نمونه شاهد بودیم. بیاتی نان به عوامل متعددی نظیر رتروگراداسیون آمیلوپکتین، آرایش مجدد پلیمرها در ناحیه آمورف، کاهش میزان رطوبت و یا توزیع رطوبت بین ناحیه آمورف و کریستالی در آن دخیل است (۱۲). این در حالی است که در نمونه‌های نان ترکیبی حاوی آرد جو دوسر، عامل دیگری نیز دخیل باشد. در واقع علت بیاتی شدید نمونه‌های حاوی ۲۰ درصد جو دوسر، کاهش میزان گلوتن در فرمولاسیون می‌باشد که این امر سبب تسهیل مهاجرت رطوبت از مغز به پوسته و در نتیجه بیاتی سریع‌تر و سفتی بیشتر می‌گردد. علاوه بر این نتایج گویای آن بود که صمغ دانه بالنگو شیرازی تا سطح ۰/۳ درصد بیشترین تأثیر را در کاهش میزان سفتی بافت در هر سه بازه زمانی مورد مطالعه داشت. در همین راستا نقی‌پور و همکاران (۱۳۹۱) با بررسی تأثیر افزودن صمغ گوار و گزانتان به فرمولاسیون کیک بدون گلوتن، کاهش میزان سفتی بافت نمونه‌های تولیدی را در مقایسه با نمونه شاهد (فاقد افزودنی) گزارش نمودند (۱۰). همچنین شایان ذکر است که میزان افزایش سفتی در نمونه‌های حاوی آرد جو دوسر و صمغ دانه بالنگو شیرازی کمتر از نمونه شاهد (بدون جایگزینی و فاقد افزودنی) بود. حصول چنین نتیجه‌ای دور از انتظار نبود. زیرا ضمن اینکه

آرد جو دوسر و صمغ دانه بالنگو شیرازی در افزایش میزان رطوبت محصول نهایی نقش داشتند با افزایش میزان مخصوص و تخلخل در کاهش فشردگی بافت محصول تولیدی نسبت به نمونه شاهد مؤثر بودند که این امر خود در نرمی بافت بسیار اثرگذار بود. افزایش سفتی بافت نمونه‌های تولیدی با افزودن بیش از ۰/۳ درصد صمغ بالنگو شیرازی مشاهده شد که می‌تواند به دلیل افزایش بیش از اندازه رطوبت محصول و ایجاد یک بافت چسبنده و صمغی مانند در مرکز نمونه‌های تولیدی باشد که به موجب آن محصول تولیدی طی آزمون فشردگی شدن در زیر پروب دستگاه بافت‌سنج مقاومت بیشتری نموده و در نتیجه آن میزان سفتی بیشتری مشاهده گردیده است. در این راستا آتیانگو و همکاران (۲۰۰۹) بیان نمودند که نوع و غلظت هیدروکلوئیدها اثرات مختلفی بر میزان سفتی بافت محصول دارد و اگر انتخاب ناصحیح به‌خصوص به لحاظ سطح مصرف صورت گیرد، اثر مخرب بر بافت محصول نهایی مشاهده می‌گردد (۲۵). از سوی دیگر شاهد روند صعودی در میزان سفتی بافت طی سه بازه زمانی یک، سه و هفت روز پس از پخت در تمامی نمونه‌های تولیدی بودیم که این روند صعودی در نمونه‌های فاقد صمغ با شیب بیشتری مشاهده گردید.

جدول ۲- تأثیر سطوح مختلف جایگزینی آرد گندم با آرد جو دوسر و افزودن صمغ بالنگو شیرازی بر میزان سفتی بافت نان بربری نیمه حجیم طی سه بازه زمانی یک، سه و هفت روز پس از پخت

