

نانوتکنولوژی در انتقال دارو و داروسازی

Nanotechnology for Drug Delivery and Pharmaceuticals

RAVINDRA PRATAP SINGH

ناظر و ویراستار علمی:

پروفسور مژگان بنده پور

استاد گروه زیست فناوری پزشکی دانشکده فناوریهای نوین پزشکی، مرکز تحقیقات
بیولوژی سلولی و مولکولی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

مترجمین:

دکتر سپیده غنی

استادیار دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

دکتر راضیه نظری وانانی

استادیار دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد

دکتر شبنم توانگر روستا

دکترای پزشکی مولکولی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی



- عنوان و نام پدیدآور : نانو تکنولوژی در انتقال دارو و داروسازی / [ویراستاران راویندرا پراتاپسینگ... و دیگران]؛ مترجمین سپیده غنی، راضیه نظری و انانی، شبنم توانگر روستا؛ ناظر و ویراستار علمی مژگان بندپور.
- مشخصات نشر : تهران: دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید بهشتی، انتشارات، ۱۴۰۵.
- مشخصات ظاهری : ۵۵۵ ص.: مصور، جدول، نمودار.
- شابک : 978-622-4968-99-9
- وضعیت فهرست نویسی : فیا
- یادداشت : عنوان اصلی: Nanotechnology for drug delivery and pharmaceuticals, [2023].
- یادداشت : کتابنامه.
- یادداشت : نمایه.
- موضوع : دارورسانی -- نوآوری
- Drug delivery systems -- Technological innovations
- نانوذرات
- Nanoparticles
- شناسه افزوده : پراتاپ سینگ، راویندرا، ویراستار
- شناسه افزوده : Pratap Singh, Ravindra
- شناسه افزوده : غنی، سپیده، ۱۳۶۵-، مترجم
- شناسه افزوده : نظری و انانی، راضیه، ۱۳۶۸-، مترجم
- شناسه افزوده : توانگر روستا، شبنم، ۱۳۷۳-، مترجم
- شناسه افزوده : بندپور، مژگان، ۱۳۴۸-، ویراستار
- شناسه افزوده : دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید بهشتی. انتشارات
- رده بندی کنگره : ۵/۱۹۹RS
- رده بندی دیویی : ۶/۶۱۵
- شماره کتابشناسی ملی : ۱۰۵۴۲۲۶۵

عنوان	: نانو تکنولوژی در انتقال دارو و داروسازی
مترجمین	: دکتر سپیده غنی - دکتر راضیه نظری و انانی - دکتر شبنم توانگر روستا
نویسندگان	: KSHITIJ RB SINGH - RAVINDRA PRATAP SINGH : CHARLES OLUWASEUN ADETUNJI -JAY SINGH
نوبت چاپ	: اول / ۱۴۰۵
انتشارات	: دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید بهشتی
شمارگان	: ۵۰۰ جلد
چاپ و نشر	: روشنی
شماره شابک	: ۹۷۸-۶۲۲-۴۹۶۸-۹۹-۹
صحافی	: درنا
قیمت	: ۲/۲۰۰ / ۰۰۰ تومان

فهرست مطالب

بخش ۱	تحویل هدفمند دارو.....	۱
فصل ۱	مقدمه‌ای بر تکنیکهای تحویل دارو مبتنی بر رویکردهای نانوتکنولوژی.....	۲
	سنتز نانوحامل‌ها و نانوداروها برای دارورسانی هدفمند.....	۴
	کاربرد نانوحامل‌ها.....	۱۰
	تومورها.....	۱۰
	بیماریهای نورودژنراتیو.....	۱۵
	کاربرد نانوداروها.....	۱۷
	دارورسانی هدفمند.....	۲۰
	منابع.....	۲۵
فصل ۲	روشهای ساخت نانوحامل‌های مختلف برای داروسازی هدفمند.....	۳۸
	نانوحامل‌های مختلف برای تحویل دارو.....	۳۹
	روشهای ساخت نانوحاملها.....	۴۵
	منابع.....	۴۹
فصل ۳	نانوحامل‌های سنتز شده به صورت بیولوژیکی به منظور تحویل هدفمند دارو.....	۵۸
	نانوحامل‌های بیولوژیک مورد استفاده در دارورسانی.....	۶۱
	نانوحامل‌های هوشمند در مداخلات بالینی و استفاده برای درمانهای هدفمند.....	۸۰
	منابع.....	۸۳
فصل ۴	نانوپزشکی و نانوحامل‌ها برای درمان سرطان.....	۹۶
	نانوتکنولوژی در درمان سرطان.....	۹۹
	نانوتکنولوژی تا نانوداروها.....	۱۰۲
	نانوتکنولوژی واکسن‌های نوظهور.....	۱۰۳
	بهبود تحویل دارو به تومور.....	۱۰۶
	منابع.....	۱۴۱

