

بررسی امکان بهبود خصوصیات تکنولوژیکی، تصویری و حسی دونات تخمیری ترکیبی (گندم-سیب زمینی) با استفاده از قند چند الکلی

علیرضا رحمانیان^۱، مهدی قیافه داودی^{۲*}

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

۲- بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و

ترویج کشاورزی، مشهد، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۵/۰۷/۰۶ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۸/۱۷)

چکیده

در میان محصولات شیرین حاصل از آرد گندم، طعم مطلوب و پر انرژی بودن دونات سبب توجه بیشتر تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان به آن گردیده است. این در حالی است که ایجاد تنوع در تولید این محصول و افزایش ماندگاری آن ضروری به نظر می‌رسد. از این رو هدف از انجام این پژوهش بررسی تأثیر جایگزینی آرد گندم موجود در فرمولاسیون دونات تخمیری با آرد سیب‌زمینی در سطوح صفر، ۱۰ و ۲۰ درصد و افزودن ترکیب چند الکلی سوربیتول به عنوان ماده جاذب الرطوبه در سطح صفر، ۰/۵ و ۱/۰ درصد، بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی، بافتی، تصویری، حسی و ماندگاری محصول نهایی در قالب طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل بود ($P \leq 0/05$). نتایج به وضوح نشان داد که افزایش میزان جایگزینی آرد گندم با آرد سیب‌زمینی و افزودن پلی‌اول سوربیتول در تمامی سطوح سبب افزایش میزان رطوبت نمونه‌های دونات تولیدی به‌طور معنی‌داری شد ($P \leq 0/05$). این در حالی بود که افزایش میزان جایگزینی آرد تا سطح ۲۰ درصد و حضور ۱/۰ درصد سوربیتول سبب کاهش میزان تخلخل و حجم مخصوص نمونه‌ها گردید. ارزیابی بافت طی بازه زمانی سه روز پس از پخت نیز گویای آن بود که حضور آرد سیب‌زمینی تا سطح ۱۰ درصد و سوربیتول به میزان ۱/۰ درصد منجر به ایجاد بافت نرم و مطلوب گردید. از سوی دیگر مشاهده شد که افزایش میزان سوربیتول در نمونه‌های تولیدی، میزان روشنی (مؤلفه *L) و قرمزی (مؤلفه *a) پوسته دونات تخمیری به ترتیب افزایش و کاهش یافت و همچنین افزایش میزان آرد سیب‌زمینی تا سطح ۲۰ درصد در افزایش میزان قرمزی پوسته نمونه‌ها مؤثر بود. در نهایت با ارزیابی نتایج پذیرش کلی مشخص گردید که نمونه حاوی ۱۰ درصد آرد سیب‌زمینی، ۹۰ درصد آرد گندم و ۰/۵ درصد سوربیتول از بیشترین میزان مقبولیت نزد داوران چشایی برخوردار بود.

کلید واژگان: دونات، آرد سیب‌زمینی، پلی‌اول، سوربیتول، ماندگاری.

* مسئول مکاتبات: mehdidavoodi@yahoo.com

۱- مقدمه

دونات تخمیری یکی از محصولات است که طی سال‌های اخیر، جایگاه حائز اهمیتی در بین میان وعده‌های غذایی یافته است. این محصول پس از مرحله تخمیر، تقسیم، شکل‌دهی و استراحت در روغن سرخ می‌شود [۱]. طعم مطلوب و پر انرژی بودن دونات باعث شده در میان محصولات شیرین حاصل از آرد گندم بسیار مورد توجه قرار گیرد. بازار دونات در آمریکا تنها سالیانه حدود ۳-۴ میلیارد دلار درآمد دارد [۲]. از این‌رو با صنعتی شدن دونات، افزایش تقاضای مشتری و تولید آن در مقیاس وسیع، نیاز به اصلاحاتی در فرمولاسیون نظیر جایگزینی بخشی از آرد گندم با آرد سایر منابع به‌منظور افزایش بهره‌وری و ایجاد تنوع، همچنین به‌کارگیری افزودنی‌های مناسب به‌منظور ارتقاء خصوصیات تکنولوژیکی، ماندگاری و حسی چنین محصولی احساس می‌شود. یکی از منابعی که قابلیت استفاده به‌عنوان جایگزین آرد گندم را دارد، سیب‌زمینی می‌باشد. سیب‌زمینی با داشتن نشاسته، پروتئین و اسیدهای آمینه مورد نیاز انسان و ویتامین‌های B و C یکی از با ارزش‌ترین محصولات کشاورزی می‌باشد. وجود ۱۰۰ گرم سیب‌زمینی در جیره غذایی روزانه باعث می‌شود که حدود ۸ درصد از حداقل پروتئین مورد نیاز، ۱۰ درصد آهن، ۲۰ تا ۵۰ درصد ویتامین C و ۲۰ درصد ویتامین B₁ و حدود ۳ درصد انرژی مورد نیاز روزانه تأمین شود. آرد سیب‌زمینی به علت خواص ظاهری مشابه با آرد گندم، قابلیت جذب و نگهداری آب بالا و طعم و مزه مناسب و فراوانی تولید در کشور جایگزین مناسبی برای آرد گندم در تهیه نان‌های سنتی و صنعتی مخلوط به شمار می‌رود [۳].

از سوی دیگر یکی دیگر از مشکلات موجود در صنایع پخت، فساد فیزیکی و شیمیایی این دسته از محصولات است که در کاهش عمر مفید محصولات نانوائی که میزان رطوبت کم و متوسط دارند، مؤثرند. این امر سبب می‌گردد که ضایعات در این صنعت چشمگیر بوده و محصولات صنایع پخت از ماندگاری طولانی مدتی برخوردار نباشند. اما ذکر این نکته ضروری است که فساد میکروبی توسط باکتری‌ها، کپک‌ها و مخمرها در محصولات با فعالیت آبی بیش از ۰/۸۵، تجزیه و فساد مواد غذایی و به دنبال آن خطرات بهداشتی برای مصرف‌کننده را به

