Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Food Processing and Preservation Journal

Print ISSN: 2423-3544
Online ISSN: 2423-3803

Iranian Association of Food Scientists and Technologists

Investigation of the chemical characteristics of *Mentha spicata* L. essential oil and the possibility of using it in mayonnaise as a natural antioxidant

Farzaneh Taherimanesh[1], Mohammad Hojjati[2*], Hassan Barzegar[3], Mohammadamin Mehrnia[3], Behrooz Alizadeh Behbahani[3]

[1]MSc Graduate, Department of Food Science and Technology, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran

[2]Professor, Department of Food Science and Technology, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran, Email: hojjati@asnrukh.ac.ir

[3]Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran

Article Info

Article type:
Research Full Paper

Article history:
Received: 2024-6-19
Revised: 2024-7-24
Accepted: 2024-8-25

Keywords:
Mayonnaise
Essential oil
Gas chromatography-Mass spectrometry
Antioxidant activity
Preservative

ABSTRACT

Background and Objectives: Nowadays, there is a growing demand for artificial preservative-free food products due to concerns about their adverse effects. In recent years, numerous studies have led to the identification of various natural compounds that have the potential to be used as preservatives in a variety of food products. For instance, plant metabolites, such as the essential oils of aromatic plants, possess antioxidant and antimicrobial properties. These attributes have led to their widespread use in various industries, particularly in the food industry. Mayonnaise is one of the most popular and widely used sauces in the world, applied to prepare a variety of foods, such as salads and sandwiches. Due to the absence of thermal processing and the use of chemical artificial preservatives in mayonnaise, it is advisable to consume it in moderation and with caution. The aim of this study was to investigate the possibility of using *Mentha spicata* L. essential oil in the formulation of mayonnaise as a natural antioxidant and its effects on some physicochemical and microbiological properties of mayonnaise.

Materials and Methods: Fresh *M. spicata* leaves were collected from the northern part of Iran and dried. The essential oil was extracted by distillation with water using a Clevenger device, and its volatile components were identified and measured by gas chromatography-mass spectrometry (GC/MS). The total phenolic content of the essential oil was determined by the Folin-Ciocalteu method. In addition, the free radical scavenging activity of the essential oil was evaluated by DPPH and ABTS assays, using BHT as a synthetic antioxidant as a reference. The minimum inhibitory concentration (MIC) of the essential oil was assessed against Gram-positive (*Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, and *Listeria innocua)* and Gram-negative (*Escherichia coli*, *Salmonella typhi*, and *Pseudomonas aeruginosa*) bacteria. *M. spicata* essential oil was added to the mayonnaise sauce in different concentrations (500, 1000, and 2000 ppm), and its antioxidant activity was investigated under accelerated oxidation conditions (90 °C) for seven days. In

current research, the peroxide, acid, and thiobarbituric acid values of mayonnaise samples containing concentrations of 500, 1000, and 2000 ppm of M. spicata essential oil were calculated. Then, they were compared with sauce samples containing concentrations of 100 and 200 ppm of BHT artificial preservative.

Results: Thirty-two compounds were identified in the essential oil by GC-MS, and the results showed that carvone (57.01%), d-limonene (16.79%), 1,8-cineole (7.56%), and beta-caryophyllene (2, 10%) were the main components of *M. spicata* essential oil. The total phenolic contents of the essential oil were found to be 0.246 mg of gallic acid per gram (dry weight). The tests performed for peroxide, acidity, and thiobarbituric acid values showed that the use of high concentrations of the essential oil can be a favorable alternative to artificial antioxidants in mayonnaise. Additionally, the results of the antibacterial activity demonstrated that the diameter of the microbial growth inhibition zone of pathogenic Gram-positive *B. cereus* and *S. aureus* strains was greater than the Gram-negative strains of *P. aeruginosa*, *E. coli*, and *S. typhi*. However, among the pathogenic Gram-positive strains, *L. innocua* strain had the smallest microbial growth inhibition zone. Furthermore, the results of sensory evaluation showed that the essential oil concentrations of up to 1000 ppm had no significant effect on the sensory characteristics of mayonnaise.

Conclusion: Based on the findings of this study, it is possible to propose the use of *M. spicata* essential oil, known for its mild and pleasant aroma, as a natural antioxidant to prevent oil oxidation and extend the shelf life of mayonnaise.

Cite this article: Taherimanesh, F., Hojjati, M., Barzegar, H., Mehrnia, M.A., Alizadeh Behbahani, B. 2024. Investigation of the chemical characteristics of *Mentha spicata* L. essential oil and the possibility of using it in mayonnaise as a natural antioxidant. *Food Processing and Preservation Journal*, 16(3), 79-100.

Authors retain the copyright and full publishing rights"

DOI: 10.22069/fppj.2024.22555.1817
Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

فرآوری و نگهداری مواد غذایی
شاپا چاپی: ۳۵۴۴-۲۴۲۳
شاپا الکترونیکی: ۳۸۰۳-۲۴۲۳

بررسی ویژگی‌های شیمیایی اسانس *Mentha spicata* L. و امکان استفاده از آن به‌عنوان آنتی‌اکسیدان طبیعی در سس مایونز

فرزانه طاهری منش[۱]، محمد حجتی[۲*]، حسن برزگر[۳]، محمدامین مهرنیا[۳]، بهروز علیزاده بهبهانی[۳]

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران
[۲]استاد، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران، رایانامه: hojjati@asnrukh.ac.ir
[۳]دانشیار، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی-پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۳/۳۰
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۳/۰۵/۰۳
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۶/۰۴

واژه‌های کلیدی:
سس مایونز
اسانس
گاز کروماتوگرافی متصل به طیف‌سنج جرمی
فعالیت آنتی‌اکسیدانی
نگهدارنده

چکیده

سابقه و هدف: امروزه تقاضای روبه‌رشد مصرف‌کنندگان برای موادغذایی عاری از مواد نگهدارنده مصنوعی که ناشی از نگرانی در مورد آثار نامطلوب آن‌ها است، وجود دارد. در سال‌های اخیر، محققان ترکیبات طبیعی مختلفی را شناسایی کرده و پتانسیل آن‌ها را به‌عنوان نگهدارنده در طیف وسیعی از محصولات غذایی مورد بررسی قرار داده‌اند. متابولیت‌های گیاهی، مانند اسانس‌های موجود در گیاهان معطر، دارای خواص آنتی‌اکسیدانی و ضدمیکروبی هستند که این ویژگی‌ها باعث استفاده گسترده در صنایع مختلف، به‌ویژه در موادغذایی شده است. سس مایونز، یکی از محبوب‌ترین و پرمصرف‌ترین سس‌ها در سراسر جهان است که برای تهیه انواع غذاها مانند سالاد و ساندویچ استفاده می‌شود. به دلیل عدم استفاده از فرآیند حرارتی و استفاده از نگهدارنده‌های شیمیایی مصنوعی در سس مایونز، مصرف آن در حد اعتدال و بااحتیاط توصیه می‌شود. هدف از انجام پژوهش حاضر شناسایی ترکیبات شیمیایی و ویژگی‌های اسانس گیاه سوسن عنبر و بررسی امکان استفاده از این اسانس معطر به‌عنوان آنتی‌اکسیدان طبیعی در سس مایونز و آثار آن بر برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و میکروبی مایونز بود.

مواد و روش‌ها: برگ‌های تازه سوسن عنبر از شمال ایران جمع‌آوری و خشک گردید. سپس استخراج اسانس آن به کمک دستگاه کلونجر و به روش تقطیر با آب انجام گرفت. ترکیبات فرّار اسانس با استفاده از کروماتوگرافی گازی متصل به طیف‌سنج جرمی(GC/MS) شناسایی و اندازه‌گیری شد. مقدار فنل کل اسانس با استفاده از روش فولین-سیوکالتو ارزیابی شد. همچنین فعالیت آنتی رادیکالی اسانس با استفاده از آزمون‌های DPPH و ABTS در مقایسه با آنتی‌اکسیدان مصنوعی BHT بررسی گردید. حداقل غلظت بازدارندگی اسانس بر باکتری‌های گرم مثبت (*استافیلوکوکوس اورئوس*، *باسیلوس سرئوس* و *لیستریا اینوکوا*) و گرم منفی (*سالمونلا تیفی*، *اشرشیا کلی* و *سودوموناس آئروژینوزا*) موردبررسی قرار گرفت. اسانس

سوسن عنبر در غلظت‌های مختلف (۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ ppm) به سس مایونز اضافه و فعالیت آنتی‌اکسیدانی آن در شرایط اکسیداسیون تسریع شده (دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد) طی دوره هفت‌روزه بررسی شد. در این پژوهش، عدد پراکسید، عدد اسیدی و عدد اسید تیوباربیتوریک نمونه‌های مایونز حاوی غلظت‌های ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ ppm اسانس سوسن عنبر مورد ارزیابی قرار گرفتند. سپس با نمونه‌های سس حاوی غلظت‌های ۱۰۰ و ۲۰۰ ppm از نگهدارنده مصنوعی BHT مقایسه شدند.

یافته‌ها: ۳۲ ترکیب از اسانس سوسن عنبر با کروماتوگرافی گازی متصل به طیف‌سنج جرمی شناسایی شد و نتایج نشان داد که کارون(۵۷.۰۱٪)، دی لیمونن (۱۶.۷۹٪)، ۱ و ۸-سینئول (۷.۵۶٪) و بتاکاریوفیلن (۲.۱۰٪) بیشترین ترکیبات شناسایی‌شده در اسانس بودند. حداکثر مقدار کل ترکیبات فنلی موجود در اسانس ۲۴۶.۰ میلی‌گرم اسید گالیک در هر گرم ماده خشک به دست آمد. آزمایش‌های انجام‌شده برای اعداد پراکسید، اسیدیته و اسید تیوباربیتوریک نشان داد که اسانس سوسن عنبر، زمانی که در غلظت‌های بالا استفاده می‌شود، می‌تواند جایگزینی مطلوب برای آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی در مایونز باشد. نتایج حاصل از فعالیت ضدمیکروبی نشان داد که قطر هاله عدم رشد میکروبی برای سویه‌های بیماری‌زا گرم مثبت *باسیلوس سرئوس* و *استافیلوکوس اورئوس* نسبت به سویه‌های گرم منفی *سودوموناس ائروژینوزا*، *اشرشیا کلی* و *سالمونلا تیفی* بیشتر است. درحالی‌که، در میان سویه‌های بیماری‌زای گرم مثبت، سویه بیماری‌زا *لیستریا اینوکوا* قطر هاله عدم رشد کم‌تری داشت. همچنین نتایج ارزیابی حسی نشان داد که غلظت‌های تا ۱۰۰۰ ppm اسانس سوسن عنبر اثر معناداری بر ویژگی‌های ارگانولپتیکی مایونز نداشتند.

