



بررسی اثر پودر رازیانه و صمغ بذر شبیله بر خواص تکنولوژیکی و آنتیاکسیدانی پیراشکی سرخ شده

غلامحسین حقایقی^{۱*}، نفیسه زاده^۲

۱- استادیار گروه مهندسی علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل

۲- دانشجوی دکتری داروسازی دانشگاه علوم پزشکی زابل

چکیده

اطلاعات مقاله

بسیاری از افراد محدودیت مصرف مواد غذایی سرخ کردنی از جمله دونات دارند. از طرفی امروزه مصرف کننده متقارضی مواد غذایی فراسودمند است. این پژوهش با هدف تولید دونات فراسودمند کم چرب انجام شد. بدین منظور از پودر رازیانه در سه سطح صفر، ۱/۵ و ۳ درصد و صمغ دانه شبیله در سه سطح صفر، ۰/۲۵ و ۰/۵ درصد براساس وزن آرد در تهیه دونات استفاده گردید و میزان فنول کل، فعالیت آنتیاکسیدانی، رطوبت، حجم مخصوص، تخلخل، رنگ پوسته، بافت و ویژگی‌های حسی نمونه‌های تولیدی بررسی شد. نتایج نشان داد پودر رازیانه سبب افزایش فعالیت آنتیاکسیدانی و ترکیبات فنولی دونات شد. همچنین نتایج حاکی از آن بود که افزودن صمغ دانه شبیله و افزایش سطح مصرفی آن در حفظ رطوبت نمونه‌ها طی ۳ روز نگهداری مؤثر بود. این در حالی بود که دونات‌های حاوی ۰/۲۵ درصد صمغ دانه شبیله از کمترین سفتی بافت بلاfaciale پس از نگهداری و بیشترین حجم مخصوص، تخلخل و روشنایی (مؤلفه رنگی ^{L*}) برخوردار بودند. سفتی بافت نمونه‌های حاوی ۰/۰۵ درصد صمغ دانه شبیله طی ۷۲ ساعت مشابه بود و این نمونه‌ها در مقایسه با نمونه شاهد نرم‌تر بودند. علاوه بر این یافته‌ها نشان دادند، افزایش بیش از ۰/۰۵ درصد صمغ دانه شبیله سبب کاهش قرمزی (مؤلفه رنگی ^{a*}) نمونه‌های تولیدی شد. در نهایت نمونه حاوی ۱/۵ درصد پودر رازیانه و ۰/۰۵ درصد صمغ دانه شبیله و نمونه حاوی ۳ درصد پودر رازیانه و ۰/۲۵ درصد صمغ دانه شبیله از بیشترین امتیاز پذیرش کلی برخوردار بودند و به عنوان نمونه‌های برتر معرفی می‌گردند.

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۶/۰۸

تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۷/۲۰

کلمات کلیدی:

پیراشکی تخمیری،
پودر رازیانه، پوسته،
جذب روغن،
صمغ دانه شبیله.

DOI: 10.52547/fsct.18.02.03

* مسئول مکاتبات:

haghayegh@uoz.ac.ir

خواص آنتی اکسیدانی (آرد خالص: ۸/۹۶ و مخلوط ۵ درصد پودر رازیانه: ۱۴/۱۷)، میزان فنول آرد خالص: ۷۵/۷ و مخلوط ۵ درصد پودر رازیانه ۱۱۱/۸) و نظر مواد معدنی (منگنز آرد خالص: ۳۴/۳ و مخلوط ۵ درصد پودر رازیانه: ۱۰۶/۳) افزایش یافت [۹].

همچنین لازم به ذکر است به منظور کاهش جذب روغن دونات و همچنین حفظ تازگی آن طی مدت زمان نگهداری می‌توان از ویژگی‌های مشت هیدروکلولئیدها بهره برد. صمغ دانه شبیله می‌تواند گزینه مناسبی جهت این منظور باشد. حدود ۷۵ درصد صمغ شبیله را گالاكتومانان تشکیل می‌دهد [۱۰ و ۱۱] که براین اساس میزان گالاكتومانان دانه شبیله را می‌توان حدود ۳۰ درصد برآورد نمود. به علاوه صمغ دانه شبیله دارای خصوصیات درمانی است. به عنوان مثال سطح گلوکز خون را کاهش می‌دهد و تولید کلسترول در کبد را تنظیم می‌کند. همچنین پائین آورنده قند خون در بیماران دیابتی نوع ۱ و ۲ است [۱۲]. نیاستی و همکاران (۱۳۹۹) از صمغ دانه شبیله به عنوان جایگزین چربی در کیک شیفون استفاده نمودند. این محققان ضمن گزارش موفقیت آمیز ناشی از جایگزینی چربی با صمغ دانه شبیله، بیان کردند حذف حداقل ۵۰ درصد روغن موجود در فرمولاتیون کیک شیفون با صمغ دانه شبیله جهت حفظ حجم، تخلخل و نرمی بافت امکانپذیر بود [۱۳].

بنابراین با توجه به مطالب ذکر شده هدف از انجام این تحقیق بررسی کاهش جذب روغن دونات با استفاده از صمغ دانه شبیله و افزایش ارزش تغذیه‌ای آن و تولید محصولی فراسودمند با بهره‌مندی از مزایای ویژه پودر بذر رازیانه بود. لازم به ذکر است در این پژوهش از پودر رازیانه در سه سطح صفر، ۱/۵ و ۳ درصد و صمغ دانه شبیله در سه سطح صفر، ۰/۵ و ۰/۰ درصد براساس وزن آرد استفاده گردید.

۲- مواد و روش‌ها

۱-۱- مواد

آرد با درجه استخراج ۸۲ درصد، دانه رازیانه و شبیله از یک عطاری معتبر در سطح شهر تهیه شد. مخمر خشک فعال (ساکارومایسین سروزیه) از کارخانه رضوی (مشهد-ایران) و سایر مواد شامل مواد شیمیایی از شرکت مرک (آلمان)، شکر، روغن نباتی مایع و شیرخشک از یک فروشگاه عرضه کننده

۱- مقدمه

پیراشکی یا دونات نوعی شیرینی آردی است که از سرخ کردن خمیر تازه و یا تخمیر شده در روغن تهیه می‌شود. خوشمزگی و پرانرژی بودن دونات باعث شده در میان محصولات شیرین حاصل از آرد گندم بسیار مورد توجه قرار گیرد [۱]. با این حال میزان روغن دونات ممکن است به ۵۰ درصد وزن کل آن برسد [۲]. دونات تازه باید نرم، قابل انعطاف و دارای مزه و عطر مطلوب و کافی و پوسته‌ای ترد با رنگ قهوه‌ای روشن باشد. نکته دیگر که امروزه باید به طور چشمگیری به آن توجه نمود غنی‌سازی مواد غذایی است. سوء تغذیه هزینه‌های بسیار زیاد اقتصادی و اجتماعی را به کشورهای در حال توسعه تحمیل می‌کند و کیفیت زندگی تمام افراد جامعه را تحت تأثیر قرار می‌دهد [۳، ۴ و ۵]. دونات به دلیل تنوع مواد اولیه می‌توان ماده غذایی مناسبی جهت غنی‌سازی و تولید یک محصول فراسودمند باشد.