فصل ۵	نقش نانوحامل‌ها در درمان التهاب.....	۱۴۷
	درمان ضدالتهابی با استفاده از سیستم تحویل دارو مبتنی بر نانوذرات.....	۱۵۳
	درمان بیماری‌های التهابی با استفاده از نانوذرات.....	۱۵۵
	منابع.....	۱۶۳
فصل ۶	تشخیص اختلالات نورودژنراتیو با فنآوری نانو و نانوداروها.....	۱۷۳
	پاتوزنز و فارماکولوژی اختلالات نورودژنراتیو.....	۱۷۵
	تشخیص اختلالات نورودژنراتیو با فنآوری نانو و نانوداروها.....	۱۸۵
	محصولات نانوتکنولوژی تأیید شده برای بیماری‌های عصبی.....	۱۹۹
	منابع.....	۲۰۳
فصل ۷	پتانسیل‌های نانوپزشکی و نانوحامل‌ها برای درمان بیماری‌های عفونی.....	۲۱۲
	رویکردهای نانوتکنولوژی در برابر مقاومت میکروبی.....	۲۱۷
	استراتژی‌های مورد استفاده برای درمان بیماری‌های عفونی.....	۲۲۲
	ارزیابی نانوذرات ضدباکتری حیوانی.....	۲۲۶
	منابع.....	۲۳۱
فصل ۸	نانوداروهای حاصل از منشاء گیاه و نانوحامل‌های جدید برای درمان سرطان.....	۲۳۸
	سیستم‌های مختلف نانوحامل‌های مبتنی بر گیاهان برای درمان سرطان.....	۲۴۱
	چشم‌اندازها و موانع آینده نانو مواد برای درمان سرطان.....	۲۴۹
	منابع.....	۲۵۱
فصل ۹	کاربرد پزشکی نانو و نانوحامل‌ها در درمان بیماری‌های غیرعفونی.....	۲۶۴
	شیمی و مکانیزم عمل پزشکی نانو و نانوحامل‌ها در درمان بیماری‌های غیرعفونی.....	۲۶۵
	کاربرد نانومواد در طراحی واکسن‌ها، از جمله واکسنهای COVID-19.....	۲۷۸
	منابع.....	۲۷۹
فصل ۱۰	استراتژی‌های تحویل هدفمند غیرفعال و فعال دارو.....	۲۸۸
	تحویل هدفمند غیرفعال دارو.....	۲۸۹
	خواص فیزیکوشیمیایی نانوحامل‌ها.....	۲۹۲
	تحویل فعال هدفمند دارو.....	۲۹۴

منابع.....	۲۹۶
فصل ۱۱ کاربرد سیستمهای مختلف تحویل دارو و مزایا و معایب آن.....	۳۰۴
اهداف کاربردی تحویل هدفمند دارو.....	۳۰۵
نانومواد به عنوان پلتفرمهای درمانی.....	۳۰۷
مقایسه سیستمهای مختلف نانوحامل.....	۳۱۳
خطرات نانوداروها.....	۳۲۲
روندهای آینده نانوحاملها در توزیع دارو.....	۳۲۴
منابع.....	۳۲۶
فصل ۱۲ کاربردهای بالینی و آزمایشات بالینی آینده سیستم دارورسانی.....	۳۳۸
کاربردهای بالینی.....	۳۴۰
آینده آزمایشهای بالینی.....	۳۶۰
منابع.....	۳۶۳
فصل ۱۳ مزایای نانوداروهای هدفمند نسبت به سیستم دوز معمولی.....	۳۸۶
تجویز داروها.....	۳۸۷
سیستمهای دارورسانی.....	۳۹۰
تکامل سیستمهای دارورسانی به میکرو/نانورباتها.....	۳۹۷
آینده نانوپزشکی و سیستمهای دارورسانی.....	۴۰۰
منابع.....	۴۰۱
فصل ۱۴ ارزیابی ریسک نانومواد مختلف: دیدگاه ایمنی سلامت.....	۴۰۷
ارزیابی مواجهه با نانوذرات.....	۴۱۱
نانوذرات داخل سلولی و خارج سلولی.....	۴۱۸
سمیت زیست محیطی.....	۴۲۲
منابع.....	۴۲۵

