

بررسی تأثیر اسانس گیاه پنیرک بر ماندگاری، خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی نان حجیم

سارا فطرس^a، فاطمه حسینمردی^{b*}، علیرضا رحمن^c

^a کارشناس ارشد علوم و صنایع غذایی، واحد شهرقدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

^b مربی گروه علوم و صنایع غذایی، واحد شهرقدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

^c استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، واحد شهرقدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۴/۰۶/۲۱

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۳/۱۰/۲۵

۳۱

چکیده

مقدمه: امروزه محصولات غذایی سلامت بخش بیش از پیش مورد توجه مصرف کنندگان قرار گرفته و محققین را بر آن داشته تا با استفاده از اسانس ها و عصاره های گیاهی فراورده هایی متنوع معرفی نمایند. گیاه پنیرک با نام علمی *Malva sylvestris L.* گیاهی دارویی و بومی ایران است که در طب سنتی به دلیل خواص ضدالتهابی، آنتی اکسیدانی و ضدقارچی مورد استفاده قرار می گیرد. در پژوهش حاضر خواص آنتی اکسیدانی و ضدقارچی اسانس گیاه پنیرک و تأثیر آن بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی، حسی و ماندگاری نان حجیم بررسی گردید.

مواد و روش ها: ضمن تعیین حداقل غلظت بازدارندگی و قارچ کشی اسانس گیاه پنیرک، در غلظت های مختلف (۴۵۰، ۳۰۰، ۱۵۰ ppm و ۶۰۰) به فرمولاسیون خمیر افزوده شد و تأثیر آن بر ماندگاری، خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی محصول طی بازه ۱۰ روزه (روز ۱، ۵ و ۱۰) مورد بررسی قرار گرفت.

یافته ها: در تیمارهای حاوی اسانس در مقایسه با شاهد، بطورمعنی داری، بهبود شاخصهای کیفی رطوبت، حجم مخصوص، خاصیت آنتی اکسیدانی و مقدار فنل کل و سفتی بافت مشاهده گردید، ولی شاخص های قرمزی (a^*)، زردی (b^*) و روشنایی (L^*) تیمارها کاهش معنی داری داشتند. جمعیت کپک و مخمر نیز در آنها بطور معنی داری از نمونه شاهد کمتر بود. در ارزیابی حسی نمونه ها، تیمار حاوی ۳۰۰ ppm اسانس، بالاترین امتیاز حسی طعم، بو، رنگ، بافت و پذیرش کلی و تیمار شاهد کمترین امتیاز را از ارزیاب ها دریافت کرد. همچنین در طی نگهداری نان تا روز ۱۰، کاهش رطوبت، پروتئین، خاصیت آنتی اکسیدانی، مقدار فنل کل، قرمزی (a^*)، زردی (b^*) و روشنایی (L^*) و امتیاز حسی و افزایش میزان سفتی بافت و جمعیت کپک و مخمر در تیمارهای نان حجیم مشاهده شد ($p < 0.05$).

نتیجه گیری: با افزودن اسانس گیاه پنیرک به نان می توان محصولی با سلامت بخشی بیشتر و ماندگاری بهتر تولید نمود.

واژه های کلیدی: آنتی اکسیدان، اسانس پنیرک، بار میکروبی، نان حجیم

مقدمه

نان یک غذای اصلی است که روزانه در بسیاری از کشورهای جهان مصرف می‌شود و منبع ارزشمندی از مواد مغذی است (Axel et al., 2017). این ماده غذایی، نقشی کلیدی در تأمین نیازهای تغذیه‌ای روزانه مردم ایفا می‌کند. در ایران، بیش از ۴۰ درصد از انرژی و پروتئین روزانه از طریق نان تأمین می‌شود. با این حال، مشکلاتی همچون فساد میکروبی، بیاتی و کاهش کیفیت حسی نان، به‌ویژه در طول دوره نگهداری، همواره چالش‌هایی جدی برای صنعت نان و تولیدکنندگان آن به شمار می‌روند. بیاتی نان، ناشی از تغییرات فیزیکوشیمیایی در ساختار نشاسته و پروتئین‌ها است و علاوه بر کاهش پذیرش مصرف‌کنندگان، به افزایش ضایعات این محصول منجر می‌شود (Allipour et al., 2021).

بیاتی نان نه تنها یک چالش اقتصادی برای تولیدکنندگان به‌شمار می‌آید، بلکه از منظر سلامت عمومی نیز می‌تواند اثرات منفی داشته باشد. Aw نان بین ۰/۹۴ تا ۰/۹۷ است که آن را مستعد رشد کپک می‌کند و همواره نگرانی عمده‌ای برای صنعت نانوائی و مصرف‌کنندگان در مورد رشد کپک‌ها و مشکل ضایعات ناشی از آن وجود دارد. همچنین وجود مایکوتوکسین‌ها به دلیل آلودگی کپک در فرآورده‌های غلات یک موضوع حیاتی مرتبط با سلامت مصرف‌کننده است (Khabazi Hosseini et al., 2023). در سال‌های اخیر، استفاده از ترکیبات طبیعی نظیر عصاره‌ها و اسانس‌های گیاهی، به‌عنوان جایگزینی برای مواد نگهدارنده شیمیایی، مورد توجه بسیاری از پژوهشگران قرار گرفته است. این ترکیبات نه تنها از رشد میکروارگانیسم‌های مضر جلوگیری می‌کنند، بلکه می‌توانند ویژگی‌های تغذیه‌ای و حسی محصولات غذایی را نیز بهبود بخشند (Kahramanoglu et al., 2019).

گیاه پنیرک (*Malva sylvestris* L.)، یکی از گیاهان دارویی شناخته‌شده است که در طب سنتی به‌دلیل خواص ضدالتهابی، آنتی‌اکسیدانی و ضدقارچی مورد استفاده قرار گرفته است. تحقیقات نشان داده‌اند که ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی موجود در این گیاه، مسئول اصلی این خواص هستند (Batiha et al., 2023).

مطالعات متعددی اثربخشی ترکیبات گیاهی بر افزایش کیفیت و ماندگاری محصولات نانوائی را تأیید کرده‌اند. به‌عنوان مثال، عصاره‌های گیاهی مانند آلوئه‌ورا، چای سبز و رازک توانسته‌اند ویژگی‌های حسی، فیزیکوشیمیایی و ضدقارچی محصولات نانوائی را بهبود دهند (Namazi et al., 2021). با این حال، تاکنون مطالعه‌ای جامع درباره تأثیر اسانس گیاه پنیرک بر خواص نان حجیم انجام نشده است. پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر اسانس پنیرک بر ماندگاری، خواص فیزیکوشیمیایی، حسی و فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی و ضدقارچی نان حجیم و یافتن راهکاری طبیعی و مؤثر برای بهبود کیفیت نان و کاهش ضایعات آن طراحی شده است. استفاده از اسانس پنیرک، علاوه بر بهبود ویژگی‌های تغذیه‌ای و ارگانولپتیکی، می‌تواند به‌عنوان یک رویکرد پایدار در صنعت نان، جایگزینی مناسب برای نگهدارنده‌های شیمیایی محسوب شود. نتایج این تحقیق می‌تواند مبنای علمی برای توسعه محصولات نانوائی سالم‌تر و باکیفیت‌تر در صنایع غذایی باشد.

مواد و روش‌ها

- تهیه اسانس گیاه پنیرک

۳۰۰ گرم گیاه خشک تمیز تهیه شده از یکی از فروشگاه‌های عرضه گیاهان دارویی سطح تهران که توسط متخصصان تاکسونومی گیاهان از نظر گیاه شناسی شناسایی گردید، با ۱ لیتر آب در دستگاه کلونجریه مدت ۳ ساعت تقطیر شد. پس از جداسازی اسانس از آب، آبگیری با سولفات سدیم انجام و اسانس در میکروتیوب‌های پلاستیکی به حجم ۲ میلی‌لیتر منتقل و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد (Aouadi et al., 2020).

- تعیین حداقل غلظت مهارکنندگی (MIC^۱) و حداقل غلظت قارچ‌کشی (MFC^۲)

برای تعیین حداقل غلظت مهارکنندگی (MIC) و حداقل غلظت قارچ‌کشی، از روش رقت سازی لوله‌ای استفاده گردید و اسانس گیاه پنیرک در حلال دی‌متیل سولفوکساید رقیق و رقت‌های مختلف آن به محیط کشت Sabouraud Dextrose Broth اضافه گردید. آسپرژیلوس نیگر

¹ Minimum Inhibitory Concentration

² Minimun Fungicidal Concentration

پنیرک در ۴ غلظت (۱۵۰ ppm و ۳۰۰ ppm و ۴۵۰ ppm و ۶۰۰ ppm) به آرد ستاره گندم (تهیه شده از شرکت تهران باختر) (۹۴،۲ درصد) اضافه شد و با سایر ترکیبات شامل شکر (۰،۸ درصد)، مخمر (۱،۵ درصد)، نمک (۱،۵ درصد) و روغن گیاهی (با نام تجاری لادن) (۲ درصد) به همراه آب (تا جذب بهینه) مخلوط گردید. اختلاط تا رسیدن به قوام مطلوب به مدت ۱۵ دقیقه انجام شد، سپس خمیر به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۸۵٪ جهت تخمیر اولیه نگهداری شد. بعد از تقسیم خمیر به چانه‌های ۵۰۰ گرمی، تخمیر ثانویه به مدت ۱۰-۱۵ دقیقه انجام شد. (et al., 2023 Khabazi Hosseini) سپس نان در دمای ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ دقیقه در فر zucchci forni ساخت کشور ایتالیا پخته شد.

- سنجش خاصیت آنتی اکسیدانی نمونه‌های نان

میزان آنتی‌اکسیدانی کل در نمونه‌های نان با استفاده از روش DPPH سنجیده شد. ابتدا ۱ گرم نمونه نان به محلول هیدروالکلی DPPH اضافه شد و پس از سانتی‌فیوژ، محلول شفاف رویی جدا و با محلول DPPH ترکیب گردید. نمونه‌ها ۱۰ دقیقه در تاریکی قرار گرفتند تا آنتی‌اکسیدان‌ها فعال شوند. سپس جذب نمونه‌ها در طول موج ۵۱۷ نانومتر با اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد. این آزمون در روزهای ۱، ۵ و ۱۰ پس از تولید نان انجام شد (Piechowiak et al., 2020).

- اندازه‌گیری رطوبت، پروتئین، حجم مخصوص و pH در نمونه‌های نان

اندازه‌گیری رطوبت نمونه‌های نان براساس استاندارد ملی ایران به شماره ۲۷۰۵ انجام شد. خشک کردن نمونه‌ها در آون در دمای ۱۳۰ درجه سلسیوس به مدت ۲ ساعت و سپس خشک کردن بمدت یک ساعت دیگر در همان دما انجام شد و توزین گردید (Anon, 2011).

اندازه‌گیری پروتئین در نمونه‌های نان مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۱۹۰۵۲ انجام گرفت. ۱ گرم از نمونه به دستگاه کدال منتقل و با ۲۰ میلی‌لیتر اسید سولفوریک بمدت ۲ ساعت تحت فرایند هضم قرار گرفت.

