نانومواد و کاربرد آن در پزشکی

www.ketab.ir

گردآوری و تدوین

شیدا لباف

دانشیار دانشکده مهندسی مواد گروه مواد پزشکی
دانشگاه صنعتی اصفهان

مهسا محمدزاده

دانشجوی دکتری دانشکده مهندسی مواد گروه نانومواد
دانشگاه صنعتی اصفهان

انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان

شماره کتاب ۱۸۸ گروه فنی و مهندسی ۸۲

نانومواد و کاربرد آن در پزشکی

گردآوری و تدوین..... :	شیدا لباف- مهسا محمدزاده
صفحه‌آرا و طراح جلد..... :	مرضیه خردمند
ناشر..... :	انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان
لیتوگرافی، چاپ و صحافی..... :	چاپخانه دانشگاه صنعتی اصفهان
چاپ اول..... :	تابستان ۱۴۰۲
شمارگان..... :	۲۰۰ جلد
شابک..... :	۹۷۸-۶۰۰-۸۲۵۷-۶۷-۷
قیمت..... :	۳۰۰۰۰۰۰ ریال

سرشناسه	: لباف، شیدا، ۱۳۶۴
عنوان و نام پدیدآور	: نانومواد و کاربرد آن در پزشکی/ گردآوری و تدوین شیدا لباف، مهسا محمدزاده.
مشخصات نشر	: اصفهان: دانشگاه صنعتی اصفهان، انتشارات، ۱۴۰۲.
مشخصات ظاهری	: چهارده، ۲۹۸ ص.: مصور، جدول، نمودار.
فروست	: انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان؛ ۱۸۸. گروه مهندسی؛ ۸۲
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۸۲۵۷-۶۷-۷
وضعیت فهرست‌نویسی	: فیپا
یادداشت	: ص.ع. به انگلیسی: Nanomaterials and their Application in Medicine.
یادداشت	: واژه‌نامه.
یادداشت	: کتابنامه.
موضوع	: نانوپزشکی Nanomedicine نانوذرات - خواص درمانی Nanoparticles - Therapeutic use
	نانوتکنولوژی Nanotechnology
شناسه افزوده	: محمدزاده، مهسا، ۱۳۷۲
شناسه افزوده	: دانشگاه صنعتی اصفهان. انتشارات
رده بندی کنگره	: RA۵۷
رده بندی دیویی	: ۶۱۰/۲۸
شماره کتابشناسی ملی	: ۹۳۵۴۲۵۵

حق چاپ برای انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان محفوظ است.

اصفهان: دانشگاه صنعتی اصفهان ـ انتشارات ـ کدپستی ۸۴۱۵۶-۸۳۱۱۱ تلفن: ۳۳۹۱۲۹۵۲(۰۳۱) دورنگار: ۳۳۹۱۲۵۵۲ (۰۳۱)

برای خرید اینترنتی کلیه کتاب‌های منتشره انتشارات می‌توانید به وبگاه http://publication.iut.ac.ir مراجعه و یا مستقیما از کتابفروشی انتشارات واقع در کتابخانه مرکزی دانشگاه صنعتی اصفهان (تلفن ۳۳۹۱۳۹۵۲) خریداری فرمائید.

www.ketab.ir

پیشگفتار

در سال‌های اخیر، حوزه‌های علمی و صنعتی متعددی از معرفی فناوری نانو و نانومواد و سیر تکامل مربوط به آنها بهره‌مند گشته‌اند. این امر به‌طور ویژه‌ای در پزشکی و انقلاب در این عرصه که به‌عنوان علم نانوپزشکی شناخته می‌شود، قابل مشاهده است. این کتاب بر معرفی جامع تمامی بحث‌های مرتبط با مفاهیم اساسی نانومواد در عرصه پزشکی، تمرکز دارد.

کتاب نانومواد و کاربرد آن در پزشکی، ارتباط بین مهندسی مواد و علوم پزشکی از نگاه نانوفناوری را تشریح می‌کند. در این کتاب مطالب مقدماتی و پایه‌ای به همراه آخرین دستاوردها در این حوزه برای مخاطبان ارائه می‌شود که دانستن آنها برای هر آموزنده و پژوهشگری در این زمینه حائز اهمیت است. مخاطبان اصلی این کتاب، پژوهشگران و مهندسان مواد، نانومواد، بیومواد، مکانیک، شیمی و سایر رشته¬های فنی و مهندسی که با علوم پزشکی و زیستی سروکار دارند و تمام افراد علاقمند به مطالعه و پژوهش در این عرصه، هستند.

