Nanostructured Drug Delivery Systems for Targeted Therapy of Cancer

Leila Barghi[1]

1. Assistant Professor, Department of pharmaceutics, school of pharmacy, Urmia University of Medical sciences, Urmia, Iran. (Corresponding Author), Tel: +98-44-32754996, Email: leila.barghi@gmail.com. ORCID ID: 0000-0002-0548-5241

ABSTRACT

Background and Aim: Recently, nanostructured drug delivery systems have been investigated as delivery systems for chemotherapeutic agents in cancer treatment. The aim of this study was to review nanostructured carriers for targeted drug delivery of chemotherapeutic agents.

Materials and Methods: Data of this review article were collected by searching PubMed and WOS (Web of Science) using the keywords of cancer, nanomedicine, nanoparticles, liposome and solubility.

Results: Among the various nanostructured drug delivery systems, liposomes, solid lipid nanoparticles (SLNs), nanostructured lipid carriers (NLCs), polymeric nanoparticles, micelles, albumin nanoparticles and drug-polymer conjugates have been used to develop the efficient delivery systems of chemotherapeutics for cancer treatment. Many chemotherapeutic drugs are highly hydrophobic with low aqueous solubility. Furthermore, non-specificity, toxicity and drug resistance are the main drawbacks of cancer treatment with chemotherapeutic drugs. Use of nanostructured delivery systems is the main approach to overcome drug resistance, reduce side effects and improve treatment efficacy. Additionally nanostructures containing two or more drugs for combination therapy of cancer are challenging issues that can increase the treatment efficiency by synergistic effects and decreasing drug resistance.

Conclusion: Although the development of various nanostructured drug delivery systems for chemotherapeutics are under investigation, few number of these systems have been used in clinical studies and entered the pharmaceutical market as approved nanomedicines.

Keywords: Cancer, Nanomedicine, Nanoparticles, Liposome, Solubility

Received: May 26, 2022 **Accepted:** July 11, 2023

How to cite the article: Leila Barghi. Nanostructured Drug Delivery Systems for Targeted Therapy of Cancer .ŚJKU 2023;28(5):122-130.

Copyright © 2018 the Author (s). Published by Kurdistan University of Medical Sciences. This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-Non Commercial License 4.0 (CCBYNC), where it is permissible to download, share, remix, transform, and buildup the work provided it is properly cited. The work cannot be used commercially without permission from the journal

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-09]

[DOI: 10.61186/sjku.28.5.122]

مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی کردستان / دوره بیست و هشت / آذر و دی ۱۴۰۲/۱۳۰-۱۲۲

سیستم‌های نانو ساختار دارو رسان جهت درمان هدفمند سرطان

لیلا برقی[1]

۱. استادیار، گروه فارماسیوتیکس، دانشکده داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی ارومیه، ارومیه، ایران. (نویسنده مسئول)، پست الکترونیک: leila.barghi@gmail.com، **تلفن:** ۰۴۴-۳۲۷۵۴۹۹۶، کد ارکید: ۰۰۰۰-۰۰۰۰-۰۵۴۸-۵۲۴۱

چکیده

زمینه و هدف: اخیراً سیستم‌های دارورسانی نانو ساختار به‌عنوان سیستم‌های دارورسانی برای عوامل شیمی‌درمانی تحت مطالعه و تحقیق قرار گرفته‌اند. هدف از این مطالعه مرور حامل‌های نانو ساختار جهت دارورسانی هدفمند عوامل شیمی‌درمانی است.

مواد و روش‌ها: داده‌های این مقاله مروری با جستجو در پایگاه‌های PubMed و web of science با استفاده از واژگان کلیدی سرطان، نانو دارو، نانو ذرات، لیپوزوم و محلولیت گردآوری شده است.

یافته‌ها: در میان انواع سیستم‌های دارورسانی نانوساختار، لیپوزوم‌ها، نانو ذرات لیپیدی جامد، حامل‌های لیپیدی نانو ساختار، نانو ذرات پلیمری، میسلها ، نانو ذرات آلبومین و کونژوگه های دارو – پلیمر سیستم‌های مؤثر جهت دارورسانی داروهای شیمی‌درمانی برای درمان سرطان می‌باشند. بسیاری از داروهای شیمی‌درمانی هیدروفوب بوده و محلولیت آبی پایینی دارند. علاوه بر این عدم اختصاصیت، سمیت و مقاومت دارویی از عوامل مهم شکست درمان سرطان با این داروها است. استفاده از سیستم‌های دارورسانی نانوساختارمهمترین روش برای مقابله با مقاومت دارویی، کاهش عوارض جانبی و بهبود کارایی درمانی است. همچنین نانوساختارهای حاوی دو یا چند دارو جهت درمان ترکیبی سرطان نیز از موضوعات چالش‌برانگیز است که می‌توانند از طریق کاهش مقاومت دارویی و ایجاد اثرات سینرژیستی باعث افزایش کارایی درمان سرطان شوند.