رازیانه با نام علمی (*Foeniculum vulgare Mill.*) گیاهی دو یا چند ساله از جنس رازیانه (*Foeniculum*) تیره چتریان (*Apiaceae*) و راسته (*Apiales*) است. طعم دانه رازیانه معطر، کم و بیش شیرین بوده و بوی آن ملایم و در حالت تازه ناپسند است [۶]. دانه رازیانه یک منبع غنی از مس، آهن، پتاسیم، منیزیوم، سلنیوم و روی، تیامین، پیریدوکسین، ریبوفلافاوین، نیاسین، آنتول، کامفن و لیمونن است و فعالیت آنتی اکسیدانی بالایی دارد [۷ و ۸]. از این رو به نظر می‌رسد با توجه به اینکه دانه رازیانه با ذاته ایرانی سازگاری دارد و در برخی از نان‌ها و شیرینی‌های سنتی ایرانی استفاده می‌شود، بتوان از فواید تغذیه‌ای و آنتی اکسیدانی آن به منظور تولید دونات فراسودمند استفاده نمود. در این زمینه افزایش رطوبت و فعالیت آنتی اکسیدانی (محتوای فل کل و قدرت آنتی اکسیدانی فریک) نان تهیه شده از گندم با نسبت‌های مختلف پودر رازیانه گزارش شده است [۳ و ۵]. نتایج مطالعه داس و همکاران (۲۰۱۳) در زمینه افزودن پودر بذر رازیانه به فرمول نان سفید حاکی از افزایش رطوبت بود. همچنین نتایج حاکی بود که با کاربرد پودر بذر رازیانه در فرمول نان، فعالیت آنتی اکسیدانی نمونه‌ها افزایش یافت و نمونه‌های حاوی حداکثر ۷ درصد از پذیرش کلی خوبی برخوردار بودند [۳]. نتایج حیدری و همکاران (۱۳۹۸) نیز حاکی از آن بود که با افزودن پودر رازیانه به فرمول نان، حجم و حجم مخصوص کاهش و سفتی بافت،

قطر داخلی و خارجی $2/5$ و 6 سانتی متر بود، قالبزنی شد. همچنین مرحله تخمیر نهایی به مدت 15 دقیقه در دمای 35 درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی 80 درصد انجام شد و بعد از آن نمونه ها در سرخ کن به مدت 4 دقیقه با دمای 150 درجه سانتی گراد سرخ شدند. مخزن سرخ کن با $1/5$ لیتر روغن پر شد، به منظور ثبیت و پایدار شدن دمای روغن، 1 ساعت قبل از شروع سرخ کردن، روشن شد. نمونه های تولیدی پس از سرد شدن در دمای محیط ($25-30$ درجه سانتی گراد) به مدت 30 دقیقه در پوششی از جنس پلی اتیلن بسته بندی و نگهداری شد [۱۵]. لازم به ذکر است که روغن سطحی دونات پس از سرخ کردن و قبل از سرد شدن با استفاده از کاغذ جاذب جدا شد.

۳-۲-۲-فعالیت آنتی اکسیدانی

فعالیت آنتی اکسیدانی با استفاده از روش DPPH اندازه گیری شد [Larrauri et al., 1998].

۴-۲-۲-فنول کل

مقدار کل ترکیبات فنولی بر حسب اسید تائیک به روش فولین شیکالتو اندازه گیری شد [۱۸ و ۱۹]. نتایج بر حسب میلی گرم بر کیلو گرم بیان شد.

۵-۲-۲-رطوبت

جهت انجام این آزمایش از استاندارد AACC ۲۰۰۰ شماره ۴۴-۱۶ استفاده گردید [۲۰]. برای این منظور نمونه ها در فاصله زمانی 2 ساعت 3 روز پس از نگهداری در آون با حرارت $100-105$ درجه سانتی گراد قرار گرفتند.

۶-۲-۲-جذب روغن

نمونه های سرخ شده و خنک شده به قطعات کوچکتر [۱۶-۱۲] گرم) بریده شدند و در آن در دمای 105 درجه سانتی گراد به مدت 24 ساعت خشک گردیدند. نمونه خشک شده توسط آسیاب برقی خرد شد، سپس توسط استخراج سوکله به مدت 4 ساعت با استفاده از حللال پترولیوم اتر چربی آن استخراج گردید. اختلاف وزن نشان دهنده میزان چربی نمونه بود [۱۵].

۷-۲-۲-حجم مخصوص

برای اندازه گیری حجم مخصوص از روش جایگزینی حجم با دانه کلزا¹ مطابق با استاندارد AACC ۲۰۰۰ شماره ۷۲-۱۰ استفاده شد. برای این منظور در فاصله زمانی 2 ساعت پس از

مواد اولیه قنادی خریداری شد. وانیل از شرکت رودوا (فرانسه) تهیه گردید.

۲-۲-روش ها

۱-۲-۲-صمغ بذر شبیله

جهت استخراج صمغ از دانه شبیله، دمای 60 درجه سانتی گراد، زمان 3 ساعت و 45 میلی لیتر آب به ازای هر گرم دانه در pH 7 ثابت اعمال شد. مخلوط آب و دانه با استفاده از همزن با سرعت ثابت 1500 دور در دقیقه مخلوط گردید. برای ثابت نگه داشتن دما طی زمان استخراج، ظرف آب و دانه درون بن ماری با دمای ثابت قرار گرفت. پس از طی زمان لازم دانه ها به کمک قیف بوخرن متصل به پمپ خلا از محلول هیدروکلوریک چنان شدند. محلول تهیه شده به مدت یک شباهه روز در یخچال نگهداری شد و پس از آن با افزودن استون به میزان 3 برابر حجم، رسوب داده شد. صمغ حاصل به وسیله صافی جداسازی و به منظور حذف استون و رطوبت در آون با دمای 35 درجه سانتی گراد خشک شد. عصاره خشک شده با آسیاب خشک و از الک با مش 80 عبور داده شد و کیسه های پلی اتیلن نگهداری شد [۱۳ و ۱۴].

۲-۲-۲-تهیه دونات

به منظور تهیه دونات 100 درصد آرد گندم به همراه سایر مواد پودری شامل شیرخشک (4 درصد)، نمک ($0/8$ درصد)، وانیل ($0/2$ درصد)، صمغ دانه شبیله (صفر، $0/25$ و $0/5$ درصد) و پودر رازیانه (صفر، $1/5$ و 3 درصد) مخلوط و دوبار الک شدند. لازم به ذکر است تمام مواد براساس درصد وزن آرد محاسبه شده است. در ادامه روغن (16 درصد) اضافه و مواد به مدت 5 دقیقه با سرعت 120 دور در دقیقه مخلوط گردیدند. سپس محلول مخمر اضافه شد و به مدت 2 دقیقه مخلوط کردن ادامه یافت. محلول مخمر شامل مخمر ($2/4$ درصد)، شکر (16 درصد) و آب (100 سی سی) بود. جهت فعال سازی مخمر، محلول تهیه شده به مدت 30 دقیقه در دمای محیط ($25-30$ درجه سانتی گراد) قرار گرفت.

سپس تخم مرغ (20 درصد) به مخلوط قبلی اضافه و به مدت 2 دقیقه عمل مخلوط کردن انجام شد. در انتهای آب و آب لیمو (10 سی سی) اضافه و خمیر آماده شده به مدت 45 دقیقه در دمای 35 درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی 80 درصد مرحله تخمیر اولیه را طی کرد، سپس به صورت دستی با ضخامت 1 سانتی متر پهن شد و با قالب از جنس استیل که به ترتیب دارای

1. Rape seed displacement

رابطه ۱

$$Q = \frac{\sum(P \times G)}{\sum P}$$

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

۱۲-۲-۱-تجزیه آماری

طرح آماری مورد استفاده یک طرح کاملاً تصادفی و نرمافزار استفاده شده Mini-Tab نسخه ۱۷ بود که جهت تجزیه و تحلیل آماری نتایج استفاده شد. بدین ترتیب میانگین تکرارها با استفاده از آزمون توکی در سطح ۵ درصد مقایسه گردید.

۳-نتایج و بحث

۳-۱-فنول کل و فعالیت آنتیاکسیدانی

جدول ۱ نشان دهنده میزان فنول کل و فعالیت آنتیاکسیدانی نمونه دونات‌های تولید شده در این پژوهش است. نتایج حاکی از آنست که حضور پودر رازیانه در فرمول دونات سبب افزایش فنول کل و فعالیت آنتیاکسیدانی دونات‌های فراسودمند در مقایسه با نمونه شاهد (نمونه فاقد پودر رازیانه و صمغ دانه شنبیله) شد. از آنجا که در یک سطح ثابت پودر رازیانه، با افزایش صمغ دانه شنبیله بر میزان فنول کل و فعالیت آنتیاکسیدانی افزوده نشد، می‌توان گفت که حضور صمغ در فرمول دونات تأثیری بر میزان فنول و فعالیت آنتیاکسیدانی نمونه‌ها نداشت و تنها عامل مؤثر جهت تولید یک دونات فراسودمند، حضور پودر رازیانه به عنوان یک افزودنی در فرمول بوده است. بوجرا و همکاران (۲۰۱۷)، داس و همکاران (۲۰۱۳) و حیدری و همکاران (۱۳۹۸) با افزودن پودر رازیانه به فرمول نان افزایش فنول کل و فعالیت آنتیاکسیدانی نمونه‌های تولیدی را گزارش کردند [۳، ۹ و ۲۶]. همچنین در برخی از منابع آمده است که نمونه‌های نان با نسبت‌های ۳ و ۵ درصد پودر دانه رازیانه، از فعالیت آنتیاکسیدانی مطلوب و قابل قبولی برخوردار بودند و افزودن حتی ۳ درصد پودر دانه رازیانه توانست خواص آنتیاکسیدانی آرد گندم را افزایش دهد و منجر به خوشی‌سازی بسیاری از رادیکال‌های آزاد و گونه‌های فعال اکسیژن شود [۲۷].

