



بهبود ماندگاری و خصوصیات کیفی دونات تخمیری با استفاده از آنتی‌اکسیدان‌های استخراج شده از گیاه نوروژک (*Salvia lerifolia*) در مقایسه با آنتی‌اکسیدان تجاری

شهره عرب شیرازی^۱، احمد پدramنیا^{۲*}، محمدرضا سعیدی اصل^۲، فریبا نقی پور^۳، حمید توکلی پور^۲

۱- دانشجوی دکتری گروه علوم و صنایع غذایی، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار، ایران

۲- گروه علوم و صنایع غذایی، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار، ایران

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

چکیده

اطلاعات مقاله

امروزه به منظور کاهش سرعت واکنش اکسیداسیون چربی‌ها در مواد غذایی از آنتی‌اکسیدان‌ها در سطح وسیعی استفاده می‌شود و محققان همواره به دنبال استفاده از آنتی‌اکسیدان‌های قوی با سمیت کمتر و اثر بخشی بیشتر می‌باشند. در این بین گیاهان یکی از بهترین منابع آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی می‌باشد. از این رو هدف از انجام این تحقیق تأثیر افزودن سطوح مختلف عصاره الکلی استخراج شده از گیاه نوروژک (صفر، ۱، ۲ و ۳ درصد) به عنوان نگهدارنده طبیعی در بهبود مدت زمان انبارمانی و کاهش فساد روغنی دونات تخمیری در مقایسه با آنتی‌اکسیدان تجاری TBHQ بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی محصول نهایی در قالب یک طرح کاملاً تصادفی بود ($P < 0/05$). نتایج نشان داد که افزایش سطح مصرف عصاره نوروژک از صفر تا سه درصد تأثیری بر میزان رطوبت، حجم مخصوص، تخلخل و سفتی بافت محصول که در سه بازه زمانی ۲ ساعت، ۴ و ۷ روز پس از پخت مورد ارزیابی قرار گرفت، نداشت. این در حالی بود که با افزایش میزان این عصاره در فرمولاسیون دونات تخمیری میزان اندیس پراکسید نسبت به نمونه فاقد عصاره و میزان ترکیبات فنولیک کل، فعالیت آنتی‌اکسیدانی به روش DPPH و اندیس پایداری اکسیداتیو در هر سه بازه زمانی ۲ ساعت، ۴ و ۷ روز پس از پخت به ترتیب کاهش و افزایش یافت. از سوی دیگر نتایج نشان داد که افزودن عصاره گیاه نوروژک در سطوح مختلف تأثیری بر خصوصیات حسی محصول نهایی نداشت. همچنین نتایج بیانگر آن بود که فعالیت آنتی‌اکسیدانی نمونه حاوی ۳ درصد عصاره نوروژک قابلیت رقابت با دونات سرخ شده در روغن حاوی آنتی‌اکسیدان سنتزی TBHQ بود. بنابراین نمونه حاوی ۳ درصد عصاره نوروژک به عنوان بهترین نمونه انتخاب شد چرا که این نمونه اولاً از مقاومت آنتی‌اکسیدانی بالایی برخوردار بود، ثانیاً افزودن این عصاره تأثیر نامطلوبی بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی محصول نداشت.

تاریخ های مقاله:

تاریخ دریافت: ۹۸/۱۰/۱۰

تاریخ پذیرش: ۹۸/۱۲/۲۴

کلمات کلیدی:

دونات،

گیاه نوروژک،

فعالیت آنتی‌اکسیدانی،

پایداری اکسیداتیو،

ماندگاری.

DOI: 10.52547/fsct.18.04.21

*مسئول مکاتبات:

ahmadpedram@yahoo.com

۱- مقدمه

اکسیداسیون چربی یکی از اصلی‌ترین تغییرات شیمیایی است که می‌تواند در طی فرآوری، ذخیره‌سازی و آماده‌سازی مواد غذایی اتفاق بیفتد. مولکول‌های چربی در حضور اکسیژن به سرعت اکسید شده و در صورت غیر اشباع بودن اسیدهای چرب این اکسیدشوندگی با سرعت بیشتری انجام می‌شود [۱]. امروزه به منظور کاهش سرعت واکنش اکسیداسیون چربی‌ها در مواد غذایی از آنتی‌اکسیدان‌ها در سطح وسیعی استفاده می‌شود. آنتی‌اکسیدان‌ها مولکول‌ها یا ترکیباتی هستند که به عنوان از بین‌برنده رادیکال‌های آزاد عمل می‌کنند. این رادیکال‌ها باعث می‌شوند تا مولکول‌ها آسیب ببینند و عملکرد خود را از دست بدهند. دفاع اولیه در برابر این تخریب‌های اکسیداتیو بر عهده آنتی‌اکسیدان‌ها است [۲]. در فرآوری‌های صنعتی برای افزایش زمان ماندگاری مواد غذایی، به‌طور عمده از آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی همانند بوتیل هیدروکسی تولوئن^۱ (BHT) و بوتیل هیدروکسی آنیسول^۲ (BHA) استفاده می‌شود که در این رابطه یافته‌های متخصصان تغذیه نشان داده که استفاده از این ترکیبات باعث ایجاد اثرات سوء در بدن می‌گردد [۳]. بنابراین نیاز به استفاده از آنتی‌اکسیدان‌های قوی با سمیت کمتر و اثر بخشی بیشتر یک امر ضروری است. امروزه با توجه به بی‌خطر بودن استفاده از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی در فرمولاسیون مواد غذایی کاربرد این ترکیبات مورد توجه محققین صنعت غذا قرار گرفته است. در دهه‌های اخیر به عصاره و اسانس استخراجی از گیاهان مختلف به عنوان منابع آنتی‌اکسیدانی طبیعی، توجه زیادی شده است، که به منظور پتانسیل کاربردشان در حفاظت از مواد غذایی در برابر اثرات اکسیدانی بررسی شده‌اند. یکی از گیاهانی که دارای ترکیبات آنتی‌اکسیدانی است، گیاه نوروزک می‌باشد. گونه نوروزک با نام علمی *Salvia leriifolia* متعلق به تیره نعناع (Lamiaceae) بومی استان‌های خراسان و سمنان است [۴]. برگ و ریشه این گیاه دارای خواص آنتی‌اکسیدانی قوی بوده و از اکسیداسیون روغن‌ها جلوگیری می‌کند. این خاصیت قابل رقابت با آنتی‌اکسیدان‌های رایج در صنایع غذایی نظیر بوتیل‌تد هیدروکسی تولوئن و آلفا توکوفرول می‌باشد. این ویژگی در ارتباط با حضور متابولیت ثانویه‌ای از نوع شالکون‌ها، به نام

