

فهرست مطالب

پیشگفتار..... ۷

فصل اول: مقدمه، مفاهیم و تعریف فناوری نانو در دندانپزشکی..... ۹

۱- فناوری نانو..... ۹

۲- اصول فناوری نانو..... ۱۱

۳- مزایای استفاده از فناوری نانو در دندانپزشکی..... ۱۱

۴- کاربردهای فناوری نانو در دندانپزشکی..... ۱۲

۵- پزشکی مبتنی بر نانو..... ۱۳

۶- انواع فناوری نانوها در نانو پزشکی..... ۱۳

۷- رویکردهای نانو..... ۱۵

۸- نانوساختارهای درمانی در دندانپزشکی..... ۱۷

۹- نانو مواد..... ۱۸

۱۰- طبقه‌بندی نانو مواد..... ۲۰

۱۱- نانوساختارهای مورد استفاده در دندانپزشکی..... ۲۲

۱۲- تشخیص‌های نانویی: تشخیص سرطان دهان و سایر بیماری‌ها..... ۲۵

۱۳- کپسولی کردن نانویی و درمان‌های نانویی - نانو ذرات به عنوان سیستم‌های دارورسانی در دندانپزشکی..... ۲۹

۱۴- کپسولی سازی نانویی..... ۳۱

۱۵- نانو مواد زیستی در درمان سرطان دهان..... ۳۱

۱۶- نانو مواد برای درمان کوتاه برد..... ۳۳

۱۷- ژن درمانی..... ۳۳

۱۸- چالش‌های پیش روی فناوری نانو..... ۳۴

۱۹- زیست سازگاری نانو مواد..... ۳۴

۲۰- پیامدهای بیولوژیکی نانو مواد..... ۳۵

۲۱- مقررات کنترلی..... ۳۵

۲۲- چشم‌انداز آینده‌ی فناوری نانو در دندانپزشکی..... ۳۶

۲۳- نتیجه‌گیری..... ۳۶

منابع..... ۳۷

فصل دوم: کاربردهای نانوذرات در ارتودنسی..... ۴۳

۱- مقدمه..... ۴۳

۲- تعاریف..... ۴۳

۳- پیشینه تاریخی..... ۴۴

۴۶	۴- اشکال و انواع نانوذرات.....
۴۹	۵- ویژگی‌های نانو ذرات.....
۵۰	۶- سنتز نانوذرات.....
۵۲	۷- پوشش مواد با نانوذرات.....
۵۹	۸- ساز و کار عمل نانوذرات مختلف.....
۶۰	۹- سمیت.....
۶۲	۱۰- روش بررسی نانوذرات.....
۶۲	۱۱- نتیجه‌گیری.....
۶۲	منبع.....

فصل سوم: استفاده از نانوذرات در دندانپزشکی - رویکرد فعلی..... ۶۷

۶۷	۱- مقدمه.....
۶۸	۲- کاربرد نانوذرات در زمینه‌های مختلف دندانپزشکی.....
۷۱	۳- نانوذرات متداول مورد استفاده در دندانپزشکی.....
۷۸	۴- کاربردهای فعلی نانوذرات.....
۸۸	۵- زیست موادهای طبیعی که می‌توان برای محافظت از دندان استفاده کرد.....
۹۲	۶- نتیجه‌گیری.....
۹۳	منبع.....

فصل چهارم: فناوری نانو در ارتودنسی - رویکرد آینده‌نگر..... ۱۰۱

۱۰۱	۱- نانو و فلزات.....
۱۰۶	۲- نانو و اپلاتیس‌های سرامیکی.....
۱۰۷	۳- نانو و مینی اسکرو.....
۱۱۱	۴- نانو و آکریل.....
۱۲۱	۵- نانو و ادhezیو.....
۱۲۹	۶- نانو و سمان.....
۱۳۴	۷- نانو و مواد قالبگیری.....
۱۳۹	۸- نانو و الاستومرها.....
۱۴۰	۹- نانو و تسریع حرکت دندان در ارتودنسی.....
۱۴۱	منبع.....

واژه یاب..... ۱۵۱

فناوری نانو تقریباً در تمام زمینه‌های علم و زندگی بشر کاربردهای بسیار زیادی دارد؛ ورود آن به رشته دندانپزشکی باعث پیشرفت‌های قابل توجهی در این رشته شده است که از جمله می‌توان به جلوگیری از پوسیدگی، ارتقاء خواص ضد میکروبی مواد، ارتقاء خواص مکانیکی مواد و غیره اشاره کرد.

