

ترجمه این کتاب را به اساتید ارجمند و عزیزانم :
پدر مرحوم، مادر، همسر و دخترم تقدیم می‌کنم.

فان و تکنولوژی

علم پایه و تکنولوژی نو ظهور

مؤلف : Michael Wilson, ...

مترجم : مهندس جعفر وطن خواه دولت سرا

محقق و عضو هیئت علمی دانشگاه

نشر طراح

نانوتکنولوژی، علم پایه و تکنولوژی نوظهور/مؤلف مایک ویلسون
... (و دیگران)؛ مترجم جعفر وطن‌خواه دولت‌سرا. - تهران :
طراح، ۱۳۸۳.

۲۶، ۳۴۶ ص. : مصور (بخش رنگی)، جدول.

ISBN 964-7089-64-3

عنوان اصلی : Nanotechnology : Basic Science and
Emerging Technologies, 2002

فهرست‌نویسی براساس اطلاعات فیپا.

۱. نانوتکنولوژی. الف. ویلسون، مایک، ۱۹۴۷- م. Wilson,

Michael. ب. وطن‌خواه دولت‌سرا، جعفر، ۱۳۴۶- ، مترجم.

۲۱۷۴/۷/۲۴ ۶۲۰/۵

۱۳۸۳

۸۳-۴۰۰۳۱

کتابخانه ملی ایران

شابک ۳-۶۴-۷۰۸۹-۹۶۴

ISBN 964 - 7089 - 64 - 3



نشر طراح

• نام کتاب : نانو تکنولوژی، علم پایه و تکنولوژی نوظهور

• مؤلف : Michael Wilson

• مترجم : مهندس جعفر وطن‌خواه دولت‌سرا

• ناشر : طراح (۶۴۶۷۹۹۹، ①، ۶۹۵ ۳۶۲۶، ②، ۰۹۱۲ ۱۱۲ ۱۱۲۳)

• تیراژ : ۲۰۰۰ جلد

• نوبت چاپ : اول

• تاریخ انتشار : زمستان ۱۳۸۳

قیمت : ۴۵۰۰۰ ریال

کلیه حقوق برای نشر طراح محفوظ است.

مرکز پخش : نشر طراح - روبه‌روی دانشگاه تهران - ساختمان فروزنده - طبقه دوم - واحد ۵۰۶

(۶۴۶۷۹۹۹، ①، ۶۹۵ ۳۶۲۶، ②، ۰۹۱۲ ۱۱۲ ۱۱۲۳)

در باره نویسنندگان کتاب

استاد مایکل ویلسون^۱، دانشمند تحقیقاتی برجسته در CSIRO و رئیس مرکز فناوری مواد در دانشگاه صنعتی سیدنی است. وی در حزب کارگر نخست‌وزیر، در زمینه امور جنائی و علوم، مشغول انجام خدمت وظیفه بوده است و یک متخصص بین‌المللی مورد تأیید در زمینه نانوکریمها می‌باشد. پروفیسور ویلسون متجاوز از سیصد مقاله علمی در مجلات معتبر علمی و بین‌المللی چاپ و منتشر کرده است. تخصص وی، زمینه‌های متعدد علمی را فرا می‌گیرد از جمله، توسعه روشهای تهیه "نانوتیوبها"، یعنی شکلهای جدیدی از عنصر کربن به جز گرافیت و الماس که از مواد ارزانقیمت صنعتی تهیه شده‌اند. وی همچنین در زمینه‌های تولید آلومینا، شیمی خاک، سوخته‌های مایع، اکتشاف نفت، تشدید مغناطیسی هسته‌ای و برخی از جنبه‌های علوم پزشکی قانونی تبحر خاصی را داراست.

ویلسون عضو هیئت تحریریه سه مجله علمی بین‌المللی است و مسئولیت داوری ۲۵ مجله گوناگون علمی - تحقیقاتی را بر عهده دارد. وی سخنران و راهنمای تام و خاص در مجامع ذیل بوده است و ریاست آنها را برعهده داشته است :

انجمن شیمی آمریکا، گلداسمیت، داهلم، جامعه گیاهخاک بین‌المللی، انجمن کشاورزی آمریکا، بخش حالت جامد مؤسسه شیمی سلطنتی استرالیا و مجمع ژئوشیمی آلی استرالیا. به وی همچنین جوایزی از طرف مؤسسه تحقیقات ملی کیوتو (ژاپن)، مؤسسه انرژی استرالیا و یک دکترای در علوم برای تحقیقات در سن ۴۱ سالگی اعطا شده است.

ویلسون، به عنوان سرگروه پیشین دانشمندان تحقیقاتی، تجربیات مدیریتی گسترده‌ای دارد و بیشینه طولانی مدتی در کاربردی و عملی ساختن دانش تازه‌اش در راستای بهره‌برداری از پروژه‌های ممکن علمی که صنعتی و تجاری شده و بسیار پول‌ساز و پردرآمد برای کشور استرالیا بوده است، دارد. خانم دکتر کمالی کنعان‌گرا^۲، درجه لیسانس خود را در رشته شیمی از دانشگاه کلمبو در سری لانکا در سال ۱۹۸۵ دریافت کرد و مطالعات و تحصیلات تکمیلی خود را تحت نظر پروفیسور مارکوس تیوس در دانشگاه هاوایی آمریکا سپری کرد. وی به عنوان یک پژوهشگر علمی در مرکز شرق - غرب کار می‌کرد و در سال ۱۹۹۴، موفق به اخذ درجه دکترای خود گردید. وی، در رساله تحقیقاتی دکترای خود روشهای سنتز نوینی را بهبود و توسعه بخشید که روشهای جدید رسیدن به جهت‌گزینی و فضاگزینی را در متابولیت‌های تتراهیدروکانابینول (THC) بخوبی نشان داد و یک روش‌شناسی جدیدی را برای بنزو آنالسیون کتون‌ها بیان نمود. دکتر کنعان‌گرا در سال

Michael Wilson ۱.

Kamali Kannangara ۲.

۱۹۹۵ به استرالیا مهاجرت کرد و به عنوان یک دانشمند مشغول کار بر روی طرحهای تحقیقاتی، به دانشگاه صنعتی سیدنی (UTS) پیوست، جایی که وی بعدها بر روی سنتز پلیمرهای هادی حساس به گاز کار کرد. در سال ۱۹۹۷، به عنوان یک دانشمند تحقیقاتی در بخش شیمی، مواد و علوم جنائی در UTS مشغول به کار شد و هم اکنون مسئول دستگاه تشدید مغناطیسی هسته‌ای (NMR) است. احاطه و تسلط گسترده‌ی وی روی شیمی آلی که در طی سالیان متمادی به دست آورد، در زمینه‌های شیمی جنائی و پزشکی قانونی، ژئوشیمی آلی و در گسترش روشهای سل - ژل برای تهیه پوششهای هیدروکسی آپاتیت نانوبلورین تک فازي به کار گرفته شد.

پروفسور جف اسمیت^۱، در حال حاضر رئیس مرکز تکنولوژی مواد و استاد فیزیک کاربردی در دانشگاه صنعتی سیدنی می‌باشد. او همچنین یکی از پیشگامان جهانی در مواد مورد استفاده در انرژی خورشیدی، روشن‌سازی زیاد همانند روز (روز نورانی‌سازی) و پنجره‌های خورشیدی است. کار تحقیقاتی چند موضوعی وی دامنه وسیعی را از نانوکامپوزیتهای جدید بنیادی شامل نانوحفرها، فیزیک لایه نازک تا توسعه محصولات تازه و صنعتی کردن همراه با تجاری‌سازی آنها را دربر می‌گیرد. دستاوردهای تحقیقاتی وی به ترتیب عبارتند از: بهینه‌سازی رسوب‌گذاری الکتریکی کرم سیاه، روشهای جدید دستیابی به خواص نوری در نانوکامپوزیتهای، نظریه و ادراک لایه‌های نازک انتخابی زاویه‌ای، دستگاههای جمع‌آوری نور تابش یافته در طول روز و نیز انتقال و هدایت نور. کار اخیر وی مربوط است به استفاده از نانو ذرات و میکروذرات پلیمری در نورانی ساختن و نیز ساخت پنجره‌های ارزاقیمت بر پایه نانوذرات که به وضوح، کنترل نور خورشیدی را بخوبی انجام می‌دهند و تحت عنوان پنجره‌های کنترل کننده نور خورشید مورد مطالعه می‌باشند. او ویژگیهای مادی و نورانی لازم برای بام ورزشگاه استرالیا در المپیک سال ۲۰۰۰ را تعیین و تدوین کرد. پروفسور اسمیت بیش از ۱۴۰ مقاله علمی را در مجموعه مقالات و مجلات معتبر علمی چاپ و منتشر نموده و مخترع و مبتکر چندین اختراع و پتنت نیز می‌باشد. وی جوایز متعددی را از طرف شورای تحقیقات استرالیا و وزیر آموزش عالی و شبکه جهانی انرژی تجدیدپذیر دریافت کرده است و نامزد دریافت جایزه انرژی استرالیا در سال ۱۹۹۸ بوده است. شرکت‌هایی از آلمان، ایالات متحده آمریکا، ژاپن و استرالیا هم اکنون با برنامه‌های تحقیقاتی گروه او مرتبط و متصل شده‌اند.