بوتین، در این گیاه است [۵]. در راستای استفاده از ترکیبات گیاهی به‌عنوان منابع آنتی‌اکسیدانی در بهبود ماندگاری مواد غذایی تحقیقات متعددی صورت گرفته است. کالجا و همکاران (۲۰۱۷) استفاده از عصاره رازیانه و بابونه به‌عنوان آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی در بیسکویت و مقایسه کارایی آن‌ها با آنتی‌اکسیدان سنتزی BHA را مورد بررسی قرار دادند. نتایج این محققان نشان داد که کاربرد آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی و سنتزی در مقایسه با نمونه شاهد تغییر معنی‌داری در رنگ و ارزش تغذیه‌ای محصول ایجاد نمی‌کند. بین نمونه‌های حاوی آنتی‌اکسیدان طبیعی و نمونه‌های حاوی آنتی‌اکسیدان سنتزی فعالیت آنتی‌اکسیدانی مشابهی وجود داشت. بنابراین این محققان عنوان کردند که استفاده از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی به دلیل مشتری پسندی بیشتر و ایمن‌تر بودن نسبت به آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی ترجیح داده شد [۶]. همچنین ناندیتا و همکاران (۲۰۰۸) تأثیر آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی (گارسینیا، گل پلتوفرم فروجینوم، پودر زردچوبه و کورکومین) و ویژگی‌های عملکردی آن‌ها را در فرآیند تولید بیسکویت را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد در میان نمونه‌ها، بیسکویت تهیه شده با آنتی‌اکسیدان‌های استخراج شده از گارسینیا توسط کلروفرم قابل رقابت با آنتی‌اکسیدان سنتزی BHA و حتی بهتر از آنتی‌اکسیدان TBHQ^۳ بود [۷]. هیکس و همکاران (۱۹۹۷) نیز ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و میزان پذیرش کلوچه‌های قالبی شیرین حاوی آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی را مورد بررسی قرار دادند. ترکیباتی از جمله آسکوربات، آلفاتوکوفرول، سدیم‌فیتات و فرولیک اسید به‌عنوان جایگزین BHA در فرمولاسیون نمونه‌ها استفاده گردید. نتایج کار ایشان نشان داد که بین نمونه‌های تولیدی و نمونه شاهد (حاوی BHA) تفاوت معنی‌داری وجود نداشت و با توجه به نتایج کلی نمونه‌های حاوی فرولیک اسید و سدیم‌فیتات به‌عنوان بهترین محصول انتخاب شدند. این محققین در نهایت بیان داشتند که آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی می‌توانند به‌طور مؤثر جایگزین BHA در کلوچه‌های قالبی شیرین شوند [۸].

از این‌رو با توجه به مطالب بیان شده، هدف از انجام این تحقیق، بررسی تأثیر استفاده از آنتی‌اکسیدان‌های استخراج شده از گیاه نوروزک در محصولی با میزان روغن بالا همانند دونات که در فرآیند تولید آن از حرارت زیاد استفاده می‌شود، بر

1. Butylated hydroxytoluene (BHT)
2. Butylated hydroxyanisole (BHA)

3. Tert-Butyl Hydroquinone (TBHQ)

۲-۲-۲- تهیه دونات و تیمارهای مورد بررسی

خمیر دونات با ۱۰۰ درصد آرد گندم، ۰/۷۵ درصد مخمر، ۱/۵ درصد نمک، ۲/۵ درصد شکر، ۱۲ درصد تخم مرغ، ۲/۵ درصد روغن، ۰/۲ درصد وانیل و آب به مقدار لازم تهیه شد (نمونه شاهد).

به منظور بررسی متغیرهای این مرحله از پژوهش، عصاره استخراج شده از گیاه نوروزک در ۴ سطح صفر، ۱، ۲ و ۳ درصد (بر اساس وزن آرد گندم) به فرمولاسیون دونات افزوده شد. شایان ذکر است که روغن مورد استفاده جهت سرخ کردن این نمونه‌ها فاقد آنتی‌اکسیدان سنتزی بود. همچنین یک نمونه دونات فاقد عصاره گیاهی استخراج شده در مرحله قبل نیز در روغن حاوی آنتی‌اکسیدان سنتزی (TBHQ) سرخ شد و نمونه‌های دونات تخمیری مطابق با روش دهقان تنها و همکاران (۱۳۹۲) تهیه گردید و در انتها درون کیسه‌های پلی اتیلنی به منظور ارزیابی خصوصیات کمی و کیفی، بسته‌بندی و در دمای محیط نگهداری شدند [۱۰].

۲-۲-۳- ارزیابی خصوصیات کمی و کیفی دونات

رطوبت: به منظور اندازه‌گیری رطوبت نمونه‌های دونات تولیدی از آزمون (۲۰۰۰) AACC به شماره ۱۶-۴۴ استفاده گردید [۱۱].

حجم مخصوص و تخلخل: برای اندازه‌گیری حجم مخصوص نمونه‌های دونات تولیدی از روش جایگزینی حجم با دانه کلزا^۴ مطابق با استاندارد AACC شماره ۱۰-۷۲ استفاده شد [۱۱]. همچنین به منظور ارزیابی میزان تخلخل مغز دونات، از تکنیک پردازش استفاده شد و پس از تصویربرداری از برش عرضی دونات به‌وسیله اسکنر (مدل: HP Scanjet G3010) با وضوح ۳۰۰ پیکسل، تصاویر در اختیار نرم افزار Image J قرار گرفت و با محاسبه نسبت نقاط روشن به تاریک، میزان تخلخل نمونه‌ها برآورد شد [۱۲].

سفتی بافت: ارزیابی سفتی بافت دونات در فواصل زمانی دو ساعت، چهار و هفت روز پس از تولید، با استفاده از دستگاه بافت‌سنج انجام گرفت. حداکثر نیروی مورد نیاز برای نفوذ یک پروب استوانه‌ای با انتهای صاف (۲ سانتی‌متر قطر در ۲/۳ سانتی‌متر ارتفاع) با سرعت ۳۰ میلی‌متر در دقیقه از نمونه، به‌عنوان شاخص سفتی^۵ محاسبه گردید.

خصوصیات فیزیکوشیمیایی و ماندگاری محصول نهایی و مقایسه کارایی عصاره استخراج شده از این گیاه با آنتی‌اکسیدان TBHQ بود.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

به منظور انجام این تحقیق اندام‌های هوایی گیاه نوروزک (برگ و ساقه‌ها) از عطاری معتبر در سطح شهر تهیه گردید. همچنین جهت تهیه نمونه‌های دونات، آرد ستاره با درجه استخراج ۸۲ درصد و ۱۱/۱ درصد رطوبت، ۱۲/۳ درصد پروتئین، ۰/۵۱ درصد خاکستر و ۳۰/۳۷ درصد گلوتن مرطوب از کارخانه آرد تهران باختر (تهران، ایران) خریداری شد. برای این منظور، آرد مصرفی برای انجام آزمایشات به صورت یکجا تهیه و در سردخانه با دمای ۴ درجه سلسیوس نگهداری شد. خمیرمایه خشک از شرکت خمیرمایه رضوی و سایر مواد مورد نیاز شامل روغن، نمک، شکر و تخم مرغ از یک فروشگاه معتبر خریداری گردید. کلیه مواد شیمیایی نیز از شرکت مرک آلمان تهیه شد.

