



مقایسه تاثیر نگهدارنده‌های طبیعی (نانولیپوزوم و نانونیوزوم حاوی عصاره برگ مورد) و نگهدارنده

شیمیایی بنزوات سدیم بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، میکروبی و حسی سس مایونز

هایده گرجیان^۱، زینب رفتنی امیری^{۲*}، جعفر محمدزاده میلانی^۲، نادر غفاری خلیق^۳

۱- دانشجوی دکتری، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران.

۲- استاد، علوم و صنایع غذایی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران.

۳- دانشیار، مرکز تحقیقات نانو تکنولوژی و کاتالیست، انستیتوی مطالعات تحصیلات تکمیلی، دانشگاه مالایا، کوالالامپور، مالزی.

چکیده

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۲/۲۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۳/۰۵

کلمات کلیدی:

سس مایونز،

عصاره مورد،

نانونیوزوم،

نانولیپوزوم،

فساد میکروبی،

فساد اکسیداتیو.

در این تحقیق، اثر نگهدارنده‌های طبیعی، عصاره آزاد برگ مورد، نانولیپوزوم حاوی عصاره مورد، نانونیوزوم حاوی عصاره مورد و بنزوات سدیم به عنوان نگهدارنده سنتزی بر خصوصیات میکروبی، حسی و شیمیایی سس مایونز به مدت ۹۰ روز به صورت دوره‌ای (هر ۱۵ روزی یکبار)، در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج حاصل از آزمون‌های میکروبی، شیمیایی و حسی نشان داد که، نمونه‌های سس مایونز حاوی نانونیوزوم و نانولیپوزوم نسبت به نمونه سس شاهد به‌طور معنی‌داری ($p < 0/05$)، باعث کاهش تغییرات شیمیایی (پراکسید، اسید تیوباریتوریک) شد. بین pH نمونه‌های سس تهیه شده در روز اول تفاوت معنی‌داری وجود داشت، بطوریکه بیشترین pH (۴/۲) مربوط به نمونه سس حاوی بنزوات سدیم بود. مقدار اسیدیته تمامی نمونه‌ها در محدوده استاندارد (۰/۶۲ تا ۱/۴) بود. نتایج میکروبی نشان داد که، شمارش اش‌ریشیاکلی و اسید لاکتیک هتروفرمتیتیو برای تمام تیمارها منفی و مطابق استاندارد بود. نمونه‌های سس حاوی نگهدارنده‌های طبیعی، عصاره مورد نانونیوزومی و نانولیپوزومی به‌طور مؤثری در کنترل کپک و مخمر و باکتریهای مقاوم به اسید نسبت به نمونه شاهد نقش داشت ($p < 0/05$)، نتایج ارزیابی حسی در این مطالعه نشان داد که نمونه‌های سس مایونز از نظر ویژگی‌های حسی تفاوت معنی‌داری داشتند بطوریکه، سس حاوی عصاره آزاد امتیاز رنگ کمتری داشت. همچنین کمترین شاخص روشنایی ($L^* = 74/31 \pm 1/03$) مربوط به سس حاوی عصاره آزاد بود. نمونه‌های سس حاوی نانونیوزوم و نانولیپوزوم بالاترین پذیرش را از نظر مالش‌پذیری داشت. نتایج این مطالعه نشان داد که، با استفاده از نانونیوزوم و نانولیپوزوم حاوی عصاره برگ مورد می‌توان مصرف افزودنی شیمیایی بنزوات سدیم را کاهش داد و این گامی در بهبود سلامتی جامعه مصرف‌کنندگان است.

DOI: 10.52547/fsct.18.116.313

* مسئول مکاتبات:

z.raftani@sanru.ac.ir

۱- مقدمه

سس مایونز یکی از قدیمی ترین و پر مصرف ترین سس‌های مورد استفاده در دنیا است [۱]، این سس یک امولسیون روغن در آب (O/W)، حاوی ۷۰-۸۰٪ چربی و زرده تخم مرغ است و به طور گسترده‌ای برای بهبود عطر و طعم برخی از محصولات غذایی مصرف می‌شود [۲]، چون در فرآیند سس مایونز از دما برای سالم سازی فرآورده استفاده نمی‌شود، لازم است بوسیله ترکیبات شیمیایی نگهدارنده مانند اسید بنزوئیک و نمک‌های آن از رشد میکروارگانیسم‌ها در شرایط نگهداری سس ممانعت شود. با توجه به اینکه مصرف این ترکیبات (بنزوات) در عین فواید ذکر شده مضراتی را برای سلامتی انسان به دنبال دارد، بنابراین باید سعی شود که از این ترکیبات در حداقل مقدار استفاده شود. اشریشیاکلی یکی از پاتوژن‌های غذایی هستند که در سال‌های اخیر در سس مایونز بطور فزاینده‌ای شناسایی و ایزوله شده‌اند [۳]. از آنجائیکه سس مایونز به دلیل روغن بالا و آهن زرده تخم مرغ، بسیار حساس به اکسیداسیون است. اکسیداسیون، یکی از علل فساد شیمیایی است که موجب تندشدگی یا زوال در فاکتورهای تغذیه‌ای، کیفیت، رنگ، طعم، بافت و ایمنی مواد غذایی شده و از مشکلات قابل توجه در مواد غذایی پرچرب بوده که تقریباً خیلی زود رخ می‌دهد مگر اینکه اقدامات احتیاطی لازم انجام شود [۲]. همچنین با توجه به نگرانی‌های رو به رشد مصرف‌کنندگان در مورد افزودن مواد شیمیایی به مواد غذایی، استفاده از آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی کاهش یافته و به سمت آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی رفته است که علاوه بر مسایل اقتصادی دارای فوایدی برای سلامت انسان است [۴ و ۵].

گیاه دارویی مورد *Myrtle (Myrtus communis L.)* گیاهی است، که به طور گسترده در طب سنتی استفاده شده است. این گیاه همیشه سبز بوده و بومی آسیا است. مورد (*Myrtle Myrtus communis L.*)، درختچه‌ای با ارتفاع ۱/۸ تا ۲/۴ متر با شاخ و برگ‌های کوچک است و یکی از مهمترین گونه‌های معطر و دارویی خانواده *Myrtaceae* است. گیاه مورد یک گونه

درختچه‌ای مدیترانه‌ای که در بسیاری از کشورها رشد خود به خودی دارد و در برخی رویشگاه‌های ایران به صورت طبیعی یافت شده است. پراکنندگی جغرافیایی درختچه مورد در ایران نسبتاً وسیع و اغلب در استان‌های گرمسیری جنوب و مرکز ایران رویش دارد [۶ و ۷]، برگ و میوه این گیاه به عنوان ضد میکروب، قابض، اشتها آوری، ضد اسهال و التیام بخش زخم استفاده شده است. عصاره مورد دارای اثرات ضد تومور، ضد جهش ژنی و ضد فشارخون است. این گیاه کاهنده چربی خون و کاهنده قند خون است. گزارش‌های اخیر نیز نشان داده است، که عصاره برگ مورد دارای قوی‌ترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی و بالاترین میزان ترکیبات فنلی در مقایسه با سایر قسمت‌های گیاه است. ترکیبات اصلی فنلی برگ مورد (*M communis*) تانن‌های قابل هیدرولیز بود، اما حضور اسید فنولیک (کافئین اسید) و فلاونوئیدها (میریسیتین و یک میریسیتین ۳-رامونزید) همچنین نشان داده شده است [۸].