مطالب ارائه شده در کتاب، منطبق با سرفصل‌های واحد دانشگاهی درسی با همین نام، یعنی "نانومواد در پزشکی" که در مقطع تحصیلات تکمیلی رشته مهندسی مواد پیشرفته در دانشکده مهندسی مواد دانشگاه صنعتی اصفهان تدریس می‌شود، تألیف و گردآوری شده است؛ بنابراین می‌توان این کتاب را به‌عنوان یک مرجع دانشگاهی نیز معرفی کرد. همچنین، باید اشاره کرد که براساس علم روز دنیا، آینده متعلق به پژوهشگرانی است که در مرز بین دو یا چند رشته مطالعه و پژوهش می‌کنند؛ از اینرو اهمیت کتاب حاضر و نقش مؤثر آن در تعیین مسیر پژوهشی پژوهشگران و دانشمندان آینده در این عرصه مشخص می‌گردد. انتظار می‌رود که مخاطب کتاب، علاوه بر یادگیری اصول علمی و تخصصی حوزه نانوپزشکی، به سیر تحولات در حوزه نانو- بیومواد، فناوری‌ها نوین ساخت و اهمیت روند سریع توسعه و کاربردها در این حوزه را دریابد و در مطالعات و پژوهش‌های خود بکار گیرد.

www.ketab.ir

فهرست مطالب

۱: تاریخچه‌ای مختصر از فناوری نانو و مقدمه‌ای بر ... ۱

منابع ۶

۲: نانوذرات فلزات گران‌بها ۷

۲-۱ مقدمه ۷

۲-۲ نانوذرات طلا ۷

۲-۲-۱ سنتز و خواص ۱۰

۲-۲-۱-۱ نانوکره‌های طلا ۱۰

۲-۲-۱-۲ نانوکره‌های توخالی طلا ۱۲

۲-۲-۱-۳ نانوپوسته‌های طلا ۱۴

۲-۲-۱-۴ نانومیله‌های طلا ۱۵

۲-۲-۱-۵ نانوستاره‌های طلا ۱۶

۲-۲-۱-۶ نانوقفس‌های طلا ۱۷

۲-۲-۱-۷ نانوخوشه‌های طلا ۱۹

۲-۲-۱-۸ نانوحباب‌های طلا ۲۱

۲-۲-۲ اصلاح سطح و عاملدار کردن ۲۱

۲-۲-۲-۱ کونژوگه شدن مولکول‌های پایان‌یافته با تیول ۲۳

۲-۲-۲-۲ جذب پلی الکترولیت لایه به لایه ۲۳

۲-۲-۲-۳ پوشش سیلیکا ۲۴

۲-۲-۳ روش‌های شناسایی ۲۵

۲-۲-۴ کاربردهای زیست‌پزشکی ۲۷

۲-۲-۴-۱ نانوذرات طلا به‌عنوان حسگرهای زیستی ۲۸

۲-۲-۴-۲ نانوذرات ناهمسانگرد طلا در درمان و تصویربرداری ۳۶

www.ketab.ir

۲-۲-۴-۳ نانوذرات طلای ناهمسانگرد به‌عنوان ... ۴۳
۲-۳ نانوذرات نقره ۴۶
۲-۳-۱ خواص نانوذرات نقره ۴۶
۲-۳-۲ روش‌های سنتز نانوذرات نقره ۴۸
۲-۳-۲-۱ روش‌های فیزیکی ۴۸
۲-۳-۲-۲ روش‌های شیمیایی ۴۹
۲-۳-۲-۳ روش‌های بیولوژیکی ۵۱
۲-۳-۳ اصلاح سطح و عاملدار کردن نانوذرات نقره ۵۳
۲-۳-۳-۱ اتصال گروه‌های لیگاند به ... ۵۳
۲-۳-۳-۲ جذب الکترواستاتیک زیست مولکول‌های باردار به ... ۵۴
۲-۳-۳-۳ اتصال کووالانسی گروه‌های عاملدار شده به ... ۵۴
۲-۳-۳-۴ اتصال غیر کووالانسی بر اساس ... ۵۴
۲-۳-۴ روش‌های شناسایی ۵۲
۲-۳-۵ کاربردهای زیست‌پزشکی ۵۶
۲-۳-۵-۱ خاصیت ضدباکتریایی ۵۶
۲-۳-۵-۲ خاصیت ضدقارچ و ضدویروس بودن نانوذرات نقره ۵۷
۲-۳-۵-۳ پانسمان زخم ۵۷
۲-۳-۵-۴ سوند (کاتترها) ۵۷
۲-۳-۵-۵ سیمان استخوان و مفصل‌های مصنوعی ۵۸
۲-۳-۵-۶ تشخیص بیماری و تصویربرداری ۵۸
۲-۳-۵-۷ مواد دارویی درمان سرطان ۵۹
۲-۳-۵-۸ سایر کاربردهای پزشکی ۵۹
۲-۴ جمع‌بندی ۶۰
منابع ۶۱