(PTCC5057) وپنی سیلیوم اکسپانسونم (PTCC5033) از مرکز منطقه‌ای کلکسیون قارچ‌ها و باکتری‌های صنعتی ایران بصورت آمپول لیوفیلیزه تهیه و تا قبل از استفاده در یخچال نگهداری شد.

از کشت ۲۴ ساعته قارچ‌های تهیه شده سوسپانسیون با غلظت نیم مک فارلند تهیه و ۴۰ میکرولیتر به ۱ میلی‌لیتر محیط کشت‌های داخل لوله‌ها افزوده و پس از انکوباسیون، رشد قارچ با توسط دستگاه اسپکتروفتومتر مدل SU-6100-PhillerScientific در طول موج ۶۰۰ نانومتر بررسی شد. MIC به عنوان کمترین غلظتی که هیچ رشدی در آن وجود نداشت، تعیین شد. برای تعیین MFC، نمونه‌های فاقد رشد به محیط سابوردکستروآگار منتقل و کمترین غلظت بدون رشد به عنوان MFC گزارش شد. (Moradi et al., 2023) (Habibian et al. 2017).

- تعیین خواص آنتی اکسیدانی اسانس گیاه پنیرک
ارزیابی خواص آنتی‌اکسیدانی با استفاده از روش سنجش میزان مهار رادیکال آزاد DPPH^۱ انجام شد. رقت‌های مختلف اسانس گیاه پنیرک تهیه شده با متانول (mg/ml ۰، ۰،۱، ۰،۲، ۰،۵، ۱ و ۲) به ۳۰۰۰ میکرولیتر محلول DPPH اضافه شد. لوله‌های آزمایش به مدت سی دقیقه در محل تاریک قرار داده شدند سپس جذب نمونه‌ها در طول موج ۵۱۷ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر مدل اشاره شده در بخش قبلی اندازه‌گیری شد. فعالیت آنتی‌اکسیدانی با استفاده از شاخص EC50 و فرمول حذف رادیکال آزاد (RSA) (رابطه ۱) محاسبه گردید. شاخص EC50 بیانگر غلظت مورد نیاز از آنتی اکسیدان موردنظر جهت کاهش ۵۰ درصدی غلظت رادیکال‌های DPPH اولیه می‌باشد. (Piechowiak et al., 2020 Tahanejad et al. 2012;)

$$\text{رابطه ۱: } \% \text{ RSA} = [1 - ((A_c - A_s) / A_c) \times 100]$$

در این رابطه، A_s = میزان جذب نمونه؛ A_c = میزان جذب شاهد؛ RSA = فعالیت حذف‌کنندگی رادیکال آزاد است.

- تهیه نمونه‌های نان حجیم

براساس نتایج آزمون‌های MIC و MFC، اسانس گیاه

¹ 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl

سپس با افزودن آب و اسید بوریک، تیتراسیون با اسید سولفوریک انجام شد. این آزمایش در روزهای ۱، ۵ و ۱۰ پس از تولید نان انجام گردید (Anon, 2015). برای اندازه‌گیری حجم مخصوص نمونه‌های نان از روش جایگزینی حجم با دانه مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۲۳۳۸ استفاده شد (Anon, 2017). اندازه‌گیری pH طبق استاندارد ملی ایران شماره ۳۷ انجام شد (Anon, 2016).

– سنجش مقدار فنول کل در نمونه‌های نان

مقدار فنول کل با استفاده از معرف فولین – سیوکالتو و قرائت جذب در طول موج ۷۶۵ نانومتر اندازه‌گیری شد و نتایج بصورت معادل میلی گرم اسید گالیک در هر گرم ماده خشک بیان گردید (Rezaei Savadkouhi et al., 2020).

– شمارش کپک و مخمر در نمونه‌های نان

جهت انجام این آزمایش از استاندارد ملی ایران به شماره ۱۰۸۹۹-۳ استفاده گردید. ۱۰ گرم از نمونه به ۹۰ میلی لیتر محلول رینگر اضافه و مخلوط شد. سپس رقت تهیه شده به روش سطحی در محیط کشت^۱ YGC Agar حاوی آنتی‌بیوتیک کشت و به مدت ۵ روز در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. پس از آن کلنی‌ها شمارش و نتایج ثبت گردید. این آزمایش در روزهای ۱، ۵ و ۱۰ پس از تولید نان انجام شد (Anon, 2013).

– ارزیابی بافت نمونه‌های نان

از نمونه‌های نان برش‌های با ضخامت ۲ سانتی متر تهیه گردید. با استفاده از دستگاه بافت‌سنج مدل TA-XT2i، Stable Micro System انگلستان نیروی لازم جهت ایجاد ۵۰ درصد فشردگی در ضخامت اولیه به عنوان سفتی بافت مغز نان اندازه‌گیری گردید. سرعت پروب استوانه‌ای مورد استفاده به قطر ۲۵ میلی‌متر در آزمون تراکمی، ۱ میلی متر در ثابته بود. این آزمون در روزهای ۱، ۵ و ۱۰ روز بعد از تولید بر روی نمونه‌های نان انجام شد. (Amigo et al., 2016)

– ارزیابی شاخص‌های رنگ نمونه‌های نان

رنگ نان‌ها با استفاده از دستگاه رنگ سنج Color Flex Hunter دیجیتال توسط سه شاخص L^* (روشنایی)، a^* (قرمزی) و b^* (زردی) اندازه‌گیری شد. شاخص L^* معرف میزان روشنی نمونه می‌باشد و دامنه آن از صفر (سیاه خالص) تا ۱۰۰ (سفید خالص) متغیر است. شاخص a^* میزان نزدیکی رنگ نمونه به رنگ‌های سبز و قرمز را نشان می‌دهد و دامنه آن از ۱۲۰- (سبز خالص) تا ۱۲۰+ (قرمز خالص) متغیر است. شاخص b^* میزان نزدیکی رنگ نمونه به رنگ‌های آبی و زرد را نشان می‌دهد و دامنه آن از ۱۲۰- (آبی خالص) تا ۱۲۰+ (زرد خالص) متغیر می‌باشد. نمونه‌های نان به قطعات کوچک‌تر برش داده شد و پس از کالیبراسیون دستگاه و تنظیمات نور و محیط، درمحل مشخص‌شده در دستگاه قرار گرفت. دستگاه به‌طور خودکار مقادیر L^* ، a^* و b^* را اندازه‌گیری و ثبت کرد. این آزمایش سه بار تکرار شد و ΔE طبق رابطه زیر محاسبه گردید:

$$\Delta E_{ab}^* = \sqrt{(L_2^* - L_1^*)^2 + (a_2^* - a_1^*)^2 + (b_2^* - b_1^*)^2}$$

رابطه ۲:

در رابطه فوق، برای شاخص‌های دارای اندیس ۱ مقادیر مربوط به روز کمتر و برای شاخص‌های دارای اندیس ۲ مقادیر مربوط به روز بعدی قرار داده شد و ΔE برای ترکیب روزها محاسبه گردید. (Fakhfakh et al., 2016).

– ارزیابی حسی

نمونه‌های نان با استفاده از ۱۵ نفر ارزیاب نیمه آموزش دیده با روش رتبه بندی به ترتیب ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ برای بسیار خوب، خوب، متوسط، بد، بسیار بد برای خصوصیات حسی شامل (حجم نان، تناسب شکل، رنگ پوسته، یکنواختی پخت، ویژگی پوسته، ترک و پارگی، حفره‌ای و دانه‌دار بودن مغز نان، رنگ مغز نان، عطر و بو، طعم و مزه، قابلیت جویدن و بافت) انجام گردید این آزمون در روزهای ۱، ۵ و ۱۰ روز بعد از تولید بر روی نمونه‌های نان انجام شد (Azizkhani et al., ۲۰۲۲).

– تجزیه و تحلیل آماری

نتایج به دست آمده در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. میانگین سه تکرار با استفاده از آزمون

¹ Yeast glucose chloramphenicol agar

کمترین میزان رطوبت تیمارهای نان حجیم در روز آخر (۱۰) مشاهده شد. ($p < 0.05$) بعلاوه تیمار حاوی 600ppm اسانس مربوط به روز اول نگهداری از بالاترین میزان رطوبت (۳۹,۷٪) برخوردار بود.

بررسی مقدار پروتئین نان‌های حاوی اسانس پنیرک (شکل 1b) نشان داد که افزودن اسانس تأثیر معناداری بر میزان پروتئین نداشت ($p > 0.05$) البته گرچه اختلاف مقدار پروتئین تیمارها نسبت به نمونه شاهد معنی دار نبود ولی در تیمارهای حاوی اسانس مقدار پروتئین اندکی بیشتر از نمونه شاهد بود. در روز اول نگهداری میزان پروتئین در نمونه شاه دو تیمارها در محدوده ۱۲,۶۵ تا ۱۲,۶۶ درصد قرار داشت. با افزایش مدت زمان نگهداری میزان پروتئین کاهش یافت و بیشترین میزان پروتئین در روز اول در تیمار حاوی ۶۰۰ppm اسانس (۱۲,۶۶ درصد) و کمترین میزان در تیمار شاهد در روز آخر نگهداری (۱۰) (۱۲,۶۲ درصد) مشاهده شد.

در میزان حجم مخصوص نمونه‌ها در تیمارهای مختلف طی ۱۰ روز نگهداری با فواصل ۵ روز، اختلاف آماری معنی داری مشاهده نشد ($P > 0.05$). با افزایش مدت زمان نگهداری، در میزان حجم مخصوص نمونه‌ها کاهش کمی مشاهده شد که البته معنی دار نبود و بیشترین میزان حجم مخصوص در روز اول و کمترین میزان در روز آخر (۱۰) مشاهده شد. البته تیمارهای حاوی اسانس گیاه پنیرک بالاترین و تیمار شاهد کمترین میزان حجم مخصوص را داشت. ($P < 0.05$) در تیمارهای حاوی ۴۵۰ ppm و ۶۰۰ppm اسانس در روز اول نگهداری بالاترین حجم مخصوص مشاهده شد. (شکل 1c)

- سنجش مقدار فنول کل

در مقدار فنول کل نمونه‌ها به‌عنوان شاخصی از ترکیبات آنتی‌اکسیدانی، در تیمارهای مختلف، اختلاف آماری معنی داری با نمونه شاهد مشاهده شد. بعلاوه در مقدار فنول کل نمونه‌ها در طی ۱۰ روز نگهداری با فواصل ۵ روز نیز اختلاف آماری معنی دار وجود داشت ($p < 0.05$). تیمارهای حاوی اسانس گیاه پنیرک بالاترین مقدار فنول کل را داشتند و با افزایش مدت زمان نگهداری میزان فنول کل کاهش یافت و بیشترین میزان فنول کل تیمارهای نان حجیم در روز اول و کمترین میزان در روز آخر (۱۰) مشاهده شد. بیشترین مقدار فنول کل در تیمار حاوی ۶۰۰ppm اسانس در روز اول نگهداری (۲۳mg GAE/g) مشاهده گردید. (شکل ۲)

دانکن در سطح ۵ درصد مقایسه و از نرم‌افزار Excel جهت رسم نمودارها استفاده شد. تمامی آزمون‌ها در زمان ۱، ۵ و ۱۰ روز بعد از پخت، بررسی گردید.

