

بررسی خواص و روش‌های پوشش‌دهی بیومتریال‌ها

(روش‌ها، آنالیز و کاربردها)

جلد دوم

تالیف

دکتر مهدی موحدی

(دکترای مهندسی پزشکی، بیومتریال)

مهندس ریحانه یاراحمدیان

(کارشناس گروه بیومتریال، نانو تکنولوژی و مهندسی بافت دانشکده فناوریهای نوین)

پزشکی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان)

دکتر ناهید حسن زاده نعمتی

(عضو هیات علمی دانشکده علوم و فناوری های پزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد

علوم و تحقیقات تهران)

سرشناسه	:	موحدی، مهدی، ۱۳۶۱ - Movahedi, Mehdi
عنوان و نام پدیدآور	:	بررسی خواص و روش‌های پوشش‌دهی بیومتریال‌ها/ تألیف مهدی موحدی، ریحانه یاراحمدیان، ناهید حسن زاده نعمتی
مشخصات نشر	:	تهران: اروانه، ۱۳۹۹ -
مشخصات ظاهری	:	ج: مصور، جدول، نمودار.
شابک	:	دوره: ۹۷۸-۶۲۲-۷۳۶۸-۳-۱؛ ج: ۹۷۸-۶۲۲-۷۳۶۸-۲۷-۶؛ ج: ۹۷۸-۶۲۲-۷۳۶۸-۶۴-۲-۷۳۶۸
وضعیت فهرست نویسی	:	قیفا
یادداشت	:	نویسندگان جلد اول مهدی موحدی، ریحانه یاراحمدیان، احمد رمضان‌سعادت‌آبادی.
یادداشت	:	کتابنامه.
مترجمات	:	ج: ۱. پوشش‌های لایه نازک برای کاربردهای زیست پزشکی و زیست مواد
موضوع	:	مواد زیست‌پزشکی، Biomedical materials
موضوع	:	مهندسی پزشکی، Biomedical engineering
شناسه افزوده	:	یاراحمدیان، ریحانه، ۱۳۶۲ -
شناسه افزوده	:	حسن زاده نعمتی، ناهید، ۱۳۸۵ -
رده بندی کنگره	:	۸۵
رده بندی دیویی	:	۲۸/۴۱۰
شماره کتابشناسی ملی	:	(۷۵)



بررسی خواص و روش‌های پوشش‌دهی بیومتریال‌ها جلد دوم (روش‌ها، آنالیز و کاربردها)

- تألیف: مهدی موحدی - ریحانه یاراحمدیان - ناهید حسن زاده نعمتی
- ناشر: اروانه
- صفحه آرا و طراح جلد: بهاره عزت تبار
- قطع: نوزیری
- مشخصات ظاهری: ۶۰۶ صفحه
- چاپ و صحافی: موسسه چاپ بهمن
- نوبت چاپ: اول، ۱۳۹۹
- شابک دوره: ۹۷۸-۶۲۲-۷۳۶۸-۳۸-۳
- شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۷۳۶۸-۶۴-۲
- شمارگان: ۱۰۰۰ جلد
- قیمت: ۱۶۰۰۰۰ تومان

کلیه حقوق این اثر متعلق به مولف می باشد»