۳: نانوذرات اکسید سریم ۷۳

۳-۱ پیش‌زمینه ۷۳
۳-۱-۱ گونه‌های اکسیژنی واکنش‌پذیر و گونه‌های نیتروژنی واکنش‌پذیر در ... ۷۳
۳-۱-۲ نانوذرات سریم اکساید ۷۵
۳-۲ روش‌های ساخت و مشخصه‌یابی نانوذرات سریم ۷۸
۳-۳ کاربردهای پزشکی ۷۹

www.ketab.ir

۳-۳-۱ دیابت ۷۹
۳-۳-۱-۱ پیش‌عمل‌آوری سلول‌های β با نانوذرات اکسید سریم در ۸۰
۳-۳-۱-۲ نانوذرات اکسید سریم در پیوند سلولβ ۸۱
۳-۳-۱-۳ نانوذرات اکسید سریم برای تسکین عوارض دیابت ۸۳
۳-۳-۱-۴ نوروپاتی دیابت، ترمیم زخم و پای دیابتی ۸۴
۳-۳-۲ سرطان ۸۷
۳-۳-۲-۱ نانوذرات اکسید سریم برای کشتن هدفمند... ..... ۸۸
۳-۳-۲-۲ نانوذرات اکسید سریم و پرتودرمانی ۸۹
۳-۳-۲-۳ نانوذرات اکسید سریم مورد استفاده در پرتو درمانی و ۹۰
۳-۳-۲-۴ نقش نانوذرات اکسید سریم در توسعه تومور ۹۱
۳-۳-۳ زوال عصبی ۹۲
۳-۳-۳-۱ نانوذرات اکسید سریم به‌عنوان درمانی برای بیماری آلزایمر ۹۳
۳-۳-۳-۲ نانوذرات اکسید سریم و ام اس ۹۵
۳-۳-۴ استفاده از نانوذرات اکسید سریم در سکته ایسکمیک ۹۶
۳-۳-۵ نانوذرات اکسید سریم به‌عنوان یک محافظ ریه در برابر سموم محیطی ۹۷
۳-۴ جمع‌بندی‌ها و پیشنهادات آینده ۹۹
منابع ۱۰۱

۴: نقاط کوانتومی ۱۰۷

۴-۱ مقدمه‌ای بر نقاط کوانتومی ۱۰۷
۴-۲ سنتز نقاط کوانتومی ۱۰۹
۴-۳ اصلاح و بیوکونژوگه کردن سطوح نقاط کوانتومی ۱۱۲
۴-۴ روش‌های مشخصه‌یابی نقاط کوانتومی ۱۱۵
۴-۵ پروب‌های آنتی‌بادی بر پایه نقاط کوانتومی ۱۱۶
۴-۵-۱ کونژوگاسیون آنتی‌بادی ۱۱۸
۴-۵-۲ طراحی پروب فشرده نقاط کوانتومی-آنتی‌بادی ۱۲۰
۴-۵-۳ فاکتورهای کنترل‌کننده بارگذاری آنتی‌بادی بر سطوح نقاط کوانتومی ۱۲۱
۴-۶ حسگرهای زیستی نقاط کوانتومی ۱۲۳
۴-۶-۱ حسگرهای pH نقاط کوانتومی ۱۲۴
۴-۶-۲ حسگرهای یون فلزی نقاط کوانتومی ۱۲۶
۴-۷ پروب‌های DNA نقاط کوانتومی ۱۲۷