آرد جودوسر (درصد)	صمغ بالنگوشیرازی (درصد)	سفتی بافت (نیوتن)		
		یک روز پس از پخت	سه روز پس از پخت	هفت روز پس از پخت
۰	۰	۵/۰±۶۲/۳۰ ^{bc}	۱۲/۰±۰۷/۱۰ ^a	۲۵/۱±۷۱/۲۱ ^a
۰	۰/۳	۳/۰±۸۰/۲۱ ^d	۷/۰±۸۲/۰۳ ^{bc}	۱۹/۱±۸۰/۲۳ ^{bc}
۰	۰/۶	۴/۰±۸۷/۲۲ ^c	۹/۰±۲۱/۰۲ ^b	۲۲/۰±۱۶/۴۰ ^b
۱۰	۰	۵/۰±۸۲/۱۳ ^{bc}	۷/۰±۴۱/۱۳ ^{bc}	۱۹/۰±۴۱/۶۱ ^{bc}
۱۰	۰/۳	۴/۰±۰۳/۵۰ ^d	۵/۰±۳۰/۰۵ ^d	۱۵/۰±۰۰/۵۳ ^d
۱۰	۰/۶	۴/۰±۸۱/۰۸ ^c	۶/۰±۸۷/۲۲ ^c	۱۷/۰±۶۰/۲۸ ^c
۲۰	۰	۷/۰±۲۷/۰۳ ^a	۱۰/۰±۱۹/۱۳ ^{ab}	۲۰/۰±۱۱/۳۶ ^{bc}
۲۰	۰/۳	۶/۰±۳۲/۰۳ ^b	۸/۰±۱۴/۰۳ ^{bc}	۱۷/۰±۳۰/۲۵ ^c
۲۰	۰/۶	۶/۰±۹۵/۰۲ ^{ab}	۸/۰±۸۲/۲۲ ^b	۱۸/۰±۲۱/۱۶ ^c

(حروف مشابه در هر ستون از نظر آماری در $P < 0.05$ تفاوت معنی‌داری ندارند)

۳-۵- رنگ پوسته

بخش رطوبت پژوهش حاضر) توانسته‌اند در کاهش تغییرات سطح پوسته نان مؤثر باشند که این امر به نوبه خود در افزایش میزان مؤلفه L^* دخیل است. بنابراین ترکیباتی که سبب حفظ بیشتر رطوبت در محصول نهایی در حین فرآیند پخت می‌شوند از طریق کاهش تغییرات پوسته نان در افزایش میزان مؤلفه L^* دخیل خواهند بود. از سوی دیگر همانگونه که مشاهده می‌گردد با افزایش میزان صمغ از ۳/۰ تا ۶/۰ شاهد روند نزولی در میزان مؤلفه L^* بودیم که این امر به دلیل جذب آب بالاتر، تضعیف شبکه گلوتن و از سوی دیگر کاهش میزان حجم مخصوص و تخلخل، شاهد فشردگی بافت و ایجاد برآمدگی و فرورفتگی در پوسته نان تولیدی و کاهش میزان روشنای پوسته بودیم. همچنین شایان ذکر است که جایگزینی آرد گندم با آرد جو دوسر در سطوح صفر، ۱۰ و ۲۰ درصد و همچنین افزودن صمغ بومی بالنگو شیرازی در سطوح صفر، ۳/۰ و ۶/۰ درصد تأثیر معنی داری بر میزان مؤلفه‌های a^* و b^* پوسته نمونه‌های نان نیمه حجیم تولیدی نداشت ($P \leq 0.05$).

همان‌گونه که نتایج در جدول ۳ نشان می‌دهد، با افزایش جایگزینی آرد گندم با آرد جو دوسر، میزان مؤلفه L^* پوسته نان نیمه حجیم کاهش یافت. در قبل نیز اشاره گردید که یولاف (جو دوسر) منبع خوبی از نظر پروتئین می‌باشد. در همه غلات رابطه منفی بین پروتئین کل و درصد لیزین وجود دارد و این در حالی است که چنین ویژگی در یولاف دیده نمی‌شود و یا به مقدار اندک دیده می‌شود (۲۳ و ۳۱). از این رو استفاده از آرد این دانه در فرمولاسیون نان، سبب تشدید واکنش قهوه‌ای شدن غیرآنزیمی مایلارد می‌گردد و در نتیجه آن میزان مؤلفه L^* (روشنایی) پوسته کاهش یافت. این در حالی بود که بیشترین میزان مؤلفه L^* پوسته در نمونه‌های حاوی ۳/۰ درصد از صمغ بالنگو شیرازی مشاهده گردید و در سطوح بالاتر از این ترکیب (۶/۰ درصد) شاهد روند نزولی در میزان روشنایی پوسته بودیم. در همین راستا می‌توان گفت که افزودنی‌هایی نظیر صمغ‌ها از طریق نگهداری بیشتر رطوبت در بافت محصول نهایی و از دست ندادن آن در طی فرآیند پخت (با توجه به نتایج