عصاره‌های گیاهی محلولی حاوی تمامی مواد مفید موجود در گیاه نظیر اسانس‌ها، فلاونوئیدها، آلکالوئیدها، موسیلاژها، تانن‌ها، املاح و یا سایر مواد بوده که خاصیت آنتی‌اکسیدانی، ضد قارچی و ضد باکتریایی داشته و مانع از انجام واکنش‌های ناخواسته در محیط‌های مورد نظر می‌شوند [۹]. از آنجائیکه فاکتورهایی از قبیل حلالیت و نفوذپذیری کم، کاربردهای دارویی عصاره را محدود کرده است [۱۰]، همچنین ساختار شیمیایی و متابولیسم ماتریکس، برخی از عوامل مرتبط با غذا هستند که مانع از در دسترس بودن^۱ و قابلیت زیستی^۲ ترکیبات فنولی شده است [۱۱]، از سیستم‌های نانو حامل برای تثبیت مواد زیست فعال در برابر تغییرات شیمیایی، محیطی و به منظور بهبود اثر فعال و دسترسی زیستی آنها استفاده شده است [۱۲ و ۱۳]. لذا در این پژوهش نانولیپوزوم و نانونیوزوم حاوی عصاره برگ مورد با هدف دستیابی به اثر بخشی بیشتر فعالیت‌های آنتی‌اکسیدان و ضد میکروبی بر پایداری اکسایشی و میکروبی سس مایونز در مقایسه با ضد میکروب سنتتیک بنزوات سدیم انجام شد.

1. bioaccessibility
2. bioavailability

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

روغن آفتابگردان غنی شده با ویتامین A و D3 از شرکت فامیلا (ایران)، لسیتین مایع سویا با درجه خوراکی از شرکت Amitex آمیتیکس هندوستان، کیسه دیالیز با وزن مولکولی ۱۲-۱۴ کیلو دالتون، توئین ۸۰، اسپن ۸۰، پلی اتیلن گلیکول ۴۰۰ و گلیسرول از شرکت سیگما آلدریج، بنزوات سدیم، دی هیدرات کلرید باریم، معرف تیوباربتوریک اسید و بقیه مواد شیمیایی و معرف‌ها، محیط کشت‌های پپتون واتر، پلیت کانت آگار، اورنج سرم آگار^۳، پوتیتو دکستروز آگار^۴ و محیط کشت مایع MRS و ECB اشریشیاکلی برات از شرکت مرک آلمان تهیه شد.

۲-۲- روش‌ها

۲-۲-۱- استخراج عصاره

نمونه برگ‌های گیاه مورد (*Myrtus communis* L.) در طی دی ماه زمستان سال ۱۳۹۷، از رویشگاه‌های طبیعی درختچه مورد فارس (ایران) جمع‌آوری شده و استخراج عصاره با کمک حلال هیدروآتانولیک با نسبت (۱:۱) به روش سنتی انجام شد [۱۴].

۲-۲-۲- تهیه نانولیپوزوم و نانونیوزوم

یک دیسپرسیون آبی نانولیپوزوم و نانونیوزوم به روش مظفیری با کمی تغییرات تهیه شد [۱۴]. به‌طور خلاصه برای تهیه نانولیپوزوم، مخلوط لسیتین به روغن با غلظت (۵ به ۳۴٪ وزنی/وزنی) در یک حمام آب گرم در دمای ۳۰°C به مدت ۱۰ دقیقه پیش گرم شد. پس از اطمینان از حل شدن لسیتین، فاز آبی با غلظت نهایی ۰/۵ درصد وزنی عصاره خشک و ۱/۲ درصد وزنی گلیسرول به صورت قطره‌ای در دمای ۳۰°C به مخلوط در دور ۶۰۰ روی یک هات پلیت اضافه شد و آنگاه مخلوط را به مدت ۴۵ تا ۶۰ دقیقه همزده، تا کاملاً صاف و یکدست شد. همچنین برای تهیه نانونیوزوم، ابتدا مخلوط سورفاکتانت‌های غیر یونی، توئین ۸۰ به اسپن ۸۰ با غلظت (۷/۴۳ به ۱۱/۹۸٪ وزنی/وزنی) با pH برابر با ۷/۴۰، بوسیله نصف فاز آبی (فسفات بافر نمکی) یا (PBS با pH = ۷/۴) در دمای اتاق به مدت ۱ ساعت هیدراته شد، سپس نصف دیگر فاز آبی حاوی عصاره خشک

(۰/۵ درصد وزن نهایی) و ۲/۳ درصد وزنی پلی اتیلن گلیکول ۴۰۰ در دمای ۳۰°C به مدت ۵ دقیقه پیش گرم شده و به صورت قطره‌ای اضافه شد و این مخلوط به مدت ۶۰-۴۵ دقیقه به کمک همزن مغناطیسی در دمای ۳۰°C در دور ۶۰۰ کاملاً همگن شد، آنگاه هموژنیزاسیون سوسپانسیون نانولیپوزومی و نانونیوزومی به مدت ۱۵ دقیقه (سه سیکل ۵ دقیقه‌ای) در دمای ۳۰°C بوسیله روتور (مدل D-500، ساخت کشور مالزی) در دور ۱۲۰۰۰ و ۱۰ دقیقه (۵ سیکل ۲ دقیقه‌ای) در دمای ۳۰°C بوسیله روتور در دور ۱۸۰۰۰ انجام گرفت. در نهایت دیسپرسیون لیپوزوم به مدت ۷ دقیقه (۱S روشن و ۱S خاموش) و دیسپرسیون نانونیوزومی به مدت ۱۰ دقیقه (۱S روشن و ۱S خاموش) در دمای ۲۵°C با استفاده از یک پروب سونیکاتور (مدل KS-250F، ساخت کشور چین) با فرکانس ۲۰KHz و قدرت ۸۰٪، سونیکاسیون شد و دیسپرسیون حاصل حداقل یک ساعت پس از آماده شدن در دمای ۲۵°C (دمای اتاق) برای تثبیت و دوام نگهداری شد.

۲-۲-۳- آماده‌سازی تیمارها (نمونه‌های سس مایونز)

برای تولید سس مایونز از ۶۵٪ روغن آفتابگردان، ۱۰٪ زرده تخم مرغ، ۱۳٪ آب، ۵٪ سرکه، ۵٪ شکر، ۱/۴۶٪ نمک، ۰/۴٪ خردل، ۰/۰۵٪ صمغ گوار و ۰/۱٪ صمغ گزاتان استفاده شد. در ابتدا مخلوط زرده تخم مرغ با مواد پودری کاملاً بهم زده شد و سپس طی سه مرحله، فاز آبی (سرکه و آب) به مخلوط افزوده شد و همزمان روغن به آرامی اضافه گردید و در هر مرحله مخلوط بهم زده شد تا یک امولسیون یکنواختی از سس مایونز تشکیل شد [۱]. برای تهیه نمونه‌های سس حاوی نگهدارنده؛ نمونه‌های سوسپانسیون آبی نانونیوزوم، سوسپانسیون آبی نانولیپوزوم و عصاره آبی آزاد برگ مورد با حداقل غلظت باکتری کشی (MBC) برابر با ۳۶۰۰، ۷۵۰ و ۳۶۰۰ میلی گرم و همچنین نمونه بنزوات سدیم به مقدار ۰/۱٪ به فاز آبی نمونه سس مایونز تهیه شده در بالا (نمونه سس شاهد) اضافه شد [۱۵]. نمونه‌ها به مدت ۳ ماه در دمای یخچال قرار گرفتند و به صورت دوره‌ای (هر ۱۵ روز) آزمون میکروبی و شیمیایی آنها انجام شد. همچنین ارزیابی رنگ و حسی نمونه‌ها در اولین روز تهیه و آخرین دوره نگهداری انجام شد.