نتیجه‌گیری: اگرچه توسعه سیستم‌های دارورسانی مختلف نانو ساختار جهت داروهای شیمی‌درمانی تحت مطالعه و بررسی می باشند؛ اما تعداد کمی از این سیستم‌ها به‌صورت نانو داروهای تائید شده، مطالعات بالینی را پشت سرگذاشته و وارد بازار دارویی شده‌اند.

کلمات کلیدی: سرطان، نانو دارو، نانو ذرات، لیپوزوم، محلولیت

وصول مقاله:۱۴۰۱/۳/۵ اصلاحیه نهایی:۱۴۰۱/۴/۱۳ پذیرش:۱۴۰۱/۴/۲۰

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-09]

[DOI: 10.61186/sjku.28.5.122]

مقدمه

طبق گزارش سازمان جهانی بهداشت، سرطان دومین عامل مرگ‌ومیر در جهان بوده و بیشترین میزان مرگ‌ومیر ناشی از سرطان در سال ۲۰۱۸ مربوط به تومورهای پستان، ریه، کولون و پروستات است (۲و۱). معمول‌ترین و اصلی‌ترین راه درمان انواع سرطان‌ها، شیمی‌درمانی است. با اینکه عوامل شیمی‌درمانی مختلف مکانیسم‌های متفاوتی دارند؛ ولی عملکرد اصلی آن‌ها از بین بردن سلول‌های در حال رشد شامل سلول‌های سرطانی و نرمال است؛ بنابراین به علت عدم اختصاصی بودن، سمیت سلولی بالایی داشته و باعث عوارض جانبی متعدد از جمله مهار مغز استخوان، ریزش مو و مشکلات گوارشی می‌شوند (۴و۳). همچنین اکثر داروهای شیمی‌درمانی هیدروفوب و نامحلول در آب می باشند که باید در حلال‌های آلی همچون دی متیل سولفوکساید، کرموفور، اتانول و غیره رقیق شوند که منجر به افزایش سمیت آن‌ها می‌گردد (۵). از آنجا که توزیع این داروها به بافت‌های سرطانی پایین است دوزهای بالایی از این داروها باید تجویز شود که منجر به افزایش سمیت در سلول‌های طبیعی و ایجاد مقاومت دارویی می‌شود؛ بنابراین طراحی سیستم‌های دارورسانی جهت هدف درمانی سلول های سرطانی از طریق هدف درمانی فعال و غیرفعال می‌تواند منجر به کاهش عوارض جانبی و افزایش کارایی درمانی آن‌ها شود. حامل‌های دارویی در مقیاس نانو برای داروهای شیمی‌درمانی می‌توانند باعث بهبود کارایی درمانی و همچنین کاهش سمیت در سلول‌های طبیعی از طریق هدف درمانی غیر فعال و تجمع در محل تومور با استفاده از اثر افزایش نفوذپذیری و نگهداری (enhanced permeability and retention) شوند (۸-۶). هدف درمانی فعال از طریق کونژوگاسیون نانو حامل‌های حاوی داروهای شیمی‌درمانی به مولکول‌های اتصال یابنده به آنتی ژن‌هایی که در سطح سلول‌های توموری بیان می‌شوند میسر می‌شود (۶). دارورسانی هدفمند داروهای ضد سرطان از طریق سیستم‌های دارورسانی بر پایه لیپید شامل لیپوزوم‌ها (liposomes)، نانو ذرات لیپیدی جامد (solid – lipid nanoparticles) و نانوحاملهای با ساختار لیپیدی (nanostructured lipid carriers)، همچنین نانو ذرات پلیمری (polymeric nanoparticles)، میسلها (micelles)، نانو ذرات پروتئینی (protein nanoparticles) و کونژوگه های دارو – پلیمر (drug – polymer conjugates) امکان‌پذیر است. علیرغم پیشرفت‌های گسترده در طراحی انواع داروهای ضد سرطان، مقاومت دارویی یکی از بزرگ‌ترین موانع موجود در مؤثر بودن دارودرمانی سرطان است(۲). مقاومت دارویی می‌تواند به دو صورت ذاتی قبل از شروع درمان و اکتسابی بعد از شروع درمان ایجاد شود و به این ترتیب می‌تواند باعث رشد تومور و گسترش آن حتی در حین درمان شود. درمان ترکیبی سرطان یکی از استراتژی‌های مطلوب جهت ایجاد اثر سینرژیستی، کاهش عوارض جانبی و کاهش مقاومت دارویی است که منجر به افزایش کارایی درمان سرطان می‌شود؛ بنابراین تهیه فرمولاسیون‌های نانو ساختار جهت رساندن هم‌زمان دو یا چند دارو مورد توجه محققان قرارگرفته و مطالعاتی در این خصوص صورت گرفته است. (۹). در این مطالعه مروری، سیستم‌های دارورسانی نوین جهت درمان سرطان بررسی خواهد شد.