دنبال خواهد داشت [۴]. بنابراین کاهش میزان آب قابل دسترس میکروارگانیسم‌ها جهت جلوگیری از فساد مواد غذایی امری لازم و ضروری می‌باشد. در همین زمینه استفاده از ترکیبات جاذب-رطوبه جهت کاهش فعالیت آبی مؤثر می‌باشد [۵]. پلی‌اول‌ها یا چند الکلی‌ها دارای تعداد زیادی گروه‌های هیدروکسیل آزاد در ساختمان خود بوده و توانایی جذب و نگهداری آب را در خود دارد. در این بین، سوربیتول یکی از ترکیباتی است که از احیای گلوکز به‌دست می‌آید. شایان ذکر است که با وجود طعم شیرین این ترکیبات، سبب افزایش قند خود نمی‌گردد، از این‌رو برای بیماران دیابتی مناسب می‌باشند [۶]. سوربیتول با نام تجاری E420 جزء اولین دسته از قندهای الکلی مورد استفاده در غذاهای بدون قند (ساکارز) هستند که از احیای گلوکز به‌دست می‌آید. سوربیتول به‌عنوان اولین قند الکلی که به‌صورت تجاری تولید شده، در محدوده وسیعی از مواد غذایی از جمله فرآورده‌های نانوائی و قنادی مورد استفاده قرار می‌گیرد و از نظر حجم مصرف سالیانه از سایرین پیشی گرفته است. شایان ذکر است که اندیس گلاسمیک سوربیتول ۱۲ و ساکارز ۶۸ است [۷]. علاوه بر این وجود گروه‌های هیدروکسیل آزاد زیاد در این ترکیب، سبب گردیده است که میزان جذب آب بالایی داشته و سبب بهبود و نرمی بافت ماده غذایی گردد. در همین راستا کریمی و همکاران (۲۰۱۳) اثر ترکیبات مختلف نظیر سوربیتول، گلیسرین، پروپیلن‌گلیکول، پلی‌سوربات ۶۰ را در کیفیت خمیر و نان بربری را مورد بررسی قرار دادند که نتایج مطلوبی از قبیل افزایش حجم و تخلخل، حفظ رطوبت و فعالیت آبی، کاهش سفتی بافت نان را در پی داشت [۸]. همچنین پورفرزاد و همکاران (۲۰۰۹)، تأثیر پلی‌اول‌های گلیسرول، سوربیتول، مالتیتول و پروپیلن‌گلیکول را بر کیفیت و ماندگاری نان بربری غنی‌شده با آرد سویا مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج حاصل از تحقیق آن‌ها نشان داد که در میان پلی‌اول‌های مختلف، پروپیلن‌گلیکول بیش‌ترین تأثیر را بر بهبود کیفیت و ماندگاری نان بربری غنی‌شده با آرد سویا داشت [۹]. از سوی دیگر یانز و همکاران (۲۰۰۷) اذعان داشتند که آرد سیب‌زمینی به لحاظ خواص ظاهری و ترکیبات شیمیایی شباهت زیادی به آرد گندم دارد. لذا قابلیت جایگزینی مناسبی خواهد داشت. این محققین افزایش جذب آب از ۶۲ به ۷۹ درصد را در صورت کاربرد ۸۰ درصد آرد

مقدار لازم تهیه شد (نمونه شاهد). علاوه بر این به منظور بررسی تأثیر متغیرهای این تحقیق، آرد سیب‌زمینی در سطوح صفر، ۱۰ و ۲۰ درصد جایگزین آرد گندم موجود در فرمولاسیون شد. پلی‌اول گلیسرین نیز در سطوح صفر، ۰/۲۵ و ۰/۵ درصد (بر اساس مجموع وزن گندم و سیب‌زمینی) به فرمولاسیون دونات اضافه گردید.

نحوه آماده‌سازی دونات بدین صورت بود که در ابتدا روغن و تخم‌مرغ در مخزن همزن (مدل اسپیرال، ساخت کشور تایلند) به مدت ۳ دقیقه مخلوط شدند و در ادامه شکر، مخمر، گلیسرین و آب به آن‌ها اضافه گردید. در انتها سایر مواد خشک از جمله آرد گندم و سیب‌زمینی به مخلوط قبل اضافه گردید و عمل هم زدن به مدت ۵ دقیقه ادامه یافت تا خمیر یکدست و یکنواخت حاصل گردد. سپس خمیر تهیه شده به مدت ۵ دقیقه جهت گذراندن دوره تخمیر اولیه روی میز کار قرار گرفت و بعد از اتمام مدت زمان تعیین شده بر روی سطح مسطحی جهت قالب خوردن، پهن گردید. در ادامه خمیر قالب خورده در داخل سینی قرار داده شد و به مدت ۴۵ دقیقه در گرمخانه (ZuccihelliForni ساخت کشور ایتالیا) با رطوبت نسبی ۸۰ درصد و دمای ۴۳ درجه سانتی‌گراد جهت تکمیل دوره تخمیر قرار گرفت. در انتها نمونه‌های خمیر دونات در سرخ‌کن Black & Decker مدل EF40 به مدت ۶ دقیقه سرخ شدند و پس از قرار گرفتن بر روی کاغذ جاذب جهت حذف روغن اضافی و سرد شدن (به مدت ۳۰ دقیقه در دمای حدود ۲۵ درجه سانتی‌گراد) در کیسه‌های پلی اتیلنی به منظور ارزیابی خصوصیات کمی و کیفی، بسته‌بندی و در دمای محیط نگهداری شدند [۱].

۲-۲-۲-۲-آزمون‌های کیفی و کمی دونات تخمیری

۲-۲-۲-۱-اندازه‌گیری میزان رطوبت

جهت انجام این آزمایش مطابق با روش اندازه‌گیری میزان رطوبت آرد، از استاندارد AACC (۲۰۰۰) شماره ۱۶-۴۴ استفاده گردید [۱۱].

۲-۲-۲-۲-اندازه‌گیری میزان حجم مخصوص

برای اندازه‌گیری حجم مخصوص نمونه‌های دونات از روش جایگزینی حجم با دانه^۱ مطابق با استاندارد AACC (۲۰۰۰)

سیب‌زمینی گزارش نمودند. هم‌چنین با افزایش آرد سیب‌زمینی حجم نان و قابلیت نگهداری نان افزایش یافت و رنگ نیز بهبود می‌یابد [۱۰].

