

فناوری نانو؛ نقش و کاربرد آن در دندانپزشکی

سال انتشار: ۱۳۹۶

ویرایش نخست



ستاد ویژه توسعه فناوری نانو

طراحی و اجرا:	توسعه فناوری مهرویژن	تلفن:	۰۲۱-۶۳۱۰۰
نظارت:	داود قزایلو	نمابر:	۰۲۱-۶۳۱۰۶۳۱۰
تهیه‌کننده:	گروه ترویج صنعتی نانوپزشکی	پایگاه اینترنتی:	www.nano.ir
	medicine@nano.ir	صندوق پستی:	۱۴۵۶۵-۳۴۴

۳	مقدمه
۳	کاربردهای تجاری‌شده‌ی فناوری نانو در دندانپزشکی
۳	نانوپوشش‌ها در دندانپزشکی
۴	خمیردندان‌های سفیدکننده‌ی نانویی
۵	پلاک‌های دندان‌ی خودتمیزشونده
۵	استفاده از نانوذرات در ترمیم دندان
۵	افزایش دوام پرکننده‌های دندان با نانوکامپوزیت‌های جدید
۶	پودر شیشه‌ای نانومقیاس برای پرکننده‌های دندان‌ی
۶	چسب دندانپزشکی نانومتری
۶	استفاده از نانوذرات همراه با لیزر پلاسما در دندانپزشکی
۷	وضعیت فناوری در ایران و جهان
۱۰	بحث و نتیجه‌گیری

فناوری نانو توانمندی تولید مواد، ابزارها و سیستم های جدید با در دست گرفتن کنترل در سطح مولکولی و اتمی و استفاده از خواصی است که در آن سطوح ظاهر می شود. با ورود فناوری نانو به عرصه دانش بشری و استفاده از آن در پیشرفت علوم زیستی و پزشکی، علم دندانپزشکی نیز از این فناوری بی نصیب نمانده است. فناوری نانو در این بخش، در سه حوزه مواد دندانی، سلامت دندان (خمیر دندان و مسواک) و تجهیزات دندانپزشکی کاربرد دارد و به طور خلاصه می توان به کاربرد نانوکامپوزیت ها در ساخت مواد ترمیمی، نانوسرامیک ها در ساخت دندان مصنوعی، نانوپوشش ها بر روی ایمپلنت های دندانی، نانوفلوراید ها در خمیر دندان ها و نانوذرات نقره در دهان شویه ها اشاره کرد. پیشرفت فناوری نانو در حوزه مواد دندانی دارای اهمیت ویژه است؛ زیرا گرایش بیماران به سوی درمان های زیبایی، مواد ترمیمی زیبا و هم رنگ دندان و از جمله سرامیک های دندانی، کاربرد بسیاری در دندانپزشکی امروزی پیدا کرده است. پیشرفت های نوین در زمینه فناوری نانو جهت حل این نیازها بسیار مورد توجه قرار گرفته است. امید می رود با استفاده از این فناوری مشکلاتی که در زمینه های گوناگون دندانپزشکی وجود داشته، برطرف شود.

کاربردهای تجاری شده فناوری نانو در دندانپزشکی

تعداد زیادی از محصولات توانمند شده با فناوری نانو، به محصولات تجاری تبدیل شده است؛ انتقال فناوری های نو ظهور و جدید توانمند شده با نانو، از آزمایشگاه به محصولات تجاری، به عوامل زیادی بستگی دارد. برخی از این عوامل عبارتند از:

■ یکپارچه سازی این فناوری ها با محصولاتی که دارای ویژگی های قابل تعیین و تکرار پذیر هستند

■ هزینه

■ افزایش مقیاس تولید برای محصول های تجاری

■ توسعه ی فناوری های مرتبط

■ فشار بازار

■ پذیرش محصول های توانمند شده با نانو از سوی مشتریان

تمامی این عوامل تعیین خواهد کرد که آیا فناوری نانو خواهد توانست از آزمایشگاه به بازار راه یابد یا خیر. در ادامه به برخی از مهمترین کاربردهای فناوری نانو در دندانپزشکی که امروزه در عرصه ی پزشکی معرفی شده اند، پرداخته شده است.

