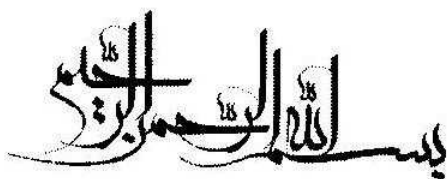


شماره درخواست
۱۵۲۸۴۳۹
۹۶، ۶، ۲۶



نانو الکترونیک پزشکی بازساختی و مهندسی بافت

تألیف:

پروفسور سید هژیر بهرامی

استاد دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)

دکتر عادلہ قلی پور معانی

عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی رفسنجان و تحقیقات تهران

تابستان ۱۳۹۶

سرشناسه	بهرامی، هژیر، ۱۳۳۹
عنوان و نام پدیدآور	نانو الیاف در پزشکی بازساختی و مهندسی بافت
مشخصات نشر	تهران: دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)، ۱۳۹۶
مشخصات ظاهری	۳۱۸ ص
شابک	978-964-463-679-0
وضعیت فهرست‌نویسی	فیا
موضوع	نانو الیاف
موضوع	Nanofibers
موضوع	پلیمرها در پزشکی
موضوع	Polymers in medicine
شناسه افزوده	بافت‌ها - مهندسی
شناسه افزوده	Tissue engineering
شناسه افزوده	بیوتکنولوژی زیستی
شناسه افزوده	Nanobiotechnology
شناسه افزوده	پلی، کربنی، عاده، ۱۳۶۲
شناسه افزوده	دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)
رده‌بندی کنگره	TA۴۱۸/۹:۹۱۳۹۶
رده‌بندی دیویی	۶۷۷/۰۲۸۳۲
شماره کتابشناسی ملی	۴۷۵۷۸۸۲

این کتاب در مورخ ۱۳۹۵/۱۲/۸ شورای چاپ و نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر به تصویب رسیده است.



انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)

عنوان کتاب	نانو الیاف در پزشکی بازساختی و مهندسی بافت
تألیف	پروفسور سید هژیر بهرامی - دکتر عادل قلی‌پور کنعانی
ناشر	انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)
لیتوگرافی، چاپ و صحافی	انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)
چاپ اول	تابستان ۱۳۹۶
تیراژ	۳۰۰ نسخه
قیمت	۱۶۰۰۰ تومان
شابک	۹۷۸-۹۶۴-۴۶۳-۶۷۹-۰
	ISBN : 978-964-463-679-0

آدرس مرکز پخش: خیابان ولیعصر، روبروی خیابان بزرگمهر، فروشگاه کتاب مرکز نشر

دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران) - تلفن: ۶۶۴۹۸۸۶۸

وبسایت: <http://publication.aut.ac.ir>

حق چاپ برای ناشر محفوظ است.

	پیشگفتار
۱	۱- مقدمه و تاریخچه
۱	۱-۱ مقدمه
۵	۲-۱ تاریخچه
۶	۱-۲-۱ تاریخچه پروتز یا اعضای مصنوعی
۸	۲-۲-۱ تاریخچه پانسمان زخم
۱۱	۲-۲-۱ تاریخچه مهندسی بافت
۱۷	۳-۱-۱ تاریخچه
۲۱	۲- تعاریف تخصصی
۲۱	۱-۲ بیولوژی تعاریف بیولوژیکی
۲۱	۱-۱-۲ سلول
۲۳	۲-۱-۱-۲ مراحل رشد سارها
۲۳	۲-۱-۲ ماتریس خارج سلولی (ECM)
۲۴	۳-۱-۲ بافت
۲۵	۱-۳-۱-۲ بافت پوششی
۲۵	۲-۳-۱-۲ پوست
۲۷	۳-۳-۱-۲ بافت همبند
۲۷	۴-۳-۱-۲ بافت غضروف
۲۸	۵-۳-۱-۲ بافت استخوان
۳۰	۶-۳-۱-۲ بافت عضلانی
۳۱	۷-۳-۱-۲ بافت رگ
۳۳	۸-۳-۱-۲ بافت عصبی
۳۴	۴-۱-۲ بیومواد
۳۵	۱-۴-۱-۲ ویژگی های بیومواد زیست تخریب پذیر
۳۶	مراجع
۳۹	۳- پلیمرها و محلولهای پلیمری
۳۹	۱-۳ پلیمرها
۴۴	۱-۱-۳ ماهیت کلافی مولکولهای پلیمری

