

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 آنتی اکسیدانی و ضد میکروبی است. با این حال ترکیبات فنلی 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 فنلی 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 فروسرخ 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، نانوتکنولوژی.

* مسئول مکاتبات: khodaparast@um.ac.ir

۱- مقدمه

امروزه کاربرد آنتى اکسيدانهاى سنتزى على رغم موثر بودن، قيمت پايين و پايدارى در شرايط معمول فراورى و نگهدارى روغن‌ها، به دليل اثرات سميت احتمالى آنها محدود شده و به همين دليل کاربرد آنتى اکسيدانهاى طبيعى رو به افزايش است. بدین منظور تحقيقات گسترده‌اى بر روى ترکيبات آنتى اکسيدان حاصل از برگ و ميوه درخت زيتون، ساير ميوه‌ها و سبزيجات و نيز ادويه جات و گياهان آروماتيك متمرکز شده است. برگ درخت زيتون منبع غنى از ترکيبات فنولى همچون اولئوروپين، ورباسکوزيد، ليگستروزيد، تيروزول و هيدروکسى تيروزول مى باشد که داراى ويژگيهاى آنتى اکسيدانى و ضد ميكروبي هستند. از اين ميان اولئوروپين، بى فنول عمده در برگ و ميوه زيتون است [۱]. در اين راستا مطالعاتى در زمينه افزودن ترکيبات فنول برگ زيتون به روغن‌هاى خوراكي انجام گرفته است. به طور مثال، سالتا و همکاران (۲۰۰۷) بهبود ظرفيت آنتى اکسيدانى و پايدارى اکسيداتيوى روغن زيتون، آفتابگردان، پالم و شورتينگ گياهى را از طريق غنى سازى اين روغن‌ها با پلى فنول‌ها از طريق افزودن عصاره برگ زيتون گزارش کردند [۲]. همچنين مشاهده شده است که غلظت ۴۰۰ ppm فنول‌هاى آزاد استخراج شده از برگ زيتون، ظرفيت آنتى اکسيدانى بالاترى نسبت به BHT در به تاخير انداختن تندى اکسيداتيوى روغن زيتون داشت [۳]. در مطالعه ديگرى افزايش پايدارى اکسيداتيوى لپيدهاى غذايى نظير کره، لارد و روغن کبد ماهى کاد با استفاده از عصاره فنولى با هيدروکسى تيروزول بالاي به دست آمده از برگ زيتون گزارش شد [۴].

با وجود اين، غلظت موثر پلى فنول‌ها در شرايط آزمائشگاهى اغلب بيشتر از مقادير اندازه گيرى شده در محيط بدن است. علاوه بر اين پلى فنول‌ها پايدارى و حلاليت محدود و طعم‌هاى نامطلوب نظير طعم گس از خود نشان مى دهند که بايستى قبل از افزودن به فراورده‌هاى غذايى اصلاح گردند [۵]. همچنين ترکيبات فنولى مى توانند با اجزاي غذايى نظير پروتئين‌ها متصل شده که در نهايت مى تواند موجب توده‌اى شدن، رسوب و نيز افت در مقدار يا عملکرد پلى فنول‌ها شود [۶]. در رابطه با ترکيبات پلى فنولى چاى سبز مشاهده شده است که اين ترکيبات به سختى مى توانند در فراورده‌هاى غذايى با فعاليت مناسب حفظ

گردند. علاوه بر اين حساسيت اغلب کاتچين‌هاى چاى سبز در مقادير مختلف pH در طول دوران نگهدارى ماده غذايى [۷] و نيز شرايط هضم در دستگاه گوارش [۸] و نيز دسترسى زيستى پايين [۹] استفاده از آنها را به عنوان افزودنى در مواد غذايى محدود کرده است. بدین ترتيب انکپسولاسيون ترکيبات پلى فنولى مى تواند راهکارى براى برطرف کردن اين معايب بوده و امکان افزايش غلظت آنتى اکسيدانهاى انکپسوله را در مواد غذايى فراهم ساخته [۱۰] و ويژگيهاى آنتى اکسيدانى و مدت ماندگارى مواد غذايى را بهبود بخشد. انکپسولاسيون ترکيبات فنولى در ساختار نانولپيوزومها مى تواند يک استراتژى موثر براى انکپسولاسيون و آزادسازى کنترل شده ترکيبات فنولى در ماتريکس‌هاى غذايى باشد.