جدول ۳- تأثیر سطوح مختلف جایگزینی آرد گندم با آرد جو دوسر و افزودن صمغ بالنگو شیرازی

بر میزان مؤلفه‌های رنگی پوسته نان بربری نیمه حجیم

رنگ پوسته (-)			صمغ	آرد جو دوسر (درصد)
مؤلفه L^*	مؤلفه a^* ns	مؤلفه b^* ns	بالنگو شیرازی (درصد)	
۴۵/۰±۰۶/۰۲ ^c	۱۸/۰±۵/۳۰	۲۲/۰±۲/۳۱	۰	
۵۰/۱±۶/۰۱۷ ^a	۱۸/۰±۸/۰۱	۲۱/۰±۶/۳۶	۳/۰	۰
۴۷/۰±۱۱/۰۶ ^b	۱۸/۰±۲/۰۵	۲۲/۰±۱/۲۷	۶/۰	
۳۸/۰±۰۹/۱۳ ^{de}	۱۸/۰±۲/۰۰	۲۱/۰±۸/۴۱	۰	
۴۵/۰±۲۳/۶۵ ^c	۱۸/۰±۴/۰۲	۲۱/۰±۹/۲۳	۳/۰	۱۰
۴۱/۰±۵۲/۲۸ ^d	۱۸/۰±۷/۰۲	۲۱/۰±۷/۳۹	۶/۰	
۳۲/۱±۱۴/۱۹ ^f	۱۹/۰±۰/۰۵	۲۲/۰±۲/۶۲	۰	
۴۰/۰±۲۱/۴۳ ^d	۱۸/۰±۸/۰۲	۲۲/۰±۰/۲۵	۳/۰	۲۰
۳۵/۱±۵۲/۰۷ ^e	۱۸/۰±۵/۰۶	۲۱/۰±۸/۳۶	۶/۰	

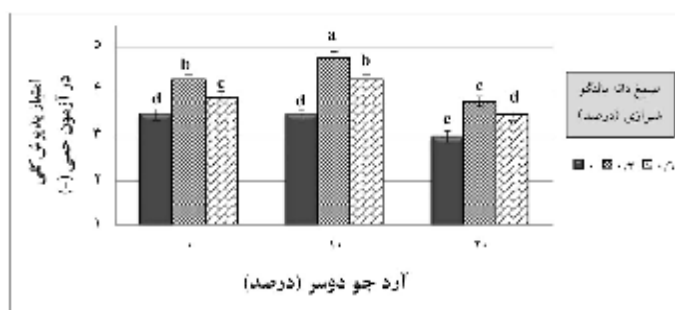
(حروف مشابه در هر ستون از نظر آماری در $P < 0.05$ تفاوت معنی داری ندارند)

(ns: اختلاف معنی داری در سطح $P < 0.05$ مشاهده نگردید)

۳-۶- پذیرش کلی در ارزیابی حسی

همان گونه که ملاحظه گردید با جایگزینی آرد گندم با آرد جو دو سر تا سطح ۱۰ درصد داوران چشایی بالاترین امتیاز را به این نمونه اختصاص دادند. این در حالی بود که در سطوح بالاتر جایگزینی شاهد کاهش امتیاز خصوصیات حسی بودیم. در واقع این امر بدان علت است که در سطوح بالاتر (۲۰ درصد) سفتی بافت افزایش و میزان حجم مخصوص و تخلخل بافت نیز کاهش یافت. همچنین با افزودن صمغ بومی دانه بالنگو شیرازی نیز نتایج مشابهی مشاهده گردید. به طوری که در سطح ۰/۳ درصد از این صمغ، پارامترهای کیفی و تکنولوژیکی از جمله حجم