نتیجه‌گیری: بر اساس یافته‌های این پژوهش، می‌توان اسانس سوسن عنبر را که حاوی عطر ملایم و مطلوبی است، به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدان طبیعی جهت جلوگیری از اکسایش روغن و افزایش عمر نگهداری سس مایونز پیشنهاد داد.

استناد: طاهری منش، فرزانه؛ حجتی، محمد؛ برزگر، حسن؛ مهرنیا، محمدامین؛ علیزاده بهبهانی، بهروز. (۱۴۰۳). بررسی ویژگی‌های شیمیایی اسانس *Mentha spicata* L. و امکان استفاده از آن به‌عنوان آنتی‌اکسیدان طبیعی در سس مایونز. *فرآوری و نگهداری مواد غذایی*، ۱۶ (۳)، ۱۰۰-۷۹.

CC BY

DOI: 10.22069/fppj.2024.22555.1817
ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

"حق نشر و حقوق کامل انتشار برای نویسندگان محفوظ است".

مقدمه

گیاهان معطر به‌واسطه‌ی دارا بودن ترکیبات فنلی طبیعی خود، از خواص آنتی‌اکسیدانی قوی برخوردار هستند. آن‌ها علاوه بر فعالیت آنتی اکسیدانی، دارای فعالیت‌های زیستی مهم دیگری هستند که می‌توانند جایگزین مناسبی برای افزودنی‌های مصنوعی باشند (۱). اسیدآسکوربیک، بتاکاروتن همراه با سایر کاروتنوئیدها و اکسی‌کارتنوئیدها مانند لیکوپن‌ها ازجمله منابع آنتی‌اکسیدانی موجود در منابع غذایی به شمار می‌روند (۲).

ترکیبات فنلی به دلیل ساختار شیمیایی خاص خود، قدرت احیاء کنندگی بالایی داشته و قادر به خنثی کردن رادیکال‌های آزاد به‌طور موثری هستند (۳). اسانس‌ها ترکیب‌های معطری هستند که از اندام‌های مختلف گیاهان مانند دانه، ریشه، جوانه، پوست، شاخه، غنچه و گل تهیه می‌شوند (۴). بررسی‌های مختلف نشان داده است که آثار ضدمیکروبی اسانس‌ها به ترکیبات فنلی موجود در آن‌ها مرتبط می‌باشد. کارواکرول[1]، سینام آلدئید[2]، اوژنول[3]، تیمول[4] و پی سئمین[5] از جمله‌ی ترکیبات فنلی موجود در اسانس‌ها هستند (۵). جایگزین کردن عصاره‌ها و اسانس‌های گیاهی به‌جای مواد نگهدارنده شیمیایی و مصنوعی روشی ایمن و طبیعی برای افزایش ماندگاری مواد غذایی بوده و می‌توانند خطرها و عوارض جانبی ناشی از مصرف این مواد را تا حد قابل توجهی کاهش دهند (۶).

مایونز، امولسیون نیمه جامد روغن در آب است که حاوی زرده تخم‌مرغ، نمک، سرکه، روغن، مواد قوام دهنده و طعم‌دهنده نظیر خردل است و احتمالاً یکی از قدیمی‌ترین و پرمصرف‌ترین سس‌های موجود در جهان است (۷). سس مایونز به دلیل pHپایین و چربی بالا، نسبت به فساد میکروبی بسیار پایدار است (۸). اکسیداسیون روغن‌ها و چربی‌ها، مهم‌ترین عامل تخریب غذاهایی با چربی بالا است. در نتیجه اکسیداسیون روغن، ترکیبات فراری تشکیل شده که آستانه بویایی پایینی داشته و می‌توانند روی ویژگی‌های حسی روغن‌ها و محصولات حاوی روغن تأثیر بگذارند (۹). اکسیداسیون، فرآیندی مخرب است که نه‌تنها ویژگی‌های حسی بلکه سلامت و ارزش تغذیه‌ای مواد غذایی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. این فرآیند، عامل از بین رفتن مواد مغذی مانند ویتامین‌ها بوده و با تولید ترکیبات مضر می‌تواند سلامت انسان را به مخاطره اندازد (۱۰).

امروزه به دلیل اثرات نامطلوب نگه‌دارنده‌های سنتزی، اکثر مصرف‌کنندگان موادغذایی، خواستار استفاده از نگه‌دارنده‌های طبیعی مشتق شده از منابع گیاهی، حیوانی و میکروبی هستند تا علاوه بر افزایش زمان ماندگاری غذا از اثرات زیان‌بار نگه‌دارنده‌های شیمیایی مصون باشند (۱۱). این خواسته همراه با قوانین موجود در استفاده از نگه‌دارنده‌های مصنوعی، موجب گسترش دامنه تحقیقات برای یافتن مواد طبیعی با خصوصیات ضدمیکروبی و آنتی‌اکسیدانی شده است. ازجمله ترکیبات طبیعی که امروزه به‌طور فزاینده‌ای در موادغذایی مورد بررسی و استفاده قرارگرفته، اسانس‌ها، ادویه‌ها و گیاهان می‌باشند که نه‌تنها مانع رشد میکروب‌ها می‌شوند بلکه به‌عنوان طعم‌دهنده در موادغذایی کاربرد فراوانی دارند (۱۲). پژوهش‌های مختلفی جهت استخراج آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی و بررسی ویژگی‌های ضد باکتریایی، ضد قارچی و پایداری اکسایشی عصاره و اسانس گیاهان مختلف روی سس مایونز ازجمله عصاره فلفل سیاه و زنجبیل (۱۳)، ریحان (۱۴)، ترخون (۱۵)، پونه کوهی

[1] Carvacrol
[2] Cinnamaldehyde
[3] Eugenol
[4] Thymol
[5] p_Cymene

(۱۶)، بومادران (۱۷)، اسانس آویشن شیرازی (۱۸)، عصاره‌ی پنیرک و نعناع (۱۹)، توکوفرول و اسانس رزماری (۲۰) و اسانس خردل میکروکپسوله شده (۲۱) صورت گرفته و نتایج این پژوهش‌ها نشان داده است که عصاره‌ها و اسانس‌ها می‌توانند به‌عنوان آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی و جایگزین انواع آنتی‌اکسیدان‌های شیمیایی در سس مایونز مورد استفاده قرار گیرند.

سوسن عنبر (*Mentha spicata* L.)، با نام عمومی Peppermint و نام محلی سرسم که در فارسی نعناع دشتی و پونه سنبله‌ای هم خوانده می‌شود از خانواده نعناعیان است. سوسن عنبر، گیاهی چندساله، علفی، پایا، با ساقه‌های چهارگوش و برگ‌های متقابل و دندانه‌دار که پوشیده از کرک و بدون دم برگ هستند و معمولاً از طریق ساقه‌های زیرزمینی یا ریزوم‌ها تکثیر پیدا می‌کند. این گیاه به دلیل دارا بودن خواص دارویی ارزشمند، کاربرد زیادی در صنایع غذایی، آرایشی-بهداشتی و داروسازی دارد. از مهم‌ترین ترکیبات اصلی اسانس این گیاه می‌توان به کاروون[1]، لیمونن[2]، آلفاپینن[3]، میرسن[4]، بتابوربونن[5]، سیس دی دی هیدروکاروون، هیدروکارویل استات[6]، پولگون[7] و و ترانس کاریوفیلن[8] اشاره نمود (۲۲). سوسن عنبر ضد نفخ، ادرارآور و ضد اسپاسم است (۲۳) که می‌تواند برای درمان زخم‌های سطحی ناشی از سوءهاضمه، سزارین و سندرم روده تحریک پذیر[9] مفید باشد (۲۴). همچنین در فرهنگ عامه، از آن به عنوان یک داروی گیاهی برای درمان سرماخوردگی، آنفولانزا، مشکلات دستگاه تنفسی، دل‌درد، هموروئید و درد معده استفاده می‌شود (۲۵ و ۲۶). بررسی منابع نشان داد که تاکنون پژوهشی در مورد استفاده از اسانس گیاه سوسن عنبر به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدان طبیعی انجام نشده است. بنابراین هدف از انجام این پژوهش، استخراج اسانس گیاه سوسن عنبر و بررسی خصوصیات زیست فعالی آن و امکان استفاده از آن به‌عنوان آنتی‌اکسیدان طبیعی در پایداری اکسایشی سس مایونز بود.

مواد و روش‌ها

گیاه سوسن عنبر، از منطقه شیرگاه در استان مازندران در پاییز سال ۱۴۰۰ جمع‌آوری شد. مواد اولیه تهیه مایونز شامل روغن مایع مخصوص پخت‌وپز اویلا حاوی ویتامین D_3 (گروه صنعتی گلرنگ ایران)، سرکه سفید بیدستان (قزوین)، شکر، نمک، پودر فلفل سفید، پودر خردل و تخم‌مرغ از بازار محلی اهواز تهیه گردیدند.DPPH [10]، معرف فولین سیوکالتو، اسیدگالیک، ABTS، پرسولفات پتاسیم، پتاسیم یدید، تری‌کلرواستیک اسید و تیوباربیتوریک اسید (سیگمای آمریکا)، کربوکسی متیل سلولز (شرکت کارگام پارسیان، تهران)، آنتی‌اکسیدان BHT[11]، کربنات سدیم و تیوسولفات سدیم (مرک، آلمان)، محلول کلروفرم، اسید استیک و اتانول (سامچون کره‌ی جنوبی) با خلوص بالا خریداری گردیدند.

سویه‌های میکروبی: سویه‌های میکروبی شامل *اشرشیا کلی* (ATCC 25922)، *لیستریا اینوکو* (ATCC 33090)، *استافیلوکوکوس اورئوس* (ATCC 25923)، *باسیلوس سرئوس* (ATCC 14579)، *سالمونلا تیفی* (ATCC 14028) و *سودوموناس*

[1] Carvone
[2] Limonene
[3] Alpha-Pinene
[4] Myrcene
[5] β -Bourbonene
[6] Dihydrocarvyl acetate
[7] Pulegone
[8] Trans-Caryophyllene
[9] Irritable bowel syndrome

[10] 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl
[11] Butylated hydroxytoluene

ائروژینوزا (ATCC 27853) بودند که از کلکسیون میکروبی گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان تهیه شدند.

استخراج اسانس: برگ‌های گیاه سوسن عنبر در سایه و به مدت یک هفته خشک و با استفاده از آسیاب برقی (شرکت پارس خزر، مدل GR-123P، ساخت ایران) به پودر تبدیل شدند. اسانس گیری از ۳۰۰ گرم پودر خشک شده گیاه با استفاده از روش تقطیر با آب (۱ لیتر آب) و به کمک دستگاه کلونجر به مدت زمان ۴ ساعت انجام پذیرفت (۲۷).

