

## 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<sup>1</sup>, Mohammad Hojjati<sup>2\*</sup>, Hassan Barzegar<sup>3</sup>,  
Mohammadamin Mehrnia<sup>3</sup>, Behrooz Alizadeh Behbahani<sup>3</sup>

<sup>1</sup>MSc Graduate, Department of Food Science and Technology, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran

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

<sup>3</sup>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.



© The Author(s).

DOI: 10.22069/fppj.2024.22555.1817

Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

---



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

فرزانه طاهری منش<sup>۱</sup>، محمد حاجتی<sup>۲\*</sup>، حسن برزگر<sup>۳</sup>، محمدامین مهرنیا<sup>۳</sup>، بهروز عزیززاده بهبهانی<sup>۳</sup>

دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاطانی، ایران  
استاد، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاطانی، ایران، رایانامه: [hojjati@asnrkh.ac.ir](mailto:hojjati@asnrkh.ac.ir)  
دانشیار، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاطانی، ایران

اطلاعات مقاله چکیده

### نوع مقاله:

مقاله کامل علمی-پژوهشی

**سابقه و هدف:** امروزه تقاضای روبه‌رشد مصرف‌کنندگان برای مواد غذایی 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 به عنوان نگهدارنده در طیف وسیعی از محصولات غذایی مورد بررسی قرار داده‌اند. متابولیت‌های گیاهی، مانند اسانس‌های موجود در گیاهان معطر، دارای خواص آنتی‌اکسیدانی و ضد میکروبی هستند که این ویژگی‌ها باعث استفاده گسترده در صنایع مختلف، به ویژه در مواد غذایی 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 با احتیاط توصیه می‌شود. هدف از انجام پژوهش حاضر شناسایی ترکیبات شیمیایی و ویژگی‌های اسانس گیاه سوسن عنبر و بررسی امکان استفاده از این اسانس معطر به عنوان آنتی‌اکسیدان طبیعی در سس مایونز و آثار آن بر برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و میکروبی مایونز بود.

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

**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 فرآر 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 آنتی‌رادیکالی 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 آنروژینوزا*) مورد بررسی 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 تیوباربتوریک

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 (۰.۱۵۷٪)، دی لیمونن (۷۹.۱۶٪)، ۱ و ۸-سیننول (۵۶.۷٪) و بتاکاریوفیلین (۱۰.۲٪) بیشترین ترکیبات شناسایی شده 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، اسیدیت و اسید تیوباربتوریک 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 ضد میکروبی نشان داد که قطر هاله عدم رشد میکروبی برای سویه‌های بیماری‌زا گرم مثبت باسیلوس سرئوس و استافیلوکوکس اورئوس نسبت به سویه‌های گرم منفی سودوموناس اثرورژینوزا، اشرشیا کلی و سالمونلا تیپی بیشتر است. در حالی که، 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؛ حاجتی، 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.

DOI: 10.22069/fppj.2024.22555.1817



© نویسندگان.

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

## مقدمه

گیاهان معطر به واسطه‌ی دارا بودن ترکیبات فنلی طبیعی خود، از خواص آنتی‌اکسیدانی قوی برخوردار هستند. آن‌ها علاوه بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی، دارای فعالیت‌های زیستی مهم دیگری هستند که می‌توانند جایگزین مناسبی برای افزودنی‌های مصنوعی باشند (۱). اسیدآسکوربیک، بتاکاروتن همراه با سایر کاروتنوئیدها و اکسی‌کاروتنوئیدها مانند لیکوپین‌ها از جمله 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 ضد میکروبی اسانس‌ها به ترکیبات فنلی موجود در آن‌ها مرتبط می‌باشد. کارواکرول<sup>۱</sup>، سینام‌آلدئید<sup>۲</sup>، اوژنول<sup>۳</sup>، تیمول<sup>۴</sup> و پی‌سئمین<sup>۵</sup> 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 می‌تواند خطرهای 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

pH پایین 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 نه تنها 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 مواد غذایی، 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 ضد میکروبی و آنتی‌اکسیدانی شده است. از جمله ترکیبات طبیعی که امروزه به‌طور فزاینده‌ای در مواد غذایی مورد بررسی و استفاده قرار گرفته، اسانس‌ها، ادویه‌ها و گیاهان می‌باشند که نه تنها مانع رشد میکروب‌ها می‌شوند بلکه به‌عنوان طعم‌دهنده در مواد غذایی 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 از جمله عصاره فلفل سیاه و