3. OSA
4. PDA-Potato Dextrose-Agar

۲-۲-۴- آزمون‌های میکروبی

آزمون‌های شمارش میکروبی؛ شمارش کلی، کپک و مخمر، اشریشیاکلی، اسید لاکتیک هتروفرمنتیتیو، باکتریهای مقاوم به اسید^۱ مطابق با شماره ۲۹۶۵ استاندارد ملی ایران - سس مایونز انجام گرفت.

۲-۲-۵- سنجش عدد پراکسید

روش استاندارد IDF، برای تعیین عدد پراکسید همه نمونه‌ها استفاده شد. برای تعیین عدد پراکسید بسته به مقدار پراکسید (۰/۱ - ۰/۳ گرم) از نمونه با ۹/۸ ml کلروفرم - متانول (۳+۷ حجمی/حجمی) در یک لوله آزمون شیشه‌ای به کمک یک میکسر ورتکس به مدت ۲ تا ۴ ثانیه مخلوط شد و سپس ۵۰ μl محلول تیوسیانات آمونیوم اضافه شد و آنگاه نمونه‌ها به مدت ۲ تا ۴ ثانیه با یک میکسر ورتکس مخلوط شد. در نهایت ۵۰ μl سولفات آهن (II) اضافه شد و نمونه‌ها به مدت ۲ تا ۴ ثانیه با یک میکسر ورتکس مخلوط شد. بعد از ۵ دقیقه انکوباسیون در دمای اتاق، جذب نمونه در مقابل بلانک (همه معرف‌ها به جزء نمونه) با استفاده از یک اسپکتروفتومتر خوانده شد و بر اساس معادله زیر محاسبه شد. کل روش در تاریکی و به مدت ۱۰ دقیقه انجام گرفت [۱۶].

$$\text{عدد پراکسید} = \frac{(As - Ab) \times m}{55.84 \times m_0 \times 2}$$

به طوریکه: As = جذب نمونه؛ Ab = جذب بلانک؛ m = شیب بدست آمده از منحنی کالیبراسیون (در این آزمایش، m برابر ۴۱/۵۲ بود)، m₀ گرم وزن نمونه و ۵۵/۸۴ وزن اتمی آهن بود. برای تهیه محلول کلرید آهن (II)، ۰/۴ گرم دی هیدرات کلرید باریم در ۵۰ ml آب حل شد. این محلول به آرامی و با سرعت ثابت به یک محلول سولفات آهن (II) (۰/۵ گرم سولفات آهن ۷ آبه^۷ در ۵۰ میلی لیتر آب حل شد) اضافه شد، سپس ۲ ml از اسید کلریدریک ۱۰ نرمال به محلول حاصله اضافه شد. رسوب سولفات باریم برای بدست آوردن یک محلول سولفات آهن (II) شفاف فیلتر شد. این محلول حاصله در یک ظرف قهوه‌ای در جای تیره نگهداری شد. برای آماده‌سازی محلول تیوسیانات

5. Heterofermentative Lactobacilli
6. Acid tolerant bacteria
7. Fe So4. 7H2O

آمونیم، ۳۰ گرم تیوسیانات آمونیم در آب حل شد و سپس به حجم ۱۰۰ ml رسانده شد.

۲-۲-۶- سنجش تیوباریتوریک اسید

این آزمون جهت تعیین فرآورده‌های اکسیداسیون ثانویه اجزای محلول در سس مایونز انجام شد. ۱ گرم سس مایونز در یک لوله درب‌دار آزمایشگاهی شیشه‌ای توزین شد، ۹ میلی لیتر اسید تری کلرو استیک ۱۵ درصد وزنی/وزنی و ۰/۳۷۵ درصد (وزنی/حجمی) محلول واکنشگر اسید تیوباریتوریک در اسید کلریدریک ۰/۲۵ نرمال به آن اضافه و به خوبی مخلوط و به مدت ۳۰ دقیقه در یک حمام آب جوش حرارت داده شد. نمونه‌ها به سرعت تا دمای اتاق خنک شده و به مدت ۵ دقیقه در ۲۰ درجه سانتی‌گراد با ۱۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد و سپس جذب در ۵۳۲ نانومتر اندازه‌گیری شد [۱۶].

۲-۲-۷- سنجش اسیدیته و pH

اندازه‌گیری پی‌اچ نمونه‌ها، با کمک دستگاه pH متر (مدل S۳۵۰، ساخت کشور آلمان) طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۲۴۵۴ انجام شد.

اسیدیته نمونه‌های سس مایونز بر حسب درصد اسید استیک با کمک فرمول زیر به روش تیتراسیون مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۲۴۵۴ محاسبه شد، بطوریکه S و a به ترتیب حجم سود مصرفی (میلی لیتر) و وزن نمونه (گرم) بود [۱۷].

$$\% \text{ اسیدیته} = \frac{S \times 0.006}{a} \times 100$$

۲-۲-۸- رنگ سنجی

شاخص‌های رنگی *L، *a، *b نمونه‌های سس مایونز که به ترتیب بیانگر میزان شفافیت، قرمزی-سبز و زردی-آبی بود، به کمک دستگاه رنگ سنج تصویری ساخت ساری- ایران (IMG- pardazesh-Sari-Iran) مورد سنجش قرار گرفت [۱۷].

۲-۲-۹- آزمون ارزیابی حسی

ارزیابی حسی نمونه‌ها به کمک ۸ نفر ارزیاب آموزش دیده از دانشجویان دکترای دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی ساری (زن) با استفاده از آزمون امتیازدهی انجام گرفت. در این تحقیق پذیرش نمونه‌ها، بر اساس رنگ، مالش پذیری، بافت (یکنواختی)، بو و مزه و پذیرش کلی با استفاده از روش هدونیک (۵ نقطه‌ای) به این

و این روند به دلیل تشکیل و شکست متوالی آنها ادامه پیدا می کند [۱۹]. از آنجائیکه سس مایونز، یک امولسیون روغن در آب است و فاز روغنی آن که در تماس با سطح وسیعی از آب قرار گرفته است، بسیار مستعد فساد اکسیداتیو است، بنابراین با گذشت زمان انبارداری روند افزایشی عدد پراکسید به دلیل شدت یافتن اکسیداسیون برای نمونه های سس قابل مشاهده است [۲].

در این مطالعه، تغییرات معنی داری بین مقدار عدد پراکسید نمونه های حاوی نگهدارنده و نمونه شاهد در روز ۴۵، قابل مشاهده بود (شکل ۱)، بطوریکه نمونه سس حاوی عصاره مورد نانولیپوزوم و نانونیوزوم در این روز بیشترین اثر آنتی اکسیدانی را داشت. در روز ۶۰، روند کاهشی تغییرات عدد پراکسید نسبت به نمونه کنترل برای همه نمونه ها حاوی نگهدارنده به طور معنی داری قابل مشاهده بود، این شاخص پراکسیداسیون برای نمونه سس حاوی عصاره مورد درون پوشانی شده نانونیوزومی در کمترین مقدار خود قرار داشت. در روز ۷۵، تغییرات عدد پراکسید برای نمونه ها نسبت به نمونه کنترل معنی دار بود، اما این تغییر برای نمونه های حاوی آنتی اکسیدان طبیعی، نانونیوزوم و آنتی اکسیدان سنتزی، بنزوات سدیم با کمترین مقدار پراکسید در یک سطح قرار داشت. در روز ۹۰، بیشترین خاصیت آنتی اکسیدانی بین نمونه های سس، در نمونه سس حاوی نانونیوزوم با کمترین عدد پراکسید بود. تغییرات عدد پراکسید نشان داد که نمونه سس شاهد بیشترین سرعت اکسیداسیون را دارد و نمونه های حاوی عصاره آزاد، نانولیپوزوم، نانونیوزوم و بنزوات سدیم در برابر اکسیداسیون پایدارتر از نمونه شاهد است. که این خواص آنتی اکسیدانی عصاره برگ مورد را نشان داد. نتایج مطالعه ما موافق نتایج مطالعه احمدزاده و همکاران ۱۳۹۷ بود، آنها اثر افزودن نانوکمپلکس کیتوزان با گالیک اسید را بر عدد پراکسید سس حاوی روغن آفتابگردان و روند تغییرات این پارامتر را طی ۶۰ روز نشان دادند، در روز اول اختلاف معنی داری بین مقدار عدد پراکسید نمونه ها نبود، اما از روز ۴۰، به بعد عدد پراکسید در تمامی نمونه ها روند افزایشی یافت و اختلاف معنی داری بین نمونه ها حاصل شد. همچنین آنها بیشترین فعالیت آنتی اکسیدانی را برای نمونه سس حاوی نانوزل کیتوزان - اسید گالیک گزارش کردند.

