

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

کاربرد مواد هوشمند

در مهندسی بافت

تألیف و ترجمه:

دکتر آزاده آصف نژاد، دکتر مهدی موحدی، مهندس فاطمه پودینه حاجی پور

سرشناسه	: آصف‌نژاد، آزاده، ۱۳۵۷ - Asefnejad, Azadeh
عنوان و نام پدیدآور	: کاربرد مواد هوشمند در مهندسی بافت / تألیف و ترجمه آزاده آصف‌نژاد، مهدی موحدی، فاطمه بودینه حاجی پور.
مشخصات نشر	: گرگان: انتشارات نوروزی، ۱۳۹۸.
مشخصات ظاهری	: ۵۰۰ص: مصور(رنگی)، جدول.
شابک	: 978-622-02-0594-4
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
موضوع	: بافت‌ها — مهندسی — مواد Tissue engineering -- Materials
موضوع	: بافت‌ها — مهندسی Tissue engineering
موضوع	: مواد هوشمند Smart materials
موضوع	: مواد زیست پزشکی Biomedical materials
موضوع	: داربست‌های بافتی Tissue scaffolds
شناسه افزوده	: موحدی، مهدی، ۱۳۶۱ - Movahedi, Mehdi
شناسه افزوده	: بودینه حاجی پور، فاطمه، ۱۳۷۰ -
رده بندی کنگره	: R۸۵۷
رده بندی دیویی	: ۶۱۰/۲۸
شماره کتابشناسی ملی	: ۵۸۰۸۷۱۹

کاربرد مواد هوشمند در مهندسی بافت

تألیف: آزاده آصف نژاد- مهدی موحدی - فاطمه بودینه حاجی پور

صفحه آرا و طراح جلد: بهاره عزت تبار

نوبت چاپ: اول-۱۳۹۸

مشخصات ظاهری: ۵۰۰ ص

قطع: وزیری

شمارگان: ۱۰۰۰

شماره شابک: ۴-۰۵۹۴-۰۲-۶۲۲-۹۷۸

چاپ و نشر: نوروزی

قیمت: ۶۵۰۰۰ تومان

حق چاپ برای نویسنده محفوظ می باشد.

فهرست مطالب

پیش گفتار:.....	۱۳
مقدمه :	۱۵
فصل ۱: کاربرد داربست‌های چند منظوره هوشمند در مهندسی بافت.....	۱۹
۱-۱ مقدمه	۱۹
۲-۱ کاربرد داربست‌های چندمنظوره در مهندسی بافت	۲۱
۱-۲-۱ استخوان و غضروف	۲۱
۱-۲-۱-۱ پلیمرهای طبیعی	۲۲
۲-۱-۲-۱ پلیمرهای سنتزی	۲۷
۳-۱-۲-۱ مواد غیر آلی	۳۱
۴-۱-۲-۱ مواد ترکیبی غیر آلی/پلیمری	۳۴
۵-۱-۲-۱ پلیمرهای ترکیبی مصنوعی/طبیعی	۳۷
۲-۲-۱ ماهیچه	۳۹
۳-۲-۱ مهندسی بافت پوست	۴۱
۴-۲-۱ قلبی عروقی	۴۵
۱-۴-۲-۱ پوشش‌های سطحی برای افزایش اندوتلیالیزاسیون	۴۷
۲-۴-۲-۱ دستگاه‌های قلبی مهندسی‌شده	۵۱
۵-۲-۱ مهندسی بافت عصبی	۵۱
۳-۱ پتانسیل بالینی و کاربرد داربست‌های چند منظوره در مهندسی بافت	۵۴
۴-۱ نتیجه‌گیری	۵۸
فصل ۲: کاربردی‌سازی مواد هوشمند در مهندسی بافت.....	۵۹
۱-۲ مقدمه	۵۹
۲-۲ ملاحظات مواد هوشمند در مهندسی بافت	۶۰
۱-۲-۲ سازگاری زیستی	۶۰
۲-۲-۲ ساختار	۶۰
۳-۲ طبقه‌بندی مواد هوشمند در مهندسی بافت	۶۱
۱-۳-۲ مواد مصنوعی	۶۱

