

تولید و بررسی برخی ویژگیهای نانولیپوزومهای حاوی عصاره برگ زیتون

مهناز منافی دیزج یکان^۱، محمد حسین حداد خداپرست^{۲*}، صدیف ازاد مرد دمیرچی^۳،
هادی ولیزاده^۴ و فریده طباطبایی یزدی^۵

۱- دانشجوی دکتری علوم و صنایع غذایی واحد بین الملل دانشگاه فردوسی مشهد و عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوی

۲- استاد گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه فردوسی مشهد

۳- استاد گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه تبریز

۴- استاد دانشکده داروسازی دانشگاه علوم پزشکی تبریز

۵- استاد گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه فردوسی مشهد

(تاریخ دریافت: ۹۴/۰۵/۲۷ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۲/۲۷)

چکیده

عصاره برگ زیتون یک منبع غنی از ترکیبات فنولی به شمار می‌رود که دارای خواص آنتی‌اکسیدانی و ضد میکروبی است. با این حال ترکیبات فنولی مانند بسیاری از ترکیبات زیست فعال به تدریج غیر فعال می‌گردند و معمولاً پس طعم تلخی را در مواد غذایی ایجاد می‌کنند. ریزپوشانی یکی راهکارهای موثر برای افزایش پایداری و کاهش پس طعم تلخ ترکیبات زیست فعال محسوب می‌شود. هدف از این پژوهش کپسوله کردن ترکیبات فنولی عصاره برگ زیتون به شکل نانولیپوزوم بود. نانولیپوزومها با استفاده از فسفاتیدیل کولین، کلسترول و عصاره برگ زیتون و با بکارگیری روش تزریق اتانول تهیه و از لحاظ اندازه ذرات، پتانسیل زتا و کارایی انکپسولاسیون مورد بررسی قرار گرفتند. متوسط قطر حجمی ذرات لیپوزوم در محدوده ۵۰-۱۰۰nm بود. تمامی فرمولاسیونهای لیپوزومی دارای بار منفی بودند و الحاق ترکیبات پلی فنولی تا نسبت ۱:۵ فسفولیپید/پلی فنول موجب افزایش بار منفی و زیکولها گردید اما افزایش بیشتر در غلظت عصاره موجب کاهش بار منفی ذرات گردید. کارایی انکپسولاسیون نانولیپوزومهای حاوی عصاره در محدوده ۷۸-۷۴٪ بود، اگرچه در نانولیپوزومهای حاوی عصاره با نسبت فسفاتیدیل کولین /عصاره (۱:۱) میزان آن کاهش یافت و به ۵۷٪ رسید. بررسی طیف فرسرخ نمونه‌ها حاکی از عدم تشکیل برهمکنشهای شیمیایی و اتصال پلی فنولهای برگ زیتون به ساختار نانولیپوزوم از طریق برهمکنشهای فیزیکی بود. در نهایت نتیجه گیری گردید که میتوان ترکیبات فنولی عصاره برگ زیتون را با اندازه و کارایی مناسب به شکل نانولیپوزوم جهت کاربرد در مواد غذایی ریزپوشانی کرد.

کلید واژگان: برگ زیتون، نانولیپوزوم، پتانسیل زتا، نانو تکنولوژی.

* مسئول مکاتبات: khodaparast@um.ac.ir

۱- مقدمه

گردند. علاوه بر این حساسیت اغلب کاتچین‌های چای سبز در مقادیر مختلف pH در طول دوران نگهداری ماده غذایی [۷] و نیز شرایط هضم در دستگاه گوارش [۸] و نیز دسترسی زیستی پایین [۹] استفاده از آن‌ها را به عنوان افزودنی در مواد غذایی محدود کرده است. بدین ترتیب انکپسولاسیون ترکیبات پلی فنولی می‌تواند راهکاری برای برطرف کردن این معایب بوده و امکان افزایش غلظت آنتی‌اکسیدان‌های انکپسوله را در مواد غذایی فراهم ساخته [۱۰] و ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی و مدت ماندگاری مواد غذایی را بهبود بخشد. انکپسولاسیون ترکیبات فنولی در ساختار نانولیپوزوم‌ها می‌تواند یک استراتژی موثر برای انکپسولاسیون و آزادسازی کنترل شده ترکیبات فنولی در ماتریکس‌های غذایی باشد.

لیپوزوم‌ها (وزیکول‌های لیپیدی) توده‌های تشکیل شده از دیسپرسیون‌های آبی مولکول‌های دوگانه دوست نظیر لیپیدهای قطبی هستند که تمایل به تشکیل ساختارهای دولایه دارند. با توجه به نتایج مطالعات لیپوزومی در تحقیقات و کاربردهای دارویی و پزشکی (نظیر حمل دارو، تیمار سرطان، ژن تراپی و ...) و نیز به دلایل مزایای سلامتی مربوط به فسفولیپیدها، استفاده از لیپوزوم‌ها در صنعت غذا برای حمل کنترل شده ترکیبات عملگرا نظیر پپتیدها، آنزیم‌ها، ویتامین‌ها و مواد عطر و طعمی، حفاظت ترکیبات حساس، افزایش کارایی افزودنی‌های غذایی و محدود ساختن عطر و طعم نامطلوب در کاربردهای غذایی بسیاری مورد بررسی قرار گرفته است [۱۱].