لپيوزومها (وزيکول‌هاى لپيدى) توده‌هاى تشکيل شده از ديسپرسيون‌هاى آبى مولکول‌هاى دوگانه دوست نظير لپيدهاى قطبى هستند که تمايل به تشکيل ساختارهاى دولايه دارند. با توجه به نتايج مطالعات لپيوزومى در تحقيقات و کاربردهاى داروئى و پزشکى (نظير حمل دارو، تيمار سرطان، ژن تراپى و ...) و نيز به دليل مزايای سلامتى مربوط به فسفولپيدها، استفاده از لپيوزومها در صنعت غذا براى حمل کنترل شده ترکيبات عملگرا نظير پپتيدها، آنزيم‌ها، ويتامين‌ها و مواد عطر و طعمى، حفاظت ترکيبات حساس، افزايش کارايى افزودنى‌هاى غذايى و محدود ساختن عطر و طعم نامطلوب در کاربردهاى غذايى بسيارى مورد بررسى قرار گرفته است [۱۱].

لپيوزومها همچنين براى انکپسولاسيون پلى فنول‌ها و يا عصاره‌هاى پلى فنولى به کار گرفته شده‌اند. به طور مثال، تاکاهاشى و همکاران [۱۲] افزايش ميزان جذب گوارشى کورکامين انکپسوله شده در لپيوزومها نسبت به ديگر فرم‌هاى آن را گزارش کردند. ايسايوويچ و همکاران [۱۳] گزارش کردند که الحاق رسوراتول به لپيوزومها سميت سلولى آنها را در مقايسه با اثرات مخرب محلول رسوراتول با غلظت مشابه کاهش داد.

با توجه به اهميت تغذيه اى ترکيبات فنولى و به منظور افزايش پايدارى و جلوگيرى از ايجاد پس طعم اين ترکيبات در محصولات غذايى، هدف از اين پژوهش انکپسولاسيون ترکيبات فنولى عصاره برگ زيتون در نانولپيوزومها جهت کاربرد در مواد غذايى بود.

۲- مواد و روش ها

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 ۲۰۱/۲ mg در 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 $10 \mu\text{mol/ml}$ ، کلسترول (با نسبت مولی ۴:۱ فسفاتیدیل کولین: کلسترول) و عصاره برگ زیتون (در غلظت‌های مختلف مطابق جدول ۱) در اتانول حل شدند. سپس 10 ml محلول اتانولی به آرامی داخل 70 ml آب مقطر تحت فرایند هموژنیزاسیون با سرعت 2000 rpm تزریق شد. سوسپانسیون لیپوزومی تهیه شده برای آنالیز بعدی در دمای 4°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 3000 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 720 nm تعیین گردید. برای تعیین

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):

$$100 \times \frac{C}{C_0} \text{ آزاد} - C \text{ کل} = \% \text{ کارایی کپسولاسیون}$$

در این فرمول C_0 غلظت فنل کل در سوسپانسیون لیپوزومی و C غلظت فنل کل در بخش غیرکپسوله است.

۲-۵- طیف سنجی فروسرخ (ATR-FTIR^1)

طیف فروسرخ فسفاتیدیل کولین، کلسترول، عصاره برگ زیتون، مخلوط فیزیکی ترکیبات، نانولیپوزوم فاقد عصاره و نانولیپوزوم حاوی عصاره (F_6) 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 160 KPa بود. دامنه رویش بین 500 تا 4000 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 $50-100 \text{ nm}$ 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

1. Attenuated total reflectance Fourier transform infrared spectroscopy

وزیکولی می‌باشد. در تایید این مطلب مشاهده می‌شود که با افزایش غلظت عصاره از نسبت ۱:۱۰ تا ۱:۵ فسفولیپید: پلی‌فنول نیز اندازه ذرات کاهش می‌یابد. گرچه با افزایش بیشتر غلظت ترکیبات فنولی اندازه ذرات رو به افزایش می‌گذارد. این رفتار برای لیپوزومهای حاوی ترکیبات لیپوفیل و روغنهای اسانسی نیز مشاهده شده است [۱۸ و ۱۹].

همچنین قطر متوسط نانوذرات لیپوزومی بعد از یک هفته نگهداری در دمای 4°C مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۲). در طول زمان نگهداری اندازه نانولیپوزومهای فاقد عصاره بدون تغییر ماند در حالی که اندازه نانولیپوزومهای حاوی عصاره افزایش یافت. گرچه در مورد نمونه‌های حاوی عصاره با نسبت ۱:۱ فسفولیپید به عصاره اندازه ذرات بعد از یک هفته نگهداری کاهش نشان داد.