۶۸	۲-۳-۲ مواد بیوسنتزی
۷۱	۳-۳-۲ مواد بیولوژیکی
۷۲	۱-۳-۳-۲ مواد مبتنی بر پروتئین
۷۶	۲-۳-۳-۲ مواد مبتنی بر پلیساکارید
۷۹	۳-۳-۳-۲ ECM مواد
۸۱	۱-۳-۳-۳-۲ تنظیم پاسخ ایمنی
۸۲	۲-۳-۳-۳-۲ تخریب مواد داربست ECM
۸۴	۳-۳-۳-۳-۲ نفوذ سلولی بر روی داربست‌های زیستی ECM
۸۶	۴-۲ کاربردی‌سازی بالینی مواد هوشمند برای مهندسی بافت
۸۸	۵-۲ چالش‌های آینده برای کاربردی‌سازی مواد زیستی هوشمند در مهندسی بافت
۸۹	فصل ۳: کاربرد مواد هوشمند قابل تزریق در مهندسی بافت
۸۹	۱-۳ مقدمه
۹۰	۲-۳ هیدروژل‌های پلیمری قابل تزریق پاسخگو به محرک
۹۰	۱-۲-۳ هیدروژل‌های قابل تزریق پاسخگو به دما
۹۳	۲-۲-۳ هیدروژل‌های قابل تزریق پاسخگو به pH
۹۳	۳-۲-۳ هیدروژل‌های قابل تزریق پاسخگو به آنزیم
۹۴	۱-۳-۲-۳ گذار سل-به-ژل
۹۴	۲-۳-۲-۳ گذار ژل-به-سل
۹۶	۳-۳ هیدروژل‌های فرامولکولی قابل تزریق
۹۸	۴-۳ کاربرد مواد هوشمند قابل تزریق برای ترمیم و بازسازی بافت
۹۸	۱-۴-۳ استخوان
۱۰۲	۲-۴-۳ غضروف
۱۰۶	۳-۴-۳ پوست
۱۰۸	۴-۴-۳ قلبی عروقی
۱۱۱	۵-۴-۳ ماهیچه اسکلتی و تاندون
۱۱۲	۵-۳ نتیجه‌گیری و چشم‌انداز
۱۱۳	فصل ۴: پیشرفت مواد سیلیکونی هوشمند برای مهندسی بافت

۱-۴	مقدمه	۱۱۳
۲-۴	مبانی سیلیکون متخلخل (pSi)	۱۱۵
۱-۲-۴	سیلیکون متخلخل (pSi) را میتوان به شکل‌ها و فرم‌های مختلفی پردازش نمود.	۱۱۵
۲-۴	کنترل ساختار منافذ	۱۱۹
۳-۲-۴	شیمی سطح	۱۲۰
۴-۲-۴	اتصال و تمایز سلولی بر روی سیلیکون متخلخل	۱۲۲
۵-۲-۴	مزایای ترکیبات پلیمر/pSi به عنوان ایمپلنت‌هایی برای مهندسی بافت	۱۲۴
۳-۴	سیلیکون متخلخل به عنوان یک ماده زیستی "هوشمند"	۱۲۷
۴-۴	سیلیکون متخلخل/پلیمر به عنوان یک داربست "هوشمند" در مهندسی بافت	۱۲۸
۵-۴	پتانسیل بالینی	۱۳۱
۶-۴	جمع‌بندی و فرصت‌های آینده	۱۳۲
فصل ۵:	کاربردهای مواد رسانا در مهندسی بافت	۱۳۳
۱-۵	مقدمه	۱۳۳
۲-۵	مواد رسانا	۱۳۵
۱-۲-۵	پلیمرهای رسانا	۱۳۵
۱-۱-۲-۵	پلیپیرول	۱۳۵
۲-۱-۲-۵	پلی‌آنیلین	۱۳۶
۳-۱-۲-۵	مشتقات پلیتیوفن	۱۳۷
۲-۲-۵	مواد پلیمری پیزوالکتریک	۱۳۷
۳-۲-۵	برخی دیگر از نانومواد رسانای جدید	۱۳۸
۱-۳-۲-۵	نانولوله‌های کربنی	۱۳۹
۲-۳-۲-۵	گرافن	۱۳۹
۴-۲-۵	هیدروژل‌های رسانای خودسامان	۱۴۰
۳-۵	سازگاری و تخریب زیستی مواد رسانا	۱۴۰
۱-۳-۵	سازگاری زیستی	۱۴۰
۲-۳-۵	زیست‌تخریب‌پذیری	۱۴۲
۴-۵	اصلاح مواد رسانا	۱۴۲

