NCMBJ
Research article

New Cell Mol Biotech
j.12/45 , 2022

Scan online to view this article

Synthesis and study of cellular and physicochemical properties of nanoliposomes containing aqueous extract of Hedera Helix

Milad Akhlaghi[1], Lida Eftekharivash[2], Fatemeh Parnian[3], Mohammad Taebpour[3], Tohid Rostamian[1], Maryam Zarezadeh Mehrizi[4], Kazem Ansari[5], Bibi Fatemeh Haghirosadat[6*]

1. Department of clinical biochemistry, Faculty of Medicine, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran
2. Department of Microbiology, Maragheh Branch, Islamic Azad University. Maragheh, Iran.
3. Department of Medical Biotechnology, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran
4. Faculty of Dentistry, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran
5. Nano-Biotech Foresight Company Biotechnology Campus, Science & Technology Park of Yazd, Yazd, Iran
6. Medical Nanotechnology & Tissue Engineering Research Center, Yazd Reproductive Sciences Institute, Shahid Sadoughi Uviverstity of Medical Sciences, Yazd, Iran

Abstract:

Aim and Background: The use of medical herbs because of their reasonable price and availability is rapidly increasing but it faces many challenges. Researchers are trying to overcome these challenges by designing nano-drug delivery carriers such as liposome. In this study, a formulation of liposomal system containing Hedera Helix extract was synthesized and its toxicity on normal cells and physicochemical characteristics were evaluated.

Material and Method: In the first step, extraction of Hedera Helix was done by succulent method. In the next step, nano-liposomes were prepared by thin film method from phosphatidylcholine and cholesterol and by using hydration inactive method the extract was loaded into them. Then the encapsulation rate and the release pattern were assayed by spectrophotometry method, the size of nanoparticles and their zeta potential were evaluated by the DLS, the non-interaction between the extract and the nanosystem was assessed by FT-IR technique and the morphology of the nanoparticles was examined by AFM microscope and finally the non-toxicity of the system on normal cells was assayed by MTT method.

Results: The results of this study showed that nano-liposomes containing Hedera Helix extract having 48.6 nm of diameter, 0.406 dispersion index, -37.3 ± 1.72 mV zeta potential and 82.67 ± 1.12 encapsulation efficiency are follow the slow releasing drug pattern. FTIR and AFM data demonstrated that there is no interaction between the extract and nanoliposomes and nanoliposomes have appropriate morphology. Finally, the results of the MTT assay confirmed the non-toxicity activity of nano-liposome.

Conclusion: In this study, physicochemical studies of nanosystems after loading Hedera Helix extract into liposomal nanosystems showed that the system is a slow-release and anionic type with acceptable size, morphology and acceptable encapsulation rate. The synthesized liposomes could be a suitable carrier for the Hedera Helix extract and increase its stability, solubility and thus improve its therapeutic performance.

Key words: liposome, slow-release, Hedera Helix extract encapsulation, viability rate, Iau Science.

[Downloaded from ncmbjpiau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.22285458.1400.12.45.5.4]

Corresponding author:
Medical Nanotechnology & Tissue Engineering Research Center, Yazd Reproductive Sciences Institute, Shahid Sadoughi Uviverstity of Medical Sciences, Yazd, Iran
Email: Fhaghirosadat@gmail.com

مجله تازه های بیوتکنولوژی سلولی مولکولی
دوره ۱۲ - شماره۴۵ - زمستان ۱۴۰۰
NCMBJ
مقاله پژوهشی

برای مشاهده این مقاله به صورت آنلاین اسکن کنید

سنتز و بررسی ویژگی‌های سلولی و فیزیکوشیمیایی نانولیپوزوم‌های حاوی عصاره آبی گیاه عشقه

میلاد اخلاقی[۱]، لیدا افتخاری وش[۲]، فاطمه پرنیان[۳]، محمد طائب‌پور[۳]، توحید رستمیان[۱]، مریم زارع زاده مهریزی[۴]، کاظم انصاری[۵]، بی بی فاطمه حقیرالسادات*[۶]

۱. گروه بیوشیمی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات درمانی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران
۲. گروه میکروبیولوژی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مراغه، مراغه، ایران
۳. گروه زیست فناوری، پردیس بین الملل دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران
۴. دانشکده دندان پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات درمانی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران
۵. پزشکی عمومی، شرکت ریز فناوران فردانگر، مرکز زیست فناوری، پارک علم و فناوری، یزد، ایران
۶. مرکز تحقیقات نانوتکنولوژی و مهندسی بافت، پژوهشکده علوم تولید مثل، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات درمانی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران

چکیده

سابقه و هدف: استفاده از گیاهان درمانی با توجه‌به قیمت مناسب و در دسترس بودن آن‌ها به‌شدت در حال افزایش است اما با چالش‌هایی از جمله حلالیت پایین در آب و نیمه عمر پایین در سیستم گردش خون رو به‌رو است. محققین با طراحی نانو حامل‌های دارویی مثل لیپوزوم سعی بر غلبه بر این چالش‌ها دارند. در این مطالعه، فرمولاسیونی از لیپوزوم‌های حاوی عصاره گیاه عشقه ساخته و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و سمیت آن بر روی سلول‌های نرمال بررسی شد.

مواد و روش‌ها: در قدم اول، عصاره‌گیری از گیاه عشقه به روش سوکسله انجام گردید. در مرحله بعد، نانولیپوزوم‌ها با روش فیلم نازک از فسفاتیدیل کولین و کلسترول تهیه و عصاره به‌صورت غیر فعال درون آن‌ها بارگذاری گردید. سپس میزان لود عصاره و روند رهایش عصاره از سامانه با روش اسپکتروفتومتری، اندازه نانو ذرات و پتانسیل زتای آن‌ها به‌وسیله دستگاه زتا سایزر، عدم بر هم‌کنش بین عصاره و سامانه به‌وسیله روش طیف‌سنجی مادون قرمز و مورفولوژی نانو ذرات نیز به‌وسیله میکروسکوپ نیروی اتمی مورد بررسی قرار گرفت و در آخر میزان سمیت سامانه بر روی سلول‌های نرمال با روش MTT سنجیده شد.

یافته‌ها: بررسی نتایج این مطالعه نشان داد که بعد از عصاره‌گیری از گیاه عشقه و بارگذاری آن‌ها درون نانو سیستم و مشخصه-یابی آن‌ها مشخص شد که نانولیپوزوم‌های حاوی عصاره عشقه با سایز ۴۸/۶ nm شاخص پراکندگی ۴۰۶/. ، پتانسیل زتای mV ۱/۷۲ ± ۳/۳۷- و راندمان بارگذاری ۱/۱۲ ± ۸۲/۶۷ از نوع آهسته رهش هستند. هم‌چنین بررسی‌های FTIR و AFM نشان داد که میان عصاره و سامانه بر هم‌کنشی وجود ندارد و نانولیپوزوم‌ها از نظر مورفولوژی طبیعی هستند. در آخر نیز نتایج تست MTT، عدم سمیت نانولیپوزوم‌ها بر روی سلول‌های نرمال را ثابت کرد.

بحث: در این پژوهش بررسی‌های فیزیکوشیمیایی نانو سامانه بعد از بارگذاری عصاره عشقه درون نانوسامانه‌های لیپوزومی نشان داد که سامانه ساخته شده از نوع آهسته رهش و آنیونی بوده و با داشتن سایز، مورفولوژی مناسب و میزان درون گیری قابل قبول عصاره می‌تواند به‌عنوان حاملی مناسب برای عصاره گیاه عشقه باشد و سبب افزایش پایداری، حلالیت و در نتیجه بهبود عملکرد آن گردد.

نتیجه‌گیری: سامانه لیپوزومی سنتز شده می‌تواند به حاملی مناسب برای عصاره عشقه باشد و در نتیجه باعث ارائه رویکردی بهتر در مسیر بالینی استفاده از این گیاه به‌عنوان یک دارو و سیستم دارو رسانی نوین معرفی گردد.

واژه‌های کلیدی: لیپوزوم، آهسته رهش، انکپسولیشن عصاره عشقه، میزان زنده‌مانی،Iau Science.