لیپوزوم‌ها همپنین برای انکپسولاسیون پلی فنول‌ها و یا عصاره‌های پلی فنولی به کار گرفته شده‌اند. به طور مثال، تاکاهاشی و همکاران [۱۲] افزایش میزان جذب گوارشی کورکامین انکپسوله شده در لیپوزوم‌ها نسبت به دیگر فرم‌های آن را گزارش کردند. ایسایلوویچ و همکاران [۱۳] گزارش کردند که الحاق رسوراتول به لیپوزوم‌ها سمیت سلولی آن‌ها را در مقایسه با اثرات مخرب محلول رسوراتول با غلظت مشابه کاهش داد.

با توجه به اهمیت تغذیه ای ترکیبات فنلی و به منظور افزایش پایداری و جلوگیری از ایجاد پس طعم این ترکیبات در محصولات غذایی، هدف از این پژوهش انکپسولاسیون ترکیبات فنلی عصاره برگ زیتون در نانولیپوزوم‌ها جهت کاربرد در مواد غذایی بود.

امروزه کاربرد آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی علی‌رغم موثر بودن، قیمت پایین و پایداری در شرایط معمول فراوری و نگهداری روغن‌ها، به دلیل اثرات سمیت احتمالی آن‌ها محدود شده و به همین دلیل کاربرد آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی رو به افزایش است. بدین منظور تحقیقات گسترده‌ای بر روی ترکیبات آنتی‌اکسیدان حاصل از برگ و میوه درخت زیتون، سایر میوه‌ها و سبزیجات و نیز ادویه جات و گیاهان آروماتیک متمرکز شده است. برگ درخت زیتون منبع غنی از ترکیبات فنولی همچون اولئوروپین، ورباسکوزید، لیگستروزید، تیروزول و هیدروکسی تیروزول می‌باشد که دارای ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی و ضد میکروبی هستند. از این میان اولئوروپین، بی فنول عمده در برگ و میوه زیتون است [۱]. در این راستا مطالعاتی در زمینه افزودن ترکیبات فنول برگ زیتون به روغن‌های خوراکی انجام گرفته است. به طور مثال، سالتا و همکاران (۲۰۰۷) بهبود ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و پایداری اکسیداتیو روغن زیتون، آفتابگردان، پالم و شورتینگ گیاهی را از طریق غنی سازی این روغن‌ها با پلی فنول‌ها از طریق افزودن عصاره برگ زیتون گزارش کردند [۲]. همچنین مشاهده شده است که غلظت ۴۰۰ppm فنول‌های آزاد استخراج شده از برگ زیتون، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بالاتری نسبت به BHT در به تاخیر انداختن تندی اکسیداتیو روغن زیتون داشت [۳]. در مطالعه دیگری افزایش پایداری اکسیداتیو لیپیدهای غذایی نظیر کره، لارد و روغن کبد ماهی کاد با استفاده از عصاره فنولی با هیدروکسی تیروزول بالای به دست آمده از برگ زیتون گزارش شد [۴].

با وجود این، غلظت موثر پلی فنول‌ها در شرایط آزمایشگاهی اغلب بیشتر از مقادیر اندازه گیری شده در محیط بدن است. علاوه بر این پلی فنول‌ها پایداری و حلالیت محدود و طعم‌های نامطلوب نظیر طعم گس از خود نشان می‌دهند که بایستی قبل از افزودن به فراورده‌های غذایی اصلاح گردند [۵]. همچنین ترکیبات فنولی می‌توانند با اجزای غذایی نظیر پروتئین‌ها متصل شده که در نهایت می‌تواند موجب توده‌ای شدن، رسوب و نیز افت در مقدار یا عملکرد پلی فنول‌ها شود [۶]. در رابطه با ترکیبات پلی فنولی چای سبز مشاهده شده است که این ترکیبات به سختی می‌توانند در فراورده‌های غذایی با فعالیت مناسب حفظ

غلظت فنل کل، منحنی استاندارد جذب-غلظت اسید کافئیک رسم شد و با استفاده از قرار دادن شدت جذب خوانده شده در منحنی استاندارد غلظت فنل کل هر بخش محاسبه گردید. سپس کارایی انکپسولاسیون با استفاده از فرمول ذیل محاسبه شد (۱۶):

$$100 \times \text{کل C} / \text{آزاد C} - \text{کل C} = \text{کارایی کپسولاسیون}$$

در این فرمول کل C غلظت فنل کل در سوسپانسیون لیپوزومی و آزاد C غلظت فنل کل در بخش غیرکپسوله است.

۲-۵- طیف سنجی فروسرخ (ATR-FTIR¹)

طیف فروسرخ فسفاتیدیل کولین، کلسترول، عصاره برگ زیتون، مخلوط فیزیکی ترکیبات، نانولیپوزوم فاقد عصاره و نانولیپوزوم حاوی عصاره (F₆) با استفاده از اسپکتروفتومتر ATR-FTIR (Bruker, Tensor 27) ثبت گردید. مراحل آماده سازی نمونه شامل مخلوط کردن نمونه با برومید پتاسیم (KBr) در نسبت ۱:۱۰ (نمونه: برومید پتاسیم) و فشردن سازی نمونه‌ها به شکل قرص تحت فشار ۱۶۰ KPa بود. دامنه رویش بین ۵۰۰ تا ۴۰۰۰ cm⁻¹ بود (۱۷).