مواد و روش‌ها

داده‌های این مقاله مروری با جستجو در پایگاه‌های PubMed و web of science با استفاده از واژگان کلیدی سرطان (cancer)، نانو دارو (nanomedicine)، نانو ذرات (nanoparticles)، لیپوزوم (liposome) و محلولیت (solubility) گردآوری شده‌است.

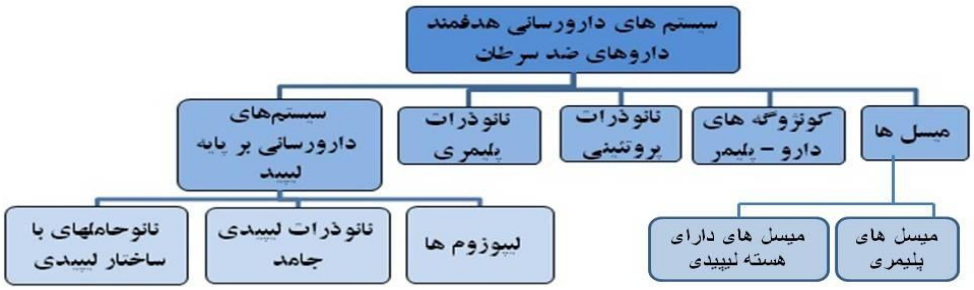
نتایج

دارورسانی هدفمند داروهای ضد سرطان از طریق سیستم‌های دارورسانی بر پایه لیپید شامل لیپوزوم‌ها، نانو ذرات لیپیدی جامد و نانو حامل‌های با ساختار لیپیدی، همچنین نانو ذرات پلیمری، میسلها، نانو ذرات پروتئینی و

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-09]

[DOI: 10.61186/sjku.28.5.122]

کونژوگه های دارو – پلیمر امکان‌پذیر است که در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱. انواع سیستم های دارورسانی هدفمند برای داروهای ضد سرطان

سیستم‌های دارورسانی بر پایه لیپید:

در سال‌های اخیر ایده استفاده از سیستم‌های دارورسانی بر پایه لیپید شامل لیپوزوم‌ها، نانو ذرات لیپیدی جامد و نانو حامل‌های با ساختار لیپیدی جهت بهبود محلولیت و افزایش فراهمی زیستی داروهایی با محلولیت پایین گسترش پیدا کرده است. مقایسه خصوصیات انواع سیستم های دارورسانی لیپیدی در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱. مقایسه انواع سیستم های دارورسانی لیپیدی

نوع سیستم‌های دارورسانی لیپیدی	مزایا	معایب
لیپوزوم	امکان بارگیری هم‌زمان داروهای هیدروفیل و لیپوفیل	کلیرانس سریع و زمان گردش کوتاه در سیستم گردش خون
نانو ذرات لیپیدی جامد	پایداری بالاتر نسبت به لیپوزومها، هزینه تولید پایین و تسهیل تولید صنعتی	کارایی بارگیری کمتر دارو نسبت به حامل‌های لیپیدی نانو ساختار
حامل‌های لیپیدی نانو ساختار	کارایی بارگیری بیشتر دارو نسبت به نانو ذرات لیپیدی جامد	–

لیپوزوم‌ها:

لیپوزوم‌ها وزیکول‌های کروی هستند که دیواره آن‌ها از غشا دو لایه لیپیدی تشکیل شده که یک هسته مرکزی توخالی هیدروفیل را احاطه می‌کند. در نتیجه امکان حمل هم‌زمان داروهای هیدروفیل و لیپوفیل توسط این سیستم‌ها امکان‌پذیر است. جهت رفع این مشکل می‌توان پلیمرهای هیدروفیل همچون پلی اتیلن گلیکول را به سطح لیپوزوم ها اضافه کرد که منجر به تهیه لیپوزوم های مخفی (stealth liposomes) می‌شود .این نوع لیپوزوم ها به علت سطح هیدروفیلشان از دسترس سیستم فاگوسیتی تک هسته‌ای خارج می شوند که منجر به کلیرانس آهسته آن ها از جریان خون می شود (۱۰). دریک مطالعه لیپوزوم های

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-09]

[DOI: 10.61186/sjku.28.5.122]

گالاکتوزیله ارلوتینیب با روش جایگزینی حلال جهت درمان سرطان ریه تهیه شدند که نویسندگان مدعی شدند این لیپوزوم ها با استفاده از هدف درمانی می‌توانند منجر به افزایش فراهمی زیستی ارلوتینیب شوند (۱۱).