مخصوص، تخلخل و نرمی بافت، بهبود یافت، این در حالی بود که در سطح ۰/۶ درصد شاهد کاهش این خصوصیات بودیم. از این رو می توان گفت متناسب با نان تولیدی، داوران چشایی نیز به نمونه های نان نیمه حجیم ترکیبی امتیاز اختصاص دادند. در همین راستا رحمانیان و قیافه داودی (۱۳۹۶) نیز با بررسی خصوصیات دونات ترکیبی حاوی آرد سیب زمینی، نیز اذعان داشتند که نمونه حاوی ۱۰ درصد آرد سیب زمینی و ۹۰ درصد آرد گندم در حضور ۰/۵ درصد پلی اول سوربیتول، بالاترین امتیاز پذیرش کلی را در بین نمونه های تولیدی کسب نمود (۴).



شکل ۵- تأثیر سطوح مختلف جایگزینی آرد گندم با آرد جو دوسر و افزودن صمغ بالنگو شیرازی

بر میزان پذیرش کلی نان بربری نیمه حجیم در آزمون حسی

(حروف مشابه از نظر آماری در $P < 0.05$ تفاوت معنی داری ندارند)

۴- نتیجه گیری

در مطالعه حاضر به بررسی تأثیر جایگزینی آرد گندم موجود در فرمولاسیون نان نیمه حجیم با آرد جو دوسر در سطوح مختلف و همچنین افزودن صمغ بومی بالنگو شیرازی پرداخته شد. نتایج نشان داد که با افزایش سطح آرد جو دوسر در فرمولاسیون نان و همچنین صمغ بومی، برخی از خصوصیات کیفی بهبود یافت. این در حالی بود که در سطوح بالای این ترکیبات (۲۰ درصد جایگزینی و ۰/۶ درصد صمغ بالنگو شیرازی) شاهد تخریب خصوصیات بافتی بودیم به طوری داوران چشایی نیز نمونه حاوی ۱۰ درصد آرد جو دوسر و ۰/۳ درصد صمغ بالنگو شیرازی را به عنوان بهترین نمونه معرفی نمودند.

۵- منابع

۱. احمدی ندوشن، م. ۱۳۹۶. تکنولوژی غلات و فرآورده های آن. انتشارات حمیدا. چاپ اول، ص ۲۳-۳۰.
۲. احمدی ندوشن، م. ۱۳۷۳. تغییر الگوی مصرف و صنعتی کردن تولید نان کشور. مجموعه مقالات اجلاس تخصصی نان. انتشارات انیستیتو تحقیقات تغذیه ای و صنایع غذایی کشور، تهران..
۳. پیمان پور، غ. ۱۳۸۷. بهینه سازی فرمول پخت نان رژیمی یولاف. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران..

