

بسم الله الرحمن الرحيم

کاربردهای زیستی نانومواد

ایمپلنت‌ها، مهندسی بافت و زیست سازگاری

جلد دوم

علی اکبر صبوری
حسین درخشان خواه
لقمان علایی



شماره مسلسل ۸۶۳۸

شماره انتشار ۳۶۷۸

انتشارات دانشگاه تهران

سرشناسه	صیوری، علی اکبر، ۱۳۳۹-
عنوان و نام پدیدآور	کاربردهای زیستی نانو مواد / علی اکبر صیوری؛ حسین درخشان خواه، لقمان علایی.
مشخصات نشر	تهران: دانشگاه تهران، مؤسسه انتشارات، ۱۳۹۴.
مشخصات ظاهری	ج ۳: مصور، جدول، نمودار.
فروم	انتشارات دانشگاه تهران؛ شماره انتشار ۳۶۷۸.
شابک جا سوم	978-964-03-6866-4 :
شابک دوره	978-964-03-6869-5 :
وضعیت فهرست نویسی	فیا
یادداشت	کتابنامه.
مندرجات	ج ۱. میانی، شیمی و ساختار نانومواد. ج ۲. دارورسانی، ژن درمانی و ج ۳. ممبرداری پزشکی. ج ۳. ایمپلنت ها، مهندسی بافت و زیست سازگاری.
موضوع	نانو تکنولوژی زیستی.
موضوع	تکنولوژی زیست پزشکی
موضوع *	تکنولوژی زیستی دارویی
موضوع	مواد نانوساختار - - مصارف درمانی
موضوع	مواد نانوساختار.
شناسه افزوده	درخشان خواه، حسین، ۱۳۶۳-
شناسه افزوده	علایی، لقمان، ۱۳۶۲-
شناسه افزوده	دانشگاه تهران؛ انتشارات
رده بندی کنگره	۱۳۹۴ ص ۲ / ۲۵ / ۲۴۸ TP
رده بندی دیویی	۶۶۰/۶
شماره کتابشناسی ملی	۴۰۲۷۵۷۲ :

این کتاب مشمول قانون حمایت از حقوق مؤلفان و مصنفان است. کثیر کتاب هر روش اعم از فتوکپی، ریسوگرافی، تهیه فایل های pdf، لوح فشرده، باز نویسی در وبلاگ، سایت، مجله ها و کتاب، بدون اجازه کتبی ناشر مجاز نیست و موجب پیگرد قانونی می شود.

ISBN:978-964-03-6866-4



عنوان: کاربردهای زیستی نانو مواد؛ جلد سوم: ایمپلنت ها، مهندسی بافت و زیست سازگاری

تألیف: علی اکبر صیوری - حسین درخشان خواه - لقمان علایی

نوبت چاپ: اول

تاریخ انتشار: ۱۳۹۴

شمارگان: ۵۰۰ نسخه

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

چاپ و صحافی: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

«مسئولیت صحت مطالب کتاب با مؤلفان است»

«کلیه حقوق برای ناشر محفوظ است»

بها: ۱۶۰۰۰۰ ریال

خیابان کارگر شمالی - خیابان شهید فرش مقدم - مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

