



مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی-پژوهشی

بررسی خصوصیات فیتوشیمیایی زرین گیاه (*Dracocephalum kotschy*): کاربرد آن به عنوان آنتی اکسیدان طبیعی در افزایش

پایداری اکسیداتیو کیک فنجانی در طول نگهداری در دمای پایین

عبدالله همتیان سورکی^{۱*}، هانیه پاسالار^۲، عسکر غنی^۳، فرزانه کیانی^۴

۱- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جهرم، صندوق پستی: 74135-111، جهرم، ایران.

۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، موسسه آموزش عالی خرد، بوشهر، ایران.

۳- دانشیار گروه علوم و باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جهرم، صندوق پستی: 74135-111، جهرم، ایران.

۴- دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.

چکیده

اطلاعات مقاله

امروزه تحقیقات زیادی در زمینه استفاده از آنتی اکسیدانهای طبیعی در مواد غذایی به جای آنتی اکسیدانهای مصنوعی انجام شده است. در این پژوهش، اجزای فیتوشیمیایی گیاه دارویی زرین گیاه با استفاده از کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (HPLC) و کروماتوگرافی گازی/جرمی (GC/MS) شناسایی و تعیین مقدار شد. همچنین اثر غلظت های مختلف اسانس زرین گیاه (صفر به عنوان شاهد، ۰/۰۲، ۰/۰۵ و ۰/۱ درصد وزن روغن فرمولاسیون) بر پایداری اکسیداتیو، ماندگاری و ویژگی های حسی کیک فنجانی در طول ۴ ماه ماندگاری در دمای پایین (چهار درجه سانتی گراد) بررسی و با آنتی اکسیدان مصنوعی TBHQ مقایسه شد. نتایج نشان داد اسانس زرین گیاه حاوی ۴۸ ترکیب معطر بود که مهمترین آنها شامل a-Geraniol، Pinene، Limonene و Neral بود. نتایج آنالیز آماری نشان داد اثر غلظت های مختلف اسانس زرین گیاه و زمان نگهداری کیک فنجانی تاثیر معنی داری بر متغیرهای وابسته شامل pH، عدد اسیدی، عدد پراکسید، عدد توتوکس، عدد پی-آنیسیدین و قدرت آنتی اکسیدانی نمونه ها داشت. در طول نگهداری کیک فنجانی، میزان pH کاهش یافت که احتمالاً به دلیل شکستن تری گلیسریدها و تولید اسیدهای چرب آزاد بود. نتایج نشان داد با افزایش غلظت اسانس زرین گیاه، کاهش pH کیک در طول نگهداری کمتر بود. نتایج پایداری اکسیداتیو محتوی روغن کیک فنجانی نشان داد که اسانس زرین گیاه نسبت به آنتی اکسیدان مصنوعی TBHQ توانایی بیشتری در حفظ پایداری اکسیداتیو روغن کیک داشت. علی رغم ویژگی های مطلوب اسانس زرین گیاه در حفظ کیفیت و پایداری اکسیداتیو روغن کیک فنجانی، نتایج ارزیابی حسی نشان داد که از نظر مصرف کنندگان، این اسانس تاثیر نامطلوبی بر عطر و طعم کیک فنجانی داشت. با توجه به عملکرد اسانس زرین گیاه بر حفظ پایداری اکسیداتیو روغن کیک فنجانی به نظر می رسد در صورت استفاده از مقادیر کمتر این اسانس و استفاده از مواد عطر و طعم دهنده طبیعی، تاثیر نامطلوب آن بر ویژگی های حسی کیک روغنی رفع شود.

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۴/۳۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۸/۹

کلمات کلیدی:

کروماتوگرافی گازی،

پی آنیسیدین،

توتوکس،

استخراج سرد،

افت وزن،

پلی فنول

DOI: 10.22034/FSCT.22.166.12.

* مسئول مکاتبات:

a.hematian@jahromu.ac.ir

۱-مقدمه

به انواع مصنوعی و طبیعی طبقه‌بندی نمود. آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی یا سنتزی از جمله BHT، BHA و TBHQ از زمان‌های دور جهت حفظ کیفیت اکسیداتیو محصولات حاوی روغن‌ها و چربی‌ها مورد استفاده قرار می‌گرفتند اما امروزه متأسفانه گزارشاتی ارائه شده‌است که نگرانی‌هایی را در خصوص مصرف این گروه از مواد افزودنی بر سلامت مصرف‌کننده ایجاد نموده است [۵]. بنابراین امروزه صنایع غذایی خصوصاً صنایع نانوائی علاقه‌مند به استفاده از منابع آنتی‌اکسیدانی طبیعی می‌باشند که هم اثربخش و اقتصادی بوده و هم فاقد مشکلات سلامتی مربوط به آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی می‌باشند [۶]. Amany, Shereen [۷] اسانس ۴ نوع گیاه دارویی شامل انیسون، زیره سیاه، رزماری و مریم گلی را در مقادیر ۲۰۰ تا ۱۰۰۰ ppm به کیک اضافه نمودند. آنها گزارش نمودند که علاوه بر تاثیر مطلوب اسانس‌های روغنی بر ویژگی‌های حسی کیک، پایداری حرارتی و ماندگاری این محصول پر مصرف به صورت معنی‌داری افزایش یافت. Darughe, Barzegar [۸] نیز گزارش نمودند که افزودن اسانس گیشنیز به کیک ماندگاری این محصول را تا ۶۰ روز افزایش داد.

یکی از مهمترین منابع آنتی‌اکسیدانهای طبیعی، گیاهان دارویی می‌باشند. گیاهان دارویی به دلیل عطر و طعم مطلوب، خواص درمانی و پتانسیل ضد میکروبی و خواص آنتی‌اکسیدانی، گزینه مناسبی جهت استفاده به عنوان منبع آنتی‌اکسیدان طبیعی در محصولات غذایی می‌باشند. گزارشات متعددی از کاربرد انواع گیاهان دارویی به اشکال مختلف شامل اسانس، عصاره‌های آبی و الکلی و همچنین استفاده مستقیم از پودر بخشهای مختلف گیاه در محصولات غذایی ارائه شده است [۱]. گیاهان منابع غنی از آنتی‌اکسیدانهای طبیعی هستند. ترکیبات آنتی‌اکسیدانی گیاهی به طور کلی شامل ترکیباتی نظیر توکوفرول‌ها، کاروتنوئیدها، اسیدهای فنلی، اسید سینامیک و فلاونوئیدها هستند. گیاهان دارویی دارای خواص ضد باکتریایی، ضد

محصولات آردی از پر مصرف‌ترین محصولات غذایی در سراسر جهان محسوب می‌شوند. از میان این محصولات، کیک به واسطه ویژگی‌های ارگانولپتیک مناسب، مورد استقبال و پسند مصرف‌کنندگان واقع شده است. آرد، شکر، تخم مرغ و چربی ترکیبات اصلی در تولید کیک محسوب می‌شوند و هر کدام نقش مهمی را در ساختار و کیفیت محصول ایفا می‌کنند [۱]. کیک در زبان انگلیسی دارای معانی متعددی است و در ساده‌ترین تعریف به یک قطعه کوچک خمیر پخته شده کیک گفته می‌شود. کیک از جمله محصولات نانوائی بوده که در حالت تازه عمر ماندگاری حدود یک هفته داشته و حاوی ۱۱ تا ۲۱ درصد چربی می‌باشد [۲]. مهاجرت رطوبت، بیاتی و فقدان فیبرهای محلول و نامحلول در آرد کیک از مشکلات عمده موجود در این محصول بوده که باعث تغییرات غیرقابل برگشتی در خصوصیات حسی و میکروبی محصول شده و عمر ماندگاری کاهش می‌یابد (Goli et al., 2013). دو مشکل عمده که صنعت کیک با آن روبه‌رو است، اکسیداسیون چربی و رشد کپک‌ها می‌باشد که مدت نگهداری این محصولات را محدود می‌کند. استفاده از آنتی‌اکسیدان‌ها و نگهدارنده‌ها و همچنین نگهداری در دمای پایین مانند یخچال این مشکلات را تا حدود زیادی کاهش می‌دهند. اسانس‌های گیاهی علاوه بر اثرات ضد اکسایشی، اثرات ضدباکتریایی، ضدقارچی، ضدکپکی و ضدسرطانی نیز دارند و می‌توانند گزینه مناسبی برای استفاده در محصولات نانوائی باشند [۳].

آنتی‌اکسیدان‌ها ترکیباتی هستند که با کند کردن فساد، تندی و یا تغییر رنگ ناشی از اکسیداسیون باعث حفظ و نگهداری مواد غذایی می‌شوند و در واقع از سرعت و شدت واکنش‌های اکسیداسیون می‌کاهند [۴]. عملکرد آنتی‌اکسیدان‌ها تحت تأثیر شرایط مختلف اعم از فرآوری، نگهداری و محیط ماده غذایی مربوطه قرار می‌گیرد. آنتی‌اکسیدان‌ها را می‌توان

قارچی، ضد سرطانی، و آنتی‌اکسیدانی هستند و می‌توانند ماندگاری محصولات غذایی را افزایش دهند [۹].

