



طراحی و ساخت نانولیپوزوم آهسته رهش حاوی داروی گیاهی ضد سرطان سیلیبینین (نانوفایتوزوم)

محمد مهدی اوچی اردبیلی^۱، قاسم عمو عابدینی^{۲*}، سید مهدی رضایت^۳، عظیم اکبرزاده^۴، بهمن ابراهیمی^۵

چکیده

مقدمه: نانو لیپوزومها، کپسولهای نانومتری کروی با غشاء لیپیدی می باشند که به عنوان حاملهای دارویی برای بهبود رسانش عوامل درمانی مورد مطالعه قرار می گیرند. این تحقیق به منظور ارتقای اثرگذاری داروی گیاهی سیلیبینین از طریق بارگذاری این دارو در نانولیپوزوم برای رسانش به سلولهای سرطانی کبد می باشد. سیلیبینین نیز یکی از داروهای ضدسرطان است که خاصیت ضدتوموری آن در کاهش ماده N-nitrosodiethylamine در سلولهای کارسینومای کبد می باشد. انکپسوله شدن سیلیبینین در نانولیپوزوم فعالیت بیولوژیکی آن را بهبود بخشیده و پایداری سیلیبینین را در خون افزایش می دهد.

روش بررسی: وزیکل های تک لایه کوچک حامل سیلیبینین با استفاده از فاز لیپیدی شامل: فسفولیپید DPPC، کلسترول، فسفولیپید DSPE-MPEG2000 با نسبت مولی ۷:۴:۰/۳۶ و ترکیب فلورسنت DIL با درصد مولی ۰/۰۹٪ در غشاء دو لایه لیپیدی و بافر HEPES به عنوان فاز آبدوست تولید گردیدند. همچنین اندازه نانو لیپوزومها، پتانسیل زتا، میزان بارگذاری و منحنی رهش دارو بعد از تولید نانو لیپوزومها اندازه گیری گردیدند.

نتایج: میانگین قطر نانولیپوزومها ۴۶/۳ نانومتر بود. بار سطحی نانولیپوزوم حامل دارو، ۲۳/۲۵- نشان داده شد. بارگذاری ترکیب سیلیبینین در حدود ۲۴/۳۷٪ به دست آمد.

نتیجه گیری: مزیت این تحقیق نسبت به پژوهشهای مشابه پیشین روی داروی سیلیبینین، در بارگذاری این دارو در نانو حامل لیپوزومی با منحنی آهسته رهش با اندازه مناسب زیر ۵۰ نانومتر می باشد که در بهبود پایداری سیلیبینین به منظور رسانش به سلولهای سرطانی کبد، کاربرد خواهد داشت.

واژه های کلیدی: نانولیپوزوم، کپسوله کردن، سرطان کبد، سیلیبینین

۱- دانشجوی دکتری نانویوتکنولوژی، مرکز پژوهشی فناوری های نوین در مهندسی علوم زیستی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

۲- دانشیار گروه مهندسی بیوتکنولوژی و داروسازی، مرکز پژوهشی فناوری های نوین در مهندسی علوم زیستی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

۳- استاد گروه فناوری های نوین پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران، تهران، ایران

۴- استاد گروه نانویوتکنولوژی، انستیتو پاستور ایران، تهران، ایران

۵- استادیار گروه مهندسی علوم زیستی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

* (نویسنده مسئول): تلفن: ۰۲۱-۶۶۴۰۸۸۰۸، پست الکترونیکی: amoabediny@ut.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۲/۷

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۸/۱۹

مقدمه

رصدخانه علم و فناوری اروپا در یک بررسی جهانی در سال ۲۰۰۶ میلادی (ESTO: European Science and Technology Observatory) عنوان نمود بیش از ۱۵۰ شرکت در توسعه فرآیند درمان در مقیاس نانو فعال می‌باشند و ۲۴ نوع نانوذره جهت درمان استفاده می‌گردد (۱). هدف از طراحی و توسعه چنین سیستم‌های دارورسانی، رسیدن به سیستمی با میزان بارگیری مناسب دارو، خواص آزادسازی مطلوب و موردنظر، رسانش هدفمند، پایداری دارو، نیمه عمر بالا و سمیت پایین می‌باشد. بکارگیری نانوذرات به عنوان حامل‌های دارویی، شکل جدیدی از رسانش دارو به سلول‌های سرطانی را از طریق ورود به روزه‌های مویرگ‌های توده سرطانی ارایه می‌نماید. این امر سبب رسانش غلظت بالایی از دارو به طور اختصاصی به سلول‌های سرطانی هدف شده و آثار تخریبی بر روی بافت‌های سالم را کاهش می‌دهد (۲). دو گروه از نانوذرات، لیپوزوم‌ها و اتصالات دارو پلیمر بیش از ۸۰ درصد نانوذرات درمانی در دسترس در کاربردهای بالینی می‌باشند. لیپوزوم‌ها ذرات کلوئیدی هستند که از یک غشا، دولایه لیپیدی متشکل از مولکول‌های لیپیدی آمفیفیلک خود آرایش یابنده تشکیل شده‌اند که بخشی از فاز آبی را در خود کپسول می‌نمایند. مشخصه‌های دما، pH، قدرت یونی بر روی پایداری لیپوزوم‌ها تأثیر دارد و با کاهش اندازه لیپوزوم‌ها و تعدیل کردن بار سطحی آنها می‌توان لیپوزوم‌های جدیدتری با اندازه ۸۰ تا ۲۰۰ نانومتر با بار منفی و یا خنثی تولید نمود که کمتر توسط سیستم (RES: Reticuloendothelial System) جذب شوند. PEG پلیمری مؤثر در جلوگیری از فرایند جذب توسط پروتئین‌ها می‌باشد. تأثیر تثبیت میکرومولکول‌های PEG بر سطح حمل‌کننده‌های داور در افزایش زمان گردش یا افزایش دسترسی زیستی لیپوزوم‌ها به خوبی شناخته شده است (۳). از مزایای استفاده از نانوذرات هدفمند به عنوان سامانه‌های رهایش دارو می‌توان به افزایش بازده دارورسانی و تقویت تأثیرگذاری دارو، کاهش مقدار داروی مورد نیاز برای دستیابی به هدف، پذیرش بهتر عامل درمانی توسط بدن بیمار، توانایی