۱۴۳	۱-۴-۵ مولکول های ریز فعال
۱۴۳	۲-۴-۵ پلیمرهای زیست سازگار
۱۴۴	۳-۴-۵ اصلاح توپوگرافی مواد رسانا
۱۴۴	۵-۵ کاربرد مواد رسانا در مهندسی بافت
۱۴۶	۱-۵-۵ کاربرد در مهندسی بافت عصبی
۱۵۳	۲-۵-۵ کاربردها در مهندسی بافت استخوان
۱۵۸	۳-۵-۵ کاربرد در مهندسی بافت ماهیچه
۱۶۱	۴-۵-۵ کاربرد در مهندسی بافت قلبی
۱۶۴	۶-۵ نتیجه گیری و چشم انداز
۱۶۷	فصل ۶: زیست مواد هوشمند برای کپسولی شدن سلول
۱۶۷	۱-۶ مقدمه
۱۷۰	۲-۶ پیشرفت های اخیر در زمینه زیست مواد های هوشمند
۱۷۰	۱-۲-۶ زیست مواد های هوشمندی که از محیط زیست خرد بومی تقلید می کنند
۱۷۵	۲-۲-۶ زیست مواد هوشمندی که بر خفگی غلبه می کنند
۱۷۹	۳-۲-۶ زیست مواد هوشمندی که رگ زائی در رویان را رشد می دهند
۱۸۳	۴-۲-۶ زیست مواد هوشمندی که بر واکنش یک جسم بیگانه غلبه می کند
۱۸۹	۵-۲-۶ زیست مواد هوشمندی که هدایت گر فنوتیپ سلولی است
۱۹۲	۶-۲-۶ زیست مواد هوشمند قابل تزریق
۱۹۶	۷-۲-۶ زیست مواد هوشمندی که شکل را به خاطر می سپرند
۱۹۸	۳-۶ نتیجه گیری و چشم انداز
۲۰۱	فصل ۷: زیست مواد چند منظوره برای مهندسی بافت استخوان
۲۰۱	۱-۷ مقدمه
۲۰۳	۲-۷ زیست مواد چند منظوره برای مهندسی بافت استخوان
۲۰۳	۱-۲-۷ زیست مواد غیر فعال برای پشتیبانی مکانیکی
۲۰۷	۲-۲-۷ داربست های فعال
۲۰۷	۳-۲-۷ چشم انداز آینده: کاربردهای بالینی زیست مواد چند منظوره برای مهندسی بافت
۲۲۹	استخوان

۲۳۱	نتیجه گیری.....	۳-۷
۲۳۳	فصل ۸: زیست مواد هوشمند برای مهندسی بافت غضروف.....	
۲۳۳	مقدمه.....	۱-۸
۲۳۷	خواص زیست ماده مورد نیاز برای ترمیم غضروف.....	۲-۸
۲۳۹	پلیمرهای طبیعی.....	۳-۸
۲۳۹	کلاژن.....	۱-۳-۸
۲۴۰	اسید هیالورونیک.....	۲-۳-۸
۲۴۱	کیتوزان.....	۳-۳-۸
۲۴۳	فیبرونکتین.....	۴-۳-۸
۲۴۴	آلژینات.....	۵-۳-۸
۲۴۵	پلیمرهای مصنوعی.....	۴-۸
۲۴۵	پلی اورتان، پلی تترافلوئورواتیلن، اسید پلی بوتیریک.....	۱-۴-۸
۲۴۷	ماتریس های هوشمند (داربست ها).....	۵-۸
۲۴۷	ماتریس های حساس به حرارت.....	۱-۵-۸
۲۵۰	سیستم های حساس به pH.....	۲-۵-۸
۲۵۳	ماتریس های خویشتن مجتمع کننده.....	۳-۵-۸
۲۵۸	ماتریس های انتشار واسطه زیست فعال.....	۴-۵-۸
۲۶۲	حساسیت به باردهی پویا.....	۶-۸
۲۶۵	واکنش ماتریکس متالوپروتئیناز.....	۷-۸
۲۶۶	سیستم های حافظه شکل.....	۸-۸
۲۷۰	چشم انداز آینده.....	۹-۸
۲۷۴	ملاحظات نتیجه گیری شده.....	۱۰-۸
۲۷۵	فصل ۹: زیست مواد هوشمند برای مهندسی بافت قلبی عروقی.....	
۲۷۵	مقدمه، انگیزه بالینی.....	۱-۹
	ملاحظات پیرامون شکل گیری بافت جدید رگزا و بازسازی پیوندهای رگزای	۲-۹
۲۷۸	مهندسی شده بافت (TEVG).....	
۲۸۱	مواد هوشمند برای مهندسی بافت عروقی قلبی.....	۳-۹