گیاه دارویی بادرنجبویه دنیایی یا زیرین گیاه، یکی از مهم‌ترین جنس‌های متعلق به خانواده نعنائیان (Lamiaceae) می‌باشد که در ایران دارای هشت گونه و در دنیا دارای ۱۸۶ گونه می‌باشد که یکی از مهمترین گونه‌های آن در ایران، زیرین گیاه با نام علمی *Dracocephalum kotschy* می‌باشد که این گونه اندمیک ایران می‌باشد (در دنیا، تنها در مناطقی از ایران رویش دارد [۱۰]). از مصارف دارویی این گیاه در مناطق مختلف، می‌توان به تسکین درد و التهاب و نیز رفع ناراحتی - های روماتیسمی اشاره نمود. اسانس موجود در پیکره این گیاه دارای خاصیت دارویی بوده و فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالا و خاصیت باکتریایی و ضد عفونی کننده دارد و جهت درمان درد معده و نفخ به کار می‌رود. در برگ‌های این گیاه ترکیبی به نام Spinal-z وجود دارد که از سال‌های پیش در درمان سرطان مورد استفاده قرار می‌گرفته است و همچنین ترکیب فلاونی به نام xanthomicrol در این گیاه وجود دارد که از تکثیر سلول‌های سرطانی بدخیم جلوگیری می‌کند [۱۱]. لازم به ذکر است که زیرین گیاه دارای ترکیبات فنلی می‌باشد که به صورت موثری به عنوان دهنده هیدروژن عمل نموده لذا به عنوان یک آنتی‌اکسیدان موثر عمل می‌کنند. فعالیت آنتی - اکسیدانی فلاونوئیدها که ترکیبات فنلی ویژه‌ای هستند، به علت قابلیت در اختیار گذاشتن هیدروژن آنها می‌باشد. در پژوهش دیگری محتوای فنل کل زیرین گیاه اندازه‌گیری شده است و مشخص شده‌است که میزان ترکیبات فلاونوئیدی گلیکوزیده از آگلیکون فلاونوئیدی بیشتر بود که در مطالعات مختلف خاصیت آنتی‌اکسیدانی عصاره این گیاه با داشتن IC_{50} نزدیک به BHT می‌تواند جایگزین مناسبی برای آنتی - اکسیدان‌های سنتزی باشد [۲]. تاکنون مطالعات بسیار کمی بر روی این گونه‌های این گیاه انجام گرفته است خصوصاً گونه مذکور که رویشگاه آن بخش‌های مختلفی از کشور ایران از جمله استان فارس و اصفهان می‌باشد. از همین رو با علم به اینکه گیاه زیرین گیاه می‌تواند منبع غنی از ترکیبات

آنتی‌اکسیدانی باشد مطالعه شناخت ترکیبات موثره و خواص آنتی‌اکسیدانی این گیاه مورد توجه قرار گرفت. بر همین اساس اهداف این پژوهش عبارتند از شناسایی ترکیبات فیتوشیمیایی عصاره و اسانس زیرین گیاه، بررسی قدرت آنتی - اکسیدانی اسانس زیرین گیاه مورد تحقیق و بررسی اثر افزودن اسانس زیرین گیاه بر خواص فیزیکوشیمیایی و کیفی کیک فنجانی و پایش پایداری اکسیداتیو روغن موجود در کیک فنجانی در طی نگهداری در دمای یخچال می‌باشد.

۲- مواد و روش‌ها

مواد اولیه کیک فنجانی شامل آرد سفید گندم (درصد استخراج ۷۳٪، پروتئین ۱۲.۳٪ و رطوبت ۱۳.۵٪)، مارگارین، روغن آفتابگردان، تخم مرغ کامل، شکر، وانیل، شیر بدون چربی، نمک و بیکنینگ پودر از یک فروشگاه محلی خریداری شد. پیکر رویشی خشک گیاه زیرین گیاه (در مرحله گلدهی که دارای بالاترین کیفیت و بیشترین میزان اسانس می‌باشد) از شرکت گنج داروی فریدن در شهرستان بوئین و میاندشت (استان اصفهان، ایران) خریداری شد. مواد شیمیایی و حلال - های مورد استفاده در این آزمایش دارای درجه آنالیتیکال بود و از شرکت Sigma-Aldrich Company Ltd (گیلینگهام، انگلستان) خریداری شدند.

۲-۱- آماده‌سازی زیرین گیاه

نمونه گل و برگ‌های زیرین گیاه در تیرماه (مصادف با مرحله گلدهی این گیاه) از مزرعه مورد کشت این گیاه در منطقه فریدن اصفهان برداشت و پس از تمیز کردن در شرایط دمای اتاق (دمای حدود ۳۰ درجه سانتی‌گراد) و به دور از نور به مدت ۵ روز قرار داده شد تا نمونه‌ها کاملاً خشک گردیدند.

۲-۲- استخراج اسانس زیرین گیاه

دقیقه و حجم تزریق ۲۰ میکرولیتر انتخاب گردید. فاز متحرک گرادیان متانول و اسید فرمیک یک درصد انتخاب شد.

جهت شناسایی ترکیبات پلی فنولی، مقدار ۲۰ میکرولیتر از عصاره هر نمونه برداشته شد و به دستگاه تزریق گردید. جهت شناسایی و محاسبه درصد نسبی این ترکیب، نمونه‌های استاندارد هر ترکیب (گرید HPLC با خلوص بالای ۹۹ درصد) در غلظت‌های مناسب (صفر تا ۱۰۰۰۰ پی‌پی‌ام) ساخته و به دستگاه تزریق شد و غلظت ترکیب موجود در هر نمونه بر اساس منحنی استاندارد رسم شده محاسبه گردید. از مقایسه زمان بازداری استاندارد با پیک مربوط به کروماتوگرام نمونه (آنالیز کیفی) و جایگذاری سطح زیر منحنی هر نمونه در منحنی استاندارد، آنالیز کمی انجام گرفت.

۵-۲- شناسایی ترکیبات اسانس زین گیاه توسط دستگاه گاز کروماتوگرافی / اسپکترومتری جرمی (GC/MS)

جهت شناسایی اجزای متشکله اسانس‌ها، از دستگاه کروماتوگرافی گازی استفاده شد. نوع ستون HP-5-MS، طول ستون ۳۰ متر، قطر ستون ۰/۳۲ میلی‌متر و ضخامت ۰/۲۵ میکرون بود. برنامه ریزی حرارتی ستون از ۶۰ تا ۲۱۰ درجه سانتی‌گراد با افزایش دمای چهار درجه سانتی‌گراد در هر دقیقه بود. نوع آشکارساز FID با دمای ۲۹ درجه سانتی‌گراد و گاز حامل نیتروژن با فشار ۰/۵ میلی‌لیتر در دقیقه بود. برنامه‌ریزی حرارتی آن مشابه با ستون محفظه تزریق ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد، نوع آشکارساز MS با دمای ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد و گاز حامل هلیوم با فشار ۱ میلی‌متر بر دقیقه بود. همچنین با توجه به سطح زیر منحنی هر یک از پیک‌های کروماتوگرام GC و مقایسه آن با سطح کل زیر منحنی، درصد نسبی هر یک از اجزای متشکله اسانس تعیین شد. شناسایی طیف‌ها به کمک بانک اطلاعات جرمی، زمان

نمونه‌های خشک شده زین گیاه توسط دستگاه کلونجر^۱ و با روش تقطیر با آب به مدت سه ساعت پس از جوش آمدن نمونه‌ها اسانس‌گیری شدند. بازده اسانس براساس وزن خشک نمونه‌ها به صورت حجمی-وزنی (v/w) محاسبه شد. اسانس‌ها پس از آب‌گیری توسط سولفات سدیم خشک، تا زمان تزریق به دستگاه گاز کروماتوگرافی / اسپکترومتری جرمی در فریزر (دمای ۲۰- درجه سانتیگراد) نگهداری شدند.

۳-۲- استخراج عصاره آبی-الکلی زین گیاه

استخراج عصاره آبی-متانولی زین گیاه جهت تعیین فعالیت آنتی‌اکسیدانی و شناسایی ترکیبات پلی فنولی آن به روش Wojdyło, Oszmianański [۱۲] و با اندکی اصلاح انجام شد. ۱۰ گرم پودر خشک زین گیاه آسیاب شد و میزان ۱۰۰ میلی‌لیتر مخلوط متانول-آب (۷۰:۳۰) به آن اضافه شد. مخلوط حاصل به مدت ۲۴ ساعت در دمای محیط بر روی شیکر آزمایشگاهی قرار گرفت و در ادامه به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت $4032 \times g$ سانتریفیوژ شد. پس از سانتریفیوژ، مایه رویی جمع‌آوری و در فریزر آزمایشگاهی (دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد) نگهداری شد. عصاره‌گیری از نمونه گیاهی جهت شناسایی ترکیبات فنلی با استفاده از روش Mišan, Mimica-Dukić [۱۳] با تغییرات جزئی انجام شد.

۴-۲- شناسایی و اندازه‌گیری میزان ترکیبات پلی فنلی با استفاده از دستگاه HPLC

جداسازی و اندازه‌گیری میزان ترکیبات پلی فنولی عصاره زین گیاه توسط دستگاه HPLC مدل Agilent Technologies-1200 series انجام شد. ستون C₁₈ با طول ۱۵۰ میلی‌متر و قطر داخلی ۴/۶ میلی‌متر و قطر ذرات پنج میکرومتر، آشکارساز (Detector) DAD در طول موج‌های ۳۲۰ و ۲۸۰ نانومتر و دمای آون ۳۰° سانتیگراد استفاده شد. برنامه شویش گرادیان، با سرعت شویش یک میلی‌لیتر بر

1. Clevenger

شفاف شده را با کاغذ صافی صاف کرده سپس توسط پمپ خلا و در دمای محیط حلال از روغن حذف شد.

