



مزایای اقتصادی استفاده از نانوکامپوزیت‌های ترمیمی دندان



شناسنامه

ستاد توسعه فناوری‌های نانو و میکرو

گروه رصد و تولید محتوای بخش ترویج صنعتی

طراحی و اجرا:	توسعه فناوری مهریژن	تلفن:	۰۲۱-۶۳۱۰۰
نظارت:	داود قزایلو	نمابر:	۰۲۱-۶۳۱۰۶۳۱۰
صندوق پستی:	۱۴۵۶۵-۳۴۴	پایگاه اینترنتی:	www.nano.ir
پست الکترونیک:	IND@nano.ir	سال انتشار:	۱۴۰۳
نویسندگان:	اشکان عبدشاهی، سروش صحرانیان	اینستاگرام نانو و صنعت:	@INDnano.ir

محتوای صنعتی و فناوری خود را از طریق پست الکترونیک و پایگاه اینترنتی نانو و صنعت (INDnano.ir) ارسال نمایید.

فهرست مطالب

۳	معرفی
۵	مزایا
۷	تحلیل هزینه-فایده استفاده از کامپوزیت‌های پلیمری ترمیمی دندان حاوی نانوذرات
۱۰	شرکت‌های ایرانی تولیدکننده کامپوزیت ترمیمی دندان نانویی
۱۰	پی‌نوشت‌ها
۱۱	منابع

معرفی

کامپوزیت های ترمیمی دندان یکی از مهم ترین و نوآورانه ترین مواد در دندان پزشکی مدرن به شمار می روند. این مواد به طور ویژه برای ترمیم دندان های آسیب دیده و پوسیده طراحی شده اند و به دلیل ویژگی های خاص خود، به گزینه ای بسیار محبوب تبدیل شده اند. یکی از بارزترین ویژگی های کامپوزیت های ترمیمی، زیبایی ظاهری آن هاست که به خوبی با رنگ دندان های طبیعی هماهنگ می شود. این امر باعث می شود که بیماران به راحتی از این مواد در درمان های دندانانی خود استفاده کنند و از نتیجه نهایی رضایت داشته باشند [۱].

کامپوزیت های ترمیمی معمولاً از دو جزء اصلی تشکیل می شوند: ماتریس رزینی و ذرات پرکننده [۲]. ماتریس رزینی به عنوان عامل پیونددهنده عمل کرده و ذرات پرکننده به منظور افزایش استحکام و مقاومت در برابر سایش به آن اضافه می شوند [۲]. این ترکیب موجب ایجاد ویژگی های مکانیکی مطلوب و همچنین زیبایی در ترمیم های دندانانی می شود. کامپوزیت ها به دو دسته اصلی تقسیم می شوند [۳]:

■ میکروکامپوزیت های ترمیمی

این کامپوزیت ها معمولاً برای پر کردن حفره های بزرگ تر و ترمیم دندان های شکسته استفاده می شوند. به دلیل استحکام بالای خود، این نوع کامپوزیت ها می توانند فشارهای مکانیکی را به خوبی تحمل کنند و در شرایط بالینی مختلف عملکرد مناسبی داشته باشند.

■ نانو کامپوزیت های ترمیمی

این نوع از کامپوزیت ها دارای نانوذراتی هستند که به بهبود خواص مکانیکی و استحکام کمک می کنند. نانوذرات به دلیل اندازه کوچک خود، می توانند به طور مؤثری در بهبود خواص فیزیکی و شیمیایی کامپوزیت ها نقش ایفا کنند و به ویژه در ترمیم های دقیق و ظریف مورد استفاده قرار می گیرند [۳]. این کامپوزیت ها معمولاً در درمان های زیبایی و ترمیم های دندانانی که نیاز به دقت و ظرافت دارند، کاربرد دارند.

کاربردهای کامپوزیت های ترمیمی دندان بسیار گسترده و شامل موارد زیر است [۴]:

□ **پر کردن حفره ها:** کامپوزیت ها به طور خاص برای پر کردن حفره های ناشی از پوسیدگی دندان ها طراحی شده اند. این مواد به دلیل رنگ مشابه با دندان طبیعی، زیبایی را حفظ کرده و بیماران را از عوارض ظاهری ناشی از ترمیم های سنتی نجات می دهند [۵].