بخش ۲ دارورسانی

فصل ۱۵ مقدمه‌ای بر کاربرد نانوتکنولوژی در صنعت دارورسانی.....	۴۳۸
پیشرفت‌های اخیر در صنعت دارو.....	۴۴۱
روندهای بازار محصولات دارویی نانو.....	۴۵۰
منابع.....	۴۵۴
فصل ۱۶ پیشرفت‌های اخیر در صنایع دارورسانی.....	۴۶۱
توسعه داروهای جدید.....	۴۶۲
توسعه سیستم‌های دارورسانی.....	۴۶۵
منابع.....	۴۷۵
فصل ۱۷ راهبردهای سنتز، مزایا و معایب نانوذرات دارویی.....	۴۷۹
فرایند طراحی و مکانیسم دارورسانی مبتنی بر نانوذرات دارویی.....	۴۸۱
نقش نانوذرات دارویی در فرمولاسیون‌های دارورسانی.....	۴۹۲
منابع.....	۴۹۵
فصل ۱۸ اختراعات اخیر و روند بازار محصولات دارویی نانو.....	۴۹۷
تحلیل اختراعات.....	۵۰۱
توزیع جغرافیایی.....	۵۰۳
داروهای نانو برای دارورسانی.....	۵۰۶
منابع.....	۵۱۳
فصل ۱۹ دیدگاه‌ها، مسائل ایمنی و عوامل قانونی.....	۵۱۶
مواد نانو در کاربردهای دارویی.....	۵۱۶
آمار و حقایق بازار نانوداروها.....	۵۱۷
روند کنونی در نانوداروها.....	۵۱۸
طراحی نانوداروها و درمانهای نوین.....	۵۲۰
خطرات مرتبط با پیشرفتهای نانوداروها.....	۵۲۲
منابع.....	۵۳۳

خلاصه ای از مقدمه نویسندگان

این فناوری روز به روز در حال به‌روزرسانی و مدرن شدن است. نانوفناوری نقش بدیعی در ایجاد تغییرات انقلابی در حوزه‌های مختلف علوم زیستی، مانند دارورسانی، تشخیص و غذا ایفا کرده است. پیشرفت از استفاده از پمادهای حجیم تا ایجاد نانوفیلیم‌ها و نانوکامپوزیت‌ها روی پوست سوخته، نمونه‌ای چشمگیر است که سفر ستودنی نانوفناوری را از میکروبیولوژی توصیف می‌کند. نانوتکنولوژی شاخه‌ای از علم و فناوری است که با هدف توسعه مواد یا دستگاه‌های نانومقیاس انجام می‌شود. این فناوری عمدتاً به دلیل اندازه منحصر به فرد خود، از ۱ تا ۱۰۰ نانومتر، مورد توجه و علاقه زیادی قرار گرفته است. این مواد خواص شیمیایی، فیزیکی، بیولوژیکی، نوری و الکتریکی منحصر به فردی از خود نشان می‌دهند که آنها را از مواد بزرگ متمایز می‌کند. ایده تولید محصولات نانومقیاس که قادر به تقلید از عملکردهای مشابه سلول باشند، نیروی محرکه اصلی توسعه فناوری نانو در حوزه‌های زیست‌پزشکی بوده است، همراه با تقاضای روزافزون برای علم و فناوری برای رشد در حوزه‌های پزشکی و محیط زیست، باعث پیشرفت فناوری نانو شده است که یکی از شش فناوری کلیدی توانمندساز است. اگرچه اکسید فلزی و نانوذرات تولید شده از طریق مسیرهای فیزیکی و شیمیایی، سمیتی برای محیط زیست و سلول‌های زنده نشان می‌دهند، اما در حوزه زیست‌پزشکی کمتر مورد توجه قرار می‌گیرند. این کتاب همچنین حقایق مهم و مطالعات دقیقی در مورد نانوحامل‌های نویدبخش مختلف مانند لیپوزوم‌ها، نانوحامل‌های پلیمری، میسل‌ها، دندریمرها، هیدروژل‌ها، نانوحامل‌های فلزی، نقاط کوانتومی، نانوحامل‌های پایه سرامیکی، نانوحامل‌های مبتنی بر کربن، آگروزوم‌ها و نانوحامل‌های مبتنی بر ویروس ارائه می‌دهد. علاوه بر این، استفاده از این نانوحامل‌ها در کاربردهای درمانی بیماری‌های مختلف مانند سرطان، التهاب، اختلالات عصبی مانند بیماری هانتینگتون و بیماری آلزایمر، ویروس نقص ایمنی انسانی و بیماری التهابی روده نیز به طور خلاصه در این کتاب برجسته شده است. همچنین بحث مفصلی در مورد استراتژی‌های هدف‌گیری غیرفعال و فعال با استفاده از روش‌ها و لیگاندهای مختلف مزدوج ارائه شده است.