مقدمه

استفاده از گیاهان دارویی در جهان به‌دلیل عوارض جانبی کم و در دسترس بودن آن‌ها به‌شدت در حال افزایش است و ایران نیز به‌عنوان کشوری با تنوع

نویسنده مسئول:
پژوهشکده علوم تولید مثل، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات درمانی شهید صدوقی یزد
پست الکترونیکی: Fhaghirosadat@gmail.com
تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۱/۲۲
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۵/۲۱

[Downloaded from ncmbjpiau.ir on 2026-11-02]
[DOR: 20.1001.1.22285458.1400.12.45.5.4]

گیاهی فراوان و هم‌چنین تاریخ غنی در استفاده از گیاهان دارویی از جمله کشورهایی است که مصرف گیاهان دارویی در آن رواج دارد (۱). استفاده از گیاهان دارویی با وجود پیشرفت‌های زیاد در ساخت داروهای شیمیایی هم‌چنان بسیار مورد توجه هستند، به‌طوری‌که جزیی جدایی ناپذیر از سیستم درمانی بسیاری از کشورها شده‌اند (۲).

گیاه عشقه با نام معمول Ivy، از جمله گیاهانی با خواص درمانی فراوان است که در درمان بسیاری از بیماری‌ها کاربرد دارد. عشقه با نام علمی *Hedera Helix* و از خانواده *Araliacease* است. این گیاه از جمله گیاهان پیچکی و همیشه سبز است که در بیشتر نقاط جهان پیدا می‌شود (۳). گیاه عشقه دارای ساقه‌ای چوبی است که در هنگام برش عرضی ساقه آن، از داخل به خارج به‌ترتیب استوانه مرکزی، درون پوست، بافت پارانشیم، بافت کلانشیم و روپوست دیده می‌شود (۴). عشقه دارای برگ‌هایی تناوبی، توپر و با رویه‌ای چرمی شکل است (۵). از این گیاه برای درمان بسیاری از بیماری‌ها استفاده می‌شود. برگ‌های این گیاه دارای خاصیت ضد التهابی و ضد درد هستند (۶). هم‌چنین در ترکیه از جوشانده برگ‌های عشقه برای درمان بیماران دیابتی استفاده می‌کنند (۷). این گیاه هم‌چنین دارای اثر درمانی بر روی سلول‌های بافت تنفسی است و از آن در درمان سرماخوردگی همراه با سرفه‌های خشک، برونشیت و آسم نیز استفاده می‌شود (۸). خاصیت ضد افسردگی، ضد قارچی و کرم‌کشی نیز از جمله ویژگی‌های این گیاه است (۱۰،۹). در آنالیزهای فیتوشیمیایی این گیاه مشخص شده که در عصاره این گیاه ترکیب‌های شیمیایی نظیر استرول‌های اشباع نشده، تانن، ساپونین‌ها، آلکالوئیدها و فلاونوئیدها وجود دارد که می‌توان برخی از ویژگی‌های این گیاه هم‌چون خاصیت آنتی‌اکسیدانی و ضد توموری آن را به این ترکیب‌ها نسبت داد (۱۱).

در میان تمام مزایای استفاده از گیاهان دارویی از جمله در دسترس بودن و ارزان بودن آن‌ها (۱۲) استفاده از این گیاهان و عصاره‌های آن‌ها، با چالش‌هایی نظیر اکسید شدن برخی از مواد مؤثر موجود در عصاره، اثرگذاری نامناسب بر بافت هدف و ناپایداری این ترکیب‌ها در شرایط طبیعی بدن انسان، رو به‌رو است. لذا، علم نانو با ساخت نانو ذره‌های با خاصیت حمل داروها و بهبود عملکرد آن‌ها مانند لیپوزوم و نیوزوم سعی بر غلبه یا کاهش این مشکلات دارد (۱۴،۱۳).

در بین نانو ذره‌های حامل دارو، توجه و استفاده از لیپوزوم-ها، که ویزیکول‌های چند لایه، ساخته شده از ترکیب‌های لیپیدی هستند به‌شدت در حال افزایش است (۱۵). این ذرات دارای توانایی بارگذاری ترکیب‌های لیپوفیل در بین لایه‌های لیپیدی خود و ترکیب‌های هیدروفیل در فضاهای میان مایعی خود هستند. از جمله مزیت‌های استفاده از این ترکیب‌ها می‌توان به محافظت از ترکیب‌های فعال به‌وسیله لایه‌های لیپیدی موجود در ساختمان لیپوزوم‌ها، اثرگذاری بالا و سمیت پایین، رها سازی آهسته دارو، سازگاری زیستی مناسب و هدف درمانی (Target therapy) آن‌ها اشاره کرد، که همین مزایا سبب جلب توجه محققین در ساخت و استفاده از این ترکیب‌ها در دهه‌های اخیر شده است (۱۶،۱۵).

لیپوزوم‌ها برای اولین بار در سال ۱۹۶۰ و توسط Alec Bangham کشف شدند (۱۷). در ابتدا از لیپوزوم‌ها برای مطالعه و بررسی ساختار غشاءهای زیستی مثل جهت‌گیری لیپیدها در غشای سلولی، انتقال یون‌ها از میان غشای سلول و شناخت ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی غشاء استفاده می‌شد (۱۸)، اما امروزه از این نانو ذره‌ها به‌دلیل داشتن ویژگی‌های مناسب و سازگار به‌عنوان حامل‌های دارویی در درمان بسیاری از بیماری‌ها استفاده می‌شود (۱۹). فسفولیپیدها و کلسترول از اصلی‌ترین اجزا ساختمان لیپوزوم‌ها هستند (۲۰). غلظت مولی فسفولیپیدها در ساختمان لیپوزوم‌ها متفاوت است و به‌طور معمول بین ۵۰ تا ۷۰٪ ساختمان لیپوزوم‌ها را شامل می‌شوند. فسفاتیدیل کولین (SPC)، رایج‌ترین فسفولیپیدی است که در ساخت لیپوزوم‌ها از آن استفاده می‌شود. کلسترول نیز بین ۳۰ تا ۴۵ درصد ساختمان لیپوزوم‌ها را شامل می‌شود و سبب ایجاد ثبات و پایداری در بین لایه‌های لیپوزوم می‌گردد (۲۱).

با توجه‌به خواص درمانی ثابت شده گیاه عشقه و مزایای گسترده لیپوزوم‌ها به‌عنوان حامل‌های دارویی، هدف از مطالعه حاضر، طراحی، سنتز و مشخصه یابی سامانه لیپوزومی حاوی عصاره گیاه عشقه و بررسی عدم سمیت لیپوزوم‌های فاقد عصاره بر روی سلول‌های نرمال است.

[Downloaded from ncmbjpiau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.22285458.1400.12.45.5.4]

روش کار

عصاره‌گیری

برای به‌دست آوردن عصاره گیاه عشقه ابتدا این گیاه در پاییز سال ۱۳۹۹ از شهرستان یزد جمع‌آوری شد و نوع گونه آن به تأیید متخصصین منابع طبیعی دانشگاه یزد رسید. پس از شستشو، خشک کردن برگ‌های گیاه به دور از نور خورشید و در سایه انجام گرفت. پس از خشک شدن، برگ‌ها توسط آسیاب برقی پودر شدند. سپس ۲۰ گرم از پودر حاصله را به ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه و به‌مدت ۴ ساعت در دمای اتاق (۲۴ درجه سانتی‌گراد) قرار گرفت. برای فیلتراسیون از فیلتر پارچه‌ایی استفاده شد، محتویات ظرف را در پارچه ریخته و مایع خارج شده از پارچه را جمع‌آوری گردید. بعد از آن سانتریفیوژ مایع با سرعت ۳۰۰۰ دور بر دقیقه و به‌مدت ۵ دقیقه انجام گرفت و به یک پلیت شیشه‌ایی منتقل شد. به‌منظور تبخیر آب کامل مایع، پلیت برای ۷۲ ساعت در انکوباتور با دمای ۳۷ درجه سانتی-گراد قرار داده شد.

تعیین طول موج ماکزیموم و رسم منحنی استاندارد

برای به‌دست آوردن طول موج ماکزیموم از روش اسپکتروفوتومتری استفاده شد. ابتدا استوک عصاره عشقه در حلال‌های PBS و ایزوپروپیل تهیه و با استفاده از آن رقت-های مختلفی از عصاره ساخته شد. سپس جذب‌ها در بازه ۲۰۰ تا ۸۰۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتری (Epoch، آمریکا) خوانش و طیف جذبی برای تمامی غلظت‌ها رسم گردید. طول موجی که بیش‌ترین میزان جذب در تمامی غلظت‌ها را داشت به‌عنوان طول موج ماکزیموم انتخاب شد. برای رسم منحنی استاندارد، غلظت‌های متفاوتی از عصاره در حلال‌های ایزوپروپیل (Merck، آلمان) و PBS (Sigma، آمریکا) تهیه گردید. جذب نوری آن‌ها در طول موج ماکزیموم و با سه بار تکرار خوانش و سپس منحنی استاندار رسم و معادله‌ی خط آن نیز محاسبه گردید.