۲-۶- تجزیه و تحلیل آماری

آزمون‌ها در سه تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شدند. تحلیل و ارزیابی (ANOVA) با استفاده از نرم افزار SPSS (در سطح احتمال $P < 0.05$) و آزمون چند دامنه‌ای دانکن برای تایید وجود اختلاف بین میانگین‌ها انجام گرفت.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- اندازه ذرات

نتایج مربوط به قطر متوسط اندازه ذرات در نسبت‌های مختلف فسفاتیدیل کولین به عصاره در جدول ۱ نشان داده شده است. در تمامی موارد متوسط قطر حجمی ذرات در محدوده ۵۰-۱۰۰ nm بود. نانولیپوزوم‌های حاوی عصاره برگ زیتون تا نسبت فسفاتیدیل کولین /عصاره (۱:۲,۵) اندازه ذرات کوچک‌تری نسبت به وزیکول‌های خالی داشتند. با افزودن عصاره برگ زیتون در نانولیپوزوم‌ها، ابتدا کاهش در اندازه ذرات تا نسبت فسفاتیدیل

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

فسفاتیدیل کولین (خلوص ۹۹٪) از شرکت Lipoid (آلمان) تهیه گردید. کلسترول، اتانول و سایر مواد شیمیایی از شرکت مواد شیمیایی مرک (آلمان) تهیه شدند. عصاره برگ زیتون (با میزان فنل کل ۲ mg / ۲۰۱ g عصاره) از شرکت آدونیس گل دارو تهیه گردید.

۲-۲- تهیه لیپوزوم‌ها

لیپوزوم‌ها با استفاده از روش تزریق اتانول تهیه شدند. بدین منظور فسفاتیدیل کولین در غلظت ۱۵ μmol/ml، کلسترول (با نسبت مولی ۴:۱ فسفاتیدیل کولین: کلسترول) و عصاره برگ زیتون (در غلظت‌های مختلف مطابق جدول ۱) در اتانول حل شدند. سپس ۱۰ ml محلول اتانولی به آرامی داخل ۷۰ ml آب مقطر تحت فرایند هموژنیزاسیون با سرعت ۲۰۰۰ rpm تزریق شد. سوسپانسیون لیپوزومی تهیه شده برای آنالیز بعدی در دمای ۴°C نگهداری شد (۱۴).

Table 1 Produced nanoliposomes with different formulations

Empty Liposome	F1
SPC/Extract (10:1)	F2
SPC/Extract (7.5:1)	F3
SPC/Extract (5:1)	F4
SPC/Extract (2.5:1)	F5
SPC/Extract (1:1)	F6

۲-۳- اندازه ذرات و پتانسیل زتا

اندازه ذرات و پتانسیل زتا با استفاده از دستگاه پراکنش نور دینامیک (DLS) (مدل Nanotrak Wave شرکت Microtrac، آلمان) اندازه گیری شد (۱۵).

۲-۴- کارایی انکپسولاسیون

برای تعیین کارایی انکپسولاسیون ابتدا ترکیبات فنلی کپسوله نشده در سوسپانسیون لیپوزومی با استفاده از سانتریفوژ با دور ۳۰۰۰ rpm به مدت ۱۵ دقیقه از بخش کپسوله شده جداسازی شد. سپس به فاز کپسوله مقداری متانول اضافه شد تا غشاء لیپوزومی حل شده و ترکیبات فنلی کپسوله آزاد گردند. در نهایت میزان جذب در هر دو بخش با استفاده از اسپکتروفتومتر ماوراء بنفش-مرئی در طول موج ۷۲۵ nm تعیین گردید. برای تعیین

1. Attenuated total reflectance Fourier transform infrared spectroscopy

وزيکولى مي‌باشد. در تايد اين مطلب مشاهده مي‌شود که با افزايش غلظت عصاره از نسبت ۱:۱۰ تا ۱:۵ فسفوليپيد: پلي فنول نيز اندازه ذرات کاهش مي‌يابد. گرچه با افزايش بيشتتر غلظت ترکيبات فنولى اندازه ذرات رو به افزايش مي‌گذارد. اين رفتار براى ليپوزومهاى حاوى ترکيبات ليپوفيل و روغن‌هاى اسانسي نيز مشاهده شده است [۱۸ و ۱۹].

همچنين قطر متوسط نانوذرات ليپوزومي بعد از يك هفته نگهدارى در دماى 4°C مورد بررسى قرار گرفت (جدول ۲). در طول زمان نگهدارى اندازه نانوليپوزومهاى فاقد عصاره بدون تغيير ماند در حالى که اندازه نانوليپوزومهاى حاوى عصاره افزايش يافت. گرچه در مورد نمونه‌هاى حاوى عصاره با نسبت ۱:۱ فسفوليپيد به عصاره اندازه ذرات بعد از يك هفته نگهدارى کاهش نشان داد.

