به نام خدا

زیست نانوفناوری

اثر : الیزابت .اس . پاپازوگلو – آراویند پاراتاساراتی

مترجمان :

دکتر مهیار زینی وند

دکتری میکروبیولوژی

دکتر مرضیه احمدی

دکتری میکروبیولوژی

مهندس علی رضا رسولی

کارشناس ارشد بیوتکنولوژی

دکتر رویا اصانلو

دکتری زیست شناسی (گرایش میکروبیولوژی)

انتشارات ارسطو

(سازمان چاپ و نشر ایران – ۱۴۰۲)

نسخه الکترونیکی این اثر در سایت سازمان چاپ و نشر ایران و اپلیکیشن کتاب رسان موجود می باشد

chaponashr.ir

سرشناسه : پاپازوگلو، الیزابت اس. Papazoglou, Elisabeth S.
عنوان و نام پدیدآور : زیست نانوفناوری/ اثر الیزابت .اس . پاپازوگلو ، آراویند پاراتاساراتی؛ مترجمان مهیار زینی‌وند...[و دیگران].
مشخصات نشر : ارسطو (سامانه اطلاع رسانی چاپ و نشر ایران) ، ۱۴۰۲.
مشخصات ظاهری : ۱۹۸ ص.: مصور، جدول.
شابک : ۴-۲۴۷-۳۳۹-۶۲۲-۹۷۸
وضعیت فهرست نویسی : فیپا
یادداشت : عنوان اصلی: .Bionanotechnology, c۲۰۰۷
یادداشت : مترجمان مهیار زینی‌وند، مرضیه احمدی، علی‌رضا رسولی، رویا اصانلو.
یادداشت : کتاب حاضر در سال‌های مختلف توسط مترجمان و ناشران مختلف ترجمه و منتشر شده است.
یادداشت : کتابنامه.
موضوع : نانوتکنولوژی Nanotechnology
تکنولوژی زیستی Biotechnology
زیست‌مولکول‌ها Biomolecules
شناسه افزوده : پارتاساراتی، آراویند
شناسه افزوده : Parthasarathy, Aravind
شناسه افزوده : زینی‌وند، مهیار، ۱۳۶۶-، مترجم
رده بندی کنگره : T۱۷۴/۷
رده بندی دیویی : ۶۲۰/۵
شماره کتابشناسی ملی : ۹۳۳۵۵۴۱
اطلاعات رکورد کتابشناسی : فیپا

نام کتاب : زیست نانوفناوری
نویسندگان : الیزابت .اس . پاپازوگلو - آراویند پاراتاساراتی
مترجمان : دکتر مهیار زینی وند - دکتر مرضیه احمدی
مهندس علی رضا رسولی - دکتر رویا اصانلو
ناشر : ارسطو (سامانه اطلاع رسانی چاپ و نشر ایران)
صفحه آرایی، تنظیم و طرح جلد: پروانه مهاجر
تیراژ : ۱۰۰۰ جلد
نوبت چاپ : اول - ۱۴۰۲
چاپ : زبرجد
قیمت : ۱۸۰۰۰۰ تومان
فروش نسخه الکترونیکی - کتاب‌رسان :
https://chaponashr.ir/ketabresan
شابک : ۴-۲۴۷-۳۳۹-۶۲۲-۹۷۸
تلفن مرکز پخش : ۰۹۱۲۰۲۳۹۲۵۵
www. chaponashr. ir

انتشارات ارسطو
چاپ و نشر ایران
Chaponashr.ir

فهرست مطالب

خلاصه ۱۰
مقدمه ۱۱
۱. زیست نانو فناوری: چشم انداز تاریخی ۱۱
۲. فناوری نانو و زیست نانو فناوری ۱۵
۳. تصویر نانو قابل توجه در زیست نانو فناوری ۱۷
۱,۳ میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM) – نقطه کوانتومی (QDs) ۱۷
۲,۳ تراشه دارورسانی نانو ۱۸
۳,۳ تصویر میکروسکوپ نیروی اتمی از SWNT ۱۹
٤,۳ تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی از SWNT ۲۰
٤. فرصتها و چالش‌های زیست نانو فناوری ۲۰
۵. پتانسیل رشد فناوری نانو و هزینه‌های مرتبط ۲۳
منابع قسمت مقدمه ۲۵
فصل اول ۲۹
((اهمیت محدوده نانو)) ۲۹
۱,۱ محدودیت‌های اندازه میکرون ۲۹
۲,۱ نیاز به سطح‌های با اندازه نانو، اهمیت نسبت به حجم ۳۰
۳,۱ اهمیت و ویژگی‌های کلیدی اندازه نانو ۳۰
٤,۱ استخراج شعاع اتمی بور از اتم هیدروژن ۳۲
۵,۱ مقایسه رفتار ذرات در اندازه نانو و اندازه ماکرو: طلا و تیتانیوم ٤۰
٦,۱ مزایای کوچک شدن – اندازه نانو ٤۳
منابع فصل اول ٤۵

