

# بررسی تأثیر افزودن مقادیر مختلف نانوذرات سیلیکا به گلاس یونومر نوری بر استرپتوکوکوس موتانس

نویسندگان: فاطمه اسمی\*<sup>۱</sup>، سید محمود امین مرعشی<sup>۲</sup>، عاطفه صفاری<sup>۱</sup>، اسماعیل طاهری<sup>۳</sup>

۱. استادیار گروه ترمیمی و زیبایی، دانشکده دندان پزشکی، دانشگاه بابل و مرکز تحقیقات دندان پزشکی، بابل، ایران
۲. استادیار گروه میکروبی شناسی، دانشکده پزشکی، دانشگاه بابل، ایران
۳. دانشجوی دانشکده دندان پزشکی دانشگاه علوم پزشکی بابل، ایران

E-mail: f.esmi@yahoo.com

\* نویسنده مسئول: فاطمه اسمی

## چکیده

مقدمه و هدف: تهیه آن دسته از مواد دندانی که خاصیت ضدباکتریایی از خود بروز دهند، به منظور مقابله با میکروارگانیزم های عامل ایجاد پوسیدگی، مورد توجه بسیاری از محققان در این زمینه قرار گرفته است؛ لذا در این مطالعه بر آن شدیم تا با افزایش نانوذرات سیلیکا به یک نوع گلاس ایونومر نوری، خواص آنتی باکتریال آن را علیه استرپتوکوکوس موتانس بررسی کنیم.

مواد و روش ها: در این مطالعه *in-vitro* جمعیت مورد مطالعه به پنج گروه گلاس یونومر نوری حاوی به ترتیب ۱، ۰.۵، ۰.۲، ۰ درصد وزنی نانوذرات سیلیکا تقسیم شدند. برای تست انتشار دیسک، پانزده نمونه داخل قالب های پلاستیکی یکسان با ضخامت ۲ میلی متر و قطر ۸ میلی متر کیور شد و اثر آنتی باکتریالی آنها در محیط کشت آگار علیه باکتری استرپتوکوکوس موتانس بررسی شد. به منظور تست تماس مستقیم، اثر آنتی باکتریال، پانزده عدد میکروتیوب حاوی گروه های مختلف گلاس اینومر نوری مورد بررسی قرار گرفتند.

نتایج: هر دو تست انتشار دیسک و تست تماس مستقیم با افزایش درصد نانوذرات موجود در نمونه ها در مقایسه با گروه کنترل تفاوتی بسیار در کاهش رشد باکتری نشان داده شد.

نتیجه گیری: افزایش قطر هاله عدم رشد باکتری در تست انتشار دیسک نشان می دهد که نانوذرات موجود در گلاس اینومر نوری به خوبی در محیط پیرامونی (آگار) نفوذ کرده، رشد باکتری ها را مختل کرده اند. در تست تماس مستقیم، نمونه های حاوی نانوذرات سیلیکا به طور معنی داری از رشد باکتری موتانس بر سطح خود جلوگیری کرده اند که با افزایش غلظت نانوذرات، میزان رشد باکتری ها نیز، کاهش چشمگیر را نشان داد.

واژگان کلیدی: گلاس ایونومر نوری، استرپتوکوکوس موتانس، نانوذرات سیلیکا، خواص آنتی باکتریال

دوماهنامه علمی-پژوهشی  
دانشگاه شاهد  
سال بیست و یکم - شماره ۱۰۸  
دی ۱۳۹۲

دریافت: ۱۳۹۲/۷/۲۳

آخرین اصلاح ها: ۱۳۹۲/۹/۲

پذیرش: ۱۳۹۲/۹/۶

## مقدمه

ضدمیکروبی قابل توجهی از خود نشان داده‌اند؛ با این حال به دلیل رنگ بسیار تیره این مواد، امکان افزودن آنها به مواد ترمیمی زیبایی وجود ندارد، چراکه حتی مقادیر بسیار اندک آنها نیز تأثیری بسزا در مخدوش کردن خواص زیبایی مواد هم‌رنگ دندان دارند (۵). از آنجاکه افزودن نانوذرات سیلیکا به کامپوزیت‌ها سبب بهبود خواص ضدمیکروبی این مواد شده‌است (۶ و ۷)، ممکن است این نانوذرات بتوانند خواص ضدمیکروبی گلاس یونومرنوری را نیز تحت تأثیر قرار دهند که البته تاکنون، هیچ سابقه پژوهشی در دندان پزشکی وجود ندارد؛ از سوی دیگر به دلیل اثر تقویت‌کنندگی خوبی که نانوذرات سیلیکا در رزین‌ها از خود بروز داده‌اند، ممکن است در ترکیب با گلاس ایونومرنوری، باعث بهبود خواص مکانیکی این ماده شوند (۸، ۹ و ۱۰)؛ بنابراین به نظر می‌رسد استفاده از این نانوذرات در گلاس یونومرنوری به دلیل سازگاری زیستی و در دسترس بودن، مناسب باشد (۱۱). هدف از این مطالعه، ارزیابی اثر افزودن نانوذرات سیلیکا علیه استرپتوکوکوس موتانس در گلاس یونومرنوری است.