کولين /عصاره (۱:۵) مشاهده شد و سپس با افزايش بيشتتر در غلظت عصاره اندازه ذرات نانوليپوزومها افزايش پيدا کرد. در رابطه با اندازه ذرات نانوليپوزومهاى حاوى ترکيبات پلي فنولى زو و همکاران [۱۴] نيز اندازه ذرات $66/8\text{nm}$ را براى نانوليپوزومهاى حاوى پلي فنولهاى چاي سبز با نسبت جرمى فسفوليپيد: پلي فنول (۱:۸) تهيه شده به روش تزريق اتانول در ترکيب با ميكروفلوئيديزاسيون فشار بالا گزارش کردند. همچنين گولسرن و کورديگ [۱۷] نانوليپوزومهاى حاوى پلي فنولهاى چاي سبز با اندازه ذرات 90nm ($\text{pH}=7$) را با استفاده از فسفاتيديل کولين سويا و با بکارگيرى روش هموزنيزاسيون فشار بالا تهيه کردند.

اندازه کوچکتر نانوليپوزومهاى حاوى ترکيبات پلي فنولى عصاره برگ زيتون در مقايسه با ليپوزومهاى فاقد ترکيبات پلي فنولى نشان دهنده به هم پيوستگى بيشتتر زنجيره‌هاى غيرقطبى غشاي

Table 2 Particle sizes of different nanoliposomes

Formulation	Treatment	Day1	Day 7
F1	Empty Liposome	73 ^b	73 ^b
F2	SPC/Extract (10:1)	54.80 ^d	60.50 ^c
F3	SPC/Extract (7.5:1)	50 ^e	59.60 ^c
F4	SPC/Extract (5:1)	47.40 ^f	50 ^d
F5	SPC/Extract (2.5:1)	63 ^c	81.50 ^a
F6	SPC/Extract (1:1)	97.90 ^a	81 ^a

Data are expressed as mean \pm standard deviation for triplicate tests. Mean with different superscripts differ significantly ($P<0.05$).

است. مطابق جدول ۳ تمامى فرمولاسيونهاى ليپوزومي داراي بار منفي بودند. الحاق ترکيبات پلي فنولى تا نسبت ۱:۵ فسفوليپيد: پلي فنول موجب افزايش بار منفي وزيكولها گرديد. اما افزايش بيشتتر در غلظت عصاره موجب کاهش بار منفي ذرات گرديد. افزايش بار منفي سيستم به دنبال الحاق ترکيبات پلي فنولى مي‌تواند به دليل بار منفي پلي فنولهاى برگ زيتون (-12mV) به دنبال يونيزه شدن نسبي آنها تحت pH سيستم باشد. علاوه بر اين بررسى‌ها نشان داده است که ترکيبات فنولى نه تنها مي‌توانند در داخل ليپوزومها قرار بگيرند بلکه مي‌توانند به سطح غشاي ليپوزومي نيز جذب يا ملحق شوند [۲۱]. لذا به نظر مي‌رسد کاهش بار منفي سيستم با افزايش بيشتتر غلظت عصاره (نسبت ۲/۵ : ۱ و ۱:۱ فسفوليپيد: پلي فنول) مي‌تواند ناشى از پوشش هرچه بيشتتر سطح ليپوزومها و در نتيجه کاهش بار سطحى باشد.

۳-۲- پتانسيل زتا

پتانسيل زتا شاخصى براى ميزان برهم کنش دافعه بين ذرات کلويدي است و براى ارزيايى پايدارى سوسپانسيونهاى وزيكولى استفاده مي‌شود. در ذرات با پتانسيل زتاي پايين تنها نيروي دافعه اندكى وجود دارد و ذرات در نهايت به هم پيوسته و موجب ناپايدارى سيستم خواهند شد. عموماً اگر پتانسيل زتاي کل سيستم کلويدي بالاتر از $\pm 30\text{mV}$ باشد ذرات از نظر نيروهاى دافعه الکترواستاتيکى پايدار خواهد بود [۲۰]. گرچه برخى مطالعات نشان داده‌اند که حتى در مقادير پايين پتانسيل زتا (نزدیک به صفر) نيز ليپوزومها ممکن است پايدار بمانند [۱۴].

نتايج مربوط به پتانسيل زتا براى نانوليپوزومهاى حاوى ترکيبات پلي فنولى و نيز فاقد اين ترکيبات در جدول ۲ نشان داده شده

چای سبز در سیستم لیپوزومی کاهش کارایی انکپسولاسیون از ۶۰٪ به کمتر از ۴۰٪ را گزارش کردند. ناکاپاما و همکاران [۲۴] نشان دادند که اپی گالوکاتکین گالات در غلظت‌های پایین مانع نشت کلسئین از لیپوزوم می‌شود در حالی که در غلظت‌های بالا پلی فنول‌ها ممکن است باعث از هم گسستن غشای لیپوزومی شوند.