فصل دوم ٤٩
دارورسانی نانو ٤٩
اهمیت اندازه نانو در دارورسانی ٤٩
١,٢ دارورسانی متداول ٤٩
١,١,٢ اثر عبور اول ٤٩
٢,١,٢ مسیرهای تحویل دارو ٥٢
٢,٢ دارورسانی هدفمند ٥٤
٣,٢ شیمی انتقال دهندگان دارو ٥٥
١,٣,٢ نانوکپسول ٥٥
٢,٣,٢ وزیکول‌های لیپوزومی تک لایه ٥٦
٣,٣,٢ نانوذرات ٥٧
٤,٣,٢ میکروامولسیون ٥٨
٤,٢ مشخصات تحویل دارو ٥٨
١,٤,٢ سیستم‌های تحویل دارو با نرخ از پیش برنامه ریزی شده ٦١
٢,٤,٢ سیستم‌های تحویل دارو با فعال سازی تنظیم شده ٦٢
٣,٤,٢ سیستم‌های تحویل دارو با تنظیم بازخورد ٦٢
٤,٤,٢ سیستم‌های تحویل دارو با محل هدف گذاری ٦٢
٥,٢ نقش نانوتکنولوژی در دارورسانی ٦٢
١,٥,٢ ترانس درمال ٦٣
٢,٥,٢ سد خونی مغزی ٦٦
٦,٢ مزایای سیستم‌های دارورسانی هدفمند ٦٨
منابع فصل دوم ٦٨
فصل سوم ٧١

تصویربرداری زیست نانو فناوری ۷۱
نقطه کوانتومی، عوامل کنتراست اولتراسوند و نانوذرات مغناطیسی ۷۱
۱,۳ نقطه کوانتومی ۷۱
۲,۳ عوامل کنتراست اولتراسوند ۷۹
۳,۳ نانوذرات مغناطیسی ۸۹
منابع فصل سوم ۹۵
فصل چهارم ۹۹
کاربردهای موفقیت آمیز زیست نانو فناوری ۹۹
معرفی ۹۹
۱,٤ نانوساختارها و نانوسیستم‌ها ۱۰۰
۱,۱,٤ فناوری نانوحفره ۱۰۲
۲,۱,٤ نانو سیستم‌های خود-مونتاژ ۱۰۳
۳,۱,٤ کنسول‌ها (پایه‌ها) ۱۰۳
٤,۱,٤ آرایه‌های نانو ۱۰٤
۲,٤ نانوذرات ۱۰۵
۱,۲,٤ نقطه کوانتومی ۱۰٦
۲,۲,٤ بلورهای اکسید آهن پارامغناطیس ۱۰۸
۳,۲,٤ دندریمرها ۱۱۱
٤,۲,٤ نانولوله‌های کربنی ۱۱۱
۵,۲,٤ نانوزوم و پلیمرزوم ۱۱۳
۳,٤ تشخیص آزمایشگاهی ۱۱٤
٤,٤ کاربرد پزشکی نانوسیستم‌ها و نانوذرات ۱۱٦
۱,٤,٤ کاربردهای تحویل دارو ۱۱۷
۲,٤,٤ نانوذرات در تصویربرداری مولکولی ۱۲۰

٥,٤ خلاصه و نتیجه گیری ١٢٠
منابع فصل چهارم ١٢١
فصل پنجم ١٢٧
سنتز طلا، تیتانیا و اکسید روی ١٢٧
معرفی ١٢٧
١,٥ سنتز طلا ١٢٧
١,١,٥ پیشینه ١٢٧
٢,١,٥ روش براست سنتز نانوذرات طلای بدون تیول با کاهش دو فازی ١٢٨
٣,١,٥ کلوئیدهای طلا ١٣٠
٤,١,٥ نانو فیلم طلا ١٣٠
٥,١,٥ نانومیله‌های طلا ١٣١
٢,٥ سنتز ساخت و سازهای تایتانیا ١٣١
١,٢,٥ پیشینه ١٣١
٢,٢,٥ سنتز حلال–حرارتی بلورهای نانو تیتانیا ١٣٣
٣,٢,٥ سنتز الگوی سل–ژل از لوله‌ها و میله‌های نانو تیتانیا ١٣٣
٤,٢,٥ مروری بر سایر روش‌های سنتز ١٣٥
٣,٥ سنتز اکسید روی ١٣٨
١,٣٥ پیشینه ١٣٨
٢,٣,٥ سنتز بخار–جامد اکسید روی ١٣٩
٤,٥ مسیرهای مصنوعی برای نانوذرات ١٤٧
١,٤,٥ روش براست سنتز نانوذرات طلای مشتق شده از تیول با کاهش دو فازی ١٤٧
٥,٥ سنتز حلال حرارتی ١٤٩
١,٥,٥ سنتز حلال حرارتی کریستالهای نانو تیتانیا ١٤٩
٢,٥,٥ سنتز قالب سل–ژل از لوله‌ها و میله‌های نانو تیتانیا ١٥٠