کتاب حاضر به هدف بررسی کاربرد این فناوری در ارتودنسی، بهبود عملکرد مواد دندان‌سازی و به تبع ارتقا کیفیت درمان، طراحی گردیده است؛ و همچنین موضوعات مهمی از جمله نحوه ساخت نانوذرات، نحوه افزودن به مواد مختلف، اثرات فیزیکی و بیولوژیک آنها را پوشش می‌دهد.

این کتاب "کاربرد نانو تکنولوژی در ارتودنسی" به عنوان مرجعی آماده برای درک اصول نانو تکنولوژی، کاربردهای آن و آخرین تکنیک‌های مرتبط با آن، می‌باشد و آن را به همکاران و دانشجویان توصیه می‌کنیم. طی این مسیر بدون همراهی استاد گرانقدرم جناب آقای دکتر سید امیرحسین میرهاشمی میسر نبود که از ایشان کمال تشکر را دارم.

از انتشارات محترم رویان‌پژوه و بالاخص جناب آقای امامی‌زاده و سرکار خانم شیرمحمدی که در پیشبرد این مجموعه کمال همکاری را داشتند، سپاسگزارم.

این مجموعه را تقدیم می‌کنم به همراهان همیشگی‌ام؛ پدر، مادر و خواهر عزیزم.

دکتر راشین بهرامی

دستیار تخصصی بخش ارتودنسی دانشگاه علوم پزشکی تهران

اردیبهشت ۱۴۰۱

bahramirashin@yahoo.com

فصل اول

مقدمه، مفاهیم و تعریف فناوری نانو در

دندانپزشکی

۱- فناوری نانو

نانو از کلمه‌ی یونانی "νᾶνος" به معنی کوتوله گرفته شده است. این کلمه به یک میلیاردم یک واحد اشاره دارد. بنابراین یک نانومتر برابر با یک میلیاردم متر بوده و تقریباً معادل با جمع قطرهای ۱۰ اتم هیدروژن است. مقیاس نانو، هزار برابر کوچک‌تر از مقیاس میکرو بوده و چیزی حدود $1/80000$ برابر قطر موی انسان است. در شکل ۱ اندازه‌های مختلف از موادی با مقیاس نانو برای مقایسه نشان داده شده است (۱).

در حالی که تعاریف زیادی در رابطه با فناوری نانو وجود دارد، اما بیشترین تعریف مورد استفاده از طرف موسسه‌ی ملی فناوری نانو (NNI) دولت ایالات متحده ارائه شده است. طبق تعریف NNI، فناوری نانو به این صورت توصیف می‌شود: "توسعه‌ی تحقیق و فناوری در سطوح اتمی، مولکولی و ماکرو مولکولی در مقیاس‌های طولی حدود ۱ تا ۱۰۰ نانومتر، تا درکی اساسی از پدیده‌ها و مواد در مقیاس نانو حاصل شود؛ همچنین ساخت و استفاده از دستگاه‌ها و سیستم‌هایی که به علت اندازه‌ی کوچک و یا متوسط خود، خواص و عملکردهای جدیدی دارند" (۲). فناوری نانو یا مهندسی مولکولی، تولید مواد و ساختارهای کاربردی در محدوده‌ی ۱/۱ تا ۱۰۰ نانومتر با روش‌های مختلف فیزیکی و شیمیایی است. اصطلاح نانو از کلمه‌ی یونانی "nanos" به معنی کوتوله گرفته شده است. یک نانومتر برابر با ۹-۱۰ متر یا یک میلیاردم یک متر است. این فناوری به زبان ساده‌تر، انجام مهندسی در سطوح اتمی و مولکولی است. این فناوری یک حوزه‌ی کاملاً چند رشته‌ای بوده و با بسیاری از رشته‌ها از جمله علوم کلونیدی، شیمی، فیزیک کاربردی و زیست‌شناسی تلاقی دارد (۳).

