فهرست مطالب

فهرست مطالب ۵
پیشگفتار ۹
فصل اول: نانوپزشکی و مهندسی بافت ۱۱
۱.۱ مقدمه ۱۱
۱.۱.۱ نانوپزشکی ۱۱
۲.۱.۱ مهندسی بافت ۱۲
۲.۱ ارتباط نانوپزشکی و مهندسی بافت ۱۲
۱.۲.۱ روش‌های نانوتکنولوژی در مهندسی بافت استخوان ۱۴
۲.۲.۱ اهداف نانوپزشکی در مهندسی بافت قلب ۱۵
۳.۲.۱ روش‌های نانوپزشکی در مهندسی بافت پوست ۱۶
۴.۲.۱ روش‌های نوین پزشکی در مهندسی بافت مغز ۱۶
۵.۲.۱ روش‌های نانوپزشکی برای دیگر ترتیب‌های مهندسی بافت ... ۱۶
۳.۱ سیستم‌های رساندن نانودارو برای مهندسی بافت ۱۷
۱،۳.۱ تشخیص و درمان بیماری با استفاده از علم نانو ۱۷
۲.۳.۱ نانوپزشکی ترمیمی ۱۸
۳،۳.۱ رساندن نانوداروها ۱۸
۴.۱ کاربردهای پزشکی نانوتکنولوژی مولکولی ۲۱
۱.۴.۱ نانوروبات‌ها ۲۲
۲.۴.۱ دستگاه‌های ترمیم سلولی ۲۲
۵.۱ خلاصه و مسیر آینده ۲۳
فصل دوم: بیومواد: طراحی توسعه و کاربردهای زیست پزشکی ۲۹
۱.۲ مقدمه ۲۹
۲.۲ طراحی بیومواد ۳۰
۱.۲.۲ پلیمرها ۳۰
۲.۲.۲ فلزات ۳۱
۳.۲.۲ مواد ترکیبی ۳۱
۴.۲.۲ سرامیک‌ها ۳۲
۳.۲ مفاهیم پایه برای طراحی بیومواد ۳۳
۴.۲ ویژگی‌های بیومواد ۳۳
۱.۴.۲ غیر سمی بودن ۳۳
۲.۴.۲ سازگاری با بافت زنده ۳۴
۳.۴.۲ عدم واکنش بدن به عوامل خارجی ۳۴
۴.۴.۲ خواص مکانیکی و اجرا ۳۴
۱. عملکرد مکانیکی ۳۴
۲. دوام مکانیکی ۳۴
۳. خواص فیزیکی ۳۴
۵.۲ انواع اصلی واکنش بافت در تماس با بیومواد ۳۵
۱.۵.۲ آسیب ۳۵
۲.۵.۲ برهمکنش‌های خون-مواد و آغاز واکنش التهابی ۳۶
۳.۵.۲ تشکیل ماتریکس موقت ۳۶
۴.۵.۲ التهاب حاد ۳۶
۵.۵.۲ التهاب مزمن ۳۶
۶.۵.۲ بافت التیامی ۳۶
۷.۵.۲ واکنش بدن بیگانه ۳۷
۸.۵.۲ کپسوله‌سازی فیبروز و تصلب بافت ۳۷
۶.۲ بررسی رفتار بیومواد ۳۷
۱.۶.۲ بررسی خواص فیزیکی ۳۷
۲.۶.۲ ارزیابی محیط آزمایشگاهی ۳۸
۳.۶.۲ ارزیابی محیط‌های بالینی ۳۸
۷.۲ بررسی مشخصات خواص بیومواد در آزمایشات بالینی ۳۹
۱.۷.۲ واکنش‌های حساسیت، سوزش و آزمون تزریقی ۳۹
۲.۷.۲ سمیت بدن نیمه حاد و خونریزی‌های حاد ۴۰
۳.۷.۲ سمیت ژنی ۴۰
۴.۷.۲ جایگذاری ماده یا وسیله پزشکی در بدن ۴۰
۵.۷.۲ خون سازگاری ۴۱
۶.۷.۲ سمیت مزمن ۴۱
۷.۷.۲ سرطان‌زایی ۴۱
۸.۷.۲ تناسل و سمیت گسترده ۴۱
۹.۷.۲ زیست فروپاشی ۴۱
۱۰.۷.۲ واکنش‌های مصونیت ۴۲
۸.۲ کاربردهای بیومواد ۴۲
۱.۸.۲ کاربردهای ارتوپدی ۴۲
۲.۸.۲ کاربردهای چشم پزشکی ۴۳
۳.۸.۲ کاربردهای قلبی-عروقی ۴۳
۴.۸.۲ کاربردهای دندانی ۴۴
۵.۸.۲ کاربردهای پوشاننده زخم ۴۴
۶.۸.۲ کاربردهای دیگر ۴۴