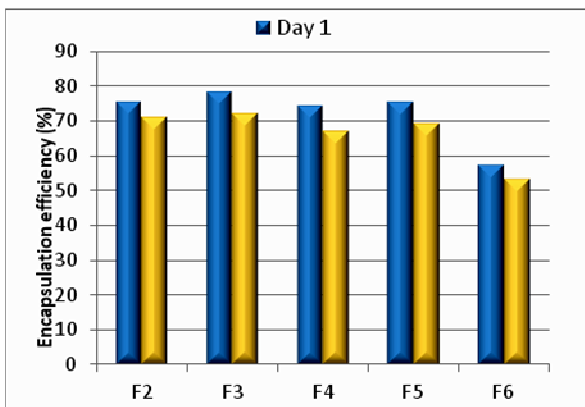


Fig 1 Encapsulation efficiency of liposomal formulations

در مطالعه دیگر انجام گرفته در رابطه با انکپسولاسیون عصاره‌های پلی فنولی در سیستم‌های لیپوزومی، تاکاهاشی و همکاران [۱۲] کارایی انکپسولاسیون ۶۸٫۰٪ را برای لیپوزوم‌های حاوی کورکامین تهیه شده با استفاده از میکروفلئودایزر گزارش کردند. گیبیس و همکاران [۲۱] با انکپسوله کردن عصاره دانه انگور در لیپوزوم‌ها گزارش کردند که بیش از ۸۰٪ ترکیبات پلی فنولی موجود در عصاره به جای اینکه به داخل غشای لیپوزومی منتقل شوند به سطح غشای لیپوزومی متصل شدند. ایسایلوویچ و همکاران [۱۳] کارایی انکپسولاسیون ۹۰٪ را در مقابل کارایی ۵۰٪ برای نانولیپوزوم‌های حاوی رسوراتول تهیه شده به ترتیب با روش اکستروژن و سونیکاسیون گزارش کردند. در مطالعه دیگری رشیدی‌نژاد و همکاران [۶] کارایی انکپسولاسیون ۷۰٪ را برای لیپوزوم‌های حاوی کاتچین و اپی‌گالوکاتچین چای سبز نشان دادند. همچنین زو و همکاران [۱۴] کارایی انکپسولاسیون ۷۸٫۵٪ نانولیپوزوم‌های حاوی پلی‌فنول‌های چای سبز تهیه شده با روش تزریق اتانول-میکروفلئودیزاسیون فشار بالا را گزارش کردند که با نتایج به دست آمده در این بررسی مطابقت داشت. کوساراجو و همکاران [۲۵] نیز از طریق انکپسولاسیون عصاره برگ زیتون در پوشش‌های کیتوزان به روش خشک کردن پاششی، تنها میزان

در مطالعات دیگر انجام شده بر روی لیپوزوم‌های حاوی ترکیبات فنولی، مقادیر پتانسیل زتای $-67/2\text{mV}$ - توسط لو و همکاران [۲۰۱۱] $-6/16\text{mV}$ توسط زو و همکاران [۱۴] و -12mV توسط گولسرن و کوردیگ [۲۲] برای نانولیپوزوم‌های حاوی ترکیبات پلی‌فنولی عصاره چای سبز گزارش شده است. این مقادیر متفاوت می‌تواند به دنبال تفاوت در ویژگی‌های فسفولیپیدها باشد. پتانسیل زتا همچنین به دما و قدرت یونی محیط وابسته است. نشان داده شده است که سر قطبی لیپید حساس به قدرت یونی و دمای محیط است. در قدرت یونی پایین، گروه‌های فسفاتیدیل در قسمت بیرونی سر قطبی لیپید قرار می‌گیرند و بار سیستم منفی می‌شود. در دمای ثابت با افزایش قدرت یونی گروه کولین به قسمت بیرونی سطح دولایه نزدیک می‌شود در حالی که گروه فسفاتیدیل در پشت سطح پنهان می‌شود [۲۳].

Table 3 Zeta Potential of different nanoliposomes

Formulation	Treatment	Day1
F1	Empty Liposome	-23c
F2	SPC/Extract (10:1)	-25 ^d
F3	SPC/Extract (7.5:1)	-28 ^e
F4	SPC/Extract (5:1)	-33.5 ^f
F5	SPC/Extract (2.5:1)	-0.6 ^a
F6	SPC/Extract (1:1)	-5.4 ^b

Data are expressed as mean \pm standard deviation for triplicate tests. Mean with different superscripts differ significantly ($P < 0.05$).

۳-۳- کارایی انکپسولاسیون

نتایج مربوط به تاثیر نسبت‌های مختلف فسفاتیدیل کولین به عصاره بر روی کارایی انکپسولاسیون عصاره برگ زیتون در شکل ۱ نشان داده شده است. نتایج آزمون دانکن تفاوت معنی داری را بین نمونه‌های F_2 ، F_3 ، F_4 و F_5 با افزایش غلظت عصاره در سطح ۵٪ نشان نمی‌دهد. کارایی انکپسولاسیون برای این نمونه‌ها ۷۸-۷۴٪ بود. گرچه در نانولیپوزوم‌های حاوی عصاره برگ زیتون با نسبت فسفاتیدیل کولین /عصاره (۱:۱) کاهش معنی داری در کارایی انکپسولاسیون مشاهده شد و میزان آن به ۵۷٪ رسید. همچنین نگهداری سیستم‌های نانولیپوزومی حاوی عصاره به مدت یک هفته در دمای 4°C موجب تفاوت معنی داری را در کارایی انکپسولاسیون نمونه‌ها نشد (شکل ۱). به طور مشابهی، گولسرن و کوردیگ [۲۰۱۳] نیز با افزایش غلظت پلی فنول‌های

فسفاتیدیل کولین، کلسترول، عصاره برگ زیتون، مخلوط فیزیکی فوسفاتیدیل کولین-کلسترول-عصاره، نمونه نانولیپوزوم فاقد عصاره (F_0) و نمونه نانولیپوزوم حاوی عصاره (F_6) نشان داده شده است. پیکهای مربوط به لیپوزوم خالی در اعداد موج ۲۹۷۹، ۲۹۱۰، ۱۰۸۶، ۱۰۴۴ و 876 cm^{-1} نزدیک به فسفاتیدیل کولین و در اعداد موج ۲۹۷۹، ۱۰۴۴ و 876 cm^{-1} به کلسترول بود که نشان دهنده این است که لیپوزوم حاوی فسفاتیدیل کولین و کلسترول است.