دانشیار خانم دکتر میکل سایمونز^۲، هم اکنون یک پژوهشگر و بورسیه تحقیقاتی از طرف ملکه الیزابت دوم است و مسئول دستگاه ساخت اتمی می‌باشد، که خود بخشی از مرکز تحقیقاتی خاص برای فناوری کامپیوتری کوانتومی در دانشگاه ویلز جنوبی جدید در شهر سیدنی است. وی بیش از ده سال تجربه در تمام زمینه‌های رشد بلور نیمه هادی، ساخت وسایل، مشخص‌سازی و تعیین خواص الکتریکی و نوری وسایل الکتریکی دارد. او بالغ بر ۱۴۰ مقاله تحقیقاتی در مجلات معتبر بین‌المللی منتشر کرده است و برای ارائه کار تحقیقاتی‌اش در ۹ کنفرانس و کارگاه بین‌المللی از وی دعوت به عمل آمده است.

دکتر سایمونز، مدرک دکترای خود را در زمینه طراحی و ساخت سلولهای خورشیدی با کارائی بالا در بخش فیزیک کاربردی از دانشگاه دورهام انگلستان دریافت کرده است. وی پس از اتمام دوره دکتری خود، در گروه فیزیک نیمه هادیها در دانشگاه کمبریج انگلستان مشغول به کار گردید، جایی که او مسئولیت طراحی،

ساخت و تعیین خواص وسایل الکترونیکی کوانتومی با کیفیت بالا را بر عهده داشت. این پایه قوی در طراحی وسایل الکترونیکی سبب چندین کشف مهم گردید، نظیر "حالت فلزی ممکن" در "نیمه هادیها و اهمیت قطبی شدن اسپین" در وسایل الکترونیکی کوانتومی. در سال ۱۹۹۹ دکتر سایمونز برای گذراندن دوره تحقیقاتی فلوشیپ با اعتبار ملکه الیزابت دوم (QEII) در ساخت وسایل الکترونیکی کوانتومی جدید به استرالیا آمد. از این هنگام به بعد، وی مسئول دستگاه ساخت اتمی و مدیر برنامه در مرکز تحقیقات خاص برای تکنولوژی کامپیوتر کوانتومی در دانشگاه ویلز جنوبی جدید در شهر سیدنی گردید. در سال ۲۰۰۰، وی نامزد مقام "استادیار و سخنران زن در فیزیک" از طرف مؤسسه فیزیک استرالیا گردید و جایزه راسل GJ نیز از طرف آکادمی علوم استرالیا به وی اعطاء گردید. در حال حاضر علاقمندیهای تحقیقاتی او عبارتند از: بررسی عملکرد وسایل الکترونیکی کوانتومی در ابعاد کوچکتر، خالص تر و نیز کاربرد این معلومات در ساخت نسل بعدی از این نوع افزارهای الکترونیکی با استفاده از اصول کوانتومی، بویژه یک کامپیوتر کوانتومی که برپایه سیلیکون ساخته شده است.

دکتر بورخارد راگ یوز^۱، دکترای خود را در شیمی فیزیک آلی از دانشگاه سیدنی در سال ۱۹۸۶ بر روی موضوع شیمی تشکیل کمپلکس به طریقه میزبان - میهمان، تحت نظر دانشیار ریدلی دریافت کرد. او پس از کار تحقیقاتی فوق دکتری خود با پروفسور ریتر در دانشگاه فیلیس شهر ماربرگ آلمان که بر روی موضوع مکانیزم و سینتیک واکنشهای اورگانوتیتانیم از طریق تشدید مغناطیسی هسته‌ای در حال مطالعه بود، در سال ۱۹۸۸ به CSIRO پیوست تا در مؤسسه تحقیقاتی غشاء و بیوتکنولوژی استرالیا بر روی پروژه زیست حسگرهای مبتنی بر "کلید کانال یونی"^۲ (ICS) مطالعه و کار کند. این تحقیق مستلزم طراحی و سنتز اجزای زیست حسگر ملکولی و همچنین متعاقباً مستلزم مشخص سازی و تعیین خواص فیزیکی متوالی عملکرد زیست حسگر (ICS) می باشد. از سال ۱۹۹۳ تا ۱۹۹۸، دکتر راگ یوز مسئولیت مدیریت پروژه را در CRC برای مهندسی ملکولی همراه با پروژه‌های جاری به طور همزمان در زمینه‌های تولید شیمی، بیوفیزیک عملکرد غشاء و پایداری زیست حسگر داشت. وی با بیش از ۱۶ پتنت اصلی و کلیدی کمک مخترع فناوری ICS است که هسته تحقیقات او را درباره زیست حسگرها تشکیل می دهد و از بیش از پنجاه پتنت تحت حمایت کشورهای مختلف، نتیجه شده است. این کار تحقیقاتی در نتیجه تشکیل و تأسیس یک شرکت استرالیایی (AMBRI Pty Ltd) برای توسعه بیشتر و تجاری ساختن این نوع تکنولوژی به ثمر رسید. از اواسط سال ۱۹۹۸ وی مشغول کار در پروژه مهندسی بیومیمتیک در فیزیک صنعتی و مخابرات CSIRO می گردد و به عنوان یک دانشمند تحقیقاتی اصلی، مطرح و نیز کمک مخترع روی چهار پتنت اضافی دیگر روی کاربردهای نانوتکنولوژی کار می کند. علاقمندیهای تحقیقاتی وی شامل توسعه مجموعه‌های ملکولی^۳ در مقیاس نانو و تعیین خواص فیزیکی آنها، فرآیند اطلاعات زیست تقلیدی^۴ و بیوفیزیک مجموعه‌های به هم چسبیده فرامکولی^۵ می باشد.

Burkhard Raguse .۲

Ion Channel Switch .۲

Molecular assemblies .۱

bio - mimetic.۲

Supra - molecular aggregates .۲

مقدمه نویسنندگان کتاب

این طور به نظر می‌رسد که نانوتکنولوژی، همراه با مهندسی ژنتیک، بزرگترین زمینه تحقیقاتی دیگری است که رشد فزاینده‌ای را در قرن حاضر داشته است. در هر صورت، عموم افراد تحصیل کرده، فهم اندکی از این که، این موضوع واقعاً چیست دارند و کتابهای درسی در این زمینه برای دانشجویان بسیار کم است. این کتاب امیدوار است تا بتواند، فاصله میان نشریات علمی و تحقیقاتی را که با جزئیات بیشتری نگاشته شده‌اند - با کلیاتی که در کتب جادویی درباره آینده آمده است، بخوبی پر کند و این دو بخش را به هم متصل سازد.

در حال حاضر نانوتکنولوژی به بزرگی و عظمت مهندسی ژنتیک است - یا بزودی در این گستره قرار خواهد گرفت - نخستین نوشته‌ها بر روی این موضوع از نظر بسیاری از ما، داستان تخیلی علمی تلقی می‌شد. در هر حال، بسیاری از پیشگوییهای انجام شده، هم اکنون یک واقعیت علمی به شمار می‌روند. با استفاده از سیستمهای نانو، در مقایسه با مواد قدیمی یا متداول، محصولات بهتر و ارزاتری را می‌توان ساخت. در آینده، می‌توان انتظار داشت که ماشینهای ملکولی کنترل شده با کامپیوتر که ابعاد بسیار کوچکتری از ذرات گرد و غبار دارند، صحت و دقت ملکولهای دارویی امروزی را که به عنوان هدف^۱ در بدن به کار می‌روند داشته باشند. در نانوطب این نوع ماشینهای ملکولی جراحی کنترل شده‌ای را در سطح سلولی و ملکولی اجرا خواهند کرد.