۹-۲- عدد اسیدی

عدد اسیدی روغن از طریق تیتراسیون مقدار معینی روغن در مقابل سود و به روش استاندارد ملی ایران (شماره ۳۷) تعیین شد. بدین منظور دو گرم نمونه روغن درون ارلن توزین شد و ۳۰ میلی لیتر الکل اتیلیک خنثی به آن اضافه شد سپس ۲ میلی لیتر محلول فنل فتالین ۱٪ به آن اضافه شد و با محلول سود ۰.۰۱ درصد تیتراژ گردید.

$$Q = \frac{28.2 \times N \times V}{W} \quad (1)$$

که در این معادله V ، حجم محلول سود مصرفی (ml)؛ N ، نرمالیه محلول سود مصرفی؛ W ، وزن نمونه (gr) و Q ، مقدار اسیدهای چرب آزاد بر حسب اسید اولئیک می باشد.

۱۰-۲- اندازه گیری عدد پراکسید

عدد پراکسید روغن به روش اسپکتروفتومتری اندازه گیری شد. مقدار ۰/۱ گرم از چربی استخراج شده را با ۹/۸ میلی لیتر مخلوط کلروفرم و متانول (کلروفرم ۷۰ سی سی + ۳۰ سی سی متانول) مخلوط کرده و سپس ۵۰ میکرولیتر تیوسیانات آمونیوم به آن اضافه کردیم و چند ثانیه مخلوط شد سپس ۵۰ میکرولیتر آهن II به آن اضافه کرده و به مدت ۵ دقیقه در اتاق تاریک گذاشته شد. بعد از ۵ دقیقه عدد جذب در طول موج ۵۰۰ نانومتر قرائت شد:

$$PV = \frac{(A_s - A_b) \times m}{55.84 \times W \times 2} \quad (2)$$

که در این معادله A_s و A_b ، به ترتیب جذب نمونه و جذب شاهد در طول موج ۵۰۰ نانومتر، m شیب به دست آمده از منحنی کالیبراسیون و W وزن نمونه روغن می باشد.

بازداری، شاخص کواتس، مطالعه طیفهای جرمی هر یک از اجزای اسانس و بررسی الگوهای شکست آنها، مقایسه آنها با طیفهای استاندارد و استفاده از منابع معتبر صورت گرفت [۱۴].

۶-۲- تولید کیک فنجانی حاوی اسانس زیرین گیاه

اسانس زیرین گیاه در غلظت های ۰/۰۲، ۰/۰۵ و ۰/۱ درصد وزن روغن به فرمولاسیون کیک فنجانی اضافه شد. کیک فنجانی به روش دو مرحله توسط میکسر آزمایشگاهی تهیه شد. پس از تهیه خمیر، وزن ثابتی از خمیر درون قالب ریخته شد و در دمای ۱۹۰ درجه سانتی گراد به مدت ۱۵ دقیقه پخت انجام شد. پس از سرد شدن به مدت یک ساعت، کیک ها درون کیسه های پلی اتیلنی بسته بندی و سپس در دمای ۵ درجه سانتی گراد نگهداری شدند.

۷-۲- ویژگی های فیزیکوشیمایی کیک فنجانی

۱-۷-۲- رطوبت کیک

رطوبت کیک بر مبنای وزن سنجی و به روش استاندارد AACC شماره ۴۴-۱۵ (۲۰۰۰) اندازه گیری شد [۱۵].

۲-۷-۲- افت وزن کیک

درصد افت وزن از اختلاف وزن کیک بعد از پخت و بعد از بازه های مختلف زمان نگهداری (۲ و ۴ ماه) تعیین شد.

۸-۲- استخراج روغن به روش سرد

محتوی روغن کیک به روش استخراج سرد توسط حلال هگزان به نسبت ۱:۳ استخراج و توسط فیلتر خالص سازی شد. حدود ۸۰ گرم از نمونه همگن شده را برداشته و حدود ۲۵۰ میلی لیتر هگزان به آن افزوده و به طوری که کاملاً روی نمونه را پوشاند. مخلوط به مدت ۵ ساعت بر روی شیکر آزمایشگاهی هم زده شد. سپس به مدت یک ساعت مخلوط به صورت ساکن قرار داده شد تا فاز حلال شفاف شد. فاز

۱۱-۲- اندازه گیری عدد پی-آنیسیدین

خصوصیات حسی کیک‌ها استفاده شد. رنگ پوسته، ویژگی‌های ظاهری پوسته، مرطوب بودن (تازگی) بافت کیک، تخلخل بافت، رنگ بافت، بو، طعم، استحکام بافت، سفتی، احساس دهانی و پذیرش کلی پارامترهای ارزیابی حسی هستند که توسط ارزیاب‌ها بررسی شدند.

۱۵-۲- آنالیز آماری

برای انجام این پژوهش، آزمایشی به صورت فاکتوریل (شامل دو فاکتور) و سه تکرار بر پایه طرح کاملاً تصادفی طرح‌ریزی و انجام شد. فاکتور اول در ۵ سطح شامل ۳ غلظت اسانس (۰/۰۲، ۰/۰۵ و ۰/۱ درصد وزن روغن)، نمونه بدون افزودنی به عنوان شاهد و نمونه حاوی TBHQ و فاکتور دوم شامل زمان نگهداری در ۳ سطح (۰، ۲ و ۴ ماه) می‌باشد. نتایج به دست آمده با استفاده از نرم افزار JMP (نسخه ۸.۰) و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون Tukey در سطح اطمینان ۹۵ درصد انجام شد.

۳- نتایج و بحث

۱-۳- شناسایی ترکیبات اسانس زرین‌گیا به‌وسیله دستگاه

گاز کروماتوگرافی/اسپکترومتري جرمی (GC/MS)

پس از تزریق اسانس زرین‌گیا، با استفاده از زمان بازداری، اندیس بازداری، طیف جرمی و مقایسه این داده‌ها با استاندارد و با توجه به اطلاعات کتابخانه‌ای موجود در دستگاه GC/MS، ترکیبات تشکیل دهنده اسانس زرین‌گیا مورد بررسی کمی و کیفی قرار گرفت. در اسانس این گیاه تعداد ۴۸ ترکیب مورد شناسایی قرار گرفت که در مجموع ۹۷/۹۸٪ اسانس را تشکیل می‌دهند (جدول ۱). پیک‌های شاخص در کروماتوگرام نشان دهنده ترکیبات عمده تشکیل دهنده اسانس بود که عبارت است از a-Pinene (۲۵/۵۰ درصد)، Geranial (۰/۱ درصد)، Limonene (۱۲/۳۹ درصد)، Neral (۱۱/۰۷ درصد)، Geranyl acetate (۷/۳۹ درصد)، Methyl geranate (۵/۷۰ درصد)، Geraniol (۳/۲۸ درصد)، 6-methyl-5-Hepten-2-one (۲/۰۲ درصد)، Myrcene (۱/۳۸ درصد)، a-Campholenal (۱/۵۷ درصد)، Linalool (۱/۳۵ درصد) و trans-Carveol (۱/۱۴ درصد). اسانس‌های روغنی و ترکیبات تشکیل دهنده آنها عموماً

آزمون اندازه‌گیری عدد پی-آنیسیدین به روش اسپکتروفتومتری و در طول موج ۳۵۰ نانومتر انجام شد. ۰/۵ گرم روغن کیک را داخل یک بالن حجمی ۲۵ میلی‌لیتر ریخته و با ایزو اکتان به حجم ۲۵ میلی‌لیتر رسانده و مخلوط کرده سپس عدد جذب محلول را در طول موج ۳۵۰ نانومتر قرائت گردید. در مرحله بعد ۵ میلی‌لیتر از محلول چربی و ایزواکتان اولیه را برداشته و به لوله دیگری انتقال داده و به آن ۵ میلی‌لیتر ایزواکتان خالص و ۱ سی‌سی محلول پی-آنیسیدین اضافه می‌کنیم و ۱۰ دقیقه در شرایط تاریکی قرار داده و بعد از ۱۰ دقیقه عدد جذب آن در طول موج ۳۵۰ نانومتر خوانده شد [۲].

$$PA = \frac{10 \times 1.2 \times (Eb - Ea)}{W} \quad (3)$$

که در این معادله PA، میزان عدد پی-آنیسیدین؛ Eb، میزان جذب مخلوط چربی، ایزواکتان و آنیسیدین؛ Ea، میزان جذب چربی و ایزواکتان اولیه و W وزن نمونه چربی می‌باشد.

۱۲-۲- اندازه گیری عدد توتوکس

عدد توتوکس که معیاری از اکسیداسیون کل روغن می‌باشد از حاصل جمع دو برابر اندیس پراکسید با اندیس پی-آنیسیدین محاسبه شد [۱۶].

$$TOTOX = 2PV + PA \quad (4)$$

۱۳-۲- فعالیت آنتی اکسیدانی

فعالیت آنتی‌اکسیدانی روغن کیک فنجان با استفاده از روش اسپکتروفتومتری بر اساس احیای محلول متانولی DPPH که در حلال نرمال هگزان حل شده بود، تعیین شد [۱۷].