نگهداری، قطعه‌ای به ابعاد 2×2 سانتی‌متر تهیه گردید و حجم مخصوص آن از تقسیم حجم بر وزن اولیه تعیین شد [۲۰].

۱۲-۲-۲-تخلخل

بررسی تخلخل بافت درونی دونات در بازه زمانی ۲ ساعت پس از نگهداری با استفاده از تکنیک پردازش تصویر انجام شد. بدین منظور برشی عرضی با استفاده از چاقوی ارهای از بافت درونی نمونه تهیه و تصویربرداری به وسیله اسکنر با وضوح ۳۰۰ پیکسل انجام شد. سپس تصویر تهیه شده در اختیار ۳۰۰ نرمافزار Image J قرار گرفت و پس از تهیه تصاویر سطح خاکستری^۳ و در ادامه تصاویر دودویی^۴، با فعال کردن قسمت آنالیز نرمافزار، درصد تخلخل نمونه‌ها اندازه‌گیری شد [۲۱ و ۲۲].

۱۲-۲-۳-رنگ پوسته

برای اندازه‌گیری سه شاخص L^* ، a^* و b^* پوسته دونات به وسیله اسکنر با وضوح ۳۰۰ پیکسل از سطح نمونه تصویر برداری شد. سپس تصاویر در اختیار نرمافزار J Plugins گرفت. با فعال کردن فضای LAB در بخش شاخص‌های فوق محاسبه شد [۲۳].

۱۰-۲-۲-بافت

بررسی بافت نمونه‌ها در بازه زمانی ۲ ساعت، ۳ روز پس از نگهداری با استفاده از دستگاه بافت‌سنچ و توسط آزمون فشردن صورت گرفت. در این آزمایش ابتدا تیمارهای مختلف دونات که به صورت برش‌های یکسان با ابعاد $2\times 2\times 2$ سانتی‌متر توسط تیغ بریده شد و روی صفحه نگهدارنده قرار گرفت. سپس پروب دستگاه به اندازه 4×4 سانتی‌متر و با سرعت ۱ میلی‌متر بر ثانیه شروع به حرکت کرد و پس از تماس با سطح نمونه، به اندازه ۷۵ درصد از ارتفاع اولیه نمونه را فشرده نمود.

۱۱-۲-۲-ویژگی‌های حسی

جهت ارزیابی ویژگی‌های حسی ۵ داور انتخاب گردیدند و ارزیابی صفات براساس هدونیک پنج نقطه‌ای از بسیار بد (۱) تا بسیار خوب (۵) بود. ویژگی‌های حسی کیک از نظر فرم و شکل، پوسته، تخلخل، سفتی بافت، قابلیت جویدن و بو و مزه ارزیابی شدند. ویژگی‌های بررسی شده به ترتیب دارای ضریب رتبه‌ای ۴، ۲، ۲، ۲ و ۳ بودند. در نهایت، پذیرش کلی با استفاده از رابطه ۱ محاسبه گردید. [۲۴ و ۲۵].

2. Image Processing and Analysis in Java

3. Gray level images

4. Binary Images

Table 1 The effect of Fennel powder and Fenugreek gum on total phenol and antioxidant.

| Number | Treatments | | Total Phenol mg/kg | Antioxidant mg/kg |
|--------|---------------|---------------|-----------------------|----------------------|
| | Fennel powder | Fenugreek gum | | |
| 1 | 0 | 0 | 70.44±0.59c | 7.92±0.61c |
| 2 | 1.5 | 0.25 | 73.25±0.28b | 10.24±0.53b |
| 3 | 1.5 | 0.50 | 73.61±0.01b | 10.47±0.40b |
| 4 | 3.0 | 0.25 | 82.97±0.55a | 13.19±0.55a |
| 5 | 3.0 | 0.50 | 83.22±1.31a | 12.97±0.28a |

Different letters in each column show the statistically significant differences ($P<0.05$).

دارند و با این توانایی می‌تواند در حفظ رطوبت طی مدت زمان ماندگاری موفق عمل کنند. همچنین این محققان بیان نمودند ترکیباتی که توانایی تشکیل ژل دارند، با تشکیل یک سری از پیوندهای عرضی که زنجیره‌های پلیمری را بهم وصل می‌کنند، یک شبکه سه بعدی تولید کرده و در شکاف‌های خود، آب را به دام می‌اندازند و از این طریق سبب حفظ رطوبت محصول طی انبارداری می‌شوند [۲۸]. علیزاده و همکاران (۲۰۱۷) بیان کردند ترکیبات هیدروکلوریک موجود در دانه‌های بومی، قابلیت ژل شدن دارد و از این طریق می‌تواند آب آزاد موجود در محیط را به دام اندازد و سبب افزایش رطوبت نمونه شود [۲۹]. Jalali و همکاران (۲۰۱۹) به بررسی اثر صمغ بالنگوی شیرازی بر کیفیت نان بدون گلوتن حاوی آرد ذرت پرداختند. در این پژوهش از آرد ذرت پیش تیمارشده با ماکروویو (پیش ژلاتینه) استفاده شده، بود. نتایج این محققان نشان داد، افزودن صمغ بالنگو شیرازی به نان بدون گلوتن سبب حفظ رطوبت در مقایسه با نمونه شاهد طی ۳ روز نگهداری شد [۳۰].

۲-۲-۳- رطوبت

در جدول ۲ میزان رطوبت نمونه‌های دونات در بازه زمانی ۲ ساعت و ۳ روز پس از نگهداری ارائه شده است. همانطور که یافته‌ها نشان می‌دهد، صمغ دانه شبیله در حفظ رطوبت دونات طی فرایند سرخ کردن و ۳ روز پس از نگهداری مؤثر بوده است که افزایش صمغ در حفظ رطوبت طی مدت زمان نگهداری کارایی بیشتری داشته است. همچنین پودر رازیانه به دلیل حضور فیبر در حفظ رطوبت طی فرایند سرخ کردن اندکی مؤثر بوده است، اما اثر آن در سطح آماری ۵ درصد معنی‌دار نبود. ذکر این نکته ضروری است که با افزایش زمان نگهداری از میزان رطوبت نمونه‌های دونات کاسته شده که کمترین کاهش رطوبت در دونات‌های حاوی ۰/۵ درصد صمغ دانه شبیله مشاهده گردید.

انواع هیدروکلوریک‌ها نظری صمغ دانه شبیله به دلیل خاصیت آبدوستی و داشتن گروه‌های هیدروکسیلی در حفظ و نگهداری آب مؤثرند. است. صحرائیان و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند صمغ‌ها قابلیت تشکیل یک بافت ژل مانند پیوسته را

Table 2 The effect of Fennel powder and Fenugreek gum on moisture.

| Number | Treatments | | Moisture (%) | |
|--------|---------------|---------------|--------------|-----------|
| | Fennel powder | Fenugreek gum | 2 hours | 3 days |
| 1 | 0 | 0 | 26.7±0.3c | 23.3±1.1c |
| 2 | 1.5 | 0.25 | 27.4±0.8b | 25.3±0.9b |
| 3 | 1.5 | 0.50 | 29.6±0.1a | 28.6±0.5a |
| 4 | 3.0 | 0.25 | 27.9±0.2b | 25.9±1.4b |
| 5 | 3.0 | 0.50 | 29.8±1.3a | 29.1±1.2a |

Different letters in each column show the statistically significant differences ($P<0.05$).