■ نانوپوشش ها در دندانپزشکی

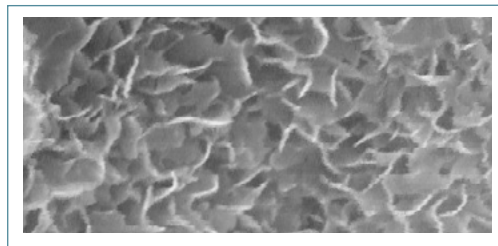
کاربرد نانوپوشش ها در این حوزه رنج وسیعی از جمله ابزار آلات دندانپزشکی، ایمپلنت ها، قطعات و تجهیزات را شامل می شود. حضور مایعات الکترولیتی در بدن انسان سبب شده است که محیط درونی بدن حتی برای آلیاژهای تیتانیوم و فولاد ضد زنگ بسیار خورنده و فعال باشد. همین موضوع وجود پوشش هایی را که دارای خواص مکانیکی مناسب بوده و از لحاظ شیمیایی به شدت خنثی باشند را ضروری می کند. یکی از مثال های معمول در این مورد ایمپلنت های دندانی است. نانوپوشش TiN به علت دارا بودن خواص منحصربه فردی که دارد، جای خود را بیش از پیش در صنعت مهندسی پیدا کرده است. از این نانوپوشش ها در بسیاری از

ابزار آلات دندانپزشکی استفاده می‌شود.

خمیردندان‌های سفیدکننده‌ی نانویی

شرکت‌های سازنده‌ی خمیردندان در رقابت شدیدی با یکدیگر هستند تا خمیردندان‌هایی را ارائه دهند که مشتریان بیشتری را به خاطر خواص سفیدکنندگی بیشتر آن جذب کند. خمیردندان‌های مبتنی بر نانو هیدروکسی آپاتیت (یکی از انواع کلسیم فسفات) کاربرد زیادی در ساخت و پوشش دهی کاشت‌ها دارد. نانو هیدروکسی آپاتیت خواص مکانیکی بالاتر و زیست سازگاری مطلوب‌تری نسبت به نمونه‌های میکرومتری از خود نشان می‌دهد و اثربخشی بسیار عمده‌ای را در زدایش جرم‌ها از سطح دندان نشان داده است. این آثار ممکن است به دلیل خواص فیزیکی نانو هیدروکسی آپاتیت باشد که سطح و ویژه‌ی بالاتری نسبت به هیدروکسی آپاتیت با ابعاد میکرونی و در نتیجه کارایی بالاتری برای جرم‌زدایی دارد. فرضیه‌ی دوم برای سازوکار نانو هیدروکسی آپاتیت‌ها، تسریع جرم‌زدایی معدنی است که در پرکردن تخلخل‌های سطح دندان، درگیر می‌شود. بنابراین امکان کاهش تیرگی دندان‌ها به وجود می‌آید. فناوری نانو می‌تواند سبب افزایش پیوستگی بین ساختار دندان و ذرات پرکننده با اندازه‌ی نانویی شود و یک حد واسط طبیعی‌تر و پایدارترین بافت‌های سخت معدنی‌کاری شده‌ی دندان و زیست مواد ترمیمی پیشرفته را به وجود آورد. از مواد تشکیل دهنده‌ی این خمیردندان، کلسیم پرکساید است که در اندازه‌ی نانویی به کوچکترین فاصله‌های دندانی نفوذ می‌کند. رنگ دانه‌های دندانی (حاصل از قهوه، چای یا تنباکو) به رنگ روشن‌تر در می‌آیند. به آرامی پلاک دندان را پاک‌سازی می‌کنند. کلسیم پروکساید از لحاظ زیستی در دسترس است و این بدان معنا است که به طور بهتری به دندان متصل شده و اثر شدیدتری خواهد داشت.