۱۴-۲- ارزیابی حسی

از ۱۰ ارزیاب آموزش دیده جهت بررسی خصوصیات کیک‌ها پس از یک روز از زمان تهیه، استفاده گردید. از روش هدونیک ۵ نقطه‌ای (۱=ضعیف‌ترین و ۵=بهترین) جهت بررسی

وزن مولکولی پایینی داشته و فرار می باشند و بخش زیادی از استفاده نمود [۱۸]. Sultan, Butt [۱۹] گزارش نمودند که آنها در فرآوری مواد غذایی خصوصاً فرایندهای گرماگیر مانند انحلال اسانسهای روغنی در فاز روغنی محصولات پخت، پخت یا سرخ کردن، از بافت مواد غذایی خارج می شوند. جهت پایداری این ترکیبات را در فرایند پخت بیش از ۸۵٪ افزایش جلوگیری از خروج این ترکیبات از بافت مواد غذایی در حین می دهد. پخت می توان از انکپسوله کردن آنها در ساختارهای مقاوم به حرارت و یا حل کردن آنها در فاز روغنی محصول قبل از پخت

Table 1. Chemical compounds identified in *Dracocephalum kotschy* essential oil that used in this research

No.	Compounds	RI	Percentage	No.	Compounds	RI	Percentage
1	a-Pinene	932	25.50	25	Citronellal	1153	0.59
2	Camphene	951	0.15	26	cis-Chrysanthenol	1162	0.61
3	Thuja-2,4(10)-diene	956	0.20	27	p-Mentha-1,5-dien-8-ol	1167	0.50
4	Sabinene	975	0.48	28	Terpinen-4-ol	1178	0.90
5	b-Pinene	979	0.44	29	p-Cymen-8-ol	1186	0.35
6	6-methyl-5-Hepten-2-one	989	2.02	30	a-Terpineol	1190	0.19
7	Myrcene	991	1.38	31	Myrtenol	1195	0.62
8	a-Phellandrene	1006	0.15	32	Verbenone	1201	0.36
9	a-Terpinene	1018	0.14	33	trans-Carveol	1220	1.14
10	p-Cymene	1026	0.48	34	Nerol	1230	0.41
11	Limonene	1028	12.39	35	Neral	1238	11.07
12	1,8-Cineole	1031	0.64	36	Carvone	1244	0.29
13	(Z)-b-Ocimene	1033	0.40	37	Geraniol	1255	3.28
14	(E)-b-Ocimene	1047	0.06	38	Geranial	1268	14.01
15	Bergamal	1054	0.10	39	Bornyl acetate	1287	0.21
16	g-Terpinene	1059	0.27	40	Carvacrol	1298	0.15
17	cis-Sabinene hydrate	1070	0.09	41	Methyl geranate	1326	5.70
18	trans-Linalool oxide	1076	0.24	42	Eugenol	1361	0.15
19	Terpinolene	1090	0.24	43	Neryl acetate	1364	0.31
20	Linalool	1098	1.35	44	Geranyl acetate	1384	7.39
21	trans-p-Mentha-2,8-dien-1-ol	1120	0.22	45	(E)-Caryophyllene	1420	0.08
22	a-Campholenal	1127	1.57	46	allo-Aromadendrene	1461	0.05
23	cis-Verbenol	1139	0.16	47	Germacrene D	1483	0.10
24	trans-Verbenol	1143	0.77	48	Spathulenol	1576	0.05
Total				97.98%			

RI: The retention Kovats index were determined on HP-5 capillary column.
Components less than 0.05% was not reported.

۳-۲- شناسایی ترکیبات پلی فنلی موجود در عصاره
 زرین گیاه توسط HPLC

شناسایی ترکیبات تشکیل دهنده عصاره زرین گیاه توسط

دستگاه HPLC نشان داد که عصاره این گیاه دارای ۱۱

Table 2. Polyphenol constituents identified by HPLC in *Dracocephalum kotschy* extract

Compound name	Content (mg/g dry weight)	Retention time (min)	Wavelength (nm)
Gallic Acid	0.115	3.3	280
Catechin	Nd.	8.3	280
Chloregenic acid	Nd.	10.5	320
Caffeic acid	Nd.	11.6	280
Rutin	Nd.	12.4	280
Vanilin	Tr.	13.5	280
P-cumaric acid	Tr.	15.6	280
Trans-ferulic acid	Nd.	16.3	280
Sinapic acid	0.238	16.5	280
Cumarin	0.387	17.4	280
Ellagic acid	2.104	19.02	280
Rosmarinic acid	1.591	19.2	280
Quercetin	3.233	21.6	280
Eugenol	0.591	23.7	280
Carvacrol	2.914	28.4	280
Thymol	Nd.	28.9	280

Tr.: Trace amount

Nd: not detected

nm: nanometer

ماه اول بود. نتایج نشان داد بیشترین میزان کاهش رطوبت مربوط به نمونه شاهد و نمونه حاوی TBHQ بود و همچنین کمترین میزان کاهش رطوبت مربوط به نمونه های حاوی ۰/۱ و ۰/۰۵ درصد اسانس زرین گیاه بود. اسانس های روغنی اگرچه خاصیت آبریز دارند ولی در صورت حضور مواد فعال سطحی (امولسیفایرها) می توانند امولسیون تشکیل داده و موجب حفظ بهتر رطوبت در کیک شوند.

۳-۳- رطوبت کیک

نتایج نشان داد اثر مستقل زمان نگهداری و غلظت اسانس و همچنین اثرات متقابل آنها بر تغییرات درصد رطوبت کیک، معنی دار بود ($p < 0.05$). با افزایش زمان نگهداری تا ۲ ماه، میزان رطوبت تمامی نمونه ها کاهش یافت (جدول ۳). سپس با افزایش زمان ماندگاری کیک ها در یخچال، اگرچه میزان رطوبت نمونه ها کاهش یافت ولی شیب کاهش کمتر از دو

Table 3. Physicochemical properties of cupcake at different concentration of *D. kotschy* essential oil.

treatments	Storage time (month)	Weight loss (%)	Moisture content (%)
Control	0	10.80±0.26 ^f	19.77±0.38 ^b
	2	16.13±0.11 ^{cd}	18.80±0.36 ^{cd}
	4	19.13±0.31 ^b	17.24±0.10 ^g
DKEO 0.02%	0	11.17±0.18 ^{ef}	20.52±0.09 ^a
	2	15.23±0.15 ^d	18.71±0.22 ^{cd}
	4	18.40±0.10 ^{ab}	17.84±0.11 ^g
DKEO 0.05%	0	11.43±0.20 ^{ef}	20.43±0.23 ^a
	2	15.70±0.30 ^{cd}	19.72±0.11 ^{cd}
	4	17.60±0.10 ^a	18.01±0.10 ^{ef}
DKEO 0.1%	0	11.73±0.16 ^e	20.32±0.14 ^a
	2	15.63±0.60 ^d	19.37±0.12 ^{de}
	4	17.83±0.15 ^{ab}	18.81±0.07 ^g
TBHQ 0.02%	0	10.63±0.26 ^f	20.80±0.38 ^a
	2	16.77±0.11 ^d	18.97±0.36 ^c
	4	19.90±0.31 ^{bc}	18.51±0.10 ^{de}

Different superscript lowercase letters in the same column indicates significant differences ($p < 0.05$).

pH تمامی (p<0.05) بود. با افزایش زمان نگهداری،

نمونه‌های کیک فنجان به صورت معنی‌داری کاهش یافت ولی از ماه دوم تا ماه چهارم نگهداری، میزان pH تغییر معنی‌داری نداشت. کمترین pH در نمونه شاهد و پس از ۲ ماه نگهداری مشاهده شد در صورتی که بیشترین pH مربوط به نمونه حاوی ۰/۰۲ درصد اسانس زیرین گیاه پس از پخت بود. تغییرات pH مربوط به تولید اسیدهای چرب آزاد و همچنین ویژگی‌های بافری مواد مورد استفاده در فرمولاسیون مواد غذایی می‌باشد [۹]. نتایج نشان داد کمترین تغییرات pH پس از دو ماه نگهداری مربوط به نمونه حاوی TBHQ بود در حالی که پس از ۴ ماه نگهداری کمترین کاهش pH در نمونه‌های حاوی ۰/۰۵ و ۰/۱ درصد اسانس زیرین گیاه مشاهده شد (شکل ۱). با گذشت زمان نگهداری کیک‌ها، تری‌گلیسریدها می‌توانند شکسته شده و اسیدهای چرب آنها آزاد شوند. در همین راستا Hematian Sourki, Ghani [۹] گزارش نمودند که کاهش pH در کوکی‌های حاوی اسانس به لیمو نسبت به نمونه شاهد کمتر بود به طوری که می‌توان گفت حضور اسانس به لیمو سرعت تجزیه چربی‌ها و تشکیل اسیدهای چرب را کاهش داده است.

۴-۳- افت وزن کیک

بررسی نتایج آنالیز واریانس نشان داد که اثر مستقل زمان نگهداری، غلظت‌های مختلف اسانس زیرین گیاه و اثرات متقابل آنها، تاثیر معنی‌داری بر میزان افت وزن کیک داشت ($p < 0.05$). نتایج نشان داد روند تغییرات کاهش وزن تقریباً مشابه با روند کاهش رطوبت در کیک‌ها بود به طوری که بیشترین میزان کاهش وزن در دو ماهه اول نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد و سپس از ماه دوم تا ماه چهارم نگهداری، شیب کاهش وزن کیک کمتر شد (جدول ۳). بیشترین میزان کاهش وزن کیک در نمونه‌های شاهد و حاوی TBHQ مشاهده شد در صورتی که کمترین تغییرات افت وزن مربوط به نمونه حاوی ۰/۱ اسانس زیرین گیاه بود.