مجموعه پیش رو جلد دوم از کتاب بررسی خواص و روش‌های پوشش دهی بیومتریال‌ها می‌باشد. درس بررسی خواص و روش‌های پوشش دهی بیومتریال‌ها از مجموع دروس مقطع تحصیلات تکمیلی رشته مهندسی پزشکی گرایش بیومتریال می‌باشد، از آنجایی که هیچ رفرنس فارسی در این زمینه برای اساتید و دانشجویان وجود ندارد و از طرفی با توجه به توسعه روزافزون تکنولوژی و پیشرفت روش‌های پوشش دهی ایمپلنت‌ها و مواد قابل کاشت در بدن، بیش از پیش نیاز به کتاب و منبعی جامع که بتواند مورد استفاده قرار بگیرد، حس می‌شد از این رو تصمیم گرفتیم که این کمبود را در کشور با نگارش این کتاب با حدودی برطرف کنیم. مطالب این مجموعه در قالب دو جلد کتاب و مجموعاً ۱۱۰۰ صفحه گردآوری و تألیف شده است. تمامی مطالب مجموعه بر طبق سرفصل تعریف شده در وزارت علوم، تحقیقات و فناوری برای درس بررسی خواص و روش‌های پوشش دهی بیومتریال می‌باشد و به غیر از سرفصل‌های وزارت علوم، مطالب بیشتر و تکمیلی و تخصصی‌تر نیز پوشش دهی در مجموعه گنجانده شده است. در جلد اول کتاب به بررسی تخصصی پوشش‌های لایه نازک خواهیم پرداخت و در جلد دوم مطالب روش‌های اصلاح سطح بیومتریال و واکنش‌های سلولی مورد بررسی قرار خواهند گرفت.

از آنجایی که هیچ نوشته علمی فاقد نقص و کمبود نمی‌باشد، از اساتید و صاحب‌نظران خواهشمندیم هرگونه انتقاد پیشنهاد سازنده خود جهت برطرف شدن ایرادات احتمالی کتاب در چاپ‌های بعدی از طریق ایمیل زیر با ما در میان بگذارند. با آرزوی موفقیت به امید ساختن ایرانی آباد.

نویسندگان: موحدی، یاراحمدیان، حسن زاده نعمتی

فهرست

فصل اول: تغییرات سطحی مواد بیولوژیکی با پلیمریزاسیون پلاسما.....	۱۷
۱-۱- مقدمه.....	۱۸
۱-۲- خلاصه ای از پلیمریزاسیون پلاسمایی و پلاسما.....	۱۸
۱-۳- تولید پلاسما و طراحی سیستم.....	۱۹
۱-۴- پارامترهای پلاسما.....	۲۳
۱-۴-۱- میزان جریان عبوری مونومر (ها).....	۲۳
۱-۴-۲- توان پلاسما.....	۲۴
۱-۴-۳- فشار پلاسما.....	۳۰
۱-۵- پارامترهای داخلی.....	۳۰
۱-۵-۱- پتانسیل در رسما و در سطوح.....	۳۱
۱-۵-۲- دما (انرژی ها- دران).....	۳۴
۱-۵-۳- چگالی پلاسما و شار یون.....	۳۴
۱-۶- کاربردهای بالقوه مواد بیولوژیکی.....	۳۶
۱-۶-۱- تعامل در رابط بیولوژیک- پلیمری.....	۳۸
۱-۶-۲- پلیمرهای پلاسما و ترشوندگی (رکشت سلولی).....	۳۹
۱-۶-۳- پلیمرهای پلاسما و گروه های عاملی سطح اتصال سلولی.....	۳۹
۱-۶-۴- پلیمرهای پلاسما و طرح یابی فضایی.....	۴۲
۱-۶-۵- پلیمرهای پلاسمایی و گروه عاملی سطح (اتحاد پروتئین).....	۴۲
۱-۶-۶- پلیمرهای پلاسمایی و بازداری گروه عاملی (بی-کربن کردن مولکول های فعال بیولوژیکی).....	۴۴
۱-۶-۷- پلیمرهای پلاسمایی و ترکیب زیست فعال.....	۴۶
۱-۶-۸- پلیمرهای پلاسما و بازداری ساختاری.....	۴۶
۱-۶-۹- پلیمرهای پلاسما و بازداری عاملی و ساختار (پلیمرهای پلاسما با میزان آلودگی بیولوژیکی کم).....	۴۷
۱-۷- روندهای آتی در پلیمرهای پلاسمایی.....	۴۸
منابع:.....	۵۱
فصل دوم: مروری بر یک مقاله با عنوان: اصلاح سطح - پلاسمای زیست مواد.....	۶۵
۱-۲- مقدمه.....	۶۶