عبور ذرات از سامانه مویرگی، کاهش غلظت دارو در موقعیت‌های غیرهدف که منجر به کاهش اثرات جانبی خواهد شد، قابلیت هدف‌گیری مواضع مشخص در بدن و امکان رهایش کنترل‌شده دارو اشاره کرد (۴). از داروهای لیپوزومی می‌توان به مواردی از قبیل دانوروبیسین (Daunorubicin) (DaunoXome) که به عنوان داروی لیپوزومی دانوکسوم برای درمان تومورهای بدخیم سرطانی است و یا دوکسوروبیسین (Doxorubicin) (Mycet) که به عنوان داروی لیپوزومی دوکسیل در درمان سرطان‌های مختلف کاربرد دارد و موارد دیگری مانند آمفوتریپسین (B) (Amphotericin B) (AmBisome) به عنوان داروی لیپوزومی آمبیزوم درمان بیماری‌های قارچی، پاکلی تاکسل (Paclitaxel) (LEP-ETU) (با ظرفیت بارگذاری بالای دارو در دو لایه لیپوزومی حدود ۳/۵ درصد) در درمان سرطان سینه، تخمدان و هپاکسن HepaXen برای درمان بیماری هپاتیت و بسیاری از داروهای دیگر اشاره کرد (۵). لیپوزوم‌ها به عنوان حامل‌های دارویی در فرمولاسیون داروهای تزریقی به خصوص تزریق وریدی به کار می‌رود. هنگامی که قرار است از لیپوزوم به صورت فرآورده تزریقی استفاده شود، اگر اندازه لیپوزوم نامناسب باشد، مویرگ‌ها انسداد پیدا خواهد کرد. سامانه‌های که جهت انتقال دارو مناسب می‌باشند، اندازه‌ای کمتر از ۱۵۰ نانومتر دارند، همچنین نانوذرات نباید کوچکتر از ۵ نانومتر باشند زیرا توسط سیستم کلیه دفع می‌گردند (۶). در پژوهشی توسط محققین مرکز پژوهشی فناوری‌های نوین در مهندسی علوم زیستی دانشگاه تهران، اثر تغییر نسبت دارو/لیپید و ترکیب لیپیدی (نسبت فسفولیپید/کلسترول) بر اندازه نانولیپوزوم‌های پگیله شده‌ای حاوی دوکسوروبیسین بررسی گردید که اندازه نانولیپوزوم‌های حامل دارو با ۳ مرتبه هم‌وزنایز کردن با استفاده از دستگاه همگن ساز تحت فشار بالا در حدود ۱۰۰ نانومتر به دست آمد (۷). مزایای کاربرد لیپوزوم‌ها در دارورسانی شامل: ۱- محافظت: مواد فعال از مواد دیگر به کمک سدی از دو لایه لیپیدی محافظت می‌شوند. ۲- کند

کردن آزادسازی: با کنترل ترکیباتی که در ساخت غشاء دو لایه به کار می‌روند می‌توان خصوصیات نفوذپذیری مواد را تغییر داد و در نهایت آزادسازی را کند کرد. ۳- کنترل آزادسازی: با تغییر در ترنزشن فاز لیپیدی به کمک دما یا pH می‌توان آزادسازی را به صورت کنترل شده در آورد. ۴- درمان هدفمند: با طراحی اندازه یا شارژ سطحی لیپوزوم برای درمان هدفمند غیرفعال و بکارگیری آنتی‌بادی یا دیگر لیگاندها برای درمان هدفمند فعال به کار می‌رود. ۵- جذب سلولی: مکانیسم جذب لیپوزوم‌ها توسط سلول با اندوسیتوز یا فوزیون انجام می‌شود. این پدیده برای رساندن مواد ژنتیکی به داخل سلول مناسب می‌باشد (۸).

با توجه به ویژگی‌های سامانه‌های لیپوزومی در این طرح نیز ترکیب فلاونوئیدی ضدسرطانی سیلیبینین (Silibinin) با برهمکنش پیوند هیدروژنی با سر قطبی فسفولیپیدهای اشباع غشاء لیپیدی (فسفات و گروه آمین) همچون دی‌پالمیتول فسفاتیدیل کولین (DPPC: Dipalmitoyl-sn-glycero-phosphocholine) به منظور کاربرد در درمان سرطان کبد داخل نانولیپوزوم گیاهی (نانو فایتوزوم) بارگذاری گردید. بیشتر سرطان‌های اولیه کبد از هیپاتوسیت‌ها (مهمترین سلول‌های کبدی) شروع می‌شوند. این نوع سرطان را کارسینوم هیپاتوسلولار یا هپاتوم بدخیم می‌نامند که رایج‌ترین شکل سرطان کبد است. این سرطان جزء ۴ سرطان معمول منجر به مرگ در جهان می‌باشد که به سرعت در آمریکا در حال رشد است (۹). هپاتیت B عامل ۸۰٪ سرطان کارسینوم هیپاتوسلولار در جهان می‌باشد (۱۰). ماده مؤثره گیاه خار مریم، ترکیب کمپلکس سیلیمارین می‌باشد که دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی قوی و خاصیت ضدویروسی با توانایی تحریک سیستم ایمنی است. در گیاهان دارویی متابولیت‌های ثانویه اگرچه اساساً با هدایت فرایندهای ژنتیکی ساخته می‌شوند، ولی ساخت آنها به طور بارزی تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد (۱۱). در بررسی بالینی مکانیزم اثر سیلیمارین در کنترل کارسینومای کبد روی رت‌های نر مشاهده شده است، سیلیمارین با کاهش ماده ان-نیتروزودی اتیل آمین

(N-nitrosodiethylamine) در کارسینومای در حال تکثیر سبب کنترل کارسینومای کبد می‌گردد (۱۲). در تحقیقاتی بر روی رت‌ها مشاهده گردید، ترکیب سیلیمارین دارای توانایی آنتی‌اکسیدانتی و اثر محافظت کننده از کبد در مقابل اثر تخریبی دی اتیل نیتروزامین (Diethyl nitrosamine) بر سلول‌های کبدی می‌باشد (۱۳). سیلیمارین به عنوان احیاکننده رادیکال‌های آزاد و پایدارکننده غشای سلولی و افزایش‌دهنده گلوکوتایون سلولی می‌باشد، گلوکوتایون مسئول مسمومیت‌زدایی و حذف رادیکال آزاد در بدن است (۱۴). سیلیمارین با تأثیر بر غشاء خارجی سلول‌های کبدی سبب جلوگیری از نفوذ مواد می‌گردد، همچنین با تأثیر بر افزایش سنتز پروتئین ریبوزومی نیز می‌تواند باعث ترمیم سلول‌های کبدی و ساخت مجدد آنها شود به طوری که باعث بهبود فعالیت کبدی خواهد شد (۱۵). همچنین در سال ۲۰۱۰ میلادی گیاه خارمریم جزء دسته گیاهان ایرانی با توان تحریک سیستم ایمنی معرفی شده است (۱۶). ترکیب سیلیمارین گیاه خار مریم دارای خاصیت ضدسرطانی و محافظتی از کبد می‌باشد و در مطالعات بالینی انجام شده در کنترل سرطان‌های مختلفی همچون: سرطان پوست، سرطان پروستات، کارسینومای کبد، سرطان کولون و ... مؤثر شناخته شده است (۱۷). این ترکیب خود به ۶ ماده اصلی دیگر تفکیک می‌گردد که شامل: Silybin A, Silydianin, Silychristin, Silybin B, Isosilybin A, Isosilybin B می‌باشد (۱۲). داروی پاکلیتاکسل (Paclitaxel (taxol)) داروی میکرومولسینی حاوی ترکیب سیلیمارین می‌باشد (۱۸). در سال ۲۰۱۱ میلادی در تحقیقی نانو حاملی بر پایه روغن به منظور بهبود رسانش سیلیمارین با بررسی در شرایط آزمایشگاهی و بالینی تهیه گردید که نانو حامل‌هایی با قطری بین ۴۰ تا ۷۰ نانومتر دارای توانایی خوبی در بهبود عملکرد زیست دارویی سیلیمارین بودند (۱۹). در تحقیقی دیگری حامل‌های لیپوزومی سیلیمارین با قطر متوسط ۷۰۰ نانومتر دارای عملکرد داروی بهتر در مقایسه با فرم پودری آزاد آن بود (۲۰). با توجه به آنکه پایداری ماده سیلیبینین به طور آزاد در خون

با نسبت مولی ۷:۴:۰/۳۶ و ترکیب فلورسنت DIL با درصد مولی ۰/۰۹٪ به همراه ۱۵/۴ میلی گرم ماده دارویی سیلیبیین در ۱۰ میلی لیتر اتانول خالص اضافه و حل گردیدند. با توجه به حداکثر بارگذاری و بهترین حالت آزادسازی (آهسته رهش) و بهترین حالت پایداری لیپوزوم برای ماده سیلیبیین در لیپوزوم، نسبت مولی فسفولیپید DPPC به کلسترول، طبق روش El-Samaligy و همکاران برابر با ۷ به ۴ انتخاب گردید. (در نمونه اصلی با نسبت تقریباً ۱۰ mg لیپید به ۱ ml حلال اتانول تهیه شد) (۲۰). سپس فاز آلی محلول حاصل با استفاده از دستگاه تبخیرکننده دوار در دمای حدود ۵۰ درجه سانتی گراد و با دور تقریبی ۱۵۰rpm حذف گردید و فیلم نازک لیپیدی (به صورت ژلوز) تشکیل شد. همچنین جهت اطمینان از حذف کامل حلال، فیلم نازک لیپیدی چندین دقیقه با گاز نیتروژن هوادهی گردید.