نانو ذرات لیپیدی جامد

نانو ذرات لیپیدی جامد دسته دیگری از سیستم‌های دارو رسانی بر پایه لیپید می‌باشند که متشکل از ماتریکس لیپیدی جامد و سورفکتانت می‌باشند که نسبت به لیپوزوم های عادی و مخفی دارای مزایای قابل توجهی می‌باشند. این مزایا شامل بهبود پروفایل بی‌خطری و ایمن بودن، پایداری بالاتر نسبت به لیپوزوم ها، رهش کنترل شده، هزینه تولید پایین و تسهیل تولید صنعتی است. به‌عنوان مثال ارلوتینیب به‌عنوان داروی مهار کننده تیروزین کیناز در نانو ذرات لیپیدی جامد انکپسوله شده و کارایی درمانی و بی خطری آن بر روی رده سلول‌های اپیتلیال آدنوکارسینوما انسانی به اثبات رسیده است. (۱۲).

حامل های لیپیدی نانوساختار

حامل‌های لیپیدی نانو ساختار دسته جدیدتر از سیستم‌های دارورسانی بر پایه لیپید می‌باشند که برخلاف نانو ذرات لیپیدی جامد که فقط از لیپیدهای جامد تشکیل شده‌اند در ساختار حامل‌های لیپیدی نانو ساختار، لیپیدهای مایع نیز همراه با لیپیدهای جامد به کار گرفته می‌شود. این حامل‌ها علیرغم به‌کارگیری لیپیدهای مایع در ساختارشان در دمای بدن به حالت جامد می باشند. ظرفیت بارگیری داروها در این سیستم‌ها نسبت به نانو ذرات لیپیدی جامد بالاتر است (۱۳). مقایسه دو فرمولاسیون با پایه لیپید از ایندومتاسین نشانگر درصد بارگیری، کارایی لودینگ و نفوذ چشمی مطلوب‌تر حامل‌های لیپیدی نانو ساختار حاوی ایندومتاسین نسبت به نانو ذرات لیپیدی جامد آن است (۱۴).

نانو ذرات پلیمری:

نانو ذرات پلیمری از پلیمرهای طبیعی، سنتزی و نیمه سنتزی با روش‌های متنوعی قابل تهیه می‌باشند. این سیستم‌های دارورسانی منجر به رهش کنترل شده داروها، افزایش نیمه عمر و طولانی شدن زمان گردش داروها در جریان خون می شوند. افزایش محلولیت و فراهمی زیستی داروهای کم محلول در آب از مزایای دیگر این سیستم‌ها است. در این سیستم‌های دارورسانی، رنج وسیعی از داروها شامل داروهای محلول در آب، داروهای نامحلول در آب، داروهای کوچک مولکول و حتی درشت مولکول می‌توانند در ماتریکس پلیمری پراکنده شده یا به سطح نانو ذرات پلیمری متصل شوند. هدف درمانی غیرفعال از طریق اثر افزایش نفوذپذیری و نگهداری و هدف درمانی فعال از طریق اتصال گروه‌های هدف به سطح نانو ذرات امکان‌پذیر است. نانو ذرات ارلوتینیب با استفاده از کوپلیمر پلی کاپرولاکتون – اتیلن گلیکول – کاپرولاکتون و با استفاده از روش جایگزینی حلال تهیه شده‌اند که پتانسیل استفاده موضعی جهت تزریق داخل توموری را دارند (۱۵-۱۶). همچنین نانو ذرات پلیمری این دارو با استفاده از پلیمر پلی لاکتاید - کوگلیکولید نیز تهیه شده که نانو ذرات تهیه شده سمیت تحت حاد کمتری نسبت به داروی خالص نشان دادند (۱۷).

میسلها:

میسلها نیز جز نانو ذرات پلیمری خود متصل شونده طبقه‌بندی می‌شوند و بر اساس ترکیبات موجود در ساختارشان اندازه، میزان بارگیری و خصوصیات رهش متفاوتی خواهند داشت. میسلها هسته داخلی هیدروفوب دارند در نتیجه با وارد کردن داروهایی با محلولیت ضعیف در هسته میسلها محلولیت آبی داروها افزایش می‌یابد. جنکسول پی ام (Genexol – PM) یک فرمولاسیون میسلی از داروی پاکلیتاکسل است که در ساختار آن از پلیمر متوکسی – پلی اتیلن گلیکول پلی دی و ال لاکتاید استفاده شده است. این نانو دارو که در کره جنوبی برای درمان سرطان پستان متاستاز داده شده مورد تائید قرار گرفته، اثرات ضد توموری بیشتری از تاکسول نشان داده است (۱۸).