□ **ترمیم دندان های شکسته:** در مواردی که دندان ها دچار شکستگی می شوند، کامپوزیت های ترمیمی می توانند به عنوان راه حلی مؤثر برای بازسازی شکل و عملکرد دندان عمل کنند. این مواد به خوبی می توانند با دندان طبیعی ترکیب شوند و استحکام لازم را فراهم کنند.

□ **اصلاح شکل دندان ها:** این مواد می توانند برای تغییر شکل و اندازه دندان ها به کار روند و به زیبایی لبخند کمک کنند. این ویژگی به ویژه در درمان های زیبایی دندان پزشکی اهمیت دارد.

با این حال، کامپوزیت های قدیمی دارای معایبی بودند که محدودیت هایی را در کاربرد آن ها ایجاد می کرد. یکی از این معایب، مقاومت پایین در برابر سایش و فرسایش بود که باعث می شد این مواد در طول زمان تحت تأثیر

فشارهای مکانیکی و دما دچار تغییر شکل یا شکست شوند [۶]. همچنین برخی از کامپوزیت های قدیمی به دلیل ترکیبات شیمیایی خود، ممکن بود در برابر تغییرات حرارتی حساس باشند و در نتیجه باعث بروز ترک و شکاف در ترمیم ها شوند [۶]. از دیگر مشکلات رایج، زرد شدن و تغییر رنگ این مواد در طول زمان بود که می توانست زیبایی دندان ها را تحت تأثیر قرار دهد. این عیب به ویژه در مواردی که ترمیم ها در نواحی قابل مشاهده قرار داشتند، اهمیت بیشتری پیدا می کرد.



➤ شکل ۱- تصویر دندان آسیاب خراب شده

با پیشرفت های اخیر در فناوری ساخت کامپوزیت ها، ویژگی های این مواد به طور قابل توجهی بهبود یافته است. یکی از این پیشرفت ها، استفاده از نانوذرات در فرمولاسیون کامپوزیت هاست که می تواند به افزایش مقاومت در برابر سایش و بهبود خواص مکانیکی کمک کند [۷]. نانوذرات به دلیل اندازه کوچک خود، می توانند به طور مؤثری در بهبود خواص فیزیکی و شیمیایی کامپوزیت ها نقش ایفا کنند و به ویژه در ترمیم های دقیق و ظریف مورد استفاده قرار می گیرند. نانوذرات به بهبود چسبندگی و کاهش نفوذپذیری مواد کمک می کنند و به ویژه در محیط های مرطوب و چالش برانگیز اهمیت دارند [۷].

علاوه بر این، نانوذرات می توانند به افزایش مقاومت حرارتی کامپوزیت ها کمک کنند و از تغییرات ساختاری در دماهای بالا جلوگیری نمایند [۸]. این ویژگی ها به ویژه در شرایط بالینی که دندان ها تحت فشار و دماهای مختلف قرار دارند، اهمیت دارد. همچنین نانوذرات می توانند به بهبود پایداری رنگ و جلوگیری از زرد شدن یا تغییر رنگ کامپوزیت ها در طول زمان کمک کنند [۸]. این پیشرفت ها به دندان پزشکان این امکان را می دهد که با اطمینان بیشتری از این مواد در درمان های دندانانی استفاده کنند و به استانداردهای بالاتری در صنعت دندان پزشکی دست یابند.

در نهایت، استفاده از کامپوزیت های ترمیمی دندان نه تنها به بهبود زیبایی دندان ها کمک می کند، بلکه به دلیل خواص فیزیکی و شیمیایی عالی، می تواند عملکرد کلی ترمیم های دندانانی را بهبود بخشد. این پیشرفت ها به دندان پزشکان این امکان را می دهد که با اطمینان بیشتری از این مواد در درمان های دندانانی استفاده کنند و به استانداردهای بالاتری در صنعت دندان پزشکی دست یابند. در نتیجه، کامپوزیت های ترمیمی به عنوان یک راه حل مؤثر و پایدار در دندان پزشکی مدرن شناخته می شوند و به بهبود کیفیت زندگی بیماران کمک می کنند.