۲- فاز آبی حاوی محلول قندی تهیه شده بدین منظور ۰/۲۸ گرم قند مالتوز به عنوان ماده محافظ سرمایی در ۶ ml بافر (۱۰mM) HEPES حل گردید.

۳- سپس بافر HEPES دارای ترکیب قندی برای هر نمونه به بالن ته گرد حاوی فیلم نازک لیپیدی اضافه گردید و کاملاً تکان داده شد. برای تهیه و تثبیت لیپوزوم حاوی فسفولیپید DPPC، نمونه‌ها به مدت ۶۰-۳۰ دقیقه قبل از ذخیره‌سازی در دمای ۵۱ درجه سانتی گراد که ۱۰ درجه سانتی گراد بالاتر از دمای عبور فازی Phase Transition Temperature (TM) DPPC می‌باشد، نگه داشته شدند. بدین منظور بالن حاوی محلول فاز آبی به دستگاه تبخیرکننده دوار با دمای ۵۱ درجه سانتی گراد و دور ۱۵۰rpm متصل گردید.

نسبت وزنی دارو (سیلیبیین) به فاز لیپیدی به قند مالتوز برابر با ۰/۵ به ۲/۵ به ۹ انتخاب گردید، طبق روش Archakov با تغییر و اصلاح، نسبت ترکیب گیاهی به فسفاتیدیل کولین در فایتوزوم در این طرح ۱ به ۲/۵ تعیین گردید (۲۱). برای هیدراته شدن فیلم نازک، دما بالاتر از دمای عبور فازی لیپید قرار داده شد تا لایه نازک کاملاً در فاز آبی حل گردد و دائماً هم زده شد، در این دما اطمینان حاصل شود که تمام

کم و جذب آن در بدن بسیار پایین می‌باشد، هدف از این تحقیق کپسوله کردن سیلیبیین در داخل نانولیپوزوم با اندازه و راندمان بارگذاری مناسب همراه با منحنی رهایش آهسته دارو می‌باشد که به منظور افزایش پایداری سیلیبیین و تجمع آن صورت می‌گیرد و می‌تواند در درمان سلول‌های سرطانی کبد کاربرد یابد.

روش بررسی

مواد مورد استفاده شامل: دی پالمیتول فسفاتیدیل کولین (Lipoid GmbH- Germany)، کلسترول (Cholesterol) (Sigma-Aldrich Co- USA)، پلی اتیلن گلیکول ۲۰۰۰ متصل به فسفولیپید (DSPE-mPEG2000) (Lipoid GmbH- Germany)، رنگ فلورسنت (DIL: Dioctadecyl tetramethylindocarbocyanine perchlorate) (Sigma-Aldrich Co- USA)، قند مالتوز (Maltose)، سیلیبیین (Sigma-Aldrich Co- USA)، بافر هپز (HEPES buffer) ۱۰ میلی مولار (pH=۵/۵) (Sigma-Aldrich Co- USA)، کیسه دیالیز (Spectra/Pore® Dialysis membrane) (جداسازی وزن مولکولی با ۱۴-۱۲ کیلو دالتون) (12,000-14,000 molecular weight cut off)، (Spectrum Laboratories Inc- USA)، فیلتر ۰/۲۲ و ۰/۴۵، میکرومتر اتانول مطلق و آب دیونیزه بوده است.

جهت تهیه نانولیپوزوم حاوی سیلیبیین به روش آبدی، فیلم نازک لیپیدی که روشی کلاسیک در تهیه وزیکول‌ها است، طبق روش El-Samaligy و همکاران و روش Archakov با تغییر و اصلاح انجام گردید (۲۰، ۲۱). در این روش فیلم نازک لیپیدی با تبخیر آمفی فیل در حلال آلی تشکیل می‌شود. بعد از تماس فیلم نازک با آب، نمونه حل می‌شود و فاز وزیکولی شکل می‌گیرد. فرآیند تهیه نانولیپوزوم حاوی سیلیبیین شامل:

۱- اختلاط فاز لیپیدی و تشکیل فیلم نازک: الف- فاز لیپیدی شامل: (DPPC: CHOL: mPEG2000-DSPE: DIL) می‌باشد. در نمونه اصلی، فاز لیپیدی شامل:

فسفولیپید DPPC: کلسترول، فسفولیپید DSPE-MPEG2000

فسفولیپیدها در محیط سوسپانسیون به طور هموژن مخلوط و با انعطاف پذیری کافی و در یک ردیف قرار گرفته و لیپوزومها تشکیل گردیده اند. همزمان با افزودن حجم زیادی از بافر آبی به لیپیدهای خشک درون بالن، سوسپانسیون حاوی لیپوزومهای چندلایه ای با ابعاد مختلف از ده ها میکرون تا چند دهم میکرون تشکیل شدند.

۴- برای کاهش اندازه لیپوزومهای بزرگ چندلایه و تشکیل لیپوزومهای تک لایه کوچک از روش سونیکه کردن استفاده گردید، برای کاهش سایز لیپوزومهای بزرگ چندلایه، پروب دستگاه سونیکه کننده در داخل محلول کلئیدی لیپوزومها که داخل ظرف یخ بودند، قرار داده شد و سپس فرآیند سونیکه کردن جهت تولید لیپوزومهای تک جداره مطابق شرایط زیر انجام گردید. شرایط سونیکه کردن، توان: ۶۰٪ (Amplitude) به مدت ۱۰ دقیقه ۱۰ ثانیه روشن و ۱۵ ثانیه خاموش بود.

۵- قبل از فیلترکردن، ناخالصی و مواد اضافی نمونه ها (همچون تیتانیوم حاصل از سونیکاسیون) با استفاده از سانتریفیوژ با دور ۵۰۰۰ دور به مدت ۵ دقیقه از محلول لیپوزومی جداسازی شدند. سپس به منظور جداسازی ذرات با اندازه بزرگتر از ذرات کوچکتر و همگن شدن محلول به دست آمده در مرحله پیش فیلترکردن از فیلتر ۰/۴۵ میکرومتر استفاده گردید و در آخر جهت استریل کردن، محلول از فیلتر با قطر حفرات ۰/۲۲ میکرومتر عبور داده شد.

محدوده توزیع اندازه ذرات با استفاده DLS: Dynamic Light Scattering تعیین می شود که بدین منظور از دستگاه نانو سائزر (Brookhaven Instruments Corp (USA) استفاده گردید. اندازه گیری نانو لیپوزومها در یک زاویه ۹۰ درجه و تابش نور لیزر با طول موج ۶۵۷nm در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد صورت گرفت. همچنین اندازه گیری نمونه ها در ۵ مرتبه و هر مرتبه با مدت زمان ۳۰ ثانیه انجام گردید. جهت تعیین اندازه از ۶۰۰ میکرو لیتر نمونه با غلظت ۰/۵ mgr/ml تا ۰/۱ استفاده گردید.