RAVINDRA PRATAP SINGH

KSHITIJ RB SINGH

JAY SINGH

CHARLES OLUWASEUN ADETUNJI

پیشگفتار مترجمین

نانوفناوری، علم روز دنیا است و نقش مهمی در حوزه های علوم زیستی، دارورسانی، تشخیص و همچنین علوم مهندسی و صنایع مختلف دارد. تولید محصولات در مقیاس ۱ تا ۱۰۰ نانومتر که از عملکردهای مشابه سلول تقلید می نمایند از جمله تحقیقات علوم زیستی می باشند. در این میان سنتز سبز به عنوان یک روش پایدار برای تولید اکسید فلزی و نانوذرات نگرانی سمیت این ذرات را کمتر نموده است. فناوری نانو در دارورسانی هدفمند و درمان، پیشگیری و تشخیص بسیار کاربردی و مفید بوده است.

این کتاب ترجمه کتاب "نانوتکنولوژی در انتقال دارو و داروسازی" می باشد. این کتاب کاربرد فناوری نانو را در حوزه زیست پزشکی، درمان و تشخیص مورد بررسی قرار داده است. مخاطبین این کتاب، محققین و دانشجویان رشته های داروسازی، بیوتکنولوژی و نانوتکنولوژی می باشند.

مترجمین کتاب

بهار ۱۴۰۵

بخش ۱

تحویل هدفمند دارو

فصل ۱

مقدمه‌ای بر تکنیک‌های تحویل دارو مبتنی بر رویکردهای نانوتکنولوژیکی

Kshitij RB Singh, Gunjan Nagpure, Jay Singh and Ravindra Pratap Singh

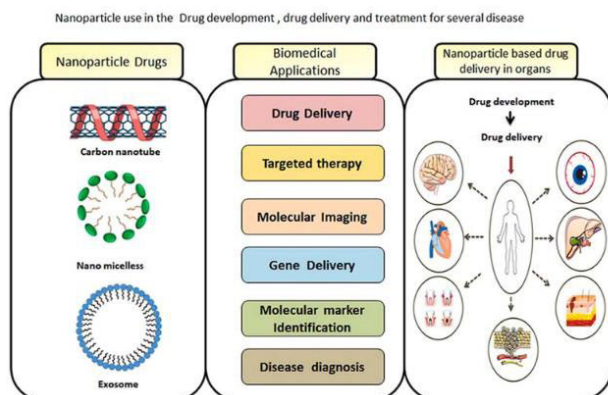
مقدمه

نانوتکنولوژی یک موضوع میان رشته‌ای است که با مواد در مقیاس نانو (۱ تا ۱۰۰ نانومتر) سر و کار دارد و کاربرد عمیقی در زمینه‌های مختلف مانند الکترونیک، شیمی، بیوتکنولوژی، مهندسی و علوم فیزیکی و مواد پیدا کرده است. همچنین، مواد در مقیاس نانو می‌توانند یک سیستم یا دستگاه باشند، یا اینکه می‌توانند کامپوزیت‌ها، کمپلکس‌ها یا ساختارهای سوپرمولکولی باشند (Wilkinson, 2003). علاوه بر پیشرفت‌های سایر زمینه‌های علمی مانند مهندسی و الکترونیک، نانوتکنولوژی نیز پیشرفت‌های قابل توجهی در کاربردهای پزشکی مانند دارورسانی، درمان ژنی، تصویربرداری و تکنیک‌های کشف داروی جدید نشان داده است (Choi & Montemagno, 2016). نانوذرات با ابعاد کمتر از ۱۰۰ نانومتر در یک بعد، متشکل از مواد زیست‌تخریب‌پذیر مختلف مانند پلیمرهای طبیعی و مصنوعی هستند. نانوذرات در مقایسه با مولکول‌های بزرگتر، توسط سلول‌ها با کارایی بیشتری جذب می‌شوند و بنابراین می‌توانند به عنوان ابزارهای موثر در توسعه دارو، دارورسانی و درمان بسیاری از اختلالات مورد بررسی قرار گیرند (شکل ۱-۱) (Sahu