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-09]

[DOI: 10.61186/sjku.28.5.122]

نانو ذرات پروتئینی:

برای تهیه نانو ذرات دارویی علاوه بر لیپیدها و پلیمرها می توان از پروتئین‌ها نیز بهره برد. به‌عنوان مثال آلبومین دارای خصوصیات مطلوبی است که می‌تواند به‌عنوان حامل داروهای انکولوژی مورد استفاده قرار گیرد. آلبومین در بدن به‌عنوان حامل طبیعی مولکول‌های هیدروفوب درونزاد از جمله ویتامین‌ها و هورمون‌ها است؛ بنابراین مولکول‌های نامحلول درآب می‌توانند با پیوندهای غیرکووالان برگشت‌پذیر به آلبومین متصل شوند و با هدف درمانی فعال و غیرفعال منجر به انتقال عوامل شیمی‌درمانی به محل تومور شوند (۱۹). در یک مطالعه جم سیتابین به‌عنوان خط اول درمان سرطان پانکراس در نانوپارتیکلهای آلبومین وارد شده و اثرات مهارکننده علیه رشد رده سلول‌های توموری پانکراس به‌صورت درون تن و برون تن نشان داد (۲۰).

کونژوگه های دارو – پلیمر:

برای افزایش محلولیت و دارورسانی به محل‌های هدف، کونژوگه های دارو – پلیمر طراحی شده‌اند که دارو از طریق پیوند کووالان به یک پلیمر متصل می‌شود و اندازه این کونژوگه ها زیر ۱۰۰ نانومتر است. معمولاً داروها از طریق یک اتصال دهنده که می‌تواند ساختار استری یا آمیدی داشته باشد به پلیمر هیدروفیل با ساختار طبیعی یا سنتزی متصل می‌شود. از مزایای این سیستم‌ها می‌توان افزایش محلولیت و فراهمی زیستی، افزایش نیمه عمر پلاسمایی، محافظت در برابر تخریب آنزیمی، کاهش ایمنوژنیسیته و هدف درمانی را ذکر کرد (۲).

سیستم‌های دارورسانی جهت درمان ترکیبی سرطان:

درمان ترکیبی سرطان منجر به ایجاد اثر سینرژیستی، کاهش عوارض جانبی و مقاومت دارویی، کاهش هزینه درمان و افزایش پذیرش بیمار می‌شود؛ بنابراین تهیه فرمولاسیون‌های نانو ساختار جهت رساندن هم‌زمان دو یا چند دارو یکی از استراتژی‌های مطلوب جهت بهبود کارایی درمانی داروهای ضد سرطان است (۲۱). در میسلهای تهیه شده از کوپلیمرهای دی بلاک پلی اتیلن گلیکول و پلی لاکتیک اسید حاوی دو داروی پاکلیتاکسل و لاپاتینیب، اثر ضد سرطانی پاکلیتاکسل در استفاده همزمان با لاپاتینیب افزایش یافت (۲۲). همچنین در مطالعه دیگری برای دارورسانی هم‌زمان این دو دارو، نانو ذرات پاکلیتاکسل و میکرو ذرات لاپاتینیب درهیدروژل های حساس به دما جهت تزریق داخل توموری وارد شدند (۲۳). حامل‌های لیپیدی نانو ساختار حاوی ایماتینیب و کورکومین کونژوگه شده با لیپوپروتئین های با دانسیته بالا جهت هدف قرار دادن رسپتورهای نوع B-1 سلول‌های لنفوما طراحی شدند. نتایج تحقیق نشان داد سیستم دارورسانی لیپیدی نانو ساختار حاوی ایماتینیب و کورکومین در درمان لنفومای سلول‌های B می‌تواند از استفاده ایماتینیب به تنهایی مؤثرتر باشد.(۲۴). در یک مطالعه دارورسانی هم‌زمان راپامایسین با پیپرین که مهارکننده پمپ p- گلیکوپروتئین است توسط طراحی به فرم نانو ذرات پلیمری باعث بهبود کارایی درمانی سرطان پستان شد (۲۵). در استفاده از نانو ذرات پلیمری حاوی ۵ فلورواوراسیل و کریسین که یک ماده طبیعی برای افزایش اثر شیمی‌درمانی سرطان کولون است، افزایش اثرات مهار رشد ۵ فلورواوراسیل مشاهده شد (۲۶).