شکل ۲- تصویر دندان ترمیم شده با کامپوزیت های پلیمری

مزایا

از بارزترین نکات مثبتی که در صورت استفاده از نانوذرات در کامپوزیت های ترمیمی دندان می توان نام برد، عبارت اند از:

■ بهبود خواص مکانیکی

نانوذرات به دلیل اندازه بسیار کوچکی که دارند، می توانند به طور یکنواخت در ماتریس رزینی توزیع شوند [۱]. این توزیع یکنواخت منجر به افزایش استحکام کششی و فشاری کامپوزیت ها می شود. نانوذرات مانند سیلیکا یا آلومینا می توانند به عنوان تقویت کننده عمل کنند و موجب افزایش مقاومت در برابر سایش و فرسایش شوند.

■ افزایش چسبندگی

نانوذرات می توانند با سطح دندان ها تعامل بهتری داشته باشند و به این ترتیب چسبندگی کامپوزیت ها را افزایش دهند. این به دلیل افزایش نسبت سطح به حجم در نانوذرات است که باعث می شود این ذرات با سطح دندان بیشتر در تماس باشند [۹]. این ویژگی به کاهش احتمال شکست یا جدا شدن ترمیم کمک می کند.

■ کاهش نفوذپذیری

نانوذرات به دلیل اندازه کوچک و ساختار خاص خود، می توانند به طور مؤثری در کاهش نفوذپذیری مواد کمک کنند [۳]. این امر به جلوگیری از نفوذ مایعات و باکتری ها به داخل کامپوزیت و در نتیجه کاهش احتمال پوسیدگی مجدد دندان کمک می کند. نانوذرات می توانند به عنوان یک مانع فیزیکی عمل کنند و از نفوذ مواد شیمیایی مضر جلوگیری نمایند.

■ مقاومت حرارتی بالا

نانوذرات می توانند به بهبود خواص حرارتی کامپوزیت ها کمک کنند. این به این دلیل است که نانوذرات می توانند با تغییر ساختار داخلی کامپوزیت، مقاومت آن را در برابر تغییرات دما افزایش دهند [۸]. این ویژگی به ویژه در شرایط بالینی که دندان ها تحت تأثیر دماهای مختلف قرار دارند، اهمیت دارد.

■ پایداری رنگ

نانوذرات می توانند به جلوگیری از زرد شدن و تغییر رنگ کامپوزیت ها کمک کنند. این به دلیل توانایی آن ها در

جذب UV و جلوگیری از اکسیداسیون مواد رنگی در کامپوزیت است [۸]. به علاوه، نانوذرات می توانند به عنوان یک عامل پایدارکننده در برابر تغییرات شیمیایی عمل کنند و به این ترتیب کیفیت ظاهری ترمیم ها را حفظ کنند.

■ کاربرد در ترمیم های دقیق

نانوذرات به دلیل اندازه کوچک و قابلیت توزیع یکنواخت، می توانند در ترمیم های ظریف و دقیق به کار روند [۱]. این ویژگی به دندان پزشکان این امکان را می دهد که ترمیم هایی با دقت بالا و ظرافت بیشتر انجام دهند که به ویژه در درمان های زیبایی اهمیت دارد.

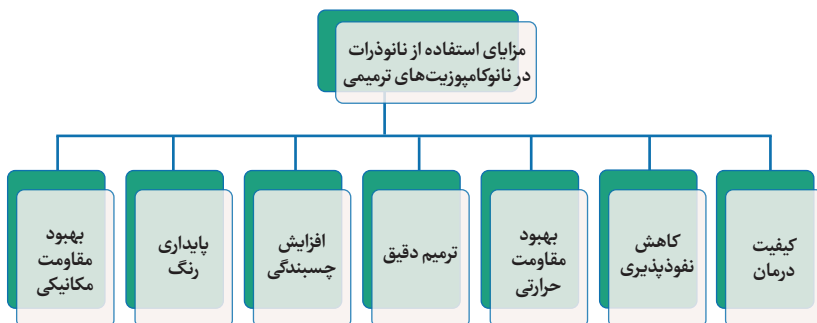
■ عملکرد در شرایط چالش برانگیز

نانوذرات بهبود عملکرد کامپوزیت ها را در محیط های مرطوب و تحت فشار تسهیل می کنند. این به دلیل ایجاد شبکه ای از نانوذرات در ماتریس رزینی است که می تواند به عنوان یک سیستم تقویتی عمل کند و از شکست یا تغییر شکل کامپوزیت ها جلوگیری کند.