et al., 2021). برای کاربردهای درمانی، داروها می‌توانند یا به سطح ذرات متصل شوند یا در ماتریکس ذرات ادغام شوند. یک سیستم هدفمند دارویی باید بتواند سرنوشت دارو را پس از ورود به محیط زیستی کنترل کند (Liu et al., 2009). همچنین، فناوری‌های نانو دارو ابزار حیاتی برای رونق بازار دارو در صنعت داروسازی به شمار می‌روند. گزارش‌ها حاکی از آن است که سیستم‌های تحویل دارو (DDS)^۱ می‌توانند به طور قابل توجهی به فروش جهانی دارو کمک کنند. بر اساس استراتژی‌ها، حدود ۱۳٪ از بازار دارویی جهانی به فروش محصولاتی اختصاص دارد که شامل DDS هستند (Mohanty et al., 2017; Swamy & Sinniah, 2016).

در حال حاضر، بسیاری از صنایع داروسازی جدید محصولات پیشرفته‌ای ارائه می‌دهند و تلاش‌های خود را برای توسعه DDSهای جدید و کارآمدتر، مناسب‌تر و مبتنی بر عملکرد موثر افزایش می‌دهند. با این

¹ drug delivery systems

توسعه، تقاضا برای DDSها به تدریج به دلیل پیشرفت‌های آنها نسبت به رویکردهای سنتی در حال افزایش است (Thilakarathna & Rupasinghe, 2013). نانو مواد (NMs^2) نقش مؤثری در تحویل دارو به نقاط هدف بیماری نشان داده‌اند تا جذب داروهای با حلالیت پایین را افزایش دهند. به علاوه، نانوذرات مبتنی بر اسید پلی‌لاکتیک (PLA^3) و اسید پلی‌لاکتیک/گلیکولیک ($PLGA^4$) با موفقیت برای محصور کردن دگزامتازون تنظیم شده‌اند.



شکل ۱-۱: تصویر شماتیک استفاده از نانوذرات در حوزه پزشکی.

علاوه بر این، نانوحامل‌ها نیز پیشرفت‌های امیدوارکننده‌ای در DDSهای هدفمند نشان داده‌اند. به دلیل نسبت بالای سطح به حجم، نانوحامل‌ها قابلیت تغییر فعالیت زیستی و خواص اساسی داروها را ارائه می‌دهند. همچنین، فناوری نانو به عنوان ابزاری قدرتمند برای فرار از محدودیت‌های DDSهای سنتی ظهور کرده است (Kamal et al., 2012).

این فصل کتاب با عنوان "مقدمه‌ای بر تکنیک‌های تحویل دارو مبتنی بر رویکردهای نانوتکنولوژیکی" به دنبال برجسته کردن کاربردهای رویکرد نانوتکنولوژیکی در DDSها در حوزه پزشکی می‌باشد. کتاب همچنین روش‌های ساخت و سنتز بیولوژیکی نانوحامل‌ها برای DDSهای هدفمند را در فصل‌های ۲ و ۳ توضیح خواهد داد. فصل ۴ به نانوداروها و نانوحامل‌ها در درمان سرطان می‌پردازد. همچنین، فصل ۵

² Nanomaterials

³ polylactic acid

⁴ poly(lactic/glycolic acid)