<sup>4</sup> Thymol

<sup>5</sup> p\_Cymene

<sup>1</sup> Carvacrol

<sup>2</sup> Cinnamaldehyde

<sup>3</sup> Eugenol

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 زیست‌فعالیتی 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 اوپلا حاوی ویتامین D<sub>3</sub> (گروه صنعتی گلرنگ ایران)، سرکه سفید بیدستان (قزوین)، شکر، نمک، پودر فلفل سفید، پودر خردل و تخم‌مرغ از بازار محلی اهواز تهیه گردیدند. DPPH<sup>۱</sup>، معرف فولین سیوکالتو، اسیدگالیک، ABTS، پرسولفات پتاسیم، پتاسیم یدید، تری‌کلرواستیک اسید و تیوباریتوریک اسید (سیگمای آمریکا)، کربوکسی متیل سلولوز (شرکت کارگام پارسیان، تهران)، آنتی‌اکسیدان BHT<sup>۱۱</sup>، کربنات سدیم و تیوسولفات سدیم (مرک، آلمان)، محلول کلروفورم، 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 اثرورژینوزا* (ATCC 27853) بودند که از کلکسیون

زنجبیل (۱۳)، ریحان (۱۴)، ترخون (۱۵)، پونه کوهی (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 دنداندار 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 کارون<sup>۱</sup>، لیمون<sup>۲</sup>، آلفا پینن<sup>۳</sup>، میرسن<sup>۴</sup>، بتابوربون<sup>۵</sup>، سیس دی هیدروکارون<sup>۶</sup>، هیدروکارویل استات<sup>۷</sup>، پولگون<sup>۸</sup> و ترانس کاریوفیلن<sup>۹</sup> 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 تحریک‌پذیر<sup>۹</sup> مفید باشد (۲۴). همچنین در فرهنگ عامه، از آن به‌عنوان یک داروی گیاهی برای درمان سرماخوردگی، آنفولانزا، مشکلات دستگاه تنفسی، دل‌درد، هموروئید و درد معده استفاده

<sup>7</sup> Pulegone

<sup>8</sup> Trans-Caryophyllene

<sup>9</sup> Irritable bowel syndrome

<sup>10</sup> 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl

<sup>11</sup> Butylated hydroxytoluene

<sup>1</sup> Carvone

<sup>2</sup> Limonene

<sup>3</sup> Alpha-Pinene

<sup>4</sup> Myrcene

<sup>5</sup>  $\beta$ -Bourbonene

<sup>6</sup> Dihydrocarvyl acetate

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 به عنوان 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<sub>8</sub>-C<sub>24</sub>) و به دست آوردن شاخص بازداری آن‌ها و مقایسه با شاخص کوانتز (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 مصنوعی TBHQ (در غلظت‌های ۱۰۰ و ۲۰۰ ppm) در نظر گرفته شد (۲۸).

**جداسازی روغن از مایونز:** به‌منظور 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 به مدت 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

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 پس از آن میزان ۲۰ میکرولیتر از هر نمونه‌ی مورد آزمایش به دو میلی‌لیتر محلول تازه تهیه شده‌ی ABTS افزوده شد. سپس جذب در طول موج ۷۳۴ نانومتر خوانده شده و درصد بازدارندگی نمونه از طریق رابطه (۱) محاسبه و گزارش گردید (۳۲).

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

تهیه استاندارد نیم مک فارلند و سوسپانسیون میکروبی: برای تهیه‌ی کشت تازه، ابتدا تمامی سویه‌های میکروبی در محیط کشت مولر هیتون 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 ( $10^8 \times 1/5$ ) از آن‌ها تهیه گردید (۳۳).