۹.۲ مسیرهای آینده در بیومواد ۴۵
۱۰.۲ نتایج ۴۶
فصل سوم: الکتروریسی پلیمرها برای مهندسی بافت ۴۹
۱.۳ مقدمه ۴۹
۲.۳ تاریخچه الکتروریسی ۵۰
۳.۳ شروع آزمایشی و اصول پایه ۵۰
۱.۳.۳ سابقه تئوری ۵۲
۴.۳ اثرات پارامترها روی الکتروریسی ۵۲
۱.۴.۳ پارامترهای محلول ۵۲
۲.۴.۳ هدایت و سرعت ۵۲
۳.۴.۳ وزن مولکولی ۵۳
۴.۴.۳ فشار سطح ۵۳
۵.۴.۳ هدایت محلول ۵۳
۶.۴.۳ ولتاژ موردنیاز ۵۳
۷.۴.۳ سرعت جریان محلول ۵۴
۸.۴.۳ فاصله نوک سوزن تا جمع‌کننده ۵۴
۹.۴.۳ مواد متشکله و هندسه جمع‌کننده ۵۴
۱۰.۴.۳ عوامل محیطی ۵۴
۵.۳ کاربردهای بیوشیمیایی نانوالیاف الکتروریسی شده ۵۴
۶.۳ نتیجه‌گیری ۵۵
فصل چهارم: نانو الیاف شبیه سازی شده زیستی در مهندسی بافت ۵۹
اسکلتی – عضلانی ۵۹
۱.۴ نیازهای ساختاری و عملی بافت‌های اسکلتی – عضلانی ۵۹
۱.۱.۴ تاندون‌ها و رباط‌ها ۵۹
۲.۱.۴ مینیسک زانو ۶۰
۳.۱.۴ دیسک میان مهره‌ای ۶۰
۴.۱.۴ استخوان ۶۰
۵.۱.۴ سطح مشترک بافت ۶۱
۲.۴ نانوالیاف به عنوان داربست‌های سه‌بعدی برای نوسازی بافت ۶۲
۱.۲.۴ الیاف هم‌راستا برای مهندسی اسکلتی – عضلانی ۶۲
۲.۲.۴ الیاف نواری برای نوسازی تاندون و رباط ۶۳
۳.۲.۴ هیبریدها، نانوکامپوزیت‌ها و سطوح دارای مواد معدنی الیاف در نوسازی استخوان ۶۴
۳.۴ شباهت‌های ماتریکس برون سلولی برای نوسازی غضروف ۶۵
۴.۴ نانوالیاف زیست فعال و روش‌های تثبیت زیست مولکولها ۶۶
۵.۴ محل ژن توسط نانوالیاف ۶۷
۶.۴ تکنیک‌هایی برای بهبود تخلخل و تصفیه سلولی در داربست‌های نانوالیاف ۶۸
۷.۴ داربست‌های نانوالیاف برای نوسازی سطح مشترک ۶۹
۸.۴ نتیجه‌گیری ۷۰
فصل پنجم: هیدروژل‌ها – کاندیداهایی نویدبخش برای مهندسی بافت ۷۷
۱.۵ مقدمه ۷۷
۲.۵ پلیمر ۷۷
۳.۵ هیدروژل ۷۹
۱.۳.۵ خواص مهم هیدروژل ۷۹
۲.۳.۵ دسته‌بندی هیدروژل‌ها ۸۱
۴.۵ انواع متفاوت هیدروژل‌های مورد استفاده در مهندسی بافت. ۸۳
۱.۴.۵ فیبروئین و هیدروژل‌های ابریشمی ۸۳
۲.۴.۵ هیدروژل حساس به عوامل محیطی ۸۴
۳.۴.۵ هیدروژل پاسخگو به دما ۸۵
۴.۴.۵ هیدروژل‌های پاسخگو به گلوکز ۸۵
۵.۴.۵ هیدروژل‌های پاسخگو به pH ۸۵
۶.۴.۵ هیدروژل‌های میکرو مهندسی شده ۸۵
۷.۴.۵ هیدروژل‌های پلیمریزاسیون نوری ۸۶
۸.۴.۵ هیدروژل‌های نانو کامپوزیتی ۸۷
۵.۵ نتیجه‌گیری ۸۷
فصل ششم: داربست‌های سه بعدی در جایگزینی سلول‌های اثنی عشر لوزالمعده ۹۵
۱.۶ مقدمه ۹۵
۲.۶ عامل ترکیب با اکسیژن اولیه در زنده ماندن جزیره ۱۰۰
۳.۶ نتیجه ۱۰۱
فصل هفتم: داربست‌ها و خواص آنتی باکتریالی ۱۰۳
۱.۷ مقدمه ۱۰۳
۲.۷ نانوذرات شرکت‌کننده در داربست‌های ضدباکتریانی ۱۰۴
۱.۲.۷ داربست‌های مهندسی بافت مربوط به نانوذرات نقره ۱۰۴
۲.۲.۷ داربست‌های مهندسی بافت دارای نانوذرات اکسید روی ۱۰۶
۳.۲.۷ داربست‌های مهندسی بافت نانو سریای دوپه شده با نانوذرات ۱۱۱
۳.۷ داربست‌های مهندسی بافت دارای آنتی‌بیوتیک ۱۱۲
۴.۷ نتیجه‌گیری ۱۱۷
فصل هشتم: مهندسی بافت پوست، روال حال حاضر ۱۲۱
۱.۸ مقدمه ۱۲۱
۲.۸ مهندسی بافت پوست با استفاده از نانوتوپوگرافی ۱۲۲
۳.۸ سلول‌های بنیادین در مهندسی بافت پوست ۱۲۳
۴.۸ درمان زخم پوستی جنینی بدون جای زخم ۱۲۵
۵.۸ نتیجه‌گیری ۱۲۵
فصل نهم: کیتوسان و کاربردهایش به عنوان داربست‌های مهندسی بافت ۱۲۹
۱.۹ مقدمه ۱۲۹
۲.۹ کیتوسان بعنوان داربستی بیومواد در مهندسی بافت ۱۲۹
۱.۲.۹ داربست منفذدار (متخلخل) ۱۳۰
۲.۲.۹ داربست میکروسفر ۱۳۲