جهت تعیین پتانسیل زتا نانو لیپوزومها، میزان بار سطحی و

پتانسیل زتانولیپوزومهای حامل دارو با استفاده از دستگاه زتا سائزر شرکت (Brookhaven Instruments Corp (USA) در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد اندازه گیری گردید. برای تعیین بار سطحی از ۱۵۰۰ میکرو لیتر نمونه با غلظت ۰/۱ mgr/ml استفاده گردید.

از نانو لیپوزومها با استفاده از میکروسکوپ الکترونیکی (SEM) (KYKY-EM3200-30KV- China) به منظور بررسی شکل و ساختار نانو لیپوزومهای تولیدی حامل دارو تصویر گرفته شد. همچنین جهت بررسی چندلایه بودن و ساختار غشاء نانو لیپوزوم، تصاویری با استفاده از میکروسکوپ الکترونیکی انتقالی (TEM, 150 KV) با توان ۱۵۰ کیلو ولت تهیه گردید.

گروه های عاملی سطح نانو لیپوزوم تولید شده توسط آنالیز طیف سنجی مادون قرمز (IR) بررسی گردید. در طیف مادون قرمز عمدتاً دو ناحیه مورد توجه است. ناحیه گروه عاملی از ۱۵۵۰-۱۰۰۰ cm⁻¹ تا ۴۰۰۰، ناحیه ای است که بیشتر کشش های پیوندی اتفاق می افتد. این ناحیه معمولاً تعداد نسبتاً کمی پیک دارند اما بسیاری از پیک های آن مشخص کننده گروه های عاملی هستند. برای اطمینان از نبود داروی آزاد و مواد اضافی در نمونه نانو لیپوزوم از نمونه دیالیز شده نانو لیپوزومها استفاده گردید و به منظور کاهش رطوبت، حدود نیم ساعت نمونه در آون با دمای تقریبی ۶۰ درجه سانتی گراد قرار داده شد.

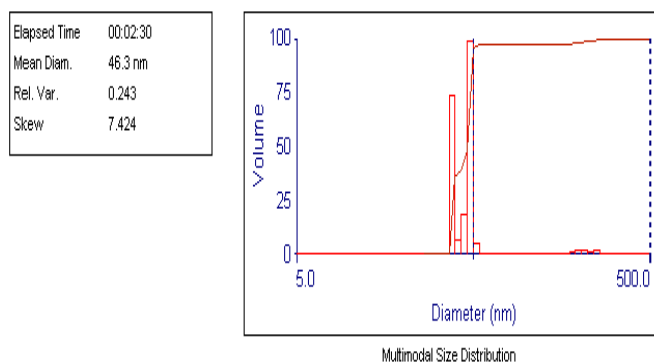
برای انتخاب طول موج مناسب در آنالیز میزان غلظت ترکیب دارویی با روش HPLC، ابتدا طول موجی که دارای حداکثر جذب به وسیله ترکیب سیلیبینین در حلال (بافر HEPES با متانول به نسبت ۲:۱) می باشد، توسط دستگاه اسپکتروفتومتر UV-VIS اندازه گیری و تعیین گردید.

جهت تعیین میزان داروی بارگذاری شده به روش HPLC، ابتدا با فرآیند دیالیز، داروهای آزاد از نانو لیپوزومها جداسازی شدند. بدین منظور داخل کیسه دیالیز آماده شده (جداسازی وزن مولکولی با ۱۲-۱۴ کیلو دالتون) حدود ۲ میلی لیتر از محلول نانو لیپوزوم ریخته شد و دو سر کیسه محکم بسته

۲۴-۴۸-۶۶-۶۹-۷۲-۷۵ ساعت، به میزان ۲۰۰ میکرولیتر با ۳ تکرار از محلول را برداشته و به روش HPLC (با شرایط تعیین داروی بارگذاری شده) میزان غلظت ترکیب دارویی اندازه‌گیری گردید. سپس غلظت به دست آمده در عدد ۵۰ ضرب شد و از مقدار به دست آمده نسبت به غلظت اولیه درصد رهاش محاسبه گردید. همچنین در هر بار اندازه‌گیری به مقدار نمونه برداشته شده، بافر HEPES اضافه گردید (۲۰).

نتایج

اندازه نانولیپوزوم‌های تولیدی حاوی ترکیب دارویی که به روش سونیکه کردن (با توان: ۶۰٪ Amplitude) کاهش اندازه داده شده‌اند به طور میانگین با استفاده از دستگاه نانو سایزر با مد حجمی و با مد تعداد اندازه‌گیری گردیدند (جدول ۱، شکل ۱).



شکل ۱: نمودار اندازه نانو لیپوزوم‌های حامل دارو با مد حجمی

جدول ۱: میانگین اندازه نانولیپوزوم‌ها با مد حجمی و تعداد

مد تعداد (نانومتر)	مد حجمی (نانومتر)	سونیکه کردن با توان ۶۰٪ (Amplitude)
۴۱/۹	۴۶/۳	نانو لیپوزوم حامل ترکیب دارویی

پتانسیل زتا سطح نانولیپوزوم‌های تولیدی حاوی دارو که به روش سونیکه کردن (با توان: ۶۰٪ Amplitude) کاهش اندازه داده شده‌اند، به طور میانگین با استفاده از دستگاه زتا سایزر اندازه‌گیری گردید که در جدول و شکل ۲ نشان داده شده است.

گردید و سپس کیسه دیالیز داخل ۲۰۰ میلی‌لیتر بافر HEPES ۱۰ میلی‌مولار قرار داده شد و در چهار مرحله با تعویض بافر و به همراه همزن مغناطیسی دیالیز گردید که مدت زمان مرحله اول: ۲ ساعت، مرحله دوم: ۲ ساعت، مرحله سوم: ۱۲ ساعت و مرحله چهارم: ۲ ساعت بوده است و در مرحله چهارم جهت تعویض بافر به آن قند مالتوز نیز اضافه گردید. بعد از فرآیند دیالیز ۱۰۰ میکرولیتر از محلول نانولیپوزوم دیالیز شده فاقد داروی آزاد در ۲۰۰ میکرولیتر متانول مخلوط شد و حدود ۵ دقیقه ورتکس گردید. سپس حدود ۱۰ دقیقه نیز با توان ۸۰٪ با قرار دادن پروب داخل حمام آب و بیرون از نمونه سونیکیت انجام گرفت، سپس از نمونه حاصل مستقیماً جهت تعیین داروی بارگذاری شده سیلیبینین، آنالیز HPLC انجام گرفت.