بررسی فعالیت ضد میکروبی اسانس سوسن عنبر  
روش دیسک دیفیوژن: پس از آماده‌سازی محیط کشت مولر هیتون 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

آزمون‌های عدد پراکسید، تیوباربیتریک اسید و عدد اسیدی مورد بررسی قرار گرفت. برای اندازه‌گیری اندیس پراکسید از روش AOCS شماره Cd8-53، اندیس عدد تیوباربیتریک 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 طول موج ۷۶۵ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (Cambridge, UK), اسپیکتروفتومتر 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 طول موج ۵۱۷ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر خوانده شد. در نهایت درصد مهار رادیکال‌های آزاد DPPH با استفاده ۵۰٪ بازدارندگی (IC<sub>50</sub>) گزارش گردید (۳۱). در این آزمایش از آنتی‌اکسیدان BHT به‌عنوان نمونه‌ی کنترل مثبت استفاده شد (۲۹).



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 میکرودايلوشن براث، با استفاده از پلیت ۹۶ خانه و معرف تری فیل تترازولیوم جهت اندازه‌گیری حداقل غلظت بازدارندگی از رشد میکروارگانیسم‌ها استفاده شد. به این منظور، غلظت‌های مختلف اسانس (۰.۷۸، ۰.۵۶، ۰.۳۱، ۰.۲۵، ۰.۱۲، ۰.۰۵، ۰.۰۲۵، ۰.۰۱۲، ۰.۰۰۵ و ۰.۰۰۲ 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 تری‌متیل‌تترازولیوم 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 هیتون 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. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه‌ی ۲۱ انجام گرفته 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 بازدارندگی و مقدار ترکیب در جدول ۱ آورده شده است. کاربون (۵۷.۱٪)، دی‌لیمونن<sup>۱</sup> (۷۹.۱۶٪)، او-۸-سینول<sup>۲</sup> (۵۶.۷٪)، بتاکاریوفیلن<sup>۳</sup> (۱۰.۲٪) و سابین هیدرات<sup>۴</sup> (۰.۸۱٪) بیشترین مقدار ترکیبات شناسایی شده در این اسانس بودند. و از دیگر ترکیبات شناسایی شده می‌توان به پی-سیمن<sup>۵</sup> (۹۹.۰٪)، میرسن<sup>۶</sup> (۸۵.۰٪)،

<sup>۴</sup> Sabinene hydrate

<sup>۵</sup> P-Cymene

<sup>۶</sup> Myrcene

<sup>۱</sup> D-Limonene

<sup>۲</sup> Sinol

<sup>۳</sup> Beta-Caryophyllene

ایزوبرونیل استات<sup>۱</sup> (۷۷.۰٪) و سابینین<sup>۲</sup> (۷۱.۰٪) اشاره کرد. در ارتباط با گیاه نعناع، پژوهشگران در پژوهش‌های خود مقادیر مختلفی برای ترکیبات این گیاه ارائه کرده‌اند.

جدول ۱- ترکیبات شیمیایی اسانس سوسن عنبر

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

Peak number	Components	Retention time (min)	% Amount	Peak number	Components	Retention time (min)	%Amount
شماره پیک	ترکیبات	زمان بازداری (دقیقه)	مقدار (%)	شماره پیک	ترکیبات	زمان بازداری (دقیقه)	مقدار (%)
1	$\alpha$ -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	$\beta$ -Pinene	12.608	0.63	20	$\delta$ -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	$\alpha$ -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	$\alpha$ -terpinene	14.524	0.46	25	Trans-carvyl acetate	22.807	0.38
10	p-cymene	14.441	0.99	26	$\beta$ -Bourbonene	24.351	0.15
11	D-Limonene	14.652	16.79	27	$\beta$ -caryophyllene	24.851	2.10
12	1,8-cineole	14.872	7.56	28	$\beta$ -copaene	24.851	0.26
13	(Z)- $\beta$ -ocimene	15.230	0.28	29	germacrene D	26.862	0.61
14	(E)- $\beta$ -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<sub>8</sub>-C<sub>24</sub> روی ستون HP-5 بر حسب دقیقه

میلین<sup>۴</sup> (۰.۵۹.۱۴ درصد)، و لیمونن (۳۰.۳.۹ 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-ترپینین<sup>۵</sup> (۷.۱۹٪)، اکسید

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<sup>۳</sup> (۳۵.۱۴ درصد)،

<sup>4</sup> Methylene  
<sup>5</sup> Alpha-Terpinene

<sup>1</sup> Isobornyl acetate  
<sup>2</sup> Sabinene  
<sup>3</sup> Menthol

(۴۵). در مطالعه‌ای دیگر، عصاره الکلی نعناع فلفلی در طول موج‌های  $285 \pm 3$  و  $326 \pm 2$  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).