پست الکترونیک: press@ut.ac.ir - تارنما: <http://press.ut.ac.ir>

پخش و فروش: تلفکس ۸۸۳۳۸۷۱۲

فهرست مطالب

پیش‌گفتار.....	۱
فصل بیست و یکم: نانوپروب‌ها و تصویربرداری RNA در سلول‌های زنده.....	۱
۱-۲۱ مقدمه.....	۱
۲-۲۱ تحریک برای تصویربرداری RNA.....	۲
۳-۲۱ تنظیم RNA از راه تعیین موقعیت فضایی و دینامیک RNA.....	۲
۴-۲۱ آخرین فناوری‌ها در تصویربرداری RNA.....	۴
۵-۲۱ مراحل لیگاند پرمبنای نوکلئیک اسید برای تصویربرداری RNA در سلول‌های زنده.....	۶
۱-۵-۲۱ ساختار لیگاند.....	۶
۲-۵-۲۱ میل ترکیبی لیگاند.....	۷
۳-۵-۲۱ حساسیت پروب.....	۸
۴-۵-۲۱ تحویل درون‌سلولی.....	۸
۶-۲۱ سایر پروب‌های آشکارسازی RNA پرمبنای نانوفناوری.....	۱۱
۱-۶-۲۱ راهبردهای تصویربرداری RNA پرمبنای نانوذرهای طلا.....	۱۱
۲-۶-۲۱ استفاده از نقاط کوانتومی نیمه‌رسانا برای هدف‌یابی RNA در سلول‌های تثبیت شده.....	۱۱
۷-۲۱ نتیجه‌گیری.....	۱۲
فصل بیست و دوم: به‌کارگیری نانومواد در سلول‌های مصنوعی.....	۱۵
۱-۲۲ مقدمه.....	۱۵
۲-۲۲ بهبود سلول‌های مصنوعی با استفاده از نانومواد.....	۱۶
۳-۲۲ نانومواد زیستی و سلول‌های قرمز خون.....	۱۹
۱-۳-۲۲ سلول‌های مصنوعی به‌عنوان جایگزین‌های خون.....	۱۹
۲-۳-۲۲ تعیین ویژگی سلول‌های قرمز خون مصنوعی.....	۲۱
۳-۳-۲۲ نانومواد زیستی و سلول‌های قرمز خون مصنوعی.....	۲۴
۴-۲۲ نتیجه‌گیری.....	۲۸
فصل بیست و سوم: نانومواد مورد استفاده در مهندسی بافت ماهیچه اسکلتی.....	۳۱
۱-۲۳ مقدمه.....	۳۱

۳۱	۲۳ ۲ نانومواد زیستی و مهندسی بافت استخوان.....
۳۲	۲۳-۲-۱ مواد کامپوزیتی سرامیک زیستی و پلیمر.....
۳۴	۲۳ ۲ ۲ نانوذرات فلزی و مواد کامپوزیت پلیمری.....
۳۷	۲۳ ۲-۳ پوشش نانومواد روی سطوح فلزی.....
۴۰	۲۳-۲-۴ الگودهی در مقیاس نانو.....
۴۰	۲۳ ۲-۵ اتصال پتیدی.....
۴۳	۲۳ ۲ ۶ داربست‌های نانوالیاف.....
۴۶	۲۳ ۳ نانومواد زیستی و مهندسی بافت غضروف.....
۴۶	۲۳-۳-۱ نانوذرات.....
۴۸	۲۳-۳-۲ داربست‌های نانوالیاف.....
۴۹	۲۳ ۴ نانومواد زیستی مهندسی بافت ماهیچه.....
۵۰	۲۳-۴-۱ داربست‌های نانوالیاف.....
۵۳	۲۳ ۵ نانومواد زیستی مورد استفاده برای مهندسی بافت عروقی.....
۵۴	۲۳ ۵ ۱ داربست‌های نانوالیاف.....
۵۵	۲۳ ۵ ۲ داربست‌های دارای الگوی نانو.....
۵۶	۲۳ ۵ ۳ نانوذرات فلزی.....
۵۷	۲۳-۶ نتیجه‌گیری.....