نانوتکنولوژی، تأثیر عمیقی را بر روی جنگ، جنایت، تروریسم و صنایع سنگین برجای خواهد گذاشت که با آنها همراه خواهد بود. مانند، اعمال فشار قانونی و امنیتی. در این رهگذر، ارتش و نیروهای مسلح علاقمندی زیادی به نانوتکنولوژی دارند بویژه به سیستمهای نوری و نیز نانوروباتیک، نانوماشینها، سلاحهای هوشمند، نانوالکترونیک، واقعیت مجازی، حافظه خیلی زیاد و بالا، مواد جدید فوق‌العاده سخت برای زره، مواد جدید جاذب انرژی نانوپایه برای متوقف ساختن گلوله‌های عمل نکرده و نانواپزارهای زیستی برای آشکار ساختن و تخریب عوامل شیمیایی و بیولوژیکی. اغلب این موضوعات به حفاظت بر علیه حمله و کاهش خطرات احتمالی برای افراد نظامی مربوط می‌شود. در آینده، نانوروباتها ممکن است به این توانایی دست یابند تا هواپیماهای معیوب بدون موتور و یا بدنه کشتیهایی ساخته دیده و دچار حادثه شده را تعمیر و بازسازی کنند، قبل از اینکه هر نوع آسیب وارد شده گسترش یابد. تحقق چنین چشم‌اندازی هنوز ممکن نیست، اما در آینده شدنی است.

همانطور که برای کشف جنایت، نانوتکنولوژی کاربردهای جدیدی را خواهد داشت و در این راستا سهم بسزایی را از خود نشان خواهد داد، روشهای علمی نانوعلم، تأثیرات زیادی را در تحقیقات پزشکی قانونی برجای خواهند گذاشت، هم در بعد تجزیه بیولوژیکی و هم در بعد مطالعات شیمیایی و مواد. دستگاههای قابل حمل با نانو حسگرهای پیچیده قادر خواهند بود تا تجزیه را در سطح بالای قابل قبول و صحیحی در محل جنایت اجرا کنند. این دستگاهها بایستی تا حد زیادی سرعتهای کشف جرم، اثبات اتهام و محکومیت یا مجرم بودن را بهبود بخشند و توانایی کشف^۲ سرنخهای واقعی را داشته باشند.

نانوعلم

امکان پرداختن به راههای تازه را برای ساختن سیستمهای کامپیوتری و ایمنی انتقال پیام را فراهم می‌سازد که این امر با استفاده از کلیدهای سخت‌افزاری خاص صورت می‌گیرد به طوری که این نوع کلیدها در برابر هر نوع حمله و نفوذ کامپیوتری^۱ مقاوم و مصون می‌باشند. در حال حاضر، تعداد محدودی از موانع و حفاظهای کامپیوتری^۲، توانایی جلوگیری از ورود نفوذگرهای^۳ واقعاً شناسایی شده را دارا هستند. نانوجاپ که از قبل وجود دارد، توانایی ساخت "کلیدها" یا حتی زیست حسگرهای نانوپایه ویژه‌ای را که با ترتیب و توالی پویایی از DNA که کدگذاری شده‌اند را دارد. نانوجاپ قبلاً برای تهیهٔ یادداشتهای بانکی واقعاً غیرقابل جعل به‌کار رفته است که این امر از طریق ایجاد سندهای دست‌نویس در پلاستیک شفاف صورت می‌گرفته است. جعل اسناد در اینجا فقط در صورتی ممکن بود که مهرهای اصلی دزدیده می‌شدند و فقط در این صورت بود که یک سند جعلی دیگری را می‌توانستند دوباره بسازند.

بسیاری

از این اشیاء جدید هستند و در آینده ممکن است ساخته شوند، اما برخی از محصولات کاملاً شناخته شده مانند رنگها و فرایندهایی نظیر نفت و فرایندهای شیمیایی دیگر که در آنها از کاتالیزورهای شیمیایی استفاده می‌شود وابسته به خواص نانوذرات می‌باشند. این مواد و اشیاء مدتهای زیادی در محیط پیرامون ما وجود داشته‌اند. مشکل اینجااست که ما هم اکنون شروع به درک آنها نموده‌ایم و می‌خواهیم در یک سطح بنیادی آنها را بفهمیم. به هر حال، به تازگی مشغول آموختن این مسئله هستیم که آنها را چگونه بسازیم تا خیلی بهتر کار کنند و کارائی بسیار بالاتری داشته باشند. پیشرفتهای قبلی، غالباً از طریق آزمون و خطا به‌دست آمده بود. در طی ۱۲ سال اخیر، صنعت شیمیایی جدید، برپایه ذرات با نانو ساختارهای باز داخلی بنیانگذاری گردید که ما را به سمت یک بازار جهانی گسترده در حدود ۲۰۰ میلیارد دلار در سال سوق خواهد داد. همانطور که ما می‌آموزیم خواص نوری و حرارتی رنگدانه‌ها را چگونه با استفادهٔ بهتر از نانوعلم کنترل کنیم، انواع رنگهای کاملاً جدید در آستانهٔ ساخت و تولید قرار دارند.

نخستین

زمینه‌های پیشرفت بزرگ هم اکنون در حال وقوع است، در مقطع زمانی‌ای که، تجهیزات موجود در بخش تولید صنعتی در مقیاس بزرگ را می‌توان به منظور استفاده در نانو تکنولوژی مطابقت داد. به عنوان مثال می‌توان به پلاستیکهای دوپ شده با نانوذرات، صفحات خورشیدی، تمیزکننده‌های حمام و پنجره، محصولات حفاظت Car duco، انواع جدید فلزات فوق‌العاده سخت شامل نانوذرات مجزا و پودرهای جلا دهندهٔ صنعتی ویژه اشاره کرد. مسلماً در این راستا، صنعت میکروالکترونیک به صنعت نانوالکترونیک تبدیل خواهد شد همراه با نسل جدیدی از تراشه‌های دارای استفادهٔ ابزاری که فوق‌العاده ریز بوده و ابعادی نزدیک و یا کوچکتر از 100 نانومتر خواهند داشت. در طی قریب به بیست سال آینده، تمام وسایل و تراشه‌های کامپیوتری به صورت نانواپزار وجود خواهند داشت. حافظه‌های مغناطیسی یا نوری در مقیاس نانو یا نانوحافظه‌ها هم بزودی به بازار خواهند آمد. آنها فوق‌العاده متراکم و ارزان خواهند بود: بسیاری از فیلمهای کاملاً حجیم استریوئی، قابل ذخیره بر روی یک صفحهٔ کوچک خواهند بود.

۱. hacking

۲. Firewall

۳. Hacker

کاربردهای

دیگر نانوتکنولوژی عبارتند از: محصولات خانگی و بهداشتی، فرآیندهای جدید صنعتی و ساخت و تولید، راههای تازه برای پاکیزه نگهداشتن، افزایش طول عمر و محافظت از محیط زیست. این مسیر ما را به درون دنیای نانواینتیک و نانوفتونیک رهنمون می‌سازد. جایی که اغلب تحقیقات فعلی در تمام دنیا بر روی آنها متمرکز شده‌اند.