- ۷۰..... ۲-۲- منابع پلاسما و تکنیک های اصلاح سطحی پلاسما
- ۷۰..... ۲-۲-۱- منابع پلاسما
- ۷۱..... ۲-۲-۲- منابع پلاسمای گازی
- ۷۸..... ۲-۲-۳- منبع پلاسمای قوس خلأ
- ۷۹..... ۲-۲-۴- منبع پلاسمای لیزری
- ۸۱..... ۲-۳- تکنیک های اصلاح سطح - پلاسما
- ۸۱..... ۲-۳-۱- حاکشی شیمیایی و کند و پاش پلاسما
- ۸۲..... ۲-۳-۲- شست پلاسما
- ۸۴..... ۲-۳-۳- رسوبدهی پلاسما
- ۸۹..... ۲-۳-۴- اسپری پلاسما
- ۹۰..... ۲-۴- زیست مواد و اصلاح سطحی
- ۹۰..... ۲-۴-۱- زیست مواد
- ۹۱..... ۲-۴-۲- اصلاح پلاسمای فیزیک
- ۹۲..... ۲-۴-۳- لزوم اصلاح سطحی
- ۹۷..... ۲-۵- اثرات اصلاح سطح - پلاسما
- ۹۷..... ۲-۵-۱- مورفولوژی سطحی
- ۱۰۲..... ۲-۵-۲- خواص سطحی
- ۱۰۴..... ۲-۵-۳- کاشت یون
- ۱۰۷..... ۲-۵-۴- رسوبدهی پلاسما
- ۱۱۱..... ۲-۵-۵- استرلیزاسیون پلاسما
- ۱۱۷..... ۲-۶- اصلاح سطح - پلاسمای جایگزین های بافت سخت
- ۱۱۹..... ۲-۶-۱- کاشت یون
- ۱۲۰..... ۲-۶-۲- محصولات ارتوپدی تیتانیوم
- ۱۲۴..... ۲-۶-۳- محصولات ارتوپدی کربال - کرومیوم
- ۱۲۵..... ۲-۶-۴- قطعات ارتوپدی پلیمری
- ۱۲۷..... ۲-۶-۵- بیوسرامیک ها
- ۱۲۷..... ۲-۶-۶- روکش پلاسما
- ۱۳۰..... ۲-۶-۷- تکنیک های گرافت پلاسما
- ۱۳۰..... ۲-۶-۸- تکنیک های گرافت پلاسما
- ۱۳۰..... ۲-۷- اصلاح سطح - پلاسما در مواد دارای تماس با خون

۱۳۲	۱-۷-۲- مواد آلی دارای تماس با خون
۱۳۲	۲-۷-۲- پلی (تترافلوئورواتیلن)
۱۳۶	۳-۷-۲- سایر پلیمرها
۱۳۸	۴-۷-۲- مواد غیرآلی دارای تماس با خون
۱۴۲	۸-۲- اصلاح سطح - پلاسمای مواد چشمی
۱۴۲	۱-۸-۲- لنزهای درون چشمی مصنوعی
۱۴۴	۲-۸-۲- قرنیه
۱۵۰	۹-۲- اصلاح سطح - پلاسمای سایر دستگاه های مهندسی پزشکی
۱۵۴	۱۰-۲- رصه و جهت گیری های آتی
۱۵۷	منابع
	فصل سوم: اصلاح سطحی زیست مواد به کمک هیپارینیزاسیون برای بهبود خون سازگاری
۱۷۱	۱-۳- معرفی
۱۷۳	۲-۳- مولکول بایواکتیو (زیست فعال): هیپارین
۱۷۵	۳-۳- تعامل خون-زیست مواد
۱۷۵	۱-۳-۳- جذب پروتئین
۱۷۶	۲-۳-۳- واکنش های پلاکتی
۱۷۶	۳-۳-۳- انعقاد (لخته‌گی)
۱۷۷	۴-۳-۳- فیبرینولیز
۱۷۷	۵-۳-۳- اریتروسیت ها و لکوسیت ها
۱۷۸	۶-۳-۳- فعال سازی مکمل
۱۷۸	۷-۳-۳- روابط متقابل (داخلی)
۱۷۹	۴-۳- اصلاح سطح توسط هیپارینیزاسیون برای بهبود خون سازگاری
۱۷۹	۱-۴-۳- تعریف
۱۷۹	۲-۴-۳- رویکردهای روش شناختی برای انجام فرآیند هیپارینیزاسیون
۱۸۶	۳-۴-۳- تجزیه و تحلیل درجه هیپارینیزاسیون
۱۸۷	۴-۴-۳- بررسی اثر هیپارینیزاسیون بر سازگاری با خون
۱۹۲	۵-۴-۳- خلاصه
۱۹۳	۵-۳- روندهای آینده در هیپارینیزاسیون سطوح زیست مواد
۱۹۵	منابع