۲۷٪ ترکیبات پلی فنولی بارگیری شده را گزارش کردند که بسیار کمتر از مقادیر به دست آمده در این بررسی بود. لذا به نظر می رسد که به دام اندازی عصاره برگ زیتون در سیستم های لیپوزومی می تواند روشی موثر برای انکپسولاسیون ترکیبات فنولی موجود در آن باشد.

۳-۴- طیف سنجی فروسرخ

آنالیز طیف سنجی فروسرخ اطلاعاتی را در زمینه گروه های عاملی، تغییر ساختار کریستالی و برهمکنش احتمالی ترکیبات فراهم می آورد. در شکل ۲، طیف فروسرخ مربوط به نمونه های

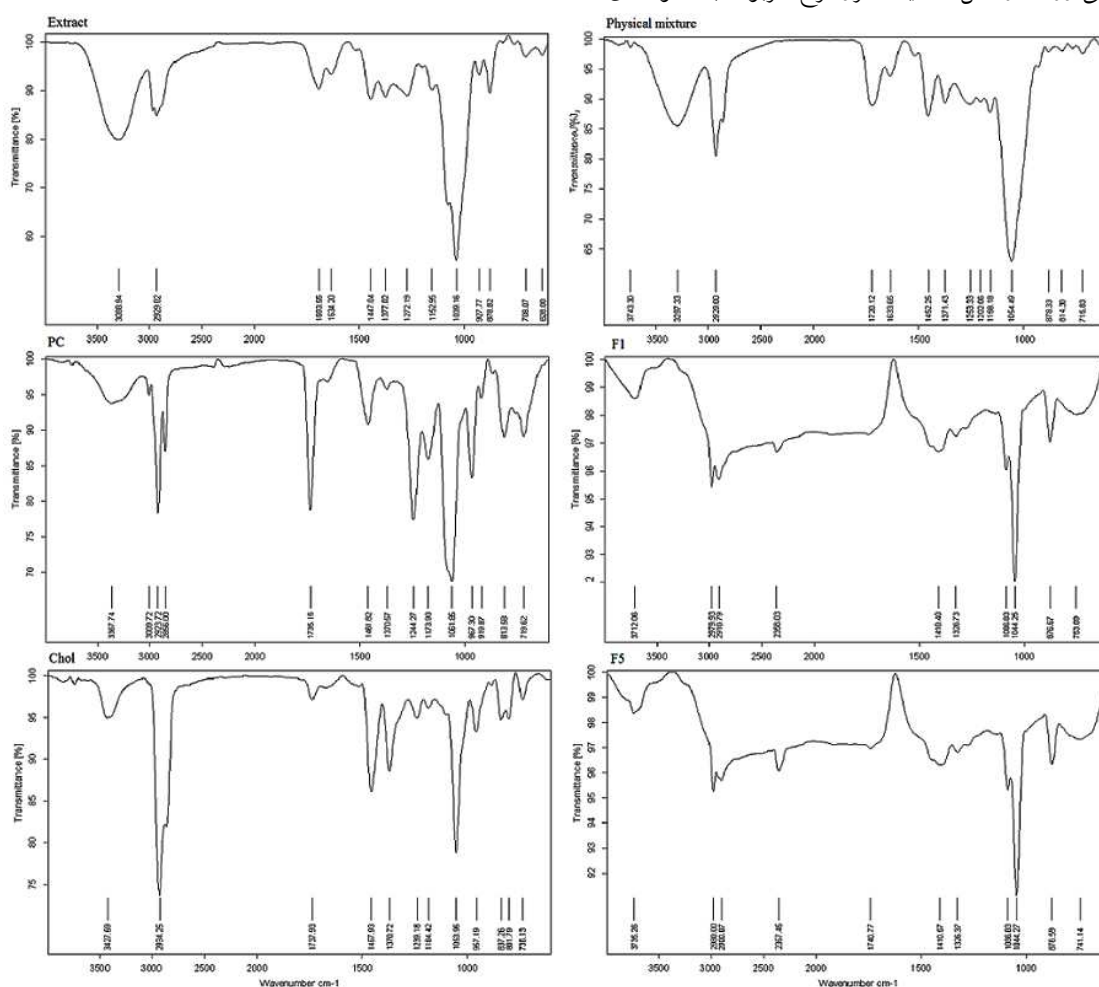


Fig 3 Infrared spectrum of lecithin, cholesterol, olive leaf extract, physical mixture of lecithin-cholesterol-extract, empty liposome (F1) and extract containing liposome (F5)

مخلوط کردن ساده است. وجود چندین پیک اصلی پلی فنل های برگ زیتون (اعداد موج ۲۹۲۹، ۱۶۹۳، ۱۴۴۷، ۱۳۷۷، ۱۰۶۹ و 876 cm^{-1} در اسپکتروم IR نانولیپوزوم حاوی عصاره تایید کننده وجود پلی فنل های برگ زیتون در ساختار نانولیپوزوم ها است.