کولین /عصاره (۱:۵) مشاهده شد و سپس با افزایش بیشتر در غلظت عصاره اندازه ذرات نانولیپوزومها افزایش پیدا کرد. در رابطه با اندازه ذرات نانولیپوزومهای حاوی ترکیبات پلی‌فنولی زو و همکاران [۱۴] نیز اندازه ذرات $66/8\text{nm}$ را برای نانولیپوزومهای حاوی پلی‌فنولهای چای سبز با نسبت جرمی فسفولیپید: پلی‌فنول (۱:۸) تهیه شده به روش تزریق اتانول در ترکیب با میکروفلوئیدیزاسیون فشار بالا گزارش کردند. همچنین گولسرن و کوردیگ [۱۷] نانولیپوزومهای حاوی پلی‌فنولهای چای سبز با اندازه ذرات 90nm ($\text{pH}=7$) را با استفاده از فسفاتیدیل کولین سویا و با بکارگیری روش هموژنیزاسیون فشار بالا تهیه کردند.

اندازه کوچکتر نانولیپوزومهای حاوی ترکیبات پلی‌فنولی عصاره برگ زیتون در مقایسه با لیپوزومهای فاقد ترکیبات پلی‌فنولی نشان دهنده به هم پیوستگی بیشتر زنجیره‌های غیرقطبی غشای

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 تمامی فرمولاسیونهای لیپوزومی دارای بار منفی بودند. الحاق ترکیبات پلی‌فنولی تا نسبت ۱:۵ فسفولیپید: پلی‌فنول موجب افزایش بار منفی وزیکولها گردید. اما افزایش بیشتر در غلظت عصاره موجب کاهش بار منفی ذرات گردید. افزایش بار منفی سیستم به دنبال الحاق ترکیبات پلی‌فنولی می‌تواند به دلیل بار منفی پلی‌فنولهای برگ زیتون (-12 mV) به دنبال یونیزه شدن نسبی آنها تحت pH سیستم باشد. علاوه بر این بررسی‌ها نشان داده است که ترکیبات فنولی نه تنها می‌توانند در داخل لیپوزومها قرار بگیرند بلکه می‌توانند به سطح غشای لیپوزومی نیز جذب یا ملحق شوند [۲۱]. لذا به نظر می‌رسد کاهش بار منفی سیستم با افزایش بیشتر غلظت عصاره (نسبت ۲/۵: ۱ و ۱:۱ فسفولیپید: پلی‌فنول) می‌تواند ناشی از پوشش هرچه بیشتر سطح لیپوزومها و در نتیجه کاهش بار سطحی باشد.

۳-۲- پتانسیل زتا

پتانسیل زتا شاخصی برای میزان برهم کنش دافعه بین ذرات کلئیدی است و برای ارزیابی پایداری سوسپانسیونهای وزیکولی استفاده می‌شود. در ذرات با پتانسیل زتای پایین تنها نیروی دافعه اندکی وجود دارد و ذرات در نهایت به هم پیوسته و موجب ناپایداری سیستم خواهند شد. عموماً اگر پتانسیل زتای کل سیستم کلئیدی بالاتر از $\pm 30\text{mV}$ باشد ذرات از نظر نیروهای دافعه الکترواستاتیکی پایدار خواهد بود [۲۰]. گرچه برخی مطالعات نشان داده‌اند که حتی در مقادیر پایین پتانسیل زتا (نزدیک به صفر) نیز لیپوزومها ممکن است پایدار بمانند [۱۴].

نتایج مربوط به پتانسیل زتا برای نانولیپوزومهای حاوی ترکیبات پلی‌فنولی و نیز فاقد این ترکیبات در جدول ۲ نشان داده شده

چای سبز در سیستم لیپوزومی کاهش کارایی انکپسولاسیون از ۶۰٪ به کمتر از ۴۰٪ را گزارش کردند. ناکایاما 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.

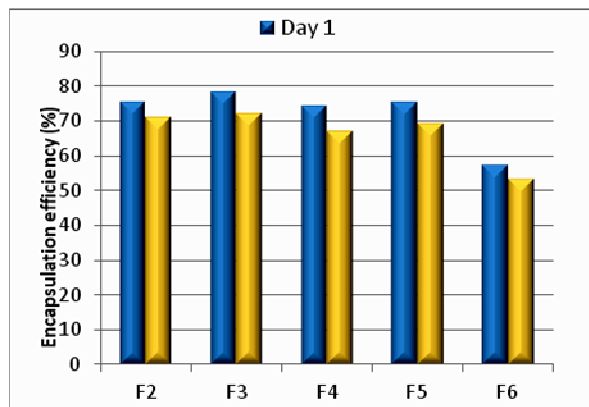


Fig 1 Encapsulation efficiency of liposomal formulations

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 میکروفلوئیدیزر 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-میکروفلوئیدیزاسیون 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 -12 mV 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 ، F_5 و F_6 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. پیک های مربوط به لیپوزوم خالی در اعداد موج ۲۹۷۹، ۲۹۱۰، ۱۰۸۶، ۱۰۴۴ و ۸۷۶ cm^{-1} نزدیک به فوسفاتیدیل کولین و در اعداد موج ۲۹۷۹، ۱۰۴۴ و ۸۷۶ cm^{-1} نزدیک به کلسترول بود که نشان دهنده این است که لیپوزوم حاوی فوسفاتیدیل 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