فصل چهارم: اکسایش سطحی فلز و برهمکنش های سطحی.....	۲۰۱
۱-۴ اکسیدهای سطحی در دستگاه های پزشکی فلزی: سناریو.....	۲۰۲
۲-۴ تیتانیوم اکسیدها روی کاشتنیهای Ti: از ساختار کریستالوگرافیک به مطالعه ی نظری	۲۰۶
ساختار سطح اتمی و رفتار.....	۲۰۶
۱-۲-۴ تیتانیوم اکسیدها روی آلیاژهای تیتانیومی.....	۲۰۷
۲-۲-۴ توصیف نظری سطوح تیتانیوم اکسید: مطالعات مکانیکی کوانتومی سطح	۲۰۸
کریستالوگرافی در خلاء.....	۲۰۸
۳-۲-۴ پدیده ای هیدراسیون روی سطوح تیتانیوم اکسید: مطالعات شبیه سازی مکانیک	۲۱۲
کوانتومی و دینامیک مولکولی (MD) جذب سطحی آب.....	۲۱۲
۴-۲-۴ پدیده های جذب سطحی روی سطوح تیتانیوم اکسید: مطالعات شبیه سازی جذب	۲۲۱
سطحی مولکول های رنگ در پروتئین ها.....	۲۲۱
۳-۴ تکنولوژیهای برای نظم اکسیدهای تیتانیوم روی تیتانیوم.....	۲۲۷
۳-۳-۴ اصلاحات شیمیایی ساختار و اجزای تیتانیوم اکسید طبیعی.....	۲۳۰
۲-۳-۴ اصلاحات الکتروشیمیایی ساختار و اجزای تیتانیوم اکسید طبیعی.....	۲۳۷
۴-۴ روندهای آتی.....	۲۴۶
۵-۴ ضمیمه A: اختصارات و نمادها.....	۲۴۸
منابع.....	۲۴۹
فصل پنجم: اصلاح سطحی زیست مواد با رسوبدهی کاتدلیک فوسفات.....	۲۵۷
۱-۵ مقدمه.....	۲۵۸
۲-۵ روش های اصولی و کاربردها.....	۲۵۸
۱-۲-۵ رسوبدهی اسپری حرارتی.....	۲۶۰
۲-۲-۵ رسوبدهی به کمک باریکهای یونی.....	۲۶۳
۳-۲-۵ رسوبدهی بخار فیزیکی لیزر پالس دار.....	۲۶۳
۴-۲-۵ اکسایش قوس میکرو.....	۲۶۴
۵-۲-۵ رسوبدهی کند و پاش مگنترون.....	۲۶۵
۶-۲-۵ رسوبدهی الکتروفوریتیک.....	۲۶۷
۷-۲-۵ رسوبدهی الکتروشیمیایی.....	۲۶۸
۸-۲-۵ روش های سل - ژل.....	۲۷۰
۹-۲-۵ پرس داغ ایزواستاتیک.....	۲۷۱
۱۰-۲-۵ پوشش های زیست تقلیدی.....	۲۷۲