۳.۲.۹ داربست‌های هیدروژلی ۱۳۴
۴.۲.۹ داربست نانوالیاف ۱۳۶
۳.۹ کاربردهای زیست‌پزشکی ۱۳۶
۱.۳.۹ مهندسی بافت استخوان ۱۳۶
۴.۹ نتیجه‌گیری ۱۳۸
فصل دهم: کپسوله کردن سلول با هیدروژل‌های خودآرای پلیمری ۱۴۳
۱.۱۰ مقدمه ۱۴۳
۲.۱۰ تهیه‌ی هیدروژل‌های خودساخته ۱۴۴
۱.۲.۱۰ روش (A) ۱۴۴
۲.۲.۱۰ روش (B) ۱۴۴
۳.۱۰ خواص هیدروژل‌ها در سلول ۱۴۵
۱.۳.۱۰ خواص فیزیکی هیدروژل‌ها ۱۴۵
۲.۳.۱۰ تجزیه زیستی هیدروژل‌ها ۱۴۵
۳.۳.۱۰ تخلخل هیدروژل‌ها ۱۴۶
۴.۱۰ هیدروژل‌های خودساخته (خودمونتاژ) ۱۴۶
۵.۱۰ اهمیت پلیمرهای سنتزی و طبیعی در هیدروژل‌ها ۱۴۷
۱.۵.۱۰ پلیمرهای طبیعی ۱۴۷
۲.۵.۱۰ پلیمرهای سنتزی ۱۵۰
۳.۵.۱۰ پلیمرهای طبیعی و سنتزی ۱۵۳
۶.۱۰ توسعه هیدروژل‌های خودساخته ۱۵۴
۷.۱۰ مسیرهای آینده ۱۵۵
۸.۱۰ نتیجه‌گیری ۱۵۶
فصل یازدهم: دارورسانی نانوتکنولوژی در درمان سرطان ۱۶۳
۱.۱۱ سرطان ۱۶۳
۲.۱۱ جهش ژن ۱۶۳
۱.۲.۱۱ ژن سرطان ۱۶۴
۲.۲.۱۱ ژن‌های جلوگیری کننده‌ی تومور ۱۶۴
۳.۲.۱۱ ژن‌های اصلاح DNA ۱۶۴
۳.۱۱ نانوتکنولوژی و کاربردهای آن ۱۶۴
۴.۱۱ تشخیص سرطان ۱۶۵
۱.۴.۱۱ تشخیص سرطان با استفاده از زیست نشانگر ۱۶۵
۲.۴.۱۱ تصویربرداری سرطان ملکولی ۱۶۵
۳.۴.۱۱ تشخیص سرطان ملکولی ۱۶۶
۵.۱۱ نانوتکنولوژی دارویی ۱۶۷
۱.۵.۱۱ نانولوله‌های کربنی ۱۶۷
۲.۵.۱۱ ذرات کوانتومی ۱۶۸
۳.۵.۱۱ دندریمرها ۱۷۱
۴.۵.۱۱ نانوذرات فلزی ۱۷۳
۶.۱۱ نتیجه‌گیری ۱۷۳
فصل دوازدهم: نانوپزشکی در ترانسوتیک ۱۷۹
۱.۱۲ مقدمه ۱۷۹
۲.۱۲ نانوترانوستیک – یک مفهوم جدید از نانوپزشکی ۱۸۰
۳.۱۲ طراحی عوامل ترانوستیک ۱۸۱
۴.۱۲ تشخیص با تصویربرداری نانوترانوستیک ۱۸۲
۱.۴.۱۲ نقش نانوذرات کوانتومی ۱۸۳
۲.۴.۱۲ نانوذرات طلا بعنوان عوامل تصویربرداری ۱۸۴
۳.۴.۱۲ نانوذرات اکسید آهند سوپر پارا مغناطیسی درام آر آی ۱۸۵
۵.۱۲ درمان در نانوترانوستیک‌ها – داروها ۱۸۵
۱.۵.۱۲ داروهای شیمیایی ۱۸۵
۲.۵.۱۲ داروهای ژنتیکی ۱۸۶
۶.۱۲ حامل‌های سیستم نانوترانوستیک ۱۸۷
۱.۶.۱۲ میسل‌ها بعنوان یک حامل ترانوستیک ۱۸۸
۲.۶.۱۲ لیپوزوم‌ها در نانوترانوستیک‌ها ۱۸۸
۷.۱۲ کاربردهای ترانوستیک – موقعیت حاضر ۱۸۹
۸.۱۲ آینده‌ی نانوترانوستیک‌ها ۱۹۱
۹.۱۲ نتیجه‌گیری ۱۹۳
فصل سیزدهم: نانوذرات با تبدیل بالا ۱۹۷
۱.۱۳ مقدمه ۱۹۷
۲.۱۳ خواص نانوذرات با تبدیل بالا ۱۹۷
۳.۱۳ کاربردها در دارورسانی ۱۹۸
۴.۱۳ کاربردها در تصویربرداری بیولوژیکی ۱۹۹
۵.۱۳ کاربردها در آشکارسازی بیولوژیکی ۲۰۰
۶.۱۳ نتیجه‌گیری و دیدگاه آینده ۲۰۱
فصل چهاردهم: نانوذرات طلا در داروسازی سرطان ۲۰۳
۱.۱۴ مقدمه ۲۰۳
۲.۱۴ نانوتکنولوژی سرطان ۲۰۳
۱.۲.۱۴ نانومواد برای کاربردهای زیست‌پزشکی ۲۰۴
۲.۲.۱۴ توزیع زیستی نانوذرات ۲۰۴
۳.۲.۱۴ نفوذ (تراوش) بهبود یافته و اثر بازداریش ۲۰۵
۴.۲.۱۴ هدف‌گیری منفعل توسط نانوذرات ۲۰۵
۵.۲.۱۴ هدف‌گیری فعال توسط نانوذرات ۲۰۶
۶.۲.۱۴ قدرت فائق آمدن بر مقاومت دارویی ۲۰۶
۳.۱۴ نانوذرات طلا ۲۰۷
۱.۳.۱۴ نانوذرات طلا در زیست‌شناسی و پزشکی ۲۰۸
۲.۳.۱۴ نانوذرات طلا در درمان سرطان ۲۰۸
۳.۳.۱۴ زیست سازگاری نانوذرات طلا ۲۱۲
۴.۱۴ نتیجه‌گیری ۲۱۳
فصل پانزدهم: بررسی‌های سم‌شناسی در نانوپزشکی ۲۲۱
۱.۱۵ مقدمه ۲۲۱
۲.۱۵ پتانسیل بازار نانوپزشکی ۲۲۱
۳.۱۵ سمیت مربوط به نانوپزشکی ۲۲۲
۱.۳.۱۵ دندریمرها ۲۲۲