۴۵ ۲-۱-۳ بلورینگی

۴۶ ۳-۱-۳ درجه بلوری شدن پلیمر

۴۶ ۴-۱-۳ رابطه بین ساختار و خواص در پلیمرها

۴۷ ۵-۱-۳ وزن مولکولی پلیمرها

۴۸ ۶-۱-۳ دمای ذوب (T_m) و دمای گذار یا انتقال شیشه ای (T_g)

۵۲ ۲-۳ پلیمرهای مورد استفاده در پزشکی (زیست مواد پلیمری)

۵۳ ۱-۲-۳ زیست مواد پلیمری زیست تخریب پذیر

۵۴ ۲-۲-۳ زیست مواد پلیمری تخریب پذیر آنزیمی

۵۴ ۱-۲-۲-۳ - کلاژن

۵۶ ۱-۲-۲-۳ - کیتین

۵۷ ۱-۲-۲-۳ - کیتین

۵۸ ۴-۲-۲-۳ - کپرسان

۵۹ ۵-۲-۲-۳ - کتیرا

۶۴ ۳-۲-۳ زیست مواد پلیمری تخریب پذیر هیدرولیکی

۶۴ ۱-۳-۲-۳ پلی (α -استرها)

۶۶ ۱-۱-۳-۲-۳ پلی گلیکولید یا گلیکولیک اسیدها

۶۷ ۲-۱-۳-۲-۳ پلی لاکتیدها یا پلی (لاکتید) ها

۶۹ ۳-۱-۳-۲-۳ پلی (لاکتاید-co-گلیکولید)

۷۰ ۴-۱-۳-۲-۳ پلی کاپرولاکتون

۷۱ ۵-۱-۳-۲-۳ سلولز استات

۷۲ مراجع

۷۷ ۴-الکتروریسی

۷۷ ۱-۴ نانو فناوری

۷۹ ۲-۴ تاریخچه الکتروریسی

۸۰ ۳-۴ الکتروریسی

۸۲ ۱-۳-۴ عوامل اصلی موثر بر خواص نهایی نانو الیاف

۸۲ ۱-۱-۳-۴ پارامترهای فرایند

۸۴ ۲-۱-۳-۴ پارامترهای محلول

۸۷ ۳-۱-۳-۴ پارامترهای محیطی

۸۷ ۲-۳-۴ ویژگی ها و کاربردهای نانوالیاف

۸۹ مراجع

۹۳	۵- مهندسی بافت
۹۳	۱-۵ مقدمه
۹۵	۲-۵ اصول مهندسی بافت
۹۷	۳-۵ سلول به عنوان واحد سازنده
۹۸	۱-۳-۵ استخراج سلول ها
۹۸	۲-۳-۵ انواع سلول ها بر اساس منبع سلولی
۱۰۰	۴-۵ داربستهای بیولوژیک
۱۰۲	۱-۴-۵ معماری داربست
۱۰۴	۲-۴-۵ مواد مورد استفاده در تهیه داربست
۱۰۵	۴-۵ روشهای تهیه داربست ها
۱۰۵	۱-۳-۵ فناوری های نساجی
۱۰۹	۲-۳-۴-۵ روش قالب گیری حلال و تراوش ذرات (SCPL)
۱۱۰	۲-۳-۴-۵ روش ایجاد اسفنج گازی
۱۱۱	۴-۳-۴-۵ روش مود بین کردن یا خشک -انجماد
۱۱۲	۴-۳-۴-۵ روش جدایی فازی با القای حرارت (TIPS)
۱۱۲	۵-۳-۴-۵ فناوری های طراحی با کمک کامپیوتر و دستی CAD/CAM
۱۱۳	۶-۳-۴-۵ روشهای تولید داربست های نانویی
۱۱۴	۵-۵ کشت بافت
۱۱۵	مراجع
۱۱۹	۶- داربست های نانولیفی
۱۱۹	۱-۶ مقدمه
۱۲۰	۲-۶ روش های ساخت داربست های نانولیفی
۱۲۰	۱-۲-۶ روش جدایی فازی
۱۲۱	۲-۲-۶ روش خودسازماندهی
۱۲۲	۳-۲-۶ روش الکترورسی
۱۲۲	۳-۶ داربست های نانولیفی از یک پلیمر
۱۲۳	۴-۶ داربست های نانولیفی مخلوط (چند پلیمری)
۱۲۵	۱-۱-۴-۶ مخلوط پلیمرهای مصنوعی
۱۲۶	۲-۱-۴-۶ مخلوط پلیمرهای طبیعی
۱۲۷	۳-۱-۴-۶ پلیمرهای مخلوط طبیعی - مصنوعی