پودر رازیانه و ۰/۵ درصد پودر دانه شبیله از کمترین جذب روغن در مقایسه با سایر نمونه‌های دونات بویژه نمونه شاهد (نمونه فاقد پودر رازیانه و صمغ دانه شبیله) برخوردار بودند. هرچه میزان خروج رطوبت از دونات طی فرایند سرخ کردن بیشتر باشد، میزان جذب روغن بیشتر خواهد بود. به عبارتی نمونه دونات‌های تولیدی با محتوى رطوبت کمتر از میزان جذب روغن بیشتری برخوردارند [۳۱]. سخال و همکاران

۳-۳- جذب روغن

در شکل ۱ میزان جذب روغن نمونه‌های دونات ارائه شده است. نتایج حاکی از آن بود که حضور صمغ و افزایش سطح آن در فرمول دونات منجر به کاهش معنی‌دار جذب روغن ($P<0.05$) شد. به طوری که نمونه حاوی ۱/۵ درصد پودر رازیانه و ۰/۵ درصد صمغ دانه شبیله و نمونه حاوی ۳ درصد

تأثیر معنی‌داری در سطح آماری ۵ درصد بر میزان رطوبت و روغن نداشت. همچنین نتایج نشان داد تأثیر استفاده از پوشش هیدروکلوریک بر میزان رطوبت معنی‌دار نبود ولی سبب کاهش جذب روغن شد [۱۵]. کیم و همکاران (۲۰۱۵) اثرات صمغ هیدروکسی پروپیل متیل سلوزل بر جذب روغن و بافت دونات سویا فاقد گلوتن را بررسی کردند. نتایج نشان داد که دونات حاوی سویا در حدود دو برابر جذب روغن و افت رطوبت بیشتر در مقایسه با نمونه شاهد داشتند. همچنین نتایج نشان داد که افزودن صمغ به فرمولاسیون دونات سبب افزایش جذب آب و کاهش جذب روغن نمونه‌های تولیدی شد [۳۴].

(۲۰۱۱) گزارش کردند هرچه افت رطوبت ماده غذایی حین فرایند سرخ کردن بیشتر باشد، جذب روغن بیشتر می‌شود [۳۲]. سالوادور و همکاران (۲۰۰۸) به مطالعه اثر صمغ متیل سلوزل به عنوان پوشش در محصولات خمیری سرخ شده نظری دونات پرداختند. نتایج این پژوهشگران نشان داد، صمغ متیل سلوزل به طور مؤثری جذب روغن بسیاری از محصولات دارای پوشش خمیری را کاهش داد [۳۳]. ذوالفاراری و همکاران (۲۰۱۳) تأثیر نوع پوشش هیدروکلوریک و افروden آرد سویا بر ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی دونات را بررسی کردند. نتایج این محققان نشان داد جایگزینی آرد سویا با آرد گندم

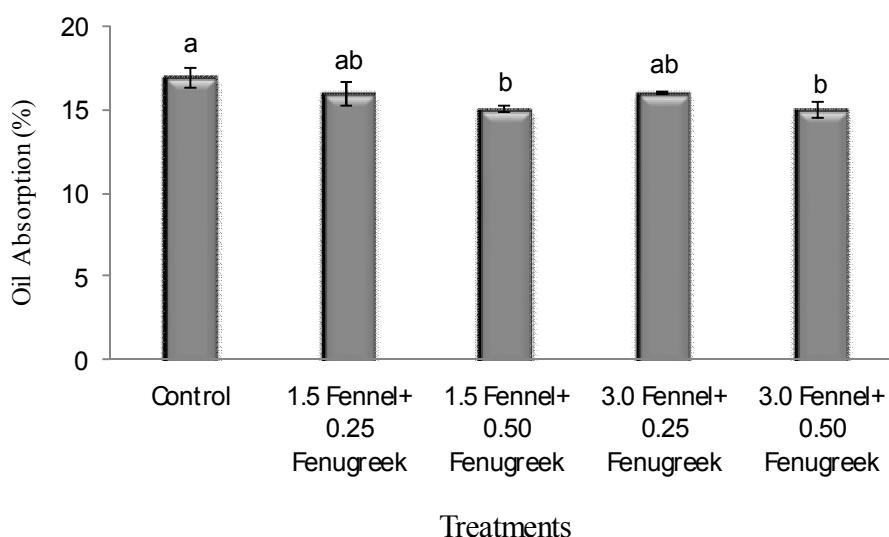


Fig 1 the effect of Fennel powder and Fenugreek gum on oil absorption. Different letters show the statistically significant differences ($P<0.05$).

نسبت به سطح ۰/۵ درصد در افزایش حجم مثبت تر بوده است.

همچنین لازم به ذکر است که با افزایش پودر رازیانه در فرمول دونات اندکی کاهش حجم مشاهده شد که البته این کاهش در سطح آماری ۵ درصد معنی‌دار نبود. اما پیش‌بینی می‌شود با افزایش سطح مصرفی پودر رازیانه تغییر چشمگیری در حجم نمونه‌های تولیدی مشاهده گردد. زیرا با روند مشاهده شده در این پژوهش به نظر می‌رسد در سطوح بالای مصرف پودر رازیانه یا هر منبع فیری و گیاهی دیگر، در شبکه گلوتن اختلال ایجاد شود و به دلیل واکنشی که بین گلوتن و فیر اتفاق می‌افتد، ظرفیت نگهداری گاز دی اکسید کربن در خمیر و محصول هدف کاهش یابد و در نهایت کاهش حجم نمونه‌ها

۴-۳-حجم مخصوص

شکل ۲ نشان‌دهنده نمونه‌های دونات حاوی پودر رازیانه و صمغ دانه شبیله است. همانطور که نتایج نشان می‌دهد، دونات‌های حاوی صمغ و پودر رازیانه حجم بیشتری نسبت به نمونه شاهد (نمونه فاقد پودر رازیانه و صمغ دانه شبیله) داشتند. این در حالی بود که نمونه‌های حاوی ۰/۲۵ درصد صمغ (نمونه حاوی ۱/۵ درصد پودر رازیانه و ۰/۲۵ درصد صمغ دانه شبیله و نمونه حاوی ۰/۲۵ درصد پودر رازیانه و ۰/۲۵ درصد صمغ دانه شبیله) از بیشترین حجم مخصوص در مقایسه با سایر نمونه‌های دونات برخوردار بودند. این امر نشان دهنده آنست که عملکرد سطح ۰/۲۵ درصد صمغ دانه شبیله

افزایش ویسکوزیته پس از حرارت دهی نشانگر بازآرایی بین مولکولی برگشت‌پذیر در صمغ است [۳۷]. این رو می‌توان گفت برخی از صمغ‌ها از طریق افزایش ویسکوزیته بر اثر حرارت پخت (همچنین افزایش پایداری ویسکوزیته بر اثر حرارت دهی) در استحکام بخشیدن مطلوب حباب‌های هوا مؤثرند و موجب افزایش حجم مخصوص محصولات نانوایی می‌شوند. اما ذکر این نکته ضروری است که چنانچه میزان صمغ از حد مورد نیاز فرمول بیشتر باشد شبکه گلوتنی و سلول‌های گازی چنان فشرده خواهد شد که در بسیار موارد نه تنها عملکرد مثبت از آن‌ها مشاهده نمی‌گردد، بلکه با رویکرد منفی (کاهش حجم) مشاهده خواهد شد. در پژوهش حاضر به نظر می‌رسد افزایش صمغ بیش از ۰/۵ درصد در فرمول دونات می‌تواند بر حجم اثر منفی داشته باشد و محصولی با حجم کم تولید شود [۳۸].

مشاهده شود. همچنین یکی از دلایل کاهش حجم در محصولات نانوایی حاوی پودر رازیانه (سطح مصرفی بیش از ۵ درصد) می‌تواند به دلیل رقیق شدن گلوتن و واکنش بین اجزای فیبر، آب و گلوتن باشد [۳۵ و ۳۶].