۲.۳.۱۵ نانولوله‌های کربنی ۲۲۳
۳.۳.۱۵ فولرن‌ها ۲۲۴
۴.۳.۱۵ ذرات کوانتومی ۲۲۷
۵.۳.۱۵ نانوذرات فلزی ۲۲۹
۴.۱۵ فاکتورهای مؤثر بر سمیت نانودارو ۲۳۲
۱.۴.۱۵ اندازه ۲۳۲
۲.۴.۱۵ شکل نانومواد ۲۳۲
۳.۴.۱۵ بار سطح ۲۳۲
۴.۴.۱۵ ترکیب ۲۳۴
۵.۴.۱۵ پوشش سطح ۲۳۴
۵.۱۵ آزمایش سم‌شناسی ۲۳۵
۱.۵.۱۵ روش‌های آزمایشگاهی ۲۳۵
۲.۵.۱۵ روش‌هایی در بدن موجودات زنده ۲۳۵
۳.۵.۱۵ روش‌های کامپیوتری ۲۳۶
۶.۱۵ نتیجه‌گیری ۲۳۶
فصل شانزدهم: نقش تحقیقات سمیت نانومواد در ارزیابی سلامت(امنیت)نانومواد ۲۴۳
۱.۱۶ مقدمه ۲۴۳
۲.۱۶ اثر خواص نانومواد برروی برهمکنش‌های زیستی آنها ۲۴۵
۳.۱۶ یک چهارچوب مفهومی برای تحقیقات سمیت در نانوپزشکی ۲۴۶
۴.۱۶ نانو سمیت ژنی – یک عامل اصلی برای ارزیابی امنیت نانومواد ۲۴۸
۱.۴.۱۶ آزمایش استاندارد برای ارزیابی سمیت ژنی ۲۴۸
۲.۴.۱۶ تطابق آزمایش‌های استاندارد برای ارزیابی سمیت ژنی نانومواد ۲۵۳
۵.۱۶ سمیت ژنی نانومواد با تمرکز بر تولید داربست ۲۵۵
۱.۵.۱۶ پلیمرها ۲۵۶
۲.۵.۱۶ سرامیک ۲۵۷
۳.۵.۱۶ کامپوزیت‌ها ۲۵۷
۶.۱۶ مسیرهای بیشتر در ارزیابی سمیت ژنی نانومواد در مهندسی بافت ۲۵۸
۷.۱۶ نتایج ۲۵۹
فصل هفدهم: آینده نانوتکنولوژی در مهندسی بافت ۲۶۷
۱.۱۷ مقدمه ۲۶۷
۱.۱.۱۷ داربست ۲۶۸
۲.۱.۱۷ مهندسی بافت غضروف و استخوان ۲۷۰
۳.۱.۱۷ مهندسی بافت رگ ۲۷۳
۴.۱.۱۷ تولید دوباره‌ی عصب ۲۷۵
۵.۱.۱۷ نانومواد در مهندسی بافت مثانه ۲۷۹
۲.۱۷ نتیجه‌گیری و چشم‌انداز آینده ۲۷۹
واژه یاب ۲۸۵