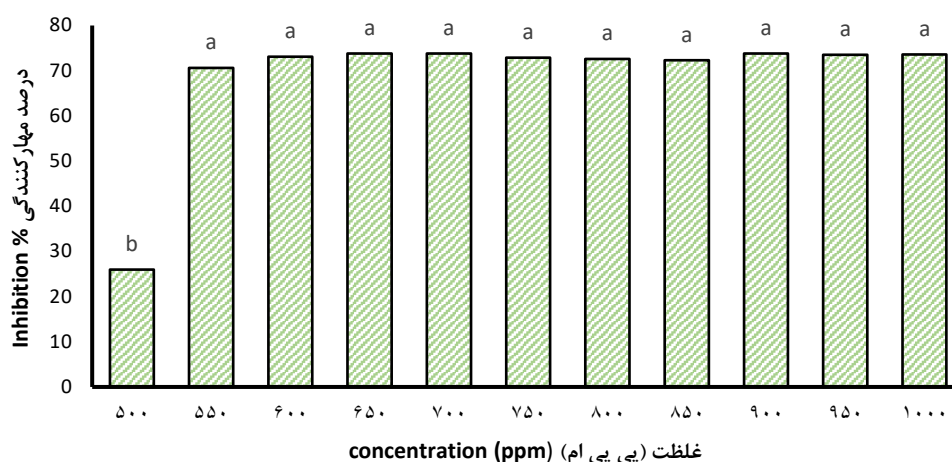
**خاصیت آنتی‌اکسیدانی اسانس با روش DPPH:**  
 فعالیت ضداکسایشی به‌دست‌آمده در غلظت‌های مختلف اسانس  $14.0 \pm 2.0$  میکروگرم در میلی‌لیتر محاسبه شد. با توجه به شکل ۱ با افزایش غلظت اسانس فعالیت ضد اکسایشی افزایش پیدا کرد. شاید بتوان آن را به خاصیت ضداکسایشی اسانس نعناع نسبت داد (35)، از سوی دیگر نتایج 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  $1.96$  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  $40.77$  میکروگرم در میلی‌لیتر (۴۸) و کشور مصر  $80.63$  میکروگرم در میلی‌لیتر) گزارش شده است (۴۹ و ۵۰). شاید بتوان متفاوت بودن مقادیر ترکیبات شیمیایی در یک‌گونه نعناع را به عوامل مختلفی از جمله شرایط منطقه‌ای و روش استخراج نسبت داد (۵۰).

پیپریتون<sup>۱</sup> (۳.۱۹٪)، ایزومننون<sup>۲</sup> (۳.۱۰٪) و بتاکاریوفیلین (۶.۷٪) گزارش کردند (۳۷). مقدار کاروون در نمونه‌های نعناع دشتی ایران،  $0.42$  (۳۸) و مراکش،  $23\%$  (۳۹) گزارش شده است. زلجاکوف و همکاران (۲۰۱۰)، گزارش کردند کاروون و لیمونن ترکیبات غالب اسانس دوگونه کاردیاکا و اسپیکاتا می‌باشد (۴۰). برخلاف آن اسانس گیاه تازه نعناع دشتی کشت شده در مصر (۴۱) و ترکیه (۴۲) حاوی مقدار کمی یا فاقد کاروون 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  $246.0$  میلی‌گرم گالیک‌اسید در گرم ماده خشک است. فرحبخش و همکاران (۲۰۲۱)، طی پژوهش خودروی نعناع دشتی، ۴ نوع ترکیبات فنلی رزه‌رینیک اسید، هسپریدین، ترانس فرولیک اسید و کوئرستین به ترتیب با مقادیر  $19.74$ ،  $4.95$ ،  $0.63$  و  $0.44$  را شناسایی کردند (۳۵). در پژوهشی دیگر برای *Mentha Cervina* مقدار ترکیبات فنلی  $10.09 \pm 14.81$  گزارش شد. همچنین در پژوهش‌های دیگر مقادیر بالا و مختلفی برای ترکیبات فنلی گونه‌های مختلف نعناع گزارش شده است (۴۳). به‌عنوان مثال، رحمتی جنیدآباد و همکاران در بررسی‌های خودروی گیاه نعناع فلفلی، میزان فنل و فلاونوئید کل را به ترتیب  $15.55$  میلی‌گرم گالیک اسید و  $25.29$  میلی‌گرم کوئرستین بر گرم اسانس را گزارش کردند (۴۴). آتاناسوا و همکاران (۲۰۱۱)، میزان فنل و فلاونوئید در گیاه نعناع فلفلی را به ترتیب  $3/45$  و  $2/25$  میلی‌گرم در  $100$  گرم گیاه خشک گزارش کردند