۴-۳-۵- پایداری اکسیداتیو روغن کیک در طول مدت نگهداری

۱-۴-۳-۵- pH

آنالیز واریانس نتایج نشان داد که اثر متغیرهای مستقل زمان نگهداری و غلظت اسانس بر میزان تغییرات pH معنی‌دار ($p < 0.05$) بود. همچنین نتایج نشان داد اثر متقابل زمان نگهداری و غلظت اسانس بر تغییرات pH معنی‌دار

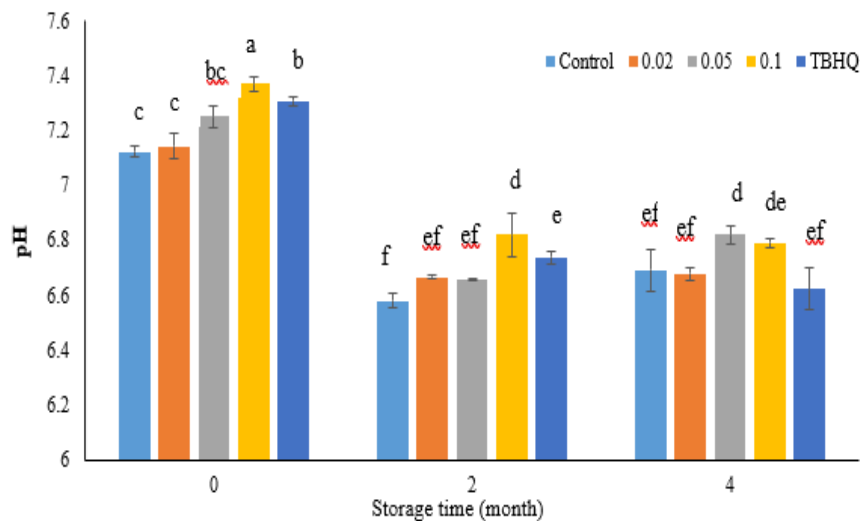


Figure 1. pH changes of cupcake at different concentration of *D. kotschy* essential oil.

۲-۵-۳- عدد اسیدی

ماهیت فرار خود از کیک خارج شده و یا با ترکیب با سایر اجزای فرمولاسیون کیک خاصیت اسیدی خود را از دست دهند، به همین دلیل عدد اسیدی کاهش یافت [۴].
 Hematian Sourki, Ghani [۹] و Badei, El-Akel [۲۰] نتایج مشابهی برای تغییرات عدد اسیدی در به ترتیب کوکی حاوی اسانس به لیمو و کوکی حاوی پودر هل و دارچین گزارش نمودند. بیشترین میزان عدد اسیدی در نمونه کیک‌های شاهد و حاوی ۰/۰۲ درصد اسانس زردچوبه و پس از ۲ ماه ماندگاری مشاهده شد که این مقدار کمتر از مقادیر گزارش شده توسط Badei, El-Akel [۲۰] و Reddy, Urooj [۲۱] برای به ترتیب کوکی و بیسکوئیت حاوی اسانس‌های گیاهی بود.

آنالیز واریانس داده‌های مربوط به عدد اسیدی نشان داد که اثر مستقل و همچنین اثرات متقابل زمان نگهداری و غلظت اسانس زردچوبه بر میزان تغییرات عدد اسیدی معنی‌دار بود ($p < 0.05$). نتایج نشان داد با افزایش زمان نگهداری تا ۲ ماه عدد اسیدی افزایش یافت و سپس با افزایش ماندگاری تا ماه چهارم میزان عدد اسیدی تمامی نمونه‌ها کاهش یافت. عدد اسیدی شاخص میزان اسیدهای چرب در نمونه کیک می‌باشد. با افزایش زمان نگهداری تا ۲ ماه، به دلیل حضور رطوبت بالا در کیک، هیدرولیز تری‌گلیسریدها افزایش یافت؛ سپس با افزایش زمان نگهداری تا ۴ ماه به دلیل کاهش رطوبت کیک میزان هیدرولیز تری‌گلیسریدها کاهش یافت و از طرف دیگر ممکن است برخی اسیدهای چرب به دلیل

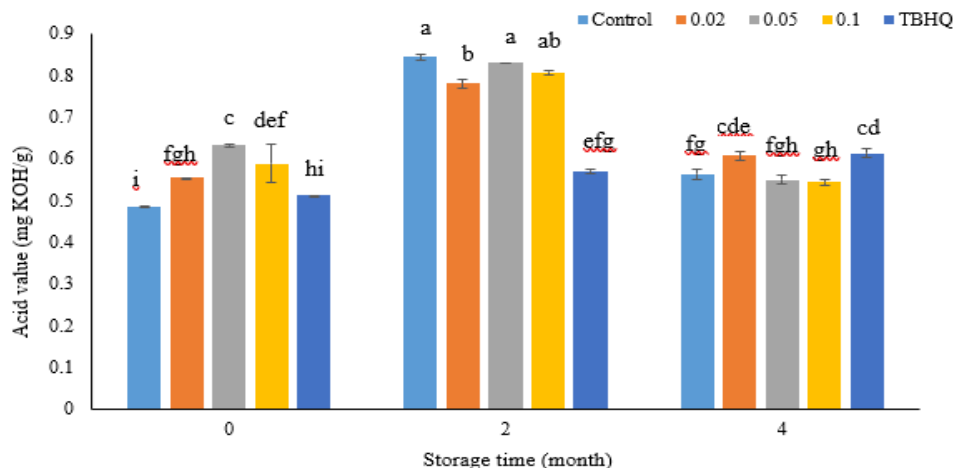


Figure 2. The effect of storage time and *D. kotschy* essential oil on acid value of cupcakes

۳-۵-۳- عدد پراکسید

آلفاتیک، الکل‌ها و هیدروکربن) تبدیل می‌شوند؛ از همین رو با گذشت زمان ماندگاری، اندیس پراکسید کاهش می‌یابد. میزان پراکسید اگر بین ۱۰ تا ۲۰ meq./kg چربی باشد ماده غذایی رنسید شده است ولی از نظر حسی قابل قبول است. اما اگر این عدد بالای ۲۰ meq./kg باشد ماده غذایی علاوه بر رنسید بودن از نظر مصرف کننده نیز غیر قابل پذیرش است [۲۲]. در تمامی نمونه‌ها میزان اندیس پراکسید حتی کمتر از ۱ meq./kg بود که نشان دهنده قدرت آنتی-اکسیدانی بالای اسانس زیرین گیاه می‌باشد. به دلیل ناپایدار بودن ترکیبات اولیه اکسیداسیون، اندیس پراکسید نمی‌تواند به تنهایی بیان کننده روند فساد چربی‌ها باشد از همین رو علاوه بر این اندیس، باید سایر آزمون‌های کیفی روغن مانند اندیس پی آنیسدین و اندیس توتوکس نیز تعیین شوند [۶].

روند تغییرات اندیس پراکسید روغن استخراج شده از نمونه کیک‌های مختلف در شکل ۳ نشان داده شده است. نتایج نشان داد زمان نگهداری، غلظت‌های مختلف اسانس زیرین گیاه و اثرات متقابل آنها تاثیر معنی‌داری بر تغییر عدد پراکسید روغن کیک داشت ($p < 0.05$). با افزایش زمان نگهداری کیک در دمای ۴ درجه سانتیگراد تا ۲ ماه اندیس پراکسید در تمامی نمونه‌ها به صورت معنی‌داری افزایش و سپس در ادامه دوره نگهداری تا ۴ ماه کاهش یافت (شکل ۳). اندیس پراکسید بیانگر میزان ترکیبات هیدروپراکسید ناشی از اکسیداسیون چربی‌ها می‌باشد. به دلیل ناپایدار بودن محصولات اولیه واکنش‌های اکسیداسیون، هیدروپراکسیدها سریعاً به ترکیبات ثانویه اکسیداسیون (کتون‌ها، آلدئیدهای

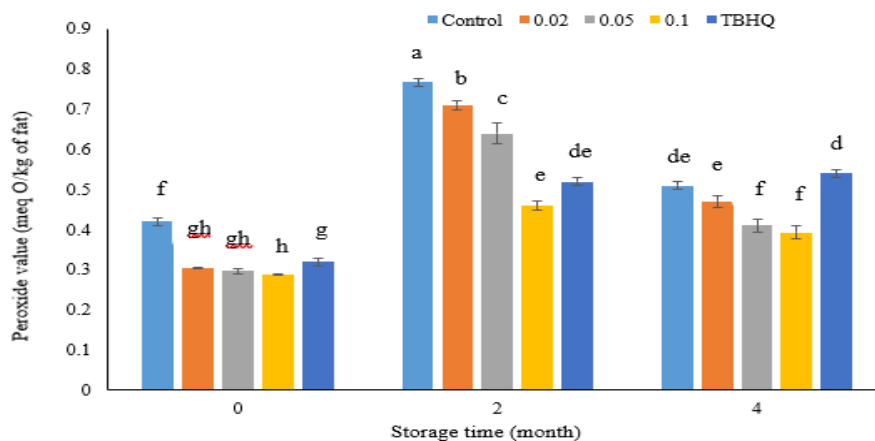


Figure 3. The effect of storage time and *D. kotschy* essential oil on peroxide value of cupcakes.

۴-۵-۳- عدد پی-آنیسیدین

نتایج آنالیز واریانس نشان داد، اثر مستقل زمان نگهداری، غلظت اسانس و اثرات متقابل آنها بر تغییرات عدد پی-آنیسیدین معنی‌دار بود ($p < 0.05$). نتایج نشان داد مقادیر پی-آنیسیدین در تمامی نمونه‌های کیک فنجانی در طول زمان به صورت معنی‌داری افزایش یافت ($p < 0.01$). با توجه به اینکه اندیس پی-آنیسیدین مبین میزان ترکیبات ثانویه اکسیداسیون می‌باشد مطابق با کاهش عدد پراکسید از ماه دوم نگهداری، بیشترین افزایش اندیس پی-آنیسیدین نیز در تمامی نمونه‌ها از ماه دوم نگهداری مشاهده شد (شکل ۴). کمترین میزان اندیس پی-آنیسیدین در کیک حاوی ۰/۱ درصد اسانس زردچوبه و کیک حاوی TBHQ پس از پخت مشاهده شد در حالی که بیشترین میزان این اندیس در نمونه شاهد و پس از ۴ ماه نگهداری مشاهده گردید.