شناسایی ترکیبات اسانس: شناسایی ترکیبات اسانس استخراج شده با تزریق ۰/۵ میکرولیتر اسانس استخراجی به دستگاه کروماتوگرافی گازی مدل Agilent 6890A ساخت کشور چین حاوی ستون HP5 (طول ۳۰ متر، قطر داخلی ۲۵۰ میکرومتر و ضخامت فاز ثابت ۰/۲۵ میکرومتر) متصل به طیف‌سنج جرمی مدل Agilent 5975 انجام پذیرفت. برنامه دمایی ستون به این طریق تنظیم گردید: دمای ابتدایی آن ۵۰ درجه سانتی‌گراد بود و دما با سرعت ۵ درجه سانتی‌گراد در دقیقه تا رسیدن به دمای ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد افزایش یافت و در این دما یک دقیقه باقی ماند و سپس دما با سرعت ۱۰ درجه سانتی‌گراد در دقیقه تا رسیدن به دمای ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد افزایش یافت و یک دقیقه در این دما توقف نمود .گاز هلیوم با سرعت جریان یک میلی‌لیتر در دقیقه به‌عنوان گاز حامل به کار گرفته شد و دمای محفظه تزریق ۲۴۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم گردید. شناسایی نوع ترکیبات اسانس با کمک طیف نرمال آلکان‌ها (C_8-C_{24}) و به دست آوردن شاخص بازداری آن‌ها و مقایسه با شاخص کواتز (KI) گزارش شده ترکیبات در نرم‌افزار NIST05 و مقایسه طیف جرمی هریک از اجزای ترکیبات اسانس با طیف جرمی در کتابخانه wiley7n.1 موجود در دستگاه GC/MS صورت پذیرفت (۲۷).

آماده‌سازی نمونه مایونز: جهت تولید سس مایونز از ۶۵٪ روغن، ۱۳/۸۵٪ تخم‌مرغ، ۷/۷٪ سرکه، ۸/۲٪ آب، ۱/۵٪ نمک، ۳/۸۵ ٪ شکر، ۰/۲٪ کربوکسی متیل سلولز و ۰/۳٪ خردل استفاده شد. در ابتدا تخم‌مرغ‌ها کاملاً بهم زده شد و بقیه مواد جامد به آن اضافه گردید. سپس مخلوط سرکه و آب اضافه شده و مجدداً مخلوط شدند. درحالی‌که به‌طور مداوم هم زده می‌شد روغن به آرامی اضافه و تا زمان به دست آمدن یک امولسیون یکنواخت هم زدن ادامه یافت.

در این آزمون از اسانس سوسن عنبر با غلظت‌های ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ ppm در روغن به‌کاررفته در مایونز (روغن فاقد آنتی‌اکسیدان) به‌جای آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی استفاده شد؛ همچنین یک نمونه‌ی شاهد بدون آنتی‌اکسیدان و دو نمونه به همراه آنتی‌اکسیدان مصنوعیTBHQ (در غلظت‌های ۱۰۰ و ۲۰۰ ppm) در نظر گرفته شد (۲۸).

جداسازی روغن از مایونز: به منظور بررسی اثر آنتی‌اکسیدانی غلظت‌های مختلف اسانس سوسن عنبر بر سس مایونز، می‌بایست امولسیون سس شکسته شده و روغن آن جدا گردد. بدین منظور از روش لاگونز گالوز و همکاران (۲۰۰۲)، استفاده شد. ابتدا سس مایونز در دمای ۷۰- درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت منجمد و سپس با قرار گرفتن در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت انجماد زدایی انجام شد و در نهایت با استفاده از دستگاه سانتریفیوژ به‌مدت ۲۰ دقیقه با سرعت ۴۰۰۰ دور در دقیقه روغن آن جداسازی گردید (۲۹).

آزمون‌های پیشرفت اکسیداسیون مایونز: به‌منظور سرعت بخشیدن به روند اکسیداسیون بر اساس روش نوروزی و همکاران (۱۳۹۶)، نمونه‌های روغن جداشده از مایونز در دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد

گرمخانه‌گذاری شد و طی هفت روز متوالی (روزهای ۰، ۱، ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶) میزان پیشرفت اکسیداسیون با آزمون‌های عدد پراکسید، تیوباربیتوریک اسید و عدد اسیدی مورد بررسی قرار گرفت. برای اندازه‌گیری اندیس پراکسید از روش AOCS شماره Cd8-53، اندیس عدد تیوباربیتوریک اسید از روش AOCS شماره Cd19-90 و عدد اسیدی از روش AOCS شماره Cd3a-63 استفاده گردید.

تعیین محتوی فنل کل اسانس: میزان فنل کل اسانس گیاه سوسن عنبر با استفاده از روش فولین–سیوکالتو اندازه‌گیری شد. در این روش به ۰/۵ میلی‌لیتر از فاز استخراجی مورد نظر، ۲/۵ میلی‌لیتر معرف فولین–سیوکالتو (رقیق شده با آب مقطر به نسبت ۱ به ۱۰) به هر لوله اضافه گردید و به مدت ۳۰ ثانیه به‌وسیله ورتکس هم زده شدند سپس ۲ میلی‌لیتر از محلول ۷/۵ درصد کربنات سدیم به آن اضافه شده و پس از ۳۰ ثانیه نگهداری در تاریکی میزان جذب هر کدام از نمونه‌ها در طول‌موج ۷۶۵ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (Cambridge, UK , WPA, BiowaveII,Biochrom) خوانده شد (۳۰).

ارزیابی فعالیت آنتی‌اکسیدانی به روش DPPH: به‌منظور ارزیابی پتانسیل ضد اکسایشی اسانس، از روش رایج احیاء رادیکال‌های آزاد DPPH استفاده شد. به همین منظور یک میلی‌لیتر از محلول متانولی DPPH به ۳ میلی‌لیتر از نمونه‌های مورد آزمایش با غلظت‌های مختلف اسانس (۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ ppm) و نیز آنتی‌اکسیدان مصنوعی BHT (۱۰۰ و ۲۰۰) افزوده و مخلوط حاصله به‌شدت هم زده شد. پس از ۳۰ دقیقه نگهداری در تاریکی جذب نمونه‌ها در طول‌موج ۵۱۷ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر خوانده شد. در نهایت درصد مهار رادیکال‌های آزاد DPPH با استفاده ۵۰٪ بازدارندگی (IC_{50}) گزارش گردید (۳۱). در این آزمایش از آنتی‌اکسیدان BHT به‌عنوان نمونه‌ی کنترل مثبت استفاده شد (۲۹).

ارزیابی فعالیت آنتی‌اکسیدانی به روش مهار رادیکال ABTS: ابتدا یک محلول ۱:۱ از اختلاط ۲ محلول پایه ABTS (۷ میلی‌مولار) و پرسولفات (۴۵.۲ میلی‌مولار) تهیه و به مدت ۱۲ ساعت در دمای اتاق و در یک مکان تاریک قرار گرفت. سپس محلول حاصل با متانول به نسبت ۱:۳۰ رقیق و پس‌ازآن میزان ۲۰ میکرولیتر از هر نمونه‌ی مورد آزمایش به دو میلی‌لیتر محلول تازه تهیه شده‌ی ABTS افزوده شد. سپس جذب در طول‌موج ۷۳۴ نانومتر خوانده شده و درصد بازدارندگی نمونه از طریق رابطه (۱) محاسبه و گزارش گردید(۳۲).

$$I\% = \left(\frac{A_{blank}-A_{sample}}{A_{blank}}\right) \times 100 \qquad \text{رابطه (۱)}$$

تهیه استاندارد نیم مک فارلند و سوسپانسیون میکروبی: برای تهیه‌ی کشت تازه، ابتدا تمامی سویه‌های میکروبی در محیط کشت مولر هینتون آگار و در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت کشت داده شد. برای تهیه‌ی سوسپانسیون باکتریایی مطابق استاندارد نیم مک فارلند اقدام شد. و در نهایت سوسپانسیون باکتریایی حاوی ($۱/۵ \times ۱۰^{۸}$ cfu/ml) از آن‌ها تهیه گردید (۳۳).

بررسی فعالیت ضد میکروبی اسانس سوسن عنبر روش دیسک دیفیوژن: پس از آماده‌سازی محیط کشت مولر هینتون آگار، ۲۰ میکرولیتر از سوسپانسیون‌های میکروبی تهیه شده از هر میکروارگانیسم در سطح محیط کشت پخش گردید. سپس با استفاده از یک پنس استریل شده دیسک‌های خالی (قطر ۶ میلی‌متر) با فاصله معین از یکدیگر و از دیواره‌ی پتری دیش روی محیط کشت قرار داده شدند. مقدار ۲۰ میکرولیتر از اسانس سوسن عنبر در غلظت‌های (۴، ۲، ۱، ۰/۵ و ۰/۲۵) گرم، استریل شده

با فیلتر سرسرنگی (اندازه ذرات ۰/۲۲ میکرون) به هرکدام از دیسک‌های خالی اضافه و به مدت ۱۵ دقیقه در یخچال نگهداری شدند. سپس پتری‌دیش‌ها در دمای ۳۷ درجه‌ی سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت گرمخانه‌گذاری شدند. پس از گذشت زمان فوق، ناحیه‌ی بازدارندگی در اطراف هریک از دیسک‌ها با استفاده از خط‌کش اندازه‌گیری و نتایج نهایی برحسب میلی‌متر ثبت شد (۳۳).

حداقل غلظت بازدارندگی و کشندگی: از روش میکرودایلوشن براث، با استفاده از پلیت ۹۶ خانه و معرف‌تری فنیل تترازولیوم جهت اندازه‌گیری حداقل غلظت بازدارندگی از رشد میکروارگانیسم‌ها استفاده شد. به این منظور، غلظت‌های مختلف اسانس (۷۸.۰، ۵۶.۱، ۱۲۵.۳، ۲۵.۶، ۵.۱۲، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم در میلی‌لیتر) تهیه و مقدار ۱۰۰ میکرولیتر از هر کدام از غلظت‌های تهیه و درون چاهک ریخته شد، سپس ۲۰ میکرولیتر از سوسپانسیون‌های میکروبی (سویه‌های میکروبی گرم مثبت و منفی) به چاهک‌ها اضافه گردید. پلیت ۹۶ خانه به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد گرمخانه‌گذاری شد. پس از گذشت زمان فوق، ۲۰ میکرولیتر محلول تری‌متیل-تترازولیوم کلراید ۵ درصد به هر کدام از چاهک‌ها اضافه و مجدداً به مدت زمان ۳۰ دقیقه گرمخانه‌گذاری شد. عدم مشاهده‌ی تغییر رنگ قرمز تیره یا ارغوانی در اولین غلظت به‌عنوان حداقل غلظت بازدارندگی گزارش گردید (۳۴). جهت تعیین حداقل غلظت کشندگی اسانس سوسن عنبر، ۱۰۰ میکرولیتر از چاهک‌هایی که در آن‌ها تغییر رنگی مشاهده نشده بود، روی محیط کشت مولر هینتون آگار به‌صورت سطحی کشت داده و در دمای ۳۷ سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت گرمخانه‌گذاری شد. کمترین غلظت اسانس فاقد کلنی، به‌عنوان حداقل غلظت کشندگی گزارش گردید (۳۴).