بنابراین با توجه به مطالعات صورت گرفته در زمینه تولید و بهبود کیفیت و کمیت خصوصیات میان‌وعده‌های غذایی، هدف از انجام این پژوهش بررسی تأثیر جایگزینی بخشی از آرد گندم موجود در فرمولاسیون دونات با آرد سیب‌زمینی و افزودن پلی‌اول سوربیتول بر بهبود خصوصیات فیزیکوشیمیایی، بافتی، تصویری، حسی و ماندگاری محصول نهایی بود.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

آرد ستاره با درجه استخراج ۸۳ درصد و ۱۲/۳ درصد رطوبت، ۱۱/۷ درصد پروتئین، ۰/۶۴ درصد خاکستر و ۲۶/۴ درصد گلوتن مرطوب؛ از کارخانه آرد گلمکان (مشهد، ایران) و آرد سیب‌زمینی مصرف شده با ۹/۰۲ درصد رطوبت، ۷/۶۶ درصد پروتئین، ۰/۷۸ درصد چربی و ۲/۶۹ درصد خاکستر از شرکت فرآورده‌های سیب‌زمینی پریس اصفهان خریداری شد. برای این منظور، هر دو نوع آرد مصرفی برای انجام آزمایشات به صورت یکجا تهیه و در سردخانه با دمای ۴ درجه‌ی سانتی‌گراد نگهداری شد. خمیرمایه خشک مورد استفاده از کارخانه ایران ملاس واقع (فریمان) تهیه گردید. سایر مواد مورد نیاز در آزمایشات شامل شکر، روغن نباتی مایع و وانیل از یک فروشگاه عرضه‌کننده مواد اولیه قنادی خریداری و تخم‌مرغ تازه نیز یک روز قبل از تولید نمونه مورد نظر تهیه و در یخچال (دمای ۴ درجه‌ی سانتی‌گراد) نگهداری شد. بهبود دهنده دونات از شرکت پویس (مشهد، ایران) و پلی‌اول سوربیتول نیز از شرکت ونس‌بایو انرژی (ساخت کشور مالزی) خریداری گردید.

۲-۲- روش‌ها

۲-۲-۱- تهیه خمیر و تولید دونات تخمیری

خمیر دونات با ۱۰۰ درصد آرد گندم، ۰/۷۵ درصد مخمر خشک، ۱/۵ درصد نمک، ۲/۵ درصد شکر، ۱۲ درصد تخم‌مرغ، ۲/۵ درصد روغن، ۰/۲ درصد بهبود دهنده، ۰/۲ درصد وانیل و آب به

1. Rape seed displacement

هدف^۷ به ترتیب ۰/۰۵ نیوتن و ۳۰ میلی‌متر بود. در واقع میزان سفتی با توجه به منحنی نیرو-تغییر شکل به دست آمد. به این صورت که سفتی برابر با حداکثر مقدار نیرو در منحنی نیرو-تغییر شکل بود و بر اساس نیوتن (N) بیان شد [۱].

۲-۲-۵- ارزیابی مؤلفه‌های رنگی پوسته دونات

آنالیز رنگ پوسته دونات 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 تصاویر تهیه شده از پوسته دونات در اختیار نرم‌افزار Image J قرار گرفت. با فعال کردن فضای LAB در بخش Plugins، مؤلفه‌های فوق محاسبه شدند [۱۳] و [۱۴].

۲-۲-۶- آزمون خصوصیات حسی

آزمون حسی با استفاده از روش پیر $(P \times G)$ انجام شد [۱۵]. Rajabzadeh (۱۹۹۱) بین افراد آموزش دیده مطابق با آزمون منسی و روس داسود (Gacula) و سینگ (Singh) (۱۹۸۴) انتخاب گردیدند [۱۶] و سپس خصوصیات حسی کیک از نظر فرم و شکل، خصوصیات پوسته، پوکی و تخلخل، سفتی و نرمی بافت و بو، طعم و مزه که به ترتیب دارای ضریب رتبه ۴، ۳، ۲، ۳ و ۳ بودند، مورد ارزیابی قرار گرفتند. ضریب ارزیابی صفات از بسیار بد (۱) تا بسیار خوب (۵) بود. با داشتن این معلومات، پذیرش کلی با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید.

$Q =$ پذیرش کلی، $P =$ ضریب رتبه صفات و $G =$ ضریب ارزیابی صفات.

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 با آرایش کاملاً تصادفی دو عامله که عامل

شماره ۱۰-۷۲ استفاده شد. برای این منظور در فاصله زمانی ۲ ساعت پس از پخت، قطعه‌ی جدا شده از هر نمونه‌ی دونات به ابعاد ۲×۲×۲ سانتی‌متر را با ترازوی دیجیتال (مدل mettlor) و دقت ۱ میلی‌گرم توزین گردید. سپس حجم استوانه مدرج را به میزان ۲۵۰ میلی‌لیتر با دانه کلزا جایگزین شد. آنگاه قطعه‌ی مورد نظر در درون استوانه مدرج قرار داده شد و حجم نهایی گزارش گردید. در انتها از تقسیم حجم به وزن، حجم مخصوص محاسبه شد [۱۱].

۲-۲-۳- اندازه‌گیری میزان تخلخل

به منظور ارزیابی میزان تخلخل بافت داخلی دونات در فاصله زمانی ۲ ساعت پس از سرخ شدن، از تکنیک پردازش استفاده شد. بدین منظور برشی از بافت داخلی دونات تهیه گردید و به وسیله اسکنر (مدل: HP Scanjet G3010) با وضوح ۳۰۰ پیکسل تصویربرداری شد. تصویر تهیه شده در اختیار نرم‌افزار Image J قرار گرفت. با فعال کردن قسمت ۸ بیت^۲، تصاویر سطح خاکستری^۳ ایجاد شد. جهت تبدیل تصاویر خاکستری به تصاویر دودویی^۴، قسمت دودویی نرم‌افزار فعال گردید. این تصاویر، مجموعه‌ای از نقاط روشن و تاریک است که محاسبه نسبت نقاط روشن به تاریک به‌عنوان شاخصی از میزان تخلخل نمونه‌ها برآورد می‌شود. بدیهی است که هرچه قدر این نسبت بیشتر باشد بدین معناست که میزان حفرات موجود در بافت دونات (میزان تخلخل) بیشتر است. در عمل با فعال کردن قسمت Analysis نرم‌افزار، این نسبت محاسبه و درصد تخلخل نمونه‌ها اندازه‌گیری شد [۱۲].