۲-۲- روش‌ها

۲-۲-۱- استخراج عصاره از گیاه نوروزک

به منظور استخراج عصاره الکلی از روش کبیری و سیدالنگی (۱۳۹۴) استفاده گردید [۹]. بدین منظور پودر تهیه شده از برگ‌های خشک شده نوروزک با نسبت ۱:۵۰، با حلال متانول ۸۰ درصد ترکیب شدند. همچنین از پیش تیمار میدان پالس الکتریکی با شدت میدان الکتریکی ۶ کیلوولت بر سانتی‌متر و تعداد پالس ثابت ۳۰ عدد، قرار گرفتند. در واقع هدف از اعمال این امواج، سهولت و بهبود استخراج عصاره از این گیاه بود. ظرف محتوی این مخلوط بعد از اعمال پیش تیمار میدان پالس الکتریکی، هرچند ساعت به آرامی تکان داده شد. سپس بعد از سپری شدن مدت زمان ۴۸ ساعت، محتویات ظرف به‌وسیله کاغذ واتمن شماره یک و در ادامه توسط قیف بوختر صاف و حلال آن با استفاده از دستگاه تبخیرکننده دورانی در دمای ۴۵ درجه سلسیوس و تحت خلأ جدا گردید. در انتها محلول صاف شده در چند پلیت ریخته شد و پس از آن در آون با دمای ۴۵ درجه سلسیوس کاملاً خشک شد.

4. Rape seed displacement
5. Hardness

محصول (دونات) جدا گردید. بدین صورت که پس از قرار دادن دونات خرد و آسیاب شده در محلولی از هگزان نرمال، روغن خارج شده از محصول با حلال به دستگاه روتاری منتقل شد. در روتاری، حلال و روغن از هم جدا شدند. روغن جدا شده جهت بررسی و تعیین پایداری روغن در برابر اکسیداسیون در شرایط مناسب نگهداری گردید. سپس این شاخص توسط جریانی از هوای خشک طبق استاندارد شماره ۳۷۳۴ (تعیین پایداری اکسیداتیو روغن‌ها و چربی‌های خوراکی) با دستگاه رنسیمت اندازه‌گیری شد. دمای مورد استفاده در آزمون ۱۱۰ درجه سلسیوس، سرعت جریان هوا ۲۰ لیتر بر ساعت و مقدار مصرف روغن برای هر آزمون ۳ گرم بود [۱۷].

خصوصیات حسی: به منظور ارزیابی خصوصیات حسی نظیر رنگ، سفتی و نرمی بافت و طعم و مزه که به ترتیب دارای ضریب رتبه ۲، ۳ و ۳ بودند، از روش هدونیک ۵ نقطه‌ای (۱): بسیار نامطلوب، ۲: نامطلوب و... ۵: بسیار مطلوب) استفاده شد. هریک از نمونه‌های دونات توسط ۱۰ داور مورد ارزیابی قرار گرفت. در نهایت میزان پذیرش کلی نمونه‌های تولیدی با استفاده از رابطه ۲-۲؛ گزارش گردید [۱۸].

رابطه ۲-۲:

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

که در این رابطه: Q = پذیرش کلی، P = ضریب رتبه صفات و G = ضریب ارزیابی صفات.

۲-۲-۴- طرح آماری و روش آنالیز نتایج

نتایج بدست آمده از این پژوهش با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۱۶ مورد ارزیابی قرار گرفت و به منظور مقایسه خصوصیات کمی و کیفی نمونه‌های دونات تولیدی حاوی سطوح مختلف عصاره گیاه نوروزک (صفر، ۱، ۲ و ۳ درصد) و همچنین نمونه شاهد (سرخ شده در روغن حاوی آنتی‌اکسیدان سنتزی) از یک طرح کاملاً تصادفی استفاده شد. نمونه‌ها در سه تکرار تهیه شد و میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح معنی‌داری پنج درصد ($P < 0.05$) مورد مقایسه قرار گرفت. در انتها برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

عدد پراکسید: جهت اندازه‌گیری عدد پراکسید روغن استخراج شده از نمونه‌های دونات تولیدی از استاندارد ملی ایران به شماره ۳۷ استفاده شد و محاسبه عدد پراکسید روغن استخراج شده در فواصل زمانی دو ساعت، چهار و هفت روز پس از پخت بر اساس رابطه ۲-۱ انجام گردید [۱۳].

$$P = 1000 \times N \times V / W$$

رابطه ۲-۱:

که در این رابطه V میزان حجم هیپوسولفیت سدیم (برحسب میلی‌لیتر)، N نرمالیه محلول هیپوسولفیت سدیم و W وزن چربی بر حسب گرم و P عدد پراکسید بر حسب میلی‌اکی‌والان اکسیژن در کیلوگرم چربی است.

ترکیبات فنولیک کل: مقدار ترکیبات فنولیک کل با روش فولین سیوکالتو طبق روش اوردز و همکاران (۲۰۰۶) در فواصل زمانی دو ساعت، چهار و هفت روز پس از پخت اندازه‌گیری شد. بدین منظور در ابتدا میزان ۱۰ گرم از تیمارهای دونات پودر شده توسط ۲۰۰ میلی‌لیتر متانول طی یک شبانه روز با استفاده از دستگاه همزن مغناطیسی در دمای اتاق عصاره‌گیری شد. سپس مقدار جذب محلول توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۷۶۰ نانومتر قرائت شد. مقدار کل ترکیبات فنولی با استفاده از معادله خط رسم شده بر مبنای اسید گالیک و به صورت میلی‌گرم در گرم عصاره بیان گردید [۱۴].

فعالیت آنتی‌اکسیدانی: بدین منظور ابتدا نمونه‌های دونات تولیدی به مدت ۲۴ ساعت در داخل خشک‌کن انجمادی قرار گرفت. سپس اندازه ذرات دونات توسط آسیاب، کوچک و یکنواخت گردید. در ادامه به منظور استخراج ترکیبات آنتی‌اکسیدانی در فواصل زمانی دو ساعت، چهار و هفت روز پس از پخت، ۱۰ گرم نمونه آسیاب شده که اندازه ذرات آن در حدود ۵۰۰ میکرون بود، با ۱۰۰ میلی‌لیتر متانول بر روی همزن مغناطیسی با سرعت مخلوط شدن ۱۰۰ دور در دقیقه در دمای ۲۵ درجه سلسیوس و به مدت ۲۴ ساعت قرار گرفت و در انتها با کاغذ صافی واتمن صاف گردید. سپس محلول جهت حذف متانول به خشک‌کن انجمادی انتقال یافت و در نهایت عصاره خشک شده در دمای ۲۰- درجه سلسیوس نگهداری گردید [۱۵]. در ادامه فعالیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌ها توسط روش برند ویلیامز و همکاران (۱۹۹۵) اندازه‌گیری شد [۱۶].