۳,۵,۵ مروری بر سایر روش‌های سنتز ۱۵۱
۶,۵ سنتز بخار جامد ۱۵۳
۱,۶,۵ سنتز بخار جامد ZnO: کوره لوله افقی ۱۵۳
۲,۶,۵ ساختار ورتزیت اکسید روی ۱۵۴
منابع فصل پنجم ۱۵۴
فصل ششم ۱۵۹
آیا بیونانوتکنولوژی حلال مسائل است؟ ۱۵۹
دیدگاه درباره سمیت نانو ۱۵۹
۱,۶ پیشینه ۱۵۹
۲,۶ نگرانی‌های اولیه ۱۶۰
۳,۶ ارزیابی خطرات احتمالی ۱۶۱
۱,۳,۶ استنشاق ۱۶۳
۲,۳,۶ تماس / انتقال پوستی ۱۶۴
۳,۳,۶ سایر مسیرهای تماس ۱۶۵
۴,۳,۶ تأثیرات زیست محیطی نانوذرات و زنجیره غذایی ۱۶۵
۵,۳,۶ خطرات انفجار ۱۶۸
۴,۶ درس‌های از گذشته ۱۶۸
۵,۶ نتیجه گیری ۱۷۰
منابع فصل ششم ۱۷۱
فصل هفتم ۱۷۵
نقشه راه تحقق زیست نانو فناوری ۱۷۵
۱,۷ مقدمه ۱۷۵
۲,۷ چشم انداز نانو: اهداف آینده زیست نانو فناوری ۱۷۵

۳,۷ تلاش به سوی تحقق بخشیدن موفقیت: پیشرفت کنونی ۱۷۷
٤,۷ نمایی از واقعیت: زیست نانو–بی طرف / بدون سانسور ۱۷۸
۵,۷ ماموریت نانو: تجزیه و تحلیل نقشه راه تحقیقات بین المللی ۱۸۰
نمایش زیست نانو: بروزرسانی جهانی ۱۸۱
۱,۵,۷ زیست نانو در ایالات متحده ۱۸۱
۲,۵,۷ زیست–نانو در ژاپن ۱۸۲
۳,۵,۷ زیست–نانو در انگلستان ۱۸۳
٤,۵,۷ مشترک انگلیس – ژاپن ۱۸٤
۵,۵,۷ اتحادیه اروپا ۱۸٤
٦,۵,۷ زیست–نانو در آسیا ۱۸٦
مناظره SMALLEY – DREXLER: آیا زیست نانو فناوری می‌تواند مبانی شیمی را تغییر دهد؟ ۱۸۸
امکان سنجی‌های مولکولی ۱۹۰
مطلب پایانی ۱۹۳
منابع فصل هفتم ۱۹۳

خلاصه

این کتاب با هدف ارائه اطلاعات حیاتی در مورد زمینه در حال رشد زیست نانو فناوری[1] برای دانشجویان مقطع کارشناسی و کارشناسی‌ارشد همچنین متخصصان شاغل در زمینه‌های مختلف است. اصول فناوری نانو (نانوتکنولوژی) همراه با چندین برنامه خاص فناوری بیونانوتکنولوژی از جمله تحویل-دارو و تصویربرداری نانو که یک صنعت ۱۰۰ میلیارد دلاری در حال رشد است، پوشش داده شده است. این زمینه منحصر به فرد با شفافیت بی نظیری ارائه شده است. تعادل مهم بین بینش در مورد روش‌های مصنوعی تهیه ساختارهای پایدار نانو و برنامه‌های پزشکی متمرکز باعث آموزش و آگاهی خواننده در مورد تأثیر این زمینه در حال ظهور می‌شود. بررسی انتقادی تهدیدات احتمالی و به دنبال آن چشم انداز فعلی جهانی، بحث را کامل می‌کند. به طور خلاصه، این کتاب شما را با مسیری از مبانی تا مرزهای فناوری بیونانوتکنولوژی همراه می‌کند تا بتوانید تأثیر زیست نانو را در شغل و تجارت خود درک کرده و تصمیمات آگاهانه بگیرید.

کلیدواژه‌ها

بیونانوتکنولوژی، اختراعات زیست نانو، تهدیدات زیست نانو، نانوذرات طلا، تصویربرداری نانو، دارورسانی نانو (یا ناقلان نانو یا دارورسانی هدفمند) مصنوعی نانو و سم‌شناسی زیست نانو، ام آر آی (MRI)، نانوذرات تیتانیا و نانو ذرات روی.