نانو داروهای تائید شده توسط سازمان غذا و داروی آمریکا جهت درمان هدفمند سرطان:

اولین نانو داروی تائید شده داکسیل است که لیپوزوم های پگیله (روکش داده شده با پلی‌اتیلن گلیکول) دوکسوروبیسین است که در سال ۱۹۹۵ برای درمان سارکوما در بیماران مبتلا به ایدز تائید شد. این نانو دارو سمیت قلبی کمتری نسبت به داروی خالص نشان داد و در حال حاضر علاوه بر اندیکاسیون اولیه در درمان سرطان پستان، تخمدان و میلوما کاربرد دارد (۲۸و۲۷). داروی بعدی ابراکسان بود که نانو ذرات آلبومین حاوی پاکلیتاکسل است که در سال ۲۰۰۵ برای درمان سرطان پستان متاستاز داده شده تائید شد. پاکلیتاکسل داروی بسیار هیدروفوبی است که جهت انحلال آن از روغن کرچک پلی اتوکسیله با نام تجاری کرموفور ای ال استفاده می‌شد که این ماده باعث

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-09]

[DOI: 10.61186/sjku.28.5.122]

سمیت نورولوژیک می‌شد. با حذف کرموفور در ابراکسان پروفایل بی‌خطری آن بهبود یافت. همچنین امکان تجویز دوزهای بالاتر بدون ایجاد عوارض جانبی و افزایش کارایی درمانی امکان‌پذیر شد (۳۰و۲۹). از داروهای دیگر می‌توان به انکسپار® (کونژوگه ال آسپاراژیناز – پلیمر پگیله)، میوست® (لیپوزوم دوکسوروبیسین)، دپوسیت® (لیپوزوم سیتارابین) و الیگارد® (نانو ذرات پلیمری لوپرولید) اشاره کرد. اولین نانو داروی دو دارویی ویزئوس® می‌باشد که در سال ۲۰۱۷ برای درمان لوسمی میلوئید حاد تائید شد که لیپوزوم های حاوی داروهای سیتارابین و دانوروبیسین است (۳۱). لیست برخی از نانو داروهای تائید شده توسط سازمان غذا و داروی آمریکا جهت درمان هدفمند سرطان در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۲. برخی از نانو داروهای تائید شده توسط سازمان غذا و داروی آمریکا جهت درمان هدفمند سرطان

اسم تجاری	نوع سیستم دارورسانی	دارو
داکسیل	لیپوزوم پگیله	دوکسوروبیسین
ابراکسان	نانو ذرات آلبومین	پاکلیتاکسل
انکسپار	کونژوگه دارو - پلیمر	آسپاراژیناز
میوست	لیپوزوم	دوکسوروبیسین
دپوسیت	لیپوزوم	سیتارابین
الیگارد	نانو ذرات پلیمری	لوپرولید
ویزئوس	لیپوزوم	سیتارابین و دانوروبیسین
جنکسول – پی ام	میسل	پاکلیتاکسل

نتیجه‌گیری

اکثر داروهای شیمی‌درمانی دارای محلولیت و سرعت انحلال پایین بوده همچنین به علت عدم اختصاصیت، سمیت سلولی بالایی دارند که منجر به ایجاد عوارض جانبی نامطلوب در بیماران می‌شود. سیستم‌های دارورسانی جدید شامل نانو ساختارهای حاوی داروهای شیمی‌درمانی از طریق هدف درمانی فعال و غیرفعال منجر به بهبود کارایی درمان سرطان می‌شوند. همچنین نانو ساختارهای حاوی دو یا چند دارو جهت درمان ترکیبی سرطان نیز از موضوعات چالش‌برانگیز است که می‌توانند از طریق کاهش مقاومت دارویی و ایجاد اثرات سینرژیستی باعث افزایش کارایی درمان انواع سرطان‌ها شوند. اگرچه توسعه سیستم‌های دارورسانی مختلف نانو ساختار جهت داروهای شیمی‌درمانی تحت مطالعه و بررسی می‌باشند؛ اما تعداد کمی از این سیستم‌ها به‌صورت نانو داروهای تائید شده، مطالعات بالینی را پشت سر گذاشته و وارد بازار دارویی شده اند.

تشکر و قدردانی

این مطالعه حمایت مالی ویژه‌ای از سوی سازمان یا نهادی دریافت نکرده است. همچنین نویسنده این مقاله مروری، تعارض منافعی برای انتشار آن ندارد.

منابع

1.Ferlay J, Colombet M, Soerjomataram I, Dyba T, Randi G, Bettio M, et al. Cancer incidence and mortality patterns in Europe: Estimates for 40 countries and 25 major cancers in 2018. Eur. J. Cancer. 2018;103:356-38. Available from: URL doi: 10.1016/j.ejca.2018.07.005.