سنتز سامانه لیپوزومی حاوی عصاره عشقه

به‌منظور ساخت لیپوزوم‌های حاوی عصاره عشقه از روش آب پوشانی لایه نازک استفاده گردید. ابتدا فسفاتیدیل کولین (Merk، آلمان) (۷۰٪)، کلسترول (Merk، آلمان) (۳۰٪) و عصاره گیاه عشقه (۲ میلی‌گرم) در درمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد و به‌وسیله روتاری (هایدولف، آلمان) با دور rpm ۱۵۰ در حلال کلروفورم حل گردیدند و سپس فیلم نازک خشک، تحت شرایط خلاء تهیه گردید. عمل هیدراته کردن نیز با اضافه کردن آب مقطر استریل به‌مدت ۶۰ دقیقه و در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد انجام گرفت و بعد از آن نانو ذره‌های ساخته شده به‌منظور کاهش سایز در سونیکیت حمامی به‌مدت ۶۰ دقیقه با توان اولتراسونیک ۱۰۰ وات و فرکانس ۲۸ ± ۵٪ کیلو هرتز قرار گرفتند (۲۲).

مشخصه‌یابی نانو لیپوزوم‌های سنتز شده

ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی نانولیپوزوم‌های سنتز شده شامل مقدار عصاره بارگذاری شده، اندازه و پتانسیل زتا، مورفولوژی و رهایش دارو مورد بررسی قرار گرفت.

تعیین میزان عصاره ی بار گذاری شده

برای تعیین درصد بارگذاری عصاره در لیپوزوم ابتدا باید عصاره‌های آزاد و بارگیری نشده حذف می‌گردیدند که برای این منظور از روش جداسازی به‌وسیله کیسه دیالیز در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد استفاده گردید. سپس لیپوزوم‌های ساخته شده را با ایزوپروپیل به نسبت‌های۱۰/ ۱، ۱/۲۰ و ۱/۴۰ مخلوط کرده تا دیواره لیپیدی اطراف عصاره شکسته و عصاره عشقه آزاد گردد. سپس میزان جذب عصارهانکپسوله شده با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتری و در طول موج ماکزیمم عصاره تعیین گردید و در پایان با استفاده از منحنی استاندارد به‌دست آمده و رابطه (۱) درصد بارگذاری عصاره عشقه در لیپوزوم محاسبه گردید (۲۲).

رابطه ۱:

$$\text{درصد عصاره بارگذاری شده} = \frac{\text{مقدار عصاره محصور شده}}{\text{مقدار عصاره اولیه}} \times ۱۰۰$$

تعیین اندازه نانو ذرات و ضریب پراکندگی

محدوده توزیع اندازه ذرات و هم‌چنین پیک اندازه ذرات با استفاده از تکنیک تفرق دینامیکی نور (DLS) تعیین گردید. این روش تکنیکی است برای اندازه‌گیری ذرات محلول، با اندازه در محدوده میکرومتر تا نانومتر، که به این منظور از دستگاه نانو سایزر (Malvern Instrument مدل Nano zeta sizer ES، انگلستان) استفاده شد. هم‌چنین برای برای

[Downloaded from ncmbjpiau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.22285458.1400.12.45.5.4]

تعیین میزان بار سطحی یا همان پتانسیل زتا (Zeta-Potential) که نشان‌دهنده باری است که یک ذره در محیطی خاص کسب می‌کند از دستگاه زتا سایزر (شرکت Malvern Instrument مدل Nano-zeta sizer ES، انگلستان) در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد استفاده شد. پتانسیل زتا، پارامتری مناسب جهت نمایش میان کشش مغناطیسی بین ذرات است.

اندازه‌گیری سایز و بار سطحی نانولیپوزوم‌ها در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و با تابش نور لیزر با طول موج ۶۵۷ nm تحت زاویه زاویه ۹۰ درجه انجام گردید. آزمایش‌های این مرحله با سه بار تکرار و مدت زمان تقریبی ۳۰ ثانیه برای هر تکرار انجام گرفت. برای اندازه‌گیری بار سطحی نانولیپوزوم‌ها از ۱۵۰۰ µL نمونه با غلظت ۰/۱ mg/mL و برای اندازه-گیری سایز ذرات از ۶۰۰ µL نمونه با غلظت‌های mg/mL ۰/۵ تا ۰/۱ استفاده گردید.

بررسی مورفولوژی نانو ذرات

بهترین روش جهت اطمینان یافتن از شکل و ساختار نانو ذرات، مشاهده میکروسکوپی است. در این مطالعه از میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM) برای بررسی مورفولوژی نانولیپیدهای سنتز شده از نظر شکل، یکنواختی و زبری استفاده گردید. از میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM) برای بررسی نمونه‌ها با ابعادی در محدوده نانومتر و هم‌چنین بررسی توپوگرافی سطحی آنان استفاده می‌گردد. این میکروسکوپ مجهز به سوزنی نوک تیز سیلیکونی با قطر کم‌تر از ۱۰ نانومتر و طول ۲ میکرون است که بر روی اهرمی قرار دارد و در اثر نیروی بین نمونه و سوزن اهرم خم می‌شود و انعکاس نور لیزر بر روی آشکارساز جابه‌جا می-گردد که از روی این جا به‌جایی می‌توان نیروی بر هم‌کنش بین سوزن و سطح نمونه را به‌دست آورد. به‌منظور آماده-سازی نمونه جهت عکس‌برداری با AFM، ابتدا سوسپانسونی از نمونه با آب با غلظت ۰/۱ mg/mL ساخته شد. سپس به کمک ورقه‌های تازه برش خورده از جنس میکا یک دسته نوار چسبیده به‌هم ایجاد گردید. یک قطره از سوسپانسیون بر روی میکا ریخته و بعد از ۵ دقیقه با جریان ثابتی از هوا قطره از روی سطح پاک گردید و بعد از آن عکس‌برداری انجام شد.

بررسی سامانه لیپوزومی توسط دستگاه طیف سنجی مادون قرمز (FTIR)

جهت بررسی وجود و یا عدم وجود برهم کنش بین سامانه و عصاره عشقه، سامانه لیپیدی فاقد عصاره و لیپوزوم‌های حاوی عصاره با استفاده از دستگاه اسپکترومتر FTIR (Brucker، آلمان) مورد بررسی قرار گرفتند. برای این منظور نمونه‌ها با نمک پتاسیم بروماید (KBr) مخلوط و فشرده شدند. طیف مادون قرمز در محدوده طول موج cm^{-1} ۴۰۰۰– ۴۰۰ برای بررسی گروه‌های عاملی مورد سنجش قرار گرفت. سپس طیف FTIR لیپوزوم‌های فاقد عصاره و حاوی عصاره با یکدیگر مقایسه شدند.

بررسی روند رهایش دارو

برای بررسی روند رهاسازی دارو از حامل دارویی در محیط آزمایشگاهی از روش کیسه دیالیز و در شرایط فیزیولوژیک بدن (دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد و pH ۷/۴) به‌مدت ۴۸ ساعت استفاده شد. در این روش مقدار ۱ میلی‌لیتر ازلیپوزوم‌های حاوی عصاره عشقه را درون کیسه دیالیز ریخته و سپس کیسه دیالیز را در یک محیط ایزوله حاوی بافر PBS استیرر شد. سپس در فواصل زمانی نیم، ۱، ۲، ۳، ۶، ۹، ۱۲، ۲۴، ۳۶ و ۴۸ ساعته مقدار مشخصی از بافر PBS اطراف کیسه را برداشته و مقدار جذب آن‌ها به‌وسیله دستگاه اسپکتروفوتومتر و طول موج ماکزیموم (۳۲۰ nm) مشخص گردید. لازم‌به ذکر است که در هر مرحله به همان میزان بافر استفاده شده، بافر جدید هم‌دما جایگزین آن گردید. در آخر با استفاده از منحنی کالیبراسیون به‌دست آمده در PBS در دما و pH ذکر شده میزان رهایش دارو را در زمان‌های مختلف، حساب و نمودار آن را رسم شد (۲۳،۲۲).

تعیین سمیت سامانه و محاسبه درصد زنده‌مانی کشت سلول

سلول‌های نرمال رده فیبروبلاست انسان (HFF) از انستیتوی پاستور تهران تهیه شد. سلول‌ها درون فلاسک‌های ۷۵ میلی‌لیتری در محیط کشت RPMI ۱۶۴۰ غنی شده با L-گلوتامین (۲mM) به‌همراه سرم گاوی ۱۰٪ (Fetal bovine serum)، ۱٪ پنی سیلین - استرپتومایسین (۱۰۰ U/mL پنی‌سیلین و ۱۰۰ µg/mL

[Downloaded from ncmbjpiau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.22285458.1400.12.45.5.4]

استرپتومایسین) در انکوباتور با دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد، CO2 5% و رطوبت ۹۵٪ کشت داده شدند.