[1] BioNanotechnology

مقدمه

۱. زیست نانو فناوری: چشم انداز تاریخی

اولین نوشتار مفهمومی امکان دستکاری ماده در سطح نانو توسط ریچارد فاینمن[۱] ارائه شد که در طی سخنرانی خود "اتاق در پایین" در مورد استفاده جمع آوری بلوک‌های اتمی در سطح مولکولی بحث کرد [۱ ، ۲]. فاینمن در این نقل قول معروف استدلال می‌کند، "اصول فیزیک، تا آنجا که من می بینم، مخالف امکان مانور اتم به اتم نیستند. این تلاشی برای نقض هیچ قانونی نیست. در اصل کاری است که قابل انجام است. اما در عمل این کار انجام نشده است زیرا ما بیش از حد بزرگ هستیم» [۲ ، ۳]. در تعاریف امروز "فناوری نانو درک وکنترل ماده در ابعاد تقریباً ۱ تا ۱۰۰ نانومتری است، جایی که پدیده‌های منحصر به فرد کاربردهای جدید را امکان پذیر می‌کنند" [٤-۲].

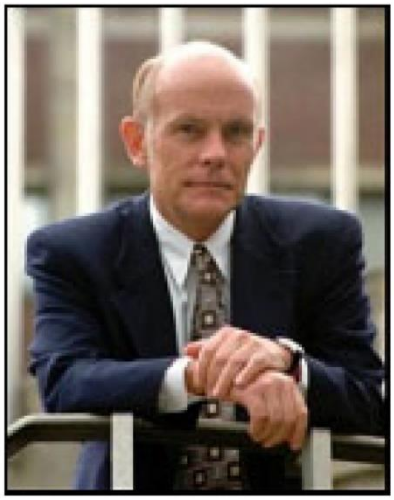
با این وجود حوزه فناوری نانو واقعاً توسط کارهای اریک درکسلر[۳] ریچارد اسمالی[٤] و در عرصه زیست نانوفناوری توسط چاد میرکین[٥] تاسیس شد.

الف) ریچارد اسمالی

دکتر ریچارد ای اسمالی، استاد شیمی در دانشگاه رایس، در زمینه فناوری نانو پیشگام شد و در سال ۱۹۹٦ جایزه نوبل را برای تولید توپ‌های باکی به اشتراک گذاشت، که در شکل ۱.۰ نشان داده شده است. سهم وی در فناوری نانو چشمگیر است و تیم تحقیقاتی که او بین رایس و مرکز سرطان (M.D. Anderson) ایجاد کرده است، یک نیروی نوآوری قوی در زمینه فناوری زیست نانوفناوری بوده است.

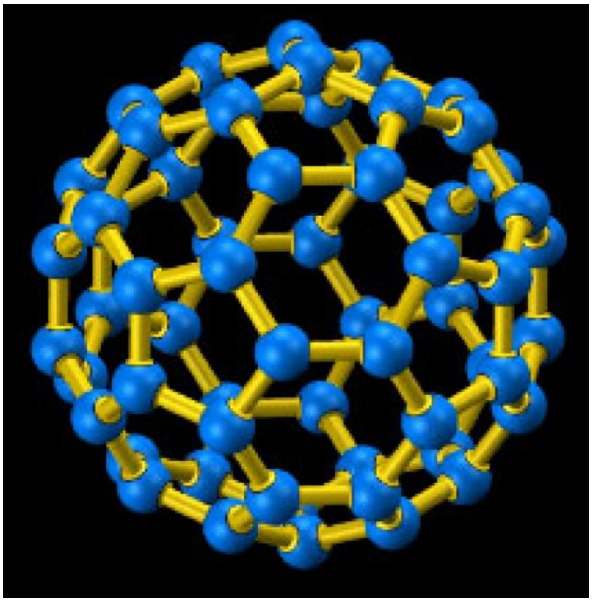
---

[۱] Richard Feynman
[۲] Room at the Bottom
[۳] Eric Drexler
[٤] Richard Smalley
[٥] Chad Mirkin



Dr. Richard E. Smalley—Nobel Laureate

(June 6, 1943–October 28, 2005)



شکل ۱: فولرن[۱](توپ باکی)-کشف شده توسط دکتر ریچارد اسمالی

[۱] Fullerene

دکتر اسمالی به همراه رابرت کرل در رایس[۱] و سر هارولد کروتو در دانشگاه ساسکس[۲] فولرن‌ها یا توپ های باکی را کشف کردند، این آرایش‌های غیر منتظره کروی از ٦٠ اتم کربن تشکیل شده است. خارج از این مشارکت اساسی، تیم دکتر اسمالی با مشارکت‌های نوآورانه که فناوری نانو و کابردهای زیست پزشکی آن را تحت تأثیر قرار می‌دهد، ادامه داد. این موارد شامل یک روش عملی برای تولید مقادیر زیادی از نانو لوله‌های کربن، یک گام اساسی در توسعه تجاری فناوری نانو و تاسیس فناوری نانو کربن در سال ۲۰۰۰، برای تولید مقادیر زیادی نانولوله برای تحقیق و تجاری سازی است.