شاخص پایداری اکسیداتیو: برای تعیین شاخص پایداری روغن (عدد رنسیمت)، ابتدا روغن به وسیله استخراج سرد از

۳- نتایج و بحث

۳-۱- رطوبت، حجم مخصوص و تخلخل

تأثیر افزودن سطوح متفاوت عصاره الکلی استخراج شده از گیاه نوروزک به فرمولاسیون دونات و فرآیند سرخ کردن در روغن حاوی آنتی‌اکسیدان سنتزی بر میزان رطوبت، حجم مخصوص و تخلخل بافت محصول نهایی در جدول ۱ ملاحظه می‌گردد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود افزایش سطح مصرف عصاره نوروزک در فرمولاسیون دونات تأثیر معنی‌داری بر میزان این خصوصیات کیفی نداشت ($P < 0.05$). در همین راستا کالجا و همکاران (۲۰۱۷) استفاده از عصاره رازیانه و بابونه به‌عنوان آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی در بیسکوئیت و مقایسه

کارایی آن‌ها با آنتی‌اکسیدان سنتزی BHA را مورد بررسی قرار دادند. نتایج مطالعه ایشان نشان داد که کاربرد آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی و سنتزی در مقایسه با نمونه شاهد تغییر معنی‌داری در رطوبت نهایی محصول ایجاد نمی‌کند [۶]. همچنین لی و لی (۲۰۱۳) اثر افزودن پودر برگ کاج بر روی ویژگی‌های کیفی و آنتی‌اکسیدانی کیک اسفنجی را مورد مطالعه قرار داده و بیان کردند افزودن تا ۴ درصد این ترکیب در فرمولاسیون کیک تأثیری بر حجم مخصوص آن ندارد، درحالی‌که اگر میزان این ترکیب در فرمولاسیون کیک اسفنجی بیشتر از ۴ درصد شود حجم مخصوص محصول کاهش می‌یابد [۱۹].

Table 1 Effect of alcoholic extract of *Salvia leriifolia* (S.l) addition on moisture, specific volume and porosity of fermented doughnut

| Treatment | Moisture (%) ^{ns} | Specific volume (ml/g) ^{ns} | Porosity (%) ^{ns} |
|-----------|----------------------------|--------------------------------------|----------------------------|
| 0% S.l | 18.9±0.2 | 3.24±0.2 | 18.24±0.4 |
| 1% S.l | 19.1±0.0 | 3.17±0.1 | 18.71±0.6 |
| 2% S.l | 19.0±0.1 | 3.32±0.5 | 18.32±0.3 |
| 3% S.l | 19.1±0.3 | 3.21±0.3 | 18.39±0.5 |
| TBHQ | 19.0±0.2 | 3.25±0.2 | 18.53±0.7 |

(ns: no significantly different in $p < 0.05$)

۳-۲- سفتی بافت

تأثیر افزودن سطوح متفاوت عصاره الکلی استخراج شده از گیاه نوروزک به فرمولاسیون دونات و فرآیند سرخ کردن در روغن حاوی آنتی‌اکسیدان سنتزی بر میزان سفتی بافت محصول نهایی طی سه بازه زمانی دو ساعت، چهار و هفت روز پس از پخت در جدول ۲ ملاحظه می‌گردد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود افزایش سطح مصرف عصاره نوروزک در فرمولاسیون دونات تأثیر معنی‌داری بر میزان سفتی محصول نداشت ($P < 0.05$). وقوع پدیده بیاتی در فرآورده‌های نانویی مانند نان و دونات تخمیری در ارتباط با میزان رطوبت و عملکرد میزان آب موجود در مغز این محصولات می‌باشد. به‌طوری‌که وجود رابطه عکس بین محتوای رطوبتی نان و میزان بیاتی آن به اثبات رسیده است [۲۰]. در واقع آب می‌تواند با ایفای نقش پلاستیسیزری در کاهش سفتی مغز محصول مؤثر باشد. در تحقیق حاضر با توجه به بخش ارزیابی

رطوبت دونات تخمیری، محرز گردید افزودن عصاره گیاه نوروزک تأثیر معنی‌داری بر میزان رطوبت محصول نهایی ندارد بنابراین این انتظار نیز وجود داشت که افزودن عصاره مذکور بر میزان سفتی بافت دونات تخمیری تأثیر معنی‌داری نداشته باشد. در این راستا پاسوکامونست و همکاران (۲۰۱۸) ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی، آنتی‌اکسیدانی و خواص حسی کیک اسفنجی غنی شده با عصاره گیاه *Clitoria ternatea* را مورد بررسی قرار داده و بیان داشتند افزودن ۵ درصد عصاره گیاه مذکور تأثیری بر میزان سفتی بافت محصول ندارد [۲۱]. همچنین ابراهیم و همکاران (۲۰۱۳) نیز اثر افزودن اسانس روغنی میخک به عنوان عامل آنتی‌اکسیدان و ضد میکروب روی زمان ماندگاری کیک را مورد بررسی قرار داده و در بخش ارزیابی حسی محصول مطابق نظر ارزیابان حسی بیان داشتند که افزودن اسانس گیاه فوق‌الاشاره با غلظت‌های ۴۰۰، ۶۰۰ و ۸۰۰ پی‌پی‌ام تأثیری بر میزان سفتی بافت محصول ندارد [۲۲].

Table 2 Effect of alcoholic extract of *Salvia leriifolia* (S.l) addition on firmness of fermented doughnut during storage

| Treatment | Firmness (N) | | |
|-----------|------------------|----------------------|----------------------|
| | 2h ^{ns} | 4 days ^{ns} | 7 days ^{ns} |
| 0% S.l | 11.6±0.2 | 13.8±0.3 | 19.4±0.4 |
| 1% S.l | 10.9±0.8 | 14.0±0.0 | 18.8±0.7 |
| 2% S.l | 11.5±0.3 | 13.3±0.7 | 19.2±0.5 |
| 3% S.l | 11.2±0.6 | 12.9±0.8 | 19.0±0.5 |
| TBHQ | 11.3±0.5 | 13.7±0.2 | 18.9±0.5 |

(ns: no significantly different in $p < 0.05$)

۳-۳- عدد پراکسید

تأثیر افزودن سطوح متفاوت عصاره الکلی استخراج شده از گیاه نوروزک به فرمولاسیون دونات و فرآیند سرخ کردن در روغن حاوی آنتی‌اکسیدان سنتزی بر میزان عدد پراکسید در شکل ۱ ملاحظه می‌گردد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود با افزایش سطح مصرف عصاره نوروزک در فرمولاسیون دونات از میزان پراکسید محصول کاسته شد ($P < 0.05$). باید توجه نمود که براساس استاندارد ملی ایران به شماره ۱۶۹۸۰ میزان پراکسید برای روغن استخراجی از دونات حداکثر ۳ میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم می‌باشد [۱۳] که با توجه به شکل ۱؛ میزان پراکسید تمامی نمونه‌های دونات تخمیری تولیدی تا روز چهارم در محدوده مجاز استاندارد قرار دارد و تنها نمونه شاهد در روز هفتم در محدوده مجاز قرار ندارد.