۱۲۸	۵-۶ دسته بندی داربست‌های نانولیفی بر اساس کاربردشان
۱۲۹	۱-۵-۶ داربست‌های نانولیفی در انتقال دارو
۱۳۲	۲-۵-۶ داربست‌های نانولیفی در مصارف مهندسی بافت
۱۳۲	۱-۲-۵-۶ داربست‌های نانولیفی در مهندسی بافت رگ خونی
۱۳۹	۲-۲-۵-۶ داربست‌های نانولیفی در مهندسی بافت استخوان
۱۴۷	۳-۲-۵-۶ داربست‌های نانولیفی در مهندسی بافت اتصالات (غضروف)
۱۵۰	۴-۲-۵-۶ داربست‌های نانولیفی در مهندسی بافت عصب
۱۵۱	۵-۲-۵-۶ داربست‌های نانولیفی در مهندسی بافت قلب
۱۵۳	۱-۶-۵-۶ انواع زخم‌ها
۱۵۸	۱-۶-۲-۲ داربست‌های نانولیف و پانسمان زخم
۱۶۷	مرجع
۱۸۱	۷- آزمون‌های غیر بیولوژیکی
۱۸۱	۱-۷ مقدمه
۱۸۲	۲-۷ روش‌های اندازه‌گیری رتعمان مشخصات
۱۸۳	۱-۲-۷ روش‌های میکروسکوپی
۱۸۴	۱-۱-۲-۷ میکروسکوپ نوری
۱۸۵	۲-۱-۲-۷ میکروسکوپ‌های الکترونی
۱۸۶	۱-۲-۱-۲-۷ میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM)
۱۹۲	۲-۲-۱-۲-۷ میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM)
۱۹۶	۳-۲-۱-۲-۷ میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM)
۱۹۹	۱-۳-۲-۱-۲-۷ کاربردهای AFM در نانو تکنولوژی
۱۹۹	۴-۲-۱-۲-۷ میکروسکوپ روبشی تونلی (STM)
۲۰۲	۵-۲-۱-۲-۷ میکروسکوپ اشعه ایکس
۲۰۲	۲-۲-۷ روش‌های طیف سنجی
۲۰۲	۱-۲-۲-۷ طیف‌سنجی مادون قرمز
۲۰۴	۱-۱-۲-۲-۷ تجهیزات و دستگاه‌ها
۲۰۴	۲-۱-۲-۲-۷ تهیه نمونه
۲۰۵	۳-۱-۲-۲-۷ نتایج و نحوه تحلیل
۲۰۷	۴-۱-۲-۲-۷ کاربردها
۲۰۸	۲-۲-۲-۷ طیف سنجی رامان
۲۰۹	۱-۲-۲-۲-۷ ویژگی‌ها

۲۰۹	۲-۲-۲-۷ قسمت‌های اصلی دستگاه طیف‌سنجی رامان
۲۰۹	۳-۲-۲-۲-۷ کاربردها
۲۱۰	۴-۲-۲-۲-۷ نتایج و تحلیل طیف
۲۱۱	۳-۲-۲-۷ طیف‌سنجی ماوراءبنفش
۲۱۴	۳-۲-۷ روش‌های آنالیز حرارتی نانو الیاف
۲۱۵	۱-۳-۲-۷ گرماسنجی روبشی تفاضلی
۲۱۹	۲-۳-۲-۷ آنالیز حرارتی دیفرانسیلی
۲۲۰	۳-۳-۲-۷ گرما وزن سنجی
۲۲۱	۴-۲-۷ پراش اشعه ایکس
۲۲۵	۵-۱-۷ آنالیز اسپکتروسکوپی اشعه X انرژی متفرق (EDX)
۲۲۶	۱-۵-۲-۱ تجهیزات و دستگاه‌ها
۲۲۶	۲-۱-۲-۷ اصلاحات خروجی
۲۲۷	۶-۲-۷ پتانسیل زتا
۲۲۹	۱-۶-۲-۷ اندازه‌گیری تسلیل زتا
۲۳۰	۷-۲-۷ خواص مکانیک
۲۳۲	۱-۷-۲-۷ آزمون کشش در مقیاس نانو
۲۳۴	۲-۷-۲-۷ آزمون خمشی نانوالیاف
۲۳۷	۳-۷-۲-۷ نانو خراش
۲۳۹	۸-۲-۷ اندازه‌گیری تخلخل و توزیع اندازه منافذ نانوالیاف
۲۴۰	۱-۸-۲-۷ روشهای اندازه‌گیری تخلخل
۲۴۰	۱-۱-۸-۲-۷ روش وزنی
۲۴۱	۲-۱-۸-۲-۷ روش رانش مایع
۲۴۴	۳-۱-۸-۲-۷ اندازه‌گیری تخلخل نفوذ جیوه
۲۴۶	۴-۱-۸-۲-۷ روش اندازه‌گیری تخلخل رانش مایع
۲۴۸	۵-۱-۸-۲-۷ تخلخل سنجی جریان موئینگی
۲۵۰	۶-۱-۸-۲-۷ مساحت سطحی (BET)
۲۵۰	۷-۱-۸-۲-۷ تعیین مساحت سطحی با استفاده از مدل جذب گاز
۲۵۲	۸-۱-۸-۲-۷ اندازه‌گیری درصد تخلخل با استفاده از پردازش تصویر
۲۵۵	مراجع
۲۶۱	۸- آزمونهای بیولوژیکی
۲۶۱	۱-۸ مقدمه