ب) اریک درکسلر

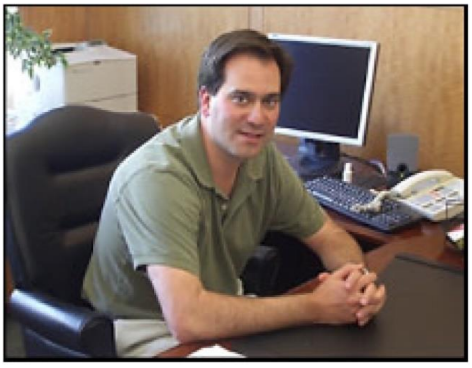
کریک اریک درکسلر در سال ۱۹۹۱ مدرک دکترای خود را در رشته فناوری نانو مولکولی به عنوان اولین مدرک در نوع خود از دانشگاه MIT دریافت کرد. وی به عنوان یک محقق، نویسنده و مدافع سیاست یکی از پیشگامان تمرکز بر فناوری‌های نوظهور و تأثیر آن‌ها برای آینده بوده است. وی موسسه آینده نگری را تأسیس کرد و در حال حاضر به عنوان مشاور فنی اصلی **Nanorex**، شرکتی که نرم افزار طراحی و شبیه سازی سیستم های ماشین مولکولی را توسعه می دهد، خدمت می‌کند. نشریات تحریک کننده تفکر وی "موتورهای خلقت: دوران آینده فناوری نانو"، "سیستم‌های نانو: ماشین آلات مولکولی، ساخت و محاسبه" و "آینده بی حد و حصر: انقلاب فناوری نانو" با معرفی مبحث فناوری نانو به بسیاری و افشای یک رویکرد مهندسی به فناوری نانو و سیستم‌های نانو [٦-٥]. در فصل ۷، ما خلاصه‌ای از ایده‌های رد و بدل شده بین ریچارد اسمالی و اریک درکسلر راجع به امکان و دامنه "جمع کننده‌های مولکولی" با توجه به آینده خواهیم دید [٦].

[۱] Rice
[۲] Sussex

Dr. Eric Drexler *(April 25, 1955-)*

ج) چاد میرکین

چاد میرکین در حال حاضر استاد گروه شیمی و انستیتوی فناوری نانو در دانشگاه نورث وسترن[۱] است و در اصلاحات شیمیایی سیستم‌های نانو که منجر به پیشرفت‌های بیونانوتکنولوژی می-شود، پیشگام بوده است.



Dr. Chad Mirkin *(November 23, 1963-)*

کارهای تحقیقاتی وی با تمرکز بر طراحی لیگاند جدید، تک لایه‌های مونتاژ خودکار، طراحی دستگاه‌های الکترونیکی مبتنی بر مولکول، نانولیتوگرافی، ذرات نانو و سنتز مواد هدایت شده

[۱] Northwestern

DNA پایه تحقیقات زیست نانوفناوری را در بسیاری از زمینه‌های کاربردی متنوع فراهم کرده است [۷-۱۸].

یکی از خردمنادنه ترین سخنان چاد میرکین، نیاز به گشودن ذهن و تغییر نگرش را هنگام شروع یادگیری این رشته جدید توضیح می‌دهد: "در سطح نانو، اتم‌ها به هیچ زمینه علمی تعلق ندارند." این به روشی بسیار ظریف، تنوع شدید و منحصر به فرد فناوری نانو را نشان می‌دهد، در حالی که به آماده سازی مورد نیاز کسانی که مشتاق کمک به آن هستند، تأکید می‌کند. هدف ما در این کتاب کوتاه این است که خواننده را به روشی روشمند در معرض مفاهیم لازم و پیشرفت‌های کلیدی این رشته قرار دهیم تا امکان مطالعه بیشتر موضوع یا تصمیم آگاهانه در مورد استفاده از زیست فناوری نانو را فراهم کنیم.