آلکس و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند، عصاره و اسانس گیاه مورد بیش از هزاران سال است که به عنوان نگهدارنده غذایی مورد

ترتیب که حداکثر نمره ۵ برای مطلوب ترین و نمره ۱ کمترین که نشان دهنده نامطلوب ترین نمونه است ارزیابی شد [۱۸].

۲-۱۰- تجزیه و تحلیل آماری

این تحقیق به صورت یک طرح کاملاً تصادفی و با سه تکرار آزمون انجام شد. آنالیز داده ها با استفاده از نرم افزار آماری SPSS نسخه ۱۶ انجام شد. معنی داری اختلاف تیمارها با استفاده از روش آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) و مقایسه میانگین داده ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نمودارها با استفاده از نرم افزار اکسل ترسیم شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- اثر آنتی اکسیدانی

۳-۱-۱- اندیس پراکسید

اثر آنتی اکسیدانی نمونه های سس حاوی عصاره آزاد، نانولیپوزوم و نانونیوزوم حاوی عصاره برگ مورد، بنزوات سدیم و شاهد در فواصل زمانی (۱، ۱۵، ۳۰، ۴۵، ۶۰، ۷۵ و ۹۰ روز) در دمای یخچال (۴°C) به کمک تعیین عدد پراکسید، تیوباریتوریک اسید، اسیدیته و pH نمونه های سس مایونز مورد بررسی قرار گرفت.

در مطالعه قبلی، متوسط اندازه ذرات و توزیع اندازه ذرات سوپانسیون نانونیوزوم و نانولیپوزوم حاوی عصاره برگ مورد به ترتیب در محدوده 0.37 ± 0.01 ، $0.293/17 \pm 3/15$ nm گزارش شد. همچنین مقدار ترکیبات فنولیک کل عصاره برگ مورد استفاده شده در این مطالعه ۱۵۰ میلی گرم گالیک اسید در گرم ماده خشک گزارش شد [۱۴].

در شکل ۱، روند تغییرات عدد پراکسید سس مایونز حاوی نگهدارنده های طبیعی و سنتزی را در زمان های مختلف نگهداری نشان داده شده است. در روز ۴۵، مقدار عدد پراکسید بین نمونه های سس مایونز حاوی نگهدارنده سنتزی و طبیعی نسبت به نمونه شاهد روند کاهشی معنی داری نشان داده است. شاخص پراکسید معیاری جهت اندازه گیری هیدروپراکسیدها و فرآورده های اولیه اکسیداسیون لیپیدها، است. مقدار هیدروپراکسیدها طی اکسیداسیون، افزایش و سپس کاهش می یابد

۳-۱-۲- اندیس تیوباریتوریک اسید

نتایج اکسیداسیون نمونه‌های سس مایونز بر اساس جذب تیوباریتوریک اسید به عنوان شاخصی از ترکیبات ثانویه اکسیداسیون قابل مشاهده است (شکل ۲). بالاترین فعالیت بازدارندگی تیوباریتوریک اسید مربوط به کمترین جذب است [۲]. جذب تیوباریتوریک اسید، در روز اول نگهداری در تمام نمونه‌های سس حاوی نگهدارنده به طور معنی‌داری کمتر از نمونه شاهد بود ($p < 0.05$). عدد جذب در روزهای ۱، ۱۵، ۳۰ و ۴۵، کمترین مقدار را در نمونه سس حاوی نانولیپوزوم و نانولیپوزوم نشان داد و این عدد در روز ۶۰، برای تمامی نمونه‌ها در یک سطح بود. در روز ۷۵، کمترین میزان جذب تیوباریتوریک اسید مربوط به نمونه سس حاوی نانولیپوزوم و نانولیپوزوم بود که، این نشان‌دهنده حفاظت اکسیداسیونی نمونه‌های سس مایونز توسط نگهدارنده‌های طبیعی است. علت این امر آن است که ترکیبات فنولیک به طور مؤثرتری واکنش‌های اکسیداتیو را به تأخیر انداخته و از تشکیل محصولات ثانویه و در نتیجه ترکیبات مالون آلدئید جلوگیری کرده است [۲۳ و ۲۴]. طبق مطالعات قبلی گزارش شده است که عصاره بومادران در سس مایونز می‌تواند تشکیل محصولات اولیه و ثانویه را به تعویق اندازد [۱۹]. در تحقیقات قبلی ارزیابی اکسیداسیون روغن آفتابگردان به کمک تشکیل مالون آلدئید با روش HPLC نشان دادند، که نانولیپوزوم حاوی عصاره خواص آنتی‌اکسیدانی بیشتری نسبت به آلفاتوکوفرول دارد [۲۵]. نوروزی و همکاران ۱۳۹۶، گزارش کردند که استفاده از عصاره دانه انگور برای غنی‌سازی سس مایونز، روند کاهشی بر اعداد پراکسید و تیوباریتوریک اسید داشت.

بنابراین در این مطالعه، به طور رضایت بخشی ترکیبات فنولیک درون‌پوشانی شده نانولیپوزومی و نانولیپوزومی عصاره برگ مورد نسبت به نمونه سس شاهد در مهار ترکیبات اکسیداتیو موثر بوده است.

استفاده قرار گرفته است و ترکیبات فنولیکی این گیاه به‌عنوان جایگزین نگهدارنده‌های سنتزی آنتی‌اکسیدانی و ضد میکروبی معرفی شده است. همچنین قدرت آنتی‌اکسیدانی ترکیبات فنولیک اصلی این گیاه به‌خصوص فلاونوئیدی و آنتوسیانینی مربوط به عوامل احیاء و اکسید، اهداء هیدروژن، گیرنده‌های اکسیژن منفرد و شلاته‌کننده‌های فلزی است. نگهدارنده سنتزی بنزوات سدیم در محصولات مختلفی مانند سس‌ها، نوشیدنی‌ها و آب میوه‌ها برای جلوگیری از رشد کپک‌ها، مخمرها و باکتری‌ها استفاده شده است [۲۰]. طبق مطالعات قبلی، عدد پراکسید با مقدار ۱/۱۷، برای سس‌های امولسیون در ظروف شیشه‌ای و پلاستیکی در ماه اول نگهداری در دمای ۵°C گزارش شده است، بطوریکه مقدار عدد پراکسید نمونه‌های سس نسبت به نمونه کنترل تا روز ۶۰، به‌طور معنی‌داری افزایش یافت [۲۱]. در بررسی خاصیت آنتی‌اکسیدانی اسانس مورد در روغن چپس سیب‌زمینی، گزارش کردند که عدد پراکسید، اسیدیته، و تیوباریتوریک اسید نسبت به نمونه شاهد کاهش یافت [۲۲]. همچنین نشان دادند که استفاده از اسانس مرزنجوش با حذف و جلوگیری از ایجاد رادیکال‌های آزاد در فاز روغنی سس مایونز، روند تولید پراکسید را کاهش داد که این تاثیر تا ماه چهارم نگهداری نیز قابل مشاهده بود [۲۳].