۲۶۲	۲-۸ آزمون برون تن
۲۶۳	۱-۲-۸ کشت میکروبی
۲۶۵	۲-۲-۸ کشت سلولی
۲۶۹	۳-۲-۸ آزمون ام تی تی MTT
۲۷۰	۳-۸ آزمون Ex vivo
۲۷۲	۴-۸ آزمون درون تن (in vivo)
۲۷۳	۱-۴-۸ آزمون حیوانی
۲۷۴	۱-۱-۴-۸ تاریخچه آزمون های حیوانی
۲۷۴	۲-۱-۴-۸ مقررات مراقبت و استفاده از حیوانات
۲۷۵	۳-۴-۸ اصول آزمون حیوانی
۲۷۹	۴-۱-۴-۸ آماده سازی بافت جدا شده
۲۸۱	۲-۴-۸ بررسی های پاتولوژیک
۲۸۳	۳-۴-۸ کارآزمایی بالینی
۲۸۳	۱-۳-۴-۸ مطالعات کینیک تخصصی
۲۸۴	۲-۳-۴-۸ انواع مختلف مطالعات اساسی
۲۸۵	۳-۳-۴-۸ فازهای مختلف مطالعات بالینی (تجربی)
۲۸۶	۴-۳-۴-۸ طراحی آزمون مطالعه کلینیک
۲۸۶	۵-۳-۴-۸ انواع رندوم سازی
۲۸۷	۶-۳-۴-۸ روش های تصادفی سازی اختصاصی
۲۸۸	۷-۳-۴-۸ اصطلاحات علمی در کارآزمایی بالینی
۲۹۳	نمایه
۲۹۹	واژه نامه
۲۹۹	(فارسی به انگلیسی)
۳۰۵	واژه نامه
۳۰۵	(انگلیسی به فارسی)

پیشگفتار

یکی از مهم‌ترین چالش‌های بشر حفظ سلامتی و بهبود بعد از بروز اختلالات در عملکرد بدن است. در این میان بازسازی بافت‌های آسیب‌دیده خود به عنوان موضوعی بحث‌برانگیز مطرح بوده است. متداول‌ترین شیوه در درمان این گونه معضلات روش‌های پیوند عضو می‌باشد. امروزه تحقیقات فراوانی در رابطه با مهندسی بافت داربست‌های جایگزین تهیه شده از بیومواد بمنظور ترمیم بافت آسیب دیده صورت می‌گیرد. از دلایل این نیاز، عدم موفقیت کامل پیوند بافت از شخصی به شخص دیگر به دلیل پاسخ‌های خود ایمنی و پس زده شدن بافت توسط سیستم ایمنی بدن میزبان است و دیگری، دشواری برداشت بافت از خود شخص و پیوند آن به نقطه دیگری از بدن است، که نیازمند دو یا چند بار جراحی مشکل می‌باشد. مهندسی بافت را می‌توان به صورت بهره‌گیری از روش‌هایی برای توسعه و تغییر در زمینه رشد آزمایشگاهی مولکول‌ها و سلول‌ها در بافت و یا عضو، برای جایگزینی یا ترمیم قسمت آسیب‌دیده بدن تعریف نمود.