۲. فناوری نانو و زیست نانو فناوری

در راستای تلاش برای تعیین مرزهای این رشته جدید و نوظهور، انستیتوی ملی فناوری نانو[۱] این محدوده را پیشنهاد کرد که به صورت حقیقی "فناوری نانو درک و کنترل ماده در ابعاد تقریباً ۱ تا ۱۰۰ نانومتر است، جایی که پدیده‌های منحصر به فرد کاربردهای جدید را فراهم می‌سازد" [٤] از آنجا که مقیاس طول پیوسته است، در انتقال از میکرومتر به مقیاس نانومتر یک ابهام ظاهری وجود دارد. به عنوان مثال، آیا ساختارهای ۸۰۰ نانومتری (۰,۸ میکرون) نانوساختارهای واقعی هستند یا خیر؟

طبق تعریف انستیتوی ملی فناوری نانو، هر ساختاری کمتر از ۱۰۰ نانومتر یک نانوساختار واقعی است و پدیده‌های منحصر به فردی در آن مقیاس وجود دارد [٤]. با همین رویکرد، اگر پدیده‌های جدید توسط ساختاری در ۲۰۰ نانومتر به نمایش گذاشته شوند، این ماده دارای فناوری نانو است و به همین ترتیب قلمرو مطالعه در فناوری نانو است.

[۱] National Nanotechnology Institute (NNI)

فناوری نانو به عنوان مهندسی و ساخت در مقیاس نانومتر، با دقت اتمی تعریف شده است. این اصطلاح با "فناوری نانو مولکولی" قابلیت جابه جایی دارد [۱].

زیست نانو فناوری زیرمجموعه‌ای از فناوری نانو است که در آن دنیای زیست شناسی الهام بخش و یا هدف نهایی است. که به عنوان مهندسی و ساخت در سطح اتم با استفاده از اولویت زیستی برای هدایت (نانو-زیست سنجی)[۱] یا فناوری نانو کلاسیک که برای نیازهای زیستی و زیست پزشکی اعمال می‌شود، تعریف می‌شود [۱].

برای به دست آوردن احساس و درک نسبت به اندازه نانومتر، اجازه دهید برخی از اشیاء روزمره را با برخی از قطعات اصلی زیستی با استفاده از یک خط کش نانو مقایسه کنیم. در جدول ۱، چندین نمونه از این جمله شامل نقطه کوانتومی، میسل، گلوکز، ذرات نانو و هموگلوبین خلاصه می‌شود. به عنوان مثال، ضخامت موی انسان ۵۰۰۰۰ نانومتر است، در حالی که اندازه یک مولکول گلوکز کمتر از ۱ نانومتر است [۱۹]. قابل توجه است که اندازه یک مولکول ۵۰،۰۰۰ برابر کوچکتر از یک تار موی انسان، انرژی لازم را برای فعالیت‌های متابولیکی ما را فراهم می‌کند. جدول ۱ تمام موجودیت زیست نانو فناوری را با امور زندگی روزمره مقایسه می‌کند تا تصویری واضح از مقیاس نانو و درک کوچکی آن‌ها ایجاد شود. نمونه‌های دیگر از موجودیت‌های نانو را می‌توان در جای دیگر پیدا کرد [۱۹].

جدول ۱. مقایسه نانوذرات با ماده کلان جهان

۱	قطر مولکول گلوکز: ۱ نانومتر :۱	ضخامت موی انسان: ۰،۰۵۰ میلی متر ۵۰،۰۰۰	ضخامت موی انسان: ۰،۰۵۰ میلی متر :۱	یک انسان با قد ۸،۳ فوت ۵۰،۰۰۰
۲	قطر نانو ذرات طلا ۸ نانومتر :۱	قطر سیب: ۸ سانتی متر ۱۰۰،۰۰۰،۰۰۰	قطر سیب: ۸ سانتی متر :۱	٪۶۵ قطر کره زمین ۰،۶۵ × ۱۲،۵۷۶ کیلومتر = ۸۱۷۰ کیلومتر ۱۰۰،۰۰۰،۰۰۰
۳	قطر میسل:	قطر حباب صابون	قطر حباب صابون	قطر کره زمین

[۱] Nano-Biomimetics

	۱۳ نانومتر ۱:	۱,۳ سانتی متر ۱۰۰,۰۰۰,۰۰۰	۱,۳ سانتی متر ۱:	۱۲,۵۷۶ کیلومتر ۱۰۰,۰۰۰,۰۰۰
۴	قطر نقطه کوانتومی: ۲۰ نانومتر ۱:	قطر یک سنت ۱,۹ سانتی متر ۱۰۰,۰۰۰,۰۰۰	قطر یک سنت ۱,۹ سانتی متر ۱:	۵۵٪ قطر کره ماه ۱۹,۰۵۰ کیلومتر ۱۰۰,۰۰۰,۰۰۰
۵	قطر هموگلوبین: ۶,۵ نانومتر ۱:	قطر گلوله تفنگ: ۶,۵ میلی متر ۱,۰۰۰,۰۰۰	قطر گلوله تفنگ: ۶,۵ میلی متر ۱:	سرزمینی با قطر ۶,۵ کیلومتر (سه برابر واتیکان) ۱,۰۰۰,۰۰۰