ارزیابی حسی: تعیین ویژگی‌های حسی نمونه‌های سس مایونز، با استفاده از آزمون هدونیک ۱۱ نقطه‌ای توسط ۱۰ نفر ارزیاب (۵ مرد و ۵ زن) در محدوده‌ی سنی ۲۴ تا ۳۱ سال انجام گرفت. به این منظور مزه، بو، رنگ ظاهری، بافت و پذیرش کلی نمونه‌ها مورد بررسی قرار گرفت. نمونه‌ها با اعداد ۲ رقمی تصادفی شناسه (کد) گذاری شده و سپس در ظروف پلاستیکی قرار داده شده و به ارزیاب‌ها ارائه شدند. در نهایت پذیرش کلی نمونه‌ها گزارش گردید (۲۸).

تجزیه و تحلیل آماری

کلیه‌ی آزمایش‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی و با سه تکرار انجام شدند. تجزیه‌وتحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه‌ی ۲۱ انجام‌گرفته و برای تأیید وجود اختلاف بین میانگین داده‌ها، از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ($P<۰/۰۵$) استفاده شد. ترسیم نمودارها نیز با استفاده از نرم‌افزار Excel انجام شد.

نتایج و بحث

ترکیبات موجود در اسانس سوسن عنبر: در این پژوهش، ۳۲ ترکیب شیمیایی در اسانس گیاه سوسن عنبر توسط دستگاه گاز کروماتوگرافی-طیف‌سنج جرمی شناسایی شد که به همراه شاخص بازداری و مقدار ترکیب در جدول ۱ آورده شده است. کاروون (۵۷.۱٪)، دی لیمونن[1] (۷۹.۱۶٪)، ۱و ۸- سینول[2] (۵۶.۷٪)، بتاکاریوفیلن[3] (۱۰.۲٪) و سابین هیدرات[4] (۰۸.۱٪) بیشترین مقدار ترکیبات شناسایی شده در این اسانس بودند. و از دیگر ترکیبات شناسایی شده می‌توان به پی-سیمن[5] (۹۹.۰٪)، میرسن[1] (۸۵.۰٪)،

[1] D-Limonene
[2] Sinol
[3] Beta-Caryophyllene
[4] Sabinene hydrate
[5] P-Cymene

ایزوبرونیل استات[2] (۷۷.۰٪) و سابینن[3] (۷۱.۰٪) اشاره کرد. در ارتباط با گیاه نعناع، پژوهشگران در پژوهش‌های خود مقادیر مختلفی برای ترکیبات این گیاه ارائه کرده‌اند.

[1] Myrcene
[2] Isobornyl acetate
[3] Sabinene

جدول۱- ترکیبات شیمیایی اسانس سوسن عنبر

Table 1. Chemical composition essential oil of *Mentha spicata*

Peak number شماره پیک	Components ترکیبات	Retention time (min) زمان بازداری (دقیقه)	% Amount مقدار (٪)	Peak number شماره پیک	Components ترکیبات	Retention time (min) زمان بازداری (دقیقه)	%Amount مقدار (٪)
1	α-Pinene	11.04	0.69	17	Terpinolene	16.585	0.32
2	Camphene	11.575	0.28	18	p-1,3,8-Menthatriene	17.296	0.45
3	Sabinene	12.541	0.71	19	Limonene oxide	17.496	0.22
4	β -Pinene	12.608	0.63	20	δ-terpineol	17.663	0.52
5	Myrecene	12.908	0.85	21	cis-Carveol	17.996	0.68
6	3-octanol	13.219	0.51	22	Pulegone	21.251	0.14
7	α-terpinene	13.497	0.12	23	Carvone	21.873	57.01
8	3-Carene	13.630	0.7	24	isobornyl acetate	22.651	0.77
9	α-terpinene	14.524	0.46	25	Trans-carvyl acetate	22.807	0.38
10	p-cymene	14.441	0.99	26	β-Bourbonene	24.351	0.15
11	D-Limonene	14.652	16.79	27	β-caryophyllene	24.851	2.10
12	1,8-cineole	14.872	7.56	28	β-copaene	24.851	0.26
13	(Z)-β-ocimene	15.230	0.28	29	germacrene D	26.862	0.61
14	(E)-β-ocimene	15.563	0.38	30	germacrene A	27.350	0.47
15	p-Mentha-1,4-dien-7-al	15.930	0.28	31	spathulenol	29.517	0.24
16	cis-Sabinene hydrate	16.643	1.08	32	caryophyllene oxide	30.417	0.41

*RT: زمان بازداری متناسب با ستون آلکان‌های نرمال C_8-C_{24} روی ستون HP-5 بر حسب دقیقه

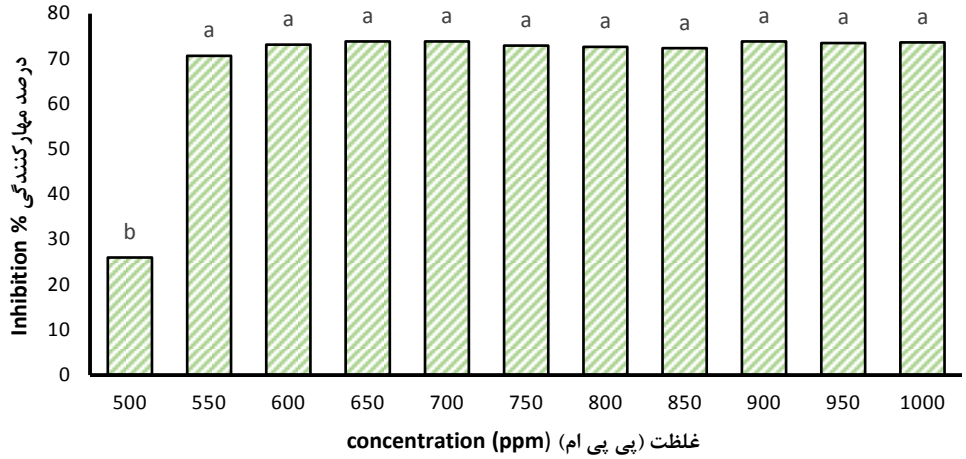
طی پژوهش‌های فرحبخش و همکاران (۲۰۲۱) در شناسایی ترکیبات نعناع دشتی، کارون (۴۹.۹۱) بیشترین مقدار و ترکیبات لیمونن، سینئول و میرسن نیز در این اسانس شناسایی شدند. که از نظر وجود این ترکیبات با پژوهش حاضر مطابقت دارد (۳۵). مخیری و همکاران (۱۳۹۶)، ۳۳ ترکیب در اسانس نعناع دشتی شناسایی کردند که بیشترین ترکیبات آن را، کارون (۳۵.۲۸ درصد)، منتول[1] (۳۵.۱۴ درصد)، متیلن[2] (۰۵۹.۱۴ درصد)، و لیمونن (۳۰۳.۹ درصد) تشکیل داده بودند (۳۶). مطالعه فوق از نظر وجود ترکیبات کاروون و لیمونن با پژوهش حاضر مطابقت دارد. رسولی و همکاران (۲۰۰۸)، اجزای اصلی تشکیل‌دهنده اسانس نعناع دشتی و نعناع فلفلی کشت شده در کشور ایران را آلفا-ترپینن[3] (۷.۱۹ ٪)، اکسید پیپریتون[4] (۳.۱۹ ٪)، ایزومنتون[5] (۳.۱۰ ٪) و بتاکاریوفیلن (۶.۷ ٪) گزارش کردند (۳۷). مقدار کاروون در نمونه‌های نعنا دشتی ایران، ۰۴.۲۲ (۳۸) و مراکش، ۲۳٪ (۳۹) گزارش شده است. زلجازکوف و همکاران (۲۰۱۰)، گزارش کردند کاروون و لیمونن ترکیبات غالب اسانس دوگونه کاردیاکا و اسپیکاتا می‌باشد(۴۰). برخلاف آن اسانس گیاه تازه نعنا دشتی

[1] Menthol
[2] Methylene
[3] Alpha-Terpinene
[4] Piperitone oxide
[5] Isomenthone

کشت شده در مصر (۴۱) و ترکیه (۴۲) حاوی مقدار کمی یا فاقد کارووِن بوده است. می‌توان گفت کمیت و کیفیت اسانس تحت تأثیر عوامل ژنتیکی، اقلیمی، خاکی و عملیات به‌زراعی قرار می‌گیرد (۳۴).

میزان فنول کل اسانس: بیشترین میزان ترکیبات فنل کل اسانس گیاه سوسن عنبر ۲۴۶.۰ میلی‌گرم گالیک‌اسید در گرم ماده خشک است. فرحبخش و همکاران (۲۰۲۱)، طی پژوهش خودروی نعناع دشتی، ۴ نوع ترکیبات فنلی رزمارینیک اسید، هسپریدن، ترانس فرولیک اسید و کوئرستین به ترتیب با مقادیر ۱۹.۶۴، ۴.۹۵، ۰.۶۳ و ۰.۴۴ را شناسایی کردند (۳۵). در پژوهشی دیگر برای *Mentha Cervina* مقدار ترکیبات فنلی ۱۴.۸۱±۱.۰۹ گزارش شد. همچنین در پژوهش‌های دیگر مقادیر بالا و مختلفی برای ترکیبات فنلی گونه‌های مختلف نعنا گزارش شده است (۴۳). به‌عنوان مثال، رحمتی جنیدآباد و همکاران در بررسی‌های خودروی گیاه نعناع فلفلی، میزان فنل و فلاونوئید کل را به ترتیب ۱۵.۵۵ میلی‌گرم گالیک اسید و ۲۵.۲۹ میلی‌گرم کوئرستین بر گرم اسانس را گزارش کردند (۴۴). آتاناسوا و همکاران (۲۰۱۱)، میزان فنل و فلاونوئید در گیاه نعناع فلفلی را به‌ترتیب ۳/۴۵ و ۲/۲۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم گیاه خشک گزارش کردند (۴۵). در مطالعه‌ای دیگر، عصاره الکلی نعناع فلفلی در طول موج‌های ۳±۲۸۵ و ۲± ۳۲۶ نانومتر دارای حداکثر جذب نوری است که به ترتیب نشان‌دهنده وجود ترکیبات فلاونوئیدی و اسیدهای فنولی بود (۴۶). شاید بتوان گفت سطح ترکیبات فنلی گیاه و تفاوت در ترکیبات فنلی به مراحل فنولوژیکی گیاه بستگی دارد (۴۳).