۲۸۳.....	۱-۳-۹ داربست‌های عروقی سلول‌زدائی شده.....
۲۸۶.....	۲-۳-۹ زیست‌مواد پلیمری طبیعی.....
۲۹۲.....	۳-۳-۹ داربست پلیمری.....
۲۹۵.....	۲-۳-۳-۹ پلیمرهای مصنوعی زیست تجزیه‌پذیر.....
۳۰۰.....	۴-۹ مهندسی بافت قلبی عروقی.....
۳۰۲.....	۱-۴-۹ زیست‌مواد قابل تزریق.....
۳۰۳.....	۲-۴-۹ داربست‌های شکل دهندهٔ پیچ.....
۳۰۴.....	۵-۹ مهندسی بافت دریچهٔ قلب.....
۳۰۶.....	۱-۵-۹ داربست مبتنی بر فیزیولوژی.....
۳۰۷.....	۲-۵-۹ داربست‌های مصنوعی تجزیه‌پذیر.....
۳۰۸.....	۶-۹ پتانسیل‌ها و کاربردهای بالینی مواد هوشمند در بیماری قلبی عروقی.....
۳۱۱.....	فصل ۱۰: پیشرفت‌های مواد هوشمند برای التیام دادن زخم.....
۳۱۱.....	۱-۱۰ مقدمه.....
۳۱۲.....	۲-۱۰ مروری بر مراحل التیام زخم.....
۳۱۲.....	۱-۲-۱۰ زخم‌ها.....
۳۱۲.....	۲-۲-۱۰ فازهای التیام زخم.....
۳۱۳.....	۱-۲-۲-۱۰ التهاب.....
۳۱۶.....	۲-۲-۲-۱۰ تکثیر.....
۳۱۷.....	۳-۲-۲-۱۰ بلوغ و بازسازی.....
۳۱۷.....	۳-۱۰ کاربردهای روش‌ها و مواد کنونی در التیام زخم.....
۳۱۷.....	۱-۳-۱۰ پانسمان‌های زخم.....
۳۱۸.....	۲-۳-۱۰ سیستم‌های نشان‌دار کردن برای انتشار کنترل شدهٔ فاکتورهای رشد و زیست‌مواد دیگر.....
۳۲۰.....	۳-۳-۱۰ سلول بنیادی درمانی در ترمیم زخم.....
۳۲۱.....	۴-۱۰ مواد محرک-واکنش‌پذیر برای التیام زخم.....
۳۲۱.....	۱-۴-۱۰ گونه‌های واکنش‌پذیر اکسیژن (ROS) - مواد واکنش‌پذیر برای درمان التهاب.....
۳۳۱.....	۲-۴-۱۰ مواد حساس به حرارت برای التیام زخم.....