■ افزایش کیفیت درمان

با استفاده از نانوذرات، دندان پزشکان می توانند به استانداردهای بالاتری در صنعت دندان پزشکی دست یابند [۱۰]. این امر به دلیل بهبود کلی عملکرد و دوام ترمیم هاست که منجر به افزایش رضایت بیماران و کاهش نیاز به ترمیم های مجدد می شود.

این ویژگی ها و مزایا به طور علمی ثابت شده اند و به دلیل پیشرفت های فناوری در زمینه نانوذرات، به بهبود کیفیت و عملکرد کامپوزیت های ترمیمی دندان کمک می کنند. در نتیجه، افزودن نانوذرات به کامپوزیت ترمیمی دندان ها می تواند عملکرد کلی این کامپوزیت ها را بهبود بخشد و آن ها را برای استفاده در شرایط متفاوت و سخت مناسب تر کند.



➤ شکل ۳- مزایای استفاده از نانوذرات در کامپوزیت های ترمیمی دندان

تحلیل هزینه-فایده استفاده از نانوکامپوزیت های پلیمری ترمیمی دندان

در جدول ۱ به مقایسه دو نوع کامپوزیت ترمیمی دندان نانویی و غیرنانویی برای دندان خلفی، موجود در بازار پرداخته شده است که تمامی مشخصات آن، در طی تماس با واحد فروش هر شرکت به دست آمده و ذکر شده اند.

جدول ۱- مشخصات دو نوع کامپوزیت ترمیمی دندان نانویی و غیرنانویی

ردیف	نوع کامپوزیت	مقاومت خمشی (MPa)	مقاومت فشاری (MPa)	سختی (Hv)	عمق سختی (mm)	ناپیدایی در برابر پرتو (radio opacity) (%AI)	کاهش حجم (volumetric shrinkage) (%)	حل شدن و جذب آب ($\mu\text{g}/\text{mm}^3$)
۱	کامپوزیت ترمیمی دندان نانویی	۱۲۰	۲۷۵	۷۶٫۸	۲	۱۷۰	<۱٫۵	۰٫۲۹
۲	کامپوزیت ترمیمی دندان غیرنانویی	۱۰۵	۲۳۵	۶۲٫۵	۲	۹۵	۲٫۳۵	۰٫۲۶

بر اساس جدول ۱، مقاومت خمشی و فشاری نانوکامپوزیت ترمیمی دندان به ترتیب حدود ۱۵ و ۴۵ مگاپاسکال بیشتر از مدل غیرنانویی است. این نکته به خوبی نشان دهنده برتری مدل نانویی از لحاظ مقاومت های مکانیکی مورد نظر است.

همچنین سختی که به معنای مقاومت یک ماده در برابر خراشیدگی یا سایش است، به ویژه در کامپوزیت های دندان ترمیمی، به عنوان یکی از ویژگی های کلیدی برای ارزیابی عملکرد آن ها محسوب می شود. در این راستا، سختی کامپوزیت ترمیمی دندان نانویی تقریباً ۱۴٫۳ ویکرز (HV) بیشتر از نوع غیرنانویی است که نشان دهنده مقاومت بهتر این محصول در برابر سایش است.

علاوه بر این، عمق سختی هر دو نوع کامپوزیت ترمیمی دندان نانویی و غیرنانویی یکسان و برابر است، به طوری که از این نظر عملکرد هر دو نوع مشابه خواهد بود. همچنین ناپیدایی در برابر پرتو (Radio opacity) که به توانایی مواد در جذب یا مسدود کردن اشعه X اشاره دارد، در کامپوزیت دندان ترمیمی نانویی تقریباً ۷۵ واحد بیشتر از مدل غیرنانویی است. این شاخص به این معنی است که کامپوزیت نانویی کمتر اجازه می دهد اشعه X از آن عبور کند و به همین دلیل در تصاویر رادیوگرافی به صورت سفیدتر و واضح تر نمایان می شود. این ویژگی به نوبه خود برتری کامپوزیت دندان ترمیمی نانویی را در بخش تصویربرداری تأیید می کند.