پیشگفتار

کتاب که در دست دارید موضوع کاربرد نانوتکنولوژی مهندسی بافت به عنوان یک حوزه میان رشته‌ای، بازسازی بافت‌ها با ترکیب اصول علوم‌پزشکی و داروسازی، علم مواد، و مهندسی پزشکی است. در نانوتکنولوژی مواد جدیدی ساخته است که کاربرد بیشتری در مهندسی بافت پیدا کرده‌اند. در این کتاب، به معرفی رویکرد نانوتکنولوژی و نانومواد در مهندسی بافت با پایه اصلی بر روی اصول علوم پزشکی و داروسازی پرداخته شده است. این کتاب به عنوان یک کتاب درسی برای ارائه درس در دوره‌ی تحصیلات تکمیلی در تمامی رشته‌ها مخصوصاً مجموعه رشته‌های علوم‌پزشکی، فنی و مهندسی، و علوم پایه می‌تواند کاربرد بسیار خوبی داشته باشد. فصل‌های ابتدایی کتاب بر روی اصول اساسی نانوتکنولوژی مهندسی بافت شامل: یافتن منابع سلول، توسعه‌ی بیومتریال کاربرد آن در پزشکی و داروسازی، نانوربات‌ها، سمیت بیومواد‌ها، کاربرد نانوتکنولوژی مهندسی بافت در فیزوتراپی، ارتوپدی، چشم پزشکی، دندانپزشکی، و داربست‌ها متمرکز شده است. این مو ضوعات در قلب مهندسی بافت قرار دارند. فصل ششم به بعد در مورد مباحث الکتروریسی، کاربرد مهندسی بافت در پوست، سلول‌های بنیادی، پلیمرهای طبیعی، و سم‌شناسی بحث‌های مفیدی انجام داده است، امید است که مورد استفاده مورد توجه دانشجویان تحصیلات تکمیلی قرار گیرد.

دکتر اکبر اسماعیلی

زمستان ۱۴۰۰

فصل اول

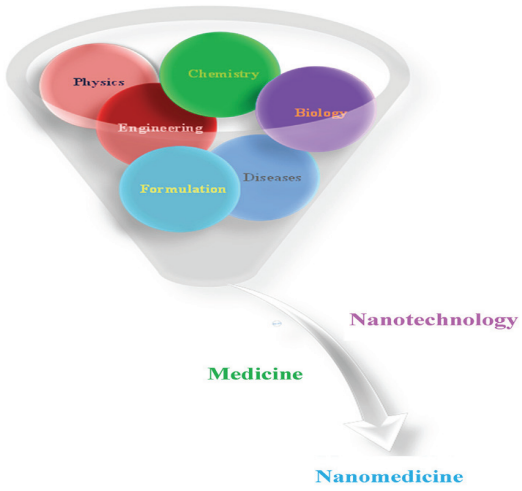
نانوپزشکی و مهندسی بافت

۱.۱ مقدمه

نانوذرات توسط صنعتگران در قرن نهم در بین النهرین مورد استفاده قرار می‌گرفتند تا اثرات درخشان بر روی سطح‌ها ایجاد کنند [۱]. ظهور فناوری نانو در پزشکی پس از آن آغاز شد که ریچارد فاینمن، یک فیزیکدان، با بیان این جمله: "اتاق کافی در پایین وجود دارد" [۲]. پیشرفت‌های فن‌آوری در زمینه فناوری نانو منجر به به‌وجود آمدن یک زمینه جدید در زمینه مطالعه نانوپزشکی، آمیزه‌ای از فناوری نانو و پزشکی شده است [۳]. فناوری نانو در زمینه تحویل دارو، چندین نانوساختار را که دارای ویژگی‌های غیرقابل انکار در سیستم بیولوژیکی هستند، کمک کرده است.

۱.۱.۱ نانوپزشکی

برداشت اصلی از نانوپزشکی این است که به گونه‌ای تدوین شود که فضاهای کوچک بدن ما را اشغال کند و قسمت‌های خاصی از بدن را هدف قرار دهد. ترکیب نانوذرات در بدن ما برای درمان یا پیشگیری از بیماری در گذشته غیرممکن است، اما هم اکنون محققان علاقه‌مند به کشف داروهای نانو هستند. همچنین ممکن است نانوپزشکی باعث افزایش کارآیی تحقیقات دارویی شود. نانوپزشکی ممکن است به عنوان نظارت، تعمیر، ساخت و کنترل سیستم‌های بیولوژیکی انسان در سطح مولکولی با استفاده از نانومهندسی و نانوساختارها تعریف شود [۱،۲]. این همگرایی فناوری نانو و پزشکی را همراهی کند (شکل ۱،۱). فناوری نانو در مراقبت‌های بهداشتی کاربرد دارد. نانوپزشکی، شاخه‌ای از فناوری نانو، به نانوساختارهای مهندسی شده، نانوساختارها، و نفوذ سیستم نانوساختار در نانولوله برای بهبود بیماری یا ترمیم بافت‌های آسیب دیده می‌پردازد. استفاده از فناوری نانو برای پیشبرد سیستم‌های نانوساختاری با دقت بیشتر و هدف‌گیری به سمت بافت‌های ناسالم یا بیمار، باعث کاهش سمیت داروها به بافت‌های سالم می‌شود. منابعی که برای فناوری نانو در سراسر جهان مورد استفاده قرار می‌گیرد، سعی در تعیین این موضوع دارند که ممکن است نانوپزشکی در چند سال به بخش مشترکی از سیستم مراقبت‌های بهداشتی تبدیل شود. نانوپزشکی دارای پتانسیل لازم برای تشخیص زودرس و پیشگیری، و اساساً بهبود بیماری‌های تشخیصی، درمانی است [۳،۴].