۳۳۶	۱۰-۴-۳ مواد حساس به پ هاش برای التیام زخم
۳۳۸	۱۰-۴-۴ مواد حساس به آنزیم در التیام زخم
۳۴۸	۱۰-۵-۵ پیشرفت‌های اخیر در التیام زخم و مسیرهای آینده
۳۴۹	۱۰-۵-۱ ژن درمانی در زیست‌مواد
۳۵۰	۱۰-۵-۲ نشان‌دار کردن سلول بنیادی
۳۵۲	۱۰-۵-۳ پیشرفت‌ها در درمان به‌وسیلهٔ ایجاد مصونیت و زینهاری (ایمونوتراپی)
۳۵۳	۱۰-۶ نتیجه‌گیری

فصل یازدهم: کاربردهای مواد واکنشگر مغناطیسی در مهندسی بافت عروق قلبی

۳۵۵	۱۱-۱ مقدمه
۳۵۷	۱۱-۲ کاربرد نشانه‌های مکانیکی از طریق نیروی مغناطیسی
۳۵۸	۱۱-۲-۱ نشانه‌های مغناطیسی-مکانیکی مورد استفاده از طریق ذرات مغناطیسی
۳۶۸	۱۱-۲-۲ علائم مغناطیسی-مکانیکی مورد استفاده طی چهارچوب مغناطیسی
۳۷۱	۱۱-۲-۳ واکنش سلولی به تنش مکانیکی
۳۷۴	۱۱-۳ چالش رگزایی و مطالعات حال حاضر
۳۷۵	۱۱-۳-۱ تشکیل ساختار رگ
۳۷۵	۱۱-۳-۲ القای سازماندهی ساختار رگ
۳۸۴	۱۱-۴ اثرات تحریک مغناطیسی-مکانیکی بر بلوغ کاردیومیست‌ها
۳۸۶	۱۱-۵ هدف‌گذاری سلول مغناطیسی
۳۸۷	۱۱-۵-۱ درمان سلول مغناطیسی برای بازتولید قلب
۳۸۹	۱۱-۵-۲ درمان سلول مغناطیسی برای تولید مجدد رگ خونی
۳۹۱	۱۱-۶ اثرات میدان‌های الکترومغناطیسی بر سلول‌ها
۳۹۲	۱۱-۷-۱ مورفولوژی/توپوگرافی آنیستروپی
۳۹۴	۱۱-۷-۲ ساختار رها سازی با کنترل راه دور
۳۹۵	۱۱-۸ نتیجه‌گیری نهایی
۳۹۷	فصل ۱۲: مهندسی بافت روده با سلول‌های بنیادی روده
۳۹۷	۱۲-۱ مقدمه

۴۰۱	۱۲-۲ اجزای مهندسی بافت روده
۴۰۱	۱۲-۲-۱. سلول‌ها
۴۰۴	۱۲-۲-۲. سلول‌های بنیادی روده
۴۱۲	۱۲-۳ عوامل محیطی
۴۱۲	۱۲-۳-۱ محیط مکانیکی
۴۲۰	۱۲-۳-۲ محیط شیمیایی
۴۲۶	۱۲-۴ نتیجه‌گیری و رویکرد آینده
۴۳۳	فصل ۱۳: مواد هوشمند و سیستم‌ها به عنوان کبد مصنوعی برای درمان دیابت ...
۴۳۳	۱۳-۱. مقدمه
۴۳۴	۱۳-۲ سیستم‌های هوشمند مصنوعی به عنوان کبد مصنوعی
۴۳۴	۱۳-۲-۱. سیستم‌های میانجیگری GOx
۴۴۰	۱۳-۲-۲. سیستم‌های تغییر یافته فنیلپورونیک اسید (PBA)
۴۴۶	۱۳-۲-۳. سیستم‌های اصلاح شده پروتئین پیوندی با گلوکز (GBP)
۴۴۸	۱۳-۲-۴. تغییر انسولین
۴۵۰	۱۳-۳ سیستم‌های کبدی مبتنی بر سلول به عنوان کبد مصنوعی
۴۵۲	۱۳-۴ کاربردهای جدید در شیوه‌های بالینی
۴۵۶	۱۳-۵ نتیجه‌گیری
۴۵۹	فصل ۱۴: مواد هوشمند برای عصب زایی و مهندسی بافت عصبی
۴۶۱	۱۴-۲ بیومواد حساس به محرک در مهندسی بافت عصبی و عصبزایی
۴۶۱	۱۴-۲-۱. بیومواد حساس به دما
۴۷۰	۱۴-۲-۲. بیومواد حساس به pH
۴۷۲	۱۴-۲-۳. بیومواد تا شونده
۴۷۳	۱۴-۲-۴. بیومواد حساس به نور
۴۷۵	۱۴-۲-۵. بیومواد حساس به آنزیم
۴۷۶	۱۴-۲-۶. بیومواد هادی، حساس به محرک الکتریکی
۴۸۲	۱۴-۳ سیستم‌های تزریق کاربردی برای BBB
۴۸۳	۱۴-۴ پتانسیل بالینی و کاربرد مواد هوشمند در مهندسی بافت عصب