مسائل

و مشکلات مربوط به ایجاد و تولید قسمت اعظم انرژی خورشیدی و نور طبیعی، پاکسازی طبیعت، کنترل کیفیت و سهولت دستیابی به زمین، آب و هوا در آینده، همه و همه وجوه اشتراک زیادی دارند. همه آنها مستلزم فعالیتهای در مقیاس خیلی بزرگ برحسب زمینه‌ها و حجم فعالیتهای وابسته به خود، می‌باشند. در چنین مقیاس بزرگی، نانوتکنولوژی چه راه‌حلهایی را می‌تواند ارائه کند؟ پاسخ، راه‌حلهایی است که ما همواره در طی سالیان متمادی بدنبال آنها بوده‌ایم. این تکنولوژی عظیم نه تنها بایستی هوشمند باشد بلکه باید به لحاظ اقتصادی هم بسیار ارزان و مقرون به صرفه باشد تا بتواند واقعاً تأثیرگذار باشند. ما تاکنون تلاش نموده‌ایم و تقلا کرده‌ایم تا فناوریهای خورشیدی را برای کاربردهای بسیار گسترده‌تر بسط و توسعه دهیم، اما راههای انتخاب آنقدر گران بوده است که آنها را در مقیاس کلان نتوانسته‌ایم بسازیم و این در حالی است که این راه‌حلها مسلماً برای به‌دست آوردن بهره اقتصادی مؤثر، لازم و ضروری می‌باشند. نانوتکنولوژی ممکن است بر این مانع بزرگ غلبه کند و ما را قادر سازد تا بتوانیم قسمت اعظم منابع محیطی گسترده خودمان را در قیمتهای بسیار پائین‌تر و با تأثیرات محیطی حداقل بسازیم. آنچه که بویژه در دنیای در حال توسعه امروز نهایتاً به حساب می‌آید عبارت است از بهای یک کیلووات ساعت الکتریسیته خورشیدی که از جایگزینی 15 وات بر مترمربع از نور لامپ در یک ساختمان با نور و روشنایی راحت و قابل رؤیت به‌دست می‌آید؛ و نیز بهای یک کیلووات ساعت انرژی حاصل از یک میلیون لیتر آب خالص که از زمین شوره‌زار، رودخانه یا آب دریا به‌دست آمده است. بنابراین نانوتکنولوژی ممکن است حتی به سمتی پیش رود که برای رسیدن به تساوی اقتصادی زیادتر به اهرم فشاری تبدیل شود، هنگامی که فناوریها به لحاظ اقتصادی نتوانند با یکدیگر به رقابت پردازند، تنها راه حل کمک دولت و پرداخت هزینه‌های تکمیلی دولتی است. مشکلاتی که در طی سالهای اخیر برای کاهش اثر گلخانه‌ای از طریق اجرای توافق کمیوتو با آنها روبرو شده‌ایم نشان می‌دهد که متقاعد ساختن دولتها برای سازگار شدن با تکنولوژیایی که در حال حاضر بهره اقتصادی ندارند در چارچوب عوامل سیاسی و اقتصادی، چقدر دشوار و سخت است.

توده

مردم نیاز دارند تا درباره بسیاری از رویدادهای علمی اخیر همانند فناوری اطلاعات، مهندسی ژنتیک و کد ژنتیکی آگاه شوند. این کتاب در راستای آگاه ساختن مردم گام برداشته است اما هدف آن ارائه یک گزارش حقیقی است تا یک آگاه‌سازی کاملاً سرگرم کننده. هدف این کتاب، کمک به دانشمندان جوانی است که هنوز درس خود را کامل نکرده‌اند و درجه علمی ندارند اما ما امیدواریم که سایر افشار حرفه‌ای مردم نیز آن را بخوانند و استفاده کنند.

دانشگاههای

متعددی در حال گسترش مواد درسی در زمینه رو به رشد نانوتکنولوژی می‌باشند. بیش از ۲۰ درس قبلاً در خارج از استرالیا در این مورد ارائه شده‌اند. دانشگاه فلیندرز اولین دانشگاهی بود که در استرالیا یک دوره درسی در زمینه نانوتکنولوژی ارائه کرد و بیش از ۱۷۰ نفر متقاضی برای ۲۵ مکان داشت. دوره‌های درسی در استرالیا در دانشگاه کوئینزلند، دانشگاه صنعتی سیدنی، دانشگاه کورترین،

دانشگاه ویلز جنوبی جدید و دانشگاه سیدنی غربی دنبال خواهد شد. حجم سنگینی از مقالات و منابع علمی از قبل در این زمینه وجود دارد که برای اغلب افراد تحصیل کرده یا دانشجویان سال دوم کاملاً غیرقابل فهم است. این کتاب در تلاش است تا فاصله را با واقعیات علمی دشوار، سخت کاهش دهد و آن را پر کند اما به هیچ وجه قصه نمی‌گوید. افسانه آن چیزی است که رویاها از آن ساخته شده‌اند و مطالعه این کتاب دعوت به مبارزه علمی را می‌آفریند.

همه نویسندگان این کتاب، محققین برجسته علمی هستند. تلاش کلی در این کتاب بر این است که در بیان واقعیات و حقایق علمی به کارهای تحقیقاتی استناد شود و مطالب علمی را با وضوح بیشتری توضیح داده شود، اما این سبب خواهد شد که متن نوشته شده برای مخاطبین موردنظر، غیرقابل خواندن به نظر آید. مشکلی که ما در تألیف این کتاب با آن روبرو شده‌ایم عبارتست از مراجع و نمودارها. هر فصل می‌توانست تا ۳۰۰ مرجع علمی داشته باشد، اما این باعث می‌شد که کتاب در قلمرو یک متن تحقیقاتی به شمار آید که در اینجا منظور این نبوده است و از تفصیل غیرضروری هدفمند، خودداری نموده‌ایم.

در هر حال معرفی مراجع و منابع علمی به خوانندگان از اهمیت خاصی برخوردار است. به همین دلیل از میان مراجع فراوانی که وجود دارند فقط مراجع کلیدی انتخاب و در پایان هر فصل آورده شده است و گلچینی از مرجع شناسی موضوعی در انتهای هر فصل معرفی شده است. علاوه بر این، تعداد کمی از مراجع نیز در پایان فصل آمده‌اند که به خواننده محقق امکان جستجوی علمی را در میان منابع علمی فراهم خواهند کرد. به طرز مشابهی، از طرح مسائل پایه‌ای و اثباتی خودداری شده است اما در پایان هر فصل، چند تمرین جالب داده شده است که راه متفاوت دیگری برای آموزش به شمار می‌آیند. این تمرینات جهت تمرکز بر روی اصطلاحاتی که بر حسب ضرورت و برای رعایت اختصار درباره آنها صحبت نشده و یا نخواهیم وارد جزئیات بیشتری درباره آنها بشویم و نیز به منظور تحریک قوه تصور و تجسم که یک جزء تشکیل دهنده کلیدی در نانو تکنولوژی محسوب می‌شود در اینجا آورده شده است.

اینکه "نانو" تکنولوژی به عنوان یک دوره درسی بایستی بعد از تحصیلات تکمیلی^۱، تدریس شود، جمله درستی نخواهد بود چرا که در این صورت تهیه و نگارش یک متن نانو تکنولوژی مقدماتی برای دانشجویان دوره لیسانس غیرممکن خواهد بود. به هر حال، هدف ما در اینجا، تشویق نمودن مخاطبین به پرورش قدرت تفکر و تجسم خود می‌باشد تا بتوانند معلومات علمی خود را گسترش دهند و این کتاب به همین منظور نگاشته شده است. در کوتاه سخن، نانو تکنولوژی ابزاری برای بازاریابی است! در هر صورت، نگارش و تهیه متنی درباره نانو تکنولوژی بدون در نظر گرفتن و گنجاندن اندکی از مباحث پایه درباره فیزیک و شیمی در آن محال است. در تألیف این کتاب روشی را به کار برده‌ایم که خواننده همان طور که در مطالعه کتاب به جلو می‌رود، شیمی و فیزیک بیشتری می‌آموزد. در آغاز مسیری اتخاذ می‌شود که مطالب به اختصار و ساده‌تر بیان شوند و فقط در حد یک آشنایی مختصر با جبر پایه، دانش نور، حرارت و نیرو، ساختارهای ملکولی و فرمولهای ملکولی برای شروع مطالعه لازم است. در فصل دو، نانو تکنولوژی ملکولی مطالعه می‌شود و تکنیکهای به کار رفته، برای رؤیت اتمها را مورد بحث قرار می‌گیرد، در این فصل اطلاعات لازم در همین حد بدون احتیاج به

دانشتنیهای بیشتر می‌تواند کافی و ارزشمند باشد. اما در فصل بعدی، انتظار می‌رود که خواننده دانش خوبی از شیمی سال اول دانشگاه داشته باشد. در فصل سوم فرآیندهای به هم پیوستگی و به هم پیوستگی دوباره بلور توصیف خواهد شد. در فصل چهارم، حداقل به داشتن پایه‌ای از شیمی آلی یک نیاز خواهیم داشت و ما به سیستمهای کربنی مهندسی شده جدید که نانوتیوبها نامیده می‌شوند، نگاهی می‌اندازیم. در فصل پنجم به سطح پیشرفته‌ای از شیمی آلی می‌رسیم. در این فصل شکل جدیدی از سوئیچهای ملکولی که رتاکسانها نامیده می‌شوند و نیز سایر روشهایی را که شیمی در آنها برای تشکیل نانوسیستمهای سازمان‌دهی شده به کار رفته است مورد بحث قرار می‌دهیم. در فصل ششم به نانوسیستمهای طبیعی خواهیم پرداخت و نیز اینکه چگونه از آنها استفاده کنیم یا انواع مرتبط جدیدتری از آنها را بسازیم. در این مرحله، خواننده، دانش پایه‌ای از بیوشیمی را داراست. در فصل هفتم، به مبحث نور در سطح فیزیک سال اول دانشگاه می‌پردازیم اما در فصل هشتم درباره الکترونیک، لیتوگرافی و پردازش ملکولی با جزئیات بیشتری صحبت خواهیم نمود که مسلماً بحث پیشرفته‌ای است. در فصل نهم به کاربردهای محتمل و جدید ولی متفاوت و شگفت‌آور نگاهی می‌اندازیم و بالاخره در فصل آخر با یک دید اجمالی و کمی تأمل، چند پیش‌بینی را درباره آینده مطرح خواهیم کرد. بنظر می‌رسد که این دو فصل اخیر برای هر خواننده‌ای، جذاب و خواندنی باشد.