۲۷۶	۳-۵ نقاط قوت و ضعف
۲۷۷	۴-۵ روندهای آتی
۲۷۹	منابع:
	فصل ششم: توپوگرافی سطحی زیست مواد برای کنترل پاسخ سلولی: تکنولوژی ها،
۲۹۳	رفتار سلولی و کاربردهای مهندسی پزشکی
۲۹۴	۱-۶ مقدمه
۲۹۵	۲-۶ تعریف میکرون و نانو
۲۹۵	۳-۶ تولید توپوگرافی سطحی
۲۹۵	۱-۳-۶ فولتوگرافی (PL)
۲۹۷	۲-۲-۶ رنوگرافی لیزر
۲۹۷	۳-۳-۶ لیزرگرافی بارکد الکترونی
۲۹۹	۵-۳-۶ ترکیب پلیمر
۳۰۱	۴-۶ توپوگرافی سطحی چگونه بر رفتار سلولی اثر میگذارد
۳۰۱	۱-۴-۶ اهمیت ابعاد ویژگی
۳۰۳	۲-۴-۶ مکانیزمهای پاسخ سلولی
۳۱۰	۳-۴-۶ جذب پروتئین
۳۱۲	۴-۴-۶ شیمی در مقایسه با توپوگرافی
۳۱۳	۲-۵-۶ سلولهای بنیادین جنین
۳۱۴	۳-۵-۶ تفکیک سلول بنیادین
۳۱۴	۴-۵-۶ سلولهای بنیادین اسکلتی
۳۱۶	۵-۵-۶ سلولهای بنیادین عصبی
۳۱۷	۶-۶ بازسازی بافت
۳۱۷	۱-۶-۶ عصبی
۳۱۸	۲-۶-۶ کاشتنیهای دندان
۳۱۹	۳-۶-۶ عروق خونی مصنوعی
۳۲۳	۷-۶ مسائل فعلی و روندهای آتی
۳۲۵	منابع:
۳۳۷	فصل هفتم: تکنیکهای تجزیه و تحلیل شیمی سطح سلول زیستی
۳۳۸	۱-۷ مقدمه
۳۴۰	۲-۷ اسپکتروسکوپی فوتوالکتریک اشعه ایکس (XPS)

۳۴۰	۱-۲-۷- فرآیند تجزیه الکترونی
۳۴۴	۲-۲-۷- کمی کردن مقدار
۳۴۶	۳-۲-۷- اطلاعات وضعیت شیمیایی
۳۴۹	۴-۲-۷- اطلاعات عمق در XPS
۳۵۳	۵-۲-۷- تصویربرداری XPS
۳۵۴	۶-۲-۷- دیگر ویژگی‌های طیفی
۳۵۷	۳-۷- زمان، از طیف‌سنجی جرمی یون ثانوی (ToF SIMS)
۳۵۸	۱-۳-۷- خواص علمی
۳۶۱	۲-۳-۷- مسیر طیفی
۳۶۷	۳-۳-۷- تحلیل بر روی تصویر ToF SIMS
۳۶۹	۴-۷- آماده‌سازی و بکاربردن نمونه
۳۷۲	منابع
۳۷۷	فصل هشتم: تکنیک‌های آنالیز ساختار، سطح طبیعی، مورفولوژی و توپوگرافی
۳۷۸	۱-۸- مقدمه
۳۷۹	۲-۸- مورفولوژی سطحی و توپوگرافی
۳۸۱	۱-۲-۸- میکروسکوپ الکترونی
۳۸۳	۲-۲-۸- میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM)
۳۸۶	۳-۲-۸- میکروسکوپ نیروی اتمی یا میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM یا AFM)
۳۹۱	۴-۲-۸- پروفیلومتری
۳۹۳	۳-۸- ساختار سطحی و توزیع فضایی
۳۹۴	۱-۳-۸- بازتاب و پراکندگی اشعه X
۳۹۶	۲-۳-۸- طیف‌سنجی رامان کانفوکال
۳۹۸	۴-۸- انرژی‌ها
۳۹۸	۱-۴-۸- اندازه‌گیری زاویه تماس
۴۰۰	۵-۸- رویداد آینده
۴۰۵	منابع
۴۰۹	فصل نهم: اصلاح سطوح زیستی برای بهینه‌سازی تعاملات با خون
۴۱۰	۱-۹- مقدمه
۴۱۱	۱-۱-۹- رویدادها در رابط خونی - زیستی
۴۱۲	۲-۱-۹- انعقاد خون