تعیین سمیت سلولی و زنده مانی

برای بررسی سمیت سلولی از روش MTT استفاده شد. برای انجام این کار ابتدا سلول‌های نرمال HFF به مدت ۴۸ ساعت با غلظت 10^4 در هر چاهک در پلیت ۹۶ تایی کشت داده شدند. سپس به منظور سنجش عدم سمیت نانو سامانه‌ی سنتز شده، لیپوزوم‌های بدون عصاره را با غلظت-های ۰/۱، ۱، ۱۰، ۱۰۰ و ۱۰۰۰ برای ۴۸ ساعت بر سلول‌ها اثر داده شد.

بعد از آن ۲۰ میکرولیتراز نمک MTT را به هر چاهک اضافه و برای ۴ ساعت انکوباسیون انجام گرفت، سپس ۱۵۰ میکرولیتر DMSO را جهت حل کردن کریستال‌های فورمازان اضافه و به‌وسیله دستگاه الایزا ریدر جذب‌ها را در طول موج ۵۷۰ نانومتر خوانش و با استفاده از رابطه ۲ درصد زنده‌مانی سلول‌ها محاسبه گردید.

رابطه ۲:

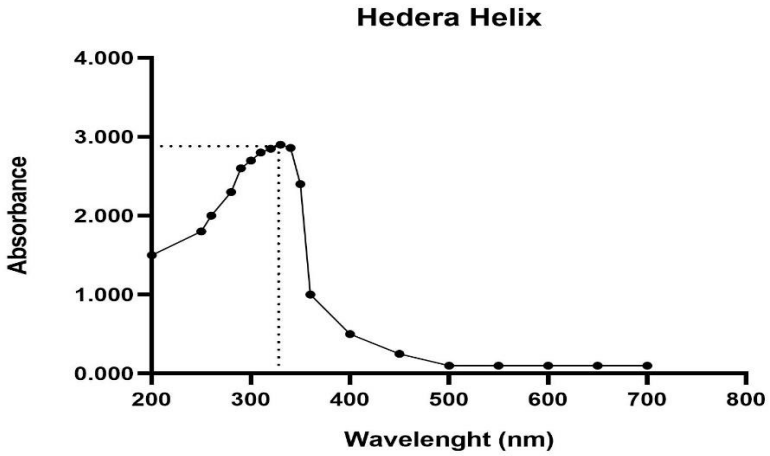
$$\frac{\text{میانگین جذب نوری در محیط کشت} - \text{میانگین جذب نوری در گروه آزمون}}{\text{میانگین جذب نوری در محیط کشت} - \text{میانگین جذب نوری در گروه کنترل}} \times ۱۰۰$$

تعیین طول موج ماکسیمم و تهیه منحنی استاندارد عصاره عشقه

طیف جذبی گیاه عشقه در بازه ۲۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر به‌وسیله دستگاه اسپکتروفوتومتر تهیه و رسم گردید (نمودار ۱). بررسی‌های حاصل از این طیف جذبی نشان داد که عصاره گیاه عشقه در طول موج ۳۲۰ nm بیش‌ترین جذب را دارد.

نمودار استاندارد برای عشقه در حلال PBS خطی راست با معادله $Y=۰/۰۰۳۶X-۰/۱۴۵۶$ است که دارای ضریب تعیین (R^2)، ۰/۹۹۹ است (نمودار ۲). این معادله یک معادله درجه یک بوده و رابطه خطی میان جذب و غلظت را تأیید می‌کند. هم‌چنین نمودار استاندارد عشقه در بافر ایزوپروپیل نیز خطی راست با معادله درجه یک $Y=۰/۰۰۵۵X+۰/۰۱۷۱$ و ضریب تعیین ۰/۹۹۹ است (نمودار ۳).

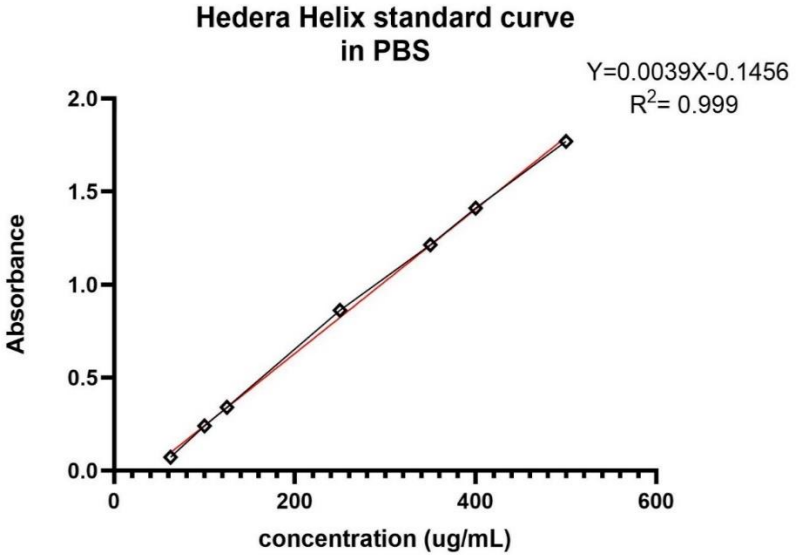
یافته‌ها



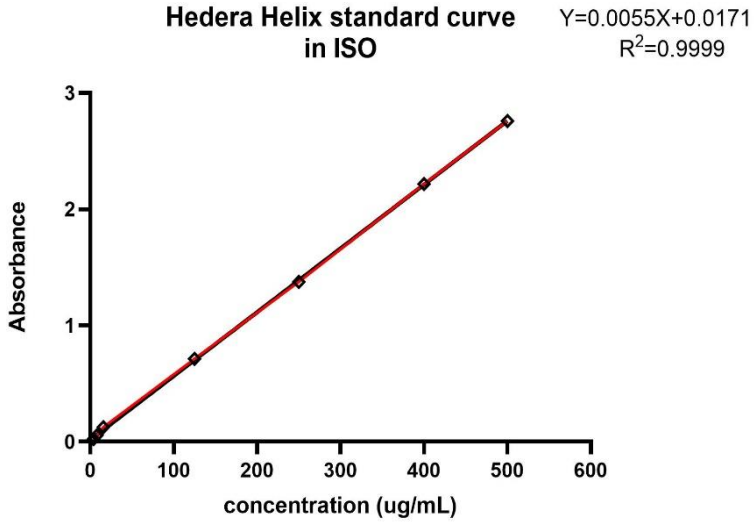
نمودار ۱ . طیف جذبی عصاره گیاه عشقه در طول موج ۲۰۰ تا ۸۰۰ نانومتر

[Downloaded from ncmbjpiau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.22285458.1400.12.45.5.4]



نمودار ۲. نمودار استاندار عصاره عشقه در بافر PBS



نمودار ۳. نمودار استاندار عصاره عشقه در بافر ایزوپروپیل

بررسی میزان بارگذاری عصاره درون سامانه و الگوی رهایش آن با استفاده از روش اسپکتروفتومتری

میزان لود عصاره عشقه درون سامانه لیپوزومی به‌وسیله روش اسپکتروفتومتری با استفاده از معادله خط عصاره عشقه درون بافر ایزوپروپیل (نمودار۳) و رابطه ۱، ۱/۱۲ ± ۸۲/۶۷ درصد محاسبه گردید. هم‌چنین با استفاده از معادله خط عصاره عشقه در بافر PBS و روش اسپکتروفتومتری (نمودار ۲)، الگوی رهایش دارو مطابق با نمودار ۴ به‌دست

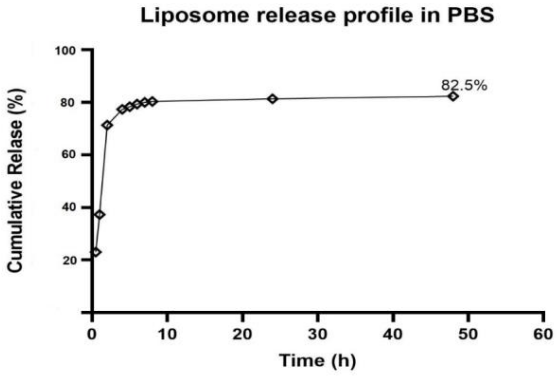
[Downloaded from ncmbjpiau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.22285458.1400.12.45.5.4]