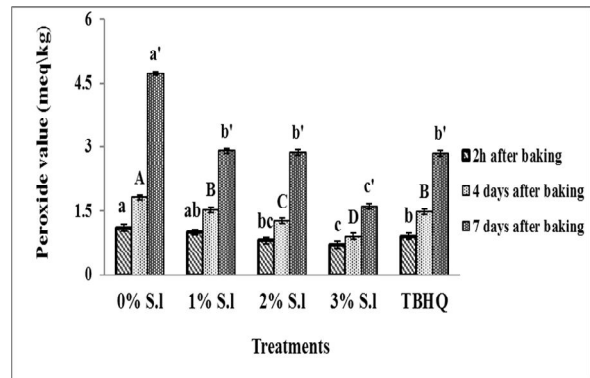


Fig 1 Effect of alcoholic extract of *Salvia leriifolia* (S.I.) addition on peroxide value of fermented doughnut during storage (Means in each storage time with different letters differ significantly in $p < 0.05$)

اندیس پراکسید بالاتر از ۶ میلی‌اکی‌والان بر کیلوگرم در محصول، نشان دهنده رانسید شدن محصول و غیرقابل مصرف بودن آن است [۲۳]. بنابراین پرواضح است که کنترل و کاهش این پارامتر از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. همچنین با افزایش زمان نگهداری میزان این اندیس نیز افزایش یافت. از عوامل افزایش اندیس پراکسید می‌توان به حرارت، غیراشباع بودن، آلودگی ماده چرب با ماده چرب تندشده و هوا اشاره نمود. همان‌گونه که در قبل اشاره گردید، عصاره نوروزک حاوی ترکیبات فنولیک و خاصیت آنتی‌اکسیدانی می‌باشد. بنابراین این انتظار وجود داشت که این عصاره بتواند رادیکال‌های ایجاد شده در واکنش اکسیداسیون را جذب و از تندشدگی جلوگیری کند. در این راستا انتظاری و همکاران (۱۳۹۶) اثر افزودن عصاره چوبک بر خواص آنتی‌اکسیدانی و

ماندگاری دونات را در بازه‌های زمان ۱، ۳ و ۶ روز مورد بررسی قرار داده و بیان داشتند با افزایش سطح مصرف عصاره چوبک میزان پراکسید محصول در تمامی بازه‌های زمانی کاهش یافت. ایشان در این رابطه اظهار داشتند عصاره چوبک حاوی ساپونین می‌باشد که خاصیت آنتی‌اکسیدانی دارد و می‌تواند رادیکال‌های ایجاد شده در واکنش اکسیداسیون را جذب کند و با آن یک کمپلکس p-quinone تشکیل دهد و از تندشدگی جلوگیری کند [۱۸].

در ادامه با توجه به نتایج مشخص گردید که میزان پراکسید محصول هنگام استفاده از روغن حاوی آنتی‌اکسیدان سنتزی (TBHQ) در بازه‌های زمانی ۲ ساعت و ۴ روز پس از پخت، مشابه استفاده از سطح ۱ درصد عصاره نوروزک در فرمولاسیون می‌باشد، در حالی که با گذشت زمان تا روز هفتم نگهداری میزان این پارامتر در محصول (روغن حاوی آنتی‌اکسیدان سنتزی) مشابه استفاده از سطح ۲ درصد عصاره نوروزک در فرمولاسیون بود که این امر توانایی بسیار خوب عصاره مذکور از لحاظ فعالیت آنتی‌اکسیدانی را نشان می‌دهد.

۳-۴- ترکیبات فنولیک کل

تأثیر افزودن سطوح متفاوت عصاره الکلی استخراج شده از گیاه نوروزک به فرمولاسیون دونات و فرآیند سرخ کردن در روغن حاوی آنتی‌اکسیدان سنتزی بر میزان ترکیبات فنولیک کل در شکل ۲ ملاحظه می‌گردد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود افزایش سطح مصرف عصاره نوروزک در فرمولاسیون دونات باعث افزایش میزان ترکیبات فنولیک کل محصول می‌شود. همچنین با افزایش زمان نگهداری از میزان ترکیبات کاسته شد ($P < 0.05$).

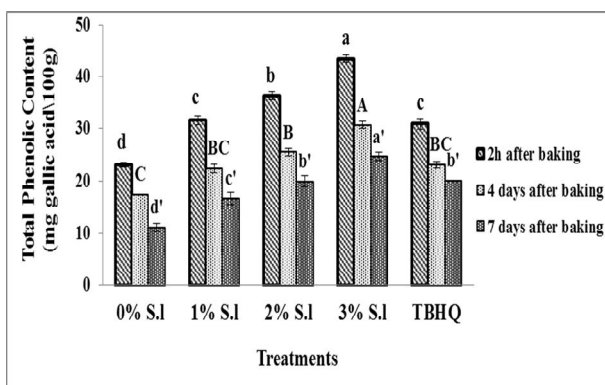


Fig 2 Effect of alcoholic extract of *Salvia leriifolia* (S.I.) addition on total phenolic content of fermented doughnut during storage (Means in each storage time with different letters differ significantly in $p < 0.05$)

ترکیبات در طی فرایند نگهداری کاهش می‌یابد. در این راستا پاسوکامونست و همکاران (۲۰۱۸) ویژگی‌های فیزیکیوشیمیایی، آنتی‌اکسیدانی و خواص حسی کیک اسفنجی غنی شده با عصاره گیاه *Clitoria ternatea* را مورد بررسی قرار داده و بیان داشتند با افزایش غلظت این عصاره میزان ترکیبات فنولیک و به طبع آن توانایی فعالیت آنتی‌اکسیدانی محصول افزایش می‌یابد که ایشان علت این موضوع را به توانایی این ترکیبات در مهار کردن رادیکال‌ها نسبت دادند [۲۱]. همچنین کالجا و همکاران (۲۰۱۷) استفاده از عصاره رازیانه و بابونه به عنوان آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی در بیسکویت و مقایسه کارایی آن‌ها با آنتی‌اکسیدان سنتزی BHA را مورد بررسی قرار دادند. نتایج مطالعه ایشان نشان داد که با افزایش غلظت این عصاره‌ها فعالیت آنتی‌اکسیدانی محصول در مقایسه با نمونه شاهد افزایش می‌یابد [۶].

از طرفی با بررسی نتایج مشخص شد که میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی محصول هنگام استفاده از روغن حاوی آنتی‌اکسیدان سنتزی در بازه‌های زمانی ۲ ساعت و ۴ روز پس از پخت مشابه استفاده از سطح ۱ درصد عصاره نوروزک در فرمولاسیون می‌باشد، در حالی‌که با گذشت زمان تا روز هفتم نگهداری میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی در محصول (روغن حاوی آنتی‌اکسیدان سنتزی) مشابه استفاده از سطح ۲ درصد عصاره نوروزک در فرمولاسیون بود که این امر توانایی بسیار خوب عصاره مذکور از لحاظ فعالیت آنتی‌اکسیدانی را نشان می‌دهد.

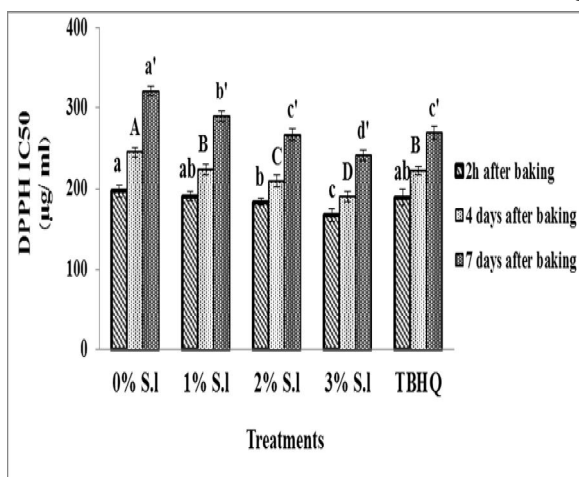


Fig 3 Effect of alcoholic extract of *Salvia lerifolia* (S.I) addition on antioxidant activity of fermented doughnut during storage (Means in each storage time with different letters differ significantly in $p < 0.05$)