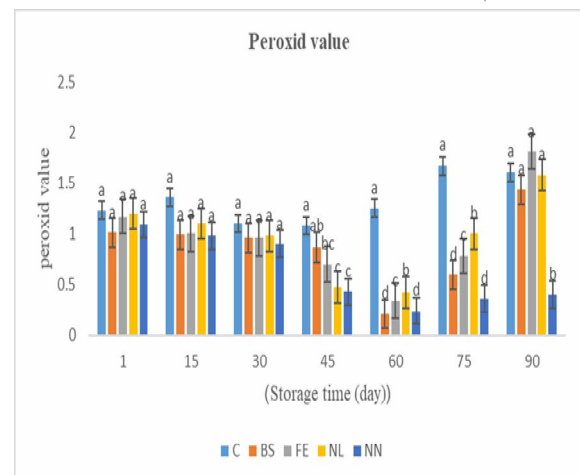


Fig 1 PV (meq kg⁻¹ Sauce) of Mayonnaise Samples. Different lowercase letters indicate significant differences ($p < 0.05$). C: Sample control, BS: Sample containing sodium benzoate, FE: Sample containing free extract, NL: Sample containing nanoliposome, NN: Sample containing nanoniosome.

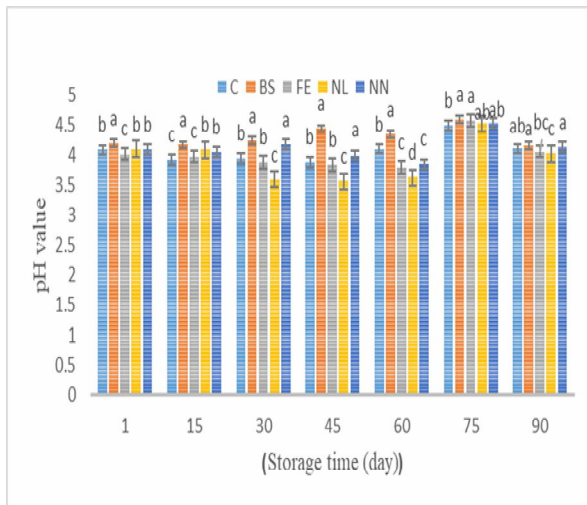


Fig 3 pH Value of Mayonnaise Samples.

Different lowercase letters indicate significant differences ($p < 0.05$). C: Sample control, BS: Sample containing sodium benzoate, FE: Sample containing free extract, NL: Sample containing nanoliposome, NN: Sample containing nanoniosome.

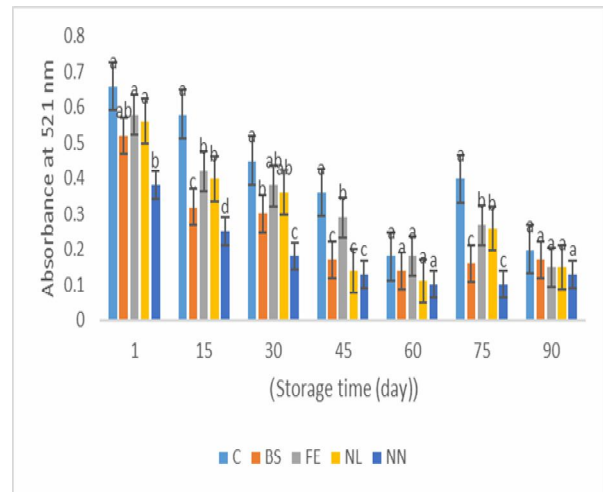


Fig 2 TBA absorbance of Mayonnaise Samples.

Different lowercase letters indicate significant differences ($p < 0.05$). C: Sample control, BS: Sample containing sodium benzoate, FE: Sample containing free extract, NL: Sample containing nanoliposome, NN: Sample containing nanoniosome.

۳-۱-۳- عدد pH و اسیدیته قابل تیتراسیون

اسیدیته و pH از فاکتورهای مهم شیمیایی در سس مایونز هستند، که pH سس مایونز نباید بیش از ۴/۱ باشد و اسیدیته از ۰/۶ هم نباید کمتر باشد (بر اساس گرم در صد اسید استیک). همچنین گزارش شده است اگر اسیدیته بیش از ۱/۵ باشد، سس طعم نامطلوبی خواهد داشت و در صورتیکه کمتر از ۰/۶ باشد زمینه برای رشد میکروارگانیسم‌ها فراهم است [۲۱]. در این مطالعه میزان اسیدیته تمام نمونه‌های سس مایونز در محدوده استاندارد (۱/۴-۰/۶) بود که، این نتایج موافق نتایج مطالعات قبلی بود [۲۱]. همچنین مقدار pH اولیه نمونه‌های سس مایونز در محدوده ۴/۰۲ تا ۴/۲ بود (شکل ۳). بین pH نمونه‌های سس تهیه شده در روز اول تفاوت معنی‌داری وجود داشت، بطوریکه بیشترین pH مربوط به نمونه سس حاوی بنزوات سدیم بود (۴/۲). عدد pH برای نمونه سس حاوی نگهدارنده سنتزی بنزوات سدیم در روزهای مورد پایش نسبت به بقیه نمونه‌های سس مایونز به طور معنی‌داری در بالاترین مقدار بود که، این نتایج مطابق با نتایج خطایلو و الماسی ۱۳۹۷ بود. در مطالعات قبلی گزارش شده است که احتمالاً علت کاهش pH در طول زمان نگهداری مربوط به شکسته شدن برخی از گروه‌های استری و تبدیل آنها به گروه‌های اسیدی باشد و همچنین احتمالاً رشد باکتری‌های غیر بیماری‌زای مقاوم به اسید نظیر لاکتوباسیلوس‌ها در این امر موثر باشد [۲۱].

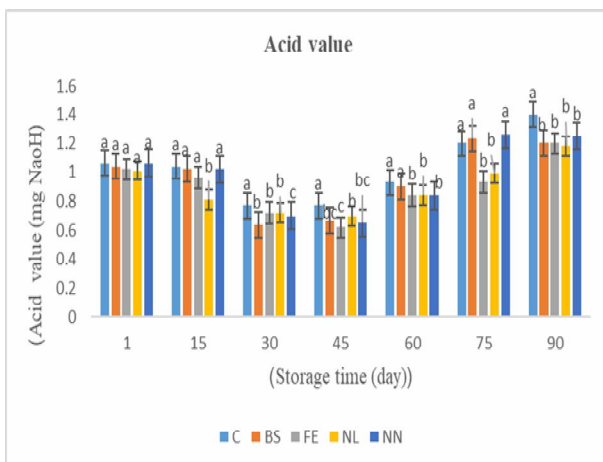


Fig 4 Acid Value of Mayonnaise Samples.

Different lowercase letters indicate significant differences ($p < 0.05$). C: Sample control, BS: Sample containing sodium benzoate, FE: Sample containing free extract, NL: Sample containing nanoliposome, NN: Sample containing nanoniosome.

۳-۲- میکروبی

نتایج آزمون‌های میکروبی برای تمامی نمونه‌های سس مایونز در دمای ۴°C در ۴ زمان‌های مختلف نگهداری در جدول ۱، گزارش شده است، طبق استاندارد میکروبی ایران به شماره ۲۹۶۵، برای سس مایونز حداکثر مقدار مجاز باکتری‌های لاکتیک هتروفرمنتیتیو

نگهداری، هیچ رشدی قابل مشاهده نبود. در روز ۳۰، نمونه سس حاوی عصاره آزاد و بعد نمونه سس حاوی بنزوات سدیم کمترین آلودگی به کپک و مخمر را نشان داد. درحالیکه، روز ۶۰، ۷۵ و ۹۰، برای نمونه سس حاوی عصاره مورد نانولیپوزومی کمترین آلودگی به کپک و مخمر و باکتریهای مقاوم به اسید قابل مشاهده بود. (جدول ۱).