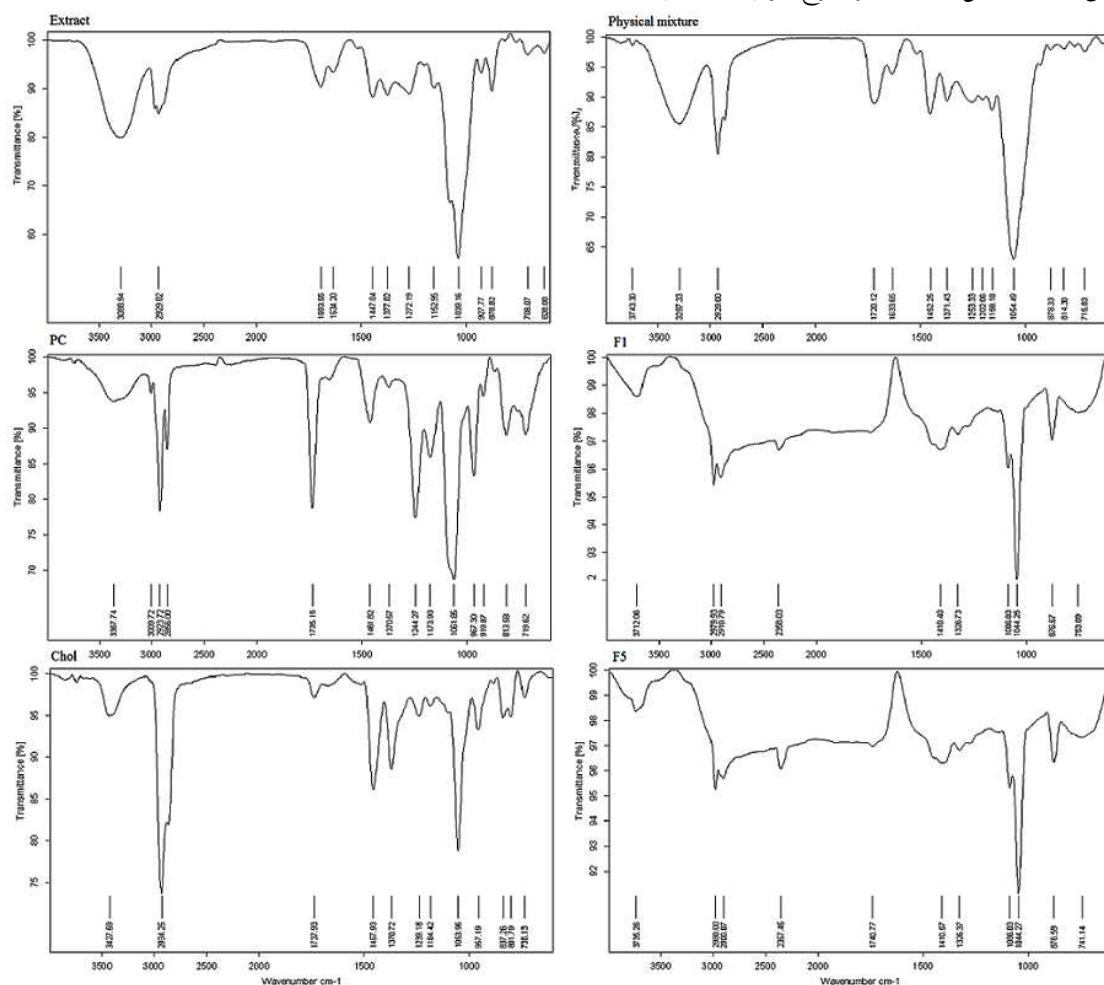


Fig 3 Infrared spectrum of lecithin, cholesterol, olive leaf extract, physical mixture of lecithin-cholesterol-extract, empty liposome (F1) and extract containing liposome (F5)

مخلوط کردن ساده است. وجود چندین پیک اصلی پلی فنل های برگ زیتون (اعداد موج ۲۹۲۹، ۱۶۹۳، ۱۴۴۷، ۱۳۷۷، ۱۰۶۹ و ۸۷۸ 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 فوسفاتیدیل 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 فروسرخ 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 فروسرخ ترکیبات مربوطه نشان دادند.

۴- نتیجه‌گیری

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 می‌توان 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 Antimisariar, 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