یافته‌ها

- اندازه‌گیری MIC و MFC اسانس گیاه پنیرک

نتایج سنجش MIC و MFC اسانس گیاه پنیرک بر روی *Aspergillus Niger* و *Penicillium Expansum* در جدول ۱ ارائه شده است. بر همین اساس اسانس پنیرک در مقادیر ۰، ۱۵۰، ۳۰۰، ۴۵۰ و ۶۰۰ به فرمولاسیون نان حجیم افزوده شد و آزمون‌های مورد نظر انجام شد.

جدول ۱- مقادیر MIC و MFC اسانس گیاه پنیرک

Table 1- MIC and MFC values of *Malva sylvestris* L. essential oil

MFC (mg/mL)	MIC (mg/mL)	microorganism
4.5	2.25	<i>Aspergillus Niger</i>
8.5	4.25	<i>Penicillium Expansum</i>

- ارزیابی خواص آنتی‌اکسیدانی اسانس گیاه پنیرک

در جدول ۲ قدرت اسانس گیاه پنیرک در مهار رادیکال‌های آزاد DPPH نشان داده شده است و با افزایش غلظت اسانس گیاه پنیرک، اثر آنتی‌رادیکالی آن افزایش یافته است. همچنین شاخص EC_{50} اسانس پنیرک 0.37 ± 0.1 mg/ml به دست آمد. لازم به ذکر است که شاخص EC_{50} نسبت معکوسی با فعالیت آنتی‌اکسیدانی اسانس‌ها دارد.

جدول ۲- نتایج سنجش مهار رادیکال آزاد DPPH توسط اسانس پنیرک

Table 2- Results of assaying DPPH free radical inhibition by *Malva sylvestris* L. essential oil

Essential oil (mg/mL)	Absorbance (OD^{5})	DPPH inhibition (%RSA)
0.1	1.0	۰
0.2	0.85	15
0.5	0.65	35
1.0	0.45	55
2.0	0.25	75

- ارزیابی خواص فیزیکوشیمیایی نمونه‌های نان

همانطور که در شکل 1a مشخص است تیمارهای حاوی اسانس گیاه پنیرک بالاترین و تیمار شاهد کمترین رطوبت (۳۶٪) را دارد. با افزایش مدت زمان نگهداری، میزان رطوبت کاهش یافته و بیشترین میزان رطوبت در روز اول و

بررسی تأثیر اسانس گیاه پنیرک بر ماندگاری، خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی نان حجیم

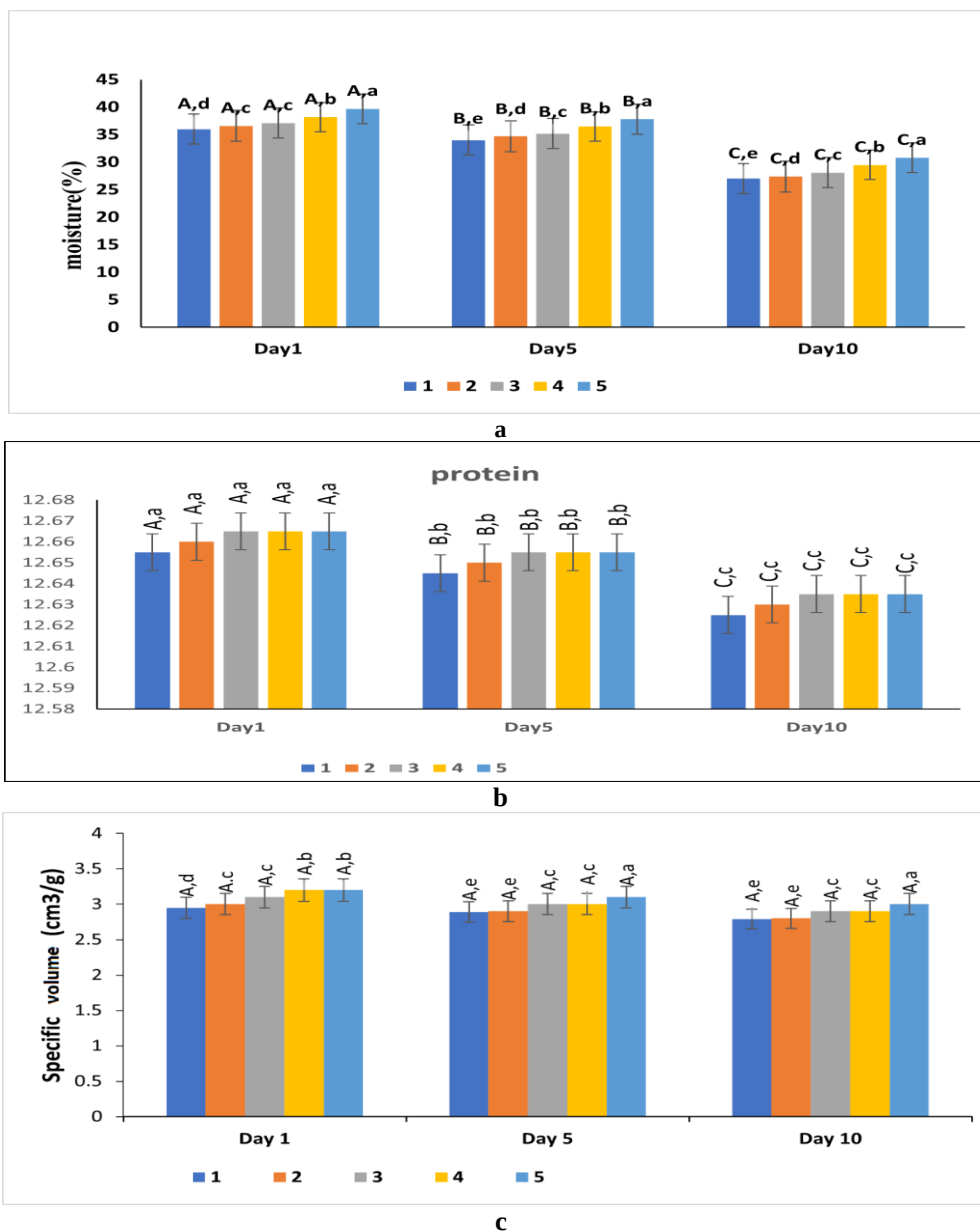


Figure 1- Physicochemical properties of bread samples containing different amounts of *Malva sylvestris* L. essential oil
a: Moisture, b: Protein, c: Specific volume

*Different capital letters indicate significant differences between different days ($p < 0.05$)

*Different small letters indicate significant differences between different treatments ($p < 0.05$)

1: Control, 2: Treatment containing 150 ppm *Malva sylvestris* L. essential oil, 3: Treatment containing 300 ppm *Malva sylvestris* L. essential oil, 4: Treatment containing 450 ppm *Malva sylvestris* L. essential oil, 5: Treatment containing 600 ppm *Malva sylvestris* L. essential oil

شکل ۱ - خصوصیات فیزیکوشیمیایی نمونه‌های نان حجیم حاوی مقادیر مختلف اسانس گیاه پنیرک

a: رطوبت، b: پروتئین، c: حجم مخصوص

*حروف متفاوت بزرگ بیانگر وجود اختلاف معنی‌داری بین روزهای مختلف می‌باشد ($p < 0.05$)

*حروف متفاوت کوچک بیانگر وجود اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف می‌باشد ($p < 0.05$)

۱: شاهد، ۲: تیمار حاوی ۱۵۰ ppm اسانس پنیرک، ۳: تیمار حاوی ۳۰۰ ppm اسانس پنیرک، ۴: تیمار حاوی ۴۵۰ ppm اسانس پنیرک، ۵: تیمار حاوی ۶۰۰ ppm اسانس پنیرک

در میزان سفتی نمونه‌ها در طی ۱۰ روز نگهداری با فواصل ۵ روز، اختلاف آماری معنی‌داری وجود داشت. ($p < 0.05$) تیمارهای حاوی اسانس گیاه پنیرک کمترین و تیمار شاهد

– **سنجش سفتی بافت**
در میزان سفتی بافت نمونه‌ها در تیمارهای مختلف، اختلاف آماری معنی‌داری با نمونه شاهد مشاهده شد بعلاوه

کمترین و تیمار شاهد بالاترین تعداد کپک و مخمر را داشتند با افزایش مدت زمان نگهداری تعداد کپک و مخمر افزایش یافت و کمترین تعداد کپک و مخمر در روز اول و بیشترین تعداد کپک و مخمر تیمارهای نان حجیم در روز آخر (۱۰) مشاهده شد.

- سنجش شاخص‌های رنگی (L^* , a^* , b^*)

بر اساس نتایج آماری، در شاخصهای رنگی (L^* , a^* , b^*) نمونه‌ها در تیمارهای مختلف، اختلاف آماری معنی‌داری با نمونه شاهد مشاهده شد. در شاخص‌های رنگی نمونه‌ها در طی ۱۰ روز نگهداری با فواصل ۵ روز، اختلاف آماری معنی‌داری وجود داشت ($P < 0.05$). تیمارهای حاوی اسانس گیاه پنیرک کمترین و تیمار شاهد بیشترین میزان قرمزی (a^*)، روشنایی (L^*) و زردی (b^*) را داشتند. همچنین با افزایش مدت زمان نگهداری میزان قرمزی، روشنایی و زردی کاهش یافت و بیشترین میزان قرمزی، روشنایی و زردی در روز اول و کمترین میزان در روز آخر (۱۰) در تیمارهای نان حجیم مشاهده شد. (شکل 5c, 5b, 5a)

بالاترین میزان سفتی بافت را داشتند و با افزایش زمان نگهداری سفتی بافت افزایش یافت، بطوریکه کمترین میزان سفتی بافت در روز اول و بالاترین میزان سفتی بافت تیمارهای نان حجیم در روز آخر (۱۰) مشاهده شد. کمترین میزان سفتی بافت در تیمار حاوی ۶۰۰ ppm اسانس درروز اول نگهداری مشاهده گردید. (شکل ۳)

- بررسی جمعیت کپک و مخمر

جمعیت کپک و مخمر در تیمارهای حاوی اسانس پنیرک در مقایسه با نمونه شاهد به‌طور معناداری کمتر بود. ($p < 0.05$) در تیمار حاوی 600 ppm اسانس در پایان دوره نگهداری (روز دهم) کمترین تعداد کپک و مخمر مشاهده شد. (شکل ۴) در روز اول پس از پخت به دلیل رشد کند کپک و مخمر اختلاف معناداری در شمارش کلی دیده نشد. در تعداد کپک و مخمر تیمارها نسبت به تیمار شاهد در طی ۱۰ روز نگهداری با فواصل ۵ روز، اختلاف آماری معنی‌دار وجود داشت. ($p < 0.05$) و در روز اول تعداد کپک و مخمر تیمارها تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد. ولی در روزهای ۵ و ۱۰ در تیمارهای حاوی اسانس گیاه پنیرک