۴۱۳	۳-۱-۹- لخته‌شدگی و لخته‌زایی
۴۱۵	۴-۱-۹- جریان خون (تنش برشی)
۴۱۵	۵-۱-۹- تعامل سلول-ماده
۴۱۶	۶-۱-۹- برهمکنش‌های میانجی بین گیرنده سلول
۴۱۷	۷-۱-۹- گامی به سمت اندوتلیالیزاسیون مواد زیستی
۴۱۸	۸-۱-۹- ملاحظات مهم برای تجهیزات در تماس با خون
۴۲۰	۲-۹- اصلاحات فیزیکوشیمیایی
۴۲۰	۱-۲-۹- زبری سطح
۴۲۲	۲-۲-۹- سویی سفارش داده‌شده
۴۲۳	۱-۲-۹- UV و اصلاح سطح پلازما (PSM)
۴۲۴	۴-۲-۹- نفاذپذیری سطحی و اصلاح شیمیایی عمده
۴۲۵	۵-۲-۹- عوامل فعال کننده بیولوژیکی
۴۲۶	۶-۲-۹- بازدارنده سم، شیمی‌درمانی و داروهای مهارکننده ضد پلاکت
۴۲۷	۳-۹- عملکرد زیستی
۴۲۷	۱-۳-۹- عملکرد غیرفعال
۴۲۹	۲-۳-۹- مولکول‌های بزرگ کووالانسی مرتبط
۴۳۰	۳-۳-۹- استراتژی‌های مبتنی بر سلول صلب پتید
۴۳۱	۴-۹- نتایج
۴۳۳	منابع
۴۴۷	فصل دهم: اصلاح سطوح بیومتریال با زیست فعال برای کنترل عفونت
۴۴۸	۱-۱۰- مقدمه
۴۵۲	۲-۱۰- استراتژی‌های پلازما محور برای مبارزه با عفونت‌های مرتبط با دستگاه
۴۵۷	۳-۱۰- پلیمرهای پلازما با استفاده از نانوذرات یا یون‌های فلزی
۴۵۷	۱-۳-۱۰- نقره
۴۶۲	۲-۳-۱۰- یون‌های فلزی دیگر
۴۶۲	۴-۱۰- پیوند کووالانسی مولکول‌های آنتی باکتریال
۴۶۳	۱-۴-۱۰- ترکیبات آمونیوم چهارتایی
۴۶۵	۲-۴-۱۰- ترکیب کاتیونی دیگر
۴۶۶	۳-۴-۱۰- ایجاد آنتی بیوتیک
۴۶۸	۴-۴-۱۰- فورانون‌ها