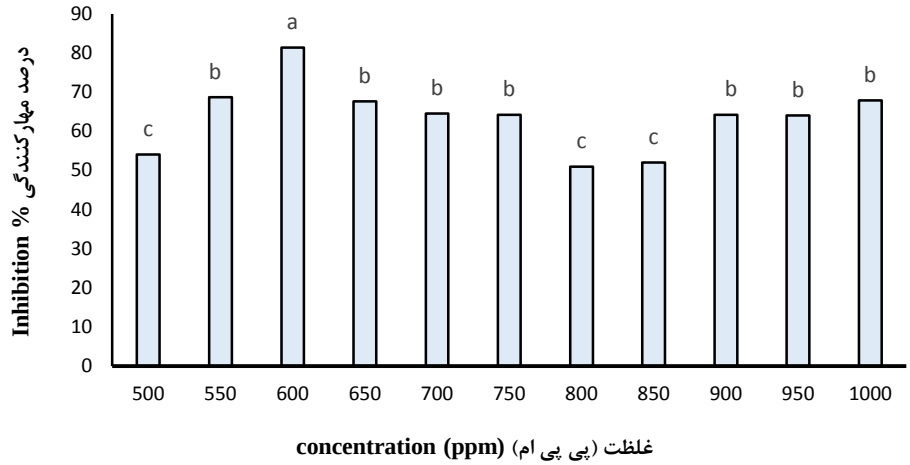
خاصیت آنتی اکسیدانی اسانس با روش DPPH: فعالیت ضداکسایشی به‌دست‌آمده در غلظت‌های مختلف اسانس ۱۴.۰± ۲۰۲ میکروگرم در میلی‌لیتر محاسبه شد. با توجه به شکل ۱ با افزایش غلظت اسانس فعالیت ضد اکسایشی افزایش پیدا کرد. شاید بتوان آن را به خاصیت ضداکسایشی اسانس نعناع نسبت داد (35)، از سوی دیگر نتایج نشان داد فعالیت ضداکسایشی اسانس سوسن عنبر به‌مراتب کمتر از آنتی‌اکسیدان مصنوعی BHT است. فرحبخش و همکاران (۲۰۲۱)، میزان فعالیت ضد اکسایشی برای نعناع دشتی را ۱.۹۶ میلی‌گرم بر گرم گزارش کردند. می‌توان به دارا بودن خاصیت ضداکسایشی نعناع نسبت داد (۳۵)، پژوهش‌های دیگر روی نعناع دشتی در کشورهای مختلف مقادیر مختلفی از فعالیت ضداکسایشی را گزارش کردند (۴۷)، به‌عنوان مثال در کشور ترکیه (۴۰.۷۷ میکروگرم در میلی‌لیتر) (۴۸) و کشور مصر (۸۰.۶۳ میکروگرم در میلی‌لیتر) گزارش شده است (۴۹ و ۵۰). شاید بتوان متفاوت بودن مقادیر ترکیبات شیمیایی در یک‌گونه نعناع را به عوامل مختلفی ازجمله شرایط منطقه‌ای و روش استخراج نسبت داد (۵۰).



شکل۱- فعالیت مهارکنندگی رادیکال DPPH اسانس سوسن عنبر در سس مایونز

Figure 1. DPPH radical scavenging activity (%) of *Mentha spicata* essential oil in mayonnaise

خاصیت آنتی اکسیدانی اسانس با روش ABTS:
فعالیت آنتی‌اکسیدانی غلظت‌های مختلف اسانس سوسن عنبر با روش ABTS و سه بار تکرار مورد بررسی قرار گرفت. همانطور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود، در محدوده‌ی غلظت ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر، رابطه‌ای مستقیم بین غلظت اسانس نعناع و قدرت آن در مهار رادیکال‌های ABTS وجود ندارد. حروف مشخص شده در نمودار معنی‌داری در احتمال ۵ درصد را نشان می‌دهد به‌طوری‌که در سطح معنی‌داری ۵ درصد غلظت‌های ۵۵۰، ۶۵۰، ۷۰۰، ۷۵۰، ۹۰۰، ۹۵۰ و ۱۰۰۰ دارای میانگین بازدارندگی ۶۷ درصد هستند که می‌توان آن را به‌عنوان میانگین بازدارندگی اسانس سوسن عنبر بیان نمود. نوروزی و همکاران (۲۰۱۷)، برای اسانس ترخون بیشترین مقدار بازدارندگی (۵.۷۵ ٪) را گزارش کردند (۲۸). هاشمی و همکاران (۲۰۱۳)، در مطالعه خود به میزان بازدارندگی ۱۳. ۶۴٪ برای برگ نارنج اشاره کردند (۵۱). در مطالعه‌ای دیگر پژوهشگران به این نتیجه رسیدند که از غلظت ۱ تا ۵ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر عصاره‌ی پنیرک مورد استفاده، رابطه‌ای مستقیم بین غلظت عصاره و قدرت آن در مهار رادیکال ABTS وجود داشته و با افزایش غلظت عصاره در این محدوده غلظت، قدرت آنتی‌رادیکالی آن افزایش یافت به‌طوری‌که در غلظت ۵ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر درصد بازدارندگی آن ۳.۷۰ ٪ بود. و نمونه‌ی مایونز حاوی ۶۰۰ ppm اسانس سوسن عنبر بهترین تیمار بود. ولی در غلظت‌های بالاتر تأثیر مثبتی مشاهده نگردید که با نتایج حاصل از پژوهش حاضر مطابقت دارد (۵۲). شاید بتوان فعالیت ضد اکسایشی اسانس بر اساس ABTS را به وجود کارون در ترکیبات اسانس نسبت داد (۵۰). نتایج پژوهش‌های دیگر نشان داده است که خاصیت آنتی‌اکسیدانی گیاهان خانواده نعناع به حضور ترکیبات فنلی که به‌عنوان جمع‌آوری کننده‌ی رادیکال‌های آزاد و مهارکننده پراکسیداسیون لیپیدی شناخته شده‌اند، وابسته است.



شکل ۱- فعالیت مهارکنندگی رادیکال ABTS اسانس سوسن عنبر در سس مایونز

Figure 2. ABTS radical scavenging activity (%) of *Mentha spicata* essential oil in mayonnaise

ویژگی‌های آنتی اکسیدانی اسانس گیاه نعناع در سس مایونز

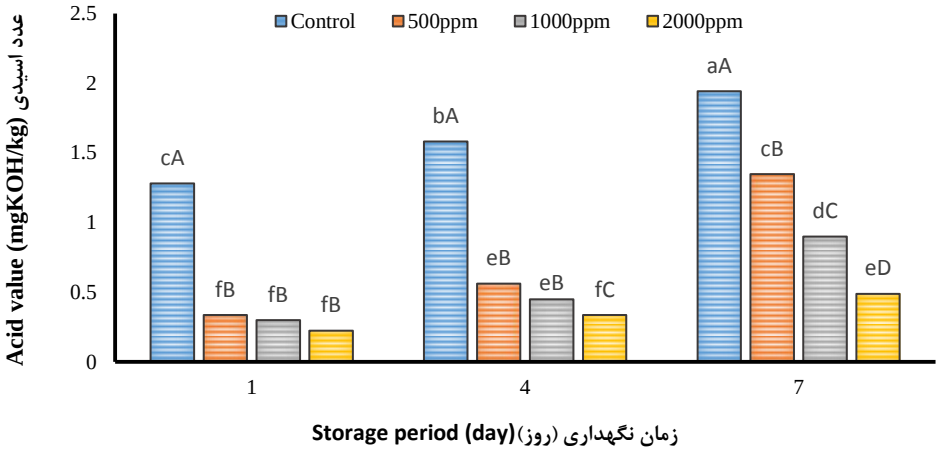
عدد پراکسید: عدد پراکسید محصول اولیه‌ی اکسایش چربی‌ها بوده که شاخصی برای سنجش میزان اکسیداسیون روغن و چربی‌ها می‌باشد. به‌عبارت‌دیگر، روغن‌های با عدد پراکسید بالا، بیشتر در معرض فساد ناشی از اکسیداسیون قرار دارند. تغییرات مقادیر اندیس پراکسید نمونه‌های مختلف مایونز طی دوره‌ی ماندگاری ۷ روزه در جدول ۲ آورده شده است. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش مشاهده شد که اثر اسانس و زمان ماندگاری در میزان شاخص پراکسید نمونه‌های مایونز معنی‌دار بود. به‌طوری‌که در انتهای دوره‌ی ماندگاری بیشترین میزان عدد پراکسید مربوط به نمونه‌ی شاهد سپس نمونه‌ی حاوی ۵۰۰ ppm اسانس سوسن عنبر می‌باشد. که این نشان دهنده‌ی اثرگذار بودن اسانس می‌باشد. آنتی‌آکسیدان‌ها از عوامل اصلی خنثی کننده رادیکال‌های آزاد می‌باشند، می‌توان اثرگذار بودن اسانس در کاهش عدد پراکسید را به وجود ترکیبات ضداکسایشی موجود در اسانس نسبت داد (۵۳). عوامل مختلفی مانند نور، یون‌های فلزی و اکسیژن قادر به افزایش عدد پراکسید می‌باشند. کاهش عدد پراکسید پس از رسیدن به بیشترین مقدار طی مراحل ابتدایی اکسایش می‌تواند بیانگر ناپایدار بودن پراکسیدها و شکست آن‌ها به فراورده‌های ثانویه طی مراحل بعدی باشد (۵۳). نتایج پژوهش حاضر با، نتایج به‌دست‌آمده از پژوهش روی استفاده از اسانس پونه کوهی در سس مایونز، اثر اسانس ترخون در سس مایونز مطابقت دارد (۲۸ و ۵۴).