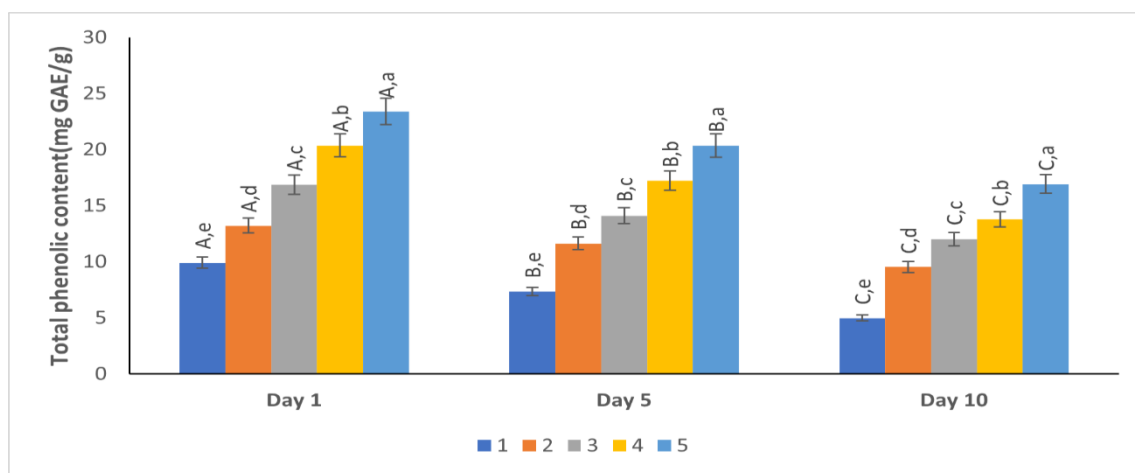


Figure 2- Total phenol content of bread samples containing different amounts of *Malva sylvestris* L. essential oil
a: Moisture, b: Protein, c: Specific volume

* Different capital letters indicate significant differences between different days ($p < 0.05$)

* Different small letters indicate significant differences between different treatments ($p < 0.05$)

1: Control, 2: Treatment containing 150 ppm *Malva sylvestris* L. essential oil, 3: Treatment containing 300 ppm *Malva sylvestris* L. essential oil, 4: Treatment containing 450 ppm *Malva sylvestris* L. essential oil, 5: Treatment containing 600 ppm *Malva sylvestris* L. essential oil

شکل ۲- مقدار فنول کل نمونه‌های نان حجیم حاوی مقادیر مختلف اسانس گیاه پنیرک

* حروف متفاوت بزرگ بیانگر وجود اختلاف معنی‌داری بین روزهای مختلف می‌باشد ($p < 0.05$).

* حروف متفاوت کوچک بیانگر وجود اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف می‌باشد ($p < 0.05$).

۱: تیمار شاهد، ۲: تیمار حاوی ۱۵۰ ppm اسانس پنیرک، ۳: تیمار حاوی ۳۰۰ ppm اسانس پنیرک،

۴: تیمار حاوی ۴۵۰ ppm اسانس پنیرک، ۵: تیمار حاوی ۶۰۰ ppm اسانس پنیرک

بررسی تأثیر اسانس گیاه پنیرک بر ماندگاری، خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی نان حجیم

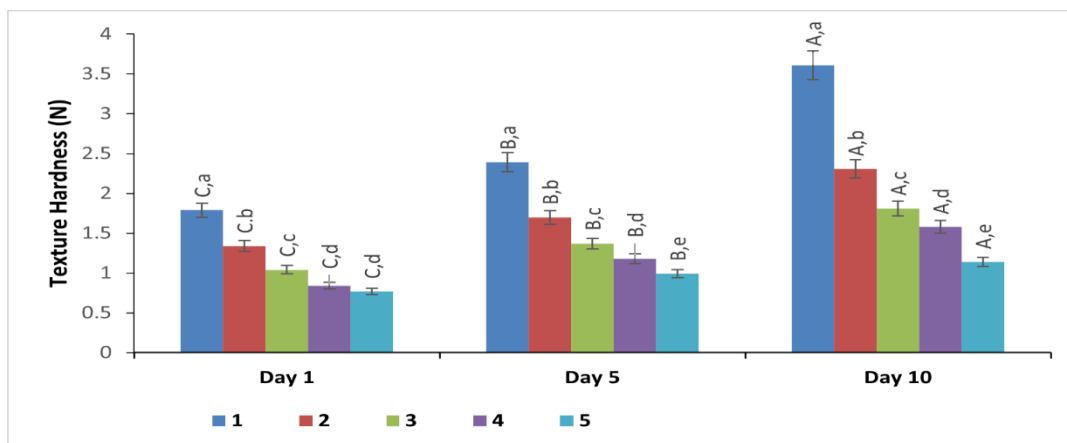


Figure 3- The texture firmness of bulky bread samples containing different amounts of *Malva sylvestris L.* essential oil

* Different capital letters indicate significant differences between different days ($p < 0.05$)

* Different small letters indicate significant differences between different treatments ($p < 0.05$)

1: Control, 2: Treatment containing 150 ppm *Malva sylvestris L.* essential oil, 3: Treatment containing 300 ppm *Malva sylvestris L.* essential oil, 4: Treatment containing 450 ppm *Malva sylvestris L.* essential oil, 5: Treatment containing 600 ppm *Malva sylvestris L.* essential oil

شکل ۳- میزان سفتی بافت نمونه‌های نان حجیم حاوی مقادیر مختلف اسانس گیاه پنیرک

* حروف متفاوت بزرگ بیانگر وجود اختلاف معنی داری بین روزهای مختلف می‌باشد ($p < 0.05$).

* حروف متفاوت کوچک بیانگر وجود اختلاف معنی داری بین تیمارهای مختلف می‌باشد ($p < 0.05$).

۱: تیمار شاهد، ۲: تیمار حاوی ۱۵۰ ppm اسانس پنیرک، ۳: تیمار حاوی ۳۰۰ ppm اسانس پنیرک،

۴: تیمار حاوی ۴۵۰ ppm اسانس پنیرک، ۵: تیمار حاوی ۶۰۰ ppm اسانس پنیرک

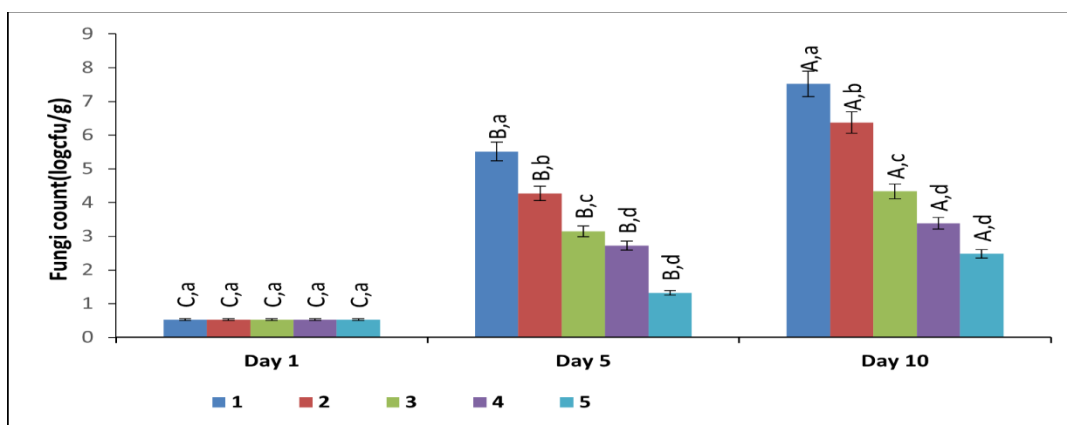


Figure 4- Mold and yeast populations of bulk bread samples containing different amounts of *Malva sylvestris L.* essential oil

* Different capital letters indicate significant differences between different days ($p < 0.05$)

* Different small letters indicate significant differences between different treatments ($p < 0.05$)

1: Control, 2: Treatment containing 150 ppm *Malva sylvestris L.* essential oil, 3: Treatment containing 300 ppm *Malva sylvestris L.* essential oil, 4: Treatment containing 450 ppm *Malva sylvestris L.* essential oil, 5: Treatment containing 600 ppm *Malva sylvestris L.* essential oil

شکل ۴- جمعیت کپک و مخمر نمونه‌های نان حجیم حاوی مقادیر مختلف اسانس گیاه پنیرک

* حروف متفاوت بزرگ بیانگر وجود اختلاف معنی داری بین روزهای مختلف می‌باشد ($p < 0.05$).

* حروف متفاوت کوچک بیانگر وجود اختلاف معنی داری بین تیمارهای مختلف می‌باشد ($p < 0.05$).

۱: تیمار شاهد، ۲: تیمار حاوی ۱۵۰ ppm اسانس پنیرک، ۳: تیمار حاوی ۳۰۰ ppm اسانس پنیرک، ۴: تیمار حاوی ۴۵۰ ppm اسانس پنیرک، ۵: تیمار

حاوی ۶۰۰ ppm اسانس پنیرک.

تیمارهای نان حجیم در روزهای مختلف و در جدول ۴

- محاسبه ΔE

مقادیر محاسبه شده ΔE از فرمول ۲ ارائه شده است.

در جدول ۳ مقادیر شاخص‌های رنگی (L^* , a^* , b^*)