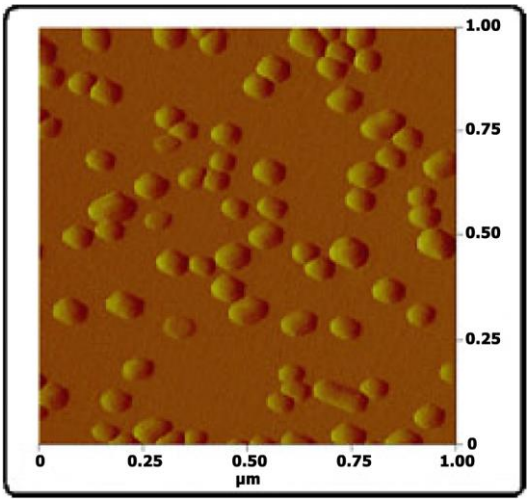
۳. تصویر نانو قابل توجه در زیست نانو فناوری

۱,۳ میکروسکوپ نیروی اتمی[۱] (AFM) – نقطه کوانتومی[۲] (QDs)

شکل ۲ تصویری از نقطه کوانتومی به دست آمده از میکروسکوپ نیروی اتمی است که در فصل ۳ به تفصیل مورد بحث قرار خواهد گرفت. میکروسکوپ نیروی اتمی توانایی تصویربرداری از اجسام به اندازه نانو را دارد. تصویربرداری از اشیا–در ابعاد نانو از طریق تعامل مکانیکی پروب میکروسکوپ با نمونه انجام می‌شود. نقطه کوانتومی ذرات نیمه رسانای با قطر کوچکتر از ۲ تا ۱۰ نانومتر هستند.

اندازه کوچک، ویژگی‌های نوری واضح و فلورسانس عالی آن‌ها را کاندیدایی ایده آل برای کاربردهای تصویربرداری بیولوژیکی ساخته است [۲۰]. شکل ۲ تصویر میکروسکوپ نیروی اتمی از نقطه کوانتومی ساخته شده از InAs با سایز ۱ × ۱ میکرومتر نشان می‌دهد [۲۱].

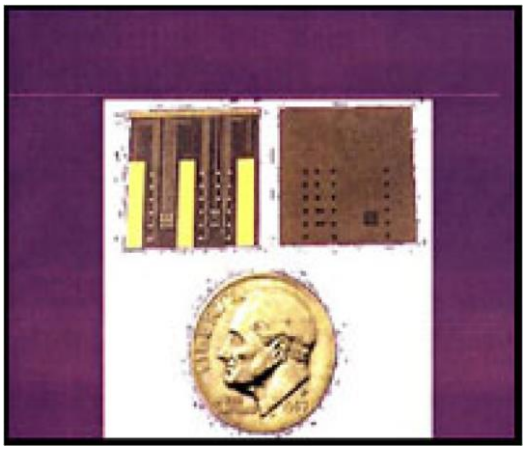
[۱] Atomic Force Microscope
[۲] Quantum Dots



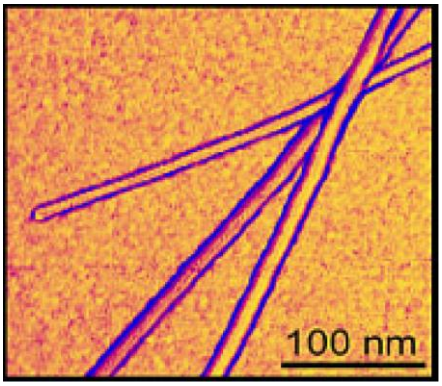
شکل ۲. تصویر میکروسکوپ نیروی اتمی از نقطه کوانتومی

۲,۳ تراشه دارورسانی نانو

شکل ۳ تصویری از نمای جلو و عقب ریز تراشه دارورسانی ساخته شده از سیلیکون و پوشانده شده با طلا، با یک سکه ایالات متحده (۱۰ سنت) است. تراشه موجود در تصویر از ۳٤ حلقه چاه به اندازه نانو تشکیل شده است که هر یک از آن‌ها توانایی نگهداری ۲٤ نانو لیتر دارو را دارد. در این تراشه‌ها می‌توان حداقل ٤۰۰ یا حتی ۱۰۰۰ حلقه چاه یا بیشتر ساخت که بسیار ارزان قیمت و هزینه آن‌ها کمتر از ۲۰ دلار است [۲۲ ، ۲۳].