فصل بیست و چهارم: نانو کامپوزیت‌های پلیمری مواد زیستی برای ترمیم بافت استخوان و

۵۹	غضروف: دیدگاه علم مواد.....
۵۹	۲۴-۱ مقدمه‌ای بر نانو کامپوزیت‌های پلیمری مواد زیستی.....
۶۱	۲۴ ۲ ساختارها و ویژگی‌های مهم.....
۶۱	۲۴ ۲ ۱ استخوان: یک نانو کامپوزیت سخت.....
۶۳	۲۴ ۲-۲ غضروف: یک کامپوزیت نرم.....
۶۵	۲۴ ۳ سطح مشترک استخوان غضروف: یک نانو کامپوزیت سطح مشترک.....
۶۶	۲۴ ۳ ۱ ویژگی‌های مورد نیاز یک بافت پیوند شده جهت داشتن عملکرد.....
۶۷	۲۴-۴ مواد زیستی مورد استفاده در مهندسی بافت استخوان.....
۶۷	۲۴ ۴ ۱ مواد زیستی سرامیکی، پلیمری و کامپوزیتی ترمیم استخوان.....
۶۹	۲۴-۴-۲ نانومواد کامپوزیت پلیمری ترمیم استخوان.....

۷۵.....	۲۴ ۵ مواد زیستی به کار رفته برای مهندسی بافت غضروف
۷۶.....	۲۴ ۵ ۱ مواد زیستی موجود برای ترمیم غضروف
۷۸.....	۲۴ ۵ ۲ نانومواد کامپوزیتی پلیمری برای ترمیم غضروف
۸۰.....	۲۴ ۶ مهندسی بافت در استئوکندرال
۸۱.....	۲۴-۶-۱ داربست‌های مواد زیستی در ترمیم استئوکندرال
۸۲.....	۲۴ ۶ ۲ نانوکامپوزیت‌های پلیمری در ترمیم استئوکندرال
۸۴.....	۲۴ ۷ نتیجه‌گیری

فصل بیست و پنجم: کلاژن: یک نانوماده زیستی برای مطالعات کاربردی در مهندسی بافت..... ۸۷

۸۷.....	۲۵-۱ مقدمه
۸۸.....	۲۵-۲ سرهم بندن کلاژن و ساختار سلسله مراتبی آن
۸۹.....	۲۵-۳ ساختار و عملکرد کلاژن در بافت‌های طبیعی و مهندسی شده
۹۰.....	۲۵-۳-۱ استخوان
۹۰.....	۲۵-۳-۲ پوست
۹۰.....	۲۵-۳-۳ زردپی
۹۱.....	۲۵ ۳ ۴ غضروف مفصلی
۹۱.....	۲۵ ۴ به کارگیری فناوری میکروفلوئید برای ساخت محلول‌های سه‌بعدی بر پایه کلاژن با دقت فضایی بالا
۹۶.....	۲۵ ۵ کنترل دینامیک ویژگی‌های ساختاری ماتریس خارج سلولی
۹۷.....	۲۵ ۶ گونه‌های سنتزی الهام گرفته از کلاژن

فصل بیست و ششم: نانوتوپوگرافی در زیست‌مواد کاشتنی..... ۹۹

۹۹.....	۲۶ ۱ مقدمه
۱۰۱.....	۲۶ ۲ فرایندهای موجود در سطح مشترک استخوان-ایمپلنت
۱۰۳.....	۲۶ ۲ ۱ جاسازی ایمپلنت استخوان خارجی
۱۰۳.....	۲۶ ۳ ویژگی‌های زیست‌مواد
۱۰۵.....	۲۶ ۴ اهمیت نانوفناوری در شناسایی ایمپلنت‌ها
۱۰۶.....	۲۶ ۵ مطالعات اولیه روی میکروتوپوگرافی سطح ایمپلنت
۱۰۷.....	۲۶ ۶ ساخت نانوتوپوگرافی سطح

- ۱۰۸-۶-۲۶ ایجاد ناهمواری‌های تصادفی سطح.....
- ۱۱۱-۶-۲۶ ایجاد نانوتوبوگرافی نیمه منظم از راه خودتجمعی.....
- ۱۱۳-۶-۲۶ نانویافت‌های منظم.....
- ۱۲۰-۶-۲۶ نتیجه‌گیری.....