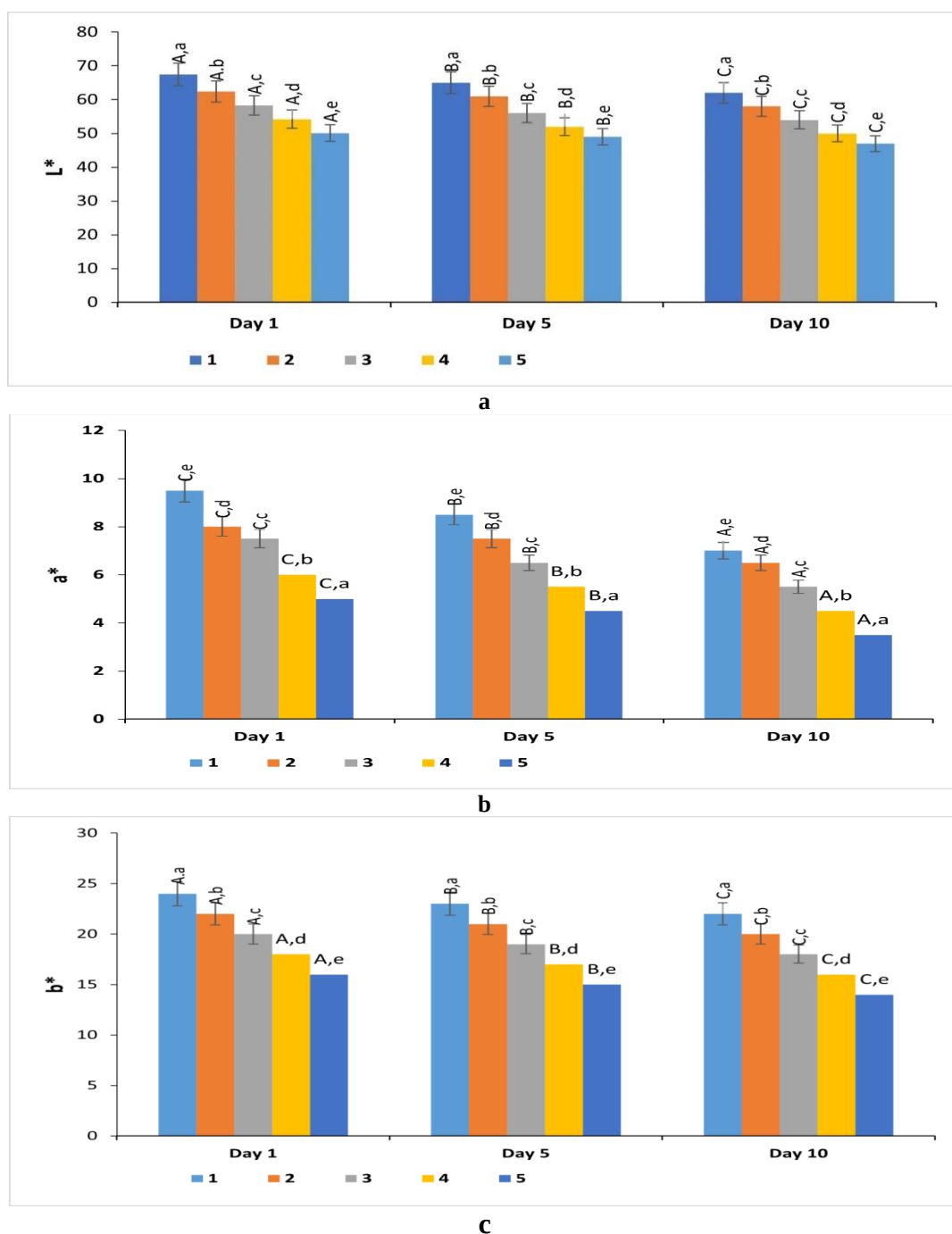


Figure 5– Color index values of bulky bread samples containing different amounts of *Malva sylvestris* L. essential oil

a: Brightness index (L*), b: Redness index (a*), c: Yellowness index (b*)

* Different capital letters indicate significant differences between different days ($p < 0.05$)

* Different small letters indicate significant differences between different treatments ($p < 0.05$)

1: Control, 2: Treatment containing 150 ppm *Malva sylvestris* L. essential oil, 3: Treatment containing 300 ppm *Malva sylvestris* L. essential oil, 4: Treatment containing 450 ppm *Malva sylvestris* L. essential oil, 5: Treatment containing 600 ppm *Malva sylvestris* L. essential oil

شکل ۵- میزان شاخص‌های رنگی نمونه‌های نان حجیم حاوی مقادیر مختلف اسانس گیاه پنیرک

a: شاخص روشنایی (L*), b: شاخص قرمزی (a*), c: شاخص زردی (b*)

* حروف متفاوت بزرگ بیانگر وجود اختلاف معنی داری بین روزهای مختلف می‌باشد ($p < 0.05$).

* حروف متفاوت کوچک بیانگر وجود اختلاف معنی داری بین تیمارهای مختلف می‌باشد ($p < 0.05$).

۱: تیمار شاهد، ۲: تیمار حاوی ۱۵۰ ppm اسانس پنیرک، ۳: تیمار حاوی ۳۰۰ ppm اسانس پنیرک، ۴: تیمار حاوی ۴۵۰ ppm اسانس پنیرک، ۵: تیمار حاوی ۶۰۰ ppm اسانس پنیرک

جدول ۳- مقادیر شاخص‌های رنگی (L^* , a^* , b^*) نمونه‌های نان حجیم حاوی مقادیر مختلف اسانس گیاه پنیرک طی مدت نگهداری

Table 3- Color index values (L^* , a^* , b^*) of bulky bread samples containing different amounts of *Malva sylvestris* L. essential oil during storage

Day 10 (L^* , a^* , b^*)	Day 5 (L^* , a^* , b^*)	Day 1 (L^* , a^* , b^*)	Treatment
62.0 ^A , 7.0, 22.0	65.0 ^B , 8.5, 23.0	67.5 ^C , 9.5, 24.0	Control
58.0, 6.5, 20.0	61.0, 7.5, 21.0	62.4, 8.0, 22.0	150 ppm
54.0, 5.5, 18.0	56.0, 6.5, 19.0	58.3, 7.5, 20.0	300 ppm
50.0, 4.5, 16.0	52.0, 5.5, 17.0	54.2, 6.0, 18.0	450 ppm
47.0, 3.5, 14.0	49.0, 4.5, 15.0	50.1, 5.0, 16.0	600 ppm

جدول ۴- میزان ΔE نمونه‌های نان حجیم حاوی مقادیر مختلف اسانس گیاه پنیرک طی مدت نگهداری

Table 4- ΔE values of bulky bread samples containing different amounts of *Malva sylvestris* L. essential oil during storage

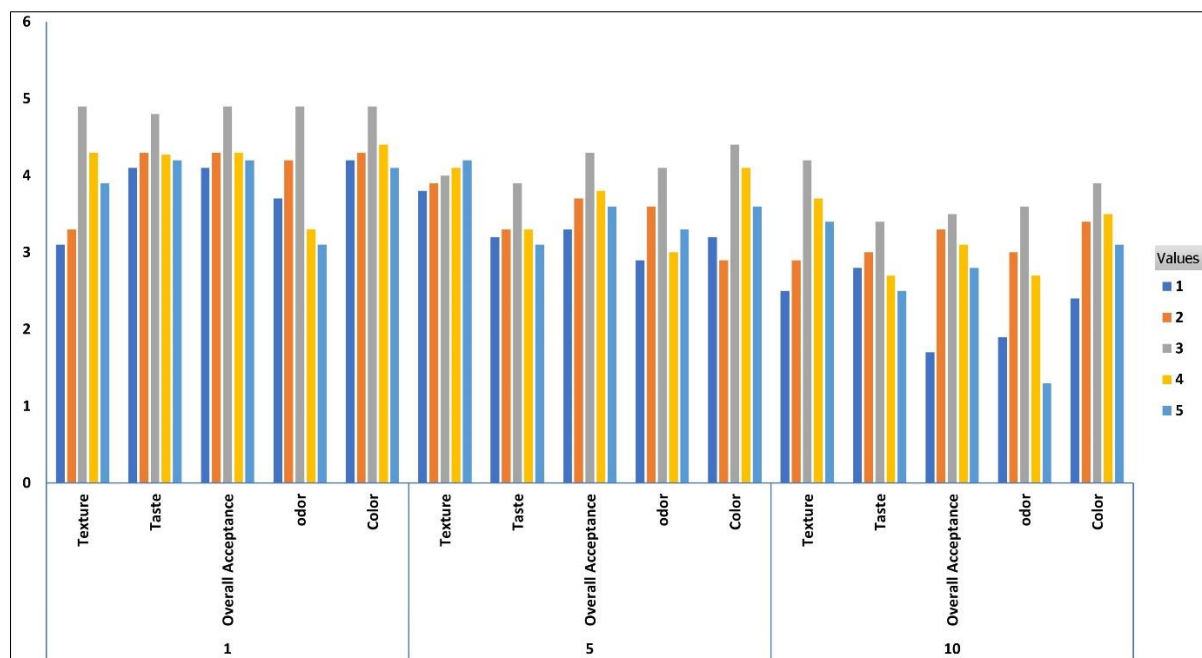
ΔE	Combination of days	Treatment
2.87	Day 1&5	Control
6.36	Day 1&10	
3.50	Day 5&10	
1.84	Day 1&5	150 ppm
5.02	Day 1&10	
3.24	Day 5&10	
2.53	Day 1&5	300 ppm
5.09	Day 1&10	
2.65	Day 5&10	
2.87	Day 1&5	450 ppm
5.30	Day 1&10	
3.00	Day 5&10	
1.87	Day 1&5	600 ppm
4.58	Day 1&10	
2.75	Day 5&10	

مقادیر ΔE بدست آمده نشان داد با گذشت زمان، تیمار شاهد بیشترین تغییر رنگ (ΔE) و تیمارهای حاوی اسانس گیاه پنیرک تغییر رنگ کمتری داشتند. افزایش میزان اسانس گیاه پنیرک منجر به کاهش تغییر رنگ گردید که نشان می‌دهد اسانس گیاه پنیرک به حفظ رنگ نمونه‌های نان کمک می‌کند.

- ارزیابی حسی نمونه‌ها

بر اساس نتایج آماری امتیاز حسی (رنگ، مزه، بو، بافت و پذیرش کلی) نمونه‌ها در تیمارهای مختلف، اختلاف آماری معنی داری با نمونه شاهد داشت. در امتیاز حسی (رنگ، مزه، بو، بافت و پذیرش کلی) نمونه‌ها در طی ۱۰ روز نگهداری با فواصل ۵ روز، اختلاف آماری معنی داری وجود داشت. ($p < 0.05$)

تیمار حاوی 300ppm اسانس گیاه پنیرک بالاترین و تیمار شاهد کمترین امتیاز رنگ، مزه، بو، بافت و پذیرش کلی را از ارزیابی‌های حسی گرفت. همچنین با افزایش مدت زمان نگهداری امتیاز ویژگی‌های حسی (رنگ، مزه، بو، بافت و پذیرش کلی) تیمارهای نان حجیم کاهش یافت به این صورت که بیشترین امتیاز در روز اول و کمترین امتیاز در روز آخر (۱۰) مشاهده شد. در ارزیابی حسی رنگ، امتیاز رنگ یکی از تیمارها (تیمار حاوی 300 ppm اسانس) از نمونه شاهد و بقیه تیمارها بیشتر بود. البته اختلاف امتیاز رنگ این تیمار با نمونه شاهد در روز اول بسیار کمتر از روزهای پنجم و دهم می‌باشد که نشان از تأثیر اسانس بر ممانعت از افت مقبولیت رنگ آن می‌باشد. (شکل ۶)



شکل ۶- نتایج ارزیابی حسی نمونه‌های نان حجیم حاوی مقادیر مختلف اسانس گیاه پنیرک

Figure 6- Sensory evaluation results of bulky bread samples containing different amounts of *Malva sylvestris* L. essential oil

1: Control, 2: Treatment containing 150 ppm *Malva sylvestris* L. essential oil, 3: Treatment containing 300 ppm *Malva sylvestris* L. essential oil, 4: Treatment containing 450 ppm *Malva sylvestris* L. essential oil, 5: Treatment containing 600 ppm *Malva sylvestris* L. essential oil

بحث

تیمارهای حاوی اسانس گیاه پنیرک بالاترین و تیمار شاهد کمترین رطوبت را دارد. با افزایش مدت زمان نگهداری، میزان رطوبت کاهش یافت. علاوه بر تیمار حاوی 600ppm اسانس از بالاترین میزان رطوبت برخوردار است. این افزایش رطوبت به دلیل توانایی ترکیبات فنلی در جذب و حفظ مولکول‌های آب در ساختار نان بوده و به بهبود بافت محصول کمک می‌کند (Shafiee Jam et al., 2021).