۲-۲-۴- ارزیابی بافت

ارزیابی بافت دونات در فاصله زمانی سه روز نگهداری در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد، با استفاده از دستگاه بافت‌سنج QTS (ساخت کشور انگلستان) بر اساس روش دهقان تنها و همکاران (۱۳۹۰) انجام گرفت. حداکثر نیروی مورد نیاز برای نفوذ یک پروب استوانه‌ای با انتهای صاف (۲ سانتی‌متر قطر در ۲/۳ سانتی-متر ارتفاع) با سرعت ۳۰ میلی‌متر در دقیقه از مرکز دونات، به‌عنوان شاخص سفتی^۵ محاسبه گردید. نقطه شروع^۶ و نقطه

2. Bit
3. Gray level images
4. Binary Images
5. Hardness

6. Trigger Point
7. Target Value

همچنین کریمی و همکاران (۲۰۱۳) نیز با بررسی تأثیر هموکتانت‌های مختلف نظیر سوربیتول، گلیسرین، پروپیلن-گلابکول، پلی‌سوربات ۶۰ بر کیفیت خمیر و نان بربری عنوان داشتند که میزان رطوبت در نمونه‌های تولیدی در مقایسه با نمونه شاهد (فاقد افزودنی) افزایش یافت. در واقع این امر به دلیل وجود گروه‌های هیدروکسیل آزاد در ساختمان این ترکیبات می‌باشد که قادر است آب بیشتری را جذب نماید [۸].

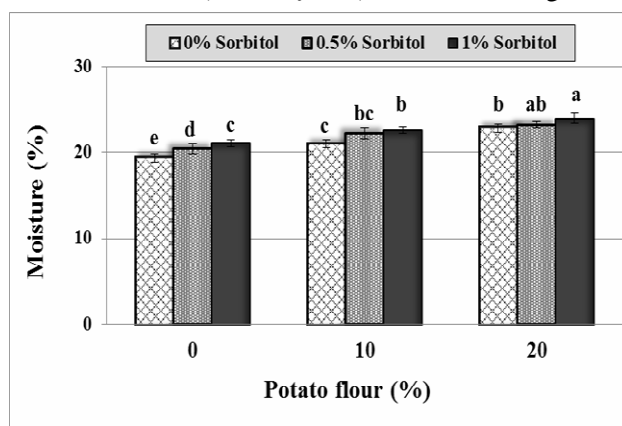


Fig 1 Effect of wheat flour replacement by potato flour and addition sorbitol in different levels on moisture content of fermented doughnut. (Means with different letters differ significantly in $p < 0.05$)

۳-۲- حجم مخصوص

نتایج تأثیر جایگزینی آرد گندم با آرد سیب‌زمینی و افزودن پلی‌اول سوربیتول در سطوح مختلف بر میزان حجم مخصوص دونات تخمیری در شکل ۲؛ نشان داد که با افزایش میزان جایگزینی آرد گندم با آرد سیب‌زمینی از صفر تا ۲۰ درصد، میزان حجم مخصوص کاهش یافت و کم‌ترین میزان حجم مخصوص در نمونه حاوی ۲۰ درصد آرد سیب‌زمینی مشاهده گردید. همچنین با افزودن سوربیتول نیز از حجم نمونه‌های تولیدی کاسته شد، این در حالی بود که بین نمونه حاوی ۰/۵ درصد و شاهد اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید ($P \leq 0/05$). کاهش میزان حجم مخصوص با افزایش میزان آرد سیب‌زمینی در فرمولاسیون دونات بدان علت است که با افزایش سطوح جایگزینی از میزان پروتئین گلوتن در محصول نهایی کاسته می‌شود. شبکه‌ی گلوتن یکی از مهم‌ترین عوامل در حفظ و نگهداری حباب‌های هوا در طی فرآیند تخمیر و پخت می‌باشد.

اول میزان جایگزینی آرد گندم موجود در فرمولاسیون دونات با آرد سیب‌زمینی در سطوح صفر، ۱۰ و ۲۰ درصد و عامل دوم نیز میزان افزودن پلی‌اول سوربیتول در سطوح صفر، ۰/۵ و ۱/۰ درصد بود، مورد ارزیابی قرار گرفت. هریک 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 نرم افزار Excel استفاده شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- رطوبت

نتایج تأثیر جایگزینی آرد گندم با آرد سیب‌زمینی و افزودن پلی‌اول سوربیتول در سطوح مختلف بر میزان رطوبت دونات تخمیری در شکل ۱، نشان داده شده است. همان‌گونه که مشاهده گردید هر دو عامل دارای اثر معنی‌داری بر میزان رطوبت دونات تخمیری بودند ($P \leq 0/05$)، به‌طوری که با افزایش میزان جایگزینی آرد گندم با آرد سیب‌زمینی از صفر تا ۲۰ درصد، میزان رطوبت نمونه‌های تولیدی به‌صورت خطی و صعودی افزایش یافت. همچنین افزودن پلی‌الکل سوربیتول نیز نتایج مشابهی نشان داد و نمونه حاوی ۱/۰ درصد سوربیتول دارای بالاترین میزان رطوبت در بین نمونه‌های تولیدی بود ($P \leq 0/05$). اما ذکر این نکته ضروری است که میزان رطوبت نمونه حاوی ۲۰ درصد آرد سیب‌زمینی و ۱/۰ درصد پلی‌اول سوربیتول بیش از مقدار استاندارد بود. مطابق با استاندارد ملی ایران مربوط به دونات و ویژگی‌های این محصول، حداکثر میزان رطوبت بایستی ۲۳ درصد باشد در حالی که در نمونه فوق‌الذکر بیش از این مقدار بود. در رابطه با افزایش میزان رطوبت نمونه‌های دونات تولیدی با استفاده از آرد سیب‌زمینی، می‌توان گفت که وجود ترکیبات فیبری در آرد آن سبب افزایش قابلیت نگهداری آب می‌گردد. غده تازه سیب‌زمینی دارای ۷۵ تا ۸۰ درصد آب و حدود ۲۰ درصد ماده می‌باشد. ماده خشک سیب‌زمینی شامل ۸۰-۶۰ درصد نشاسته، ۱ درصد املاح، ۵ درصد مواد فیبری، ۲-۱/۲ درصد مواد پروتئینی و سایر ترکیبات نظیر انواع ویتامین‌های محلول در آب، چربی و عناصر معدنی می‌باشد [۱۷].