مفهوم فناوری نانو در ابتدا توسط ریچارد فاینمن^۱ (فیزیکدان برنده‌ی جایزه‌ی نوبل) در سال ۱۹۵۹ در یک سخنرانی با عنوان "جای فراوانی در آن پایین‌ها وجود دارد"^۲ مطرح شد. او در پایان این سخنرانی نتیجه‌گیری کرده بود: "این پیشرفتی است که فکر می‌کنم نمی‌توان آن را نادیده گرفت." او این فناوری را

1. Richard Feynman

2. There's plenty of room at the bottom.

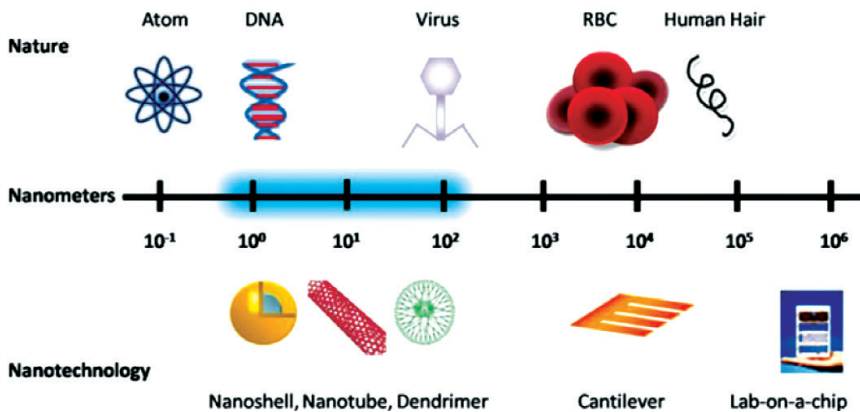
به عنوان روشی برای ایجاد سیستم‌ها، دستگاه‌ها و مواد کاربردی از طریق کنترل اتم‌ها در مقیاس نانومتر و استفاده از خواص منحصر به فرد موجود در آن مقیاس توصیف کرده است. با این حال، پیشنهادیهی فاینمن تا اواسط دهه‌ی ۱۹۸۰ تحقق نیافت؛ زمانی که مهندس دانش‌آموخته از MIT، کی اریک درکسلر^۱ کتاب خود با عنوان "موتورهای آفرینش"^۲ را چاپ کرد؛ این کتاب، چشم‌انداز نانو تکنولوژی را تا حدود زیادی رواج داد. او اصطلاح "فناوری نانو" را ابداع کرد که همچنین با نام‌های "فناوری نانو مولکولی" و "مهندسی مولکولی" هم شناخته می‌شود (۴). از آن زمان به بعد، سودمندی این فناوری در بسیاری از کاربردها از جمله، تشخیص و درمان در دندانپزشکی و مواد مورد استفاده در این حوزه مورد توجه قرار گرفته است (۵). فناوری نانو، انقلابی در زمینه‌ی دندانپزشکی ایجاد کرده است. هنگامی که مواد بزرگ‌تر تا مقیاس نانو کوچک‌سازی می‌شوند، تغییرات قابل توجهی در خواص نوری، گرمایی و ضد میکروبی آنها رخ می‌دهد. این تغییر مطلوب در خواص فیزیکی شیمیایی نانو مواد منجر به توسعه‌ی مفهومی به اسم "نانو دندانپزشکی" شده است (۶).

مزیت بالقوه‌ی فناوری نانو، توانایی بهره بردن از خواص اتمی و مولکولی مواد و توسعه‌ی مواد جدید با خواص بهتر است. نانو مواد عمدتاً در سرامیک‌ها، رزین‌ها و فلزات به کار برده شده و پیشرفت‌ها و نوآوری‌های عظیمی را در زمینه‌ی مواد دندانپزشکی فراهم می‌کنند (۷).

دانشمندان در حوزه‌ی فناوری نانو و علوم نانو، مواد کامپوزیت دندانی جدید و عامل‌های پیوندی با خواص برتر را توسعه داده‌اند. از نانو ذرات مختلفی مانند زیرکونیوم اکسید، تیتانیوم اکسید و نانو لوله‌های کربنی برای بهبود عملکرد پلی متیل متاکریلات بهره گرفته شده است (۸). نانو سرامیک‌ها مواد سوپر پلاستیکی هستند که برای رفع نیاز به شفاف بودن و استحکام مواد ترمیمی دندان طراحی شده‌اند. بافت‌هایی که با مواد زیست تجزیه پذیر ایمپلنت شده جایگزین می‌شوند، چشم‌اندازهای جدیدی را در زمینه‌ی بازسازی بافت فراهم می‌کنند. ایده‌ی اصلی فناوری نانو به معنای دقیق کلمه، به کار گرفتن اتم‌ها و مولکول‌های تکی برای ایجاد ساختارهای عملکردی و حفظ بهداشت تقریباً کامل دهان از طریق استفاده از نانو مواد، فناوری نانو، بیوتکنولوژی، نانو ربات‌ها، مهندسی بافت و غیره است (۹).