افزودن اسانس تأثیر معناداری بر میزان پروتئین نداشت و با افزایش مدت زمان نگهداری میزان پروتئین کاهش یافت و بیشترین میزان پروتئین در روز اول و کمترین میزان در روز آخر (۱۰) مشاهده شد البته مقدار پروتئین در تمامی تیمارها در محدوده ۱۲ تا ۱۳ درصد باقی ماند، که مطابق با استانداردهای آرد گندم مورد استفاده بود. این پایداری ممکن است به دلیل غلظت پایین اسانس یا عدم واکنش مستقیم ترکیبات آن با پروتئین‌های آرد باشد. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که افزودن اسانس پنیرک به نان حجیم، بدون کاهش یا تغییر مقدار پروتئینی، به بهبود

سایر ویژگی‌های محصول کمک می‌کند و از نظر تغذیه‌ای آسیمی به ارزش غذایی نان وارد نمی‌کند (Hoseinzadeh et al., 2019).

تیمارهای حاوی اسانس گیاه پنیرک بالاترین و تیمار شاهد کمترین میزان حجم مخصوص را داشت. با افزایش مدت زمان نگهداری میزان حجم مخصوص نمونه‌ها کاهش یافت که البته معنی دار نبود ($P > 0.05$). تیمار حاوی 600ppm اسانس، بالاترین حجم مخصوص را داشت که نشان‌دهنده تأثیر مثبت اسانس بر خواص خمیر و ساختار نان است. افزایش حجم مخصوص در حضور اسانس، ناشی از بهبود تشکیل شبکه گلوتنی و ساختار متخلخل‌تر نان (Pourhaji et al., 2021) و تشکیل پیوندهای هیدروژنی و احتباس بهتر گاز در خمیر است که بر تأثیر ناچیز احتمالی اسانس بر مخمر در مدت کوتاه و رآمدن غلبه نموده است.

در بررسی قدرت اسانس گیاه پنیرک در مهار رادیکال‌های آزاد DPPH مشاهده شد که با افزایش غلظت اسانس گیاه پنیرک، اثر آنتی‌رادیکالی آن تقریباً بطور خطی افزایش

یافت که احتمالاً ناشی از بالاتر بودن غلظت ترکیبات فنولی در نمونه های غلیظ تر است. البته در بررسی فعالیت آنتی رادیکالی عصاره پنیرک و بکارگیری آن در روغن نیز نتایج مشابهی حاصل شد (Tahanejad *et al.*, 2012).

تیمارهای حاوی اسانس گیاه پنیرک بالاترین و تیمار شاهد کمترین مقدار فنل کل را داشتند و با افزایش مدت زمان نگهداری میزان مقدار فنل کل کاهش یافت که احتمالاً بدلیل تشکیل کمپلکس بین ترکیبات فنولی و پروتئین موجود در نان بوده است. در پژوهشهای دیگر نیز نتایج مشابهی حاصل شده است. (Ahmed *et al.*, 2021)

تیمار حاوی 600ppm اسانس بالاترین میزان فنل کل را داشت. این نتایج نشان دهنده حضور ترکیبات فعال زیستی در اسانس پنیرک و پتانسیل آن در افزایش فعالیت آنتی اکسیدانی است (Fakhfakh *et al.*, 2016).

تیمارهای حاوی اسانس گیاه پنیرک کمترین و تیمار شاهد بالاترین میزان سفتی بافت را داشت و با افزایش مدت زمان نگهداری میزان سفتی بافت افزایش یافت. تیمار حاوی 600ppm اسانس کمترین میزان سفتی را داشت که نشان دهنده تأثیر مثبت اسانس در افزایش رطوبت، بهبود نرمی و انعطاف پذیری بافت نان است. سایر محققین نیز گزارش دادند که افزایش میزان رطوبت باعث کاهش میزان سفتی بافت می شود (Keshavarz *et al.*, 2018; Esmaili *et al.*, 2016).

در همین راستا در تحقیقی مبنی بر بررسی تأثیر استفاده از برگ گیاه بامبو و اسانس پونه کوهی بر کاهش میزان اکریلآمید و ویژگی های کیفی نان سوخاری، گزارش گردید که افزودن اسانس پونه کوهی موجب کاهش میزان سفتی بافت در نان سوخاری می شود. علت افزایش سفتی بافت در طی مدت زمان نگهداری را نیز می توان این گونه توضیح داد که در بازه زمانی دو ساعت پس از پخت علاوه بر بیاتی محصول و کاهش رطوبت که از لحظه خروج نمونه ها از فر آغاز می شود، پارامترهایی نظیر حجم و تخلخل محصول تولیدی نیز بر سفتی بافت محصول به طور مؤثری اثرگذار است. بدین صورت که هرچه حجم و تخلخل محصول بیشتر باشد، سفتی بافت نمونه کمتر خواهد بود. (Abasian Rad *et al.*, 2021)

اما طی ماندگاری محصول فرایند رتروگراداسیون نشاسته مؤثرین عامل بر بافت محصول است و هرچه شدت بیاتی بیشتر باشد، نمونه طی انبارمانی

بافت سفت تری خواهد داشت. بر همین اساس در تحقیقی که جهت بررسی قدرت آنتی اکسیدانی و اثر ضد میکروبی عصاره پنیرک در کلوچه سنتی لاهیجان (بر پایه آرد گندم - ارزن) انجام گردید، گزارش شد که نگهداری کلوچه های تولیدی به مدت دو ماه موجب افزایش میزان سفتی بافت شد که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد (Pourhaji *et al.*, 2021).

جمعیت کپک و مخمر در تیمارهای حاوی اسانس پنیرک در مقایسه با نمونه شاهد به طور معناداری کمتر بود. در تیمار حاوی 600ppm اسانس در پایان دوره نگهداری (روز دهم) کمترین تعداد کپک و مخمر مشاهده شد این کاهش به خواص ضدقارچی اسانس نسبت داده می شود که می تواند از رشد میکروارگانیسم های عامل فساد مانند *Aspergillus niger* و *Penicillium expansum* جلوگیری کند. فعالیت ضدقارچی اسانس پنیرک ناشی از ترکیبات فعال زیستی نظیر فلاونوئیدها و ترکیبات فنلی است که از عملکرد دیواره سلولی و متابولیسم قارچ ها جلوگیری می کنند (Bahrami *et al.*, 2012).

در بررسی شاخص های رنگی (L^* , a^* , b^*) نمونه ها در تیمارهای مختلف، تیمارهای حاوی اسانس گیاه پنیرک کمترین و تیمار شاهد بیشترین میزان قرمزی (a^*)، روشنایی (L^*) و زردی (b^*) را داشتند. همچنین با افزایش مدت زمان نگهداری میزان قرمزی، روشنایی و زردی کاهش یافت و بیشترین میزان قرمزی، روشنایی و زردی در روز اول و کمترین میزان در روز آخر (۱۰) در تیمارهای نان حجیم مشاهده شد. کاهش روشنایی، زردی و قرمزی در نمونه های نان حاوی پنیرک می تواند به دلیل عدم انعکاس نور توسط اسانس پنیرک و از طرفی حضور کلروفیل و سایر رنگدانه ها مانند آنتوسیانین مالویدین-۳-O-گلوکوزید در گیاه پنیرک باشد. البته پنیرک منبع سرشاری از رنگدانه های فلاونوئیدی نیز می باشد که در اثر حرارت ممکن است بعضی از آن رنگدانه ها آزاد شوند و همینطور این حرارت می تواند با پلیمریزاسیون ترکیبات فنلی ایجاد ترکیبات تیره تر کند و موجب تغییر رنگ نان شوند. (Hosseini Khabbazi *et al.*, 2023 Sadeghi Dehkordi *et al.*, 2017)

نتایج این پژوهش با نتایج تحقیقی که جهت بررسی تولید ماست میوه ای فراسودمند از شیر گاومیش با افزون

پنیرک انجام دادند مطابقت دارد که افزودن گیاه پنیرک موجب کاهش روشنایی و قرمزی در ماست شد. (Hedayat et al., 2024)

همچنین در پژوهش دیگری که به منظور بررسی اثر ضد میکروبی و آنتی اکسیدانی نانومولسیون اسانس گلپر بر خصوصیات کیفی و ماندگاری ناگت میگو صورت گرفت نتایج نشان داد که شاخص رنگ b^* با افزایش درصد اسانس کاهش پیدا کرد، ولی شاخص های L^* و a^* تغییرات معنی داری نداشتند. (Hamzehei et al., 2023) در بررسی اثرات گیاه پنیرک بر عملکرد خمیر گندم و کیفیت نان نیز، نتایج نشان داد که افزودن گیاه پنیرک به دلیل داشتن ترکیبات فلاونوئیدی و کلروفیل موجود در آن باعث کاهش میزان روشنایی، قرمزی و زردی در نان شد که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. (Fakhfakh et al., 2016).

تیمار حاوی 300 ppm اسانس گیاه پنیرک بالاترین امتیاز طعم، بو، بافت و پذیرش کلی و تیمار شاهد کمترین امتیاز رنگ، مزه، بو، بافت و پذیرش کلی را از ارزیاب های حسی گرفت. همچنین با افزایش مدت زمان نگهداری امتیاز ویژگی های حسی (رنگ، مزه، بو، بافت و پذیرش کلی) تیمارهای نان حجیم کاهش یافت که ممکن است ناشی از ایجاد طعم و بوی قوی و غیرقابل قبول باشد. نان های حاوی اسانس در غلظت بهینه (300 ppm) دارای بافت نرم، طعم و عطر قابل قبولی بودند که مورد پسند ارزیابان قرار گرفت. این نتایج نشان می دهد که اسانس پنیرک علاوه بر خواص ضدقارچی و آنتی اکسیدانی، تأثیر نامطلوبی بر ویژگی های حسی نان ندارد. (شکل ۶)

با افزایش غلظت اسانس به بیش از 300 ppm در فرمولاسیون نان امتیاز حسی رنگ کاهش یافته است. عوامل مختلفی بر رنگ موثر می باشند که می توان به رطوبت پسته نان، شدت واکنش های میلارد و وجود ترکیبات رنگی در فرمولاسیون نان اشاره نمود. همین طور دلیل اختلاف در شاخص های رنگی نمونه های مختلف می تواند به دلیل تفاوت در میزان رطوبت و حجم نان باشد که در نتیجه افزودن اسانس پنیرک اتفاق می افتد. از نظر خصوصیات بافتی مشاهده می شود که نمونه شاهد کمترین امتیاز بافت را داشته است ولی با تیمار حاوی 300 ppm اسانس پنیرک دارای اختلاف معنی دار آماری است و بیشترین امتیاز بافت مربوط به نمونه حاوی 300 ppm

اسانس می باشد. دلیل این امر را می توان به افزایش قابلیت نگهداری آب که در نتیجه افزودن اسانس اتفاق می افتد مرتبط دانست. چراکه سفتی بافت نان تا حدود زیادی تحت تاثیر قابلیت باند کردن آب و از دست دادن آن در طول دوره نگهداری است. بر همکنش بین ترکیبات اسانس و نشاسته می تواند بر رتروگراداسیون نشاسته و در نتیجه سفتی بافت موثر باشد. همچنین از نظر طعم و مزه به دلیل طعم تند پنیرک در تیمارهای حاوی غلظت های بالای اسانس، امتیاز کمتری دریافت شد. کاهش امتیاز حسی در طول زمان نگهداری محصولات غذایی معمولاً به دلیل اکسیداسیون چربی ها، رشد میکروارگانیسم ها و افت کیفیت مواد غذایی رخ می دهد. اما اسانس های گیاهی به دلیل خاصیت ضد اکسایشی و ضد میکروبی خود، می توانند این افت کیفیت را به تعویق اندازند. اسانس های طبیعی نظیر پنیرک علاوه بر بهبود عطر و طعم، رنگ محصول را به دلیل حضور آنتوسیانین ها تقویت کرده و ویژگی های بافتی را حفظ کرد. (Císarová et al., 2020; Morris et al., 2012).