شکل ۱.۱ ترکیبی از فناوری نانو و پزشکی نانومواد

۲.۱.۱ مهندسی بافت

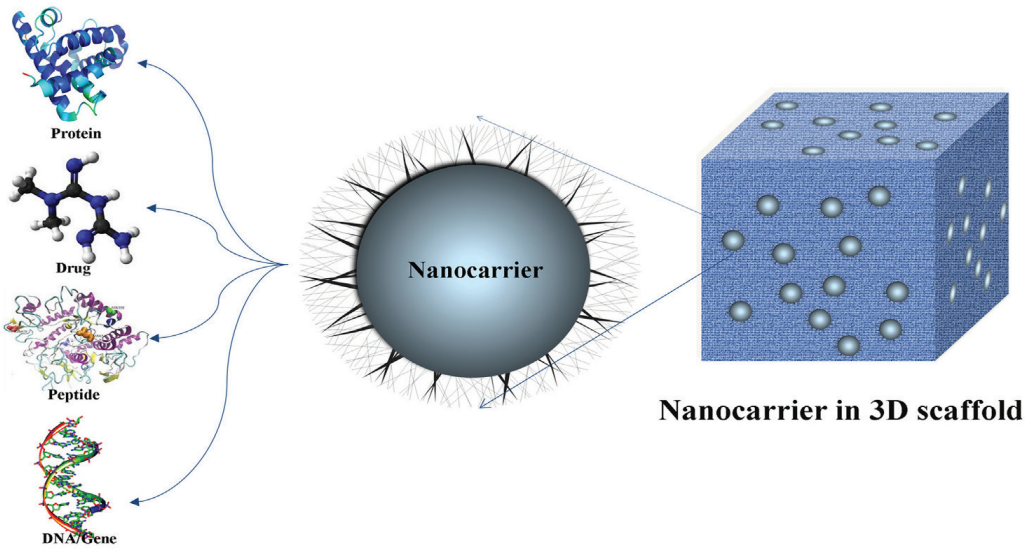
مهندسی بافت به عنوان یک رشته مرتبط با بیومواد و مهندسی دسته‌بندی می‌شود، اما با رشد در مقیاس و مفهوم آن مهندسی بافت، قوانین و نظم خودش را دارد [۵]. نقص‌های بافت‌ها و اعضا از نظر شرایط پزشکی بسیار مهم هستند که در آن گزینه‌های درمانی شامل پیوند اعضا، جراحی، پروتز مصنوعی و دارو می‌باشند [۶-۸] یک محقق در زمینه مهندسی بافت اعضا یا بافت‌های آسیب دیده را با مهندسی کاربردی، در بدن جایگزین می‌کند. سلول‌های بنیادی یک راه جدید در مهندسی بافت باز کرده‌اند. آن‌ها توانایی دوباره‌سازی و وارد شدن به سلول‌های مربوط جهت تحریک و شرایط تولید دوباره با توانایی بسیار بالا دارند که اغلب منجر به کاربرد بافت مهندسی شده، می‌گردد. بیولوژی و پاتولوژی در حال حاضر نشان می‌دهد که بسیاری از بیماری‌ها در اثر عملکرد غلط سلول‌ها می‌باشد علم بیولوژی و پاتولوژی در حال حاضر نشان می‌دهد که بسیاری از بیماری‌ها در اثر عملکرد غلط سلول‌ها می‌باشد. [۱۰] تفاوت سلول‌های بنیادی با انواع مختلف بافت‌ها و اعضا هنوز هم یک فاکتور محدودکننده مهم در محدوده مهندسی بافت است که بیشتر باعث ساختارهای چند سلولی و پیچیده بافت‌ها و اعضا می‌شود [۹،۱۰].

۲.۱ ارتباط نانوپزشکی و مهندسی بافت

مهندسی بافت و نانوپزشکی، شاخه‌های جدید تکنولوژی هستند و ترکیب هر دوی آن اثر خوبی روی سلامتی دارد. نیاز شدیدی برای سیستم‌های حمل دارو وجود دارد که می‌تواند فاکتورهای رشد و علائم بیولوژیکی بیومواد و داربست‌های مهندسی بافت را حمل کند توانایی نانوپزشکی با رساندن محدوده وسیعی از مواد پروتئینی و نوکلئیک‌های اسیدی به قسمت‌های درون مولکولی دارد که از طریق مهندسی بافت و داربست‌های احیاکننده نقش مهمی در فرآیندهای مانند التهاب، سوزش، رگ‌زایی و ساخت وساز زیستی را کنترل می‌کند. [۱۱] مواد در مقیاس نانو اساساً ساختارها و توده‌های اصلی و زیرمجموعه‌های سلولی هستند که شامل اندامک‌های زیر سلولی و ماتریکس‌های خارج سلولی[1] هستند. [۱۲] کاربرد نانوپزشکی محدود به مواد نانو، تشخیص بیماری، پخش دارو و مهندسی بافت نمی‌شود. بلکه طیف وسیعی از کاربردها را در سیستم سلامتی دارد. [۱۳،۱۲] سطوح نانوساختاری در مقیاس با سطوح با مقیاس درشت برای تحریک اعمال سلولی و بیومولکولی بهتر عمل می‌کنند [۱۴، ۱۶]. نانوداروها به عنوان نظارت، تعمیر، ساخت و کنترل کننده سیستم‌های بیولوژیکی در مقیاس مولکولی از ابزارهای مهندسی تعریف می‌شود [۱۷]. نانوتکنولوژی در دارورسانی می‌توانند در سیستم بیولوژیکی بی‌نظیر باشند. سیستم‌های حمل دارورسانی (لیپوزوم‌ها