نوعی گرانول هیدروکسی آپاتیت کربناته شده نانو ساختار (شکل ۱)، محصول شرکت پردیس پژوهان فناوران یزد بوده که در سطح آزمایشگاهی در حال تولید است. این محصول متشکل از صفحات هیدروکسی آپاتیت با ضخامت کوچکتر از ۳۰ نانومتر، بر روی سطح گرانول‌ها بوده است که در مواد دندانی ترمیمی و مواد مورد استفاده در ایمپلنت‌های فک و دهانی مورد استفاده قرار می‌گیرد.



شکل ۱. گرانول هیدروکسی آپاتیت کربناته شده نانو ساختار [۲]

پلاک‌های دندانی خودتمیزشونده

یکی از مشکلات پلاک‌هایی که امروزه در ارتودنسی به کار می‌روند، بهداشت آنها است که باید به طور مرتب

تمیز کردند، در غیر این صورت احتمال تجمع پلاک میکروبی افزایش می یابد. از آنجایی که نانوذرات نقره دارای خواص میکروب کشی و باکتری کشی بالایی هستند، می توان از آنها در ساخت مواد دندانانی استفاده کرد. در این روش ابتدا نانوذرات نقره، به روش احیای شیمیایی در حضور احیاکننده ی اکریلی تهیه می شوند. نانوذرات تهیه شده به فاز مایع اکریل افزوده شده و با نسبت های معین به پودر متیل متاکریلات افزوده و قالب گیری می شوند و در نهایت نانوکامپوزیت دندانانی تهیه شده می تواند به عنوان پایه ی مواد دندانانی به کار رود که دارای خاصیت ضد باکتریایی و استحکام بالا است.

■ استفاده از نانوذرات در ترمیم دندان

از جمله مزایای استفاده از نانوذرات در ترمیم دندان ها می توان تولید پرکننده ها با جلا ی بالا، حداقل زمان جلا دادن، پایداری و مقاومت مواد نسبت به ضربات مکانیکی، کمترین چسبندگی به ابزارها و امکان دقیق تطابق رنگ را نام برد. نانوذرات زیرکونیوم اکساید که دارای استحکام بالا و شفافیت نسبت به نور بوده، ولی مانع از عبور اشعه ایکس می شود، در دندان پزشکی کاربرد دارد. نانوذراتی به نام دی ام، دارای کاربردهای وسیع و کارایی بالا هستند. دی ام یک سیلیکاژل بسیار خالص است که ذرات آن به هم نمی چسبند و بدون تخلخل و دارای وزن حجمی بالا است. با توجه به این ویژگی ها، امکان استفاده از این مواد در دندان پزشکی به عنوان پرکننده فراهم شده است. محصولی از نانوذرات سیلیکونی تولید شده که در صورت استفاده در نانوکامپوزیت های دندان پزشکی، باعث سختی بیشتر، قدرت خمش افزایش یافته، شفافیت و ایجاد ظاهری جذاب تر می شوند. به علاوه استفاده از این نانوذرات میزان شکنندگی مواد پرکننده را به اندازه ۵۰ درصد کاهش می دهد.