مقایسه پیک های مربوط به فسفاتیدیل کولین، کلسترول، عصاره برگ زیتون و مخلوط فیزیکی آن ها با هم تفاوتی را در مکان باندهای جذبی در مخلوط فیزیکی نشان نمی دهد که بیانگر عدم برهمکنش بین ترکیبات فنلی عصاره با حامل ها در یک فرایند

- [4] De Leonardis, A., Aretini, A., Alfano, G., Macciola, V., and Ranalli, G. (2008). Isolation of a hydroxytyrosol-rich extract from olive leaves (*Olea europaea* L.) and evaluation of its antioxidant properties and bioactivity. *European Food Research and Technology*, 226(4), 653-659.
- [5] Fang, Z., and Bhandari, B. (2010). Encapsulation of polyphenols—a review. *Trends in Food Science & Technology*, 21(10), 510-523.
- [6] Rashidinejad, A., Birch, E. J., Sun-Waterhouse, D., and Everett, D. W. (2014). Delivery of green tea catechin and epigallocatechin gallate in liposomes incorporated into low-fat hard cheese. *Food chemistry*, 156, 176-183.
- [7] Friedman, M., Levin, C. E., Lee, S. U., and Kozukue, N. (2009). Stability of green tea catechins in commercial tea leaves during storage for 6 months. *Journal of food science*, 74(2), H47-H51.
- [8] Nakagawa, K., and Miyazawa, T. (1997). Absorption and Distribution of Tea Catechin (-)-Epigallocatechin-3-Gallate, in the Rat. *Journal of nutritional science and vitaminology*, 43(6), 679-684.
- [9] Mukhtar, H., and Ahmad, N. (2000). Tea polyphenols: prevention of cancer and optimizing health. *The American journal of clinical nutrition*, 71(6), 1698s-1702s.
- [10] Sun-Waterhouse, D., Wadhwa, S. S., and Waterhouse, G. I. (2013). Spray-drying microencapsulation of polyphenol bioactives: a comparative study using different natural fibre polymers as encapsulants. *Food and Bioprocess Technology*, 6(9), 2376-2388.
- [11] Mozafari, M., Johnson, C., Hatziantoniou, S., and Demetzos, C. (2008). Nanoliposomes and their applications in food nanotechnology. *Journal of liposome research*, 18(4), 309-327.
- [12] Takahashi, M., Uechi, S., Takara, K., Asikin, Y., & Wada, K. (2009). Evaluation of an oral carrier system in rats: bioavailability and antioxidant properties of liposome-encapsulated curcumin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(19), 9141-9146.
- [13] Isailović, B. D., Kostić, I. T., Zvonar, A., Đorđević, V. B., Gašperlin, M., Nedović, V. A., and Bugarski, B. M. (2013). Resveratrol loaded liposomes produced by different

علاوه بر این مقادیر پیک‌ها برای نانولیپوزوم حاوی عصاره برگ زیتون در اعداد موج ۳۷۳۵، ۲۹۸۰، ۲۹۰۰، ۲۳۵۸، ۱۴۱۰، ۱۳۲۶، ۱۰۸۶، ۱۰۴۴، ۸۷۶ و 741cm^{-1} مشابه نانولیپوزوم فاقد عصاره است. لذا عدم وجود پیک‌های مشخص در طیف فرسرخ نانولیپوزوم حاوی عصاره در مقایسه با نانولیپوزوم فاقد عصاره بیانگر عدم تشکیل برهمکنش‌های شیمیایی و در نتیجه اتصال پلی‌فنول‌های برگ زیتون به ساختار نانولیپوزوم از طریق برهمکنش‌های فیزیکی است. در این راستا لو و همکاران [۲۰] نیز الحاق فیزیکی پلی‌فنول‌های چای به لیپوزوم‌ها را از طریق بررسی طیف فرسرخ ترکیبات مربوطه نشان دادند.

۴- نتیجه گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که میتوان عصاره برگ زیتون را به شکل لیپوزوم با اندازه ذرات نانو (۵۰-۱۰۰ nm) و کارایی بالا (۷۸٪-۷۴٪) و با ثبات با پتانسیل زتای مناسب (تا ۳۶/۵-) ریزپوشانی کرد و از این تکنیک می توان به عنوان یک راهکار مناسب برای استفاده از ترکیبات فنولی عصاره برگ زیتون در محصولات غذایی بهره برد بدون اینکه مشکلاتی مانند ناپایداری و پس طعم تلخ معمول در ترکیبات زیست فعال بوجود آید.

۵- منابع

- [1] Kiritsakis, K., Kontominas, M. G., Kontogiorgis, C., Hadjipavlou-Litina, D., Moustakas, A., and Kiritsakis, A. (2010). Composition and antioxidant activity of olive leaf extracts from Greek olive cultivars. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 87(4), 369-376.
- [2] Salta, F. N., Mylona, A., Chiou, A., Boskou, G., and Andrikopoulos, N. K. (2007). Oxidative stability of edible vegetable oils enriched in polyphenols with olive leaf extract. *Food Science and Technology International*, 13(6), 413-421.
- [3] Farag, R. S., ElBaroty, G. S., and Basuny, A. M. (2003). The influence of phenolic extracts obtained from the olive plant (cvs. Picual and Kronakii), on the stability of sunflower oil. *International Journal of Food science & Technology*, 38(1), 81-87.