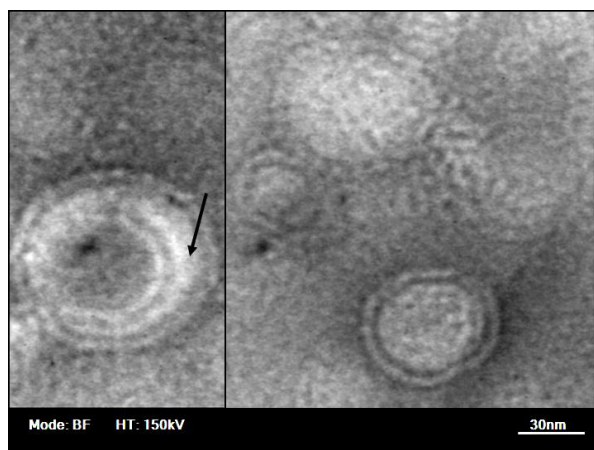
شرایط HPLC جهت تعیین غلظت داروی سیلیبینین در نانولیپوزوم طبق روش Park و همکاران و روش Ren و همکارش اصلاح شده با تغییر انجام شد (۱۸،۲۲) که از فاز متحرک شامل: ۵۱٪ استونیتریل - ۴۹٪ فسفوریک اسید ۰/۱ درصد و شدت جریان ۱ میلی‌لیتر بر دقیقه و طول موج جذب ۲۴۰ نانومتر و ستون C۱۸ استفاده گردید. سپس بر اساس غلظت اولیه و معادله زیر، درصد بارگذاری ترکیب دارویی محاسبه گردید:

$$\text{درصد راندمان بارگذاری دارو} = \frac{100 \times \text{مقدار داروی بارگذاری شده}}{\text{کل مقدار داروی اضافه شده}}$$

جهت تعیین میزان رهاش ترکیب دارویی سیلیبینین، ۱ میلی‌لیتر از نانولیپوزوم‌های تولیدی با غلظت اولیه که با توجه به درصد بارگذاری، حاوی ۰/۶۲ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر سیلیبینین می‌باشد را در یک کیسه دیالیز (جداسازی وزن مولکولی با ۱۴-۱۲ کیلو دالتون) با عرض ۲/۵ سانتی‌متر ریخته شد و در ۵۰ میلی‌لیتر بافر HEPES ۱۰mM در بشر ۱۰۰ میلی‌لیتری قرار گرفت و سپس با دور rpm ۱۰۰ با شیکر (و یا منگنت) در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد (شرایط دمای بدن) هم زده شد و بعد از مدت زمان ۱-۲-۴-۶-۱۵-۱۸-۲۱-

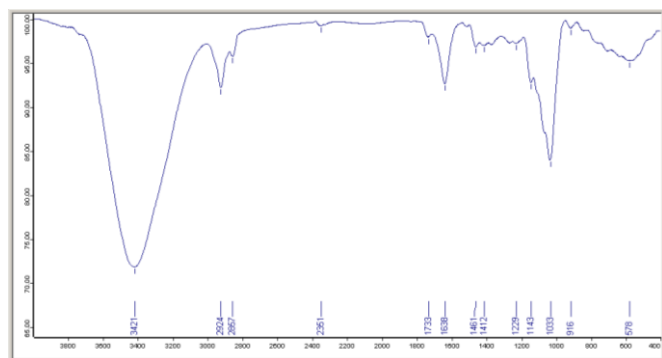
دو لایه بودن غشاء و ساختار کروی نانو لیپوزوم‌های حامل دارو در تصاویر گرفته شده با میکروسکوپ الکترونیکی انتقالی (TEM) (با توان ۱۵۰ کیلو ولت) مشاهده گردید.

در تصاویر (TEM)، اندازه نانو لیپوزوم‌های حامل دارو عموماً بین ۳۰ تا ۵۰ نانومتر مشاهده گردید که با نتایج تعیین اندازه با روش DLS و تصاویر SEM مطابقت نمود (شکل ۴).



شکل ۴: تصاویر TEM از نانو لیپوزوم حاوی سیلیبینین (تجمع دارو در غشاء داخلی لیپوزوم‌ها با فلش نشان داده شده است)

در شکل ۵ طیف دستگاه طیف سنجی مادون قرمز از نانو لیپوزوم حاوی داروی سیلیبینین نشان داده شده است.

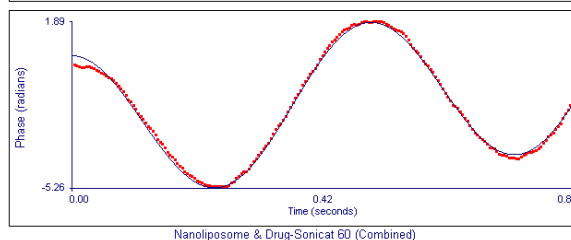


شکل ۵: طیف سنجی مادون قرمز از نانو لیپوزوم حاوی سیلیبینین

ابتدا طول موجی که دارای حداکثر جذب به وسیله ترکیب سیلیبینین در حلال (بافر HEPES با متانول به نسبت ۲:۱)

Measurement Parameters:		
Mean Zeta Potential =	-23.25 mV	Liquid = Water
Zeta Potential Model=	Smoluchowski	Temperature = 25.0 °C
Mean Mobility =	-1.82 (μs) / (V/cm)	Viscosity = 0.890 cP
pH =	7.40	Refractive Index = 1.330
Conductance =	32 μS	Dielectric Constant = 78.54
Concentration =	0.10 mg/mL	Particle Size = 50.0 nm

Instrument Parameters:		
Sample Count Rate =	370 kcps	Voltage = 4.00 volts
Ref. Count Rate =	877 kcps	Electric Field = 10.14 V/cm
Wavelength =	657.0 nm	User1 = 0.00
Field Frequency =	2.00 Hz	User2 = 0.00
Cycles Per Run =	15	

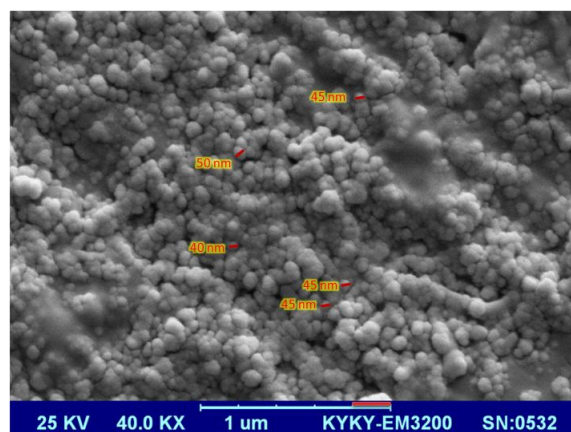


شکل ۲: پتانسیل زتا نانولیپوزوم‌های حاوی ترکیب دارویی

جدول ۲: میانگین اندازه و بار سطحی نانو لیپوزوم حامل دارو

بار سطحی (پتانسیل زتا)	اندازه با مد حجمی (نانومتر)	سونیکه کردن با توان ۶۰٪ (Amplitude)
-۲۳/۲۵	۴۶/۳	نانو لیپوزوم حامل دارو

در تصاویر گرفته شده با میکروسکوپ الکترونیکی (SEM) (با توان ۲۵ کیلو ولت) نانولیپوزوم‌های تولیدی حامل دارو دارای اشکال کروی و ساختاری یکنواخت بودند. در تصویر گرفته شده با میکروسکوپ SEM اندازه میانگین قطر ۵ نانولیپوزوم در حدود ۴۵ نانومتر تعیین گردید (شکل ۳) که با نتایج حاصل از روش DLS مطابقت داشت.