<sup>2</sup> Isomenthone

<sup>1</sup> Piperitone oxide

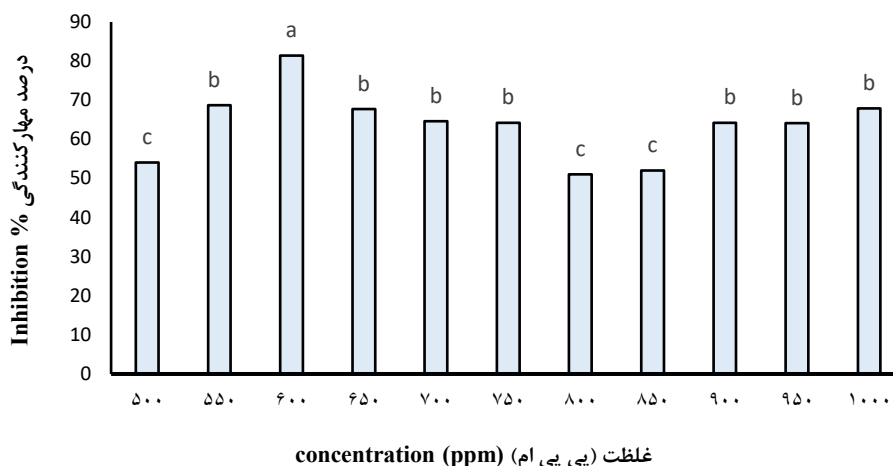


شکل ۱- فعالیت مهارکنندگی رادیکال DPPH اسانس سوسن عنبر در سس مایونز

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

نارنج اشاره کردند (۵۱). در مطالعه‌ای دیگر پژوهشگران به این نتیجه رسیدند که از غلظت ۱ تا ۵ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر عصاره‌ی پنی‌ک 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 به طوری که در غلظت ۵ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر درصد بازدارندگی آن ۳۷٪ 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 به عنوان جمع‌آوری‌کننده رادیکال‌های آزاد و مهارکننده پراکسیداسیون لیپیدی شناخته شده‌اند، وابسته است.

خاصیت آنتی‌اکسیدانی 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 به طوری که در سطح معنی‌داری ۵ درصد غلظت‌های ۵۵۰، ۶۵۰، ۷۰۰، ۷۵۰، ۹۰۰، ۹۵۰ و ۱۰۰۰ دارای میانگین بازدارندگی ۶۷ درصد هستند که می‌توان آن را به عنوان میانگین بازدارندگی اسانس سوسن عنبر بیان نمود. نوروزی و همکاران (۲۰۱۷)، برای اسانس ترخون بیشترین مقدار بازدارندگی (۵۷۵٪) را گزارش کردند (۲۸). هاشمی و همکاران (۲۰۱۳)، در مطالعه خود به میزان بازدارندگی ۱۳٪ برای برگ



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

سوسن عنبر می‌باشد. که این نشان دهنده‌ی اثرگذار بودن اسانس می‌باشد. آنتی‌اکسیدان‌ها 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).

### ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی 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

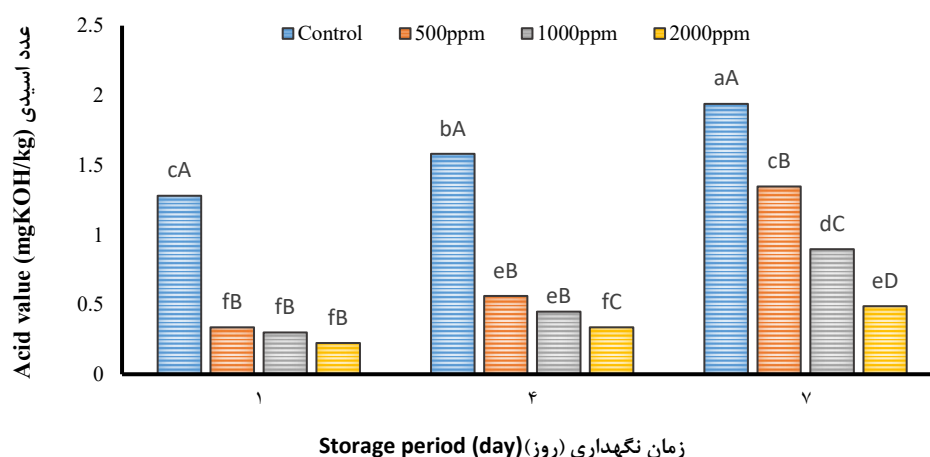
جدول ۲- بررسی اثر فعالیت ضداکسایشی اسانس سوسن عنبر بر عدد پراکسید در سس مایونز

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 <sup>a</sup>
500 ppm	73.3±5.78 <sup>a</sup>
1000 ppm	53.4 ±11.54 <sup>b</sup>
2000 ppm	23.3 ±23.02 <sup>c</sup>

در پایان دوره‌ی نگهداری (۱۲ هفته) در غلظت ۰.۱٪ بین غلظت‌های مختلف عصاره کمترین بوده و همچنین بین غلظت ۰.۱٪ و آنتی‌اکسیدان BHA تفاوت معناداری نبوده ولی بااین‌وجود 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 نشان‌دهنده تأثیر غلظت بر عدد اسیدی است (۵۷) که در پژوهش حاضر نیز تأیید شد.

عدد اسیدی: روند فعالیت آنتی‌اکسیدانی 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 ۰.۷-۱.۲ 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 پیدا کرده است. یکی از دلایل این امر، می‌تواند تبدیل ترکیبات ثانویه اکسایش به اسیدهای کربوکسیلیک باشد (۵۳). نتایج پژوهش‌های ابوزیاد و همکاران (۲۰۱۵) نشان داد که عدد اسیدی



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

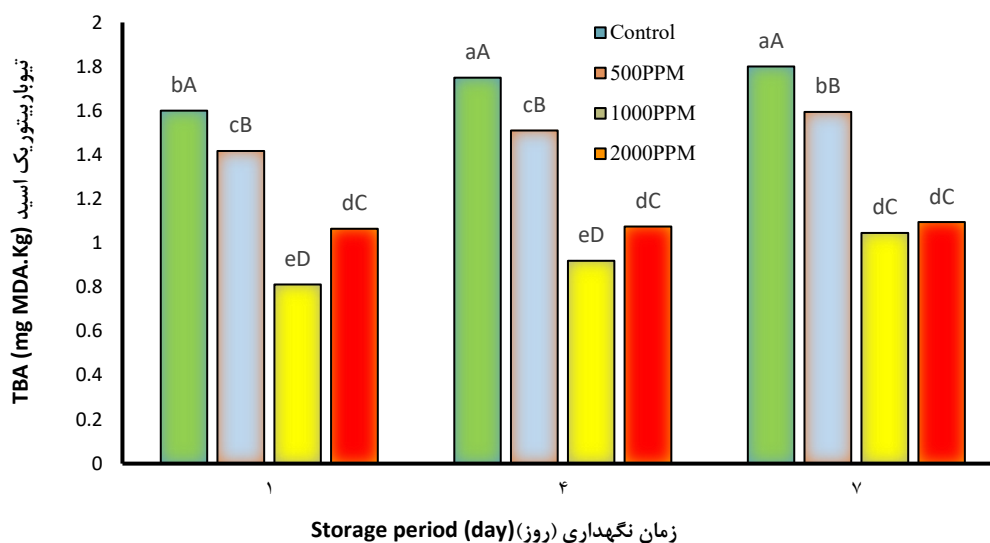
Figure 3. Antioxidant activity of *Mentha spicata* essential oil in mayonnaise in terms of acid value

تیوباریتوریک اسید به‌عنوان شاخصی از ترکیبات ثانویه اکسیداسیون در شکل ۴ نشان داده شده است. کمترین جذب نشان‌دهنده‌ی بالاترین فعالیت