مطلبی که در این کتاب از آن سخنی به میان نیامده است عبارتست از فیلمهای نازک. اگرچه لایه‌های نازک با استفاده از همه ابزارهای نانوتکنولوژی با جزئیات بیشتری مورد مطالعه قرار گرفته‌اند، آوردن آنها در این کتاب موضوع مطالعه سطوح و خواص رسوب‌گذاری بر روی آنها را بسط و توسعه می‌داد. در این کتاب، تعریف خود را از نانوتکنولوژی به موقعیتی محدود نموده‌ایم که توده ماده تحت مطالعه حداقل در یک بعد در مقیاس نانو می‌باشد. این مسئله، فیلمهای نازک را مستثنی می‌سازد، به جز مواردی که، آنها برپایه یک نانو ذره ساخته شده‌اند و یا قسمتی از یک نانوساختار مهندسی شده را تشکیل می‌دهند.

تقدیر و تشکر

لازم است تا از کلیه افرادی که بخشهایی از مواد درسی خود را در اختیار ما قرار دادند، تشکر ویژه بنمائیم. این افراد عبارتند از متیو فیلیپس و ریک ووهرر. بویژه از ریک، به خاطر اینکه اجازه داد تا بخشی از تز دکترایش را تکثیر کنیم، تشکر می‌کنیم. همچنین از پروفسور ماکس لو، دکتر ونیگ یتونگ و دکتر کاستاکان به خاطر کمکهایشان بسیار متشکریم. بابت اجازه‌ای که برای تکثیر تعدادی از نمودارهای اقتباس شده از منابع علمی داده شد، ضمن امتنان فراوان بسیار تشکر می‌کنیم. بسیاری از اطلاعات و داده‌ها از شبکه جهانی اینترنت برگرفته شده است. در این روزگار، که افراد قبل از انتشار تحقیقات علمی خود سریعاً آنها را به نام خود ثبت می‌کنند، بسیار مایه خوشبختی و تعجب است که مردمانی را بیابیم که داشتن روابط عمومی خوب و مهربانانه عمل کردن، بزرگترین دغدغه اصلی آنها را در زندگی تشکیل می‌دهد. ما شما را درود می‌گوئیم!

نویسندگان

مقدمه و ترجمه

نانوتکنولوژی آئینه تکنولوژی آفرینش بوده و فناوری برتر آینده. نقطه تلاقی تفکر و عمل تمامی دانشمندان و محققان علوم مختلف است. هدف و تکنولوژی نوپدید یا نوسازی ملوکول به ملوکول از طریق تغییر آرایش ساختاری اتم به اتم از آینده است و نانوتکنولوژی ملوکولی توانایی آرایش دوباره مواد را با دقت اتمی مورد توجه و تحقیق قرار می‌دهد.

نانوتکنولوژی، فناوری نوظهور و یکی از اجزای کلیدی پیشرفتهای فنی قرن حاضر است. به کارگیری مواد با ساختارهای بر پایه ابعاد نانومتری خود از قبل ما را به سمت توسعه و ارائه راه‌حلهای نویدبخش برای تولید محصولات برتر در آینده، رهنمون ساخته است. فیلمها یا لایه‌های نازک و ساختارهای چندلایه نمونه‌هایی از دستاوردهای نانوتکنولوژی می‌باشند که به کمک کوچک‌سازی یا ظریف‌سازی افزارها، ابزارها و در نتیجه بالا بردن کارائی کیفی و کمی به آن دست یافته‌ایم. ساخت و کنترل نانوساختار برای اجزای تشکیل دهنده ساختاری و کاربردهای چند منظوره، عامل کلیدی برای توسعه مواد پیشرفته به‌شمار می‌رود. نانوتکنولوژی به مفهوم جدی آن پس از فراز و نشیب فراوان و پیش زمینه‌های قبلی آن تقریباً از سال ۲۰۰۰ به بعد از حالت تخیل علمی خارج می‌شود و به صورت یک کلان روند درمی‌آید. در ادامه شتاب می‌گیرد و تغییر ذهنیت عمومی در اقتصاد را موجب می‌گردد، هرچند از ۱۵ تا ۳۰ سال قبل به صورت پراکنده و روندی جدید در قالب بسیاری از کشفهای علمی آغاز شده بود. تشخیص اینکه نانو علم و نانوتکنولوژی روندی کلیدی در علم و فناوری قرن ۲۱ است، در سالهای ۱۹۹۷ و ۱۹۹۸ اتفاق افتاد. البته بسیاری از افراد، شروع عرصه نانوتکنولوژی را سالهای ۲۰۰۶ - ۲۰۰۱ می‌دانند. سرمایه‌گذاری مستقیم دولتهای جهان در این زمینه از سال ۱۹۹۷ تا سال ۲۰۰۲ یعنی ظرف ۶ سال ۵ برابر شده است. ژاپن، ایالات متحده آمریکا و اروپا به ترتیب با 650، 604 و 450 میلیون دلار در سال ۲۰۰۲ کشورهای برتر سرمایه‌گذاری مستقیم دولتهای جهان به‌شمار می‌آمده‌اند. نیمی از شرکتهای نانوتکنولوژی آسیا در ژاپن، نیمی از شرکتهای نانوتکنولوژی اروپا در آلمان و نیمی از شرکتهای نانوتکنولوژی جهان در آمریکای شمالی متمرکز شده‌اند که از حدود ۴۵۰ شرکت، ۲۲۵ شرکت در ایالات متحده، ۱۲۰ شرکت در اروپا ۴۶ شرکت در ژاپن واقع شده‌اند.

همانطور که در سیر تاریخی خلاصه فوق ملاحظه می‌شود، سالهاست که مسابقه در این زمینه آغاز شده است و با شتاب زیادی ادامه دارد و نانوتکنولوژی، به عنوان تکنولوژی برتر قرن ۲۱ در کنار تکنولوژیهای کامپیوتر، اطلاعات و بیوتکنولوژی، همچنان رو به رشد می‌باشد. اما نانوتکنولوژی چیست؟ بهبود، توسعه و به‌کارگیری ساختارها و ادواتی با اندازه یک نانومتر (مقیاس اتمی ملوکولی) تا ۱۰۰ نانومتر که در آنها خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی جدیدی در مقایسه با مواد میکروساختار پدیدار می‌گردد، مفهوم پایه نانوتکنولوژی است. ذرات نانومتری به‌عنوان مواد پیش‌سازنده برای تولید ساختارها و ادوات پیچیده به‌شمار می‌روند و استفاده از آنها، سبب بهبود و تغییر پدیده‌های فیزیکی شیمیایی یا فرآیندهای بیولوژیکی می‌گردد و باعث بروز خواص جدیدی می‌شود که این خواص نیروی محرکه‌ای را به‌وجود می‌آورند که سبب پیگیری و

انگیزه بیشتر برای ادامه تحقیقات می‌گردند. ماهیت نانوتکنولوژی، عبارتست از توانایی کارکردن در تراز اتمی، ملکولی و فراملکولی^۱ در ابعاد بین 1 تا 100 نانومتر با هدف ساخت و دخل و تصرف در چگونگی آرایش اتمها یا ملکولها. این نوع عملیات با استفاده از مواد، وسایل و سیستمهایی با تواناییهای جدید و اعمال تازه که ناشی از ابعاد کوچک ساختارشان می‌باشد، صورت می‌پذیرد.