ترکیبات فنولی می‌توانند به گروه‌های در معرض اکسیداسیون، هیدروژن یا الکترون بدهند [۲۴]. بنابراین میزان این ترکیبات در طی فرایند نگهداری کاهش می‌یابد. به همین دلیل میزان ترکیبات فنولی می‌تواند به عنوان شاخصی مهم برای برآورد فعالیت آنتی‌اکسیدانی به کار رود. این ترکیبات در طی پخت از بین نمی‌روند و به همین جهت ترکیبات فنولیک در دمای بالا نیز مؤثر هستند. در همین راستا سامی و همکاران (۲۰۱۰) اثر افزودن زیره سبز و زنجبیل به عنوان آنتی‌اکسیدان روی ویژگی‌های اختلاط خمیر و کیفیت کلوچه مورد بررسی قرار دادند. نتایج تحقیق این محققین در خصوص ارزیابی میزان ترکیبات فنولیک کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی نتایج نشان داد با افزایش میزان این ترکیبات در فرمولاسیون کلوچه میزان ترکیبات فنولیک کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی افزایش می‌یابد [۲۵]. همچنین بالسترا و همکاران (۲۰۱۱) با افزودن پودر زنجبیل به نان میزان ترکیبات فنولیک در سطح ۴/۵ درصد را به سه برابر افزایش دادند. نتایج ایشان نشان داد که میزان ترکیبات فنولیک در سطح همه کیک‌ها بیشتر از مغز آن‌ها بود و این نتیجه را به افزایش آزاد شدن ترکیبات فنولیک در سطح و دسترسی بیشتر آن‌ها هنگام استخراج نسبت دادند [۲۶]. از طرفی با بررسی نتایج مشخص شد که میزان ترکیبات فنولیک محصول هنگام استفاده از روغن حاوی آنتی‌اکسیدان سنتزی در بازه‌های زمانی ۲ ساعت و ۴ روز پس از پخت مشابه نمونه‌ای می‌باشد که در فرمولاسیون آن از سطح ۱ درصد عصاره نوروزک استفاده شده است، در حالی‌که با گذشت زمان تا روز هفتم نگهداری میزان ترکیبات فنولیک کل در محصول (روغن حاوی آنتی‌اکسیدان سنتزی) مشابه استفاده از سطح ۲ درصد عصاره نوروزک در فرمولاسیون بود که این امر توانایی بسیار خوب عصاره مذکور از لحاظ خاصیت آنتی‌اکسیدانی را نشان می‌دهد.

۳-۵- فعالیت آنتی‌اکسیدانی

همان‌گونه که در شکل ۳ مشاهده می‌شود با افزایش سطح مصرف عصاره نوروزک در فرمولاسیون و افزایش زمان نگهداری دونات میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی محصول به ترتیب افزایش و کاهش می‌یابد ($P < 0.05$) که این امر با توجه به نتایج بخش اندازه‌گیری میزان ترکیبات فنولیک کل دونات پیش‌بینی بود، چراکه در بخش اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌ها بیان شد که بین میزان ترکیبات فنولیک و توانایی آنتی‌اکسیدانی عصاره‌ها ارتباط مثبت وجود دارد [۲۷]. این ترکیبات می‌توانند به گروه‌های در معرض اکسیداسیون، هیدروژن یا الکترون بدهند. بنابراین میزان این

۳-۶- شاخص پایداری اکسیداتیو

اکسیداسیون چربی‌ها در بسیاری از غذاها عامل تعیین‌کننده‌ای در کیفیت و زمان ماندگاری محصول می‌باشد [۲۸]. امروزه روش‌هایی همانند رنسیمت به‌طور گسترده‌ای به‌منظور بررسی پایداری اکسیداتیو روغن‌ها استفاده می‌شوند. این روش زمان القاء را بر اساس افزایش هدایت آبی به عنوان نتیجه پیشرفت واکنش اکسیداسیون مورد بررسی قرار می‌دهد به گونه‌ای که زمان القاء طولانی‌تر بیانگر پایداری حرارتی بیشتر در روغن می‌باشد [۲۹]. همان‌گونه که در شکل ۴ مشاهده می‌شود افزایش سطح مصرف عصاره نوروزک در فرمولاسیون دونات باعث افزایش میزان مقاومت اکسیداتیو محصول می‌شود ($P < 0.05$). همچنین نتایج نشان داد با افزایش زمان ماندگاری دونات تخمیری از میزان مقاومت اکسیداتیو محصول کاسته می‌شود ($P < 0.05$) که این امر با توجه به نتایج بخش اندازه‌گیری میزان ترکیبات فنولیک کل و میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی دونات قابل پیش‌بینی بود، چراکه در بخش‌های مذکور مشاهده شده با افزایش میزان عصاره نوروزک در فرمولاسیون میزان ترکیبات فنولیک کل و میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی محصول افزایش می‌یابد. همان‌گونه که قبلاً هم بیان شد ترکیبات فنولیک می‌توانند به گروه‌های در معرض اکسیداسیون، هیدروژن یا الکترون بدهند [۲۴]. بنابراین، میزان این ترکیبات می‌تواند به‌عنوان شاخصی مهم برای برآورد فعالیت آنتی‌اکسیدانی به کار رود. در این راستا کوزلوسکا و همکاران (۲۰۱۹) کاربرد عصاره چای سبز با غلظت‌های ۰/۲، ۰/۲ و ۱ درصد بر روی پایداری اکسایشی بخش روغنی کیک روغنی اسفنجی را در دو بازه زمانی ۱ و ۲۸ روز مورد مطالعه قرار دادند. نتایج ایشان نشان داد با افزایش زمان نگهداری کیک و افزایش غلظت عصاره مذکور میزان مقاومت اکسیداتیو روغن کیک به ترتیب کاهش و افزایش می‌یابد که این محققین علت افزایش مقاومت اکسیداتیو محصول را در ارتباط با خاصیت آنتی‌اکسیدانی ترکیبات پلی‌فنولی موجود در عصاره چای سبز عنوان کردند [۲۹]. همچنین فرهوش و همکاران (۱۳۸۲) در بررسی‌های خود مقادیر ضریب استاندارد برای آنتی‌اکسیدان‌های مورد آزمون شامل BHT، آنتی‌اکسیدان گیاه نوروزک، آلفا توکوفرول را به ترتیب برابر با ۰/۵۲۰۵، ۰/۵۲۱۶ و ۰/۵۲۲۹ گزارش کرد [۳۰].

در ادامه با توجه به نتایج نشان مشخص گردید میزان مقاومت اکسیداتیو محصول هنگام استفاده از روغن حاوی آنتی‌اکسیدان سنتزی در بازه‌های زمانی ۲ ساعت و ۴ روز پس از پخت مشابه استفاده از سطح ۱ درصد عصاره نوروزک در فرمولاسیون می‌باشد، در حالی‌که با گذشت زمان تا روز هفتم نگهداری میزان مقاومت اکسیداتیو در محصول (روغن حاوی آنتی‌اکسیدان سنتزی) مشابه استفاده از سطح ۲ درصد عصاره نوروزک در فرمولاسیون بود که این امر توانایی بسیار خوب عصاره مذکور از لحاظ فعالیت آنتی‌اکسیدانی را نشان می‌دهد.