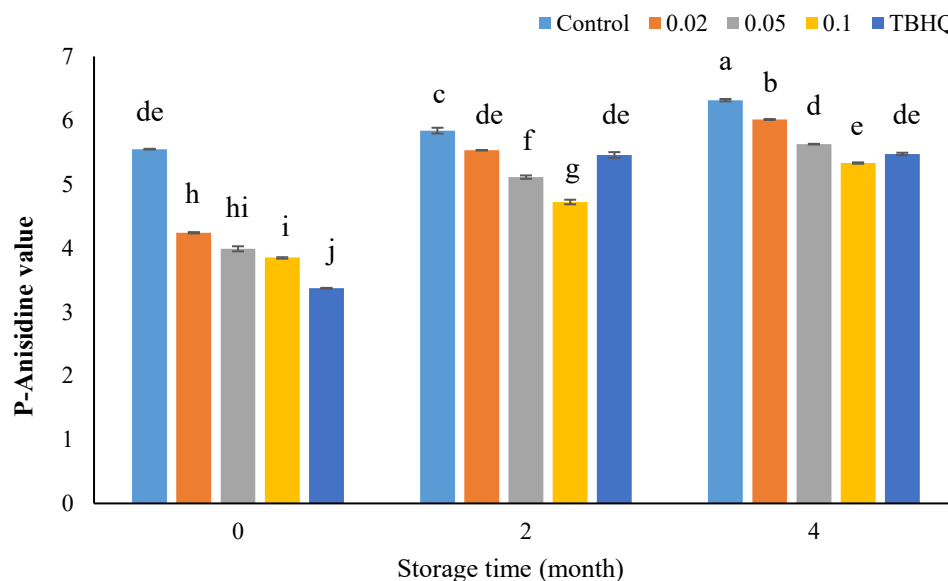


Figure 4. The effect of storage time and *D. kotschy* essential oil on P-Anisidine value of cupcakes.

۵-۵-۳- عدد توتوکس

عدد پراکسید و اندیس پی-آنیسیدین، به ترتیب بیان کننده شدت اکسیداسیون در مراحل اولیه و انتهایی اکسیداسیون چربی‌ها می‌باشند. اندیس توتوکس شاخصی است از هم میزان هیدروپراکسید تولید شده و هم ترکیبات حاصل از تجزیه هیدروپراکسیدها، به همین خاطر شاخص مناسبتری

Hematian Sourki, Ghani [۹] گزارش نمودند استفاده از اسانس به لیمو در کوکی باعث کاهش ۱۴ درصدی در میزان اندیس پی-آنیسیدین نسبت به نمونه شاهد بعد از ۶ ماه نگهداری شد. Lean and Mohamed [۲۳] میزان اندیس پی-آنیسیدین را برای کیک‌های حاوی اسانس‌های زردچوبه، علف لیمو و گارسینیا آترویریدیس بعد از ۴ هفته نگهداری به ترتیب ۳.۱۵، ۷.۲ و ۲۵.۰۳ گزارش نمودند. آنها گزارش کردند که پس از ۲ هفته نگهداری اندیس پی-آنیسیدین به مرور کاهش یافت که این کاهش مربوط به تبدیل ۲ مولکول آلدئید به یک مولکول پایدار malonaldehydes می‌باشد [۲۳].

برای کنترل میزان اکسیداسیون چربی‌ها در طول نگهداری می‌باشد [۲۴]. در واقع اندیس توتوکس بیانگر میزان ترکیبات کربونیل تشکیل شده در چربی بعلاوه سایر محصولات ناشی از توسعه اکسیداسیون در طی نگهداری روغن‌ها و چربی‌ها می‌باشد [۲۵]. همانطور که در شکل ۵ مشاهده می‌شود تغییرات میزان اندیس توتوکس در طول زمان در

and Mohamed [۲۳] میزان اندیس توتوکس را برای کیک‌های حاوی اسانس‌های Turmeric زردچوبه، علف لیمو و گارسینیا آترویریدیس بعد از ۴ هفته نگهداری به ترتیب ۶۹.۲۷، ۲۳.۵۵ و ۳۲.۲۰ گزارش نمودند که بسیار بیشتر از نتایج مشاهده شده در این پژوهش بود.

فرمولاسیون‌های مختلف کیک فنجانی مطابق با تغییرات اندیس پراکسید و اندیس پی-آنیسیدین بود. به طوری که اندیس توتوکس در دو ماه اول نگهداری با شیب زیادی افزایش یافت و سپس سرعت افزایش این اندیس کاهش یافت. بیشترین میزان اندیس توتوکس مربوط به نمونه شاهد و پس از ۴ ماه نگهداری و کمترین آن مربوط به نمونه‌های حاوی ۰/۱ درصد اسانس زیرین گیاه و TBHQ بود. Lean

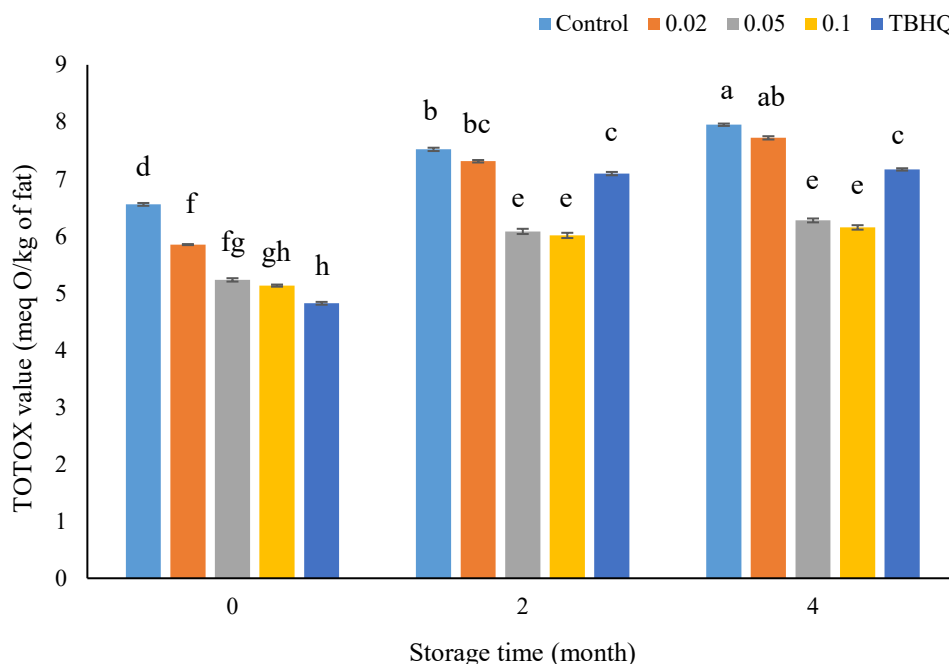


Figure 5. The effect of storage time and *D. kotschy* essential oil on TOTOX value of cupcakes.

نسبت به آنتی‌اکسیدان سنتزی TBHQ در طول زمان نگهداری می‌باشد. نتایج نشان داد با گذشت زمان نگهداری، قدرت آنتی‌اکسیدانی تمامی نمونه‌های کیک کاهش یافت. فرار بودن اسانس‌های روغنی و خروج بخشی از آنها در طول زمان نگهداری می‌تواند دلیل کاهش قدرت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌های کیک فنجانی باشد. Vergara-Valencia, Granados-Pérez [۲۶] گزارش کردند که فعالیت آنتی-اکسیدانی کوکی و نان حاوی فیبر انبه در حین پخت و در طول نگهداری کاهش یافت. Jiménez-Escrig, Jiménez- [۲۷] معتقدند فعالیت آنتی‌اکسیدانی مواد غذایی فرایند شده بستگی زیادی به مقادیر ترکیبات فنلی دارد و فرایندهای حرارتی می‌توانند با تجزیه ترکیبات فنلی، قدرت آنتی‌اکسیدانی آنها را کاهش دهند.

۳-۶- فعالیت آنتی‌اکسیدانی

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که اثر مستقل زمان و غلظت اسانس و همچنین اثرات متقابل آنها بر تغییرات قدرت آنتی-اکسیدانی کیک‌های فنجانی حاوی اسانس زیرین گیاه معنی‌دار بود ($p < 0.005$). بیشترین قدرت آنتی‌اکسیدانی بلافاصله پس از پخت و در نمونه‌های حاوی ۰/۱ و ۰/۰۵ درصد اسانس زیرین گیاه مشاهده شد (شکل ۶). کمترین قدرت آنتی-اکسیدانی نیز پس از ۴ ماه نگهداری و در کیک‌های حاوی TBHQ مشاهده شد. فعالیت آنتی‌اکسیدانی نمونه حاوی TBHQ تا دو ماه پس از نگهداری کیک مطلوب بود در صورتی که پس از آن فعالیت آنتی‌اکسیدانی نمونه حاوی TBHQ به شدت افت کرد به طوری که تقریباً برابر با نمونه شاهد شد. این نتایج بیانگر پایداری بالاتر اسانس زیرین گیاه

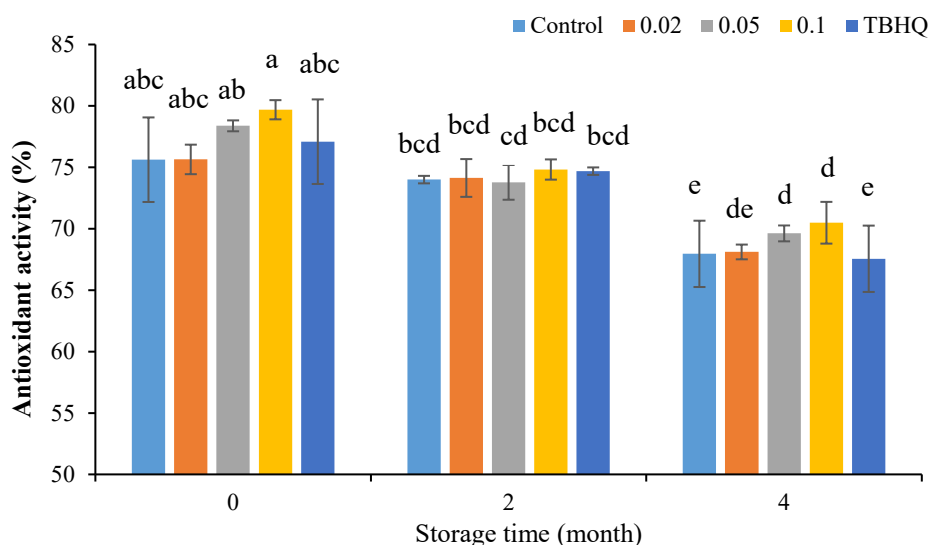


Figure 6. The effect of storage time and *D. kotschy* essential oil on antioxidant capacity of cupcake