خاصیت

محصولات تهیه شده و به‌دست آمده از نانوتکنولوژی (نانوتکنیکی) به چگونگی ترتیب قرار گرفتن اتمها در کنار یکدیگر بستگی دارد یعنی "اگر ما بتوانیم اتمها را نوآرایی کنیم و آنها را از دوباره با شیوه‌ای جدید در کنار هم بچینیم می‌توانیم با ترتیب جدید و مثلاً نوآرایی اتمهای ذغال سنگ، الماس تولید کنیم!" و یا "اگر بتوانیم اتمها را در شن و ماسه نوآرایی کنیم می‌توانیم تراشه‌های کامپیوتری را بسازیم!" در هر صورت نانوتکنولوژی به دستکاری ماده در سطح اتمی و ملکولی می‌پردازد یعنی ابعاد نانومتری از مواد (10^{-9} متر یا یک بلیونیم یک متر)، همچنین نانوتکنولوژی برپایه نظرات بسیار ساده‌ای استوار است: هر ماده بر روی کره‌زمین از ملکولهایی ساخته شده است که خود از یک یا چند اتم (کوچکترین ذره هر عنصر) تشکیل شده‌اند. توصیف ملکولها که یک جسم فیزیکی از آنها تشکیل شده است و خواص حاصل از آرایش جدید آنها در کنار یکدیگر، به هم مربوط می‌شوند که حائز اهمیت فراوانی است. به طور کلی اگر بتوانیم اتمها و ملکولهای تنها را دستکاری کنیم و در آرایش و پیکربندی^۲ معینی در کنار یکدیگر قرار دهیم بایستی بتوانیم هر چیزی را که می‌خواهیم پدید آوریم.

در

طی حدود یک دهه، تخمین زده شده است که نانوتکنولوژی، پایه حدود یک تریلیون دلار از محصولات جدید را فقط در ایالات متحده آمریکا به خود اختصاص داده است و در سرتاسر دنیا حدود 800,000 تا 2,000,000 فرصتهای شغلی گوناگون را به ارمغان آورده است. تأثیر نانوتکنولوژی در تجارت نیز محسوس است چرا که نیاز دارد تا به طور ریشه‌ای از دوباره بیندیشیم که هسته شغلی هر نوع فعالیت اقتصادی چیست؟ رقبا اصلی کدامند؟ چه مهارتهایی را نیروی کاری لازم دارند؟ چگونه می‌توان شاغلین را آموزش داد و اینکه چگونه درباره آنها به‌طور استراتژیک فکر کنیم، همه و همه تأثیر بسزایی را در نتیجه کار ایفا خواهند کرد.

صنایعی

که در آینده نزدیک، نانوتکنولوژی بر آنها با شدت و ضعفهای بالا و پائین، اثر نامطلوبی را برجای خواهد گذاشت و احتمالاً باعث دگرگونی، تخریب و ورشکستگی آنها خواهد شد، عبارتند از: مراقبت و ایمنی سلامتی، مراقبت طولانی مدت، الکترونیک، مخابرات و ارتباطات، بسته‌بندی، تولید و تهیه مواد شیمیایی، پلاستیکها، پوشاک، داروئی و دخانیات.

کاربردها

: زمینه‌های کاربردی بالقوه نانوتکنولوژی عبارتند از: الکترونیک، ارتباطات، برق (قدرت)، کامپیوتر، صنایع شیمیایی و داروسازی، بهداشت و محیط‌زیست، تکنولوژی اطلاعات، بیوتکنولوژی، امنیت ملی، پزشکی و انرژی.

به‌دست

آوردن یا رسیدن به قدرت و توانایی کنترل در سطح ملکولی در سرتاسر ساختار ماده تنوع گسترده‌ای از کاربردهای مثبت را به ارمغان خواهد آورد، زمینه‌هایی که نانوتکنولوژی قبلاً در آنها

به کار رفته است، عبارتند از: پزشکی و دارویی، تولید و توزیع انرژی، نساجی، مخابرات و ارتباطات، مواد شیمیایی، علوم و مهندسی مواد، محیط زیست، فناوری اطلاعات، صنایع دفاعی، خودرو و هوافضا.

مزایای نانوتکنولوژی

۱- با استفاده از نانوتکنولوژی محصولات می‌توانند تا پنج برابر قویتر، تا ده برابر مؤثرتر و میلیونها برابر فشرده‌تر یا بهتر عمل کنند.

۲- محصولات نانوتکنولوژی می‌توانند در عرض چند روز طراحی شوند و در عرض چند ساعت پخش گردند و

۳- حتی محصولات را می‌توان از قبل طراحی کرد و به عبارتی دیگر از پیش طراحی شده باشند.

البته این طور نیست که نانوتکنولوژی مطلقاً مفید باشد و فقط دارای محاسن و مزایا باشد بلکه استفاده نادرست از نانوتکنولوژی می‌تواند منجر به بسیاری از مصیبتها و فجایع غیرقابل پیش‌بینی نیز شود که فرضیه نانوآسمبلرهای خودکار و غبارخاکستری یا توده لزج خاکستری^۱ رنگ از جمله خطرات احتمالی آن در آینده تلقی می‌شود و زنگ خطری را در این راستا به صدا در می‌آورد!

البته پایه این پیش‌بینی خیالی به سال ۱۹۸۶ برمی‌گردد، زمانی که اریک درکسلر^۲ کتاب مشهور خود یعنی موتورهای آفرینش را به رشته تحریر درآورد و وی از بنیانگذاران و رهبر دنیای نانوتکنولوژی است که در طی آن مولکولها همانند توپهای اسنوکر دستکاری می‌شوند. وی این گونه به این موضوع پرداخته‌است که به طور مجازی یا خیالی و البته نه در واقعیت هنوز، ماشینهای زیرمیکروسکوپی و کوچکتر از آن، کارهای خارق‌العاده‌ای همانند ساخت سفینه‌های فضایی از مواد خام را بدون دخالت نوع بشر، به گردش در آمدن درون جریان خون برای آگاهی از میزان تناسب و تعادل بدن و درمان هر بیماری، را خواهند توانست در آینده انجام دهند. Bill Joy از شرکت میکروسیستمهای خورشیدی و تقریباً از منتقدین تکنولوژی^۳ دربارهٔ چهره منفی این راز مولکولی سحرآمیز که ممکن است روزی به واقعیت پیوند این طور استدلال می‌کند که این اتواسمبلرهای^۴ نانوتکنولوژیکی ممکن است را زمانی به صورت خارج از کنترل انسان درآیند و در نتیجه سیاره و هر موجود زنده دیگر موجود بر روی آن به توده جرمی یکنواخت اما کاملاً بدون استفاده‌ای از ذرات و اشیا تبدیل کنند که به grey goo (اصطلاحی که واقعاً آقای درکسلر برای اولین بار ابداع کرد) یا همان توده لزج غبار مانند خاکستری رنگ موسوم است و وی شدیداً معتقد است که این نوع تحقیقات را بایستی هرچه زودتر متوقف نمود چرا که پیامدهای بسیار وحشتناک و خارج از کنترل بشر را در نهایت، در پی خواهند داشت. Michael Lewis کسی که تفکرات و باورهایش را در طرز فکر خاص خودش دربارهٔ آینده‌شناسی منتشر کرده است، در کتاب خود بنام The Future Just Happened - و در فرآیند علت نوپیدی مجموعه‌ای از نگرشهای تازه دربارهٔ این اصطلاح - اشاره می‌کند که نگرانی دربارهٔ وقوع grey goo تمثیلی است از کهنگی یا قدمت

۱. gray goo

۲. Eric Drexler

۳. Techno - Luddite

۴. auto - assemblers

شخصی اواسط دوره زندگی^۱ یا فقط احتمالاً ترسی از این نوع که تکنولوژی در حال پیشرفت، یقیناً به سمتی می‌رود که نه تنها جسم بلکه روح و روان ما را نیز خواهد بلعید.

این کابوس هولناک با مواد ژنتیکی و از آن طریق با خودسازی و تکثیر خودبه‌خودی^۲ درهم آمیخته است به گونه‌ای که این اضطراب با خیال اینکه نانوانگله‌ها یا نانوکرمک‌هایی^۳ به وجود خواهند آمد که قادرند خودشان را درون یک gray goo از نو بسازند و مرتباً تکثیر پیدا کنند، تشدید شده است. به‌ویژه اینکه آنها درون، این غبار توده مانند خاکستری رنگ، پدیده فتوسنتز را از کار خواهند انداخت^۴ و در نتیجه کل بیوسفر (کره زندگی) اعم از گیاهان و جانوران قابل خوردن را غصب و به اشغال خود در خواهند آورد.