به علاوه کاهش حجم (Volumetric Shrinkage) که به میزان کاهش حجم یک ماده پس از سخت شدن اشاره

دارد، از عوامل کلیدی در ارزیابی کیفیت کامپوزیت های دندان ترمیمی است. میزان کاهش حجم برای کامپوزیت نانونی کمتر از ۱/۵ درصد و برای مدل غیرنانونی تقریباً ۲/۳۵ درصد است. این نتایج نیز برتری مدل نانونی را از نظر کاهش حجم و جلوگیری از بروز مشکلاتی مانند فاصله و شکستگی تأیید می کند.

در نهایت میزان جذب آب که به معنای حل شدن یا جذب آب توسط ماده در شرایط مرطوب و تر دندان است، برای کامپوزیت های ترمیمی دندان نانونی و غیرنانونی تقریباً مشابه است (هرچند که مدل نانونی به میزان ۰/۰۴ بیشتر از مدل غیرنانونی است). با این توصیف، از نظر جذب آب هر دو نوع، عملکردی مشابه خواهند داشت.

در جدول ۲، لیست قیمت دو محصول کامپوزیت ترمیمی دندان نانونی و غیرنانونی مناسب برای دندان های خلفی به ازای هر واحد دندان ذکر شده است که از اطلاعات آن می توان به عنوان مقایسه ای از نوع هزینه-فایده برای دو نوع کامپوزیت ترمیمی دندان معمولی و کامپوزیت ترمیمی دندان تولید شده بر پایه نانوذرات استفاده کرد.

جدول ۲- فرضیات تحلیل هزینه فایده

نوع	قیمت به ازای هر واحد دندان (تومان)
کامپوزیت ترمیمی دندان نانونی	۴۴۵,۰۰۰
کامپوزیت ترمیمی دندان غیرنانونی	۱,۴۰۰,۰۰۰

در جدول ۳ نیز به بررسی هزینه-فایده استفاده از دو نوع کامپوزیت ترمیمی دندان نانونی و غیرنانونی پرداخته شده است که شامل اطلاعاتی از قبیل قیمت، میانگین عمر مفید و میزان درصد حجمی بهینه شده این دو نوع محصول است. همچنین برای انجام مقایسه میزان عمر مفید و قیمت هر یک از کامپوزیت های ترمیمی دندان نانونی و غیرنانونی، از رابطه درصد حجمی زیر استفاده می شود.

فرمول درصد حجمی بهینه شده برابر است با:

$$P_i = \frac{\sum C_w - \sum C_n}{\sum C_w} \times 100 \quad (1)$$

P_i : درصد حجمی بهینه شده در صورت استفاده از کامپوزیت ترمیمی دندان نانونی؛

C_w : هزینه موارد با فناوری نانو؛

C_n : هزینه موارد بدون فناوری نانو.

به عنوان مثال، درصد حجمی بهینه شده خرید دو نوع کامپوزیت ترمیمی دندان نانونی و غیرنانونی به روش زیر محاسبه می شود:

$$P_i = \frac{445,000 - 1,400,000}{445,000} \times 100 = -214.6\% \quad (2)$$

جدول ۳- بررسی هزینه- فایده استفاده از کامپوزیت دندان ترمیمی نانو ساختار و غیر نانو ساختار

نوع	تعداد دندان (واحد)	قیمت کل (تومان)	عمر مفید (سال)	درصد حجمی بهینه شده	
				خرید کامپوزیت ترمیمی دندان	عمر مفید
کامپوزیت دندان ترمیمی نانو ساختار	۱	۴۴۵,۰۰۰	۸	۲۱۴,۶٪	۲۵٪
کامپوزیت دندان ترمیمی غیر نانو ساختار	۱	۱,۴۰۰,۰۰۰	۶		
اختلاف قیمت و عمر مفید					
				۹۵۵,۰۰۰ تومان	۲ سال