در ۰/۱ گرم منفی، اشريشياکلی منفی، کپک و مخمر 5×10^2 و باکتریهای مقاوم به اسید 1×10^3 است. در این مطالعه، برای باکتریهای اشريشياکلی و باکتریهای اسید لاکتیک هتروفرمنتیتیو رشدی وجود نداشت. بنابراین با توجه به نتایج میکروبی، نمونه‌های سس مطابق با استاندارد ملی است. نتایج حاصل از مقایسه میانگین شمارش میکروارگانیسم‌های کپک و مخمر نشان داد، برای نمونه سس حاوی بنزوات سدیم در روز اول و ۱۵

Table 1 Antimicrobial activity in mayonnaise samples

Storage time	Treatment	Mold and yeast	Acid tolerant bacteria
1	Control	80±9 ^a	300±20 ^a
	Sodium benzoate	0 ^d	0 ^c
	Free extract	10±3 ^c	200±14 ^b
	Nanoliposome	30±5 ^b	20±4 ^c
	Nanoniosome	30±4 ^b	200±10 ^b
15	Control	150±20 ^a	500±25 ^a
	Sodium benzoate	0 ^d	100±7 ^d
	Free extract	30±7 ^c	200±11 ^c
	Nanoliposome	70±9 ^b	30±3 ^e
	Nanoniosome	70±7 ^b	300±20 ^b
30	Control	180±21 ^a	570±30 ^a
	Sodium benzoate	60±13 ^c	200±14 ^c
	Free extract	40±10 ^c	200±17 ^c
	Nanoliposome	110±20 ^b	70±4 ^d
	Nanoniosome	130±15 ^b	500±21 ^b
45	Control	250±23 ^a	600±30 ^a
	Sodium benzoate	120±19 ^b	500±20 ^b
	Free extract	100±11 ^c	300±17 ^c
	Nanoliposome	50±9 ^d	70±4 ^d
	Nanoniosome	150±20 ^b	500±25 ^b
60	Control	260±19 ^a	800±45 ^a
	Sodium benzoate	200±25 ^b	500±30 ^c
	Free extract	130±17 ^c	600±28 ^b
	Nanoliposome	60±7 ^d	100±7 ^d
	Nanoniosome	150±30 ^c	600±30 ^b
75	Control	350±25 ^a	800±40 ^a
	Sodium benzoate	250±19 ^b	800±43 ^a
	Free extract	150±14 ^c	700±30 ^b
	Nanoliposome	80±4 ^d	100±19 ^d
	Nanoniosome	200±18 ^c	500±20 ^c
90	Control	500±18 ^a	800±50 ^a
	Sodium benzoate	400±11 ^b	800±41 ^a
	Free extract	400±17 ^b	700±25 ^b
	Nanoliposome	100±7 ^d	100±19 ^c
	Nanoniosome	250±7 ^c	700±47 ^b

Different lowercase letters indicate significant differences ($p < 0.05$).

۳-۳- رنگ سنجی

همانطوریکه، در جدول ۲ قابل مشاهده است، در روز اول شاخص روشنی نمونه‌ها به‌طور معنی داری در محدوده ۷۴/۳۱ تا ۹۹/۸۷ تغییر کرد ($p < 0/05$). بیشترین روشنایی در روز اول مربوط به نمونه سس حاوی نانولیپوزوم بود در حالیکه، کمترین مقدار روشنی برای نمونه سس حاوی عصاره آزاد مشاهده شد. در روز ۹۰، نمونه سس حاوی عصاره آزاد کمترین مقدار روشنی را داشت. نتایج این مطالعه با نتایج گزارش شده توسط رافعی و همکاران ۲۰۱۸، مطابقت داشت. در روز اول، مقدار منفی شاخص قرمزی (a^*) برای نمونه نانولیپوزوم مشاهده شد، که تمایل نمونه به رنگ سبز را نشان داده است. در روز ۹۰، بیشترین شاخص قرمزی (a^*) برای نمونه سس حاوی عصاره آزاد و کمترین شاخص قرمزی برای نمونه سس حاوی بنزوات سدیم قابل مشاهده است. گزارش شده است که افزایش قرمزی با گذشت زمان احتمالاً مربوط به واکنش یون‌های آهن با اسیدهای چرب و همچنین تجزیه آنتی‌اکسیدان‌ها به کینون‌ها باشد [۲۶]. با توجه به اینکه میزان فاکتور زردی (b) نمونه‌ها در پذیرش سس مایونز از لحاظ ظاهری بسیار مؤثر است [۲۷]. در این مطالعه در روز اول، شاخص زردی در محدوده ۴۷/۴۷-۰/۱۱ متغیر است، بطوریکه کمترین میزان زردی برای نمونه سس شاهد مشاهده شد و بیشترین زردی مربوط به نمونه سس حاوی نانولیپوزوم بود. در روز ۹۰، بیشترین زردی برای نمونه شاهد و بنزوات سدیم مشاهده شد.

مقایسه بین نمونه‌های سس مایونز نشان داد، که نمونه سس حاوی مواد نگهدارنده طبیعی و سنتزی نسبت به نمونه شاهد اثر حفاظتی خوبی نشان دادند.

در مطالعات قبلی، اثر ضد باکتری‌های بیماری‌زای غذایی و ضد قارچ اسانس و عصاره هیدروآتانولی برگ مورد گزارش شده است. ترکیبات عصاره مورد، ترکیبات پلی فنولیک-فنولیک اسید، تانن‌ها و فلاونوئیدها فعالیت آنتی میکروبی متفاوت دارند. بعضی مطالعات نشان داد که ترکیبات فنولیک به‌طور معنی داری در فعالیت ضد میکروبی مؤثر است، که این فعالیت ممکن است به دلیل مهار آنزیم توسط ترکیبات فنلی اکسید شده بیشتر از طریق واکنش با ترکیبات سولفیدریل یا از طریق فعل و انفعالات غیر اختصاصی بیشتر با پروتئین نسبت داده شود. همچنین گزارش شده است که فعالیت اصلی عصاره و اسانس بر روی دیواره و ساختار سلولی است، بطوریکه نفوذپذیری باکتری‌های دیواره سلولی و غشای سلولی تحت تأثیر این عصاره‌ها بوده و منجر به آزاد شدن محتوای داخل سلولی این باکتری‌ها به خارج از سلول شده است. این می‌تواند با اختلال در عملکرد غشاء مانند انتقال الکترون، فعالیت آنزیم یا جذب مواد مغذی همراه باشد [۴]. قابل ذکر است که گزارشی از گورتزی و همکاران ۲۰۰۸، در مورد استفاده از لیپوزوم‌های حاوی عصاره مورد با هدف غلبه بر مشکل مقاومت باکتریایی موجود است؛ یافته‌های این پژوهش نشان داد که عصاره مورد درون‌پوشانی شده نانولیپوزومی یک نگهدارنده قوی در صنایع غذایی، دارویی و آرایشی است [۴].