شکل ۳: تصویر SEM نانو لیپوزوم حاوی دارو (با بزرگنمایی ۴۰۰۰ برابر)

جدول ۳: طول موج‌های دارای جذب توسط سیلیبینین

P-Value	طول موج (نانومتر)	جذب
۱	۳۳۵	۱/۱۹۱
۲	۲۶۲	۱/۴۰۵
۳	۲۴۰	۱/۵۸۲

درصد بارگذاری ترکیب دارویی سیلیبینین در نانولیپوزوم تولیدی به میزان ۲۴/۳۷٪ محاسبه گردید (شکل ۷)، محاسبات در زیر ارائه گردیده است:

غلظت اولیه ترکیب دارویی مورد استفاده در تهیه نانولیپوزوم برابر گردید با: $2/56 \text{ mgr/ml} = 15/4 \div 6$

غلظت داروی بارگذاری شده = $3 \times$ غلظت تعیین شده با

HPLC

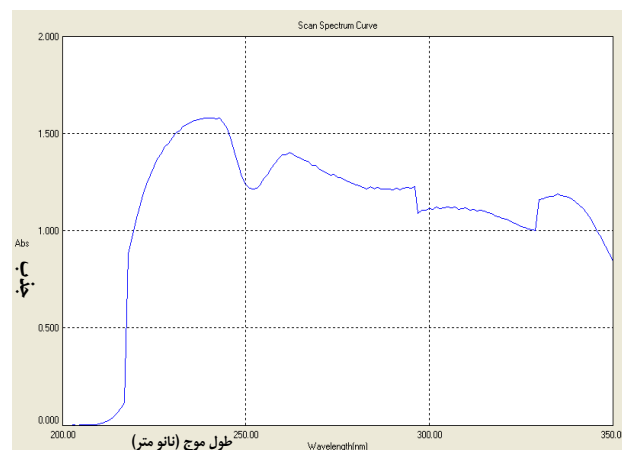
غلظت سیلیبینین بارگذاری شده = $3 \times 0/208 = 0/624 \text{ mgr/ml}$

۰/۶۲۴

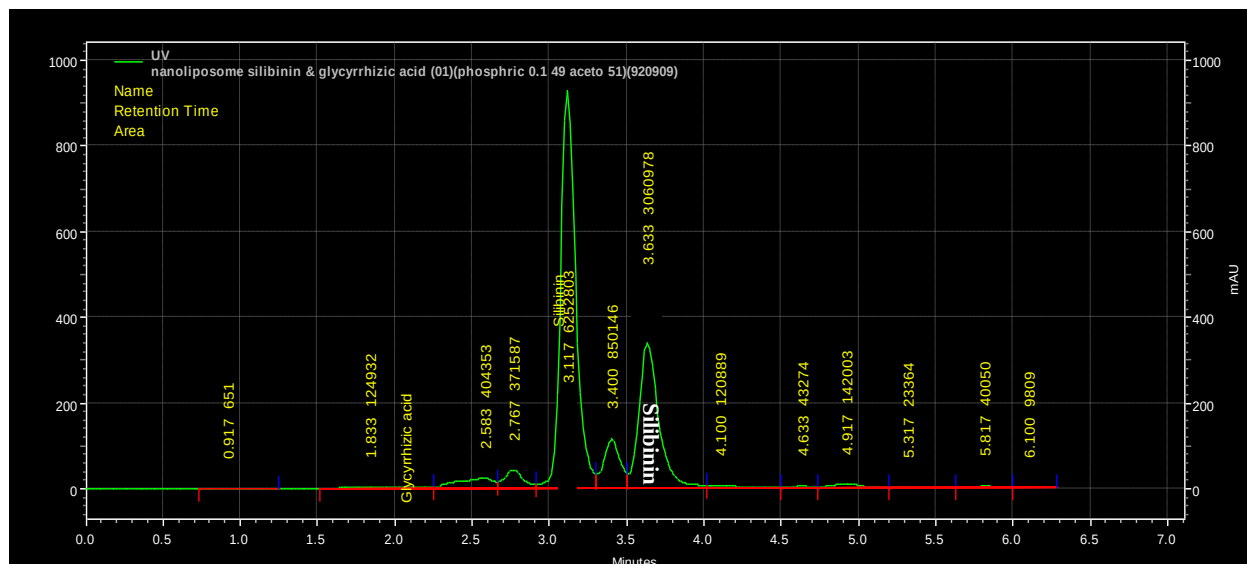
درصد بارگذاری سیلیبینین = $100 \times (0/624 \div 2/56) = 24/37\%$

۲۴/۳۷٪

می‌باشد، توسط دستگاه اسپکتروفتومتر UV-VIS اندازه گیری و تعیین گردید. در جدول ۳ نشان داده شده است که سیلیبینین در طول موج ۲۴۰ نانومتر حداکثر جذب را در حلال (بافر) HEPES با متانول به نسبت ۲:۱ دارد که به عنوان طول موج دارای حداکثر جذب برای این ترکیب انتخاب گردید (شکل ۶ و جدول ۳).



شکل ۶: نمودار تعیین طول موج دارای حداکثر جذب توسط سیلیبینین



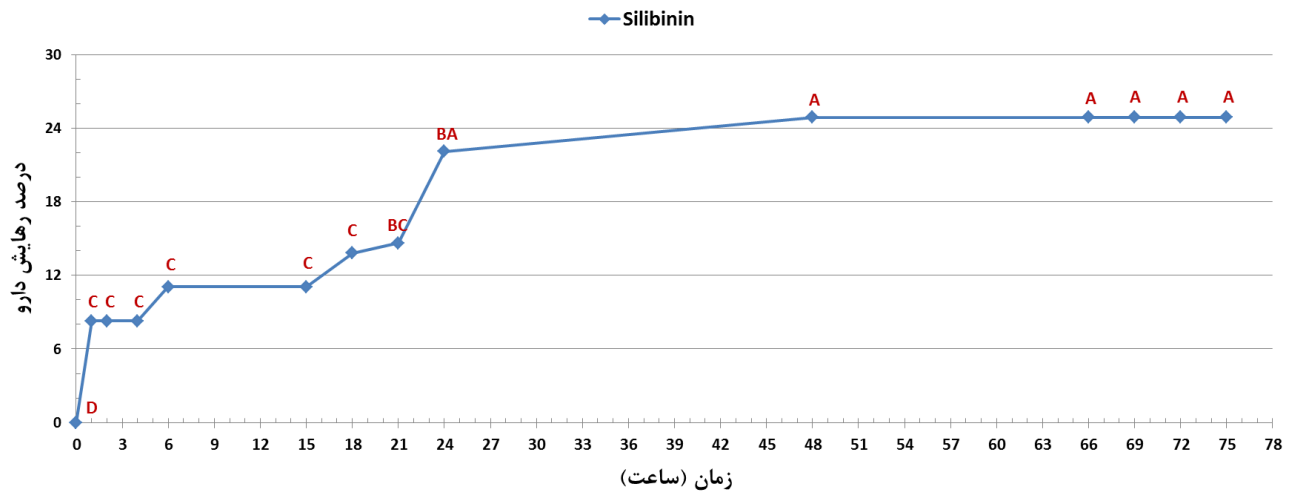
شکل ۷: منحنی تعیین میزان سیلیبینین بارگذاری شده (با یک سوم غلظت) در نمونه نانولیپوزوم تولیدی حامل دارو با روش HPLC

سیلیبینین به صورت آهسته رهش می‌باشد (شکل ۸). در این بررسی نمونه نانولیپوزوم فاقد ترکیب دارویی به عنوان گروه کنترل تعیین گردید که با گذشت زمان فاقد رهش دارو

میزان میانگین رهش ترکیب دارویی به روش HPLC با سه تکرار در سطح ۰/۰۵ اندازه‌گیری گردید. منحنی رهش به دست آمده برای نمونه نانولیپوزوم تولیدی حامل ترکیب

انجام گرفت. مقادیر میانگین تیمارها که در جدول ۴ با حروف غیر یکسان نشان داده شده‌اند، بر اساس آزمون دانکن در سطح ۰/۰۵ دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

می‌باشد. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین صفات بر اساس آزمون دانکن و حداقل تفاوت معنی‌دار ($P < 0.05$) و با مدل خطی نرم افزار SAS، (SAS 9.1 SAS institute, Cary, NC)