■ افزایش دوام پرکننده های دندان با نانوکامپوزیت های جدید

دهان محیطی خشن است، به همین دلیل دندان پزشکان نمی توانند دوام طولانی دندان های پر شده را تضمین کنند. به رغم تلاش های فراوان، یک پرکننده ممکن است به تدریج و تحت تنش های گوناگون شکسته شده و یا به مرور زمان در محلی که پرکننده با دندان پیوند زده است، پوسیدگی توسعه یابد. فناوری نانو با تولید ترمیم کننده های دندانانی که هم از پرکننده های امروزی بادوام تر و مستحکم تر بوده و هم در برابر پوسیدگی ثانویه مقاوم تر هستند، توان بالقوه ای در کاهش این خسارات دارد. مشکل پرکننده های کامپوزیتی ضد پوسیدگی، ناشی از یک افزودنی موجود در پودر است که برای رهاسازی پایدار، یون های کلسیم و فسفات به آن اضافه می شود. این یون ها برای دوام طولانی پرکننده ضروری هستند، زیرا آنها نه تنها ساختار بلوری خود دندان را مستحکم می کنند، بلکه آن را از اسیدی که مسبب پوسیدگی بوده و توسط باکتری ها در دهان تولید می شود نیز محافظت می کنند. اما از سوی دیگر، این ترکیبات رهاکننده ی یون، از نظر ساختاری بسیار ضعیف هستند و باعث آسیب پذیر شدن پرکننده می شوند. برای حل این مشکل روشی طراحی شده که در آن اندازه ذرات این قبیل ترکیبات که یکی از آنها فسفات دی کلسیم بی آب است، در حدود ۵۰ نانومتر بوده که ۲۰ برابر کوچک تر از ذرات یک میکرونی در یک پودر مرسوم است. بالا بودن نسبت سطح به حجم این ذرات موجب می شود که آن ها در رهاسازی یون ها، بسیار مؤثرتر عمل کنند و به این ترتیب برای ایجاد اثر یکسان، مقدار بسیار کمتری از این مواد لازم است. پرکننده ی نانوکامپوزیتی کلسیم فسفات در یک دندان می تواند به صورت هوشمند، عوامل

ضد پوسیدگی را رها کند که دندان را از اسید تولید شده توسط باکتری‌ها محافظت می‌کند. به‌علاوه، می‌تواند با رهاسازی یون‌ها در داخل ناحیه‌ی ناکارای معدنی دندان، مواد معدنی از دست داده دندان را بازسازی کند. دندانپزشکان با مخلوط کردن رزین مایع خالص با پودری که شامل مواد رنگی، تقویتی و دیگر مواد است، این پرکننده را می‌سازند و درون حفره دندان قرار می‌دهند و با تاباندن نور، آن را سفت می‌کنند.

پودر شیشه‌ای نانومقیاس برای پرکننده‌های دندانی

در گذشته از آلیاژهای فلزی مانند طلا و ملقمه به عنوان پرکننده استفاده می‌کردند. این مواد هادی الکتریکی، گرما و سرما بودند و باعث ایجاد حساسیت در دندان می‌شدند، همچنین جیوه‌ی موجود در آلیاژ ملقمه، به عنوان معایب آن به شمار می‌رفت. بسیاری از بیماران نیز سعی می‌کردند از این ماده برای دندان‌های خود استفاده نکنند، زیرا تیره بوده و سبب از بین رفتن ظاهر براق دندان می‌شدند. کامپوزیت‌های دندانی از لحاظ اپتیکی بسیار شبیه به مواد طبیعی دندان هستند. این مواد کامپوزیتی یک رزین بسیاری هستند که با قرار گرفتن در معرض نور فرابنفش، سخت می‌شوند. پودر شیشه به عنوان یکی از ابزارهای کلیدی کامپوزیت‌های دندانی استفاده می‌شود. پرکننده‌های دندانی تا ۸۰ درصد حاوی پودر شیشه هستند، این پودر دارای خواص مکانیکی عالی بوده، می‌تواند به راحتی فشار را تحمل کرده و به راحتی نیز پرداخت و براق می‌شوند. فناوری نانو در ساخت پودرهای شیشه‌ای مخصوص برای پرکننده‌های دندانی به شمار می‌آید که اندازه‌ی ذرات آن در حد ۱۸۰ نانومتر است. استفاده از مواد پرکننده‌ی کوچک‌تر و ظریف‌تر به معنی عمر بیشتر پرکننده‌ها و ظاهر بسیار جذاب‌تر آنها است. در این مواد، علاوه بر استفاده از شیشه‌های مخصوص بسیار خالص، اندازه‌ی ذرات نیز به عنوان یک شاخص کلیدی برای کیفیت این مواد کامپوزیتی مطرح است. پودر شیشه‌ای تولید شده، نسبت به اشعه‌ی ایکس غیرشفاف است؛ یعنی دندانپزشک به راحتی می‌تواند توسط اشعه ایکس دندان‌های سالم، پوسیده و پر شده را از هم تشخیص دهد.