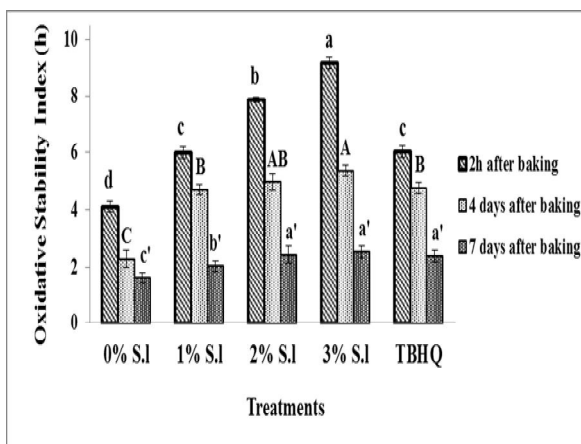


Fig 4 Effect of alcoholic extract of *Salvia leriifolia* (S.I) addition on oxidative stability index of fermented doughnut during storage (Means in each storage time with different letters differ significantly in $p < 0.05$)

۳-۷- خصوصیات حسی

همان‌گونه که در شکل ۵ ملاحظه می‌گردد افزودن سطوح متفاوت عصاره استخراج شده نوروزک در فرمولاسیون دونات تخمیری، تأثیری بر میزان امتیاز خصوصیات حسی نمونه‌های تولیدی نداشت ($P < 0.05$). در راستای بررسی خصوصیات حسی ابراهیم و همکاران (۲۰۱۳) نیز اثر افزودن اسانس روغنی میخک به‌عنوان عامل آنتی‌اکسیدان و ضد میکروب روی زمان ماندگاری کیک را مورد بررسی قرار داده و در بخش ارزیابی حسی محصول مطابق نظر ارزیابان حسی بیان داشتند که افزودن اسانس گیاه فوق‌الاشاره با غلظت‌های ۴۰۰، ۶۰۰ و ۸۰۰ پی‌پی‌ام تأثیری بر رنگ و بافت محصول ندارد [۲۲]. همچنین پاسوکامونست و همکاران (۲۰۱۸) ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، آنتی‌اکسیدانی و خواص حسی کیک اسفنجی غنی شده با عصاره گیاه *Clitoria ternatea* را مورد بررسی قرار داده و در بخش ارزیابی حسی داوران چشایی بیان داشتند افزودن تا

۵- منابع

- [1] Angelo, A.J. St. 1996. Lipid oxidation in foods. Critical reviews in food science and nutrition, 36(3): 175-224.
- [2] Valko, M., Rhodes, C.J., Moncol, J., Izakovic, M., and Mazur, M. 2006. Free radicals, metals and antioxidants in oxidative stress-induced cancer. Chemistry Biol.interact, 160:1-40.
- [3] Gao, J.J., Igalashi, K. and Nukina, M. 1999. Radical scavenging activity of phenylpropanoid glycosides in *Caryopteris incana*. Bioss. Science Biotechnology Biochemistry, 63: 983-988.
- [4] Rechinger, K.H. 1982. Flora Iranica. N.150, Academiche Druk.u.Verlag sustalt Gratz.page 439.
- [5] Hadad Khodaparast, M.H., Haghdoost, A., Elhami-Rad, A.H., Movahhed, G. and Karazhiyan, H. 2006. Antioxidant activity and thermal Properties of *Salvia leriifolia* (Norozak) root extract. Proceedings of the international conference on Innovations in Food and Bioprocess Technologies, 12-14 December 2006, AIT, Pathumthani, Thailand. Pages: 378.
- [6] Caleja, C., Barros, B., Antonio, A.L., Oliveira, M.B.P.P., Ferreira, I.C.F.R. 2017. A comparative study between natural and synthetic antioxidants: Evaluation of their performance after incorporation into biscuits. Food Chemistry, 216: 342-346.
- [7] Nanditha, B.R., Jena, B.S., Prabhasankar, P. 2008. Influence of natural antioxidants and their carry-through property in biscuit processing. Journal of Science Food Agriculture, 89: 288-298.
- [8] Hix, D.K., Klopfenstein, C.F., and Walker, C.E. 1997. Physical and chemical attributes and consumer acceptance of sugar-snap cookies containing naturally occurring antioxidants. The American Association of Cereal Chemists, 74:281-283.
- [9] Kabiri, S., Sayyed Alang, Z. 2015. Comparison of Antioxidant effect of different extracts from *Melissa officinalis* leaves with immersion and microwave-assisted extractions and its oxidative stability on soybean oil. Journal of Modern Food Technologies, 2(8): 23-28 [In Persian].

۲۰ درصد عصاره گیاه فوق‌الاشاره تأثیری بر بافت و طعم و مزه محصول ندارد [۲۱].

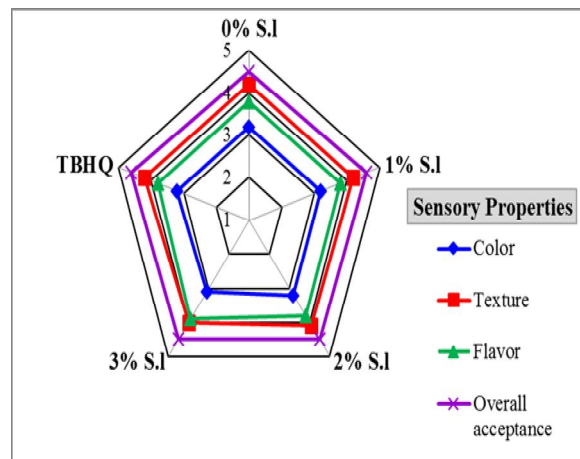


Fig 5 Effect of alcoholic extract of *Salvia leriifolia* (S.l) addition on sensory properties of fermented doughnut during storage (Means in each storage time with different letters differ significantly in $p < 0.05$)

۴- نتیجه گیری

هدف از انجام این تحقیق، استفاده از عصاره الکلی استخراج شده از گیاه نوروزک به‌عنوان نگهدارنده طبیعی در بهبود مدت زمان انبارمانی و کاهش فساد روغنی دونات تخمیری در مقایسه با آنتی‌اکسیدان تجاری TBHQ بود. با ارزیابی خصوصیات فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی محصول نهایی مشخص گردید که افزایش سطح مصرف عصاره نوروزک از صفر تا سه درصد تأثیری بر میزان رطوبت، حجم مخصوص، تخلخل، سفتی بافت محصول (در سه بازه زمانی ۲ ساعت، ۴ و ۷ روز پس از پخت) و ویژگی‌های حسی محصول تولیدی نداشت. این در حالی بود که با افزایش میزان این عصاره در فرمولاسیون میزان اندیس پراکسید نسبت به نمونه فاقد عصاره کاهش و میزان ترکیبات فنولیک، فعالیت آنتی‌اکسیدانی به روش DPPH و اندیس پایداری اکسیداتیو (در هر سه بازه زمانی) افزایش یافت. همچنین نتایج بیانگر آن بود که فعالیت آنتی‌اکسیدانی نمونه حاوی ۳ درصد عصاره نوروزک قابلیت رقابت با دونات سرخ شده در روغن حاوی آنتی‌اکسیدان سنتزی بود.