1. K. Eric Drexler

2. Engines of Creation



شکل ۱: (عبارت‌های موجود در شکل: Nature: طبیعت -- RBC: گلبول‌های قرمز -- Human Hair: موی انسان -- Nanometers: نانومتر -- Nanotechnology: فناوری نانو -- Nanoshell: نانوپوسته -- Nano-tube: نانولوله -- Dendrimer (درخت‌پار): دندریمر -- Cantilever: کانتیلور -- Lab on a chip: آزمایشگاه روی تراشه)

۲- اصول فناوری نانو

فناوری نانو به تولید ساختارها و مواد کاربردی در محدوده‌ی $10^0/1$ تا 10^2 نانومتر (مقیاس نانو) با استفاده از روش‌های مختلف فیزیکی و شیمیایی اطلاق می‌شود. این فناوری بر پایه‌ی اصل ایجاد ساختارهای کاربردی با کنترل اتم‌ها و مولکول‌ها، قاعده‌مند شده است. در مقیاس نانو، فیزیک کوانتوم و رفتار سطوح، خواص مواد بزرگ را کنترل می‌کند. تمامی خصوصیات از جمله خواص الکتریکی، نوری و مغناطیسی در مقیاس نانو تغییر می‌کنند (۱۰).

۳- مزایای استفاده از فناوری نانو در دندانپزشکی

خواص مکانیکی مواد دندانپزشکی، عمیقاً روی موفقیت بالینی آن‌ها تأثیر گذاشته است. مواد دندانپزشکی باید استحکام کافی برای مقابله‌ی طولانی‌مدت با نیروهای اکلوزال استاتیکی و دینامیکی^۱، در محیط پیچیده‌ی سیستم دهانی فکی^۲ داشته باشند (۱۱). چیزی که مفهوم نانو مواد را جذاب می‌کند این است که اندازه‌ی آن‌ها کوچک‌تر از طول‌های ویژه‌ای است که بسیاری از خواص فیزیکی را تعریف می‌کنند. مزیت اصلی استفاده از نانو مواد زیستی در دندانپزشکی، خواص مکانیکی بهبودیافته‌ی آن‌ها، مقاومت بسیار بالا در برابر سایش، انقباض و جمع‌شدگی پایین و خواص بهبودیافته‌ی نوری و زیبایی‌شناختی است (۱۲).

1. Static and dynamic occlusal forces
2. Stomatognathic system



شکل ۲: (عبارت‌های موجود در شکل: Nanotechnology: فناوری نانو -- Medicine & Health: پزشکی و سلامت -- Science and Education: دانش و آموزش -- Nanoelectronics and Computer technology: نانو الکترونیک و فناوری کامپیوتر -- Aeronautics and Space exploration: علوم هوانوردی و اکتشاف فضا -- Environment & Energy: محیط و انرژی -- Biotechnology and Agriculture: بیوتکنولوژی و کشاورزی -- Material & Manufacturing: مواد و تولیدات -- Information and communication: اطلاعات و ارتباطات)

۴- کاربردهای فناوری نانو در دندانپزشکی

فناوری نانو کاربردهای زیادی در زمینه‌های مختلف دارد (شکل ۲). در سناریوی حاضر، از نانو مواد زیستی در کاربردهای مختلف دندانپزشکی مانند کامپوزیت‌های سبک دارای قابلیت پلیمریزاسیون و سیستم‌های پیوندی آن‌ها، مواد قالب‌گیری، سرامیک‌ها و پوشش‌های ایمپلنت دندانی استفاده شده است (۱۳). کاربردهای آن‌ها در زمینه‌های پریدونتیکس، ارتودنتیکس، اندودنتیکس، جراحی دهانی، پروستودنتیکس، سرطان دهان، تشخیص بیماری‌های بزاقی و همچنین استفاده از فناوری نانو برای ترمیم و بازسازی دندان‌ها نیز زمینه‌های مورد تحقیق هستند. با کاربرد فناوری نانو در دندانپزشکی، حفظ سلامت دهان و دندان به صورت ایده آل قابل دستیابی است (۱۴).