چسب دندانپزشکی نانومتری

چسب دندانپزشکی نانومتری با نام Adper single Bond Plus Adhesive از پرکننده‌های سیلیکاتی نانومتری تهیه شده که پیوندی قوی‌تر با مینای دندان ایجاد می‌کند. به‌علاوه، برای جلوگیری از خوشه‌ای شدن ذرات که موجب کاهش عملکرد می‌شود، نیازی به تکان دادن قبل از استفاده ندارد. این محصول کمترین حساسیت را پس از استفاده دارد و به علت کاربرد اتانول در آن نسبت به محصولات معمولی که در آنها از استون استفاده شده، کمتر تبخیر می‌شود.

استفاده از نانو ذرات همراه با لیزر پلاسما در دندانپزشکی

اگر اندازه ذرات تیتانیوم اکسید تا حد اندازه‌های نانو (۲۰ تا ۵۰ نانومتر) کاهش یابد و بر روی پوست به شکل ژل‌های امولسیون به کار رود، دارای خواص جالبی خواهند شد. در صورتی که این ذرات با پالس‌های لیزر مورد تابش قرار گیرند، ذرات از هم پاشیده و دارای اثرات جمعی می‌شوند. ذرات ایجاد شده خود دوباره به ذرات کوچک‌تر تبدیل می‌شوند و این مسئله باعث ایجاد حرکات جنبشی آبی می‌شود. بنابراین از این روند می‌توان

در میکرو لایه برداری بافت های سخت استفاده کرد. در این روش علاوه بر افزایش سرعت و دقت، کار، تمیزتر، صاف تر و بدون نیاز به بی حسی صورت می گیرد. لیزر پلاسما ی دندان پزشکی که با نانوذرات تیتانیوم اکسید تلفیق شده، با استفاده از فناوری نانو در چند مورد از درمان های دندان پزشکی از جمله درمان های لثه ای دندان، حذف ملاتین لثه، برش بافت نرم بدون بی حسی، درمان پوسیدگی دندان، برش مینا و برش عاج دندان مؤثر است.

سه کاربرد اصلی پلاسما در دندان پزشکی ظهور یافته است که در نمودار زیر قابل مشاهده است:



شکل ۲. برس پلاسما [۳]

یکی از مهمترین کاربردهای پلاسما در دندان پزشکی به کشتن باکتری های سطحی دندان و نیز باکتری های درون کانال های ریشه دندان مربوط می شود که منجر به برخی فعالیت های ضد التهابی در آن نواحی می شود. دومین کاربرد، به ارتقاء چسبندگی و یکسان سازی مواد مورد استفاده در دندان، همچون مواد پرکننده دندان، است. سومین کاربرد پلاسما در دندان پزشکی نیز به سفیدکاری مینای دندان مربوط می شود که بیشتر جنبه زیبایی دارد.

از نتایج امیدبخش اخیر، می توان به کاربرد برس پلاسما (شکل ۲) برای از بین بردن باکتری های درون کانال- های ریشه دندان اشاره کرد. برس پلاسما قادر است تا در کمتر از ۳۰ ثانیه با انجام واکنش های شیمیایی، حفره های دندان را تمیز و ضد عفونی کرده و جهت پر

شدن آماده سازد. علاوه بر خواص باکتری کشی، شعله سرد برس پلاسما پیوند بهتری بین مواد پرکننده و دندان بوجود می آورد. واکنش های شیمیایی حاصل از برس پلاسما، عملاسطح دندان را تغییر داده و سبب پیوندی قوی و محکم با مواد پرکننده می شود.

این باریکه بنفش رنگ پلاسمای سرد به عنوان بخشی از سیستم پرداخت حفره دندان، قادر است باکتری ها و میکروب های دندان را نابود نماید.