[American Spectator, Feb. 2001]

در مجموع grey goo، وجهه یا سیمای کاملاً تخیلی از آینده مرگبار نوع بشر در قالب یک افسانه علمی^۵ است و از این رهگذر است که نانوتکنولوژی غوغایی جنجالی به راه انداخته‌است که ماشینهای میکروسکوپی در حال جویدن کره زمین بالاخره از آزمایشگاه، فرار می‌کنند تا همه جهان را بلعند و برای همیشه پای آدمی را از عرصه حیات کوتاه‌کنند و در آخرین جمله می‌توان گفت که gary goo همان واقعه مهلک و فرضی خاموشی نوع بشر^۶ است [Guardian, July. 2001].

مثالهایی از ابعاد نانوتکنولوژی عبارتند از قطر ملکول آب (حدود 1 نانومتر)، قطر یک نانولوله تک لایه (1.2 نانومتر)، کوچکترین ترانزیستورها (20 نانومتر) و ملکول DNA 2.5 نانومتر پهنا دارد و پروتئینها بین 1 تا 20 نانومتر هستند و قطر مولکول ATP، 10 نانومتر می‌باشد. Jack Vidrich و Dab Newbery نویسندگان کتاب "تحول بزرگ بعدی واقعاً کوچک است. چگونه نانوتکنولوژی آینده شغلی شما را تغییر خواهد داد؟"^۷ اذعان دارند که شما در هر حرفه‌ای که باشید، نانوتکنولوژی بزودی بر آینده شغلی شما تأثیرگذار خواهد بود. مثلاً اگر شما کارمند یک شرکت چند میلیارد دلاری باشید یا کارمند تحقیقاتی یا تجاری فعال در زمینه نیمه هادیها، جراح قلب، مدیر فروش خودرو، نماینده شرکت داروئی، روانپزشک، مدیر بخش شرکت میلیون دلاری یا حتی اگر نقاش منازل باشید، باید بدانید که نانوتکنولوژی به سمتی پیش می‌رود که بر کار شما اثر مستقیم خواهد گذاشت. البته مبادله نظر و مشورت با متخصصین و اهل فن در سراسر دنیا دال بر این مدعاست که بهترین توصیه این خواهد بود که مستقیماً پژوهشگران را به زمینه‌های بنیادی و تحقیقاتی نانوتکنولوژی سوق دهیم چرا که آنها راجع به تواناییهای بالقوه فناوریهای امروز و فردا، بهترین ارزیابی را خواهند داشت. بویژه ما بر این باوریم که توانایی بالقوه نانوتکنولوژی بسیار قویتر و بزرگتر از زیست فناوری خواهد بود و نانوتکنولوژی بر بیوتکنولوژی پیشی خواهد گرفت.

۱. mid - life personal obsolescence

۲. self - replicating

۳. nanobots

۴. outperform

۵. dystopian sci - fi future

۶. a hypothetical human extinction event

۷. Next big thing is really small. How nanotechnology will change the future of your business?

این کتاب همان‌طور که در فهرست آن آمده است، مشتمل بر ده فصل است که با توجه به وجود جزئیات و مطالب تحلیلی گسترده در هر فصل، بحث دربارهٔ محتوای فصول مختلف را ضروری نمی‌داند چرا که مؤلفین محترم با بیان کلیاتی در انتهای هر فصل و با استفاده از مراجع علمی و مثالهای قابل فهم متعدد در طول هر فصل دسترسی خواننده را به اطلاعات بیشتر و کاربرد موضوعی آنها را ساده‌تر نموده‌اند. این کتاب پایه با روندی منطقی تلاش دارد تا با دیدگاه ساده‌ای به موضوع نانو تکنولوژی و روش‌شناسی آن بپردازد.

با توجه به محتویات علمی مطالب هر فصل و مراجع ارائه شده در پایان هر فصل، به نظر می‌رسد که فصلهای ۱، ۲، ۳، ۴ و ۱۰ برای سالهای آخر دورهٔ کارشناسی یا سال اول دوره‌های کارشناسی ارشد و فصلهای ۵ و ۶ اختصاصاً برای دوره‌های کارشناسی ارشد و نهایتاً فصلهای ۷، ۸ و ۹ برای دوره‌های دکتری تخصصی رشته‌های فیزیک، شیمی، مهندسی شیمی، مهندسی پلیمر و مهندسی مواد مناسب می‌باشد. بدیهی است که این تقسیم‌بندی بر مبنای مطالعه مقالات و منابعی که در فهرست مراجع انتهای هر فصل آمده است می‌تواند مؤثر واقع شود و دانشجویان علاقمند را برای انجام تحقیقات بنیادی، کاربردی و یا توسعه‌ای در زمینهٔ نانو تکنولوژی آماده سازد.

در این متن بسیار با ارزش علمی، به دفعات شاهد اشکالات و اشتباهات تایپی، از قلم‌افتادگی موضوعی، نبود شکل مناسب و نارسایی مفهوم به دلیل وجود جمله‌های ناقص بوده‌ایم که در این راستا سعی شده است حتی‌الامکان و در صورت لزوم در پاورقی توضیح داده شود و در ترجمه فارسی آن اصلاح و کامل شده است. به هر حال در بعضی موارد مفهوم علمی نیز به غلط جا به جا شده است که در این گونه موارد هم تذکرات لازم جهت تصحیح در انتهای هر صفحه آمده است. در هر حال تلاش بر این بوده است که تا حد امکان این ترجمه بدون دخل و تصرف شخصی و با دیدگاه کاملاً علمی انجام گردد و از واژه گزینی مناسبی برای القای کامل مفهوم مربوطه استفاده گردد. در بعضی مواقع نیز ناچار به توضیح اصطلاحات پایه و تعریف واژه‌ها شده‌ایم و هر جا که لازم بوده است برای انتقال مؤثر مفاهیم توضیحات بیشتری داده شده است، که امید است در نهایت مقبول طبع صاحبان اندیشه، واقع گردد.

در پایان امید است که این اثر قابل توجه اندیشمندان، پژوهشگران و کلیهٔ علاقمندان صاحب‌نظر قرار گیرد و لازم به ذکر است که مترجم این کار را به هیچ وجه خالی از اشکال نمی‌داند. از ارباب فضل، صاحبان دانش و نیز کلیهٔ اساتید فن استدعا دارد که بذل محبت نموده و نقطه نظرات خود را جهت اصلاحات آتی و آگاهی به اینجانب ارسال فرمایند. بدیهی است که منتقدین عزیز خود بخوبی واقفند، متون پایهٔ نانو تکنولوژی که زمینهٔ بکر و تازه‌ای از علوم و مهندسی را در حال حاضر به خود اختصاص داده است به زبان اصلی هم بسیار کم بوده است فلذا ترجمه این متن ارزندهٔ زیربنایی، امید است که پاره‌ای از نیازهای کلیهٔ اقشار علمی جامعه را در سطوح مختلف تحت پوشش قرار دهد. نهایتاً، مترجم از کلیهٔ پیشنهادات و انتقادات اصلاحی خوانندگان ارجمند استقبال می‌کند. با آرزوی سربلندی و سرافرازی برای همهٔ شیفتگان مسیر تابناک دانش.

جعفر وطن‌خواه دولت‌سرا

آذرماه ۱۳۸۳ - تهران

(۱-۳۲)

زیربنای نانو تکنولوژی

- ۱-۱ انقلابهای علمی ----- ۱
- ۲-۱ انواع نانو تکنولوژی و نانوماشینها ----- ۸
- ۳-۱ جدول تناوبی ----- ۱۱
- ۴-۱ ساختار اتمی ----- ۱۳
- ۵-۱ ملکولها و فازها ----- ۱۸
- ۶-۱ انرژی ----- ۲۲
- ۷-۱ ابعاد ملکولی و اتمی ----- ۲۷
- ۸-۱ سطوح و فضای ابعادی ----- ۲۹
- ۹-۱ بالا به پایین و پایین به بالا ----- ۳۰
- ۱۰-۱ تمرین ----- ۳۱
- ۱۱-۱ فهرست مراجع ----- ۳۲

(۳۳-۶۶)

نانو تکنولوژی ملکولی

- ۱-۲ اتمها از طریق استنتاج ----- ۳۳
- ۲-۲ میکروسکپهای الکترونی ----- ۳۵
- ۳-۲ میکروسکپ الکترونی پیمایشی یا پویشی (SEM) ----- ۳۶
- ۴-۲ میکروسکپ الکترونی عبوری جدید (TEM) ----- ۳۹
- ۵-۲ میکروسکپی پروب پویشی (SPM) - میکروسکپ نفوذ اتمی (AFM) ----- ۴۲
- ۶-۲ میکروسکپ تونل زنی پویشی (STM) ----- ۴۸
- ۷-۲ نانوکاردستی ----- ۵۰
- ۸-۲ نانوگیرهها ----- ۵۱
- ۹-۲ دستکاری اتمها ----- ۵۲
- ۱۰-۲ نانو نقطهها ----- ۵۶
- ۱۱-۲ خودآرایی ----- ۵۶
- ۱۲-۲ نانولیتوگرافی غوطه ورسازی نوک قلم (DPN) ----- ۶۱