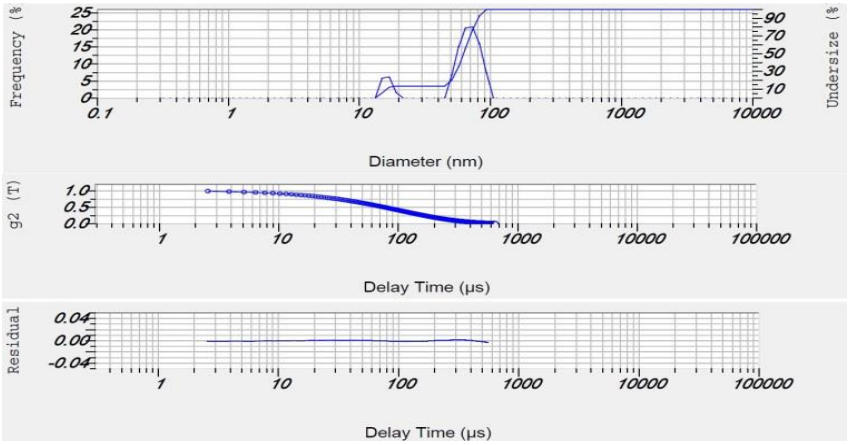
آمد. الگوی رهایش دارو از سامانه همان‌طور که از نمودار برداشت می‌شود دارای ۲ فاز است. در فار اول به‌دلیل اختلاف غلظت زیاد دارو میان لیپوزوم و بافر، میزان رهایش دارو زیاد است اما در فاز دوم با کاهش اختلاف غلظت، رهایش دارو آهسته گشته و از شیب نمودار کاسته شده است. حداکثر رهایش دارو از سامانه نیز در طول ۴۸ ساعت ۸۲/۵ درصد است.

اندازه و پتانسیل زتای ذرات نانو سامانه ی لیپوزومی

همان‌طور که ذکر شد اندازه نانو سامانه‌های سنتز شده به‌روش DLS تعیین گردید. نتایج حاصل از DLS (شکل ۱) نشان داد که اندازه نانو حامل‌های لیپیدی سنتز شده در حدود ۴۸/۶ نانومتر است. هم‌چنین میزان شاخص پراکندگی نیز ۰/۴۰۲ تعیین شد. آزمایش‌ها در این مرحله با سه بار تکرار انجام شد.



نمودار ۴. نمودار رهایش عصاره عشقه از سامانه لیپوزومی طی ۴۸ ساعت به‌وسیله روش اسپکتروفتومتری.



Calculation Results

Peak No.	S.P.Area Ratio	Mean	S. D.	Mode
1	0.14	15.3 nm	1.3 nm	15.2 nm
2	0.86	65.7 nm	11.2 nm	67.6 nm
3	---	--- nm	--- nm	--- nm
Total	1.00	58.9 nm	20.1 nm	67.6 nm

Cumulant Operations

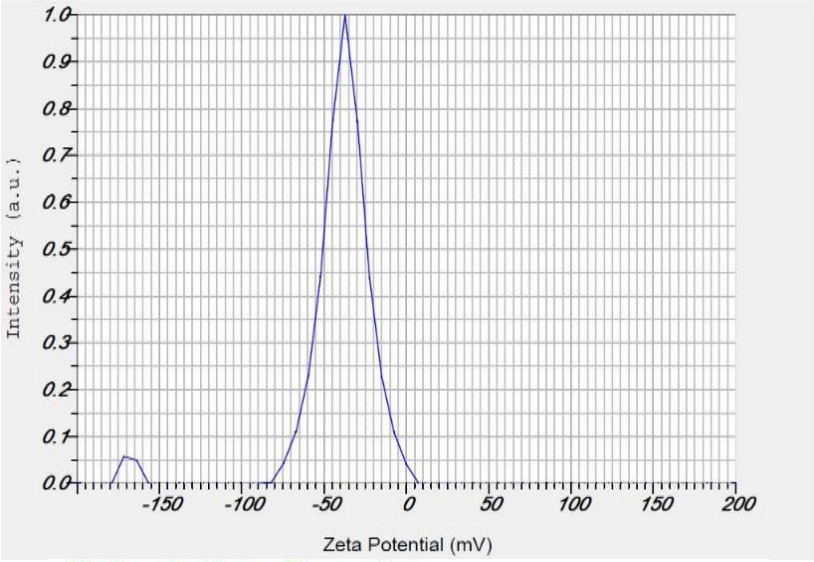
Z-Average : 48.6 nm
PI : 0.402

شکل ۱. نمودار و جدول اندازه نانو سامانه‌های سنتز شده بر حسب نانومتر به‌وسیله دستگاه نانوسایزر.

[Downloaded from ncmbjpiau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.22285458.1400.12.45.5.4]

پتانسیل زتای نانو حامل‌های سنتز شده با دستگاه زتا سایزر اندازه‌گیری گردید. نتایج حاصل از این دستگاه نشان داد که میزان بار سطحی نانو لیپیدهای سنتز شده به‌طور میانگین ۱/۷۲ mV ± ۳۷/۳- است که نشان می‌دهد نانو سامانه حاصل از نوع آنیونی است که سمیت کم‌تری برای سلول‌ها دارد(شکل۲).



Calculation Results

Peak No.	Zeta Potential	Electrophoretic Mobility
1	-37.3 mV	-0.000289 cm2/Vs
2	--- mV	--- cm2/Vs
3	--- mV	--- cm2/Vs

Zeta Potential (Mean) : -37.3 mV
Electrophoretic Mobility Mean : -0.000289 cm2/Vs

شکل ۲: نمودار و جدول تعیین بار میزان بار سطحی سامانه ی لیپیدی بر حسب mV.

بررسی نتایج حاصل از طیف سنجی مادون قرمز (FT-IR) نانو سامانه لیپوزومی

به‌منظور بررسی پایداری نانو حامل سنتز شده و عدم برهم کنش سامانه و عصاره از تکنیک FTIR استفاده گردید. با توجه به طیف‌های به دست آمده چنین استنباط می‌شود که در سامانه خالی (شکل ۳)، پیک شاخص $3440\ cm^{-1}$ است که نشان‌دهنده گروه عاملی الکلی است که همین پیک با اختلافی جزئی به‌میزان $3305\ cm^{-1}$ در لیپوزوم حاوی عصاره (شکل ۴) تکرار شده است. پیک شاخص $2952\ cm^{-1}$ نیز شاهدی بر وجود گروه عاملی آلکانی با پیوند کششی C-H است که این پیک نیز در سامانه حاوی عصاره با اختلافی جزئی به‌میزان $2956\ cm^{-1}$ تکرار شده است. پیک شاخص $2858\ cm^{-1}$ نیز مرتبط با گروه عاملی CH_2– است که در سامانه بعد از بارگذاری نیز عینا تکرار شده است.

به‌طور کلی، از مقایسه نمودارهای FTIR می‌توان به این نتیجه رسید که حضور عصاره در سامانه سبب ایجاد پیک اضافه که بیانگر تشکیل ساختاری جدید یا تجزیه ترکیب-های موجود در سامانه، نگردیده است. پس بارگیری عصاره در سامانه هیچ برهم کنش غیر طبیعی ایجاد نکرده است.

تصویربرداری از نانو ذرات با میکروسکوپ نیروی اتمی

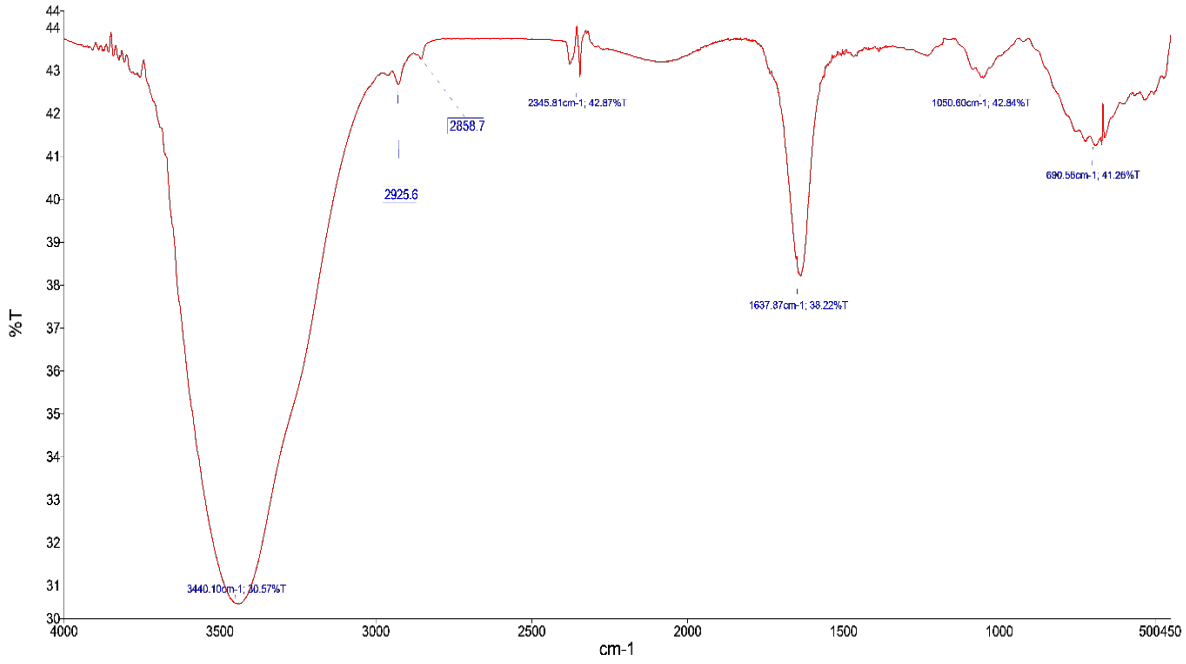
با توجه‌به تصاویر (شکل ۵) به‌دست آمده از میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM) می‌توان به این نتیجه رسید که نانولیپوزوم‌های حاوی عصاره عشقه دارای شکلی کروی با محدوده‌های به‌طور کامل مشخص هستند. این تصاویر نشان