همان طور که از جدول ۳ پیداست، عمر مفید کامپوزیت ترمیمی دندان نانویی تقریباً ۲ سال (۲۵ درصد) بیشتر از مدل غیر نانویی است که نشان از کیفیت و طول عمر بالاتر این محصول نانویی دارد. از طرفی کامپوزیت ترمیمی دندان نانویی به میزان ۹۵۵,۰۰۰ تومان (۲۱۴,۶ درصد) از کامپوزیت ترمیمی دندان غیر نانویی ارزان تر است که به نوبه خود یکی از بارزترین شاخص های مفید کامپوزیت ترمیمی دندان نانویی در مقابل کامپوزیت ترمیمی دندان غیر نانویی به حساب می آید. حال برای آن که این میزان اختلاف قیمتی را بهتر متوجه بشویم، از آنجا که یک انسان بزرگسال معمولاً ۱۲ دندان خلفی در دهان خود دارد (۶ دندان در هر فک (فک بالا و فک پایین))، در صورت نیاز به ترمیم این تعداد از دندان ها برای یک انسان، می توان هزینه ترمیم را با استفاده از کامپوزیت نانویی و غیر نانویی مطابق با رابطه زیر (برحسب تومان) حساب کرد [۱۱]:

$$(۳) \quad \text{میزان هزینه کامپوزیت ترمیمی نانویی دندان خلفی برای یک انسان} = ۱۲ \times ۴۴۵,۰۰۰ = ۵,۳۴۰,۰۰۰$$

$$(۴) \quad \text{میزان هزینه کامپوزیت ترمیمی غیر نانویی دندان خلفی برای یک انسان} = ۱۲ \times ۱,۴۰۰,۰۰۰ = ۱۶,۸۰۰,۰۰۰$$

حال اگر تعداد جمعیت حال حاضر کشور را مطابق با آخرین آمار رسمی اعلام شده عدد ۸۹,۴۰۰,۰۰۰ نفر در نظر بگیریم، در صورتی که تنها افراد بالای ۱۸ سال نیاز به ترمیم دندان خود داشته باشند که این تعداد افراد عددی نزدیک به ۶۳,۰۰۰,۰۰۰ نفر است، با فرض اینکه تنها ۲۰ درصد این افراد به ترمیم دندان های خلفی خود بپردازند، هزینه تمام شده کامپوزیت مصرفی این تعداد افراد مطابق با رابطه زیر به دست خواهد آمد [۱۲]:

$$(۵) \quad \text{هزینه تمام شده کامپوزیت ترمیمی دندان نانویی به ازای ۶۳,۰۰۰,۰۰۰ نفر} = ۵,۳۴۰,۰۰۰ \times ۶۳,۰۰۰,۰۰۰ \times ۰,۲ = ۶۷,۲۸۴,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰$$

$$(۶) \quad \text{هزینه تمام شده کامپوزیت ترمیمی دندان غیر نانویی به ازای ۶۳,۰۰۰,۰۰۰ نفر} = ۱۶,۸۰۰,۰۰۰ \times ۶۳,۰۰۰,۰۰۰ \times ۰,۲ = ۲۱۱,۶۸۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰$$

این رقم ها بدین معنی است که به ازای ۲۰ درصد تعداد افراد بالای ۱۸ سال کشور، در صورت استفاده کامپوزیت ترمیمی دندان نانویی به جای کامپوزیت ترمیمی دندان غیرنانویی، به میزان ۱۴۴,۳۹۶,۰۰۰,۰۰۰ تومان (به ارزش پول امروز) مطابق با رابطه زیر، صرفه جویی ارزی در خرید کامپوزیت ترمیمی دندان صورت گرفته است:

$$C_1 = 5,340,000 \times 63,000,000 \times 0.2 = 67,284,000,000,000 \quad (7)$$

$$C_2 = 16,800,000 \times 63,000,000 \times 0.2 = 211,680,000,000,000 \quad (8)$$

$$\Delta C = 211,680,000,000,000 - 67,284,000,000,000 = 144,396,000,000,000 \quad (9)$$

C_1 = هزینه ترمیم دندان با استفاده از کامپوزیت ترمیمی دندان نانویی به ازای ۲۰ درصد افراد بالای ۱۸ سال کشور
 C_2 = هزینه ترمیم دندان با استفاده از کامپوزیت ترمیمی دندان غیرنانویی به ازای ۲۰ درصد افراد بالای ۱۸ سال کشور
 ΔC = تفاوت هزینه کامپوزیت ترمیمی دندان نانویی و غیرنانویی به ازای ۲۰ درصد افراد بالای ۱۸ سال کشور