در مورد عملکرد صمغ دانه شبیله و سطح مصرفی آن بر حجم مخصوص می‌توان گفت با انتخاب سطح مناسب هیدروکلرئیدها بویژه انواع صمغ‌ها در فرمولاسیون محصولات نانوایی تخمیری نظیر دونات می‌توان شبکه گلوتنی را جهت حفظ سلول‌های هوا تعویت نمود و همچنین توسط صمغ به دیواره این سلول‌ها استحکام بخشید که در برابر انبساط طی فرایند سرخ کردن مقاومت نموده و دچار آسیب نشوند. در همین راستا ناچی و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند، تجمعات و اتصالات قوی پلیمرهای برخی از صمغ‌ها منجر به ایجاد ویسکوزیته پایدار صمغ طی حرارت دهی می‌شوند و این

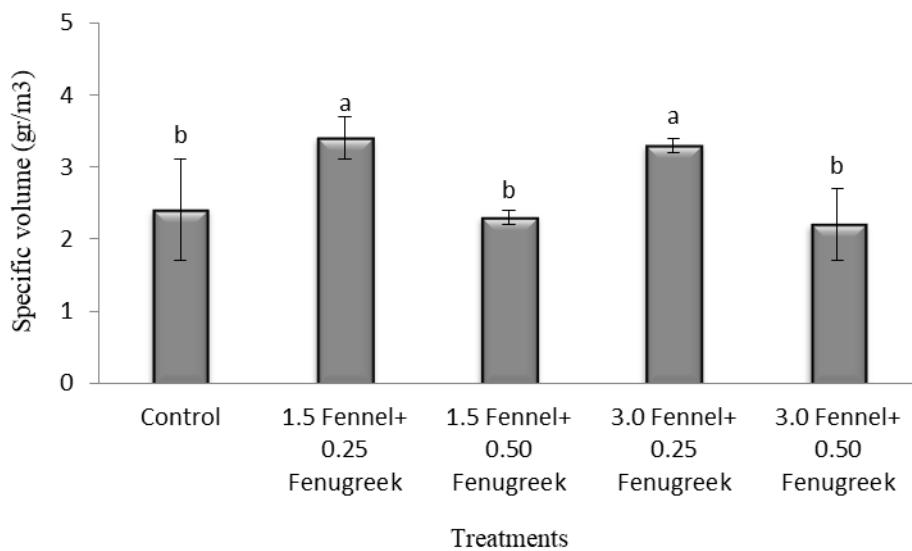


Fig 2 The effect of Fennel powder and Fenugreek gum on specific volume. Different letters show the statistically significant differences ($P<0.05$).

داری در سطح آماری ۵ درصد مشاهده نگردید. نمونه‌های حاوی ۰/۵ درصد صمغ دانه شبیله (حاوی هر دو سطح ۱/۵ و ۳ درصد پودر رازیانه) از میزان تخلخل کمتری نسبت به نمونه شاهد برخوردار بودند.

ذوق‌فاری و همکاران (۲۰۱۳) به بررسی تأثیر نوع پوشش هیدروکلرئیدی (صمغ کربوکسی متیل سلولز و کتیرا) و افزودن آرد سویا بر ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی پیراشکی پرداختند. نتایج این تحقیق نشان داد افزودن آرد سویا به فرمول پیراشکی سبب کاهش حجم و تخلخل نمونه تولیدی شد. همچنین این محققان گزارش کردند، پوشش‌های ضخیم هیدروکلرئیدی با

۵-۳-تخلخل

شکل ۳ نشان‌دهنده نمونه‌های دونات حاوی پودر رازیانه و صمغ دانه شبیله است. همانطور که نتایج نشان می‌دهد، نمونه حاوی ۱/۵ درصد پودر رازیانه و ۰/۲۵ درصد صمغ دانه شبیله از بیشترین میزان تخلخل در مقایسه با سایر نمونه‌های دونات برخوردار بود. این در حالی بود که نمونه حاوی ۳ درصد پودر رازیانه و ۰/۰۲۵ درصد صمغ دانه شبیله به لحاظ میزان تخلخل با نمونه شاهد (نمونه فاقد صمغ دانه شبیله و پودر رازیانه) مشابه داشت و بین این دو نمونه اختلاف معنی

شوند به طوری که در پخش حباب‌های هوای موجود در نمونه اختلالی ایجاد نکنند، از طریق کاهش بهم پیوستن سلول‌های گازی به دلیل ایجاد یک لایه ضخیم در سطح سلول‌ها، موجب پایداری سلول‌های گازی گشته، بنابراین هر سلول به طور مجزا و جداگانه باقی مانده و اندازه آن کوچکتر است که این موضوع خود بر افزایش تخلخل تأثیر چشمگیری دارد [۳۸].

تشکیل فیلم سبب کاهش تخلخل و حجم شدن که در استفاده از این ترکیبات که بیشتر با هدف کاهش جذب روغن و حفظ رطوبت دونات انجام می‌شود باید دقت کرد و سطح مصرفی مناسبی را انتخاب نمود [۱۵]. اوزارک و همکاران (۲۰۰۹) براساس نتایج مطالعه خود به این نتیجه دست یافتند که چنانچه هیدروکلوریک‌ها در سطوح مناسب در فرمول مواد غذایی استفاده

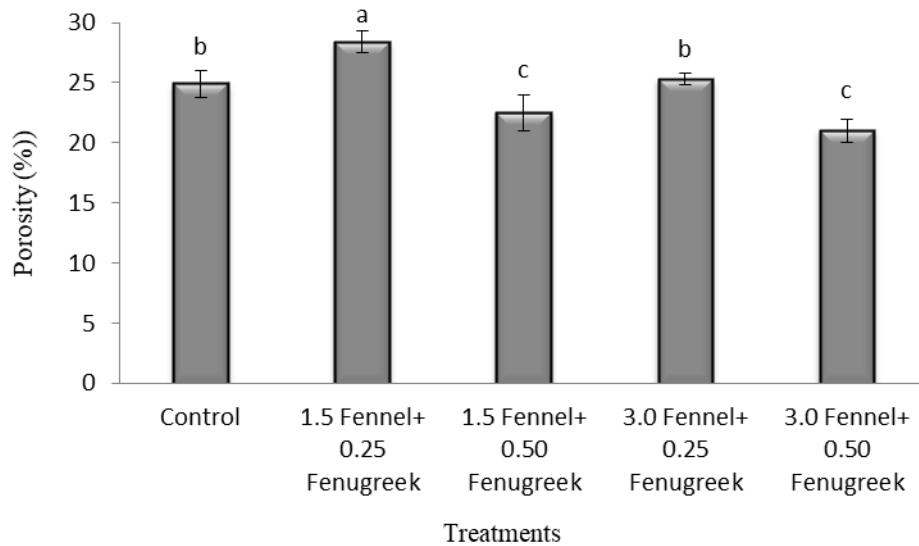


Fig 2 The effect of Fennel powder and Fenugreek gum on specific volume.
Different letters show the statistically significant differences ($P<0.05$).

نمونه‌ها افزایش یافت که این امر نشان‌دهنده بافت سفت و متراکم نان و پوسته غیراعطا‌پذیر آن می‌باشد. همچنین این محققان گزارش نمودند هرچه به خمیر نان، درصد بیشتری پودر رازیانه افزوده شود، بافت نامناسب‌تر و تخلخل کمتر خواهد شد [۳].