۳-۷- ارزیابی حسی

نتایج ارزیابی حسی کیک فنجانی حاوی غلظت‌های مختلف اسانس زرین‌گیاه در مقایسه با نمونه شاهد و نمونه حاوی TBHQ در جدول ۴ ارائه شده است. نتایج آنالیز واریانس نشان داد اثر افزودن اسانس زرین‌گیاه تأثیر معنی‌داری بر عطر، طعم، احساس دهانی و پذیرش کلی کیک فنجانی داشت ($p < 0.05$). از طرف دیگر افزودن اسانس زرین‌گیاه تأثیر معنی‌داری بر ویژگی‌های حسی همچون رنگ پوسته، ویژگی‌های ظاهری، تازگی، تخلخل، رنگ بافت، استحکام بافت و سفتی کیک فنجانی نداشت ($p < 0.05$). Ibrahim, Abd El-Ghany [۲۸] گزارش کردند افزودن اسانس میخک فقط تأثیر معنی‌داری بر عطر، طعم و پذیرش کلی کیک داشت و هیچ اثر معنی‌داری بر ویژگی‌های حسی دیگر شامل ویژگی‌های ظاهری، رنگ و خصوصیات بافتی کیک نداشت. اسانس‌ها حاوی ترکیبات معطر و فرار متعددی می‌باشند و به همین خاطر می‌توانند تأثیرات مثبت یا منفی بر ویژگی‌های عطر و طعمی محصولات غذایی داشته باشند. امتیاز تمامی ویژگی‌های حسی کیک‌های فنجانی حاوی غلظت‌های مختلف اسانس زرین‌گیاه در جدول ۴ ارائه شده است. نتایج نشان داد بیشترین امتیاز ویژگی حسی عطر در نمونه شاهد مشاهده شد. این نتیجه نشان می‌دهد اسانس زرین‌گیاه در

غلظت‌های مورد استفاده در این پژوهش از نظر مصرف کننده اثر مطلوبی بر روی بوی کیک نداشت. بررسی نتایج نشان داد امتیاز سایر ویژگی‌های حسی کیک فنجانی که از نظر آماری تفاوت معنی‌دار داشتند (طعم، احساس دهانی و پذیرش کلی) نیز با افزایش غلظت اسانس زرین‌گیاه کاهش یافتند. با توجه به جدول ۱، بیشترین ترکیبات مهم در اسانس زرین‌گیاه α -Pinene (۲۵.۵۰٪) و Geranial (۱۴.۰۱٪) می‌باشد که احتمالاً غلظت بالای این مواد تأثیر نامطلوبی بر روی ویژگی‌های عطر و طعمی کیک فنجانی داشت. علی‌رغم بهبود خواص آنتی‌اکسیدانی و پایداری حرارتی روغن کیک فنجانی توسط اسانس زرین‌گیاه، به دلیل عدم کسب امتیاز پذیرش مطلوب توسط مصرف کننده، استفاده از این غلظت‌های اسانس این گیاه در کیک فنجانی توصیه نمی‌شود. Badei, El-Akel [۲۰] گزارش کردند اگرچه استفاده از اسانس‌های هل، دارچین و میخک در مقادیر کم در کوکی، موجب افزایش پذیرش مصرف کننده شد ولی افزایش غلظت این اسانس‌ها تا سطحی که بیشتر از مقادیر آستانه درک باشد موجب عدم پذیرش مصرف کننده می‌شود. آنها گزارش کردند میزان مقادیر آستانه درک برای اسانس‌های هل، دارچین و میخک به ترتیب ۰/۰۵، ۰/۰۵ و ۰/۰۷۵ درصد بود. Ibrahim, Abd El-Ghany [۲۸] گزارش نمودند افزایش

غلظت اسانس میخک از ۴۰۰ تا ۸۰۰ پی‌پی‌ام باعث کاهش امتیاز ویژگی‌های حسی کیک شد به طوری که کیک حاوی ۸۰۰ پی‌پی‌ام اسانس میخک از نظر مصرف کننده قابل پذیرش نبود.

Table 4. Organoleptic properties scores of cupcakes contain different concentration of *D. kotschyi* essential oil.

		Treatments				
		Control	0.02%	0.05%	0.10%	TBHQ
Organoleptic properties	crust color	4.2 ns	4.0 ns	4.1 ns	4.3 ns	4.3 ns
	appearance	4.3 ns	4.1 ns	4.0 ns	4.4 ns	4.2 ns
	freshness	4.2 ns	4.1 ns	4.0 ns	4.1 ns	4.1 ns
	porosity	4.5 ns	3.9 ns	4.0 ns	3.9 ns	4.2 ns
	crumb color	4.5 ns	4.0 ns	4.0 ns	4.1 ns	4.3 ns
	flavor	4.9 a	2.9 c	2.6 c	2.8 c	4.6 b
	taste	3.7 a	2.2 c	2.1 c	2.7 b	4.1 a
	texture strength	4.4 ns	3.8 ns	3.9 ns	3.5 ns	4.3 ns
	hardness	4.3 ns	4.0 ns	3.8 ns	3.7 ns	4.3 ns
	mouthfeel	4.1 a	2.9 b	2.4 c	2.6 c	4.3 a
	overall acceptability	4.2 a	3.2 b	2.8 b	3.0 b	4.3 a

Note: Different lowercase letters in the same row denote significant differences ($p < .05$). (ns: Not significant)

۴- نتیجه گیری

عنوان شاخص اکسیداسیون محسوب می‌شوند با سرعت بسیار کمتری نسبت به نمونه شاهد افزایش یافتند. تنها مشکل استفاده از اسانس زیرین گیاه در کیک تاثیر منفی آن بر ویژگی‌های حسی کیک بود. برای این نتیجه نیز دو علت می‌توان متصور شد. اولین علت ممکن است به دلیل وجود رایحه جدید و عادت نداشتن داوران پنلیست نسبت به این رایحه که در مورد محصولات جدید این رخداد تا حدودی طبیعی می‌باشد و دلیل دوم وجو ترکیبات با رایحه تند مانند آلفا پینن یا نرال در اسانس زیرین گیاه، با افزایش غلظت آن در فرمولاسیون کیک امتیاز بو، طعم و پذیرش کلی کیک به صورت معنی‌داری کاهش یافت. البته چون تاکنون تحقیقی در رابطه با استفاده از اسانس این گیاه در محصولات غذایی به ویژه کیک انجام نشده بود تعیین غلظت مناسب امکان‌پذیر نبود و در تحقیقات آینده نتایج این پژوهش می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. نتایج این پژوهش اثبات کرد علی‌رغم قدرت بالای آنتی‌اکسیدانی و اثرات مثبت یک افزودنی غذایی در افزایش کیفیت و ماندگاری یک محصول، مهمترین موثرترین عامل در پذیرش آن محصول توسط مصرف کننده

افزودن اسانس زیرین گیاه در غلظت‌های مختلف به محصولات نانوائی حاوی مقادیر بالای چربی از جمله کیک-ها، می‌تواند به دلیل خاصیت بازدارندگی اکسیداسیونی ترکیبات موثره آن سرعت فرایند اکسیداسیون چربی‌ها را به شدت کاهش دهد. نتایج ما نشان داد غنی‌سازی کیک فنجانی با غلظت‌های مختلف اسانس زیرین گیاه می‌تواند پایداری اکسایشی روغن کیک را به صورت معنی‌داری افزایش دهد. نتایج حاصل از GC/MS و HPLC و آزمون‌های فیتوشیمیایی نشان داد ترکیبات موثره اصلی موجود در اسانس و عصاره زیرین گیاه جزء ترکیبات با قابلیت بازدارندگی رادیکال‌های آزاد هستند و می‌توانند با غیرفعال کردن این ترکیبات زنجیره اکسیداسیون چربی‌ها را متوقف نمایند و یا تا حدود زیادی به تاخیر اندازند و از همین رو می‌توانند به عنوان یک آنتی-اکسیدان طبیعی با سایر آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی رقابت نمایند. در طول زمان نگهداری کیک در دمای پایین مشاهده شد در نمونه‌های حاوی اسانس زیرین گیاه اسیدیته، اندیس پراکسید، اندیس پی-آنیسیدین و اندیس توتوکس که به

اسانس زرین گیاه و حذف ترکیبات عطر و طعمی نامطلوب و یا انکپسوله کردن این اسانس، بتوان تاثیرات نامطلوب آنرا بر ویژگی های حسی محصولات غذایی کاهش داد و به عنوان یک آنتی اکسیدان طبیعی در محصولات غذایی مختلف استفاده کرد.

۵- سپاسگزاری

از تمامی حمایت های گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه جهرم کمال تشکر و قدردانی دارم.