نتایج ارزیابی حسی پژوهش انجام شده مبنی بر بررسی خواص آنتی اکسیدانی و ضد میکروبی عصاره هسته انگور و ارزیابی خصوصیات حسی آن در کیک اسفنجی مطابقت دارد (Hoseinzadeh et al., 2019) بعلاوه در پژوهش دیگری گزارش شد که ضمن بهبود ویژگی های حسی ماست غنی سازی شده با عصاره اتانولی برگ آرژل (نوعی گیاه دارویی) نسبت به نمونه شاهد، طی نگهداری، امتیاز خواص حسی کاهش یافت که در راستای نتایج این تحقیق بود (Ahmed et al., 2020).

بررسی نتایج حاصل از محاسبه شاخص اختلاف رنگ (ΔE) نشان داد که تغییرات رنگ نمونه های نان حجیم طی دوره نگهداری به طور معناداری تحت تأثیر تیمارهای مختلف قرار گرفت. نمونه شاهد بیشترین میزان تغییر رنگ را نشان داد، که این تغییر عمدتاً ناشی از فرایندهای فیزیکی و شیمیایی مانند اکسیداسیون در طی زمان نگهداری بود. تیمارهای حاوی اسانس گیاه پنیرک تغییرات رنگ کمتری در مقایسه با نمونه شاهد نشان دادند. با افزایش غلظت اسانس از 150 ppm به 600 ppm، میزان تغییر رنگ به طور معناداری کاهش یافت. این کاهش احتمالاً به دلیل فعالیت آنتی اکسیدانی و خواص تثبیت کننده

اسانس در جلوگیری از واکنش‌های تخریبی مؤثر بر رنگ نمونه‌ها بوده است. تغییرات رنگ در ۵ روز اول نگهداری (روز ۱ تا روز ۵) بیشتر از دوره ۵ روز دوم (روز ۵ تا روز ۱۰) بود. این روند کاهش تغییر رنگ در طول زمان، احتمالاً به دلیل کاهش شدت واکنش‌های تخریبی اولیه در روزهای ابتدایی نگهداری بوده است. تیمارهای حاوی غلظت‌های بالاتر اسانس گیاه پنیرک (450ppm و 600ppm) بهترین عملکرد را در کاهش تغییر رنگ نشان دادند. این موضوع نشان می‌دهد که غلظت اسانس نقش مهمی در کنترل تغییرات رنگی داشت. در پژوهش‌های انجام شده توسط سایر محققین نیز در نتایج مشابهی بدست آمده است. (Movahhed et al., 2015; Bernal et al., 2024)

افزودن اسانس گیاه پنیرک به فرمولاسیون نان حجیم تأثیر قابل‌توجهی در کاهش تغییرات رنگ طی نگهداری داشت. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که اسانس گیاه پنیرک می‌تواند به‌عنوان یک افزودنی طبیعی مؤثر برای بهبود پایداری رنگ در محصولات غذایی مورد استفاده قرار گیرد.

نتیجه‌گیری

در این تحقیق خواص آنتی‌اکسیدانی و ضد قارچی اسانس گیاه پنیرک و تأثیر آن بر ماندگاری و خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی نان حجیم حاوی اسانس، طی بازه ۱۰ روزه (روز ۱، ۵ و ۱۰) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج ارزیابی نشان داد که تیمارهای حاوی اسانس گیاه پنیرک بیشترین رطوبت، حجم مخصوص و مقدار فنل کل و کمترین میزان سفتی بافت، قرمزی a^* ، زردی b^* ، روشنایی L^* و جمعیت کپک و مخمر را داشتند.

افزودن اسانس گیاه پنیرک بر روی میزان پروتئین نان تأثیر معنی‌داری نداشت و از لحاظ ویژگی‌های حسی تیمار حاوی 300 ppm اسانس بالاترین امتیاز طعم، بو، رنگ، بافت و پذیرش کلی و تیمار شاهد کمترین امتیاز را از ارزیاب‌ها دریافت کرد. همچنین مدت زمان نگهداری تا روز ۱۰ باعث کاهش میزان رطوبت، پروتئین، مقدار فنل کل، قرمزی a^* ، زردی b^* ، روشنایی L^* و امتیاز حسی تیمارهای نان حجیم شد و میزان سفتی بافت و تعداد کپک و مخمر در طی مدت زمان نگهداری افزایش یافت.

از پژوهش حاضر نتیجه‌گیری می‌شود که افزودن اسانس گیاه پنیرک باعث بهبود کیفیت و خواص فیزیکوشیمیایی، سلامت بخشی، حسی و کاهش بار میکروبی نان حجیم می‌شود. گرچه تیمار حاوی ۶۰۰ ppm اسانس از نظر شاخص‌های رطوبت، حجم مخصوص، فنل کل و سفتی بافت و بار میکروبی تیمار برتر بود ولی امتیاز حسی بسیار کمتری از سایر تیمارها دریافت نمود و لذا تیمار حاوی 300 ppm اسانس به دلیل گرفتن بالاترین امتیاز از ارزیاب‌ها می‌تواند به عنوان تیمار برتر در نظر گرفته شود.

بعلاوه افزودن اسانس گیاه پنیرک به فرمولاسیون نان حجیم تأثیر قابل‌توجهی در کاهش تغییرات رنگ طی نگهداری داشت. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که اسانس گیاه پنیرک می‌تواند به‌عنوان یک افزودنی طبیعی مؤثر برای بهبود پایداری رنگ در محصولات غذایی مورد استفاده قرار گیرد.

با توجه به وجود خواص آنتی‌اکسیدانی و سلامت بخشی عصاره‌ها و اسانس‌های گیاهی، به نظر می‌رسد در صورت تغییر ذائقه افراد جامعه و ترغیب آنان به مصرف مواد غذایی و محصولات پر مصرفی مثل نان که حاوی عصاره‌ها یا اسانس‌های گیاهی با خواص سلامت بخشی باشند، می‌توان تولید این محصولات را افزایش داد و در مسیر بهبود و ارتقا سلامت افراد جامعه گام مثبتی برداشت. بعلاوه با توجه به اعمال دمای پخت در تولید محصول، پیشنهاد می‌گردد تا تجزیه احتمالی ترکیبات اسانس در نان پس از فرایند پخت و سمیت یا عدم سمیت آنها مورد ارزیابی و سنجش قرار گیرد.

منابع

- Abasian Rad, A.H., Salehifar, M. & Mostaghim, T. (2021). The effect of using the bamboo leaf and Oregano (*Mentha logifolia* L.) essential oil on acrylamide content and qualitative characteristics in Zwieback. *Journal of food technology and nutrition*, 18(2 (70), 61-74. <https://sid.ir/paper/951510/en>. [In Persian]
- Ahmed, I. A. M., Alqah, H. A., Saleh, A., Al-Juhaimi, F. Y., Babiker, E. E., Ghafoor, K. & Fickak, A. (2021). Physicochemical quality attributes and antioxidant properties of set-type yogurt fortified with argel (*Solenostemma argel* Hayne) leaf extract. *Lwt*, 137, 110389. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110389>.

Industrial Research, National Standard of Iran, No 37.7th. Revision. [In Persian]

Anon. (2017). Bulk breads -Specifications and test methods. Iran Institute of Standards and Industrial Research, National Standard of Iran, No2338.2 th. Revision. [In Persian]

Axel, C., Zannini, E. & Arendt, E. K. (2017). Mold spoilage of bread and its biopreservation: A review of current strategies for bread shelf life extension. *Critical Reviews in food science and nutrition* 57(16), 3528-3542. <https://doi.org/10.1080/10408398.2016.1147417>.

Azizkhani, S. & Nateghi, L. (2022). Formulation optimization of baguette containing *Ganoderma leucidum*. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*, 18(5), 615-630. <https://doi.org/10.22067/ifstrj.2022.73383.1109>. [In Persian]

Batiha, G. E.-S., Tene, S.T., Teibo, J. O., Shaheen, H. M., Oluwatoba, O. S., Teibo, T. K. A., Al-kuraishy, H. M., Al-Garbee, A. I., Alexiou, A. & Papadakis, M. (2023). The phytochemical profiling, pharmacological activities, and safety of *malva sylvestris*: a review. *Naunyn-Schmiedeberg's Archives of Pharmacology* 396(3), 421-440. <https://doi.org/10.1007/s00210-022-02329-w>

Bahrami, M., Jahani, M. & Aminifard, M. H. (2012). The effect of essential oils of some medicinal plants on the control of *Penicillium* fungus in pomegranate fruit, Fifth National Conference on the Development of New Technologies in Medicinal Plants, Chemistry and Biology. <https://civilica.com/doc/1560338>. [In Persian]

Cottica, S. M., Sabik, H., Bélanger, D., Giroux, H. J., Visentainer, J. V. & Britten, M. (2015). Use of propolis extracts as antioxidant in dairy beverages enriched with conjugated linoleic acid. *European Food Research and Technology*, 241, 543–551. <https://doi.org/10.1007/s00217-015-2483-1>.

Císarová, M., Hleba, L., Medo, J., Tančinová, D., Mašková, Z., Čuboň, J. & Klouček, P. (2020). The in vitro and in situ effect of selected essential oils in vapour phase against bread spoilage toxicogenic *aspergilli*. *Food Control*, 110, 107007. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2019.107007>.

Esmaili, M., Shojaii, S., Abadi, E. & Mirmoghtadaii, L. (2016). Improvement the quality and texture characteristics of fat free sponge cake with aloe vera gel powder. *Iranian Journal of Nutrition Science and Food Technology*, 12(4), 111-119. <http://nsft.sbm.ac.ir/article-1-2300-en.html>[In Persian].

Allipour Birgani, R., Kianirad, A., Takian, A. & Pouraram, H. (2021). Bread Wastage in Iran during 2001-2021: A Systematic Review. *Payesh*, 20 (6), 687-702. <http://payeshjournal.ir/article-1-1739-fa.html>. [In Persian]

Amigo, J. M., del Olmo Alvarez, A., Engelsen, M. M., Lundkvist, H. & Engelsen, S. B. (2016). Staling of white wheat bread crumb and effect of maltogenic α -amylases. Part 1: Spatial distribution and kinetic modeling of hardness and resilience. *Food chemistry*, 208, 318-325. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.02.162>.