تیوباریتوریک اسید: آزمون TBA جهت تعیین فرآورده‌های اکسیداسیون ثانویه در سس مایونز انجام شد (۵۸). نتایج اکسیداسیون نمونه‌ها بر اساس جذب

مطالعات پیشین گزارش شده است عصاره‌های گیاهان می‌توانند تشکیل محصولات اکسیداسیون را به تأخیر نندازند (۵۹). نوروزی و همکاران (۲۰۱۷) بیان کردند که در بین اسانس‌های ۵۰۰ تا ۲۰۰۰ (ppm)، ترخون کمترین مقدار جذب در ۲۰۰۰ ppm رخ داده است (۲۸).

بازدارندگی تیوباریتوریک اسید است. با توجه به شکل، بیشترین فعالیت ضد اکسایشی مربوط به غلظت ۱۰۰۰ ppm 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



شکل ۴- بررسی اثر فعالیت ضد اکسایشی اسانس سوسن عنبر در سس مایونز (تیوباریتوریک اسید)

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

بیشتر بود. درحالی‌که در بین سویه بیماری‌زا گرم مثبت، سویه بیماری‌زای *استریا اینوکوا* قطر هاله عدم رشد کم‌تری داشت. به طوری‌که 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 *سالمونلا تیفی* مشاهده گردید. که قطر هاله عدم رشد برای آن‌ها به ترتیب ۵۸.۳۴ میلی‌متر و ۹۵.۱۳ میلی‌متر بود. نتایج بیانگر این است باکتری‌های گرم مثبت حساس‌تر از باکتری‌های گرم منفی هستند. اثر ضد میکروبی بیشتر آن‌ها نسبت به اسانس را می‌توان به وجود یک غشای خارجی غنی از لیپوساکارید در

آزمون‌های دیسک دیفیوژن MIC و MBC: نتایج بررسی فعالیت ضد میکروبی 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 به طور معنی‌داری ( $p < 0.05$ ) 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 *استافیلوکوکوس اورئوس* نسبت به سویه‌های گرم منفی *سودوموناس ائروژینوزا*، *اشرشیا کلی* و *سالمونلا تیفی*

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).

باکتری‌های گرم مثبت نسبت داد (۶۰). طباطبایی یزدی و همکاران (۱۳۹۷) نشان دادند که کمترین قطر هاله عدم رشد برای اسانس نعناع فلفلی مربوط به سویه گرم منفی *Sudomonas aurorizonosa* بود. یزدانی و همکاران (۱۳۹۸)، در طی پژوهشی اثر ضد میکروبی اسانس نعناع در برابر تعداد از باکتری‌های گرم مثبت و منفی

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
<i>Staphylococcus aureus</i>	8.09±0.025 <sup>dB</sup>	15.29±0.05 <sup>eA</sup>	18.93±0.09 <sup>bA</sup>	32.50±0.70 <sup>aD</sup>
<i>Listeria monocytogenes</i>	0±0	8.24±0.03 <sup>bC</sup>	10.10±0.11 <sup>bC</sup>	15.15±1.35 <sup>aCD</sup>
<i>Bacillus cereus</i>	8.32±0.01 <sup>dA</sup>	14.22±0.31 <sup>eB</sup>	17.2±0.04 <sup>bB</sup>	34.58±0.66 <sup>aA</sup>
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0±0	7.06±0.07 <sup>cD</sup>	9.36±0.12 <sup>bD</sup>	14.94±0.9 <sup>aCD</sup>
<i>Escherichia coli</i>	8.32±0.01 <sup>dA</sup>	7.37±0.2 <sup>eD</sup>	8.83±0.07 <sup>bE</sup>	16.93±0.38 <sup>aC</sup>
<i>Salmonella typhi</i>	0±0	0±0	13.95±0.99 <sup>aD</sup>	13.95±0.99 <sup>aD</sup>

حروف غیر مشابه کوچک (a, b, c) در یک ردیف نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح  $p < 0.05$  بین غلظت‌های مختلف اسانس می‌باشد.  
حروف غیر مشابه بزرگ (a, b, c) در یک ستون نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح  $p > 0.05$  میان باکتری‌های مختلف است.

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 نعناع 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).