فصل بیست و هفتم: نانوآرایه‌ها و نانوفناوری زیستی..... ۱۲۳

- ۱۲۳-۲۷-۱ مقدمه.....
- ۱۲۵-۲۷-۲ نانوآرایه‌ها مورد استفاده در ساخت نانوآرایه.....
- ۱۲۵-۲۷-۲-۱ لیوگرافی باریکه الکترونی.....
- ۱۲۷-۲۷-۲-۲ لیتوگرافی نوری.....
- ۱۲۹-۲۷-۲-۳ چاپ جوهرافشان.....
- ۱۲۹-۲۷-۲-۴ چاپ میکرو تمال.....
- ۱۳۱-۲۷-۲-۵ لیتوگرافی میکروسکوپی رولینگ ویشی.....
- ۱۳۲-۲۷-۲-۶ نانویوندزنی.....
- ۱۳۳-۲۷-۲-۷ نانولیتوگرافی دیپ-بن.....
- ۱۳۵-۲۷-۳ کاربردهای نانوآرایه‌ها.....
- ۱۳۶-۲۷-۳-۱ نانوآرایه‌های ژنومی.....
- ۱۳۷-۲۷-۳-۲ نانوآرایه‌های ویروسی.....
- ۱۳۷-۲۷-۳-۳ نانوآرایه‌های پروتئینی.....
- ۱۳۹-۲۷-۳-۴ آرایه‌های زیست حسگر نانولوله کربنی.....
- ۱۴۲-۲۷-۴ نتیجه‌گیری.....

فصل بیست و هشتم: نانومواد زیستی چند منظوره با قابلیت الگودارشدن نوری..... ۱۴۵

- ۱۴۵-۲۸-۱ مقدمه.....
- ۱۴۵-۲۸-۲ مواد نانوکامپوزیت PDMS رسانا برای مصارف تشخیص‌های بیوالکتریک.....
- ۱۴۵-۲۸-۲-۱ پلی دی متیل سیلوکسان.....
- ۱۴۶-۲۸-۲-۲ PDMS با قابلیت الگودارشدن نوری.....
- ۱۴۶-۲۸-۲-۳ PDMS رسانا.....
- ۱۴۷-۲۸-۲-۴ ساخت PDMS رسانا با قابلیت الگودارشدن نوری.....

۲۸ ۲ ۵	ویژگی‌های PDMS رسانا با قابلیت الگودارشدن نوری	۱۴۷
۲۸ ۲ ۶	کاربرد در تشخیص‌های بیوالکتریک	۱۴۹
۲۸ ۳	مواد PEG هیدروژل با الگوی نوری در تجمعات نانو	۱۵۱
۲۸ ۳ ۱	پلی اتیلن گلیکول	۱۵۱
۲۸ ۳ ۲	ساخت PEG هیدروژل نانوالگو	۱۵۱
۲۸ ۳ ۳	نانوتجمعات PEG با استفاده از الگو	۱۵۲
۲۸ ۳ ۴	اثر ویژگی‌های سطحی PEG	۱۵۵
۲۸-۳-۵	کاربرد در تشخیص‌های زیستی	۱۵۶
۲۸ ۴	نانوآمیپوزیت PTFE فوق آب‌گریز با الگوی نوری در بیونیک	۱۵۶
۲۸ ۴ ۱	پلی تترافلور اتیلن	۱۵۶
۲۸-۴-۲	PTFE فوق آب‌گریز	۱۵۷
۲۸-۴-۳	PTFE با قابلیت انبساط نوری	۱۵۷
۲۸ ۴ ۴	ساخت PTFE فوق آب‌گریز با قابلیت الگوبرداری نوری	۱۵۸
۲۸ ۴ ۵	ویژگی‌های PTFE فوق آب‌گریز با قابلیت الگوبرداری نوری	۱۵۸
۲۸ ۴ ۶	کاربرد در بیونیک	۱۶۰
۲۸ ۵	چشم‌اندازهای آتی	۱۶۰