درصد، میزان تخلخل کاهش یافت و کمترین میزان حجم مخصوص در نمونه حاوی ۲۰ درصد آرد سیبزمینی گزارش شد. شایان ذکر است که بین نمونه شاهد و ۱۰ درصد آرد سیبزمینی اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید ($P \leq 0.05$). همچنین با افزودن سوربیتول نیز از میزان تخلخل بافت نمونه‌های تولیدی کاسته شد، این در حالی بود که بین نمونه حاوی ۰/۵ درصد و شاهد اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید ($P \leq 0.05$). به‌طور کلی میزان تخلخل مغز بافت محصولات صنایع پخت تحت تأثیر تعداد حفرات موجود در مغز بافت و همچنین نحوه توزیع و پخش این حفرات می‌باشد [۲۰]. از این رو شبکه گلوتن متعادل نقش بسیار مهمی در بهبود تخلخل خواهد داشت. در نمونه حاوی ۲۰ درصد آرد سیبزمینی، کاهش بیش از حد گلوتن، سبب تداخل در پخش و توزیع سلول‌های گازی در بافت محصول نهایی می‌گردد. از سوی دیگر در سطوح بالای سوربیتول (۱/۰ درصد) شاهد کاهش میزان تخلخل بودیم که این امر به دلیل جذب بالای آب و سنگینی بیش از حد خمیر می‌باشد که اجازه پخش سلول‌های گازی و ایجاد بافت متخلخل را به محصول نهایی نمی‌دهد که با نتایج کریمی و همکاران (۲۰۱۳) مطابقت داشت [۸].

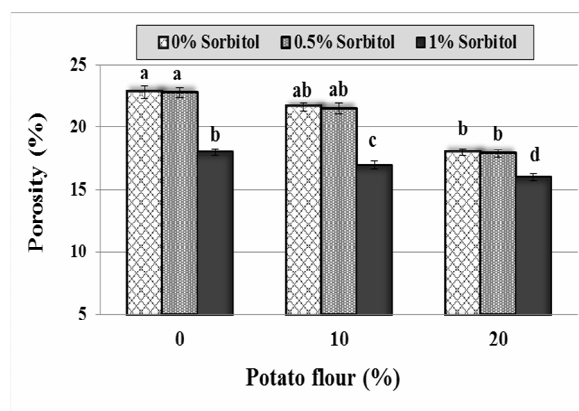


Fig 3 Effect of wheat flour replacement by potato flour and addition sorbitol in different levels on porosity of fermented doughnut. (Means with different letters differ significantly in $p < 0.05$)

۳-۴- سفتی

نتایج تأثیر جایگزینی آرد گندم با آرد سیبزمینی و افزودن پلی‌اول سوربیتول در سطوح مختلف بر میزان سفتی بافت دونات

در واقع آرد سیبزمینی قابلیت حفظ و نگهداری سلول‌های گازی در طی مراحل تولید را ندارد. علت این امر را می‌توان تضعیف شبکه‌ی گلوتن در اثر جایگزینی آرد سیبزمینی دانست [۱۸]. همچنین مشاهده گردید که افزودن سوربیتول در سطوح بالا نیز سبب کاهش حجم مخصوص نمونه‌های تولیدی می‌گردد. در واقع این امر به دلیل جذب بیش از حد آب در سیستم می‌باشد. از آنجایی که محصول تولیدی، دونات تخمیری است، قسمت اعظم حجم ایجاد شده در این محصول در نتیجه فرآیند تخمیر توسط مخمر می‌باشد. حضور مقادیر بالایی آب در خمیر سبب کاهش فعالیت مخمر و خفه شدن سلول‌های مخمر در خمیر می‌گردد [۱۶]. از این رو نمی‌توان انتظار حجم بالایی از چنین خمیری داشت. از سوی دیگر افزایش بیش از حد چنین افزودنی‌هایی در فرمولاسیون، می‌تواند از طریق افزایش بیش از حد ضخامت دیواره حباب‌های هوا، مانع از انبساط آن‌ها در طی فرآیند پخت و در نهایت کاهش میزان حجم محصول نهایی گردد که خود ایجاد بافتی فشرده و سفت در محصول نهایی را به دنبال خواهد داشت [۱۹].

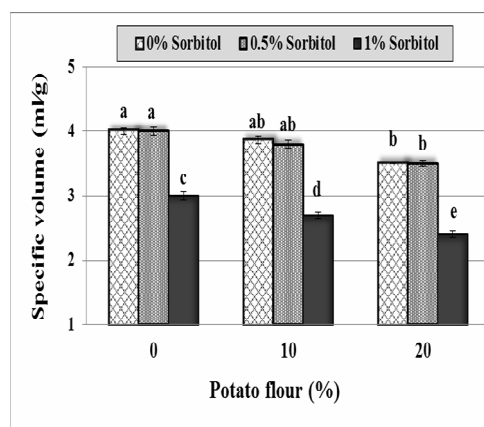


Fig 2 Effect of wheat flour replacement by potato flour and addition sorbitol in different levels on specific volume of fermented doughnut. (Means with different letters differ significantly in $p < 0.05$)

۳-۳- تخلخل

نتایج تأثیر جایگزینی آرد گندم با آرد سیبزمینی و افزودن پلی‌اول سوربیتول در سطوح مختلف بر میزان تخلخل دونات تخمیری در شکل ۳؛ نشان داده شده است. مشاهده گردید که با افزایش میزان جایگزینی آرد گندم با آرد سیبزمینی از صفر تا ۲۰

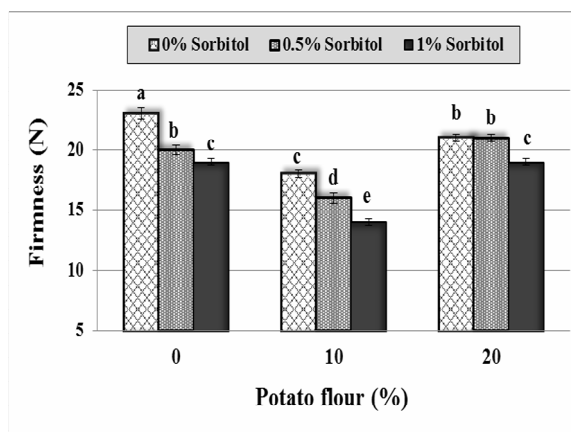


Fig 4 Effect of wheat flour replacement by potato flour and addition sorbitol in different levels on firmness of fermented doughnut doughnut during 72hr after baking. (Means with different letters differ significantly in $p < 0.05$)