[Downloaded from ncmbjpiau.ir on 2026-11-02]
[DOR: 20.1001.1.22285458.1400.12.45.5.4]

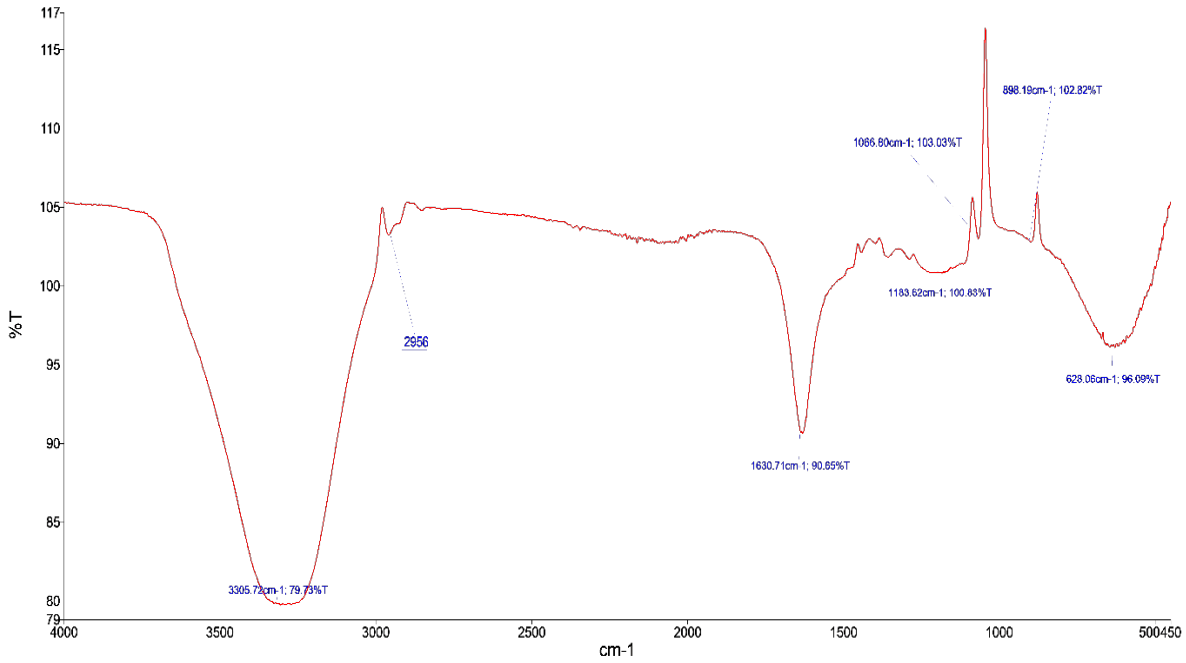
می‌دهد که نانو ذرات از لحاظ مورفولوژی (کروی، صافی، کلوخه نشدن) طبیعی هستند.

بررسی اثر سمیت نانولیپیدهای ساخته شده بر روی سلول‌های HFF

نتایج حاصل از تست MTT بر روی سلول‌های نرمال نشان می‌دهد که سامانه لیپوزومی ساخته شده دارای سمیت بسیار ناچیز بر روی سلول‌های طبیعی HFF است چرا که بر اثر تیمار این سلول‌ها در ۴۸ ساعت و تحت تأثیر غلظت‌های ۰,۱، ۱، ۱۰، ۱۰۰ و ۱۰۰۰ میکروگرم بر میلی-لیتر از سامانه فاقد عصاره، میزان زنده‌مانی سلول‌ها به‌ترتیب برابر است با ۱۰۰، ۹۸، ۹۸، ۹۷ و ۹۷ درصد است که نشان از سمیت پایین نانو لیپوزوم‌های سنتز شده دارد.



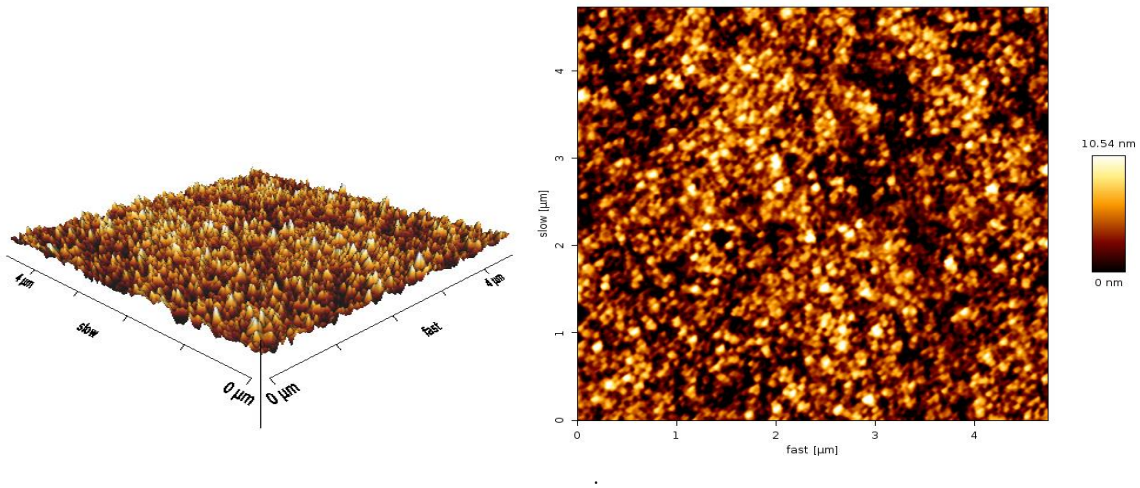
شکل ۳. طیف FTIR لیپوزوم بلانک



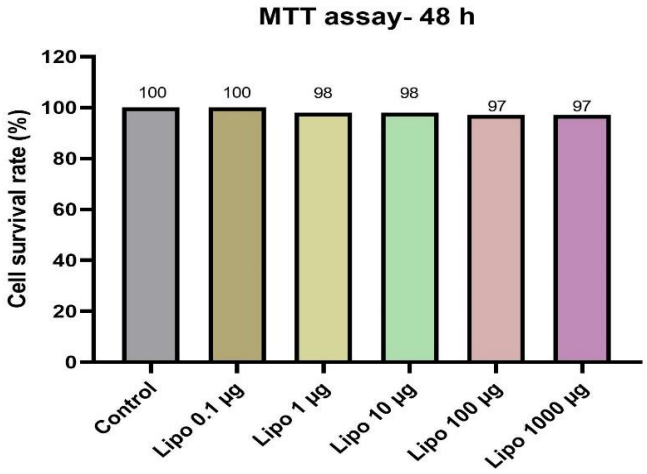
شکل ۴. طیف FTIR لیپوزوم حاوی عصاره

[Downloaded from ncmbjpiau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.22285458.1400.12.45.5.4]



شکل ۵. تصاویر حاصل از عکسبرداری AFM از نانو سامانه لیپوزومی حاوی عصار عشقه.



نمودار ۵. نتایج حاصل از تست MTT بعد از ۴۸ ساعت تأثیر سامانه لیپوزومی فاقد عصاره با غلظت‌های مشخص بر روی رده سلولی HFF جهت بررسی عدم سمیت لیپوزوم‌های ساخته شده بر روی سلول‌های نرمال.