فصل بیست و نهم: نانومواد زیستی در مطالعات پیش‌کلینیکی و تشخیص‌های کلینیکی .. ۱۶۳

۲۹ ۱	نانومواد پارامغناطیس	۱۶۴
۲۹ ۱ ۱	تئوری	۱۶۴
۲۹ ۱ ۲	سمیت، فارماکوکینتیک و توزیع زیستی	۱۶۷
۲۹ ۲	نانومواد زیستی برپایه گادولینیوم	۱۶۹
۲۹ ۳	نانومواد زیستی برپایه دیسپروسیوم	۱۷۲
۲۹ ۴	نانومواد زیستی برپایه منگنز	۱۷۳
۲۹ ۵	نانومواد زیستی فوق پارامغناطیس	۱۷۵
۲۹ ۵ ۱	تئوری	۱۷۵
۲۹ ۵ ۲	سمیت، فارماکوکینتیک و توزیع زیستی	۱۷۹
۲۹ ۵ ۳	به‌کارگیری نانومواد زیستی برپایه اکسید آهن هدفمند شده غیرفعال	۱۸۰
۲۹ ۶	به‌کارگیری نانومواد زیستی برپایه اکسید آهن هدفمند شده فعال	۱۸۰

- ۷-۲۹ اهمیت قدرت میدان مغناطیسی ساکن ۱۸۲
- ۸-۲۹ چشم اندازهای آتی ۱۸۲

فصل سی ام: زیست سازگاری نانومواد: خواص شیمیایی و فیزیکی مرتبط با سم شناسی نانومواد در محیط های *In vivo* و *In vitro* ۱۸۷

- ۱-۳۰ مقدمه ۱۸۷
- ۲-۳۰ روش های تعیین ویژگی مواد ۱۸۸
- ۱-۳۰-۲-۱ یکپه سکوپ الکترونی عبوری و طیفی سنجی پراکنش انرژی ۱۸۸
- ۲-۳۰-۲-۲ طیف سنجی رامان و سایر طیف سنجی ها ۱۹۰
- ۳-۳۰-۲-۳ پراکنش ذره ۱۹۱
- ۴-۳۰-۲-۴ پتانسیل زتا ۱۹۲
- ۳-۳۰-۳ تعیین ویژگی همراست ۱۹۳
- ۱-۳۰-۳-۱ آنالیزکننده تحرک بقای ۱۹۳
- ۲-۳۰-۳-۲ جداسازی شمارش میدان ۱۹۴
- ۴-۳۰-۴ تعیین ویژگی ها در حالات *in vivo* و *in vitro* ۱۹۵
- ۱-۳۰-۴-۱ سنجش ویتامین C ۱۹۶
- ۲-۳۰-۴-۲ پتانسیل همولیتیک ۱۹۶
- ۳-۳۰-۴-۳ پروپ دی کلروفلوروسین ۱۹۸
- ۵-۳۰ پاسخ های زیستی در *in vivo* و *in vitro* ۱۹۸
- ۱-۳۰-۵-۱ پاسخ سلولی به استرس اکسیداتیو ۱۹۸
- ۲-۳۰-۵-۲ پاسخ التهابی ۱۹۹
- ۳-۳۰-۵-۳ آسیب سلولی در طی یک مسیر سمیت زنی ۱۹۹
- ۴-۳۰-۵-۴ برداشت سلولی ۲۰۰
- ۶-۳۰ استانداردسازی روش ها ۲۰۱
- ۱-۳۰-۶ داده های فیزیکوشیمیایی در متون سم شناسی نانو ۲۰۲
- ۲-۳۰-۶-۲ نتیجه گیری ۲۰۳