۱۰. نقی پور، ف.، حبیبی نجفی، م. ب.، کریمی، م.، حداد خداپرست، م. ح.، و شیخ الاسلامی، ز. ۱۳۹۱. بررسی امکان تولید کیک بدون گلوتن با استفاده از سورگوم، شیر سویا و صمغ های گوار و گزانتان. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد.
۱۱. AACCC. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 10th Ed., Vol. 2. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN; 2000.
۱۲. 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.
۱۳. Anne Rieder, A., Holtekjolen, A.K., Sahlstrøm, S. and Anette, M. 2012. Effect of barley and oat flour types and sourdoughs on dough rheology and bread quality of composite wheat bread. *Journal of Cereal Science*, 55(1): 44-52.
۱۴. Gacula, J.R., Singh, J., Bi, J. and Altan, S. 1984. Statistical methods in food and consumer research. Academic press Inc. U.S.A, 360-366.
۱۵. Gallagher, E., Gormley, T.R., and Arendt, E.K. 2004. Recent advances in the formulation of gluten free cereal based. *Food Science and Technology*, 15: 143-152.
۱۶. Gallagher, E., Kunkel, A., Gormley, T.R., and Arendt, E. 2003. 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.
۱۷. 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(3): 61-74.
۱۸. Haralick, R.M., Shanmugam, K., 1973. Dinstein, I. Textural features for image classification. *IEEE Transactions of ASAE*, 45(6): 1995-2005.
۴. رحمانیان، ع.، قیافه داودی، م. ۱۳۹۶. بررسی امکان بهبود خصوصیات تکنولوژیکی، تصویری، حسی دونات تخمیری ترکیبی (گندم – سیب زمینی) با استفاده از قند چند الکلی. علوم و صنایع غذایی، شماره ۶۹، دوره ۱۴، ص ۲۵۳-۲۴۳.
۵. شیخ الاسلامی، ز.، کریمی، م.، قیافه داودی، م.، صحرائیان، ب.، نقی پور، ف. ف. و معدنی، م. ۱۳۹۶. بررسی خصوصیات کیفی، تصویری، حسی و ماندگاری کیک اسفنجی حاوی صمغ بومی و امولسیفایر طبیعی. علوم و صنایع غذایی، شماره ۶۸، دوره ۱۴، ص ۲۴۹-۲۳۷.
۶. شیخ الاسلامی، ز.، کریمی، م.، قیافه داودی، م.، صحرائیان، ب. ۱۳۹۵. بررسی کمیت و کیفیت یکی اسفنجی حاوی عصاره چوبک و صمغ دانه بالنگوشیرازی. کنفرانس علوم و صنایع غلات.
۷. صحرائیان، ب.، کریمی، م.، حبیبی نجفی، م. ب.، حداد خداپرست، م. ح.، قیافه داودی، م.، شیخ الاسلامی، ز.، نقی پور، ف. ف. ۱۳۹۳. بررسی تأثیر صمغ بومی بالنگو شیرازی (*Lallemantia royleana*) بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی نان بربری نیمه حجیم بدون گلوتن سورگوم. فصلنامه علوم و صنایع غذایی، شماره ۴۲، دوره ۱۱، ص ۱۳۹-۱۲۹.
۸. محمد امینی، ا.، و حداد خداپرست، م. ح. ۱۳۸۶. بهینه یابی شرایط استخراج ترکیبات هیدرولکلوئیدی دانه بالنگو شیرازی و بررسی تاثیر آن بر خواص رئولوژیکی و کیفیت نان حجیم در مقایسه با صمغ گزانتان. پایان نامه دوره کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد.
۹. ناصحی، ن.، عزیزی، م.، هادیان، ز. ۱۳۸۸. روش های مختلف اندازه گیری بیاتی نان. فصلنامه علوم و صنایع غذایی. شماره ۱، دوره ۶، ص ۵۵-۵۳.