- A. M. (2001). Liposome-incorporated Santolina insularis essential oil: preparation, characterization and in vitro antiviral activity. *Journal of liposome research*, 11(1), 73-90.
- [20] Lu, Q., Li, D. C., and Jiang, J. G. (2011). Preparation of a tea polyphenol nanoliposome system and its physicochemical properties. *Journal of agricultural and food chemistry*, 59(24), 13004-13011.
- [21] Gibis, M., Vogt, E., and Weiss, J. (2012). Encapsulation of polyphenolic grape seed extract in polymer-coated liposomes. *Food & function*, 3(3), 246-254.
- [22] Gülseren, I., and Corredig, M. (2013). Storage stability and physical characteristics of tea-polyphenol-bearing nanoliposomes prepared with milk fat globule membrane phospholipids. *Journal of agricultural and food chemistry*, 61(13), 3242-3251.
- [23] Makino, K., Yamada, T., Kimura, M., Oka, T., Ohshima, H., and Kondo, T. (1991). Temperature-and ionic strength-induced conformational changes in the lipid head group region of liposomes as suggested by zeta potential data. *Biophysical chemistry*, 41(2), 175-183.
- [24] Nakayama, T., Hashimoto, T., Kajiya, K., and Kumazawa, S. (2000). Affinity of polyphenols for lipid bilayers. *Biofactors*, 13(1 - 4), 147-151.
- [25] Kosaraju, S. L., D'ath, L., and Lawrence, A. (2006). Preparation and characterisation of chitosan microspheres for antioxidant delivery. *Carbohydrate Polymers*, 64(2), 163-167.
- techniques. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 19, 181-189.
- [14] Zou, L. Q., Liu, W., Liu, W. L., Liang, R. H., Li, T., Liu, C. M., and ... & Liu, Z. (2014). Characterization and bioavailability of tea polyphenol nanoliposome prepared by combining an ethanol injection method with dynamic high-pressure microfluidization. *Journal of agricultural and food chemistry*, 62(4), 934-941.
- [15] Fatouros, D. G., and Antimisiaris, S. G. (2002). Effect of amphiphilic drugs on the stability and zeta-potential of their liposome formulations: a study with prednisolone, diazepam, and griseofulvin. *Journal of colloid and interface science*, 251(2), 271-277.
- [16] Sorgi, F. L., and Huang, L. (1996). Large scale production of DC-Chol cationic liposomes by microfluidization. *International journal of pharmaceuticals*, 144(2), 131-139.
- [17] Liu, W., Ye, A., Liu, C., Liu, W., and Singh, H. (2012). Structure and integrity of liposomes prepared from milk-or soybean-derived phospholipids during in vitro digestion. *Food Research International*, 48(2), 499-506.
- [18] Sinico, C., De Logu, A., Lai, F., Valenti, D., Manconi, M., Loy, G., and Fadda, A. M. (2005). Liposomal incorporation of Artemisia arborescens L. essential oil and in vitro antiviral activity. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*, 59(1), 161-168.
- [19] Valenti, D., De Logu, A., Loy, G., Sinico, C., Bonsignore, L., Cottiglia, F., and Fadda,

Preparation and some characteristics of Nano liposomes containing olive leaf extract

Manafi Dizajyekan, M.¹, Hadad Khodaparast, M. H.^{2*}, Azadmard-Damirchi, S.³, Valizadeh, H.⁴ and Tabatabaei Yazdi, F.⁵

1. Ph.D. Student, Department of Food Science and Technology, International Branch of Ferdowsi University of Mashhad and member of scientific board of Islamic Azad University, Khoy Branch
2. Professors, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
3. Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz
4. Professors, Department of Pharmaceutics, Faculty of Pharmacy, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran.
5. Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

(Received: 2015/08/18 Accepted: 2016/05/16)

Olive leaf extract is a rich source of phenolic compounds that has antioxidant and antimicrobial effects. Phenolic compounds have been inactive gradually like other bioactive compounds and make a bitter taste in foods. Microencapsulation has been introduced as an effective technique for improve stability and prevention of bitter taste of bioactive compounds. The aim of this study was to capsule of phenolic compounds of olive leaves extract as Nano liposomes. Nano liposomes are prepared using of phosphatidil Colin, cholesterol and olive Leaf extract by ethanol injection method and analyzed for particle size, Zeta potential and encapsulation efficiency. The mean volumetric diameters of liposomes were at the range of 50-100nm. All liposomes formulations had negative charged which increased with addition of extract up to phosphatidil Colin/extract ratio of 5/1, but higher concentration of extract led to decrease in negative charges of liposomes. Overall encapsulation efficiency of nano liposomes were 74-78 % but decreased to 57 % in phosphatidil Colin/extract ratio of 1/1. Infra-red Spectroscopy assay of samples showed there were not any chemical and physical interaction between polyphenolic compounds of olive leaves and liposomes structure. The results indicated the possibility of encapsulation of phenolic compound of olive leaves as Nano liposomes with desired properties and efficiency.

Key words: Olive leave, Nano liposomes, Zeta Potential, Nano Technology.

*Corresponding Author Email Address: khodaparast@um.ac.ir