۳-۵- رنگ پوسته

نتایج تأثیر جایگزینی آرد گندم با آرد سیبزمینی و افزودن پلی‌آول سوربیتول در سطوح مختلف بر میزان مؤلفه‌های رنگی پوسته دونات تخمیری در جدول ۱؛ نشان داد که با افزایش میزان جایگزینی آرد گندم با آرد سیبزمینی در فرمولاسیون دونات تا سطح ۱۰ درصد، میزان مؤلفه L^* پوسته افزایش یافت و سپس مقدار این پارامتر در سطوح بالاتر (۲۰ درصد) کاهش نشان داد. علاوه بر این با افزودن سوربیتول از صفر تا ۱/۰ درصد شاهد روند افزایشی در میزان مؤلفه L^* پوسته نمونه‌های دونات تولیدی بودیم. همان‌گونه که در قبل نیز اشاره گردید با جایگزینی آرد گندم با آرد سیبزمینی تا سطح ۱۰ درصد و همچنین افزودن قند الکلی سوربیتول، میزان مؤلفه L^* پوسته دونات افزایش یافت که این افزایش میزان مؤلفه L^* بدان علت است که این ترکیبات از طریق نگهداری بیشتر رطوبت در بافت محصول نهایی و از دست ندادن آن در طی فرآیند پخت (با توجه به نتایج بخش رطوبت پژوهش حاضر) توانسته‌اند در کاهش تغییرات سطح پوسته دونات مؤثر باشند که این امر به نوبه خود در افزایش میزان مؤلفه L^* دخیل است. در همین راستا پورلیس و سالوادوری (۲۰۰۹) بیان نمودند، تغییرات سطح بافت به احتمال زیاد مسئول

تخمیری طی بازه زمانی سه روز پس از پخت در شکل ۴؛ نشان داد که با افزایش جایگزینی آرد گندم با آرد سیبزمینی تا سطح ۱۰ درصد سبب ایجاد بافت نرم‌تری نسبت به نمونه شاهد گردید ($P \leq 0.05$). علاوه بر این با افزایش میزان ترکیب جاذب‌الرطوبه از صفر تا ۱/۰ درصد، میزان سفتی بافت نمونه‌های تولیدی به‌طور معنی‌داری کاهش یافت، به‌طوری که نمونه حاوی ۱/۰ درصد از این ترکیب در حضور ۱۰ درصد آرد سیبزمینی دارای نرم‌ترین بافت در بین نمونه‌های دونات تولیدی طی بازه زمانی سه روز پس از پخت بود. محققان بیاتی را به عملکرد میزان آب موجود در مغز محصول نسبت داده‌اند [۲۱] و وجود رابطه عکس بین محتوای رطوبت نان و میزان بیاتی را تیز اثبات کرده‌اند [۲۲]. وقتی آب ترکیبات مغز محصول (گلوتن یا نشاسته و یا هر دو) را ترک می‌کند، نمی‌تواند دیگر نقش پلاستیسایزری خود را اعمال کند و به همین علت سفتی نیز افزایش می‌یابد. تمایل بالای نشاسته سیبزمینی به جذب آب و توانایی آن در حفظ آب سبب کاهش آب در دسترس نشاسته و به‌دنبال آن کاهش کریستالیزاسیون نشاسته می‌گردد [۲۳]. در همین راستا اکبری و همکاران (۱۳۹۲) نیز با بررسی افزودن پوره سیبزمینی به فرمولاسیون نان بربری عنوان داشتند که مقادیر بالاتر پوره سیبزمینی می‌تواند افت رطوبت مغز نان و افزایش رطوبت پوسته در طی مدت زمان نگهداری را کاهش دهد و در نتیجه نمونه نان‌های حاوی آرد سیبزمینی از بافت نرم‌تری نسبت به سایر نمونه‌ها برخوردار بود [۲۴]. همچنین روندا و همکاران (۲۰۰۵) اذعان داشتند که سفتی بافت کیک تا حدود زیادی تحت تأثیر قابلیت باند کردن آب در قندهای الکلی و از دست دادن آن در طول نگهداری و علاوه بر این به برهم‌کنش این قندها با نشاسته که می‌تواند بر رتروگراداسیون نشاسته مؤثر باشد، قرار می‌گیرد. قندهای الکلی نظیر سوربیتول با حفظ و نگهداری رطوبت در طی مدت زمان نگهداری سبب افزایش میزان نرمی بافت و در نتیجه کاهش میزان بیاتی و افزایش میزان ماندگاری محصول نهایی می‌گردد [۲۵].

به آن که آرد سیبزمینی در هر ۱۰۰ گرم خود حاوی حدود ۷۰ گرم کربوهیدرات (نشاسته) می‌باشد، از این رو این مقادیر بالایی قند و تشدید واکنش میلارد، رنگ پوسته تیره‌تر (قرمزتر) می‌گردد [۱۷]. از سوی دیگر با بررسی نتایج اثر مستقل افزودن سوربیتول مشاهده گردید که با افزایش میزان سوربیتول از صفر تا ۱/۰ درصد، میزان مؤلفه a^* پوسته کاهش یافت. کاهش میزان قرمزی پوسته در ارتباط با جذب بالای آب توسط سوربیتول و در نتیجه رقیق شدن سیستم و کاهش احتمال واکنش‌های مولد رنگ می‌باشد. از سوی دیگر قندهای الکلی نظیر سوربیتول خود نیز به علت فقدان گروه عاملی قادر به شرکت در واکنش‌های قهوه‌ای شدن مایلارد نمی‌باشند [۲۷ و ۲۵]. شایان ذکر است که هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری در میزان مؤلفه b^* پوسته دونات تخمیری در سطح آماری ۵ درصد مشاهده نگردید.

روشنایی سطح محصولات صنایع پخت بوده و سطوح منظم و صاف توانایی انعکاس بیشتر روشنایی نسبت به سطح چین‌دار را دارد [۲۶]. بنابراین مطابق با یافته‌های کریمی و همکاران (۱۳۹۱) 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 [۱۸]. همچنین همان‌گونه که ملاحظه می‌گردد با افزایش میزان جایگزینی آرد گندم با آرد سیبزمینی در فرمولاسیون دونات تا سطح ۲۰ درصد، میزان مؤلفه a^* پوسته افزایش یافت. به طوری که نمونه حاوی ۲۰ درصد آرد سیبزمینی از میزان قرمزی بیشتری در مقایسه با سایر نمونه‌ها برخوردار بود. مطابق با یافته‌های پورلیس و سالوادوری (۲۰۰۹)، رنگ پوسته به علت واکنش قهوه‌ای شدن غیرآنزیمی مایلارد که بین قندها و آمینو اسیدها رخ می‌دهد و همچنین، واکنش کاراملیزاسیون قند ایجاد می‌گردد [۲۶]. با توجه

Table 1 Effect of wheat flour replacement by potato flour and addition sorbitol in different levels on crust color values of fermented doughnut.