فصل سی و یکم: سازگاری نانوذرات با اجزای خونی ۲۰۵

- ۱-۳۱ مقدمه ۲۰۵

۲۰۷	۳۱ ۲ از بین رفتن ایتروسیته‌ها
۲۱۰	۳۱ ۳ لخته‌زایی
۲۱۲	۳۱-۴ سنجش سایتوگین
۲۱۴	۳۱ ۵ فعالسازی کمپلمان
۲۱۷	۳۱ ۶ فاگوسیتوز
۲۱۸	۳۱ ۷ آنالیز سمیت
۲۲۰	۳۱ ۸ خلاصه

www.ketab.ir

پیش‌گفتار

علم مواد زیستی، ممکن است چند رشته‌ای‌ترین حوزه در کل رشته‌های علمی باشد. یک ماده زیستی، ماده‌ای غیرقابل رشد سریع مورد استفاده در یک وسیله پزشکی به‌منظور برهم‌کنش با سیستم‌های زیست‌شناختی است. اگرچه مواد زیستی اغلب برای مواجهه با یک نیاز پزشکی درمانی یا تشخیصی به کار می‌روند، اما اگر واژه «پزشکی» حذف شود، این تعریف گسترده‌تر شده و می‌تواند محدوده وسیعی از کاربردهای پیشنهاد شده در فوق را در برگیرد. اگر واژه «غیر قابل رشد» حذف شود، آنگاه تعریف حتی عمومی‌تر می‌شود و می‌تواند بسیاری از کاربردهای اندام مصنوعی هیبرید و مهندسی بافت را که در آن‌ها از سلول‌های زنده استفاده می‌شوند را شامل شود.

در قرن‌ی که در آن هستیم، یعنی قرن بیست و یکم، مواد زیستی به‌طور گسترده‌ای در پزشکی، دندانپزشکی، و فن‌آوری زیستی استفاده می‌شوند. شصت سال پیش، مواد زیستی آن‌گونه که امروزه راجع به آن‌ها فکر می‌کنیم، وجود نداشتند و این «ماده زیستی» استفاده نمی‌شد. هیچ سازنده وسیله پزشکی (به‌جز برای اندام‌های مصنوعی جراحی مانند دست و پا، وسایل تثبیت‌کننده عضو شکسته شده، چشم‌های شیشه‌ای، پرکننده‌ها و وسایل دندان)، هیچ فرایند اعطای مجوز قانونی، هیچ درکی از زیست‌سازگاری و به‌خصوص هیچ رشته دانشگاهی در مورد مواد زیستی وجود نداشت. تا آن زمان مواد زیستی خام، معمولاً با نتایج ضعیف یا ترکیبی در کل تاریخ مواد استفاده قرار گرفته بودند.

کتاب حاضر، طراحی، ساخت، آزمایش، کاربردها و عملکرد مواد زیستی و طبیعی را آدرس‌دهی می‌کند که در ایمپلنت‌ها، وسایل و تجهیزات بسیار متنوعی که سیستم‌های زیست‌شناختی را به یکدیگر پیوند می‌دهند، استفاده می‌شوند. از این مواد، با عنوان مواد زیستی یاد می‌شود. یک اصل مهم در گردهم‌آوری مطالب پیش رو این است که پیشرفت بنیادین در حوزه مواد زیستی مستلزم یکپارچه‌سازی مفاهیم و ابزارهای حاصل از طیف کامل علوم فیزیکی، مهندسی، درمان بالینی، زیست‌شناسی و علوم زیستی است. با این وجود، اعتقاد بر این است که یک پزشک بایستی قادر به فراگرفتن دانش مبنایی علم، مهندسی و جنبه‌های تجاری‌سازی مواد زیستی باشد. یک شیمیدان می‌تواند از این کتاب برای درک زیست‌شناسی ماورای مواد زیستی، فیزیولوژی مربوط به وسایل بالینی و کاربردهای آن در پزشکی استفاده کند. یک مهندس شاغل در یک شرکت وسایل پزشکی می‌تواند علم پایه‌ای متضمن توسعه فنی و جزئیات مربوط به کاربردهای درمانی را فرا گیرد. به‌طور مشابه، برای رشته‌های دیگری که دارای وجوه مشترکی با مواد زیستی هستند، این کتاب می‌تواند خواننده را از راه موضوعات گوناگون اما مرتبط که معمولاً در یک کتاب یافت نمی‌شوند، هدایت نماید.