ویژگی های حسی می باشد به طوری که اگر یک ماده غذایی حاوی خواص تغذیه ای بالایی هم باشد در صورت نداشتن ویژگی های حسی مطلوب توسط مصرف کننده قابل پذیرش نمی شود. از همینرو علی رغم تاثیر مثبت غلظت های بالاتر اسانس زرین گیاه در پایداری اکسیداتیو کیک فنجانی در طول زمان نگهداری و با توجه به اهمیت ارزیابی حسی و پذیرش محصول توسط مصرف کننده، استفاده از اسانس زرین گیاه با غلظت ۰.۰۲ درصد در فرمولاسیون کیک فنجانی پیشنهاد می شود. توصیه می شود در پژوهش های آتی با استفاده از روش های همچون فراکسیونه کردن اجزای

۶- منابع

- [1] Matsakidou, A., G. Blekas, and A. Paraskevopoulou, *Aroma and physical characteristics of cakes prepared by replacing margarine with extra virgin olive oil*. LWT-Food Science and Technology, 2010. **43**(6): p. 949-957.
- [2] Hematian Sourki, A., H. Pasalar, and A. Ghani, *Evaluation of Oxidative Stability of Cupcake Oil: Comparison of Antioxidant Properties of Dracocephalum kotschyi Essential Oil versus TBHQ*. European Journal of Lipid Science and Technology, 2022. **n/a**(n/a): p. 2100197.
- [3] Heydari, P., et al., *Medicinal Properties and Active Constituents of Dracocephalum kotschyi and Its Significance in Iran: A Systematic Review*. Evidence-based complementary and alternative medicine : eCAM, 2019. **2019**: p. 9465309-9465309.
- [4] Tavakoli, J., et al., *Introducing Pistacia khinjuk (Kolkhoung) Fruit Hull Oil as a Vegetable Oil with Special Chemical Composition and Unique Oxidative Stability*. Chemistry of Natural Compounds, 2013. **49**(5): p. 803-810.
- [5] Lin, W., et al., *Hydrogen peroxide mediates defence responses induced by chitosans of different molecular weights in rice*. Journal of plant physiology, 2005. **162**(8): p. 937-944.
- [6] Bhangar, M.I., et al., *Antioxidant potential of rice bran extracts and its effects on stabilisation of cookies under ambient storage*. International Journal of Food Science & Technology, 2008. **43**(5): p. 779-786.
- [7] Amany, M.B., et al., *Use of medicinal and aromatic plants for increasing quality of some bakery products*. International Science and Investigation journal, 2012. **1**(1): p. 1-23.
- [8] Darughe, F., M. Barzegar, and M. Sahari, *Antioxidant and antifungal activity of Coriander (Coriandrum sativum L.) essential oil in cake*. International Food Research Journal, 2012. **19**(3): p. 1253-1260.
- [9] Hematian Sourki, A., et al., *Phytochemical profiles of lemon verbena (Lippia citriodora H.B.K.) and its potential application to cookie enrichment*. Food Science & Nutrition, 2021. **9**(6): p. 3100-3113.
- [10] Mozaffarian, V., *A dictionary of Iranian plant names*. Tehran: Farhang Moaser, 1996. **396**(2): p. 396-398.
- [11] Jahaniani, F., et al., *Xanthomicrol is the main cytotoxic component of Dracocephalum kotschyii and a potential anti-cancer agent*. Phytochemistry, 2005. **66**(13): p. 1581-1592.
- [12] Wojdyło, A., J. Oszmiański, and R. Czemerys, *Antioxidant activity and phenolic compounds in 32 selected herbs*. Food chemistry, 2007. **105**(3): p. 940-949.
- [13] Mišan, A.Č., et al., *Development of a rapid resolution HPLC method for the separation and determination of 17 phenolic compounds in crude plant extracts*. Central European Journal of Chemistry, 2011. **9**(1): p. 133-142.
- [14] Sparkman, O.D., *Identification of essential oil components by gas chromatography/quadrupole mass spectroscopy Robert P. Adams*. Journal of the American Society for Mass Spectrometry, 2005. **16**(11): p. 1902.
- [15] Committee, A.A.o.C.C.A.M., *Approved methods of the American association of cereal chemists*. 2000, American Association of Cereal Chemists.
- [16] Shahidi, F. and U.N. Wanasundara, *Methods for measuring oxidative rancidity in fats and oils*, in *Food lipids*. 2002, CRC Press. p. 484-507.
- [17] Oke, F., et al., *Essential oil composition, antimicrobial and antioxidant activities of Satureja cuneifolia Ten*. Food Chemistry, 2009. **112**(4): p. 874-879.
- [18] Gonçalves, N.D., et al., *Encapsulated thyme (Thymus vulgaris) essential oil used as a natural preservative in bakery product*. Food Research International, 2017. **96**: p. 154-160.

- [19] Sultan, M.T., et al., *Utilization of Nigella sativa L. essential oil to improve the nutritive quality and thymoquinone contents of baked products*. Pakistan Journal of Nutrition, 2012. **11**(10): p. 812.
- [20] Badei, A.Z., et al., *Application of some spices in flavoring and preservation of cookies: 1-antioxidant properties of cardamom, cinnamon and clove*. Deutsche Lebensmittel-Rundschau, 2002. **98**(5): p. 176-183.
- [21] Reddy, V., A. Urooj, and A. Kumar, *Evaluation of antioxidant activity of some plant extracts and their application in biscuits*. Food Chemistry, 2005. **90**(1): p. 317-321.
- [22] Pearson, D., *The Chemical Analysis of Food*. 6th (Ed.) JA Church hill. London. pp, 1970: p. 508-515.
- [23] Lean, L.P. and S. Mohamed, *Antioxidative and antimycotic effects of turmeric, lemon-grass, betel leaves, clove, black pepper leaves and Garcinia atriviridis on butter cakes*. Journal of the Science of Food and Agriculture, 1999. **79**(13): p. 1817-1822.
- [24] Shahidi, F. and Y. Zhong, *Lipid oxidation: measurement methods*. Bailey's industrial oil and fat products, 2005.
- [25] Mildner-Szkudlarz, S., et al., *Evaluation of antioxidant activity of green tea extract and its effect on the biscuits lipid fraction oxidative stability*. Journal of Food Science, 2009. **74**(8): p. S362-S370.
- [26] Vergara-Valencia, N., et al., *Fibre concentrate from mango fruit: Characterization, associated antioxidant capacity and application as a bakery product ingredient*. LWT-Food Science and Technology, 2007. **40**(4): p. 722-729.
- [27] Jiménez-Escrig, A., et al., *Antioxidant activity of fresh and processed edible seaweeds*. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2001. **81**(5): p. 530-534.
- [28] Ibrahim, M., M. Abd El-Ghany, and M. Ammar, *Effect of clove essential oil as antioxidant and antimicrobial agent on cake shelf life*. World Journal of Dairy & Food Sciences, 2013. **8**(2): p. 140-146.



Journal of Food Science and Technology (Iran)

Homepage: www.fsct.modares.ir

Scientific Research

Phytochemical Properties of Zarrin-Giah (*Dracocephalum Kotschy*): Application as a Natural Antioxidant to Enhance Oxidative Stability of Cupcakes During Storage at low temperature

Abdollah Hematian Sourki ^{1*}, Hanieh Pasalar ², Askar Ghani ³ and Farzaneh Kiani ⁴

1- Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Jahrom University, PO Box: 74135-111, Jahrom, Iran.

2- Former M.Sc. in Food Science and Technology, Department of Food Science and Technology, Kherad Institute of Higher Education, Bushehr, Iran.

3- Associate Professor, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Jahrom University, PO Box: 74135-111, Jahrom, Iran.

4- Former M.Sc. in Food Science and Technology, Department of Food Science and Technology, Shiraz University, Shiraz, Iran.

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Article History: Received: 2024/7/21 Accepted: 2024/10/30	Today, extensive research has been conducted on the use of natural antioxidants in food products as substitutes for synthetic antioxidants. In this study, the phytochemical components of the medicinal plant Zarrin-Giah (<i>Dracocephalum Kotschy</i>) were identified and quantified using High-Performance Liquid Chromatography (HPLC) and Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS). Additionally, the effects of various concentrations of Zarrin-Giah essential oil (0.02%, 0.05%, and 0.1%) on the oxidative stability, shelf life, and sensory characteristics of cupcake over a 4-month storage period were investigated and compared with the synthetic antioxidant tert-Butylhydroquinone (TBHQ). The results indicated that Zarrin-Giah essential oil contained 48 active compounds, with the most significant being α-Pinene, Geranial, Limonene, and Neral. Statistical analysis demonstrated that different concentrations of Zarrin-Giah essential oil and storage time had a significant impact on dependent variables pH, acid value, peroxide value, TOTOX value, p-Anisidine value, and antioxidant capacity of the samples. During the storage period, the pH of the cupcakes decreased, likely due to the breakdown of triglycerides and the production of free fatty acids. The results showed that with an increase in the concentration of Zarrin-Giah essential oil, the decrease in pH of the cupcakes during storage was less pronounced. The oxidative stability results of the cupcake oil content revealed that Zarrin-Giah essential oil had a greater capacity to maintain oxidative stability of the oil compared to the TBHQ. Despite the desirable properties of Zarrin-Giah essential oil in preserving the quality and oxidative stability of cupcake oil, sensory evaluation results indicated that this essential oil adversely affected the aroma and taste of the cupcakes. Considering the strong performance of Zarrin-Giah essential oil in maintaining the oxidative stability of cupcake oil, it seems that using lower amounts of this essential oil and incorporating natural flavoring agents could mitigate its adverse impact on the sensory properties of the cupcakes.
Keywords: Gas Chromatography, p-Anisidine, TOTOX, Cold Extraction, Weight loss, Polyphenol	
DOI: 10.22034/FSCT.22.166.12. *Corresponding Author E- a.hematian@jahromu.ac.ir	