۴۸۴ ۵-۱۴ نتیجه گیری و نگاه به آینده

۴۸۷ منابع

www.ketab.ir

پیش گفتار:

کتاب پیش رو با موضوع کاربرد مواد هوشمند در مهندسی بافت می باشد که برای اولین بار در کشورمان ایران نگارش و به چاپ رسیده است، این کتاب در چهارده فصل تالیف و ترجمه شده است و آنچه موفق به انجام آن شده ایم همگی لطف و کمک ایزد منان بوده است. برای نگارش این کتاب سعی کردیم از مطالب و منابع به روز استفاده کنیم، پرهیز از قراردادن مطالب قبلی و تکراری که بارها در کتابهای مختلف در زمینه مهندسی بافت آورده شده است و پرداختن به مباحث جدید در حوزه مهندسی بافت و مواد هوشمند هدف اصلی نویسندگان از نگارش این کتاب بوده است، قسمتهایی از کتاب ترجمه کتابهای لاتین از نویسندگان مختلف در این زمینه می باشد و قسمتهای دیگر نیز سعی نویسندگان برآن بوده مطالب از مقالات و پژوهش های نوینی که در راستای مواد هوشمند توسط خود نویسندگان و دیگر پژوهشگران انجام شده، استفاده گردد.

بی شک گردآوری موضوعات و مباحث چندین مقاله و کتاب به همدیگر و همچنین استفاده از مطالب و تجربیات خود نویسندگان در این مورد به گونه ای که اصالت مطلب حفظ شده و همچنین مطالب به درستی به خواننده کتاب القا شود کاری طاقت فرسا و زمان بر بوده است که امیدواریم نتیجه آن مورد تایید خوانندگان محترم کتاب قرار گیرد. در ادامه اشاره ای خواهیم داشت به خلاصه ای از مطالبی که در چهارده فصل کتاب آورده شده است.

در فصل اول به بررسی کاربرد داربست های چند منظوره هوشمند در مهندسی بافت خواهیم پرداخت در فصل دوم کاربردی سازی مواد هوشمند در مهندسی بافت مورد بررسی قرار گرفت در فصل سوم کاربرد مواد هوشمند قابل تزریق در مهندسی بافت مورد توجه نویسندگان بوده است و در ادامه در فصل چهارم پیشرفت مواد سیلیکونی هوشمند برای مهندسی بافت و فصل پنجم کاربردهای مواد رسانا در مهندسی بافت را بررسی کردیم.

در فصول ششم و هفتم و هشتم به ترتیب مطالب در مورد زیست مواد هوشمند برای کپسولی شدن سلول و زیست مواد چند منظوره برای مهندسی بافت استخوان و

زیست‌مواد هوشمند برای مهندسی بافت غضروف به رشته تحریر درآورده شد. در فصول نهم و دهم مطالب زیست‌مواد هوشمند برای مهندسی بافت قلبی عروقی و پیشرفت‌های مواد هوشمند برای التیام دادن زخم را بررسی کرده ایم.

در فصل‌های پایانی کتاب یعنی یازده تا چهارده مطالبی که مورد بررسی قرار گرفته اند به ترتیب عبارتند از ، کاربردهای مواد واکنشگر مغناطیسی در مهندسی بافت عروق قلبی ، مهندسی بافت روده با سلول‌های بنیادی روده، مواد هوشمند و سیستم‌ها به عنوان کبد مصنوعی برای درمان دیابت، مواد هوشمند برای عصب زایی و مهندسی بافت عصبی.