این رقم بدین معنی است که اگر میانگین هزینه مورد نیاز جهت ساخت یک بیمارستان ۱۰۰ تختخوابی را

مبلغی نزدیک به ۳۰۰ میلیارد تومان در نظر بگیریم، تنها با استفاده از مابه التفاوت کامپوزیت ترمیمی دندان نانویی و غیرنانویی، می توان تعداد ۴۸۱ بیمارستان صد تختخوابی جدید ساخت و تحویل جامعه داد [۱۳]:

$$481 = 144,396,000,000,000 \div 300,000,000,000 \quad (10)$$

تعداد بیمارستان ۱۰۰ تختخوابی جدید ساخته شده

شرکت های ایرانی تولیدکننده کامپوزیت ترمیمی دندان نانویی



شرکت طرح و توسعه معیا ترمیم

آدرس: تهران، مفتاح شمالی، ابتدای اتوبان مدرس، کوچه پارس، پلاک ۶

تلفن: ۰۲۱۸۶۰۷۴۶۴۸

ایمیل: info@trimedi.bio

وبسایت: www.trimedi.bio

پی نوشت ها

۱. تمامی نتایج برای محصول Trifill رنگ A2 است.

۲. قیمت ها مربوط به سال ۱۴۰۳ است.

منابع

- ۱ I. U. Rehman, "An update on glass fiber dental restorative composites: A systematic review," *Mater. Sci. Eng. C*, 2015, doi: <https://doi.org/10.1016/j.msec.2014.11.015>.
- ۲ L. C. Xinxuan Zhou, Xiaoyu Huang, Mingyun Li, Xian Peng, Suping Wang, Xuedong Zhou, "Development and status of resin composite as dental restorative materials," *Appl. Polym.*, 2019, doi: <https://doi.org/10.1002/app.48180>.
- ۳ R. E. Dalia Abdel Hamid, Amal Esawi, Inas Sami, "Characterization of Nano- and Micro-Filled Resin Composites Used as Dental Restorative Materials," 2009, doi: <https://doi.org/10.1115/MN2008-47053>.
- ۴ Kamil J. Wojciech Grzebieluch "Printable and Machinable Dental Restorative Composites for CAD/CAM Application—Comparison of Mechanical Properties, Fractographic, Texture and Fractal Dimension Analysis".
- ۵ Clancy B, R.J. McConnell, "Posterior composites: Update on cavities and filling techniques", doi: <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2016.11.010>.
- ۶ M. Milosevic, "Polymerization Mechanics of Dental Composites – Advantages and Disadvantages," 2016, doi: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.06.672>.
- ۷ P. Grace M. De Souza , "Nanoparticles in Restorative Materials," 2015.
- ۸ S. Klapdohr, "Nanotechnology for dental composites," 2004, doi: <https://doi.org/10.1504/IJNT.2004.003723>.
- ۹ P. Natalia Almeida Bastos Sandro Basso Bitencourt Emerson Alves Martins Grace Mendonca De Souza "Review of nano-technology applications in resin-based restorative materials," 2020, doi: <https://doi.org/10.1111/jerd.12699>.
- ۱۰ Ammar AbuReqaiba, Zohaib Khurshid, Muhammad Zafar, Saad Qasim, Sana Shahab , Mustafa Naseem, "Increasing the quality of treatment using nano tooth restorative composites," 2015, doi: <https://doi.org/10.3390/ma8020717>.
- ۱۱ <https://dandanet.com>
- ۱۲ <https://amarfact.com/statistics/population-of-iran-by-age>
- ۱۳ <https://khp.ir/2023/09/01>

از مجموعه گزارش‌های صنعتی فناوری نانو که در حوزه بهداشت، سلامت و پزشکی منتشر شده است



- تأثیر فناوری نانو بر صنعت داروسازی و روند بهبود درمان
- کاربردهای فناوری نانو در صنعت گیاهان دارویی
- کاربرد فناوری نانو در تولید صنعتی پانسمان‌ها و زخم‌پوش‌ها