شکل ۸: منحنی رهش داروی گیاهی سیلیبینین از نانولیپوزوم

جدول ۴: درصد رهش داروی گیاهی سیلیبینین بارگذاری شده از نانولیپوزوم با گذشت زمان

زمان (ساعت)	میانگین درصد رهش ترکیب سیلیبینین (%۰.۵)*
کنترل	D ۰
۱	C ۸/۲۹
۲	C ۸/۲۹
۴	C ۸/۲۹
۶	C ۱۱/۰۵
۱۵	C ۱۱/۰۵
۱۸	C ۱۳/۸۱
۲۱	BC ۱۴/۶۴
۲۴	BA ۲۲/۱۰
۴۸	A ۲۴/۸۷
۶۶	A ۲۴/۸۷
۶۹	A ۲۴/۸۷
۷۲	A ۲۴/۸۷
۷۵	A ۲۴/۸۷

* اعداد ستون که با حروف یکسان نشان داده شده‌اند بر اساس آزمون دانکن در سطح ۰/۰۵ فاقد اختلاف معنی‌دار هستند. (هر عدد میانگین سه تکرار است)

نتیجه گیری

امروزه نانولیپوزومها با داشتن تاییدیه اداره دارو و غذای آمریکا (FDA) بیشترین نانو حاملهای مورد استفاده در کاربردهای بالینی برای انتقال داروها در بدن میباشند (۲۳، ۵). با توجه به آنکه سرطان کبد جزء ۳ سرطان معمول منجر به مرگ در جهان میباشد (۲۴)، یافتن راهکار درمانی مناسب برای رایجترین شکل سرطان کبد که کارسینوم هیپاتوسلولار یا هیپاتوم بدخیم میباشد، دارای اهمیت بسزایی است. بر اساس تحقیقات مختلف انجام شده، ترکیب سیلیبیین که ماده مؤثره گیاه دارویی خارمریم است، دارای خواص آنتی اکسیدانی، ضدسرطانی و تحریک کننده سیستم ایمنی میباشند (۱۶، ۱۳) و به دلیل آنکه ویروس هیپاتیت نیز از عوامل اصلی ایجاد سرطان کبد معرفی شده است، مواد مؤثره گیاه دارویی خارمریم می تواند دارای نقش مؤثری در درمان سرطان کبد داشته باشد. شناسایی نانو حامل مناسب با ویژگی مقدار بارگذاری مناسب دارو، رهایش آهسته، ماندگاری بالای ترکیب دارویی در سیستم گردش خون و سمیت پایین برای رسانش ترکیب دارویی مورد نظر اهمیت بالایی دارد. سیلیبیین و سایر ترکیبات سیلیمارین به صورت آزاد سریعاً با سولفات و گلوکورونیک اسید در کبد متصل می گردند. این اتصال سبب برگرداندن آنها به پلاسما و کیسه صفرا می گردد. به طوری که حدود ۸۰ درصد از دوز از ترکیبات سیلیمارین از طریق کلیه ها دفع می گردد (۲۵). با توجه به پایداری و ماندگاری کم ترکیب آزاد سیلیبیین در بدن (۲۶) استفاده از نانولیپوزوم به عنوان حامل برای انتقال ترکیب سیلیبیین به سلول های سرطانی کبد می تواند نقش مهمی در پایداری این دارو در بدن ایفا نماید. ترکیب فلاونوئیدی سیلیبیین از کمپلکس سیلیمارین در آب غیرمحلول بوده و به همراه فسفاتیدیل کولین تشکیل ترکیبی به نام سیلیبید می دهد که می تواند با هدفمندی غیرفعال در کبد تجمع یابد (۲۷). در سال ۲۰۱۱ میلادی در تحقیقی نانو حاملی بر پایه روغن به منظور بهبود رسانش سیلیمارین با بررسی در شرایط آزمایشگاهی و بالینی تهیه گردید که نانو حاملهایی با قطری بین ۴۰ تا ۷۰ نانومتر دارای

توانایی خوبی در بهبود عملکرد زیست دارویی سیلیمارین بودند (۱۹). در تحقیقی دیگری حامل های لیپوزومی سیلیمارین با قطر متوسط ۷۰۰ نانومتر دارای عملکرد داروی بهتر در مقایسه با فرم پودری آزاد آن بودند (۲۰). مزیت این تحقیق نسبت به تحقیقات گذشته در این است که ترکیب گیاهی سیلیبیین که ماده مؤثره اصلی کمپلکس سیلیمارین می باشد به جای سیلیمارین در بخش غشاء نانو سامانه جدید فیتولیپوزوم پگیله حاوی فسفولیپیدهای DPPC با راندمان مناسب بارگذاری گردیده است به طوری که دارای منحنی رهایش آهسته و بار سطحی کمتر از ۲۳- و اندازه میانگین قطر ۴۶/۳ نانومتر می باشد که می تواند در افزایش پایداری دارو در بدن جهت رسانش به سلول های سرطانی کبد، کاربرد یابد. همچنین در این پژوهش، فسفولیپیدها نیز که اجزای اصلی این نانولیپوزوم تولید شده را تشکیل می دهند، موادی زیست تخریب پذیر و عموماً غیرسمی می باشند که در تمامی غشاء های زیستی موجودات زنده اغلب وجود دارند. همچنین پلیمر PEG مورد استفاده شده در سطح این حامل، پلیمری زیست سازگار است که در تحقیقی نشان داده شد بکارگیری آن، زمان نیمه عمر لیپوزوم حاوی یک داروی ضدتومور را در پلاسما تا هشت برابر افزایش داده است (۳). با توجه به ویژگی های ارزشمند نانو سامانه لیپوزومی حامل داروی سیلیبیین تولید شده در این تحقیق، همچون زیست سازگاری با بدن، اندازه مناسب زیر ۵۰ نانومتر و داشتن منحنی آهسته رهش دارو، این سامانه می تواند راهکاری مؤثر در افزایش پایداری این دارو در بدن و درمان سرطان کبد در آینده ای نزدیک باشد.

سپاسگزاری

ضمن تشکر و سپاس از خداوند متعال به جهت انجام این طرح، از حمایت مرکز پژوهشی فناوری های نوین در مهندسی علوم زیستی دانشگاه تهران و همکاری محققان این مرکز در این طرح، قدردانی نموده و توفیق روزافزون الهی مسئلت می گردد.

References:

- 1- Wagner V, Dullaart A, Bock AK, Zweck A. *The emerging nanomedicine landscape*. Nat Biotech 2006; 24(10): 1211-17.
- 2- Kievit FM, Zhang M. *Cancer nanotheranostics: improving imaging and therapy by targeted delivery across biological barriers*. Adv Mater 2011; 23(36): H217-47.
- 3- Cheng J, Teply BA, Sherifi I, Sung J, Luther G, Gu F X, et al. *Formulation of functionalized PLGA-PEG nano particles for in vivo targeted drug delivery*. Biomaterials 2007; 28(5): 869-76.
- 4- Goldberg M, Langer R, Jia X. *Nanostructured materials for applications in drug delivery and tissue engineering*. J Biomater Sci Polymer Edn 2007; 18(3): 241-68.
- 5- Weissig V. *Liposomes methods and protocols volume 1: pharmaceutical nanocarriers*. (Springer Protocols, Methods in Molecular Biology) Department of Pharmaceutical Sciences; 2010. Midwestern University College of Pharmacy Glendale, Glendale, AZ, USA. 1-50.
- 6- Wang AZ, Gu F, Zhang L, Chan JM, Radovic-Moreno A, Shaikh MR, et al. *Biofunctionalized targeted nanoparticles for therapeutic applications*. Expert. Opin Biol Ther 2008; 8(8): 1063-70.
- 7- Gholamaalian Dehaghani M, Amoabediny Gh, Ochi-Ardebili MM. *Investigation of the phospholipid/cholesterol ratio parameters on the size of nanoliposomal anti-cancer drug (Doxorubicin as a model)*. 5th International Congress of Biochemistry and Molecular Biology (ISI); Shahid Sadoughi University of Medical Sciences; Yazd, Iran; 2013.
- 8- Crommelin DJA, Bos GW, Storm G. *Liposomes—successful carrier systems for targeted delivery of drugs, drug delivery peptides, proteins & liposomes*. Business Briefing Pharmatech; 2003.p. 209-13.
- 9- Siegel R, Naishadham D, Jemal A. *Cancer statistics*. CA: A Cancer Journal for Clinicians 2012; 62(1): 10-29.
- 10- CanLiv. *Hepatobiliary cancers statistics*. The Hepatobiliary Cancers Foundation, Charleston, SC; 2012.
- 11- Ochi-Ardebili M M, Ahmadzadeh M, Sharifi-Tehrani A. *Modern process of increase rosmarinic acid active substance of Rosemary medicinal plant by fluorescent pseudomonads probiotic bacteria*. 5th International Congress of Biochemistry and Molecular Biology (ISI); Shahid Sadoughi University of Medical Sciences; Yazd, Iran; 2013.
- 12- Kaur M, Agarwal R. *Silymarin and epithelial cancer chemoprevention: how close we are to bedside?*. Toxicology and Applied Pharmacology 2007; 224(3): 350-59.
- 13- Pradeep K, Nohan CV, Gobianand K, Karthikeyan S. *Silymarin modulates the oxidant-antioxidant imbalance during diethylnitrosamine induced oxidative stress in rats*. Eur J Pharmacol 2007; 560(2-3): 110-16.
- 14- De Mattia G, Bravi MC, Laurenti O, Cassone-Faldetta M, Armiento A, Ferri C, et al. *Influence of reduced glutathione infusion on glucose*. Metabolism 1998; 47(8): 993-97.

- 15- PeHit J. *Alternative medicine: milk thistle*. Clinician Reviews; 2000. 10 (10): 72-74.
- 16- Alamgir M, Uddin J. *Recent advances on the ethnomedicinal plants as immunomodulatory agents*. Ethnomedicine 2010; 227-44.
- 17- Lee JI, Narayan M, Barrett JS. *Analysis and comparison of active constituents in commercial standardized silymarin extracts by liquid chromatography-electrospray ionization mass spectrometry*. J Chromatogr B Analyt Technol Biomed Life Sci 2007; 845(1): 95-103.
- 18- Park JH, Park JH, Hur HJ, Woo JS, Lee HJ. *Effects of silymarin and formulation on the oral bioavailability of paclitaxel in rats*. Eur J Pharm Sci 2012; 45(3): 296-301.
- 19- Parveen R, Baboota S, Ali J, Ahuja A, Vasudev SS, Ahmad S. *Oil based nanocarrier for improved oral delivery of silymarin: in vitro and in vivo studies*. Int J Pharm 2011; 413(1-2): 245-25.
- 20- El-Samaligy MS, Afifi NN, Mahmoud EA. *Increasing bioavailability of silymarin using a buccal liposomal delivery system: preparation and experimental design investigation*. Int J Pharm 2006; 308(1-2): 140-48.
- 21- Archakov AI (RU). *International patent (PCT) of Medicinal forms of phospholipid preparations and methods for their preparation*. International Publication Number: WO 2007/020505 A2; 2007.
- 22- Ren P, Sun G. *HPLC determination of glycyrrhizic acid and glycyrrhetinic acid in Fuzilizhong Pills*. Asian Journal of Traditional Med 2008; 3(3): 110-16.
- 23- Torchilin VP. *Recent advances with liposomes as pharmaceutical carriers*. Nature reviews, drug discovery, February 2005; 4(2): 145-60.
- 24- Jin C, Yang W, Bai L, Wang J, Dou K. *Preparation and characterization of targeted DOX-PLGA-PEG micelles decorated with bivalent fragment HAb18 F(ab')₂ for treatment of hepatocellular carcinoma*. Journal of Control Release 2011; 152 Suppl 1: e14-15.
- 25- Fraschini F, Demartini G, Esposti D. *Pharmacology of Silymarin*. Clin Drug Invest; 2002; 22 (1): 51-65.
- 26- Song Y, Zhuang J, Guo J, Xiao Y, Ping Q. *Preparation and properties of a silybin-phospholipid complex*. Pharmazie 2008; 63(1): 35-42.
- 27- Agarwal R, Agarwal C, Ichikawa H, Singh RP, Aggarwal BB. *Anticancer potential of silymarin: from bench to bed side*. Anticancer Res 2006; 26(6B): 4457-98.

Design and Preparation of Encapsulated Nano-Liposome Controlled Release including Silibinin Anti-Cancer Herbal Drug (Nano Phytosome)

Ochi Ardebili MM(PhD student)¹, Amoabediny Gh(PhD)^{*2}, Rezayat SM(PhD)³, Akbarzadeh A(PhD)⁴, Ebrahimi B(PhD)⁵

¹Department of Nano Biotechnology, Research center for new technologies in life science engineering, University of Tehran, Tehran, Iran

²Department of Biotechnology and Pharmaceutical Engineering, Research center for new technologies in life science engineering, University of Tehran, Tehran, Iran

³Department of Advanced Technologies in Medicine, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

⁴Department of Nanobiotechnology, Pasteur Institute of Iran (IPI), Tehran, Iran

⁵Department of life Science Engineering, University of Tehran, Tehran, Iran

Received: 10 Nov 2014

Accepted: 26 Feb 2015

Abstract

Introduction: Nano-liposomes are Nano particulate vesicles with lipid membrane which are under extensive investigation as drug carriers for improving the delivery of therapeutic agents. This study intended to enhance efficacy of Silibinin herbal drug in Nano liposome system (Nano phytosome) via encapsulation for delivery to liver cancer cells. Silibinin is one of the anti-cancer drugs, which its antitumor efficacy is primarily attributed to decreasing N-nitrosodiethylamine in hepatocit carcinoma cells. Nano Liposome encapsulation of Silibinin can dramatically improve its biological activity and increase stability of Silibinin in blood.

Methods: Small uni-lamellar (SUV) vesicles entrapping Silibinin were prepared using DiPalmitoyl PhosphatidylCholine (DPPC), cholesterol: DSPE-MPEG2000 at 7:4:0.36 molar ratio, the fluorescent label (DIL) incorporated in the lipid bilayer at 0.09 mol % as lipophilic phase and buffer of HEPES as hydrophilic phase. Moreover, Nano Liposome size, Zeta-potential, encapsulation efficiency and release of drug were determined after Nano Liposome production.

Results: The study results demonstrated that mean nano-liposome diameter was 46.3 nm. The size and structure of Nano-liposomes were analyzed by SEM and TEM images. The zeta potential of the encapsulated Nano-liposomes was shown -23.25. The encapsulation efficiency for Silibinin was about 24.37%.

Conclusion: In this study, silibinin drug encapsulated nano-liposome controlled release system to improve the solubility and bioavailability of silibinin for delivery to liver cancer cells.

Keywords: Encapsulation; Liver cancer; Nano liposome; Silibinin

This paper should be cited as:

Ochi Ardebili MM, Amoabediny Gh, Rezayat SM, Akbarzadeh A, Ebrahimi B. *Design and preparation of encapsulated nano-liposome controlled release including silibinin anti-cancer herbal drug (nano phytosome)*. J Shahid Sadoughi Univ Med Sci 2015; 23(3): 2000-12.

***Corresponding author: Tel: +98 2166408808, Email: amoabediny@ut.ac.ir**