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-09]

[DOI: 10.61186/sjku.28.5.122]

2.Ulldemolins A, Seras-Franzoso J, Andrade F, Rafael D, Abasolo I, Gener P, et al. Perspectives of nano-carrier drug delivery systems to overcome cancer drug resistance in the clinics. Cancer Drug Resist. 2021;4(1):44-68. Available from: URL doi: 10.20517/cdr.2020.59.
3. Zitvogel L, Apetoh L, Ghiringhelli F, Kroemer G. Immunological aspects of cancer chemotherapy. Nat. Rev. Immunol. 2008;8(1):59-73. Available from: URL doi: 10.1038/nri2216.
4.Yao Y, Zhou Y, Liu L, Xu Y, Chen Q, Wang Y, et al. Nanoparticle-Based Drug Delivery in Cancer Therapy and its Role in Overcoming Drug Resistance. Front. Mol. Biosci. 2020;7: 193. Available from: URL doi: 10.3389/fmolb.2020.00193.
5. Wang X, Zhang H, Chen X. Drug resistance and combating drug resistance in cancer. Cancer Drug Resist. 2019;2(2):141-160. Available from: URL doi: 10.20517/cdr.2019.10.
6. Senapati S, Mahanta AK, Kumar S, Maiti P. Controlled drug delivery vehicles for cancer treatment and their performance. Signal Transduct Target Ther. 2018;3(1):7. Available from: URL doi: 10.1038/s41392-017-0004-3.
7. Maeda H, Wu J, Sawa T, Matsumura Y, Hori K. Tumor vascular permeability and the EPR effect in macromolecular therapeutics: a review. J. Control. Release. 2000;65(1):271-284. Available from: URL doi: 10.1016/s0168-3659(99)00248-5.
8. Koo H, Huh MS, Sun I-C, Yuk SH, Choi K, Kim K, et al. In Vivo Targeted Delivery of Nanoparticles for Theranosis. Acc. Chem. Res. 2011;44(10):1018-1028. Available from: URL doi: 10.1021/ar2000138.
9. Mansoori B, Mohammadi A, Davudian S, Shirjang S, Baradaran B. The Different Mechanisms of Cancer Drug Resistance: A Brief Review. Adv Pharm Bull. 2017;7(3):339-348. Available from: URL doi: 10.15171/apb.2017.041.
10. Fülöp T, Kozma GT, Vashegyi I, Mészáros T, Rosivall L, Urbanics R, et al. Liposome-induced hypersensitivity reactions: Risk reduction by design of safe infusion protocols in pigs. J. Control Release. 2019;309:333-338. Available from: URL doi: 10.1016/j.jconrel.2019.07.005.
11. Xu H, He C, Liu Y, Jiang J, Ma T. Novel therapeutic modalities and drug delivery – erlotinib liposomes modified with galactosylated lipid: in vitro and in vivo investigations. Artif Cells Nanomed Biotechnol. 2018;46(8):1902-1907. Available from: URL doi: 10.1080/21691401.2017.1396222.
12. Bakhtiary Z, Barar J, Aghanejad A, Saei AA, Nemati E, Ezzati Nazhad Dolatabadi J, et al. Microparticles containing erlotinib-loaded solid lipid nanoparticles for treatment of non-small cell lung cancer. Drug Dev. Ind. Pharm.2017;43(8):1244-1253. Available from: URL doi: 10.1080/03639045.2017.1310223.
13. Salvi VR, Pawar P. Nanostructured lipid carriers (NLC) system: A novel drug targeting carrier. J. Drug Deliv. Sci.Technol. 2019;51: 255-267. Available from: URL doi: 10.1016/j.jddst.2019.02.017.
14. Balguri SP. Topical ophthalmic lipid nanoparticle formulations (SLN, NLC) of indomethacin for delivery to the posterior segment ocular tissues. Eur J Pharm Biopharm. 2016;109:224-235. Available from: URL doi: 10.1016/j.ejpb.2016.10.015.
15. Barghi L, Aghanejad A, Valizadeh H, Barar J, Asgari D. Modified synthesis of erlotinib hydrochloride. Adv Pharm Bull. 2012;2(1):119-122. Available from: URL doi: 10.5681/apb.2012.017.
16. Barghi L, Asgari D, Barar J, Nakhlband A, Valizadeh H. Synthesis, characterization and in vitro anti-tumoral evaluation of Erlotinib-PCEC nanoparticles. APJCP. 2015;15(23):10281-10287. Available from: URL doi: 10.7314/apjcp.2014.15.23.10281.
17. Marslin G, Sheeba CJ, Kalaichelvan VK, Manavalan R, Neelakanta Reddy P, Franklin G. Poly (D, L-lactic-co-glycolic acid) Nanoencapsulation Reduces Erlotinib-Induced Subacute Toxicity in Rat. J Biomed Nanotechnol. 2009;5(5):464-471. Available from: URL doi: 10.1166/jbn.2009.1075.
18. Werner ME, Cummings ND, Sethi M, Wang EC, Sukumar R, Moore DT, et al. Preclinical evaluation of Genexol-PM, a nanoparticle formulation of paclitaxel, as a novel radiosensitizer for the treatment of non-small cell lung cancer. Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys. 2013;86(3):463-468. Available from: URL doi: 10.1016/j.ijrobp.2013.02.009.
19. Wicki A, Witzigmann D, Balasubramanian V, Huwyler J. Nanomedicine in cancer therapy: challenges, opportunities, and clinical applications. J Control Release. 2015;200:138-157. Available from: URL doi: 10.1016/j.jconrel.2014.12.030.