www.ketab.ir

۴-۷-۱ راهکارهای کونژوگاسیون غیرکووالانسی نقاط کوانتومی DNA- ۱۲۷
۴-۷-۲ راهکارهای کونژوگاسیون کووالانسی نقاط کوانتومی DNA- ۱۳۰
۴-۷-۳ کاربردهای حسگر نقاط کوانتومی DNA- ۱۳۱
۴-۸ سیستم‌های دارورسانی نقاط کوانتومی برای درمان سرطان ۱۳۳
۴-۸-۱ سیستم‌های دارورسانی نقاط کوانتومی فعال‌شونده ۱۳۷
۴-۹ تصویربرداری از باکتری‌ها با استفاده از نقاط کوانتومی فلورسانس ۱۴۱
۴-۱۰ کاربرد نقاط کوانتومی به‌عنوان عامل ضدمیکروبی یا ... ۱۴۲
۴-۱۱ نتیجه‌گیری و چشم‌انداز ۱۴۳
منابع ۱۴۶

۵: نانوذرات مغناطیسی ۱۵۳

۵-۱ مقدمه ۱۵۳
۵-۲ فریت‌های مگنتیت، مگمیت و جایگزین ۱۵۴
۵-۲-۱ نانوذرات و زیست‌پزشکی مغناطیسی ۱۵۴
۵-۲-۲ فازهای اکسید آهن ۱۵۵
۵-۳ خلاصه‌ای از خواص مغناطیسی ۱۵۸
۵-۳-۱ منحنی‌های مغناطش و انواع مواد مغناطیسی ۱۵۸
۵-۳-۲ خواص مغناطیسی گزارش شده متداول ۱۶۰
۵-۴ روش‌های متداول سنتز و شناسایی ۱۶۴
۵-۴-۱ سنتز در فاز مایع (تئوری لامر) ۱۶۶
۵-۴-۲ روش‌های شناسایی ۱۶۹
۵-۵ کاربردهای بالینی ۱۷۲
۵-۵-۱ تصویربرداری تشدید مغناطیسی ۱۷۴
۵-۵-۲ فراگرمایی سیال مغناطیسی ۱۷۸
۵-۵-۳ تصویربرداری از گره لنفاوی نگهبان(SLN) ۱۸۳
۵-۶ کاربردهای نوظهور ۱۸۵
۵-۶-۱ فراگرمایی سیال مغناطیسی برای القاء پاسخ ایمنی ضدتوموری ۱۸۵
۵-۶-۲ رهاسازی دارو از طریق تحریک مغناطیسی ۱۸۶
۵-۷ نتیجه‌گیری نهایی ۱۸۸
منابع ۱۸۹

www.ketab.ir

۶: نانوذرات سیلیکا ۱۹۵
۶-۱ مقدمه ۱۹۵
۶-۲ سنتز نانوذرات سیلیکا ۱۹۷
۶-۳ کاربردهای پزشکی نانوذرات سیلیکا ۲۰۱
۶-۴ انواع جدید نانوذرات سیلیکا MONs و PMOs ۲۰۸
۶-۵ جمع‌بندی ۲۱۱
منابع ۲۱۲

۷: شیشه‌های زیست فعال ۲۱۵
۷-۱ مقدمه ۲۱۵
۷-۲ روش‌های سنتز شیشه‌های زیست‌فعال ۲۱۷
۷-۲-۱ روش ذوبی ۲۱۷
۷-۲-۲ روش سل- ژل ۲۱۸
۷-۳ روش‌های شناسایی شیشه‌های زیست‌فعال ۲۲۱
۷-۴ واکنش سطحی شیشه‌های زیست-فعال ۲۲۳
۷-۴-۱ مراحل تشکیل هیدروکسی آپاتیت ۲۲۴
۷-۵ کاربردهای پزشکی شیشه‌های زیست‌فعال ۲۲۶
۷-۵-۱ کاربردهای ارتوپدی ۲۲۷
۷-۵-۲ درمان یونی ۲۲۸
۷-۵-۳ مهندسی بافت ۲۲۸
۷-۵-۴ دارورسانی ۲۳۰
۷-۶ جمع‌بندی و چشمانداز آینده ۲۳۲
منابع ۲۳۳