- ۱۳-۲ تمرین ----- ۶۴
- ۱۴-۲ فهرست مراجع ----- ۶۵

نانوپودرها و نانومواد

(۱۰۴-۶۷)



- ۱-۳ نانومواد چه نوع موادی هستند؟ ----- ۶۷
- ۲-۳ طرز تهیه ----- ۶۹
- ۳-۳ قوس پلاسما ----- ۷۰
- ۴-۳ رسوب‌گذاری شیمیایی فاز بخار ----- ۷۱
- ۵-۳ سل - ژلها ----- ۷۳
- ۶-۳ رسوب‌گذاری الکتریکی ----- ۸۶
- ۷-۳ سایش از طریق آسیابهای گلوله‌ای، ساچمه‌ای یا فلزی ----- ۹۰
- ۸-۳ استفاده از نانوذرات طبیعی ----- ۹۲
- ۹-۳ کاربردهای نانومواد ----- ۹۴
- ۱۰-۳ تمرین ----- ۱۰۳
- ۱۱-۳ فهرست مراجع ----- ۱۰۴

عصر کربن

(۱۳۷-۱۰۵)



- ۱-۴ شکل‌های جدید کربن ----- ۱۰۵
- ۲-۴ انواع نانوتیوبها ----- ۱۰۸
- ۳-۴ تشکیل نانوتیوبها ----- ۱۱۲
- ۴-۴ اسمبلیها، اجتماعات یا تجمعهای ملکولی ----- ۱۲۱
- ۵-۴ خالص‌سازی نانوتیوبهای کربنی ----- ۱۲۲
- ۶-۴ خواص نانولوله‌ها ----- ۱۲۴
- ۷-۴ کاربردهای نانوتیوبها ----- ۱۲۶
- ۸-۴ تمرین ----- ۱۳۴
- ۹-۴ فهرست مراجع ----- ۱۳۵

(۱۷۲-۱۳۹)

تقلیدگرهای ملکولی



- ۱-۵ کاتنانها و روتاکسانها (زنجیرماندها و چرخندها) ----- ۱۴۰
- ۲-۵ سوئیچها یا کلیدهای ملکولی ----- ۱۴۰
- ۳-۵ کلید متحرک ملکولی یا قطار جابه‌جا شونده ملکولی که تحت
تأثیر نیروی محرکه الکترون حرکت می‌کند ----- ۱۴۱
- ۴-۵ کلید متحرک ملکولی که برپایه نیروی محرکه pH کار می‌کند ----- ۱۴۵
- ۵-۵ کلید متحرک ملکولی که تحت تأثیر نیروی محرکه نور کار می‌کند ----- ۱۴۶
- ۶-۵ سنتز روتاکسانها و کاتنانها ----- ۱۴۷
- ۷-۵ روتاکسانها و کامپیوترهای ملکولی ----- ۱۵۰
- ۸-۵ چرخشگر شیمیایی ----- ۱۵۴
- ۹-۵ ابزارهای ورود تحت فشار ----- ۱۵۷
- ۱۰-۵ فلیپرها یا باله‌های ملکولی ----- ۱۶۱
- ۱۱-۵ شاتل‌های اتمی یا قطارهای اتمی ----- ۱۶۴
- ۱۲-۵ مبدل‌های انرژی یا آکچواتورها ----- ۱۶۶
- ۱۳-۵ اتصالات تماسی ----- ۱۶۷
- ۱۴-۵ تمرین ----- ۱۷۱
- ۱۵-۵ فهرست مراجع ----- ۱۷۱

(۲۰۷-۱۷۳)

نانوبیومتریک (نانوزیست سنجی)



- ۱-۶ مقدمه ----- ۱۷۳
- ۲-۶ لیپیدها به عنوان نانوخشته‌ها و ملاط (گل - ساروج) ----- ۱۷۵
- ۳-۶ یکسان اما متفاوت: تک لایه‌های خودآرایی شده ----- ۱۸۱
- ۴-۶ ذراتی که کار انجام می‌دهند - پروتئین‌ها ----- ۱۸۴
- ۵-۶ ساختار یک ملکول همان اطلاعات ملکول است - DNA ----- ۱۹۷
- ۶-۶ یک آینده نانوتکنولوژیکی زیست شناختی ----- ۲۰۳
- ۷-۶ تمرین ----- ۲۰۶
- ۸-۶ فهرست مراجع ----- ۲۰۷

اپتیک، فوتونیک و انرژی خورشیدی

(۲۰۹-۲۳۳)

- ۱-۷ خواص نور و نانوتکنولوژی ----- ۲۰۹
- ۲-۷ تأثیر متقابل نور و نانوتکنولوژی ----- ۲۱۶
- ۳-۷ نانوسوراخها و فوتونها ----- ۲۲۲
- ۴-۷ تصویربرداری ----- ۲۲۲
- ۵-۷ پنجره‌های جدید ارزانقیمت با کارایی انرژی بالا و جاذبه‌های خورشیدی بر پایه نانوذرات ----- ۲۲۵
- ۶-۷ بلورهای فوتونی، راهنماهای موج سطحی و کنترل گذرگاههای نور - ۲۲۹
- ۷-۷ تمرین ----- ۲۳۲
- ۸-۷ فهرست مراجع ----- ۲۳۳

نانوالکترونیک

(۲۳۵-۲۹۰)

- ۱-۸ مقدمه ----- ۲۳۵
- ۲-۸ نانوالکترونیک چه کاری برای ما انجام خواهد داد؟ ----- ۲۳۸
- ۳-۸ پیدایش و تولد الکترونیک ----- ۲۴۰
- ۴-۸ ابزارهای میکرو و نانو ساخت (ریز ساخت و فوق‌العاده ریزساخت) - ۲۴۴
- ۵-۸ از فیزیک کلاسیک تا فیزیک کوانتم ----- ۲۵۶
- ۶-۸ وسایل الکترونیک کوانتمی ----- ۲۵۹
- ۷-۸ اطلاعات کوانتمی و کامپیوترهای کوانتمی ----- ۲۷۰
- ۸-۸ ابزارهای تجربی رایانه‌های کوانتمی ----- ۲۸۱
- ۹-۸ تمرین ----- ۲۸۵
- ۱۰-۸ فهرست مراجع ----- ۲۸۷

کاربردهای آینده

(۲۹۱-۳۱۶)

- ۱-۹ سیستمهای میکروالکترومکانیکی ----- ۲۹۱
- ۲-۹ روباتها - تا چه حد و اندازه‌ای می‌توان روباتها را کوچک نمود؟ -- ۲۹۶

۲۹۸	مواد مقاوم در برابر فرسودگی
۴-۹	بهبود و اصلاح نامرئی جابه‌جاییهای اتمی درون مواد
۳۰۱	آسیب‌دیده (دارای نقصهای ساختاری)
۳۰۲	۵-۹ نانوماشینها و نانوالاستیسیتها
۳۰۴	۶-۹ پوششهای نانوذره - تأثیرات جدید ویژه
۳۰۵	۷-۹ وسایل نانوالکترونیکی و مغناطیسی و دستگاههای محاسبه جدید
۳۰۸	۸-۹ ابزارهای اپتوالکترونیک
۳۱۱	۹-۹ کاربردهای محیطی
۳۱۵	۱۰-۹ تمرین
۳۱۶	۱۱-۹ فهرست مراجع

(۳۱۷-۳۳۶)

در قلمرو خیال

۱۵

۳۱۷	۱-۱۰ مقدمه
۳۱۸	۲-۱۰ ارتباط، خطوط ارتباطی و وسایل ارتباطی
۳۱۹	۳-۱۰ ساخت و تولید
۳۲۲	۴-۱۰ نانوطب
۳۲۹	۵-۱۰ جامعه و اخلاق
۳۳۰	۶-۱۰ مذهب و ساختن هر چیزی از هر چیزی دیگر
۳۳۲	۷-۱۰ سپاسگزار از همه انواع گونه‌های ماهیها
۳۳۵	۸-۱۰ تمرین
۳۳۶	۹-۱۰ فهرست مراجع