وضعیت فناوری در ایران و جهان

با توجه به اهمیت مقوله ی دندان و دندان پزشکی، تحقیقات بی شماری در ایران و سایر نقاط جهان جهت رفع مشکلات دندان انجام شده است. در زیر به برخی از طرح های نوآورانه برگزیده، پژوهش های انجام شده در

دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی کشور و محصولات موجود در بازار اشاره شده است.

جدول ۱. وضعیت تحقیقات فناوری در ایران

موضوع پژوهش	مرکز تحقیقاتی	توضیحات
اصلاح نانوذرات رس با هدف بهبود خواص فیزیکی- مکانیکی و زیستی چسب‌های دهانی	پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران	اصلاح سطح نانورس با گروه‌های عاملی آکریلاتی و سپس کاربرد این پرکننده‌های اصلاح شده در چسب‌های دهانی و خواص آنها بررسی شده است. پرکننده‌های اصلاح شده در ماتریس چسب‌های دندانی و زخم‌پوش‌های دهانی وارد گردید.
بررسی اثر نانوفلئوروئید هیدروکسی آپاتایت بر مینای آسیب دیده و فرایند رمینرالیزاسیون مینا	دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران	سوسپانسیون حاصل از پودر هیدروکسی آپاتایت، فلئوروآپاتایت و فلئوروئید هیدروکسی آپاتایت تهیه شده بر روی نمونه‌ها اعمال شده و تست‌های لازم جهت بررسی لایه ایجاد شده انجام شد.
بررسی تاثیر افزودن نانوذرات بیوسرامیکی فلوروآپاتایت بروی خواص آمالگام‌های دندانی	دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف‌آباد	از جمله نانوبیوسرامیک‌ها می‌توان به فلوروآپاتایت اشاره کرد. تاثیر مثبت این مواد بروی بافت سخت دندانی که شامل هیدروکسی آپاتایت است به اثبات رسیده است.
بررسی تاثیر افزودن درصد‌های مختلف نانو هیدروکسی آپاتیت بر روی خواص سیمان تجاری هیدروکساید کلسیم مورد استفاده در دندانپزشکی	دانشگاه صنعتی امیرکبیر دانشکده مهندسی پزشکی	با افزودن ۵٪ نانوآپاتیت استحکام فشاری آن تا حدود ۶۰٪ ارتقا و میزان رهاسازی یون کلسیم تا حدود ۸٪ افزایش داشت و در عین حال عملکرد آنتی باکتریالی مناسبی را از آن بدست آورد.
پوشش دهی نانویی کاشتنی دندانی توسط ذرات تولید شده به روش زیستی و شیمیایی و بررسی تفاوت ضدباکتریایی آن	دانشگاه تربیت مدرس دانشکده فنی و مهندسی	در روش شیمیایی، نانوذرات نقره در نانولوله‌های تایتانات و در روش زیستی، نانوذرات نقره بروی تایتانیم با موفقیت ساخته شد. میزان نقره‌ی نشانده شده به روش زیستی کمتر از روش شیمیایی است اما خاصیت ضدباکتریایی در برابر برخی سویه‌ها مشاهده و با نتایج حاصل از روش شیمیایی مقایسه شد.

جدول ۲. طرح نوآورانه برگزیده در حوزه دندانپزشکی

درمان ریشه دندان با استفاده از نانوسیلر HTND

خلاصه طرح	شایع‌ترین درمان در حوزه دندانپزشکی، درمان ریشه دندان است که بیشترین شکست‌های این درمان ناشی از مواد پرکننده است. ماده پرکننده ریشه دندان، ماده‌ای به نام گوتاپرکا است که برای مهر و موم کامل ریشه، نیازمند یک سیلر است. سیلرها چند سال پس از درمان از بین می‌روند. در این طرح نانوسیلر HTND معرفی می‌شود که با بهره‌گیری از فناوری نانو خواص سیلری را بهبود داده است.
نوآوری طرح	● جلوگیری از شکست دندانی و از دست دادن دندان طبیعی ● جلوگیری از هدرروی مواد
مزایای طرح	آزمون‌های مقایسه نانوسیلر HTND با سیلر AH۲۶ بر روی بیش از ۵۰۰ نمونه دندان انسانی و حیوانی در چندین طرح تحقیقاتی در دانشگاه علوم پزشکی مشهد انجام شده است.