همچنین نتایج نشان داد هر چهار نمونه حاوی پودر رازیانه و صمغ دانه شبیله دارای میزان سفتی کمتری در مقایسه با نمونه شاهد پس از ۳ روز انبارمانی بودند. لازم به ذکر است بین این چهار نمونه اختلاف معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد مشاهده نشد، هرچند که به ظاهر میزان سفتی بافت نمونه‌های حاوی ۰/۲۵ درصد صمغ دانه شبیله (نمونه حاوی ۱/۵ درصد پودر رازیانه و ۰/۲۵ درصد صمغ دانه شبیله و نمونه حاوی ۳ درصد پودر رازیانه و ۰/۲۵ درصد صمغ دانه شبیله) کمتر از نمونه دونات‌های حاوی ۰/۵ درصد از این صمغ پس از ۳ روز نگهداری بود. به طور کل صمغ دانه شبیله مهمترین عامل در حفظ کیفیت بافت نسبت به روز اول تولید بود و بیشترین تأثیر را بر ماندگاری دونات داشت. صمغ‌ها قابلیت تشکیل یک بافت ژل مانند پیوسته را دارند و با این توانایی می‌توانند در حفظ

در جدول ۳ میزان سفتی بافت دونات‌های حاوی پودر رازیانه و صمغ دانه شبیله در بازه زمانی ۲ ساعت و ۳ روز پس از نگهداری مشاهده می‌شود. همانطور که نتایج نشان می‌دهد نمونه‌های حاوی ۰/۲۵ درصد صمغ دانه شبیله از کمترین میزان سفتی بافت دونات شد، اما بین سطح مصرفی ۰/۱۵ و ۳ درصد پودر رازیانه اختلاف معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ مشاهده نگردید. گزارشاتی مبنی بر اثر مخرب پودر رازیانه بر بافت محصولات نانوایی موجود است. بوچرا و همکاران (۲۰۱۷) اثر سطوح متفاوت پودر رازیانه (۱ تا ۶ درصد) را بر ویژگی‌های نان بررسی نمودند. نتایج نشان داد وجود پودر رازیانه در فرمولاسیون سبب تیره شدن بافت درونی نان و سخت‌تر شدن بافت آن شد [۲۶]. همچنین یافته‌های داس و همکاران (۲۰۱۳) حاکی از آن بود که با افزایش درصد پودر رازیانه در فرمولاسیون نان، میزان نیروی لازم جهت نفوذ در

انبارداری و به تأخیر انداختن پدیده بیاتی می‌شوند [۲۸]. فاضلی و همکاران (۱۳۹۸) به بررسی اثر صمغ‌های زانتان و گوار و آنزیم ترانس گلوتامیناز بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و بافتی دونات فاقد گلوتون پرداختند. نتایج نشان داد آنزیم ترانس گلوتامیناز، کنسانتره پروتئینی سویا و صمغ زانتان و گوار به صورت ترکیبی سبب کاهش سفتی بافت دونات‌ها شدند [۳۱].

رطوبت طی مدت زمان ماندگاری و کند کردن فرایند بیاتی نمونه‌های تولیدی موفق عمل کنند. از طرفی ترکیباتی که توانایی تشکیل ژل دارند، با تشکیل یک سری از پیوندهای عرضی که زنجیره‌های پلیمری را بهم وصل می‌کنند، یک شبکه سه بعدی تولید کرده و در شکافهای خود، آب را به دام می‌اندازند و از این طریق سبب حفظ رطوبت محصول طی

Table 3 The effect of Fennel powder and Fenugreek gum on firmness.

| Number | Treatments | | Firmness (N) | |
|--------|---------------|---------------|--------------|-------------|
| | Fennel powder | Fenugreek gum | 2 hours | 3 days |
| 1 | 0 | 0 | 11.90±1.24a | 20.41±2.08a |
| 2 | 1.5 | 0.25 | 7.83±0.95b | 12.25±1.37b |
| 3 | 1.5 | 0.50 | 11.55±0.39a | 11.92±1.03b |
| 4 | 3.0 | 0.25 | 8.09±1.37b | 12.20±0.88b |
| 5 | 3.0 | 0.50 | 11.74±1.05a | 12.31±1.29b |

Different letters in each column show the statistically significant differences ($P<0.05$).

معنی داری ($P<0.05$) مشاهده نگردید. این احتمال وجود دارد حتی با افزایش بیش از ۰/۵ درصد صمغ دانه شبیله در فرمول دونات با کاهش معنی دار روشنایی نمونه ها مواجه شویم. کاهش جدی قرمزی پوسته دونات های حاوی صمغ دانه شبیله در سطح ۰/۵ درصد را چنین می توان توجیه نمود که به دلیل رطوبت بیش از حد خمیر دونات و عدم ایجاد شرایط مناسب جهت خروج بخشی از رطوبت (صمغ ها به شدت آبدوست هستند) فرایند سرخ شدن دونات با مشکل مواجه می گردد و چون زمان سرخ کردن را ثابت در نظر گرفته شده بود، فرایند سرخ کردن دونات به خوبی اتفاق نیافتداده و همین امر باعث کاهش قرمزی مطلوب پوسته دونات بخصوص نمونه های همچنین افزایش روشنایی پوسته دونات به دلیل دارا حاوی ۰/۲۵ درصد را می توان انعکاس بیشتر نور به دلیل دارا بودن پوسته ای صاف و یکدست دانست. زیرا صمغ مانع از خروج سریع رطوبت (خروج رطوبت آهسته و یکنواخت اتفاق می افتد) طی فرایند سرخ کردن، می شود و از ایجاد پوسته ای خشک و ترک خورده و همچنین غیر یکنواخت جلوگیری به عمل می آورد. اما همانگونه که مشاهده شد روشنایی پوسته نمونه های حاوی ۰/۵ درصد صمغ کمتر از نمونه های حاوی ۰/۲۵ درصد صمغ بود که این امر به احتمال زیاد به دلیل فشردگی بافت خمیر است و نشان دهنده آنست که جهت حصول بهترین عملکرد صمغ، باید در انتخاب سطح مصرفی صمغ دقت نمود.

۷-۳-رنگ پوسته

از بین ویژگی های مواد غذایی، رنگ مهمترین ویژگی دیداری است که اغلب به کیفیت غذا نیز ربط داده می شود [۳۹]. مصرف کنندگان اغلب از روی رنگ در مورد ارزش غذایی، ایمنی، عطر و طعم، زمان نگهداری و سایر ویژگی های محصولات خوراکی قضاوت می کنند [۴۰، ۴۱، ۴۲]. جدول ۴ نتایج مؤلفه های رنگی ($L^*a^*b^*$) پوسته دونات را نشان می دهد. نتایج حاکی از آنست که تنها صمغ دانه شبیله بر رنگ پوسته دونات مؤثر بوده است، هرچند تغییرات جزئی در مؤلفه های رنگی پوسته ناشی از حضور پودر رازیانه در فرمول اولیه دونات مشاهده شد، اما این تغییر در سطح آماری ۵ درصد معنی دار نبود، از این رو باید اثر پودر رازیانه در سطوح به کار رفته در پژوهش حاضر را نادیده گرفت و تغییر مؤلفه های رنگی پوسته دونات های حاوی پودر رازیانه و صمغ دانه شبیله را به حضور صمغ در فرمولا سیون نسبت داد. لازم به ذکر است با افزودن صمغ دانه شبیله به فرمول دونات بر میزان روشنایی (مؤلفه رنگی L^*) پوسته افزوده و از میزان قرمزی (مؤلفه رنگی a^*) آن کاسته شد. بنابراین نمونه شاهد (نمونه فاقد پودر رازیانه و صمغ دانه شبیله) کمترین میزان روشنایی یا درخشندگی و بیشترین میزان قرمزی را داشت. نکته قابل توجه آنست که میزان روشنایی نمونه های حاوی ۰/۲۵ و ۰/۵ درصد صمغ دانه شبیله مشابه بودند و بین آن ها اختلاف

Table 4 The effect of Fennel powder and Fenugreek gum on crust color.

| Number | Treatments | | Crust Color | | |
|--------|---------------|---------------|-------------|-------------|-------------|
| | Fennel powder | Fenugreek gum | L* | a* | b* |
| 1 | 0 | 0 | 48.52±2.29b | 12.84±0.71a | 20.92±3.22a |
| 2 | 1.5 | 0.25 | 55.30±1.97a | 9.25±1.22b | 21.85±1.09a |
| 3 | 1.5 | 0.50 | 54.11±2.07a | 7.09±0.37c | 20.77±2.27a |
| 4 | 3.0 | 0.25 | 56.01±3.49a | 9.44±1.04b | 20.59±1.24a |
| 5 | 3.0 | 0.50 | 55.08±1.52a | 6.95±1.17c | 22.09±2.71a |

Different letters in each column show the statistically significant differences ($P<0.05$).