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-09]

[DOI: 10.61186/sjku.28.5.122]

20. Yu X, Di Y, Xie C, Song Y, He H, Li H, et al. An in vitro and in vivo study of gemcitabine-loaded albumin nanoparticles in a pancreatic cancer cell line. Int J Nanomedicine. 2015;10:6825-6834. Available from: URL doi: 10.2147/IJN.S93835.
21. Moradpour Z, Barghi L. Novel Approaches for Efficient Delivery of Tyrosine Kinase Inhibitors. J Pharm Pharm Sci. 2019;22(1):37-48. Available from: URL doi: 10.18433/jpps29891.
22. Wei Y, Xu S, Wang F, Zou A, Zhang S, Xiong Y, et al. A novel combined micellar system of lapatinib and paclitaxel with enhanced antineoplastic effect against human epidermal growth factor receptor-2 positive breast tumor in vitro. J. Pharm. Sci. 2015;104(1):165-177. Available from: URL doi: 10.1002/jps.24234.
23. Hu H, Lin Z, He B ,Dai W, Wang X, Wang J, et al. A novel localized co-delivery system with lapatinib microparticles and paclitaxel nanoparticles in a peritumorally injectable in situ hydrogel. J Control Release. 2015;220(Pt A):189-200. Available from: URL doi: 10.1016/j.jconrel.2015.10.018.
24. Setareh J, Jaleh V. Co-delivery of Curcumin and Imatinib by Nanostructured Lipid Carriers in the Treatment of Lymphoma. Int Pharm Acta. 2018;1(1):37-38. Available from: URL doi: 10.22037/ipa.v1i1.19945.
25. Katiyar SS, Muntimadugu E, Rafeeqi TA, Domb AJ, Khan W. Co-delivery of rapamycin- and piperine-loaded polymeric nanoparticles for breast cancer treatment. Drug Deliv. 2016;23(7):2608-2616. Available from: URL doi: 10.3109/10717544.2015.1039667.
26. Khaledi S, Jafari S, Hamidi S, Molavi O, Davaran S. Preparation and characterization of PLGA-PEG-PLGA polymeric nanoparticles for co-delivery of 5-Fluorouracil and Chrysin. J. Biomater. Sci. Polym. Ed. 2020;31(9):1107-1126. Available from: URL doi: 10.1080/09205063.2020.1743946.
27. Ventola CL. Progress in Nanomedicine: Approved and Investigational Nanodrugs. P&T. 2017;42(12):742-755.
28. Gabizon A, Catane R, Uziely B, Kaufman B, Safra T, Cohen R, et al. Prolonged circulation time and enhanced accumulation in malignant exudates of doxorubicin encapsulated in polyethylene-glycol coated liposomes. Cancer Res. 1994;54(4):987-992.
29. Hamad I, Moghimi SM. Critical issues in site-specific targeting of solid tumours: the carrier, the tumour barriers and the bioavailable drug. Expert Opin. Drug Deliv. 2008;5(2):205-219. Available from: URL doi: 10.1517/17425247.5.2.205.
30. Miele E, Spinelli GP, Miele E, Tomao F, Tomao S. Albumin-bound formulation of paclitaxel (Abraxane® ABI-007) in the treatment of breast cancer. Int J Nanomedicine. 2009;4:99. Available from: URL doi: 10.2147/ijn.s3061.
31. Mayer LD, Tardi P, Louie AC. CPX-351: a nanoscale liposomal co-formulation of daunorubicin and cytarabine with unique biodistribution and tumor cell uptake properties. Int J Nanomedicine. 2019;14: 3819- 3830. Available from: URL doi: 10.2147/IJN.S139450.

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-09]

[DOI: 10.61186/sjku.28.5.122]