جدول ۳. طرح نوآورانه برگزیده در حوزه دندانپزشکی

ترکیب نانوپودر آپاتیتی جهت پیشگیری از پوسیدگی دندان

خلاصه طرح	در این طرح ترکیب نانوپودر منیزیم کربنات هیدروکسی آپاتیت (MgHA) جهت پیشگیری و ترمیم ضایعات اولیه پوسیدگی دندان تهیه شده و به منظور فرآیند رمینرالیزاسیون بکار گرفته شده است. جهت ارزیابی کارایی نانوپودر در فرآیند رمینرالیزاسیون، از تکنیک pH-cycling و آزمون میکروسختی بر روی نمونه‌های دندان انسان استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد که نانوذرات MgHA بر روی سطوح مینا جذب می‌شود و با تغییر در خواص مکانیکی دندان، تشکیل لایه‌ای جدید بر سطح مینا و پر کردن تمامی حفرات، رمینرالیزاسیون دندان را بهبود می‌بخشد.
نوآوری طرح	حضور همزمان منیزیم و کربنات در ترکیب، افزایش سریع سختی دندان
مزایای طرح	ترکیب شیمیایی دارای شباهت زیاد با بافت دندان است.

جدول ۴. برخی محصولات موجود در بازار

تصویر	کاربرد	ترکیبات	نام تجاری	شرکت
	مواد پرکننده دندان	نانوسرامیک	Ceram X duo	Dentsply (Weybridge, UK)
	مواد پرکننده دندان	نانوسیلیکات و زیرکونیوم	Filtek Supreme	3M Company (Seefeld, Germany)
	بازسازی دندان	پروتز دندان محتوی نانوذرات	Mondial	Heraeus Kulzer (Hanau, Germany)
	ترمیم دندان	نانوکامپوزیت	Premise	Sybron Dental Specialties (Newport Beach, CA, USA)
	ترمیم دندان	نانوذرات	Nano-Bond	Pentron® Clinical Technologies, LLC
	ترمیم دندان	نانوکامپوزیت	Tetric EvoCeram	Ivoclar Vivadent (Schaan, Liechtenstein)

بحث و نتیجه گیری

با ورود فناوری نانو به عرصه ی دانش بشری، حوزه دندانپزشکی نیز از این فناوری بی نصیب نمانده است. از آنجا که مواد جدید حاصل، بسیار ریزتر هستند؛ در نتیجه کاربرد آن ها در ترمیم های دندانپزشکی نتیجه ی بهتری را به دنبال خواهد داشت. این فناوری، در بخش های مختلف از جمله مواد دندانی، سلامت دندان و تجهیزات دندانپزشکی کاربرد دارد. بسیاری از محصولات توانمند شده با فناوری نانو نیز به محصولات تجاری تبدیل شده و هم اکنون وارد بازار شده است. پیشرفت های نوین در زمینه ی فناوری نانو جهت حل نیازهای افراد بسیار مورد توجه قرار گرفته است. امید می رود با استفاده از این فناوری مشکلاتی که در زمینه های گوناگون دندانپزشکی وجود داشته، برطرف شود.