-۸-۳ پذیرش کلی

بودند و داوران از ترکیبات موجود در فرمولاسیون اطلاعی نداشتند، به راحتی و بدون اطلاع قبلی ۴ نمونه حاوی پودر رازیانه را در مقایسه با نمونه شاهد برتر دانستند. همچنین با توجه به نتایج حاصله نمونه‌های حاوی ۰/۲۵ درصد صمغ دانه شبیلله از امتیاز فرم و شکل، پوکی و تخلخل، سفتی و نرمی بافت و قابلیت بیشتری برخوردار بودند که حصول چنین نتیجه‌ای با توجه به یافته‌های بدست آمده از بخش ارزیابی بافت، حجم و تخلخل دور از انتظار نبود. تنها نکته قابل ملاحظه در این پژوهش آن بود که داوران حسی به لحاظ ویژگی‌های پوسته دونات که رنگ مهمترین عامل مؤثر در امتیازدهی بود، نمونه‌های حاوی ۰/۵ درصد صمغ دانه شبیلله را نامناسب گزارش کردند و به عبارتی ذکر شد که دو نمونه به خوبی سرخ نگردیده و ویژگی‌های بصری را از دید مصرف‌کننده ندارد.

شکل ۳ نشان‌دهنده امتیاز پذیرش کلی نمونه دونات‌های حاوی پودر رازیانه و صمغ دانه شبیلله در مقایسه با نمونه شاهد (نمونه قادر هر دو نوع افزودنی) است. همانطور که نتایج نشان می‌دهد دو نمونه حاوی ۰/۲۵ درصد صمغ دانه شبیلله (نمونه حاوی ۰/۵ درصد صمغ دانه شبیلله و ۱/۵ درصد پودر رازیانه و نمونه حاوی ۰/۲۵ درصد صمغ دانه شبیلله و ۳ درصد پودر رازیانه) دارای بیشترین امتیاز پذیرش کلی در مقایسه با سایر نمونه‌ها بودند. این در حالی است که امتیاز پذیرش کلی دو نمونه حاوی ۰/۵ درصد صمغ دانه شبیلله در هر دو سطح مصرفی پودر رازیانه (۱/۵ و ۳ درصد) با امتیاز پذیرش کلی نمونه شاهد مشابه بود و بین این سه نمونه اختلاف معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد مشاهده نگردید.

به گفته داوران چشایی ۴ نمونه از عطر و طعم خوشابندتری برخوردار بودند. با توجه به اینکه نمونه‌ها کدگذاری شده

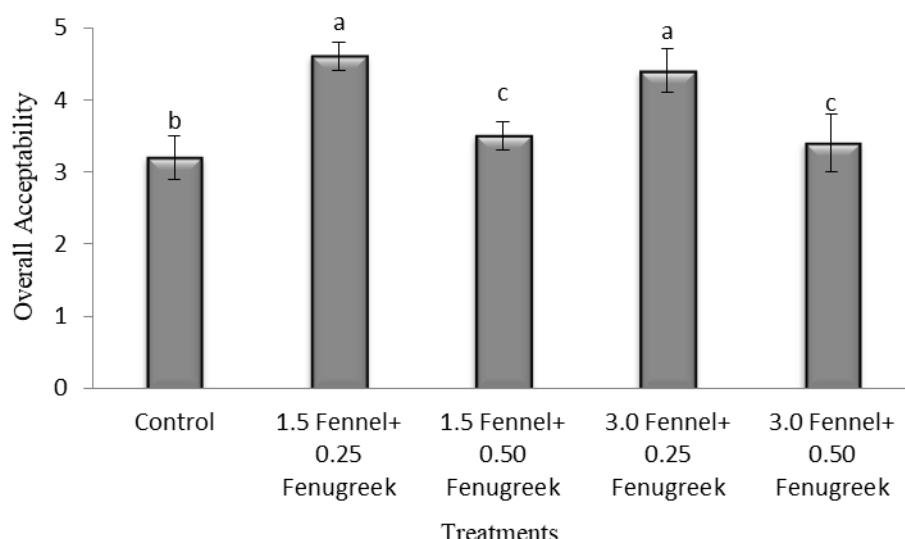


Fig 3 The effect of Fennel powder and Fenugreek gum on specific volume.
Different letters show the statistically significant differences ($P<0.05$).

- [8] Joel, N., Abdulraheem, L. O. and Zakaria, U. M. (2011). Evaluation of the nutritional and sensory quality of function bread produced from whole wheat and soybean flour blend. African Journal of Food Science, 5(8): 466-472.
- [9] Heydari, M., Yadegari, M., Saeedi, Z. and Molavi, H. (2018). Enrichment of wheat flour with different proportions of fennel medicinal plant powder to increase the nutritional value. JFST, 11(2): 53-68.
- [10] Brummer, Y., Cui, W. and Wang, Q. (2003). Extraction, purification and physicochemical characterization of fenugreek gum. Food Hydrocolloids, 17(3): 229-36.
- [11] Jiang, J.X., Zhu, L. W., Zhang, W. M. & Sun, R.C. (2007). Characteristics of galactomannan gum from fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*) seeds and its rheological properties. Int. J. Polym. Mater, 56: 1145-1154.
- [12] Srinivasan, K. (2006). Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*): A review of health beneficial physicochemical effects. Food Rev. Int, 22: 203-224.
- [13] Niasti, S., Pourhaji, F. and Sahraiyan, B. (2020). Evaluation of replacement of oil by Fenugreek seed gum on quality properties of low-fat chiffon cake (wheat-millet). Journal of Food Science and Technology, 16(9): 23-37.
- [14] Singthong, J., Ningsanond , S. & Cui, S. W. (2009). Extraction and physicochemical characterization of polysaccharide gum from Yanang (*Tiliacora triandra*) leaves. Food Chemistry, 114: 1301-1307.
- [15] Zolfaghari, Z., Mohebbi, M. and Haddad Khodaparast, M.H. (2013). Quality changes of donuts as influenced by leavening agent and hydrocolloid coating. J. Food Process. Pres. 37, 34-45.
- [16] Larrauri, J. A.Sanchez-Moreno, C. and Saura-Calixto, F. (1998). Effect of temperature on the free radical scavenging capacity of extracts from red and white grape pomace peels. Journal of Food Agriculture and Food Chemistry, 46: 2694-2697.
- [17] Larrauri, J. A.Sánchez-Moreno, C. and Saura-Calixto, F. (1998). Effect of temperature on the free radical scavenging capacity of extracts from red and white grape pomace peels. Journal of Food Agriculture and Food Chemistry, 46: 2694-2697.
- [18] Ben, N. C., Ayed, N. and Metche, M. (1996). Quantitative determination of the polyphenolic content of pomegranate peel. Z Lebensm Unters Forsch, 203: 374-378.
- [19] Makkar, H. P. S., Bluemmel, M., Borowy, N. K. and Becker, K. (1993). Gravimetric

۴- نتیجه گیری

این تحقیق با هدف تولید دونات فراسودمند حاوی پودر رازیانه با طعمی متنوع و در عین حال کمترین میزان جذب روغن انجام شد که می‌توان گفت هدف این پژوهش با کاربرد حداقل ۳ درصد پودر رازیانه و ۰/۲۵ درصد صمغ دانه شبکیه محقق گردید و محصولی با خاصیت آنتیاکسیدانی، جذب روغن کمتر، ماندگاری بالا و بافت، حجم، تخلخل و ویژگی‌های حسی مطلوب تولید گردید.

۵- سپاسگزاری

این پژوهش با حمایت مالی دانشگاه زابل به شماره گرفته UOZ-GR-9618-51 انجام شده است. بدینوسیله از معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه زابل سپاسگزاری می‌گردد.