۱۰-۴-۵- سروولاتانها..... ۴۷۳

۱۰-۵- روندهای آینده..... ۴۷۶

منابع..... ۴۷۹

فصل یازدهم: اصلاح سطوح زیست مواد برای بهینه سازی تعاملات با بافت های نرم

..... ۴۸۳

۱۱-۱- مقدمه..... ۴۸۴

۱۱-۲- اصلاح سطحی زیست مواد برای کبد..... ۴۸۴

۱۱-۲-۲- مول ماتریس برون سلولی..... ۴۸۵

۱۱-۲-۲- درمان پلاسما..... ۴۸۶

۱۱-۲-۳- قندها..... ۴۸۶

۱۱-۳- اصلاح سطحی زیست مواد برای کلیه..... ۴۸۸

۱۱-۴- اصلاح سطحی زیست مواد برای رباطها و تاندونها..... ۴۹۰

۱۱-۵- اصلاح سطحی زیست مواد برای ماهیچه اسکلتی..... ۴۹۳

۱۱-۵-۱- توپوگرافی..... ۴۹۳

۱۱-۵-۲- مولکول های ماتریس خارج سلول..... ۴۹۴

۱۱-۶- اصلاح سطحی زیست مواد برای پوست..... ۴۹۶

۱۱-۶-۱- پروتئین / پپتیدهای خارج سلولی..... ۴۹۶

۱۱-۶-۲- پلیمریزاسیون پلاسما..... ۴۹۸

۱۱-۷- نتیجه گیری..... ۴۹۹

۱۱-۸- رویدادهای آینده..... ۵۰۰

منابع..... ۵۰۱

فصل دوازدهم: اصلاح سطوح زیستی برای ترمیم و اصلاح ساختارهای عصبی

..... ۵۰۵

۱۲-۱- مقدمه: سیستم عصبی..... ۵۰۶

۱۲-۱-۱- سیستم عصبی مرکزی: ناهمگونی سلول..... ۵۰۶

۱۲-۱-۲- ویژگی ها و رفتار کلی بعد از جراحی..... ۵۰۷

۱۲-۱-۳- آستروسیت ها در جراحی..... ۵۰۸

۱۲-۱-۴- روش های درمانی فعلی..... ۵۰۸

۱۲-۱-۵- مواد برای بازیابی عصبی: تعامل با سلول ها..... ۵۰۹

۱۲-۲- خواص سطحی و تأثیر آنها بر سلول های عصبی..... ۵۱۱

۵۱۳	۱-۲-۱۲- تکنولوژی‌های اصلاحات سطحی و کاربردهای عمومی
۵۱۴	۲-۲-۱۲- توپوگرافی و تغییرات سطح شیمیایی
۵۱۸	۳-۱۲- روند آینده
۵۱۸	۱-۳-۱۲- داربست سه‌بعدی مبتنی بر نشانه‌های شیمیایی و معماری‌های مشخص
۵۱۸	۲-۳-۱۲- مولکول‌های خود مونتاژ
۵۱۸	۳-۳-۱۲- بیوپلیمرهای مهندسی ژنتیکی
۵۱۹	۴-۳-۱۲- پپتید آمفیفیل
۵۲۰	۵-۳-۱۲- الکترورسی
۵۲۱	۶-۳-۱۲- نانولوله‌های کربنی
۵۲۲	۷-۱۲- داربست‌های طراحی رایانه‌ای و ساخت قالب آزاد جامد (نمونه‌سازی سریع)
۵۲۳	منابع
	فصل سیزدهم: اصلاح سطوح زیست مواد (زیست مواد) برای کنترل رشد و تمایز
۵۳۱	سلول‌های بنیادی
۵۳۲	۱-۱۳- مقدمه
۵۳۴	۲-۱۳- سطوح برای رشد و گسترش سلول‌های بنیادی
۵۳۴	۱-۲-۱۳- اصلاح سطحی خصوصیات شیمیایی
۵۳۶	۲-۲-۱۳- اصلاح با پروتئین‌ها
۵۳۶	۳-۲-۱۳- اصلاح با پپتیدها
۵۳۷	۴-۲-۱۳- اصلاح با فاکتورهای رشد
۵۳۸	۵-۲-۱۳- ساب کالچر یا محیط کشت بدون آنزیم
۵۴۰	۳-۱۳- سطوح کنترل و مدیریت تمایز سلول‌های بنیادی
۵۴۱	۱-۳-۱۳- اصلاح شیمی سطحی
۵۴۱	۲-۳-۱۳- اصلاح توپوگرافی سطحی
۵۴۴	۴-۴-۱۳- اصلاح با پروتئین‌ها
۵۴۶	۴-۳-۱۳- اصلاح با پپتیدها
۵۴۷	۵-۳-۱۳- اصلاح با فاکتورهای رشد
۵۴۸	۴-۱۳- سطوح برای حفظ فنوتیپ سلول تمایز یافته
۵۵۲	۵-۱۳- روند مطالعات آینده
۵۵۴	منابع