بحث

مطالعه حاضر نشان داد که نانو لیپوزوم‌های سنتز شده، توانایی بارگذاری ۱/۱۲ ± ۸۲/۶۷ درصد از عصاره عشقه را در خود دارند. هم‌چنین دارای روندی، آهسته رهش برای رهایی دارو هستند، چرا که بعد از ۴۸ ساعت ۸۲/۵ درصد از عصاره از سامانه جدا شد که این عدد حداکثر میزان رهایش دارو ۴۸ ساعت بود. کلسترول از جمله عوامل مؤثر در میزان رهایش دارو از سامانه است. همان‌طور که Haghiralsadat و همکارانش در سال ۲۰۱۷ نشان دادند با افزایش میزان کلسترول در ساختار لیپوزوم‌ها میزان رهایش دارو افزایش می‌یابد (۲۴). هم‌چنین با بررسی‌ها به‌وسیله DLS مشخص گردید که نانولیپوزوم‌های سنتز شده دراین پژوهش دارای اندازه‌ایی در حدود ۴۸/۶ nm و بار ۱/۷۲ mV ± ۳۷/۳- هستند که این بار منفی می‌تواند سبب افزایش پایداری نانولیپیدهای سنتز شده گردد چرا که بار منفی، مانع از رسوب واتصال لیپوزوم‌ها به یکدیگر می‌شود (۲۶،۲۵). هم-چنین بررسی و مقایسه طیف‌های FTIR سامانه فاقد عصاره با لیپوزوم‌های حاوی عصاره نشان داد که عصاره با لیپوزوم‌ها برهم‌کنش نداشته و عصاره، ساختار و موقیت دارویی خود را پس از بارگذاری درون نانو حامل‌ها حفظ کرده است. از تصاویر حاصل از میکروسکوپ انرژی اتمی (AFM) نیز می-توان به این نتیجه رسید که نانوذره‌ها علاوه‌بر اندازه و توزیع مناسب بار، دارای مورفولوژی نرمال هستند. نتایج حاصل از تست MTT نیز نشان داد که نانولیپوزوم‌های سنتز شده

[Downloaded from ncmbjpiau.ir on 2026-11-02]
[DOR: 20.1001.1.22285458.1400.12.45.5.4]

دارای سمیت بسیار پایینی بر روی سلول‌های نرمال HFF هستند به‌طوری‌که تحت تیمار این سلول‌ها با غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر از لیپوزوم‌های فاقد عصاره گیاه عشقه، میزان زنده‌مانی سلول‌ها برابر با ۹۷ درصد بود.

تاکنون مطالعه‌های زیادی بر لیپوزوم‌ها به‌عنوان حامل‌های دارویی صورت گرفته است. برای مثال Valenti و همکارانش در سال ۲۰۰۱، لیپوزوم های تک لایه و چند لایه حاوی اسانس سانتولیا سنتز کردند که اندازه، شاخص پراکندگی و درصد بارگذاری در لیپوزوم‌های چند لایه و تک لایه را به‌ترتیب nm ۶۳ – ۴۶۷ ، ۰/۱۵ –۰/۳۳ و ۸۰ – ۷۸/۵ درصد گزارش کردند (۲۶) . میزان بارگذاری بیش‌تر عصاره و اندازه کوچکتر لیپوزوم‌ها از جمله مزیت‌های مطالعه ما نسبت‌به این مطالعه بود.

در سال ۲۰۰۹ نیز Detony و همکارانش لیپوزوم‌های چند لایه‌ایی با اندازه nm ۹۳۷، حاوی اسانس Zanthoxylum tingoassuiba با درصد هم‌پوشانی ۴۳/۷ درصد را با روش فیلم نازک سنتز کردند (۲۷). میزان هم‌پوشانی بیش‌تر از جمله مزیت‌های مطالعه حاضر نسبت‌به مطالعهDetony بود.

Celia و همکارانش نیز در سال ۲۰۱۵ نانو لیپوزوم‌های حاوی اسانس ترنج با پتانسیل زتای ۶- و اندازه nm ۱۸۶ سنتز کردند که سبب افزایش حلالیت اسانس و در نتیجه افزایش خاصیت ضد سرطانی آن گردید (۲۸).

در سال ۲۰۱۴ نیز Taeeo و همکارانش نیز ساخت نانو حامل‌هایی حاوی اسانس آویشن با میزان هم‌پوشانی ۸۰ درصد و اندازه در محدوده ۵۸۰ تا ۳۲۰۰ را گزارش کردند (۲۹).

Haghjoo و همکارانش نیز در سال ۲۰۱۵ با استفاده از غلظت‌های مختلف فسفاتیدیل کولین و کلسترول لیپوزوم-هایی با اندازه بین ۸۱ تا ۹۴ نانومتر، شاخص پراکندگی ۰/۳ درصد و درصد هم‌پوشانی ۶۸/۸۳ به‌منظور بارگیری اسانس گزنه سنتز کردند (۳۰).

Bashiri و همکارانش نیز در سال ۲۰۱۵ به بررسی میزان پایداری نانو ذرات حاوی بتا کاروتن با اندازه nm ۶۴ در گذشت زمان پرداختند. ۸۹/۷۷ درصد بیش‌ترین میزان هم-پوشانی در بهترین فرمول ساخته شده به‌وسیله Bashiri بود (۳۱).

Khosfi و همکارانش در سال ۲۰۱۵ نیز، لیپوزوم‌های حاوی اسانس آویشن شیرازی با درصد هم‌پوشانی ۵۴/۴ درصد سنتز کردند. آن‌ها هم‌چنین گزارش کردند که لود اسانس آویشن درون نانو حامل‌های لیپوزومی سبب افزایش خاصیت آنتی اکسیدانی آن می‌گردد. Khosfi در مطالعه خود نیز از میزان محتوای فسفاتیدیل کولین به‌کار رفته در ساختمان لیپوزوم‌ها به‌عنوان فاکتوری مهم در درصد ریزپوشانی آن‌ها اشاره کرد (۳۲).

در سال ۲۰۱۵، Haiying Cui و همکارانش نیز گزارش کردند که موفق به سنتز نانو لیپوزوم‌های حاوی اسانس میخک با اندازه‌ایی در محدود ۷۸/۳ تا ۱۵۶/۱ نانومتر، شاخص پراکندگی ۰/۱۹۶، بار سطحی ۲۴/۵- و میزان هم-پوشانی ۲۰/۴۱ شده‌اند (۳۳).

Gharah naghdeh و همکارانش نیز در سال ۲۰۱۷، ساخت نانولیپوزوم‌های حاوی عصاره مریم گلی با درصدهای مختلفی از فسفاتیدیل کولین و کلسترول و با اندازه‌ایی بین ۸۲ تا ۸۸ نانومتر، شاخص پراکندگی ۰/۳۹۰ و درصد هم-پوشانی بالای ۷۰ درصد را گزارش کردند (۳۴).

در سال ۲۰۱۳ نیز Hosseini و همکارانش نیز، نانوذراتی بر پایه کیتوزان سنتز کردند که بر طبق گزارش آن‌ها این نانو ذرات توانایی انکپسوله کردن ۳۴ درصد از اسانس پونه کوهی را داشتند (۳۵).

نتیجه‌گیری

در این پژوهش، سامانه لیپوزومی به‌منظور بارگذاری عصاره گیاه عشقه در جهت پایداری و افزایش خواص درمانی ثابت شده آن سنتز گردید. با توجه‌به قیمت مناسب و عوارض کم-تر داروهای گیاهی نسبت‌به داروهای شیمیایی نیاز سیستم-هایی جهت تسهیل استفاده از این ترکیب‌ها و در نتیجه جایگزینی با سیستم‌های درمانی متداول امروز بیش از پیش مورد توجه است. در این پژوهش، پس از عصاره‌گیری از گیاه عشقه، سامانه لیپوزومی به‌عنوان حامل این عصاره سنتز و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی آن مانند اندازه، شاخص پراکندگی، بار سطحی، میزان درون پوشانی، الگوی رهایش و

[Downloaded from ncmbjpiau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.22285458.1400.12.45.5.4]

عدم برهم‌کنش با عصاره با چند آزمایش مشخص و سپس تأیید گردید. با توجه‌به نتایج مطالعه حاضر می‌توان بیان داشت که می‌توان از سامانه سنتز شده با داشتن خواص فیزیکوشیمیایی مناسب در مسیرهای بالینی و سیر درمان بسیاری از بیماری‌ها استفاده کرد، اگر چه که انجام سایر تست‌های تکمیلی از جمله تست‌های آنتی‌باکتریال و آنتی-اکسیدان پیش از هر گونه استفاده از این سامانه پیشنهاد می‌شود.