Table 2 Color indicators in mayonnaise samples

Storage time (day)	Treatment	L	A	B
1	Control	99.94±1.04 ^a	0.06±0.01 ^c	0.11±0.03 ^c
	Sodium benzoate	99.93±2.07 ^a	0.09±0.04 ^c	0.14±0.02 ^c
	Free extract	76.16±1.37 ^c	5.72±0.09 ^a	27.58±0.78 ^b
	Nano liposome	82.39±1.08 ^b	-1.30±0.02 ^b	47.47±0.94 ^a
	Nanoniosome	99.87±1.01 ^a	0.07±0.01 ^c	0.22±0.09 ^c
90	Control	82.88±0.98 ^a	0.77±0.07 ^d	44.9±0.97 ^a
	Sodium benzoate	81.92±0.92 ^a	0.35±0.05 ^e	43.59±0.06 ^a
	Free extract	74.31±1.03 ^b	5.38±0.03 ^a	27.34±0.34 ^c
	Nanoliposome	82.60±1.60 ^a	1.57±0.07 ^b	35.18±0.58 ^b
	Nanoniosome	82.16±2.00 ^a	1.12±0.02 ^c	28.61±0.61 ^c

Different lowercase letters indicate significant differences ($p < 0.05$).

۳-۴- خواص حسی

از آنجائیکه هر گونه تغییری در فرمولاسیون سس مایونز وابسته به مقبولیت محصول جدید است [۲۸]. همچنین افزودن یک ترکیب جدید می‌تواند موجب تغییر ویژگیهای ارگانولپتیک غذا از قبیل؛ عطر و طعم، رنگ و بافت گردد. بنابراین میزان استفاده از ترکیب جدید باید به حدی باشد، که پذیرش فرمولاسیون جدید اگر از فرمولاسیون قبلی بهتر نباشد، حداقل با آن تفاوت نداشته باشد [۲۱]. بنابراین آزمون‌های حسی برای نمونه‌های سس مایونز در دمای ۴°C در روز اول تهیه و روز آخر نگهداری مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این مطالعه نشان داد که، در روز اول نگهداری

تفاوت معنی‌داری بین رنگ نمونه‌های سس حاوی نگهدارنده نسبت به نمونه شاهد وجود داشت ($p < 0.05$)، بطوریکه نمونه سس مایونز حاوی عصاره آزاد، کمترین امتیاز رنگ را نشان داد. امتیاز پارامتر مالش‌پذیری همه نمونه‌های سس در روز اول تهیه تفاوت معنی‌داری نداشته است، اما امتیاز این پارامتر برای نمونه سس حاوی نانونیوزوم و نانولیپوزوم در روز ۹۰، به طور معنی‌داری بیشتر از نمونه‌های سس شاهد، بنزووات سدیم و عصاره آزاد بود. نتایج ارزیابی حسی این مطالعه نشان داد، که بالاترین امتیاز پذیرش کلی از نظر ارزیابان مربوط به نمونه سس حاوی نانونیوزوم بود.

Table 3. The sensorial evaluation results of Mayonnaise sauce sample at 1 and 90th day of storage.

Storage time (day)	Treatment	Color	Spreadable	Texture (homogeneous)	Taste	Total acceptance
1	Control	5.00±0.32 ^a	4.50±0.50 ^a	4.00±0.37 ^{ab}	4.00±0.47 ^b	3.50±0.40 ^b
	Sodium benzoate	5.00±0.42 ^a	4.00±0.41 ^a	3.50±0.53 ^{bc}	5.00±0.32 ^a	3.50±0.28 ^b
	Free extract	3.30±0.34 ^b	4.00±0.40 ^a	3.00±0.28 ^c	3.50±0.45 ^b	2.50±0.22 ^c
	Nano liposome	5.00±0.42 ^a	4.50±0.48 ^a	4.50±0.53 ^{ab}	5.00±0.47 ^a	4.00±0.50 ^{ab}
	Nanoniosome	5.00±0.33 ^a	4.50±0.29 ^a	4.50±0.50 ^a	3.50±0.38 ^b	4.50±0.21 ^a
90	Control	3.42±1.13 ^a	3.00±1.41 ^b	3.28±1.11 ^{bc}	1.85±0.21 ^b	3.42±0.78 ^a
	Sodium benzoate	3.85±1.06 ^a	3.14±1.21 ^b	4.28±1.11 ^{ab}	3.28±0.11 ^a	3.28±1.27 ^a
	Free extract	1.28±0.48 ^b	2.71±1.25 ^b	2.71±0.75 ^c	2.00±0.52 ^b	2.14±0.89 ^b
	Nanoliposome	3.57±0.97 ^a	4.57±0.78 ^a	3.28±0.95 ^{bc}	3.28±0.95 ^a	3.42±0.78 ^a
	Nanoniosome	3.14±1.21 ^a	4.57±0.53 ^a	4.57±0.53 ^a	3.71±0.95 ^a	4.14±0.89 ^a

Different lowercase letters indicate significant differences ($p < 0.05$).

۴- نتیجه‌گیری کلی

استفاده از نانولیپوزوم و نانونیوزوم حاوی عصاره برگ مورد باعث تغییرات نامطلوب ارگانولپتیک در سس مایونز نشد. همچنین نتایج این تحقیق نشان داد که درون‌پوشانی عصاره آزاد می‌تواند در کاهش اکسیداسیون و رشد میکروبی سس مایونز در طی نگهداری در شرایط سرد (۴°C) مؤثر باشد. بنابراین نانوزیکول‌های عصاره برگ مورد به منظور دستیابی به خواص آنتی‌اکسیدانی، آنتی‌میکروبی و خواص ارگانولپتیک مطلوب‌تر می‌تواند پیشنهاد شود. با استفاده از نانونیوزوم و نانولیپوزوم حاوی عصاره برگ مورد می‌توان مصرف افزودنی شیمیایی بنزووات سدیم را کاهش داد و این گامی در بهبود سلامتی جامعه مصرف‌کنندگان است.

۵- منابع

- [1] Barzegari, M., Raftani, A. Z., Mohammadzadeh, M. J., & Motamedzadegan, A. (2013). The effect of carboxymethyl cellulose substitution with Persian gum on the qualitative properties of mayonnaise. [Full text in Persian].
- [2] Noruzi, F., Hojjati, M., Jooyandeh, H., & Barzegar, H. (2018). Study of the possibility of application of tarragon essential oil in mayonnaise as a natural additive. [Full text in Persian].
- [3] Zabetian Hosseini, F., Mortazavi, S.A., Fazli Bazzaz, B.S ... & Blourian, B. (2010). Antimicrobial effect of thyme extract on Salmonella enteritidis PT4 in mayonnaise. Iranian Food Science and Technology Research, 6 (2). [Full text in Persian].