جدول ۲- بررسی اثر فعالیت ضداکسایشی اسانس سوسن عنبر بر عدد پراکسید در سس مایونز

Table 2. Antioxidant activities of *Mentha spicata* essential oil in mayonnaise in terms of peroxide index

Sample نمونه	Peroxide index during the 7-day period عدد پراکسید طی هفت روز نگهداری
0%	73.3 ± 5.78^{a}
500 ppm	73.3 ± 5.78^{a}
1000 ppm	53.4 ± 11.54^{b}
2000 ppm	23.3 ± 23.02^{c}

عدد اسیدی: روند فعالیت آنتی اکسیدانی اسانس برحسب عدد اسیدی در طول ۷ روز دوره‌ی ماندگاری در شکل ۳ آورده شده است. اگر اسیدیته‌ی سس از ۱.۵ درصد بیشتر باشد سس حاصل طعم نامطلوب و اگر کمتر از ۰.۶ درصد باشد زمینه برای رشد میکروارگانیسم‌ها فراهم می‌شود، مقدار اسیدیته‌ی بهینه‌ی مایونز را ۱.۲–۰.۷ گزارش کرده‌اند (۵۳). با توجه به نتایج به‌دست‌آمده بیشترین مقدار عدد اسیدی در نمونه‌ی شاهد و کمترین مقدار مربوط به نمونه‌های مایونز حاوی بیشترین غلظت اسانس مرتبط بود. شاید بتوان آن را به بالا بودن فعالیت ضد اکسایشی اسانس سوسن عنبر نسبت داد (۵۳). از سوی دیگر دوره‌ی ماندگاری اثر معنی‌داری روی نمونه‌ها داشت به‌طوری‌که با افزایش دوره‌ی ماندگاری میزان عدد اسیدی نیز افزایش پیداکرده است. یکی از دلایل این امر، می‌تواند تبدیل ترکیبات ثانویه اکسایش به اسیدهای کروبکوسیلیک باشد (۵۳). نتایج پژوهش‌های ابوزیاد و همکاران (۲۰۱۵) نشان داد که عدد اسیدی در پایان دوره‌ی نگهداری (۱۲ هفته) در غلظت ۵.۱٪ بین غلظت‌های مختلف عصاره کمترین بوده و همچنین بین غلظت ۵.۱٪ و آنتی اکسیدان BHA تفاوت معناداری نبوده ولی بااین وجود از این آنتی‌اکسیدان تأثیر کم‌تری دارد (۵۵). همانطور که انتظار می‌رفت مقدار متوسط عدد اسیدی هر نمونه در طی دوره هفت روزه با افزایش غلظت اسانس کاهش می‌یابد و به معنی اثر آنتی‌اکسیدانی بالای آسانی نعناع در نمونه‌ها می‌باشد. بررسی نتایج حاصل از آزمون عدد اسیدی میوه‌ی طالبی نشان داد که بیشترین تأثیر مربوط به غلظت ۶۰۰ پی‌پی‌ام طالبی بوده و بین غلظت ۴۰۰ و ۶۰۰ تفاوت معناداری نبوده و تأثیر بیشتری از BHA دارد (۵۶). نتایج پژوهش‌های دیگر نشان دادند که بیشترین تأثیر در کاهش عدد اسیدی ۴.۰ بوده به‌طوری‌که از آنتی‌اکسیدان مصنوعی BHA تأثیر بیشتری داشته و این نشان دهنده تأثیر غلظت بر عدد اسیدی است(57) که در پژوهش حاضر نیز تأیید شد.

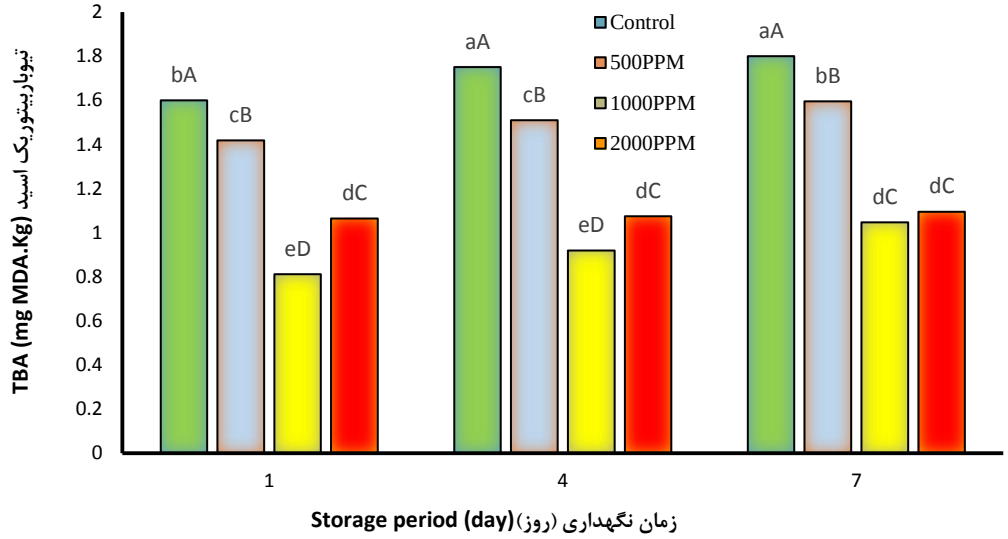


شکل ۳- بررسی اثر فعالیت ضداکسایشی اسانس سوسن عنبر بر عدد اسیدی در سس مایونز

Figure 3. Antioxidant activity of *Mentha spicata* essential oil in mayonnaise in terms of acid value

تیوباربیتوریک اسید: آزمون TBA جهت تعیین فراورده‌های اکسیداسیون ثانویه در سس مایونز انجام شد (۵۸). نتایج اکسیداسیون نمونه‌ها بر اساس جذب تیوباربیوتریک اسید به‌عنوان شاخصی از ترکیبات

ثانویه اکسیداسیون در شکل ۴ نشان داده شده است. کمترین جذب نشان‌دهنده‌ی بالاترین فعالیت بازدارندگی تیوباربیتوریک اسید است. با توجه به شکل، بیشترین فعالیت ضداکسایشی مربوط به غلظت ppm۱۰۰۰ است و بین غلظت ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ (ppm) اسانس اختلاف معناداری مشاهده نمی‌شود. ترکیبات فنلی در به تأخیر انداختن واکنش‌های اکسیداتیو اثرگذار بوده و می‌تواند مانع تشکیل محصولات ثانویه و در نتیجه ترکیبات مالون آلدهید شود (۵۸). در مطالعات پیشین گزارش شده است عصاره‌های گیاهان می‌توانند تشکیل محصولات اکسیداسیون را به تأخیر اندازند (۵۹). نوروزی و همکاران (۲۰۱۷) بیان کردند که در بین اسانس‌های ۵۰۰ تا ۲۰۰۰ (ppm)، ترخون کمترین مقدار جذب در ppm ۲۰۰۰ رخ‌داده است (۲۸).



شکل ۴- بررسی اثر فعالیت ضداکسایشی اسانس سوسن عنبر در سس مایونز (تیوباربیتوریک اسید)

Figure 4. Antioxidant activity of *Mentha spicata* essential oil in mayonnaise in terms of TBA

آزمون‌های دیسک دیفیوژن MIC و MBC: نتایج بررسی فعالیت ضدمیکروبی اسانس عنبر با روش دیسک دیفیوژن آگار بر سویه‌های بیماری‌زا در جدول (۳)، آورده شده است. نتایج نشان داد که قطر هاله بازدارندگی با افزایش غلظت اسانس برای همه سویه‌ها بیماری‌زا مورد بررسی در این پژوهش به‌طور معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) افزایش یافت. شاید آن را به خاصیت ضد میکروبی اسانس‌ها نسبت داد (۳۴). نتایج نشان داد که قطر هاله عدم رشد میکروبی برای سویه‌های بیماری‌زا گرم مثبت *باسیلوس سرئوس* و *استافیلوکوس اورئوس* نسبت به سویه‌های گرم منفی *سودوموناس ائروژینوزا*، *اشرشیا کلی* و *سالمونلا تیفی* بیشتر بود. درحالی‌که در بین سویه بیماری‌زا گرم مثبت، سویه بیماری‌زا *لیستریا اینوکوا* قطر هاله عدم رشد کم‌تری داشت. به‌طوری‌که بیشترین قطر هاله بازدارندگی در غلظت ۴۰۰ میلی‌گرم برای باکتری گرم مثبت *باسیلوس سرئوس* و کمترین قطر هاله بازدارندگی در غلظت ۴۰۰ میلی‌گرم برای باکتری گرم منفی *سالمونلاتیفی* مشاهده گردید. که قطر هاله عدم رشد برای آن‌ها به‌ترتیب ۵۸.۳۴ میلی‌متر و ۹۵.۱۳ میلی‌متر بود. نتایج بیانگر این است باکتری‌های گرم مثبت حساس‌تر از باکتری‌های گرم منفی هستند. اثر

ضدمیکروبی بیشتر آن‌ها نسبت به اسانس را می‌توان به وجود یک غشای خارجی غنی از لیپوساکارید در باکتری‌های گرم مثبت نسبت داد (۶۰). طباطبایی یزدی و همکاران (۱۳۹۷) نشان دادند که کمترین قطر هاله عدم رشد برای اسانس نعنا فلفلی مربوط به سویه گرم منفی *سودوموناس ائروژینوزا* بود. یزدانی و همکاران (۱۳۹۸)، در طی پژوهشی اثر ضدمیکروبی اسانس نعناع در برابر تعداد از باکتری‌های گرم مثبت و منفی مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج حاصل از پژوهش آن‌ها نشان داد که باکتری‌های گرم مثبت در مقایسه با باکتری‌های گرم منفی در برابر اسانس نعناع فلفلی اثر بازدارندگی بالاتری داشت. که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد (۶۱ و ۶۲).

جدول ۳- میانگین قطر هاله عدم رشد (میلی‌متر) اسانس سوسن عنبر به روش انتشار در دیسک بر سویه‌های بیماری‌زا

Table 3- average diameter of inhibition zone (mm) against different pathogens in different concentrations of *Mentha spicata* L. essential oil.

Bacteria **باکتری**	**Concentration(mg/ml)** **غلظت (میلی‌گرم در میلی‌لیتر)**			
	50	**100**	**200**	**400**
Staphylococcus aureus	8.09 ± 0.025^{dB}	15.29 ± 0.05^{cA}	18.93 ± 0.09^{bA}	32.50 ± 0.70^{aD}
Listeria monocytogenes	0 ± 0	8.24 ± 0.03^{bC}	10.10 ± 0.11^{bC}	15.15 ± 1.35^{aCD}
Bacillus cereus	8.32 ± 0.01^{dA}	14.22 ± 0.31^{cB}	17.2 ± 0.04^{bB}	34.58 ± 0.66^{aA}
Pseudomonas aeruginosa	0 ± 0	7.06 ± 0.07^{cD}	9.36 ± 0.12^{bD}	14.94 ± 0.9^{aCD}
Escherichia coli	8.32 ± 0.01^{dA}	7.37 ± 0.2^{cD}	8.83 ± 0.07^{bE}	16.93 ± 0.38^{aC}
Salmonella typhi	0 ± 0	0 ± 0	13.95 ± 0.99^{aD}	13.95 ± 0.99^{aD}

حروف غیر مشابه کوچک (a، b و c) در یک ردیف نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ >p بین غلظت‌های مختلف اسانس می‌باشد.

حروف غیر مشابه بزرگ (a، b و c) در یک ستون نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵>p میان باکتری‌های مختلف است.