۸: نانوذرات پلیمری ۲۳۵
۸-۱ مقدمه ۲۳۵
۸-۲ پلیمرهای رایج در نانوپزشکی ۲۳۸
۸-۲-۱ پلیمرهای طبیعی ۲۳۹
۸-۲-۱-۱ پلی‌ساکاریدهای طبیعی ۲۳۹
۸-۲-۱-۱-۱ هیالورونیک اسید ۲۴۱
۸-۲-۱-۱-۲ سلولز ۲۴۱

www.ketab.ir

۸-۲-۱-۱-۳ کیتوسان ۲۴۱
۸-۲-۱-۲ پروتئین‌های طبیعی ۲۴۲
۸-۲-۲ پلیمرهای سنتزی ۲۴۲
۸-۲-۲-۱ پلی‌استرها ۲۴۳
۸-۲-۲-۱-۱ پلی(گلیکولیک اسید) ۲۴۴
۸-۲-۲-۱-۲ پلی(لاکتیک اسید) ۲۴۵
۸-۲-۲-۱-۳ پلی(لاکتیک-کو-گلیکولیک اسید) ۲۴۵
۸-۲-۲-۱-۴ پلی(ε-کاپرولاکتون) ۲۴۶
۸-۲-۲-۲ پلی‌انیدریدها ۲۴۶
۸-۲-۲-۳ پلی‌آمین‌ها ۲۴۶
۸-۲-۳ پلیمرهای پاسخگو به محرک ۲۴۶
۸-۲-۳-۱ پلیمرهای پاسخگو به دما ۲۴۷
۸-۲-۳-۲ پلیمرهای پاسخگو به pH ۲۴۷
۸-۳ روش‌های رایج ساخت ۲۴۸
۸-۳-۱ روش‌های بالا به پایین ۲۴۸
۸-۳-۱-۱ تبخیر حلال امولسیون‌سازی ۲۴۸
۸-۳-۱-۲ نفوذ حلال امولسیون‌سازی ۲۴۹
۸-۳-۱-۳ روش‌های بر پایه لیتوگرافی نرم ۲۵۰
۸-۳-۱-۴ تزریق ترکیبی الکتروهیدرودینامیکی ۲۵۱
۸-۳-۲ روش‌های پایین به بالا ۲۵۱
۸-۳-۲-۱ ترسیب نانو ۲۵۳
۸-۳-۲-۲ پلیمریزاسیون امولسیونی ۲۵۳
۸-۳-۲-۳ پلیمریزاسیون فصل مشترک ۲۵۴
۸-۳-۲-۴ لایه به لایه (LbL) ۲۵۴
۸-۴ روش‌های شناسایی ۲۵۴
۸-۵ کاربرد نانوذرات پلیمری ۲۵۵
۸-۵-۱ نانوذرات پلیمری برای درمان سرطان ۲۵۵
۸-۵-۱-۱ نانوذرات پلیمر برای افزایش تجمع توموری ۲۵۷
۸-۵-۱-۲ نانوذرات پلیمری برای گنجاندن مؤثر مواد فعال دارویی ۲۵۸
۸-۵-۲ نانوذرات پلیمر برای مهندسی ایمنی ۲۵۹

www.ketab.ir

۸-۵-۲-۱ نانوذرات پلیمر برای واکسن‌ها ۲۵۹
۸-۵-۲-۱-۱ نانوذرات پلیمری برای واکسن‌های پیشگیرانه ۲۶۰
۸-۵-۲-۱-۲ نانوذرات پلیمر برای واکسن‌های درمانی ۲۶۰
۸-۵-۳ نانوذرات پلیمری برای بیماری‌های عفونی ۲۶۱
۸-۵-۴ نانوذرات پلیمری برای بیماری‌های ریوی ۲۶۲
۸-۵-۵ نانوذرات پلیمر برای بیماری‌های قلبی- عروقی ۲۶۳
۸-۶ جمع‌بندی ۲۶۵
منابع ۲۶۵