۱. برنامه طرح‌های نوآورانه فناوری نانو (NanoMatch)
۲. سایت ستاد ویژه توسعه فناوری نانو (www.nano.ir)
۳. file:///psf/Home/Desktop
۴. <http://news.nano.ir/print/29580/1>
۵. Cold Atmospheric Plasma: methods of production and application in dentistry and oncology.
۶. Cold Plasma Therapy of a Tooth Root Canal Infected with Enterococcus faecalis Biofilms In Vitro.
۷. Cold Atmospheric Plasma (CAP) in Dentistry
۸. www.nofanavari.ir
۹. http://tmcs.ir/index.php?ctrl=product&actn=product_view&lang=1&id=1991
۱۰. www.nano.ir
۱۱. www.dentsplymea.com
۱۲. www.3m.com
۱۳. heraeus-kulzer-us.com
۱۴. www.kerrdental.com
۱۵. www.pentron.com
۱۶. www.ivoclarvivadent.com

از مجموعه گزارش‌های صنعتی فناوری نانو منتشر شده است



- بررسی و کاربرد نانوفوتوکاتالیست‌ها در حوزه‌های مختلف
- کاربرد فناوری نانو در روش فیلتراسیون اسمز مستقیم
- آزمایشگاه روی تراشه
- کاربرد نانولوله‌های کربنی در فلزات
- کاربردهای نانومواد سلولز در صنایع مختلف، حوزه کامپوزیت و پلیمر
- کاربرد فناوری نانو در خازن‌ها
- کاربرد نانوکاتالیست‌ها در بهبود عملکرد پیل‌های سوختی
- سلول‌های خورشیدی شفاف
- کاربردهای فناوری پلاسمای قوسی خزنه در صنایع
- نانوذرات مغناطیسی، تشخیص و درمان هدفمند بیماری‌ها
- کاربرد فناوری نانو در منسوجات پزشکی و بهداشتی
- کاربرد نانومواد سلولز در فیلم‌های بسته‌بندی خوراکی
- کاربردهای نانوذرات نورتاب در بهبود سلول‌های خورشیدی
- نانوحسگرهای تشخیص و اندازه‌گیری گاز دی-اکسید گوگرد
- راهکارهای مقابله با آلودگی هوا توسط فناوری نانو
- نانوحسگرهای تشخیص توالی دی‌ان‌ای و ژن‌های معیوب
- کاربرد منسوجات نانوفناورانه در وسایل نقلیه
- کاربرد فناوری نانو در تصفیه آب خاکستری
- کاربرد نانوسلولز در چاپ سه‌بعدی
- کاربرد نانومواد سلولزی در روکش‌های خوراکی
- کاربرد نانوکاتالیزورها در کنترل و رفع آلودگی محیط‌زیست
- بهبود شرایط بهداشتی سطوح تجهیزات در صنایع غذایی، نوشیدنی و دارویی با استفاده از فناوری نانو

- نانوذرات و دارورسانی به چشم
- کاربردهای فناوری نانو در انرژی
- نانو امولسیون، نقش و کاربرد آن در پزشکی
- کاربرد فناوری نانو در تولید منسوجات عایق گرمایی
- کاربرد فناوری نانو در تولید منسوجات عایق صوتی
- بهبود عملکرد پوشش‌های مقاوم به خوردگی با استفاده از نانولوله‌های کربنی
- کاربردهای فناوری نانو در ارتقاء توانمندی سربازان
- کاربرد فناوری نانو در صنعت چرم
- کاربرد فناوری نانو در حذف آلودگی آرسنیک از آب
- کاربرد فناوری نانو در منسوجات بی‌بافت
- کاربرد نانومواد سلولز در مقوا
- نانوبارکدها
- کاربرد فناوری نانو در چاپ منسوجات
- کاربرد فناوری نانو در تولید لیاف
- کاربرد فناوری نانو در وسایل نقلیه
- کاربرد سیالات فوق‌بحرانی در صنعت داروسازی
- فناوری پلاسمای نقش و کاربرد آن در زیست‌پزشکی
- بررسی فنی و اقتصادی نانوپوشش‌های جاذب امواج الکترومغناطیسی
- بررسی فنی و اقتصادی رنگ‌های دریایی (معمولی و نانویی)
- کاربرد فناوری نانو در صنعت حمل‌ونقل ریلی
- کاربردهای فناوری نانو در تصفیه آب ورودی و پساب معادن
- راهکارهای مقابله با آلودگی هوا