۶- منابع

- [1] Tan, K. J. and Mitral, G. S. (2006). Physicochemical properties changes of donut during vacuum frying. International Journal of Food Properties, 9(1):58-98.
- [2] Dogan, S. F., Sahin, S. and Sumnu, G. (2005). Effects of soy and rice flour addition on batter rheology and quality of deep-fat fried chicken nuggets. Journal of Food Engineering, 71(1): 127-132.
- [3] Das, L., Raychaudhuri, U. and Chakraborty, R. (2013). Role of hydrocolloids in improving the physical and textural characteristics of fennel bread. International Food Research Journal, 20(5): 2253-2259.
- [4] Welch, R. M. and Graham, R. D. (1999). A new paradigm for world agriculture: meeting human needs: productive, sustainable, nutritious. Field Crops Research, 60: 1-10.
- [5] Seleem, H. A. and Mohamaed, Z. E. (2014). Influence of some medicinal and aromatic plants addition on pan bread quality. World Journal of Dairy Food Science, 9(2): 299-307.
- [6] Kamaliya, M. K. and Kamaliya, K. B. (2001). Baking Science and Industry Vol I and II, M. K. Kamaliya (Ed), Anand Publishers, Calcutta, India.
- [7] Khalaj, H., Shaghaghi, J. and Labbafi, M. (2012). Study on the effect of different factors on secondary compounds of Iranian Poppy (*Papaver bracteatum* L.) in 2nd Scientific Research Conference on Agricultural, Genetics and Plant Protection in Iran. Kerman. Iran.

- [31] Fazeli, A., Mazaheri-Tehrani, M., Karimi, M., Sadeghniya, A. and Koochaki, A. 2019. The effect of Xanthan, Guar and Transglutaminas on the physicochemical and textural properties of gluten-free doughnut. *JRIFST*, 8(1): 1-14.
- [32] Sakhale, B. K., Badgujar, J. B., Pawar, V. D. and Sananse, S. L. (2011). Effect of hydrocolloids incorporation incasing of samosa on reduction of oil uptake. *Journal of Food Process Technology*, 3(2): 120-133.
- [33] Salvador, A., Sanaz, T. and Fiszman, S. M. (2008). Performance of methyl cellulose in coating batter for fried products. *Food hydrocolloids*, 22: 1062-1067.
- [34] Kim, J., Choi, I., Shin, W-K. and Kim, Y. (2015). Effect of HPMC (Hydroxypropyl methylcellulose) on oil uptake and texture of gluten-free soy donut. *LWT-food Science and Technology*, 62(1Part2), 620-627.
- [35] Gomez, A. V., Ferrer, E. G., Anon, M. C., & Puppo, M. C. (2013). Changes in secondary structure of gluten proteins due to emulsifiers. *Journal of Molecular Structure*, 1033, 51–58.
- [36] Gomes-Ruffi, C.R., Cunha R.H., Almeida, E.L., Chang, Y.K., Steel, C.J. (2012). Effect of the emulsifier sodium stearoyl lactylate and of the enzyme maltogenic amylase on the quality of pan bread during storage. *Food Science and Technology*, 49, 96-101.
- [37] Naji-Tabasi, S. & Mohebbi, M. (2015). Evaluation of cress seed gum and xanthan gum effect on macrostructure properties of gluten-free bread by image processing. *Journal of Food Measurement and characterization*, 9: 110-119.
- [38] Ozkoc Ozge, S., Summe, G. and Sahin, S. (2009). The effect of gums on macro and micro-structure of breads baked in different ovens. *Food hydrocolloids*, 23: 2182-2189.
- [39] Leon, K., Mery, D., Pedreschi, F. and Leon, J. (2006). Color measurement in L^{*} a^{*} b^{*} units from RGB digital images. *Food Research International*, 39: 1084-1091.
- [40] Pisoschi, A.M., Pop, A (2015) "The role of antioxidants in the chemistry of oxidative stress: A review". *European Journal of Medicinal Chemistry* vol.97, pp. 55-74.
- [41] Romani, S., Rocculi, P., Mendoza, F. and Rosa, M. D. (2009). Image characterization of potato chip appearance during frying. *Journal of Food Engineering*, 93: 487-494.
- [42] Sahin, S. and Sumnu, S. G. (2010). Advances in deep-fat drying of foods. CRC press, new York.
- determination of tannins and their correlation with chemical and protein precipitation methods. *Journal of Science Food Agriculture*, 61: 161-165.
- [20] AACC. 2000. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 10th Ed., Vol. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN.
- [21] Sabanis, D., Tzia, C. and Papadakis, S. 2008. Effect of different raisin juice preparations on selected properties of gluten-free bread. *Food and Bioprocess Technology*, 1(4): 374-383.
- [22] Barcenas, M. E. and Rosell, M. 2003. Effect of freezing and frozen storage on the staling of part-baked bread. *Food Research International*, 36:863-869.
- [23] Sun, D. 2008. Computer vision technology for food quality evaluation. Academic Press, New York.
- [24] Gacula, J.R., and Singh. 1984. Statistical methods in food and consumer research. Academic press Inc. U.S.A. 360-366.
- [25] Yaseen, A.A., Shouk, A.H., and Ramadan, M.T. 2010. Corn-wheat pan bread quality as affected by hydrocolloids. *Journal of American Science*, 6(10): 684-690.
- [26] Bouchra, S. A., Evita, S., Martins, S., Zanda, K., Othmane, M., Zeinab, S., Akram., H. and Thierry, T. (2017). Effect of addition of fennel (*Foeniculum Vulgare L.*) on the quality of protein bread. Proceeding of the Latvian Academy of Science, 6(711): 509-514.
- [27] Nanditha, B. and Prabhakar, P. (2009). Antioxidants in bakery products: a review. *Critical Rev Food Science and Nutrition*, 49(1): 1-27.
- [28] Sahraiyan, B., Naghipour, F., Karimi, M. and Ghiafe Davoodi, M. (2013). Evaluation of *Lepidium sativum* seed and guar gum to improve dough rheology and quality parameters in composite rice-wheat bread. *Food Hydrocolloid*. 30, 698-703.
- [29] Alizadeh Behbahani, B.A., Yazdi, F.T., Shahidi, F., Hesarinejad, M.A., Mortazavi, S.A., Mohebbi, M. 2017. *Plantago major* seed mucilage: Optimization of extraction and some physicochemical and rheological aspects. *Carbohydrate Polymers*, 155: 68-77.
- [30] Jalali, M., Sheikholeslami, Z., Elhamirad, A. H., Haddad Khodaparast, M. H. and Karimi, M. (2019). The effect of Balangu Shirazi (*Lallemandia Royleana*) gum on the quality of gluten-free pan bread containing pre-gelatinization simple corn flour with microeave. *Carpathian Journal of Food Science and Technology*, <https://doi.org/10.34302/crpifst/2019.11.2.6>.

Iranian Journal of Food Science and TechnologyHomepage: www.fsct.modares.ir**Scientific Research**

Evaluation of effect of Fennel powder and Fenugreek gum on technologic and antioxidant properties of fried doughnut

Haghayegh, Gh.^{1*}, Zavehzad, N.²

1. Department of Food Science and Technology, Agricultural Faculty, Zabol University, Zabol, Iran.

2. PhD Student in Pharmacy, Zabol Medical Science University, Zabol, Iran.

ARTICIE INFO**ABSTRACT****Article History:**

Received 29 August 2020

Accepted 11 October 2020

Keywords:

Fermented Doughnut,
Fennel powder,
Crust,
Oil absorption,
Fenugreek gum.

DOI: [10.52547/fsct.18.02.03](https://doi.org/10.52547/fsct.18.02.03)

*Corresponding Author E-Mail:
haghayegh@uoz.ac.ir

Many people limit their consumption of fried foods, including donuts. On the other hand, the consumers are looking for the functional food that contains natural resources. Also, the aim of this research was production of low-fat fictional of doughnut. Fennel powder (0, 1.5 and 3 %) and Fenugreek gum (0, 0.25 and 0.5%) were used in doughnut formula and total phenol, antioxidant, moisture, specific volume, porosity, texture (after 2 hours and 3 days) and sensory properties were examined. The result showed Fennel powder increased total phenol and antioxidant of doughnut. Fenugreek gum was more effective to protect of moisture during 3 days. The samples containing 0.25 gum were the lowest firmness and the highest specific volume, porosity and L*. The samples containing 0.25 and 0.50 gum had the same texture after 3 days. These samples were more softness than control. The finding showed the samples containing more than 0.25 % gum had the lowest a* value. Finally the sample containing 1.5 % Fennel powder and 0.25% Fenugreek gum and the sample containing 3 % Fennel powder and 0.25% Fenugreek gum had the highest overall acceptability.