۹: نانوامولسیون‌ها ۲۷۵

۹-۱ مقدمه ۲۷۵
۹-۲ آماده‌سازی نانوامولسیون ۲۷۷
۹-۳ روش‌های شناسایی و ارزیابی نانوامولسیون‌ها ۲۸۳
۹-۳-۱ اندازه ذرات ۲۸۳
۹-۳-۲ پایداری ۲۸۳
۹-۳-۳ ویسکوزیته و رسانایی ۲۸۳
۹-۳-۴ مورفولوژی ۲۸۳
۹-۴ پایداری و رئولوژی نانوامولسیون ۲۸۳
۹-۵ فرمول‌های نانوامولسیون برای داروهای آب‌گریز ۲۸۶
۹-۵-۱ فرمول‌های موضعی که مستقیماً در پوست استفاده می‌شوند ۲۸۶
۹-۵-۲ فرمول‌های چشمی ۲۸۹
۹-۵-۳ سایر حالت‌های تحویل ۲۹۱
۹-۶ نانوامولسیون‌ها به‌عنوان الگویی برای نانوبلورهای داروی آب‌گریز ۲۹۲
۹-۷ نانوامولسیون‌ها برای سنتز ماده پیشرفته در کاربردهای زیست- پزشکی ۲۹۳
۹-۸ جمع‌بندی و دورنمای آینده ۲۹۶
منابع ۲۹۸

۱۰: لیپوزوم‌ها ۳۰۳

۱۰-۱ مقدمه‌ای بر لیپوزوم‌ها ۳۰۳
۱۰-۲ روش‌های آماده‌سازی و شناسایی ۳۰۵
۱۰-۲-۱ روش‌های سنتی تولید لیپوزوم ۳۰۷

www.ketab.ir

۱۰-۲-۲ روش‌های نوین تهیه لیپوزوم ۳۰۸
۱۰-۲-۳ روش‌های شناسایی ۳۱۰
۱۰-۳ موانع و راهکارهای دارورسانی لیپوزومی ۳۱۱
۱۰-۳-۱ سیستم رتیکولوآندوتلیال ۳۱۱
۱۰-۳-۲ تبادلات درون‌سلولی و فرار اندوزومی ۳۱۲
۱۰-۳-۲-۱ تشکیل زوج یونی (فاز هگزاگونال معکوس) ۳۱۲
۱۰-۳-۲-۲ اثر بافری pH (اثر اسفنج پروتونی) ۳۱۴
۱۰-۳-۲-۳ پپتیدها و پروتئین‌های فوزوژنیک (یا همجوشی‌زایی) ۳۱۴
۱۰-۳-۳ معضل پلی‌اتیلن گلیکول (PEG) و لیپوزوم‌های پاسخگو به محیط ۳۱۴
۱۰-۳-۳-۱ لیپوزوم‌های پاسخگو به pH ۳۱۵
۱۰-۳-۳-۲ لیپوزوم‌های حساس به اکسایش-کاهش ۳۱۶
۱۰-۳-۳-۳ لیپوزوم‌های پاسخگو به آنزیم ۳۱۶
۱۰-۳-۳-۴ لیپوزوم‌های حساس به دما ۳۱۷
۱۰-۴ لیگاندهای هدف‌گذاری و راهکارهای جفت شدن ۳۱۷
۱۰-۴-۱ لیپوزوم‌های متصل (کونژوگه) به آنتی‌بادی ۳۱۸
۱۰-۴-۲ لیپوزوم‌های متصل به پپتید ۳۱۸
۱۰-۴-۳ لیپوزوم‌های متصل به آپتامر ۳۱۹
۱۰-۴-۴ لیپوزوم‌های متصل به مولکول کوچک ۳۱۹
۱۰-۵ نتیجه‌گیری ۳۱۹
منابع ۳۲۰

۱۱: نانومواد کربنی ۳۲۳

۱۱-۱ مقدمه ۳۲۳
۱۱-۱-۱ فولرن‌ها ۳۲۴
۱۱-۱-۲ گرافن ۳۲۴
۱۱-۱-۳ نانولوله‌های کربنی (CNTs) ۳۲۵
۱۱-۱-۴ نانوالماس‌ها (NDs) ۳۲۶
۱۱-۲ روش‌های سنتز، اصلاح سطح و شناسایی نانومواد کربنی ۳۲۸
۱۱-۲-۱ روش‌های سنتز ۳۲۸
سنتز گرافن با لایه‌برداری مکانیکی و شیمیایی ۳۲۸
سنتز گرافن و نانولوله‌های کربنی با رسوب‌دهی شیمیایی بخار (CVD) .. ۳۲۹