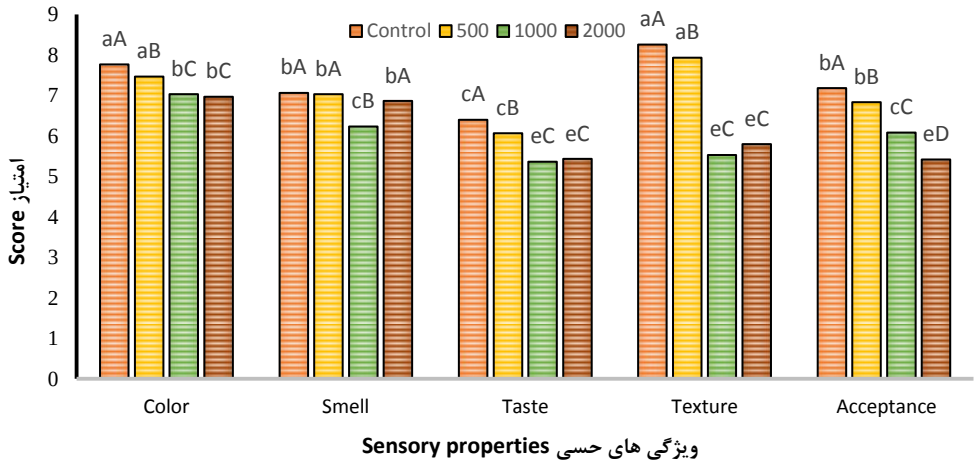
نتایج حداقل غلظت بازدارندگی و حداقل غلظت کشندگی اسانس سوسن عنبر بر سویه‌های بیماری‌زای باکتریایی در جدول (۴) نشان داده شده است. بر اساس این نتایج، حداقل غلظت اسانس سوسن عنبر برای مهار باکتری‌های استافیلوکوکوس اوروئوس، لیستریا مونوسیتوژنس، باسیلوس سرئوس، سودوموناس آئروژینوزا، اشرشیا کلی و سالمونلا تیفی به‌ترتیب ۵.۱۲، ۵.۱۲، ۲۵.۶، ۲۵.۶، ۵.۱۲ و ۲۵.۶ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر بود. با توجه به نتایج (جدول ۴)، حداقل غلظت کشندگی برای همه سویه‌های مورد بررسی برای اسانس نعنا فلفلی بزرگ‌تر از ۴۰۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر بود. در مطالعه انجام شده توسط یزدانی و همکاران (۱۳۹۸)، حداقل غلظت مهارکنندگی (MIC) اسانس نعناع فلفلی در برابر سویه‌های گرم مثبت استافیلوکوکوس اپیدرمیدیس، باسیلوس سوبتلیس و استافیلوکوکوس اورئوس و گرم منفی کلبسیلا پنومونیه و شیگلا دیسانتری به ترتیب ۲۵.۳۱، ۲۵.۳۱ و ۵۰.۶۲ و ۵۰.۶۲ و ۲۵.۳۱ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر بود. طباطبایی یزدی و همکاران (۱۳۹۷) بیان داشتند که حداقل غلظت بازدارندگی اسانس نعنا فلفلی برای سویه‌های استافیلوکوکوس اپیدرمیس، لیستریا اینوکوا، سالمونلا تیفی و کاندیدا آلبیکنس به ترتیب ۲.۹، ۴.۱۸، ۶.۷۳ و ۶.۴ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر است (۶۰ و ۶۱).

جدول ۴. حداقل غلظت بازدارندگی و حداقل غلظت کشندگی اسانس سوسن عنبر بر سویه‌های بیماری‌زا

Table 4- MIC and MBC of *Mentha spicata* L. essential oil for different pathogens

Microorganism میکروارگانیسم	MIC(mg/ml) حداقل غلظت بازدارندگی (میلی‌گرم در میلی‌لیتر)	MBC(mg/ml) حداقل غلظت کشندگی (میلی‌گرم در میلی‌لیتر)
Staphylococcus aureus	12.5	>400
Listeria monocytogenes	12.5	>400
Bacillus cereus	6.25	>400
Pseudomonas aeruginosa	6.25	>400
Escherichia coli	12.5	>400
Salmonella typhi	12.5	>400

ارزیابی حسی: نتایج حاصل از ارزیابی حسی نمونه‌های مایونز در شکل ۵ نشان داده شده است. با توجه به شکل از نظر ویژگی‌های رنگ ظاهری، بو و طعم بین نمونه‌ی شاهد و و نمونه‌های حاوی غلظت‌های مختلفی از اسانس تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید. اما از نظر ویژگی بافت بین نمونه‌ی شاهد و نمونه‌های حاوی غلظت‌های ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ppm از اسانس تفاوت معنی‌داری مشاهده می‌شود. از سوی دیگر، بیشترین امتیاز در هر پارامتر مربوط به نمونه‌ی شاهد و سپس نمونه‌ی حاوی کمترین غلظت از اسانس بود. می‌توان آن را به ذائقه‌ی افراد ارزیاب نسبت داد. در نهایت بررسی پذیرش کلی نمونه‌ها، نشان‌دهنده‌ی مشابه و نزدیک بودن خواص ارگانولیتیکی نمونه‌ی شاهد و نمونه‌های مایونز حاوی غلظت‌های مختلفی از اسانس می‌باشد.



شکل۵- اثر غلظت‌های مختلف اسانس سوسن عنبر بر ویژگی‌های حسی سس مایونز

Figure 5. Effect of *Mentha spicata* L. essential oil on the sensory properties of mayonnaise sauces

نتیجه‌گیری

اسانس نعناع به علت داشتن فعالیت آنتی‌اکسیدانی، توانایی واکنش با رادیکال‌های آزاد تولید شده ناشی از واکنش اکسیداسیون را دارا بوده، به‌طوری‌که تأثیر آن در غلظت ۸۰۰ppm معادل غلظت ۱۰۰ ppm آنتی‌اکسیدان مصنوعی BHT بود. همچنین می‌تواند به‌عنوان جایگزین آنتی‌اکسیدان TBHQ به‌کار گرفته شود. بنابراین اسانس نعناع می‌تواند منبع امیدوارکننده‌ای از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی بوده و به‌عنوان یک جایگزین مناسب برای استفاده از

آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی مورد مصرف قرار گیرد. نتایج این پژوهش نشان داد که افزودن اسانس نعناع در مایونز روی ویژگی‌های کیفی و ارگانولپتیکی آن آثار سوء نداشته و می‌تواند به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدان طبیعی جهت استفاده در این محصول پیشنهاد شود.

تشکر و قدردانی

مقاله حاضر مستخرج از پایان‌نامه کارشناسی ارشد می‌باشد، لذا نویسندگان مقاله بر خود لازم می‌دانند از معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان به دلیل حمایت‌های مادی و معنوی صمیمانه تشکر و قدردانی نمایند.

References

1. Amarowicz, R., & Pegg, R.B. (2019). Natural antioxidants of plant origin. In Advances in food and nutrition research. Academic Press. Vol. 90: pp. 1-81.
2. Yadav, A., Kumari, R., Yadav, A., Mishra, J. P., Srivatva, S., & Prabha, S. (2016). Antioxidants and its functions in human body-A Review. Res. Environ. Life Sci. 9(11): 1328-1331.
3. Naeini, A., Khosravi. A., Chitsaz. M., Shokri, H. and Kamlnejad, M. (2009). Anti- Candida albicans activity of some Iranian plants used in traditional medicine. Journal mycologic medicale. 19:168-172. 48.
4. Burt, S. (2004). Essential oils: their antibacterial properties and potential application in foods-a review. International Food Microbiology. 94(3): 223-253.
5. Torabian Kakhki, M., Sedaghat, N., Mohsenzadeh, M. (2020). Chemical composition, antioxidative, antibacterial, and time-kill activities of some selected essential oils against foodborne pathognic and spoilage organisms. Vet Res Forum. 11(4): 339-346.
6. McClements D, editor. (2005). Food Emulsions: Principles. Practice, and Techniques. 2th ed. Boca Raton, Florida: CRC Press,. p. 189.
7. Depree, J.A., Savage, G.P. (2001). Physical and flavor stability of mayonnaise. Trends Food Sci Tech., 12(5- 6):157-63.
8. Beltran, G., Aguilera, M.P., and Gordon, M.H. (2005). Solid phase microextraction of volatile oxidation compounds in oil-in-water emulsions. Food Chem. 92(3): 401-6.
9. Sherwin, E.R. (1978). Oxidation and antioxidants in fat and oil processing. J Am Oil Chem Soc. 55(11): 809-14.
10. Shariat, M., Lakzadeh, L., & Mirmohammady, M. (2017). Comparison of Spectrophotometry and HPLC methods in measurement of potassium sorbate in industrial fruit juices. Journal of Food Hygiene. 4 (2 4): 63 -74.
11. Pajohi, M. R., Tajik, H., Akhondzadeh, A., Gandomi, H., Ehsani, A., & Shokohi Sabet Jalali, F. (2010). Evaluation of chemical composition and antibacterial efficacy of *cuminum* L. and menthe longifolia L. alone and combined with nisin. Studies in Medical Sciences. 21 (4): 324 -331.
12. Patra, N.K. and Kumar, B. (2006). Spearmint in: Hand book of herbs and apices. cambridge, England, wood head publishing limited, 3: 502-517.
13. Mahmoudi Surestani, M., and Akbarzadeh, M. (2014). Investigating the effect of harvesting time on the percentage, yield and components of Mentha spicata essential oil in Hamidiyeh region. *Plant* Production Scientific Journal of Agriculture. 38(1):115-129.
14. Tetik, F., Civelek, S., and Cakilcioglu, U. (2013). Traditional uses of some medicinal plants in Malatya (Turkey). Journal of Food Engineering. 146(1): 331-346.
15. Mahboubi, M. (2021). *Mentha spicata* L. essential oil, phytochemistry and its effectiveness in flatulence. Journal of Traditional and Complementary Medicine. 11(2): 75-81.
16. Asekun, O.T., Grierson, D.S., and Afolayan, A.J. (2007). Effects of drying methods on the quality and quantity of the essential oil of *Mentha longifolia* L. subsp. Capensis. Food Chemistry.101(3): 995-998.