27. Razavi, S.M.A., Mohammadi Moghaddam, T. and Mohammad Amini, A. 2008. Physico-mechanic and chemical properties of Balangu seed. *International Journal of Food Engineering*, 4(5).
28. Saastamolnen, M., Kumpulainen, J., and Nummela, S. 1989. Genetic and environment variation of oil content and fatty acid composition of oats. *Cereal Chemistry*, 66:296-300.
29. Sun, D. 2008. Computer vision technology for food quality evaluation. Academic Press, New York.
30. Theander, O., Westerlund, E. and Aman, P. 1953. Structure and components of dietary fiber. *Cereal Food World*, 38:135.
31. Webster, F.H. 1986. Oats: Chemistry and Technology. St. Paul: American Association of Cereal Chemists.
32. Wood, P.J., Arrigoni, E., Miller, S. and Amando, R. 2002. Fermentability of oat and wheat fractions enriched in β -glucan using human fecal inoculation. *Cereal Chemistry*, 76:445-21.
33. Ying, B., Jun, L., Yunzi, F., Zhuo, C. and Zaigui, L. 2009. Applicability of DATEM for Chinese steamed bread made from flours of different gluten qualities. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89 (2): 227-231.
34. Ziobro, R., Korus, J., Witczak, M. and Juszcak, L. 2012. Influence of modified starches on properties of gluten free dough and bread. Part II: Quality and staling of gluten free bread. *Food Hydrocolloids*, 29(1): 68-74.
19. Huang, W., Kim, Y., Li, X. and Rayas-Duarte, P. 2008. Rheofermentometer parameters and bread specific volume of frozen sweet dough influenced by ingredients and dough mixing. *Journal of Cereal Science*, 48(3): 639-646.
20. Inglett, G.E., Chen, D. and Liu, S.X. 2015. Physical properties of gluten-free sugar cookies made from amaranth-oat composites. *LWT-Food Science and Technology*, 63(1): 214-220.
21. 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.
22. Lopez, A.C.B., Pereira, A.J.G. and Junqueira, R.G. 2004. Flour mixture of rice flour, corn and cassava starch in the production of gluten free white bread. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 47: 63-70.
23. Ma, C.Y. 1983. Chemical characterization and functionality assessment of protein concentrates from oats. *Cereal Chemistry*, 60:36-42.
24. Maleki, M., Vetter, J.L., and Hoover W.J. 1981. The Effect of Emulsifiers, Sugar, Shortening and Soya Flour on the Staling of Barbari Flat Bread. *Journal Science Food Agricultural*, 32, 1209-1211.
25. 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.
26. Pourfarzad, A., Haddad Khodaparast, M., Karimi, M., Mortazavi, S.A., Ghiafeh Davoodi, M., Hematian Sourki, A. and Razavizadegan Jahromi, S.H. 2009. Effect of polyols on shelf-life and quality of flat bread fortified with soy flour. *Journal of Food Process Engineering*, 34: 1435-1445.

(Original Research Paper)
**Investigation on Increasing the Shelf Life of Semi Volume
Composite Barbari Bread Containing Oatmeal Flour by Balangu
Seed Gum**

Yeganeh Hasanpour¹, Fariba Naghi pour^{2*}, Alireza Faraji³

1-MSc Student of Food Science and Technology, Faculty of Advanced Sciences and Technology,
Pharmaceutical Sciences Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

2- Seed and Plant Research Improvement Institute, Agriculture Research, Education and Extension
Organization , Karaj, Iran.

3-Professor, Department of Food Sciences and Technology, Faculty of Advanced Sciences and
Technology, Pharmaceutical Sciences Branch, Islamic Azad university, Tehran, Iran.

Received:09/04/2018

Accepted:10/09/2018

Abstract

Consumers are always in demand for diverse products with high nutritional value and high quality that all of them are directly related to production technology. On the other hand, any change in the formulation of food affects the shelf life. Therefore, in this study, the possibility of improving the quantitative and qualitative properties and shelf life of semi volume composite barbari bread containing different levels of oatmeal flour (0, 10 and 20%) as a substitute for wheat flour, in the presence of natural and native balangu seed gum (in levels of 0, 0.3 and 0.6% base on oatmeal and wheat flour weight) were evaluated. The results showed that in the presence of these compounds, the moisture content of the final product increased in one day and three days after baking, so that the sample containing 20% oatmeal flour and 0.6% balangu gum had the highest moisture content among samples. On the other hand, it was observed that increasing the substitution to a level of 10% and adding 0.3% of gum the specific volume and porosity were increased, and the firmness during one day and three and seven days after baking was decreased. It was also observed that the samples containing 20% oatmeal flour had better shelf life than the control in seven days after baking. It was also determined that adding oatmeal flour to semi-volume bread formulation increased the amount of darkness of the crust and decreased the L* value by crust color evaluation. In addition, the highest brightness and smooth skin in bread samples containing 0.3% gum content was observed. Finally, by evaluating the results of sensory properties, it was found that the sample containing 10% oatmeal flour and 0.3% balangu seed gum had the highest acceptability and overall acceptance.

Keywords: Barbari Bread, Oatmeal, Native Gum, Additives, Shelf Life.

*Corresponding Author: faribanaghipour@yahoo.com