www.ketab.ir

سنتز فولرن با استفاده از روش تخلیه قوس الکتریکی ۳۳۰
سنتز نانولوله کربنی و فولرن با استفاده از روش فرسایش لیزری..... ۳۳۰
۱۱-۲-۲ اصلاح و عامل‌دار کردن سطح ۳۳۱
۱۱-۲-۳ روش‌های شناسایی..... ۳۳۵
۱۱-۳ برهمکنش‌های بیولوژیکی..... ۳۴۱
۱۱-۴ کاربردهای درمانی ۳۴۳
۱۱-۴-۱ کاربرد در سرطان ۳۴۳
۱۱-۴-۲ کاربردهای دیگر غیر سرطانی..... ۳۴۵
۱۱-۴-۳ کاربرد در پروتئین‌ها و پپتیدها..... ۳۴۷
۱۱-۴-۴ کاربرد در ژن‌درمانی ۳۴۷
۱۱-۴-۵ کاربرد در درمان فتوترمال ۳۴۹
۱۱-۴-۶ کاربرد در درمان فوتودینامیکی..... ۳۵۰
۱۱-۱ کاربرد در تصویربرداری زیستی..... ۳۵۰
۱۱-۵-۱ کاربرد در تصویربرداری نوری ۳۵۰
۱۱-۵-۲ کاربرد در تصویربرداری غیرنوری..... ۳۵۲
۱۱-۶ کاربرد در حسگرهای زیستی/تشخیص و تشخیص-درمان ۳۵۳
۱۱-۷ کاربرد در مهندسی و ترمیم بافت ۳۵۴
۱۱-۸ خلاصه: چشم‌اندازهای آینده و محدودیت‌های اصلی..... ۳۵۷
منابع..... ۳۵۹

۱۲: نانومواد دو بعدی ۳۶۹

۱۲-۱ مقدمه..... ۳۶۹
۱۲-۲ سنتز و ویژگی‌های نانومواد دو بعدی ۳۷۲
۱۲-۳ خواص فیزیکی‌شیمیایی نانومواد دو بعدی ۳۷۴
۱۲-۳-۱ ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی..... ۳۷۴
۱۲-۳-۲ فصل‌مشترک نانو-بیو و برهمکنش‌های سلولی..... ۳۷۶
۱۲-۳-۳ زیست‌سازگاری نانومواد دوبعدی..... ۳۷۷
۱۲-۴ کاربردهای بیوپزشکی نانومواد دو بعدی..... ۳۷۷
۱۲-۴-۱ پزشکی ترمیمی ۳۷۷
۱۲-۴-۲ عوامل درمانی سرطان..... ۳۷۷
۱۲-۴-۳ حسگری زیستی و تصویربرداری زیستی ۳۷۸

www.ketab.ir

۱۲-۵ انواع نانومواد دوبعدی ۳۷۹
۱۲-۵-۱ کالکوژنایدهای فلز واسطه (TMDs) و ۳۷۹
سنتز و ویژگی‌ها ۳۷۹
خواص فیزیکی‌شیمیایی ۳۸۱
کاربردهای پزشکی ۳۸۲
۱۲-۵-۲ هیدروکسیدهای دو لایه(LDHs) ۳۸۶
سنتز و ویژگی‌ها ۳۸۶
خواص فیزیکی‌شیمیایی ۳۸۷
کاربردهای پزشکی ۳۸۸
۱۲-۵-۳ نانورس سنتزی ۳۹۰
سنتز و ویژگی‌ها ۳۹۰
خواص فیزیکی‌شیمیایی ۳۹۱
کاربردهای پزشکی ۳۹۲
۱۲-۵-۴ فلزات واسطه(MXenes) ۳۹۵
سنتز و ویژگی‌ها ۳۹۵
خواص فیزیکی‌شیمیایی ۳۹۶
کاربردهای پزشکی ۳۹۶
۱۲-۵-۵ نانوورقه‌های پلیمری ۳۹۷
سنتز و ویژگی‌ها ۳۹۷
خواص فیزیکی‌شیمیایی ۳۹۹
کاربردهای پزشکی ۳۹۹
۱۲-۵-۶ نانومواد دوبعدی نوظهور ۴۰۱
۱۲-۵-۶-۱ چهارچوب‌های فلزی-آلی (MOFs) ۴۰۱
۱۲-۵-۶-۲ چهارچوب‌های آلی کووالانسی(COFs) ۴۰۵
۱۲-۵-۶-۳ نانومواد دوبعدی با توالی معین ۴۰۷
۱۲-۵-۶-۴ نانومواد دوبعدی بر پایه DNA ۴۰۷
۱۲-۵-۶-۵ نانومواد دوبعدی بر پایه پروتئین ۴۰۸
۱۲-۵-۶-۶ نانومواد دوبعدی بر پایه پپتید ۴۰۹
۱۲-۵-۶-۷ نانومواد دوبعدی بر پایه پپتوئید ۴۰۹
۱۲-۶ نتیجه‌گیری و چشم‌انداز ۴۱۰