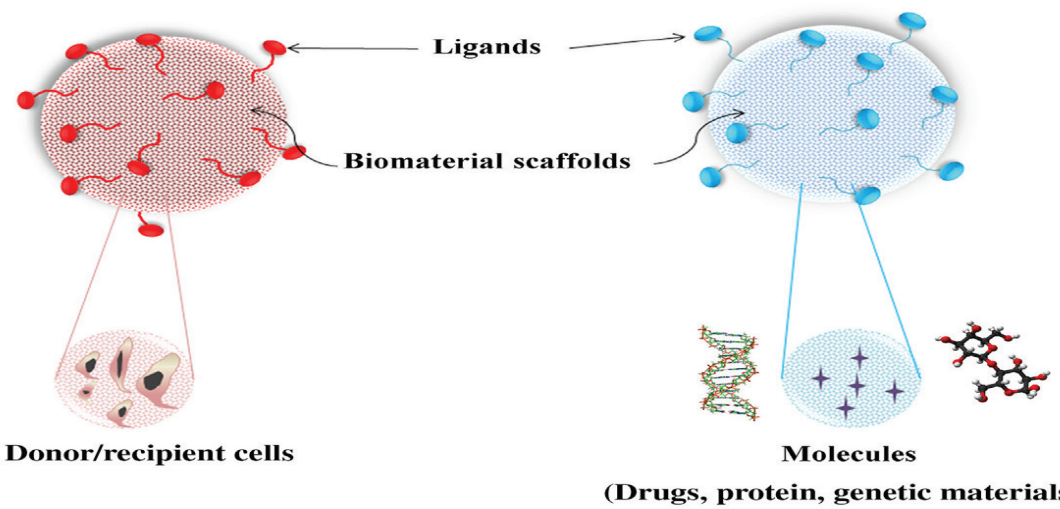
1. Extracellular matrix (ECM)

و دندریمرها) که با مواد (داربست‌ها و هیدروژل‌های پلیمری) به روش مهندسی بافت استفاده می‌شوند، به عنوان حامل دارویی در سیستم سه‌بعدی برای مهندسی بافت استفاده می‌شود (شکل ۲,۱). یک الگویی که در مهندسی بافت استفاده می‌شود استفاده از داربست در ترکیب با سلول‌ها و دیگر عوامل خاج سلولی در شبیه‌سازی محیط s\ بیرون سلولی در مکان آسیب‌پذیر می‌باشد.



شکل ۲,۱ استفاده از حامل‌های سه‌بعدی در مهندسی بافت.

دو روش برای مهندسی بافت جهت تولید دوباره‌سازی یا بازسازی بافت یا عضو وجود دارند. روش اول تولید دوباره بافت یا عضو با استفاده از بیومولکول‌ها با داربست‌های بیومواد می‌باشد، روش دوم تولید دوباره بافت یا عضو با استفاده از سلول‌دهنده یا خود سلول به همراه داربست بیومواد است (شکل ۳,۱) البته روشی که در مهندسی بافت دارد استفاده می‌شود، بافت‌های حیاتی هستند که برای بهینه کردن هر تکنیک مهندسی بافت برای تولید یک بافت هم ارز، کاربردی هستندکه منبع سلول‌ها بیومواد زیر لایه جهت رسیدن به سلول‌ها در مکان آناتومیکی ویژه که یک فرآیند دوباره‌سازی است مورد نیاز می‌باشد [۱۸,۱۹] هر دو روش به داربست‌های سه‌بعدی یا بیومواد برای بخیه زدن و بافت بازسازی شده نیازمند است.



s\

شکل ۳,۱ الگوهای مهندسی بافت.

بیومواد نقش حیاتی در مهندسی بافت بازی می‌کنند و ساختارها موقتی و فضایی داربست باید با روشی ویژه برای التیام بافت یا عضو به سرعت عمل کنند. طراحی داربست بستگی به پلیمرها، روش آماده‌سازی مولکول وسایز مولکول دارد، بدینوسیه نانوپزشکی در نقش داربست برای مهندسی مواد ظاهر می‌شود. برای محققان ماتریکس خارج سلولی[1] ترکیب کلیدی برای موفقیت بازسازی بافت می‌باشد. یک میکرو محیط خاص ایجاد می‌کند که پرورش‌دهنده تشکیلات بافت است. داربست، شبیه ماتریکس خارج سلولی عمل می‌کند و همه خصوصیات مطلوب ماتریکس خارج سلولی در مکان آسیب‌دیده از بافت یا اعضا فراهم می‌کند با توسعه نانوتکنولوژی مدرن، داربست‌ها دارای اشکالی در ابعاد نانومتر هستند که برای کاربردشان در مهندسی بافت مطلوب‌تر جلوه می‌کنند آغاز نانوتکنولوژی با تعدادی تعجب‌برانگیز از کاربردهای قوی در رشته مهندسی بافت پیش‌بینی شده است. ظهور نانوتکنولوژی روشی سیستماتیک برای مطالعه و استفاده از خواص مواد در محدوده اندازه نزدیک به اندازه مولکولی فراهم آورده است. خواص مواد در مقیاس نانو، موقعیت‌های برای تنظیم دقیق خواصی معین، به خوبی توسعه عملکردهای جدید برای کاربردی ویژه در مهندسی بافت فراهم می‌آورد.