Potato flour (%)	Sorbitol (%)	Crust Color (-)		
		L^*	a^*	b^* ns
0	0.0	38.36±0.51 ^d	10.65±0.35 ^d	22.13±0.42
	0.5	40.08±0.48 ^{cd}	9.52±0.28 ^e	22.61±0.13
	1.0	42.11±0.33 ^c	8.66±0.64 ^f	22.65±0.11
10	0.0	40.72±0.39 ^c	12.12±0.42 ^b	22.38±0.33
	0.5	45.86±0.50 ^b	11.09±0.12 ^c	22.08±0.54
	1.0	42.60±0.32 ^a	10.83±0.31 ^d	22.71±0.12
20	0.0	35.66±0.32 ^e	13.07±0.26 ^a	22.36±0.33
	0.5	38.23±0.32 ^d	12.34±0.24 ^b	22.22±0.42
	1.0	40.87±0.26 ^c	11.21±0.20 ^c	22.54±0.27

(Means ± SD in each column with different letters differ significantly in $p < 0.05$)

(ns: not significantly different)

خصوصیات پوسته، پوکی و تخلخل، سفتی و نرمی بافت و بو، طعم و مزه) بود، در جدول ۲؛ ملاحظه می‌گردد. همان‌گونه که انتظار می‌رفت نمونه حاوی ۱۰ درصد آرد سیبزمینی و ۰/۵ درصد سوربیتول که در ارزیابی سایر خصوصیات امتیاز بالاتری را نزد داوران چشایی کسب نمود، از میزان پذیرش کلی بالاتری نیز برخوردار بود.

۳-۶- آزمون حسی

نتایج تأثیر جایگزینی آرد گندم با آرد سیبزمینی و افزودن پلی‌اول سوربیتول در سطوح مختلف بر میزان امتیاز خصوصیات حسی دونات تخمیری و همچنین پذیرش کلی که میانگین مجموع امتیازهای اختصاص یافته از سایر پارامترهای حسی (فرم و شکل)،

Table 2 Effect of wheat flour replacement by potato flour and addition sorbitol in different levels on sensory properties of fermented doughnut in sensory evaluation.

Potato flour (%)	Sorbitol (%)	Shape	Surface properties	Porosity	firmness & softness	smell & taste	overall acceptance
0	0.0	3.52±0.05 ^c	3.52±0.05 ^d	3.80±0.05 ^{bc}	3.80±0.05 ^c	3.91±0.04 ^c	3.82±0.02 ^c
	0.5	4.01±0.06 ^b	3.81±0.06 ^{cd}	4.01±0.06 ^b	4.01±0.05 ^{bc}	4.08±0.03 ^c	4.40±0.03 ^b
	1.0	3.48±0.05 ^c	4.22±0.07 ^{bc}	3.52±0.07 ^c	3.52±0.00 ^{dc}	3.55±0.03 ^d	3.52±0.03 ^{dc}
10	0.0	4.10±0.06 ^b	4.03±0.06 ^c	4.52±0.06 ^{ab}	4.21±0.02 ^b	4.23±0.02 ^b	4.50±0.04 ^{ab}
	0.5	4.73±0.02 ^a	4.43±0.02 ^b	4.71±0.03 ^a	4.71±0.02 ^a	4.71±0.02 ^a	4.71±0.28 ^a
	1.0	3.81±0.01 ^{bc}	4.82±0.01 ^a	3.82±0.03 ^c	3.83±0.02 ^c	4.22±0.03 ^b	3.82±0.03 ^c
20	0.0	3.50±0.02 ^c	3.21±0.00 ^e	4.02±0.00 ^b	3.56±0.02 ^{dc}	3.21±0.03 ^e	4.03±0.04 ^b
	0.5	4.22±0.12 ^b	3.83±0.04 ^{cd}	4.03±0.01 ^b	3.40±0.01 ^{dc}	3.35±0.03 ^e	4.11±0.02 ^b
	1.0	3.06±0.02 ^d	3.80±0.03 ^{cd}	3.01±0.02 ^d	3.02±0.05 ^d	3.03±0.00 ^f	3.03±0.11 ^d

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

۴- نتیجه گیری

۵- منابع

- [1] Dehghan tanha, L., Karimi, M., and Salehifar, M. 2011. Effect of lipase enzyme and Datem and GMS emulsifiers on quality and shelf life of frozen doughnut. M.Sc. Thesis. Azad University, Shahr Qods branch.
- [2] Tan, J., and Mitral, G.S. 2006. Physicochemical properties change of doughnuts during vacuum frying. *International Journal of Food of properties*, 9: 85-98.
- [3] Suvenu, B., and Sudha, M.L. 1999. Pasting characteristics of extruded blend of potato and wheat flour. *Journal of Food Engineering*, 40: 107-111.
- [4] Suhendro, E.L., Waniska, R.D., Rooney, L.W., and Gomez, M.H. 1995. Effects of polyols on the processing and qualities of wheat tortillas, *Cereal Chemistry*, 72: 122-127.
- [5] Smith, J.P., Daifas, D.P., El-khoury, W., and Koukoutsis, J. 2004. Shelf life and safety concerns of bakery Products. A review. *Us National library of medicine national institutes of health*.
- [6] Ghanbarzadeh, Babak. 2005. Food chemistry. Aiezh publication, 2nd, pp 109.
- [7] Livesey, G. 2003. Health potential of polyols as sugar replacer, with emphasis on low glycemic properties. *Nutrition Research Reviews*, 16(2): 163-191.
- [8] Karimi, M., Sahraian, B., Naghipour, F., Shekholeslami, Z., Ghiafeh Davoodi, M. 2013. Functional effects of different humectants on dough rheology and flat bread

در تحقیق حاضر با بررسی تأثیر جایگزینی آرد گندم موجود در فرمولاسیون دونات تخمیری با آرد سیبزمینی و افزودن ترکیب چند الکلی سوربیتول به عنوان ماده جاذب الرطوبه مشخص گردید که افزایش میزان جایگزینی آرد گندم با آرد سیبزمینی و افزودن پلی اول سوربیتول در تمامی سطوح سبب افزایش میزان رطوبت نمونه های دونات تولیدی گردید. طی ارزیابی بافت نیز مشخص گردید که جایگزینی آرد سیبزمینی تا سطح ۱۰ درصد و افزودن سوربیتول به میزان ۰/۵ درصد منجر به ایجاد بافت نرم و مطلوب می گردد. این نمونه از کمترین میزان بیسایه طی بازه زمانی برخوردار بود. در نهایت مشخص گردید که نمونه حاوی ۱۰ درصد آرد سیبزمینی، ۹۰ درصد آرد گندم و ۰/۵ درصد سوربیتول از بهترین خصوصیات حسی نیز برخوردار بود. بنابراین می توان با استفاده از منابعی همچون سیبزمینی و افزودن پلی اول سوربیتول علاوه بر ایجاد تنوع، سبب بهبود خصوصیات رنگ، ویژگی های حسی و همچنین ماندگاری بالاتر دونات به عنوان یک میان وعده پرطرفدار شد. از این رو نیاز است تا طی مطالعات آتی به بررسی امکان استفاده از سایر منابع جایگزین آرد گندم به خصوص منابعی که به شرایط خشکی و شوری مقاوم می باشند در کنار استفاده از افزودنی ها به ویژه ترکیبات طبیعی، در تولید میان وعده ها پرداخت.