www.ketab.ir

منابع ۴۱۱

۱۳: عملکرد و پایداری نانو ذرات در محیط‌های بیولوژیکی ۴۲۳

۱۳-۱ مقدمه ۴۲۳

۱۳-۲ بررسی‌های کلی درباره تولید نانوذرات ۴۲۵

۱۳-۲-۱ سنتز نانوذرات معدنی ۴۲۵

۱۳-۲-۲ اصلاح سطح (عاملدار کردن) ۴۲۶

۱۳-۳ توصیف پایداری کلوئیدی ۴۲۸

۱۳-۳-۱ تفرق دینامیک نور و بادسنجی لیزری دوپلر ۴۲۸

۱۳-۳-۲ طیف‌سنجی ماوراءبنفش - مرئی ۴۳۰

۱۳-۳-۳ الکتروفورز ژل ۴۳۰

۱۳-۳-۴ کروماتوگرافی اندازه طردی ۴۳۱

۱۳-۴ تعیین غلظت: امور مربوط به دوز ۴۳۲

۱۳-۵ تعیین پروتئین کرونا ۴۳۳

۱۳-۶ پایداری در محیط‌های مرتبط با بیولوژیک ۴۳۵

۱۳-۷ مرتبط کردن خواص فیزیوشیمیایی پایه با ۴۳۷

۱۳-۸ تجزیه در محیط‌های بیولوژیکی ۴۳۸

۱۳-۹ نتایج ۴۴۱

منابع ۴۴۲

۱۴: برهمکنش‌های زیستی/ سلولی نانومواد ۴۴۷

۱۴-۱ مقدمه ۴۴۷

۱۴-۲ جذب سلولی نانوذرات ۴۴۹

۱۴-۲-۱ مسیرهای مبتنی بر اندوسیتوز ۴۴۹

۱۴-۲-۱-۱ اندوسیتوز وابسته به کلاترین ۴۵۱

۱۴-۲-۱-۲ اندوسیتوز وابسته به کاوئولین ۴۵۱

۱۴-۲-۱-۳ اندوسیتوز مستقل از کلاترین و کاوئولین ۴۵۲

۱۴-۲-۱-۴ فاگوسیتوز ۴۵۳

۱۴-۲-۱-۵ ماکروپینوسیتوز ۴۵۴

۱۴-۲-۲ تحویل سیتوپلاسمی مستقیم نانوذرات ۴۵۵

۱۴-۲-۲-۱ ورود سیتوپلاسمی با انتقال مستقیم ۴۵۵

www.ketab.ir

۱۴-۲-۲-۲ ورود سیتوپلاسمی از طریق همجوشی لیپیدی ۴۵۷
۱۴-۲-۲-۳ الکتروپوراسیون ۴۵۷
۱۴-۲-۲-۴ میکروواینجکشن (میکروتزریق) ۴۵۸
۱۴-۳ کنترل جذب نانوذرات از طریق طراحی مواد ۴۵۹
۱۴-۳-۱ اندازه و شکل نانوذرات ۴۶۰
۱۴-۳-۲ بار نانوذرات ۴۶۳
۱۴-۳-۳ الاستیسیته (خاصیت ارتجاعی) نانوذرات ۴۶۵
۱۴-۳-۴ اصلاحات سطح نانوذرات با لیگاندهای هدف ۴۶۶
۱۴-۴ جمع‌بندی، نتیجه‌گیری و چشم‌انداز ۴۷۱
منابع ۴۷۲

واژه‌نامه ۴۷۹

www.ketab.ir