[Downloaded from ncmbjpiau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.22285458.1400.12.45.5.4]

منابع

1. Kibiti CM, Afolayan AJ. Herbal therapy: A review of emerging pharmacological tools in the management of diabetes mellitus in Africa. Pharmacognosy magazine. 2015;11(Suppl 2):S258.

2. Liu W, Ge T, Pan Z, Leng Y, Lv J, Li B. The effects of herbal medicine on epilepsy. Oncotarget. 2017;8(29):48385.

3. Barakat F, Aboee-Mehrizi F, Haghiralsadat BF, Sedighi-Khavidak S, Ashkezari MD. Designing and optimization of liposomal nano-carriers containing Nepeta persica extract and study of its cytotoxicity on the breast cancer cell line (MCF-7). Journal of Shahid Sadoughi University of Medical Sciences. 2019.

4. Bezruk I, Marksa M, Georgiyants V, Ivanauskas L, Raudone L. Phytogeographical profiling of ivy leaf (Hedera helix L.). Industrial Crops and Products. 2020;154:112713.

5. Pop CE, Parvu M, ARSENE AL, Parvu AE, Vodnar DC, Tarcea M, et al. Investigation of antioxidant and antimicrobial potential of some extracts from Hedera helix L. gut. 2017;4(6):11.

6. Roşca-Casian O, Mircea C, Vlase L, Gheldiu A-M, Teuca DT, Pârvu M. Chemical composition and antifungal activity of Hedera helix leaf ethanolic extract. Acta Biologica Hungarica. 2017;68(2):196-207.

7. Hasimun P, Adnyana IK. Zingiberaceae family effects on alpha-glucosidase activity: implication for diabetes. Bioactive Food as Dietary Interventions for Diabetes: Elsevier; 2019. p. 387-93.

8. Barnes LA, Leach M, Anheyer D, Brown D, Carè J, Lauche R, et al. The effects of Hedera helix on viral respiratory infections in humans: A rapid review. Advances in integrative medicine. 2020;7(4):222-6.

9. Kim HK, Na SS, Kim HH. Effects of Horticultural Therapy Programs on Depression and Self-esteem in Released-Convicts. Journal of People, Plants, and Environment. 2017;20(2):143-8.

10. Adil A, Khan SS, Naeem S, Ikram R, Jaffer N. Evaluation of acute and chronic hepatoprotective activity of Hedera helix L. Aqueous leaf extract on carbon tetrachloride-induced hepatotoxicity in rat model. Pak J Phytopathol. 2017;34:1-15.

11. Sun H, Li F, Xu Z, Sun M, Cong H, Qiao F, et al. De novo leaf and root transcriptome analysis to identify putative genes involved in triterpenoid saponins biosynthesis in Hedera helix L. PLoS One. 2017;12(8):e0182243.

12. Akhlaghi M, Ebrahimpour M, Ansari K, Parnian F, Zarezadeh Mehrizi M, Taebpour M. Synthesis, study and characterization of nano niosomal system containing Glycrrizha glabra extract in order to improve its therapeutic effects. New Cellular and Molecular Biotechnology Journal. 2021;11(42):65-82.

13. Haghiralsadat F, Azhdari M, Kalantar SM, Naderinezhad S, Teymourizadeh K, Yazdani M, et al. Strategy of Improvements in the rapeutic index of medicinal herbs of Iranianin digenous: Synthesis and characterization of phospholipid lipid-based vesicles in corporated Trachyspermum copticum. SSU_Journals. 2016;24(6):468-78.

14. Salem MZ, Zidan YE, Mansour MM, El Hadidi NM, Elgat WAA. Antifungal activities of two essential oils used in the treatment of three commercial woods deteriorated by five common mold fungi. International Biodeterioration & Biodegradation. 2016;106:88-96.

15. Sherry M, Charcosset C, Fessi H, Greige-Gerges H. Essential oils encapsulated in liposomes: a review. Journal of liposome research. 2013;23(4):268-75.

16. Sercombe L, Veerati T, Moheimani F, Wu SY, Sood AK, Hua S. Advances and challenges of liposome assisted drug delivery. Frontiers in pharmacology. 2015;6:286.

[Downloaded from ncmbjpiau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.22285458.1400.12.45.5.4]

17. Pandey H, Rani R, Agarwal V. Liposome and their applications in cancer therapy. Brazilian archives of biology and technology. 2016;59.

18. Shahbazian S, Akbarzadeh A, Torabi S, Omidi M. Anti-cancer activity of pegylated liposomal trans-anethole on breast cancer cell lines MCF-7 and T47D. Biotechnology letters. 2015;37(7):1355-9.

19. Bozzuto G, Molinari A. Liposomes as nanomedical devices. International journal of nanomedicine. 2015;10:975.

20. Li J, Wang X, Zhang T, Wang C, Huang Z, Luo X, et al. A review on phospholipids and their main applications in drug delivery systems. Asian journal of pharmaceutical sciences. 2015;10(2):81-98.

21. Alavi M, Karimi N, Safaei M. Application of various types of liposomes in drug delivery systems. Advanced pharmaceutical bulletin. 2017;7 (1):3.

22. Majdizadeh M, Rezaei Zarchi S, Movahedpour AA, Shahi Malmir H, Sasani E, Haghiralsadat BF. A new strategy in improving therapeutic indexes of medicinal herbs: preparation and characterization of nano-liposomes containing Mentha piperita essential oil. SSU_Journals. 2018;25 (11):853-64.

23. Malmir and et al .Synthesis and optimization of niosomal carriers containing doxorubicin in order to achieve a final formulation with high potential in cancer cells temperature and acidity. Journal of Shahid Sadoughi University of Medical Sciences. 2019.

24. Danhier F, Feron O, Préat V. To exploit the tumor microenvironment: passive and active tumor targeting of nanocarriers for anti-cancer drug delivery. Journal of controlled release. 2010;148(2):135-46.

25. Honary S, Zahir F. Effect of zeta potential on the properties of nano-drug delivery systems-a review (Part 1). Tropical Journal of Pharmaceutical Research. 2013;12 (2):255-64.

26. Valenti D, De Logu A, Loy G, Sinico C, Bonsignore L, Cottiglia F, et al. Liposome-incorporated Santolina insularis essential oil: preparation, characterization and in vitro antiviral activity. Journal of liposome research. 2001;11 (1):73-90.

27. Detoni C, Cabral-Albuquerque E, Hohlemweger S, Sampaio C, Barros T, Velozo E. Essential oil from Zanthoxylum tingoassuiba loaded into multilamellar liposomes useful as antimicrobial agents. Journal of microencapsulation. 2009;26 (8):684-91.

28. Celia C, Trapasso E, Locatelli M, Navarra M, Ventura CA, Wolfram J, et al. Anticancer activity of liposomal bergamot essential oil (BEO) on human neuroblastoma cells. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces. 2013;112:548-53.

29. Tao F, Hill LE, Peng Y, Gomes CL. Synthesis and characterization of β-cyclodextrin inclusion complexes of thymol and thyme oil for antimicrobial delivery applications. LWT-Food Science and Technology. 2014;59 (1):247-55.

30. Haghjoo S, Ghanbarzadeh B, Hamishekar H, Asni Ashari S, Dehghannia J. Evaluation of Colloidal and Antioxidant Properties of Nanoliposome Loaded with Urtica dioica L. Extract. Innovative Food Technologies. 2015;2 (3):11-23.

31. Bashiri S, GHANBARZADEH B, HAMISHEHKAR H, DEHGHANNIA J. Beta-Carotene loaded nanoliposome: effects of gama–oryzanol on particle size stability and encapsulation. 2015.

32. Ebrahimi Khosfi M, Khosravi Darani K, Hosseini H, Arabi Sh KFR, Kohi Kamali P. Production of nanoliposomes containing essential oil of Boiss Zatariamultiflora by response surface method. Nano Meghyas. 2014;1 (2):119-28.

33. Cui H, Zhao C, Lin L. The specific antibacterial activity of liposome-encapsulated Clove oil and its application in tofu. Food Control. 2015;534-6:128.

[Downloaded from ncmbjpiau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.22285458.1400.12.45.5.4]

34. Gharenaghadeh S, Samadlouie H, Sowti M, Hamisekar H, Mokaram R. Evaluation of the antimicrobial and antioxidant properties of Salvia essential oil nano liposome (Salvia multicaulis). Journal of Food Science and Technology. 2017;14 (62):271-82.

35. Hosseini SF, Zandi M, Rezaei M, Farahmandghavi F. Two-step method for encapsulation of oregano essential oil in chitosan nanoparticles: preparation, characterization and in vitro release study. Carbohydrate polymers. 2013;95 (1):50-6.

[Downloaded from ncmbjpiau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.22285458.1400.12.45.5.4]