شکل ۳: ریز تراشه دارورسانی



شکل ٤: طناب‌های SWNT با پروب SWNT

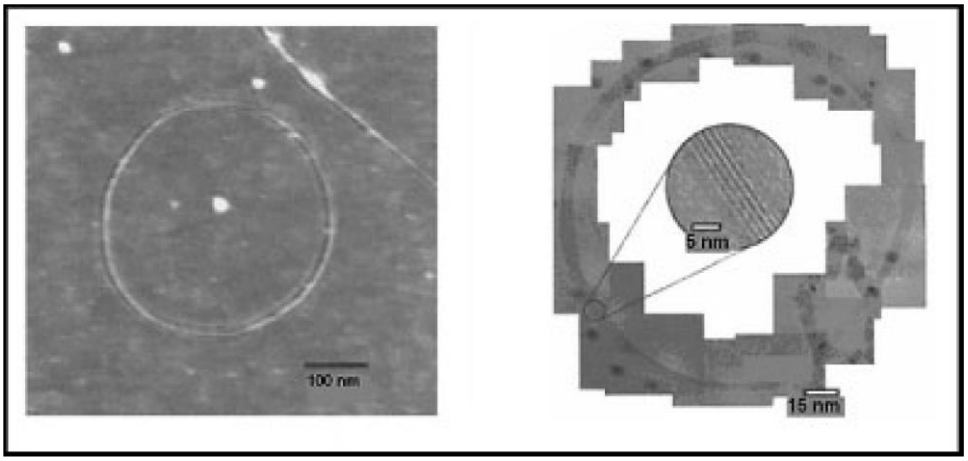
۳,۳ تصویر میکروسکوپ نیروی اتمی از SWNT

شکل ٤ با استفاده از تکنیک فاز کنتراست، تصویر میکروسکوپ نیروی اتمی از بسته‌های نانولوله‌ای کربنی تک جداره (SWNT) را که با یک پروب SWNT بدست آمده است را نشان می‌دهد [٢٤].

٤,٣ تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی[1] از SWNT

شکل ۵ میکروگراف نیروی اسکن "دایره محصول"[2] SWNT را نشان می‌دهد. این دایره دارای ارتفاع ظاهری ۱ الی ۱,۲ نانومتر و عرض ٤–۸ نانومتر است. ارتفاع واقعی لوله نزدیک به ۱,۵ نانومتر است (SWNT معمولی) [۲۵].

نانولوله های کربنی[3] بعداً در فصل ۵ به تفصیل بحث خواهد شد.



شکل ۵. تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی از نانولوله‌های کربنی

٤. فرصت‌ها و چالش‌های زیست نانو فناوری

اندازه یک تا چند نانومتر دارای اهمیت اساسی برای زندگی است و اصطلاح "معیار طبیعت"[4] را برای این بعد توجیه می‌کند. اندازه اندامک‌های سلولی و سایر موارد جالب در رابطه با زیست نانو فناوری در نمودار شکل ٦ خلاصه شده است.

بنابراین به راحتی قابل درک است که تعامل، کنترل و تغییر اندامک‌های سلولی و درون سلولی، مولکول‌های پروتئین، گیرنده‌ها و سیتوکین‌ها با ساختارهایی در همان اندازه به عنوان اجزای

[1] Scanning Electron Microscopy
[2] Crop Circle
[3] Carbon Nanotubes
[4] Nature's yard stick

مولکول‌های زیستی مورد نظر می‌توانند به بهترین وجه حاصل شوند. امکاناتی که قبلاً توسط نانوذرات نیمه رسانای فلورسنت که به عنوان نقطه کوانتومی شناخته می‌شوند، امکان پذیر شده است، باعث آنژیوگرافی پویا صدها میکرومتر زیر پوست موش‌های زنده در مویرگ‌های آن می‌شود. که تقریباً حدود دو برابر عمق مواد آنژیوگرافی معمولی است و با یک پنجم قدرت پرتوتابی به دست آمده است [۲۶]. توسعه عوامل نانو هایفوتراپی[۱] برای سرطان در حال انجام است و می‌تواند بیماران را در ۲-۵ سال آینده تحت تأثیر قرار دهد [۲۷]، در حالی که صفحات ضد آفتاب شفاف که میزان آسیب به پوست را حس می‌کنند، محصولات بعدی در صنعت محافظت در برابر آفتاب هستند [۲۶ ، ۲۸].

نمونه‌ای از پیشرفت در سایر زمینه‌های فناوری نانو که روی زیست نانو فناوری تأثیر می‌گذارد، توسعه موفقیت آمیز الیاف مبتنی بر نانولوله است که برای شکسته شدن نیاز به ۳ برابر انرژی نسبت به قوی‌ترین الیاف ابریشم و ۱۵ برابر الیاف کولار[۲] دارد؛ چنین الیافی بیشتر برای تشخصی عوامل سمی و ارائه محافظت و هشدار به کاربر عملکرد بیشتری دارند [۲۹]. نمونه‌هایی موفقیت آمیز تصفیه آب که در آن ذرات آهن می‌توانند تا ۹۶ درصد تری کلرواتیلن[۳] را از آب‌های زیرزمینی حذف کنند، یکی دیگر از کاربردهای زیست نانو فناوری است که با آن می‌توان محیط زیست را پاکسازی کرد [۱۸].

[۱] Hyperthermia
[۲] Kevlar
[۳] Trichloroethylene