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 اورئوس، لیستریا مونوسیژنوس، باسیلوس سرئوس، سودوموناس آئروژینوزا، اشرشیا کلی و سالمونلا تیفی به ترتیب ۵.۱۲، ۵.۱۲، ۵.۱۲، 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 نعناع فلفلی بزرگ‌تر از ۴۰۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر بود. در مطالعه انجام شده توسط



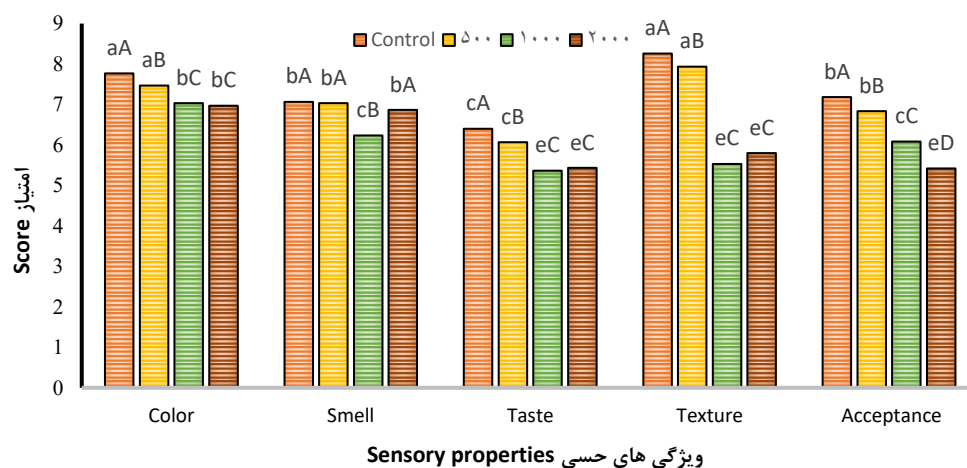
جدول ۴، حداقل غلظت بازدارندگی و حداقل غلظت کشندگی اسانس سوسن عنبر بر سویه‌های بیماری‌زا

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

Microorganism	MIC(mg/ml) حداقل غلظت بازدارندگی (میلی گرم در میلی لیتر)	MBC(mg/ml) حداقل غلظت کشندگی (میلی گرم در میلی لیتر)
<i>Staphylococcus aureus</i>	12.5	>400
<i>Listeria monocytogenes</i>	12.5	>400
<i>Bacillus cereus</i>	6.25	>400
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	6.25	>400
<i>Escherichia coli</i>	12.5	>400
<i>Salmonella typhi</i>	12.5	>400

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 ارگانولپتیکی نمونه‌ی شاهد و نمونه‌های مایونز حاوی غلظت‌های مختلفی از اسانس می‌باشد.

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 نمونه‌های حاوی غلظت‌های مختلفی از اسانس تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید. اما از نظر ویژگی بافت بین نمونه‌ی شاهد و نمونه‌های حاوی غلظت‌های ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ ppm از اسانس تفاوت معنی‌داری مشاهده



شکل ۵- 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

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

### 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 ۸۰۰ ppm معادل غلظت ۱۰۰ ppm

### تشکر و قدردانی

مقاله حاضر مستخرج از پایان نامه کارشناسی ارشد می باشد، لذا نویسندگان مقاله بر خود لازم می دانند از معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان به دلیل حمایت های مادی و معنوی صمیمانه تشکر و قدردانی نمایند.

آنتی اکسیدان های مصنوعی مورد مصرف قرار گیرد. نتایج این پژوهش نشان داد که افزودن اسانس نعناع در مایونز روی ویژگی های کیفی و ارگانولپتیکی آن آثار سوء نداشته و می تواند به عنوان یک آنتی اکسیدان طبیعی جهت استفاده در این محصول پیشنهاد شود.

### 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 pathogenic 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, Woodhead 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., Nayebyzadeh, 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., Soleimani-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 Tabrizi 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 of tarragon essential 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 Nejjad, 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., Hosseinfarahi, 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. Zheljzkov, 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 spicata* L. 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. Čavar 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 Compounds, Vitamin C and Antioxidant Activity of Dried Dill. World Academy of Science Engineering 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 Herbmec 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 Agricutury. *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)