- characterization and optimization of liposomes containing eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids; a methodology approach. *Iranian journal of pharmaceutical research: IJPR*, 13(2), 393.
- [13] Mozafari, M. R. (2010). Nanoliposomes: preparation and analysis. In *Liposomes* (pp. 29-50). Humana press.
- [14] Gorjian, H., Amiri, Z. R., Milani, J. M., & Khaligh, N. G. (2021). Preparation and characterization of the encapsulated myrtle extract nanoliposome and nanoniosome without using cholesterol and toxic organic solvents: A comparative study. *Food Chemistry*, 128342.
- [15] Ahmadzadeh, S., Azadmard, S., Valizadeh, H. (2018). Production of chitosan and gallic acid nanogels and its effect on the oxidative stability of mayonnaise containing sunflower oil. *Iranian Biosystem Engineering*, 49 (1), 121-128. [Full text in Persian].
- [16] Ghorbani Hassan Sarai, A., Shahidi, F., Ghodoosi, H. B., Motamed Zadegan, A., & Varidi, M. (2015). Oxidative stability of enriched yoghurts with different omega 3 sources during storage. *Food Science and Technology*, 13, 165-173. [Full text in Persian].
- [17] Mirghfour, & Rahimi. (2016). Evaluation of physicochemical, emulsion and rheological properties of mayonnaise containing soy milk and aloe vera gel. *New Food Technologies*, 3 (3), 73-83. [Full text in Persian].
- [18] Gorjian, H., & Raftani Amiri, Z. (2019). Effect of cress seed mucilage on stabilization and rheological properties of non-fat doogh. *Journal of Food Research*, 29(3), 145-156. [Full text in Persian].
- [19] Khajavi, H., & Ahmadi Dastgerdi, A. (2020). The Effect of Essential Oil of Thyme (*Zataria multiflora boiss*) on the Sensory Properties and Oxidative Stability of Mayonnaise. *Journal of Food Technology and Nutrition*, 18(Winter 2021), 49-60. [Full text in Persian].
- [20] Linke, B. G., Casagrande, T. A., & Cardoso, L. I. A. (2018). Food additives and their health effects: A review on preservative sodium benzoate. *African Journal of Biotechnology*, 17(10), 306-310.
- [21] Jafari Khatayloo, Y., & Almasi, H. (2017). Comparison of the effect of sodium benzoate and peppermint essential oil on
- [4] Aleksic, V and Knezevic, P. (2014). Antimicrobial and antioxidative activity of extracts and essential oils of *Myrtus communis* L. *Microbiological Research*, 169(4), 240-254.
- [5] Nieto, G., Díaz, P., Bañón, S., & Garrido, M. D. (2010). Effect on lamb meat quality of including thyme (*Thymus zygis* ssp. *gracilis*) leaves in ewes' diet. *Meat science*, 85(1), 82-88.
- [6] Mehravar, L., Bajian, G., Ghasemi Pir Balouti, A., Abdullah, & Jafarnia. (2013). Phytochemical diversity of leaf essential oil of different populations (*Myrtus communis* L) collected from natural habitats of Fars, Kohkiluyeh and Boyer-Ahmad provinces. *Journal of Medicinal Plants*, 3 (4), 233-238. [Full text in Persian].
- [7] Shahbazian, D., Karami, A., Eshghi, S., & Maggi, F. (2018). Variation in the essential oil yields and compositions of Myrtle (*Myrtus communis* L.) Populations collected from natural habitats of Southern Iran. *Journal of Essential Oil Research*, 30(5), 369-378.
- [8] Dairi, S., Madani, K., Aoun, M., Him, J. L. K., Bron, P., Lauret, C., ... & Carbonneau, M. A. (2014). Antioxidative properties and ability of phenolic compounds of *Myrtus communis* leaves to counteract in vitro LDL and phospholipid aqueous dispersion oxidation. *Journal of food science*, 79(7), C1260-C1270.
- [9] Khoshdoni Farahani, Z & khoshdoni Farahani, F. (2017). Identification of compounds in the extract and essential oil of clove *Syzygium aromaticum*. *Journal of Applied Biology*, 7 (27), 1-7. [Full text in Persian].
- [10] Raeiszadeh, M., Pardakhty, A., Sharififar, F., & Mehrabani, M. (2018). Phytionosome: a novel drug delivery for myrtle extract. *Iranian journal of pharmaceutical research: IJPR*, 17(3), 804.
- [11] Ribas-Agustí, A., Martín-Belloso, O., Soliva-Fortuny, R., & Elez-Martínez, P. (2018). Food processing strategies to enhance phenolic compounds bioaccessibility and bioavailability in plant-based foods. *Critical reviews in food science and nutrition*, 58(15), 2531-2548.
- [12] Hadian, Z., Sahari, M. A., Moghimi, H. R., & Barzegar, M. (2014). Formulation,

- antioxidant activity of *Myrtus communis* extract before and after encapsulation in liposomes. *European food research and technology*, 226(3), 583-590.
- [26] Rafiee, Z., Barzegar, M., Sahari, M. A., & Maherani, B. (2018). Nanoliposomes containing pistachio green hull's phenolic compounds as natural bio-preservatives for mayonnaise. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 120(9), 1800086.
- [27] Tolouei, O., Mortazavi, S.A., A, M., & Sadeghi, M. A., (2011). Physicochemical, textural and sensory properties of low-fat mayonnaise containing inulin and pectin. [Full text in Persian].
- [28] Shirmohammadi, A., Demirchi, S., & Zarrin, Q. (2015). Feasibility study of beneficial mayonnaise formulation by adding flaxseed powder. *Iranian Journal of Nutrition Sciences and Food Industry*, 10 (3), 57-66. [Full text in Persian].
- physicochemical, microbial, sensorial and rheological properties of Mayonnaise sauce. *Food Science and Technology*, 15(7), 157-169. [Full text in Persian].
- [22] Sedaghat, B., Hojatoleslami, M., Keramat, J., & Ghasemi, P.A. (2016). Comparison of antioxidant activity of *Myrtus communis* essential oil and synthetic antioxidants on physicochemical properties of potato chips and their oil during shelf life. *Journal of Innovation in Food Science and Technology*. 6(4), 68-74. [Full text in Persian].
- [23] Taghikhani, A., & Shahriari, S. (2018). The effect of natural preservative of Marjoram on microbiological, chemical and sensory characteristics of Mayonnaise. [Full text in Persian].
- [24] Badee, A. Z. M., Moawad, R. K., ElNoketi, M. M., & Gouda, M. M. (2013). Antioxidant and antimicrobial activities of marjoram (*Origanum majorana* L.) essential oil. *J Appl Sci Res*, 9, 1193-1201.
- [25] Gortzi, O., Lalas, S., Chinou, I., & Tsaknis, J. (2008). Reevaluation of bioactivity and



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

Gorjian, H. ¹, Raftani Amiri, Z. ^{2*}, Mohammadzadeh Milania, J. ², Ghaffari Khaligh, N. ³

1. Ph.D. student, Food Science and Technology, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran.
2. Professor, Food Science and Technology, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran.
3. Associate Professor, Nanotechnology and Catalysis Research Centre, Institute of Postgraduate Studies, University of Malaya, Kuala Lumpur, Malaysia.

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Article History:</p> <p>Received 2021/03/13 Accepted 2021/05/26</p> <hr/> <p>Keywords:</p> <p>Mayonnaise, Myrtle extract, Nanoniosome, Nanoliposome, Microbial spoilage, Oxidative spoilage.</p> <hr/> <p>DOI: 10.52547/fsc.t.18.116.313</p> <hr/> <p>*Corresponding Author E-Mail: z.raftani@sanru.ac.ir</p>	<p>In this study, the effect of the free extract, nanoliposome, and nanoniosome containing myrtle extract and sodium benzoate as a preservative on microbial, sensory, and chemical properties of mayonnaise during 90 days at 4 °C was investigated at 15 days intervals. The results of chemical tests showed that mayonnaise samples containing nanoliposome and nanoniosome significantly ($p < 0.05$) reduced peroxide, thiobarbituric acid compared to the control samples. There was a significant difference between the pH of the sauce samples prepared on the first day so that the highest pH (4.2) was related to the sauce sample containing sodium benzoate. The acidity values of all samples were in the standard range (0.62 to 1.4). Microbial results showed that the counts of <i>Escherichia coli</i> and heterofermentative lactobacilli were negative for all treatments and following the standard. During the storage time, the microbial growth of the sauce containing the natural preservative, nanoliposome, and nanoniosome, was effective in controlling mold and yeast and acid-resistant bacteria compared to the control sample ($p < 0.05$). The results of sensory evaluation in this study showed that mayonnaise samples were significantly different in sensory properties during storage time so that the sauce containing free extract had a lower color score. Also, the lowest brightness index ($L^* = 74.31 \pm 1.03$) was related to the sauce containing the free extract. Sauce samples containing nanoniosome and nanoliposome had the highest acceptable spreadable property. The results of this study showed that using nanoniosome and nanoliposome containing the myrtle extract can reduce the use of the chemical additive sodium benzoate and this is a step in improving the health of the consumer community.</p>