17. Kanatt, S.R., Chander, R., and Sharma, A. (2007). Antioxidant potential of mint (*Mentha spicata* L.) in radiation-processed lamb meat. Food Chemistry. 100(2): 451-458.
18. Patra, N.K. and Kumar, B. (2006). Spearmint in: Hand book of herbs and apices. cambridge, England, wood head publishing limited, 3: 502-517. 32.
19. Safiaghda, M, Alizadeh, A, Soofi, M. (2021). Investigating the effect of peppermint essential oil and malva sylvestris extract as a natural preservative on the quality and antioxidant properties of mayonnaise sauce. FSCT. 18 (114) :147-158.
20. Alizadeh, L., Abdolmaleki, K., Nayebzadeh, K., & Shahin, R. (2019). Effects of tocopherol, rosemary essential oil and Ferulago angulata extract on oxidative stability of mayonnaise during its shelf life: A comparative study. Food chemistry, *285*, 46-52.
21. Goli, S. A. H., Keramat, S., Soleimanian-Zad, S., & Baghabrishami, R.G. (2024). Antioxidant and antimicrobial efficacy of microencapsulated mustard essential oil against Escherichia coli and Salmonella Enteritidis in mayonnaise. International Journal of Food Microbiology, *410*, 110484.
22. Mahmoudi Surestani, M., and Akbarzadeh, M. (2014). Investigating the effect of harvesting time on the percentage, yield and components of Mentha spicata essential oil in Hamidiyeh region. Plant Production Scientific Journal of Agriculture. 38(1): 115-129.
23. Tetik, F., Civelek, S., and Cakilcioglu, U. (2013). Traditional uses of some medicinal plants in Malatya (Turkey). Journal of Food Engineering. 146(1): 331-346.
24. Mahboubi, M. (2021). *Mentha spicata* L. essential oil, phytochemistry and its effectiveness in flatulence. Journal of Traditional and Complementary Medicine. 11(2): 75-81.
25. Asekun, O.T., Grierson, D.S., and Afolayan, A.J. 2007. Effects of drying methods on the quality and quantity of the essential oil of *Mentha longifolia* L. subsp. Capensis. Food Chemistry.101(3): 995-998.
26. Kanatt, S.R., Chander, R., and Sharma, A. (2007). Antioxidant potential of mint (Mentha spicata L.) in radiation-processed lamb meat. Food Chemistry. 100(2): 451-458.
27. Azizi Tabrizzad N, Seyedin Ardebili S.M., and Hojjati M. (2019). Investigation of chemical compounds and antibacterial activity of pennyroyal, mint and thyme essential oils, Food Science and Technology. 15(12), 447-457. (In Persian)
28. Noruzi, F., Hojjati, M., Jooyandeh, H., and Barzegar, H. (2017). Study of the possibility of application oftarragonessential oil in mayonnaise as a natural additive. Journal of food research. 28(3): 85-99. (In Persian)
29. Lagunes-Galvez, L., Cuvelier, M.E., Ordonnaud, C. and Berset, C. (2002). Oxidative stability of some mayonnaise formulations during storage and daylight irradiation. Journal of Food Lipids. 9: 211–224.
30. Gomes, I. A., Terra Lindenblatt, C., Pessôa Masson, L. M., Santos Gomes, F., Freitas -Silva, O., and Lima da Silva, J. P. (2016). Effect of Oregano Essential Oil On Oxidative Stability of Low -Acid Mayonnaise. Journal of Food Science and Technology. 6(11): 45 -52
31. Ghorbani, Sh. Roozbeh Nasirani, L. Juri, M.H. (2014). The antimicrobial effects of Mentha longifolia L. essential oil on Salmonella enteritidis in mayonnaise sauce". Journal of Food Microbiology, 2 (3): 2015, 15-26.
32. Proestos, C., Lytoudi, K., Mavromelanidou, O.K., Zoumpoulakis, P. and Sinanoglou, V.J. (2013). Antioxidant capacity of selected plant extracts and their essential oils. Antioxidant 2, 11-22.
33. Ahmad Nejhad, A., Alizadeh Behbahani, B., Hojjati, M., Vasiee, A., & Mehrnia, M. A. (2023). Identification of phytochemical, antioxidant, anticancer and antimicrobial potential of Calotropis procera leaf aqueous extract. Scientific Reports, 13(1), 14716.
34. Zamanpour Boroujeni, A., Alizadeh Behbahani, B., Mehrnia, M. A., Noshad, M., & Hojjati, M. (2024). Evaluation of antioxidant activity and antimicrobial effect of Nigella sativa oil on some pathogenic bacteria and its interaction with chloramphenicol antibiotic. Journal of food science and technology (Iran), 20(145), 111-121.(In Persian)
35. Farahbakhsh, J., Najafian, S., Hosseinifarahi, M., & Gholipour, S. (2021). Essential oil composition and phytochemical properties from leaves of felty germander (*Teucrium polium*

L.) and spearmint (*Mentha spicata* L.). Journal of Essential Oil Bearing Plants, 24(1), 147-159.
36. Mokhayeri, K., Koohsari, H. and Seyyed Alangi, S.Z. (2017). Determination of chemical composition and minimum inhibitory concentration and minimum bactericidal concentration of *Mentha spicata* L. essential oil against Staphylococcus aureus and Escherichia coli. JFM. 4 (4),9-19. (In Persian)
37. Rasoli I, Gachkar L, Yadegarinia D, and Rezaee, M.B. 2008. Antibacterial and antioxidative characterisation of essential oils from Mentha piperita and Mentha spicata grown in Iran. Acta Alimentaria. 37(1):41-52. (In Persian)
38. Hadjiakhoondi, A., Aghel, N., Zamanizadeh-Nadgar, N. and Vatandoost, H. (2000). Chemical and biological study of *Mentha spicata* L. essential oil from Iran. Daru, 8 (1 and 2): 19-21
39. Znini, M., Bouklah, M., Majidi, L., Kharchouf, S., Aouniti, A., Bouyanzer, A., Hammouti, B., Costa, J. and Al-Deyab, S.S. (2011). Chemical composition and inhibitory effect of Mentha spicata essential oil on the corrosion of steel in molar hydrochloric acid. International Journal of Electrochemical Science, 6: 691-704.
40. Zheljazkov, V. D., Cantrell, C. L., Astatkie, T. and Ebelhar, M. W. (2010 b). Productivity, oil content, and composition of two spearmint species in Mississippi. Agronomy Journal, 102 (1): 129-133.
41. Omar, N. A., El- Sayed, Z. I. A. and Romeh, A. A. (2009). Chemical constituents and biocidal activity of the essential oil of Mentha spicatal. grown in Zagazigregion, Egypt. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences, 5 (6): 1089-1097.
42. Telci, I., Demirtas, I., Bayram, E., Arabaci, O. and Kacar, O. (2010). Environmental variation on aroma components of pulegone. piperitone rich spearmint (*Mentha spicata* L.). Industrial Crops and Products, 32: 588-592.
43. Ćavar Zeljković, S., Šišková, J., Komzáková, K., De Diego, N., Kaffková, K., & Tarkowski, P. (2021). Phenolic compounds and biological activity of selected Mentha species. Plants, 10(3), 550.
44. Rahmati Junidabad, Mustafa, Alizadeh Behbahani, Behrouz, and Noshad, Mohammad. (2022). Evaluation of total phenol and flavonoid, antioxidant power and antifungal effect of spearmint essential oil on the strains responsible for spoilage of strawberry fruit. Applied microbiology in food industry, 8(1), 1-11. SID. https: sid.ir.paper.985636.fa
45. Atanassova, M., Georgieva S. and Ivancheva, K. (2011). Total phenolic and total flavonoid contents, antioxidant capacity and biological contaminants in medicinal herbs. J. Chem. Technol. Metall.; 46 (1): 81-88.
46. Olennikov, D.N. and Tankhaeva, L.M. (2010). Quantitative determination of phenolic compounds in Mentha piperita leaves. Chem. Nat. Compd, 46 (1): 22-27.
47. Galoburda., R, Kruma., Z., and Ruze, K. 2012. Effect of Pretreatment Method on the Content of Phenolic Compunds, Vitamin C and Antioxidant Activity of Dried Dill. World Academy of Sience Enginneering and Technology. 6(4): 251-255.
48. Ghorbani, Sh. Roozbeh Nasirani, L. Juri, M. H. 2014 The antimicrobial effects of Mentha longifolia L. essential oil on Salmonella enteritidis in mayonnaise sauce". Journal of Food Microbiology, 2 (3): 2015, 15-26.
49. Nickavar B, Alinaghi A, Kamalinejad M. (2008). Evaluation of the antioxidant properties of five Mentha species. Iranian J Pharm Res. 7:203–9.
50. Adli, D. E., Brahmi, M., Ziani, K., Brahmi, K., Kahloula, K., & Slimani, M. (2022). Chemical Composition, in vitro Antioxidant, Antimicrobial and Cytotoxic Activities of Mentha spicata Essential Oil: A Review. *Phytothérapie*, 20(6), 320-327.
51. Hashemi, Z, Hojjati, M, and Tahanjad, M. 2014. Investigating the antacid activity of orange leaf essential oil (*Citrus aurant* L.) in comparison with synthetic antacid TBH in edible oil. New technologies in the food industry (new food technologies), 2(6): 43-57. (In Persian)

52. Ranjbar, M., Kiani, M., and Nikpay, A. 2020. Antioxidant and scolicidal activities of four Iranian Mentha species (Lamiaceae) in relation to phenolic elements. Journal of Herbmed Pharmacology. 9(3): 200-208.
53. Tahanjad, M., Barzgar, M., Sahari, M.A., and Naqdi Badi, H.A. (2012). Evaluation of the anti-radical activity of Malva sylvestris L. extract and its application in the oil system. Medicinal Plants, 11(42), 86-97. (In Persian)
54. Ozkan, M. (2003). Antioxidant activities of rosemary, sage, and sumac extracts and their combinations on stability of natural peanut oil. Journal of Medicinal Food. 6: 267-270.
55. Abou-Zaid, Atef A., Abdelahafez, A. and Amer, May M. (2015). Effect of basil leaves extracted Juice addition on mayonnaise and cake oxidative stability and their sensory Agricuitury. Food Chemistry. 53: 4290–4302
56. Ezz El-Din Ibrahim, M. and Gaber El-Masry, H. 2016. Phenolic content and antioxidant activity of cantaloupe (*Cucumis melo* var. cantalupensis) and food application. *International Journal of Nutrition and Food Sciences,* 5: 16-24
57. Li, Chun-Ying., Kim, Hee-Woong., Li, He., Lee, Deug-Chan and Rhee, Hae-Ik. (2014). Antioxidative effect of purple corn extracts during storage of mayonnaise. Food Chemistry. 152 (2014): 592–596.
58. Gorjian, H., Raftani Amiri, Z., Mohammadzadeh Milania, J., & Ghaffari Khaligh, N. (2021). Comparison of the effect of natural preservatives (nanoliposome and nanoniosome containing myrtle extract) and sodium benzoate on physicochemical, microbial, sensorial and properties of Mayonnaise sauce. *Journal of food science and technology (Iran)*, 18(116), 313-325.
59. Khajavi, H., and Dastgerdi A. Ahmadi. 2021. "The effect of essential oil of thyme (Zataria multiflora boiss) on the sensory properties and oxidative stability of mayonnaise." 49-60.
60. Hyldgaard, M., Mygind, T., & Meyer, R. L. (2012). Essential oils in food preservation: mode of action, synergies, and interactions with food matrix components. Frontiers in microbiology, 3, 12.
61. Tabatabaei Yazdi, F., Alizadeh Behbahani, B., Vasiee, A.R., Mortazavi, S.A., & Shahidi, F. (2018). Evaluation antioxidant activity, phytochemical constituents and antimicrobial of Mentha Piperita essential oil on some infectious and poisonous microorganisms. *J. Food Sci Technol.*, 15(76), 67-76. (In Persian)
62. Yazdani, M. (2019). Evaluation of Antimicrobial and Antioxidant Activity of Essential Oil of Mentha piperita L. Iranian Journal of Medical Microbiology.*13*(3), 210-219. (In Persian)