در فرایند مهندسی بافت نیاز به طراحی داربست با ساختار فیزیکی و مکانیکی مناسب بوده که دارای قابلیت چسبندگی سلول‌ها به خود، مهاجرت، تکثیر و تمایز سلولی و در نهایت رشد و جایگزینی بافت جدید باشد. بیومواد می‌توانند بعنوان مواد مناسبی برای استفاده در سطح مشترک سیستم‌های بیولوژیک و ساختارهای مصنوعی ارتقاء یابند، به‌ویژه تقویت یا جایگزینی هر بافت، اندام یا عملی از بدن تعریف شوند. در طول سال‌های گذشته پیشرفت‌های قابل توجهی در بهبود بیومواد پلیمری زیست‌تخریب‌پذیر به منظور کاربرد در پزشکی صورت گرفته است. زیست مواد پلیمری قابل تخریب کاندیداهای مناسبی برای بهسازی تجهیزات درمانی مانند پروتزهای موقت، ساختارهای متخلخل سه‌بعدی، داربست‌های مهندسی بافت شده و سیستم‌های رهایش کنترل شده دارو می‌باشند. هر یک از این کاربردها مروری خاص و ویژه فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی، بیومکانیکی و تخریب‌پذیری را طلب می‌کند که بیوپلمرها به دلیل انعطاف‌پذیری ساختاری می‌توانند پاسخگوی این نیازها باشند.

در حال حاضر با توجه به استقبال زیاد به داربست‌های پزشکی پیش بینی می‌شود که در آینده نزدیک بسیاری از پروتزهای ثابت مورد استفاده برای درمان‌های موقت با لوازم زیست تخریب‌پذیر جایگزین شوند که می‌تواند به بدن در ترمیم و نوسازی بافت آسیب‌دیده کمک کند. کاربردهای پزشکی برای پلیمرهای طبیعی تخریب‌پذیر به روش آنزیمی مانند کلاژن به هزاران سال پیش برمی‌گردد این درحالیست که کاربرد پلیمرهای زیست‌تخریب‌پذیر مصنوعی در نیمه دوم ۱۹۶۰ آغاز شده است. سه دهه اخیر شاهد ظهور نسل نوینی از پلیمرهای مصنوعی زیست تخریب‌پذیر مشابه پلیمرهای طبیعی بوده است و در نهایت با ظهور تکنولوژی‌های جدید

پزشکی مانند مهندسی بافت، سیستم‌های انتقال داروی کنترل شده و بیونانوتکنولوژی، همه آن چیزی که برای ساخت مواد زیست‌تخریب‌پذیر مورد نیاز است فراهم می‌باشد. از این رو تولید داربست از پلیمرهای طبیعی و مصنوعی بیشتر از پیش احساس می‌شود. در این باره تلاش‌های زیادی توسط محققان انجام شده است. در کشور ما استفاده از پروتئ‌های دائمی برای مصارف گوناگون تا حد زیادی متداول شده است، اما با این حال تولید، نگه داری و استفاده از داربست‌های مهندسی شده که قابلیت ترمیم بافت طبیعی و در نهایت جذب شدن داربست توسط بافت را دارد جای زیادی برای کار خواهد داشت.

یکی از فناوری‌هایی که امروزه در دنیا جایگاه مهمی را در میان محققان و صنعت‌گران باز کرده است فناوری نانو می‌باشد. استفاده از این فناوری در زمینه پزشکی امری است که به دلیل شباهت ساختار بافت طبیعی به فیبریل‌های در مقیاس نانو بسیار جالب توجه است. در این میان الکتروریسی بعنوان یک روش شناخته شده در دنیا قابلیت تولید داربست‌هایی با ساختار نانویی را دارد. با این روش قادر به تولید داربست‌هایی خواهیم بود که ساختار و اسکلت اصلی ماتریکس خارج سلولی (ECM) آن شبیه سازی می‌نماید، که پایه قرارگیری و رشد سلول‌ها در هر نوع بافتی است. این کتاب در هشت فصل تألیف گردیده و تلاش شده تا با بیان اهمیت موضوع و پرداختن به تعاریف اساسی در شش فصل به‌کار گرفته شده است. در فصل اول به کاربرد در پزشکی بازساختی و مهندسی بافت با خوانندگان مسیر مناسبی جهت رسیدن به داربست مناسب را نشان دهد. در فصول چهارالی شش به بررسی فرایند تولید نانو الیاف و مهندسی بافت و داربست‌های نانولیفی بحث گردیده است. آزمون‌های مورد نیاز برای شناسایی و بررسی عملکرد این محصولات در فصول هشت و نه شرح داده شده است. امید است خوانندگان نظرات خویش را به نویسندگان منعکس نمایند.

سید هژیر احمدی

haji@aut.ac.ir

عادلہ قلی پور کنعان

molipour@srbiau.ac.ir