- [19] Naghipour, F., Karimi, M., Habibi Najafi, M.B., Haddad Khodaparast, M.H., Sheikholeslami, Z., Ghiafeh Davoodi, M., and Sahraiyani, B. 2013. Investigation on production of gluten free cake utilizing sorghum flour, guar and xanthan gums. *Journal of Food Science*, 41(10): 127-139 [in Persian].
- [20] Ziobro, R., Korus, J., Witzczak, 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.
- [21] Zeleznak, K.J., and Hosoney, R.C. 1986. The role of water in the retrogradation of wheat starch gels and bread crumb. *Cereal Chemistry*, 63(5): 407-411.
- [22] Rogers, D.E., Zeleznak, K.J., Lai, C.S., and Hosoney, R.C. 1988. Effect of native lipids, shortening, and bread moisture on bread firming. *Cereal Chemistry*, 65: 398.
- [23] Vittadini, E., and Vodovotz, Y. 2003. Changes in the physicochemical properties of wheat and soy-containing breads during storage as studied by thermal analyses. *Food Engineering and Physical Properties*, 68: 2022-2027.
- [24] Akbari, N., Mohammadzadeh Milani, J., and Alaedini, B. 2013. Effect of potato paste on stalling of Barbari flat bread. *Journal of Research an Innovation in Food Science and Technology*, 2(4): 339-350 [in Persian].
- [25] Ronda, F., Gamez, M., Blanco, C.A., and Caballero, P.A., 2005. Effects of polyols and nondigestible oligosaccharides on the quality of sugar-free sponge cakes. *Food Chemistry*, 90(4): 549-555.
- [26] Purlis, E., and Salvadori, V. 2009. Modelling the browning of bread during baking. *Food Research International*, 42: 865-870.
- [27] Zoulias, E.I., Piknis, S., and Oreopoulou, V. 2000. Effect of sugar replacement by polyols and acesulfame-K on properties of low-fat cookies. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80(14): 2049-2056.
- (Barbari) quality International. *Journal of Agriculture and Crop Sciences*. 11: 1209-1213.
- [9] Pourfarzad, A., Khodaparast, M.H.H., Karimi, M., Mortazavi, S.A., Davoodi, M.G., Sourki, 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*, 34 (5): 1435-1448.
- [10] Yanez, E., Ballester, D., and Wuth, W. 2007. Potato flour as partial replacement of wheat flour in bread: Baking studies and nutritional value. *International journal of food science & technology*, 16 (3): 291-298.
- [11] AACC. 2000. *Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists*, 10th Ed., Vol. 2. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN.
- [12] Haralick, R.M., Shanmugam, K., and Dinstein, I. 1973. Textural features for image classification. *IEEE Transactions of ASAE*, 45(6): 1995-2005.
- [13] Sun, D. 2008. Computer vision technology for food quality evaluation. Academic Press, New York.
- [14] 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.
- [15] Gacula, J.R., and Singh. 1984. Statistical methods in food and consumer research. Academic press Inc, U.S.A. 360-366.
- [16] Rajabzadeh, N. 1991. Iranian Flat Bread Evaluation. Pp. 1-50, Iranian Cereal and Bread Research Institute, Publication no.71, Tehran, Iran.
- [17] Singh, J., Kaur, L., and McCarthy, O.J. 2009. Potato starch and its modification. P. 273-318. In J. K. Singh, *Advanced in potato chemistry and technology*. Chapter 10. New Zealand: Academic Press.
- [18] Karimi, M., Tavakoli, H., Sheikholeslami, Z., Sahraiyani, B., and Naghipour, F. 2011. Investigation on production of Barbari bread with blend of potato and wheat flours. Final report of project, Agricultural Research, Education & Extension Organization [in Persian].

Investigation on Improvement of Technological, Visual and Sensory Properties of composite Fermented Doughnut (Wheat-Potato) by Adding Alcohol Sugar

Rahmanian, A.¹, Ghiafeh Davoodi, M.^{2*}

1. Department of Food Science and Technology, Quechan Branch, Islamic Azad University Quechan, Iran.

2. Agricultural Engineering Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center (AREEO), Mashhad, Iran.

(Received: 2016/10/27 Accepted: 2016/12/07)

Among the sweet products of wheat flour, favorable taste and energy of doughnuts cause attention of producers and consumers. However diversify and extend the self-life of this product are necessary. So the aim of this study was evaluation of effect of wheat flour substitution with potato flour in levels of 0, 10 and 20% and addition of sorbitol as hygroscopic agents in levels of 0, 0.5 and 1.0% on physicochemical, textural, visual, sensory and shelf life on fermented doughnuts in a completely randomized factorial arrangement test ($P < 0.05$). The results showed the moisture content of samples was increased by increasing wheat flour replacement by potato flour and addition sorbitol in all levels ($P < 0.05$). While the porosity and specific volume were decreased by 20% potato flour and 1.0% sorbitol in formulation. Texture evaluation during 3 days after baking was indicated 10% potato flour and 1.0% sorbitol were effective in producing doughnut by softer texture. On the other hand the lightness (L^* value) and redness (a^* value) of doughnut crust were increased and decreased respectively by sorbitol addition. Also increasing the amount of potato flour up to 20% was effective on increasing redness of crust. Finally, based on the results of the overall acceptance of the points of sensory parameters, the sample containing 10% potato flour, 90% wheat flour and 0.5% sorbitol was most accepted.

Key words: Doughnut, Potato flour, Polyol, Sorbitol, Shelf life.

* Correspond Author E-Mail Address: mehdidavoodi@yahoo.com