۱.۲.۱ روش‌های نانوتکنولوژی در مهندسی بافت استخوان

نقص بعضی مواد در مهندسی بافت استخوان[2] ناسازگاری‌هایی بین استئوبلاست‌ها (سلول‌های تشکیل‌دهنده استخوان) و مواد ایمپلنت‌های موسوم نشان می‌دهد. استخوان‌ها شامل الیاف کلاژنی منظم، هیدروکسی آپاتیت[3] و پروتئوگلیکان‌ها[4] می‌شوند [۲۰]. این ترکیبات ساختار استخوان در حالت ماکروسکوپی (در محدوده سانتی‌متر) به همه حالات مولکولی کوچک‌تر (محدوده نانومتر) وجود دارند. پلیمرها (ماکرومولکول‌ها) مواد اولیه برای داربست در کاربردهای متفاوت مهندسی بافت می‌باشند، که شامل استخوان و دیگر بافت‌های معدنی می‌شوند. این پلیمرها به عنوان داربست، یکپارچگی ضعیفی با استخوان‌های و ساختار بافت وجود دارند. همانطور که می دانیم مواد در مقیاس نانو، وقتی با مواد توده‌ای مقایسه می‌شوند، خواص متفاوتی از خودشان بروز می‌دهند. مواد با ساختار نانو برای شبیه‌سازی به استخوان‌های طبیعی طراحی می‌شود ترکیبات سازنده نانومواد در محدوده ۱۰۰ - ۱ نانومتر، خواص الکتریکی، مکانیکی و سازگاری سلولی بهتر و بالاتری در مقیاس با مواد مرسوم در مقیاس میکرو مربوطه از خود نشان می‌دهند. نوعی از مواد جدید، نانوتیوب‌ها مارپیچی نانوتیوب‌های آلی جدیدی هستند که دارای ساختار نانوی طبیعی از کلاژن و دیگر ترکیبات موجود در استخوان می‌باشند. نانوتیوب‌ها مارپیچی مواد جدیدی هستند که در فرایند نصب خود به خودی DNA بر اساس ساختمان جفت بنیاد در محلول بدن رشد می‌کنند. آن‌ها اغلب نانوتیوب‌ها با شکل مارپیچی هستند که مشابه کلاژن طبیعی عمل می‌کنند [۲۱]. نانوتیوب‌ها مارپیچی یک ساختمان گوانین سیتوزین فرآیندی را که عناصر کلیدی برای نصب خود به خودی متوالی خودشان برای تولید نانوتیوب‌های پایدار انجام می‌دهند را متوقف می‌کنند. نانوتیوب‌ها مارپیچی‌ها دارای خواص فیزیکی و شیمیایی خاصی هستند که آنها را برای رساندن دارو و کاربردهای مهندسی بافت، قابل توجه می‌کند. هیدروژل‌های نانوتیوب‌ها مارپیچی به عنوان مواد داربستی قابل تزریق مهندسی بافت جدید برای کاربردهای ارتوپدی مورد استفاده قرار می‌گیرند [۲۲]. آن‌ها برای رساندن دارو استفاده می‌شوند که به علت سازگاری با بدن، سمیت سلولی کم، توانایی آنها را تولید محیط مساعد بیولوژیکی برای اتصال و رشد سلولی می‌باشد [۲۳،۲۴] آن‌ها به عنوان یک الگوی شبیه‌سازی بیولوژیکی برای نشاندن نانوتیوب‌ها مارپیچی بسیار مناسب هستند [۲۱]. آن‌ها می‌توانند از نظر شیمیایی با پپتیدهای مختلفی برای تغییر آن‌ها برای کاربردهای مهندسی بافت و از نظر فیزیکی نیز توسط به تله انداختن دارو بدون هسته‌شان و از نظر ساختاری توسط تغییر سنتزی ابعادشان (طول، ضخامت) برای محدوده وسیعی از کیفیت‌های درمانی، اصلاح شوند [۲۳] بیومواد نانو با ساختاری دیگر، نانو پوشاننده هیدروکسی آپاتیت، است که پیشرفت خوبی داشته که در کاربردهای ارتوپدی با کریستالهای هیدروکسی آپاتیت در سایز نانومتری (به جای میکرون) بر روی تیتانیوم که نظیر سایز کریستال هیدروکسی آپاتیت در استخوان است. نانوفاز هیدروکسی آپاتیت خواص سازگاری با سلول عالی با استئوبلاست‌ها دارد [۲۴،۲۱]. استفاده از ایمپلنت با سطح اصلاح شده نانو متخلخل اکسید تیتانیوم یک مطالعه درمان دندان، نشان دادکه فیلم نازک اکسید تیتانیوم، اتصال را در درمان سریعتر موکوز دهان انسان افزایش و جذب دوباره استخوان

1. Extracellular matrix (ECM)
2. Bone tissue engineering (BTE)
3. Hydroxyapatite (HA)
4. Proteoglycans