2018. Physicochemical, antioxidant and sensory characteristics of sponge cakes fortified with *Clitoria ternatea* extract. *Journal of Food Science and Technology*, 55(8): 2881–2889.
- [22] Ibrahim, M.I., Abd El-Ghany, M.E., and Ammar, M.S. 2013. Effect of Clove Essential Oil as Antioxidant and Antimicrobial Agent on Cake Shelf Life. *World Journal of Dairy & Food Sciences*, 8 (2): 140-146.
- [23] Horwitz, W., Senze, A., Reynolds, H., and Park, D.L. 1975. Official methods of analysis of the association of analytical chemists. Washington: Association Official Analytical Chemist.
- [24] Cuvelier, M.E., Richard, H., and Berset, C. 1992. Comparison of the antioxidative activity of some acid-phenols: structure-activity relationship. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 56(2):324-325.
- [25] Samie, M.A.S.A., Wan, J., Huang, W., Chung, O.K., and Xu, B. 2010. Effects of cumin and ginger as antioxidants on dough mixing properties and cookie quality. *Cereal Chemistry*, 87(5): 454-460.
- [26] Balestra, F., Cocci, E., Pinnavaia, G., and Romani, S. 2011. Evaluation of antioxidant, rheological and sensorial properties of wheat flour dough and bread containing ginger powder. *Journal of Food Science and Technology*, 44: 700-705.
- [27] Minussi, R., Rossi, M., Bologna, L., Cordi, L., Rotilio, D., Pastore, G., et al. 2003. Phenolic compounds and total antioxidant potential of commercial wines. *Food Chemistry*, 82: 409–416.
- [28] Daglioglu, O., Tasan, M., Gecgel, U., and Daglioglu, F. 2004. Changes in oxidative stability of selected bakery products during shelf life. *Food Science and Technology Research*, 10: 464–468.
- [29] Kozłowska, M., Zbikowska, A., Szpicier, A. and Poltorak, A. 2019. Oxidative stability of lipid fractions of sponge-fat cakes after green tea extracts application. *Journal of Food Science and Technology*, 56(5): 2628–2638.
- [30] Farhosh, R., Haddad Khodaparast, M.H., Pourazarang, H., Rahimizadeh, M., and Seyedi, M. 2003. Study of thermal resistance of major antioxidant fraction of *Salvia leriifolia*. *Agriculture Science and Technology*, 17(1): 53-60.
- [10] Dehghan Tanha, L., Karimi, M., and Salehifar, M. 2013. Effect of emulsion and lipase enzyme on qualitative properties of doughnuts made from frozen dough. *Innovation in Food Science and Technology*, 5(3): 105-115 [In Persian].
- [11] AACC. 2000. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 10th Ed., and 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] Institute of Standards and Industrial Research of Iran, Doughnut - specifications. ISIRI no 16980. 1rd edition, Karaj: ISIRI; 2013 [in Persian].
- [14] Ordoezy, A., Gomez, J.D., Vattuone, M.A., and Isla, M.I. 2006. Antioxidant activities of sechium edule (Jacq) Swartz extracts. *Food Chemistry*, 97: 452-458.
- [15] Pag, A.I., Radu, D.G., Drăgănescu, D., Popa, M.I., and Sirghie, C. 2014. Flaxseed cake – a sustainable source of antioxidant and antibacterial extracts. *Cellulose Chemistry Technology*, 48 (3-4): 265-273.
- [16] Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E., and Berset, C. 1995. Use of a free radical method to evaluate Antioxidant activity. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie-Food Science and Technology*, 28: 25-30.
- [17] Institute of Standards and Industrial Research of Iran, Animal and vegetable fats and oils- Determination of oxidative stability (accelerated oxidation test method. ISIRI no 3734. Karaj: ISIRI; 2016 [in Persian].
- [18] Enrezari, B., Karazhiyan, H. and Sharifi, A. 2017. The effect of Chubak extract on antioxidant and shelf life of doughnut. *Journal of Innovation and Technology in Food Science and Technology*, 9(1): 27-40 [in Persian].
- [19] Lee, S.E., and Lee, J.H. 2013. Quality and Antioxidant Properties of Sponge Cakes Incorporated with Pine Leaf Powder. *Korean Journal of Food Science and Technology*, 45(1): 53-58.
- [20] Rogers, D.E., Zeleznak, K.J., Lai, C.S., and Hosney, R.C. 1988. Effect of native lipids, shortening, and bread moisture on bread firming. *Cereal Chemistry*, 65: 398-401.
- [21] Pasukamonset, P., Pumalee, T., Sanguansuk, N., Chumyen, C., Wongvasu, P., Adisakwattana, S., and Ngamukote, S.



Improvement of shelf life and qualitative properties of fermented doughnut by antioxidant extracted from *Salvia leriifolia* compared to commercial antioxidant

Arab Shirazi, Sh. ¹, Pedram Nia, A. ^{2*}, Saieedi Asl, M. R. ², Naghipour, F. ³,
Tavakolipour, H. ²

1. Ph.D of Food Science and Technology, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran.
2. Department of Food Science and Technology, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran.
3. Seed and Plant Improvement Institute, Agriculture Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.

| ARTICLE INFO | ABSTRACT |
|--|--|
| <p>Article History:</p> <p>Received 2019/ 12/ 31 Accepted 2020/ 03/ 14</p> <hr/> <p>Keywords:</p> <p>Doughnut, <i>Salvia leriifolia</i>, Antioxidant activity, Oxidative stability, Shelf life.</p> <hr/> <p>DOI: 10.52547/fsct.18.04.21</p> <hr/> <p>*Corresponding Author E-Mail: ahmadpedram@yahoo.com</p> | <p>Now a day antioxidants are widely used in foods to reduce the rate of oil oxidation reaction and researchers looking for potent antioxidants by less toxicity and greater efficacy. Plants are one of the best sources of natural antioxidants. Therefore, the aim of this study was to investigate the effect of adding different levels of alcoholic extract of <i>Salvia leriifolia</i> (0, 1, 2 and 3%) as a natural preservative to improve storage time of fermented doughnut compared to TBHQ as commercial antioxidant on the physicochemical, textural and sensory properties of the final product in a completely randomized design ($P < 0.05$). The results showed that increasing the level of <i>Salvia leriifolia</i> extract from 0 to 3% had no effect on moisture content, specific volume, porosity and firmness of the final product (evaluated in three times of 2 h, 4 and 7 days after baking). However, by increasing the amount of this extract in fermented doughnut formulation, the peroxide index compared to other sample and the amount of total phenolic content, the antioxidant activity by DPPH method and the oxidative stability index at 2h, 4 and 7 days after baking were decreased and increased, respectively. On the other hand, the results showed that addition of <i>Salvia leriifolia</i> extract at different levels had no effect on the sensory properties of the final product. The results also indicated that the antioxidant activity of the sample containing 3% of <i>Salvia leriifolia</i> extract had the ability to compete with fried doughnut in oil containing synthetic antioxidant TBHQ. Therefore, the sample containing 3% of <i>Salvia leriifolia</i> extract was selected as the best sample because it had high antioxidant resistance, secondly, the addition of this extract had no adverse effect on physicochemical and sensory properties of the final product.</p> |