Aouadi, G., Haouel, S., Soltani, A., Ben Abada, M., Boushah, E., Elkahoui, S. & Bennadja, S. (2020). Screening for insecticidal efficacy of two Algerian essential oils with special concern to their impact on biological parameters of *Ephestia kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Plant Diseases and Protection*, 127, 471-482. <https://doi.org/10.1007/s41348-020-00340-y>.

Anon. (2011). Chocolate - Cereals and their products - Moisture measurement method. Iran Institute of Standards and Industrial Research, National Standard of Iran, No 2705.1st. Revision [In Persian].

Anon. (2013). Microbiology offood and animalfeeding stuffs-enumeration of yeast and mould-colony counttechnique in products with water activity less than or equal to 0.6. . Iran Institute of Standards and Industrial Research, National Standard of Iran, No 10899-3.1st. Revision [In Persian].

Anon. (2015). Cereals and legumes - Measurement of nitrogen content and calculation of crude protein content - Kajdal method. Iran Institute of Standards and Industrial Research, National Standard of Iran, No 19052. [In Persian].

Anon. (2015). Microbiology of flat breads and pan - specifications and test methods. Iran Institute of Standards and Industrial Research, National Standard of Iran, No 19888. First Edition. [In Persian]

Anon. (2016). Biscuits - Specifications and test methods. Iran Institute of Standards and Fakhfakh, N., Jdir, H., Jridi, M., Rateb, M., Belbahri, L., Ayadi, M. A. & Zouari, N. (2016). The mallow, *Malva aegyptiaca* L. (Malvaceae): Phytochemistry analysis and effects on wheat dough performance and bread quality. *LWT*, 75, 656-662. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.10.015>.

Ghanbari, GH., Seyedain Ardebili, S.M. & Diyanat, M. (2022). Investigation on the Effect of Green Tea Hydroalcoholic Extract on the

Dough Rheological Properties and Staling of Barbari Bread. Journal of food technology and nutrition, 19(1(73)), 75-90. <https://sid.ir/paper/951324/en>. [In Persian]

Habibian, S., Sadeghi, H., Rahimi, R. & Ebrahimi, A. (2017). The evaluation of antifungal effects of althaea officinalis and syzygium aromaticum aqueousextracts against penicillium spp and aspergillus spp isolates. Veterinary researches biological products, 30(2 (115)), 147-152. SID. <https://sid.ir/paper/200780/en>. [In Persian]

Hamzehie, M. & Roomiani, L. (2023) Antimicrobial and Antioxidant Effects of Essential Oil Nanoemulsion of Heracleum persicum on Quality and Shelf-life of Shrimp Nuggets. Iranian Journal of Nutrition Sciences and Food Technology, 18(2), 97-110. <http://nsft.sbm.ac.ir/article-1-3618-en.html> [In Persian]

Hedayat Saatloo, A., Khosrow Shahi, A. & Zomorodi, Sh. (2024). Production of Functional Fruit Yogurt from Buffalo Milk by Addiong Mallow Powder(Malva sylvestris). Journal of Innovation in Food Science and Technology, 16(2),77-89. DOI: 10.30495/jfst.2022.1943724.1763. [In Persian]

Hoseinzadeh, F. & Shirazinejad, A. (2019). Study of antioxidant and antimicrobial properties of grape seed extract and evaluation of its sensory characteristics in sponge cake. FSCT, 15 (85):165-178. <http://fsct.modares.ac.ir/article-7-12704-fa.html>. [In Persian]

Hosseini Khabazi, S., Mansouripour, S. & Saremnezhad, S. (2023).The effect of propolis extract as a valuable natural additive on the quality characteristics of toast bread. Food Science & Nutrition. 11(9), 5438-5445. <https://doi.org/10.1002/fsn3.3500>.

Kahramanoğlu, İ., Chen, C., Chen, J. & Wan, C. (2019). Chemical constituents, antimicrobial activity, and food preservative characteristics of Aloe vera gel. Agronomy, 9(12), 831. <https://doi.org/10.3390/agronomy9120831>.

Keshavarz, Z., Niazmand, R. & Aryanfar, A. (2018). Effect of sesame oil and unsaponifiable materials on reduction of acrylamide in fried potato slices. Journal of Food Science and Technology, 7(1), 1-12. http://journals.rifst.ac.ir/article_66538_df276de1e52b33039229eb7f8c25974b.pdf. [In Persian]

Moradi, S. & Zekavati, R. (2023). Assesment of the effect of aloe vera gel on the shelf life of pear fruit and its effect on fungi Penicillium expansum and Aspergillus niger. Journal of food science and technology(Iran) 19(133): 369-382.

Morris, C. & Morris, G. A. (2012). The effect of inulin and fructo-oligosaccharide supplementation on the textural, rheological and sensory properties of bread and their role in weight management: A review. Food chemistry, 133(2), 237-248. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.01.027>.

Movahhed, S., Namazi Shendi, M. & Mostaghim, T. (2015). Effect of Hazelnut Testa on Quality and Organoleptic Properties of Baguette Bread. Innovative Food Technologies, 3(1), 85-92. <https://doi.org/10.22104/jift.2015.232>. [In Persian]

Muñoz-Bernal, Ó. A., Coria-Oliveros, A. J., Vazquez-Flores, A. A., Subiria-Cueto, C. R., De La Rosa, L. A., de la Luz Reyes-Vega, M., Rodrigo-García,J., Martínez-Ruiz,N.D.R. & Alvarez-Parrilla, E. (2024). Functional and sensory evaluation of bread made from wheat flour fortified with wine byproducts. Food Production, Processing and Nutrition, 6(1), 94. <https://doi.org/10.1186/s43014024002713>.

Namazi, P., Barzegar, H., Alizadeh behbahani, B. & Mehrnia, M. A. (2021). A review of the use of essential oils and natural extracts in the food industry. In Proceeding of the 27th National Congress of Iranian Food Science and Industry: Iran. <https://civilica.com/doc/1156391> [In Persian]

Piechowiak, T., Grzelak-Błaszczczyk, K., Bonikowski, R. & Balawejder, M. (2020). Optimization of extraction process of antioxidant compounds from yellow onion skin and their use in functional bread production. LWT-Food Science and Technology, 117, 108614. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108614>.

Pourhaji, F., sahraian, B. & Haghayegh, G. H. (2021). Evaluation of antioxidant activity and antimicrobial effect of Malva extract (Malva sylvestris L.) in traditional Lahijan cookies (based on wheat-millet flour). FSCT, 18 (119), 243-258. <http://fsct.modares.ac.ir/article-7-48112-fa.html>. [In Persian]

Procházková, N., Venlet, N., Hansen, M. L., Lieberoth, C. B., Dragsted, L. O., Bahl, M. I. & Roager, H. M. (2023). Effects of a wholegrain-rich diet on markers of colonic fermentation and bowel function and their associations with the gut microbiome: a randomised controlled cross-over trial. Frontiers in Nutrition, 10, 1187165. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1187165>.

Rezaei Savadkouhi, N., Ariaii, P. & Charmchian Langerodi, M. (2020). The effect of encapsulated plant extract of hyssop (Hyssopus officinalis L.) in biopolymer nanoemulsions of

Lepidium perfoliatum and *Orchis mascula* on controlling oxidative stability of soybean oil. Food Science & Nutrition, 8(2), 1264-1271. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1415>.

Sadeghi Dehkordi, Z., Bazargani-Gilani, B. & Salari, S. (2017). Quality of flour types, in the bakeries of Hamedan, Iran during 2015-2016. Archives of Hygiene Sciences, 6(2), 206-213. <https://dx.doi.org/10.29252/ArchHygSci.6.2.206>.

Shafiee Jam, R. & Lakzadeh, L. (2021). Investigation of the synergistic effect of *Satureja hortensis* essential oil and inulin on the increase of the shelf life and quality of taftoon bread. Journal of food research (University of tabriz),

31(2), 89-100. SID. <https://sid.ir/paper/954688/en>. [In Persian]

Tabaraki, R., Yosefi, Z. & Asadi Gharneh, H. A. (2012). Chemical composition and antioxidant properties of *Malva sylvestris* L. Journal of Agriculture Research, 8(1): 59 -68. SID. <https://sid.ir/paper/115219/en>. [In Persian]

Tahanejad, M., Barzegar, M., Sahari, M.A. & Naghdibadi, H. (2012). Evaluation of antiradical activity of *malva sylvestris* extract and its application in oil system. Journal of medicinal plants, 11(42), 86-97. SID. <https://sid.ir/paper/15308/en>. [In Persian]

Investigating the Effect of *Malva Sylvestris* L. Essential Oil on the Shelf Life, Physicochemical and Sensory Properties of Bulky Bread

S. Fetros^a, F. Hosseinmardi^{b*}, A. Rahman^c

^a MSc of the Department of Food Science & Technology, ShQ.C., Islamic Azad University, Tehran, Iran.

^b Lecturer of the Department of Food Science & Technology, ShQ.C., Islamic Azad University, Tehran, Iran.

^c Assistant Professor of the Department of Food Science & Technology, ShQ.C., Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Received: 14 January 2025

Accepted: 12 September 2025

Abstract

Introduction: Today, healthy food products have attracted more and more attention from consumers, prompting researchers to introduce a variety of products using essential oils and plant extracts. *Malva sylvestris* L. is a medicinal plant native to Iran that is used in traditional medicine due to its anti-inflammatory, antioxidant, and antifungal properties. In the present study, the antioxidant and antifungal properties of *Malva sylvestris* essential oil and its effect on the physicochemical, sensory, and shelf life of bread were investigated.

Materials and Methods: In addition to determining the minimum inhibitory and fungicidal concentration of *Malva sylvestris* essential oil, it was added to Dough formulation at concentrations of 0, 150, 300, 450, and 600 ppm and its effect on the shelf life, physicochemical, and sensory properties of the product was investigated over a period of 10 days (days 1, 5, and 10).

Results: In treatments containing essential oil as compared to the control, significant improvements were observed in the qualitative indices of moisture, specific volume, antioxidant properties, total phenol content, and tissue firmness. However, the indices of redness (a*), yellowness (b*), and brightness (L*) of the treatments decreased significantly. The mold and yeast population was also significantly lower than the control sample. In sensory evaluation of the samples, the treatment containing 300 ppm essential oil received the highest score for taste, odor, color, texture, and overall acceptance, and the control treatment received the lowest score from the evaluators. Also, during bread storage up to day 10, a decrease in moisture, protein, antioxidant properties, total phenol content, redness (a*), yellowness (b*) and brightness (L*), and sensory score and an increase in texture firmness and mold and yeast populations were observed in bulk bread treatments ($p < 0.05$).

Conclusion: By adding *Malva Sylvestris* L. essential oil to bread, a product with greater healthiness and better shelf life can be produced.

Keywords: Antioxidant, Bulky Bread, Essential Oil, *Malva Sylvestris* L., Microbial.

* Corresponding Author: fatemeh.hosseinmardi@iau.ac.ir