## مواد و روش‌ها

جمعیت مورد مطالعه، شامل سی نمونه گلاس ایونومرنوری حاوی نانوذرات سیلیکا هستند که در دو دسته آزمایش میکروبیولوژی که به ترتیب عبارت‌اند از: تست انتشار دیسک و تست تماس مستقیم قرار گرفتند؛ هر دسته، شامل پنج گروه گلاس یونومرنوری با درصد‌های وزنی مختلف از نانوذرات سیلیکا (۰، ۰/۲، ۰/۵، ۱ و ۲ درصد وزنی) هستند و هر گروه، سه نمونه آزمایشی را شامل می‌شود.

### تهیه گلاس یونومرنوری حاوی نانوذرات

ابتدا درصد‌های وزنی مورد نظر شامل ۰، ۰/۲، ۰/۵، ۱ و ۲ درصد از نانوذرات سیلیکا با ابعاد ۱۰ تا ۲۰ نانومتر محصول شرکت Degussa (آلمان) توسط ترازوی دیجیتال تا چهار رقم اعشار اندازه‌گیری شدند و سپس هریک از

گلاس یونومر، ماده‌ای است که از سال ۱۹۷۰ به دندان پزشکی، وارد شده و به‌عنوان یکی از مواد هم‌رنگ دندان در دندان پزشکی ترمیمی مورد استفاده قرار گرفته‌است (۱). مزایایی مانند توانایی باند شیمیایی به دندان، ضریب انبساط حرارتی و ضریب انتقال حرارتی مشابه دندان، عدم وجود انقباض در زمان پلیمریزاسیون برخلاف کامپوزیت‌ها سبب شده گلاس یونومر، همچنان به‌عنوان یکی از مواد ترمیمی مهم در دندان پزشکی، مطرح باشد (۲). از آنجاکه یکی از خواص مهم گلاس یونومر به‌جز قابلیت اتصال شیمیایی به سطح دندان، توانایی آزادسازی فلوراید است، تکیه بر خاصیت آزادسازی فلوراید به‌منظور کاهش خطر پوسیدگی و کاهش استرپتوکوک‌های موتان، مطالعات بسیار را در این زمینه، برانگیخته‌است که نتایجی ضد و نقیض درباره خاصیت ضدپوسیدگی گلاس یونومر به‌دست آمده‌اند (۳). دستیابی به خواص آنتی‌باکتریال می‌تواند با ایجاد تغییرهایی در ساختار مواد دندان پزشکی ترمیمی ایجاد شود. فلوراید و کلرهگزیدین، شایع‌ترین مواد مورد استفاده در دندان پزشکی به‌منظور پیشگیری از پوسیدگی هستند؛ در مطالعات مختلف با افزودن این ذرات به مواد ترمیمی، کاهش قابل توجه در رشد باکتری‌ها گزارش شده‌است.

سال‌های متمادی است که از فلزات به‌عنوان عوامل ضدمیکروبی قوی در مصارف گوناگون استفاده می‌شود. معمول‌ترین ذرات فلزی به‌کاررفته در رزین‌های دندانی نقره (۹Ag)، اکسیدتیتانیوم (TiO<sub>2</sub>)، آلومینا (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) و سیلیکا (SiO<sub>2</sub>) هستند؛ از این میان، به‌جز نانوذرات Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> که اثری بسیار ضعیف دارند، سایر مواد، بر اثر مخلوط شدن با رزین‌های دندانی، به‌گونه‌ای قابل توجه از رشد باکتری‌ها جلوگیری می‌کنند؛ از طرف دیگر، ذرات فلزی و به‌ویژه اکسیدهای فلزی، باعث تقویت خواص مکانیکی مواد دندانی می‌شوند (۴). در مقالات گوناگون، از ذرات نقره به‌عنوان قوی‌ترین عامل آنتی‌باکتریال یاد شده‌است. ذرات نقره در غلظت‌های بسیار اندک، آثار

درصدهای وزنی به صورت جداگانه به پودر گلاس ایونومرنوری Fuji II LC محصول شرکت GC ژاپن اضافه شد، بدین معنا که به گروه ۰ درصد نانوفیلری افزوده نشد و به عنوان گروه شاهد در نظر گرفته شد؛ به گروه ۰.۲ درصد، ۰/۰۰۴ گرم نانوفیلر، به گروه ۰.۵ درصد، ۰/۰۱ گرم نانوفیلر، به گروه ۱ درصد، ۰/۰۲ گرم نانوفیلر و به گروه ۲ درصد، ۰/۰۴ گرم نانوفیلر افزوده شد. به منظور اختلاط و توزیع مناسب نانوذرات با پودر گلاس یونومرنوری برای هر گروه وزنی به صورت جداگانه از گوده و هاون دستی (Mortar & Pestle Method) به مدت ۲۰ دقیقه استفاده شد تا توزیعی یکنواخت از ذرات به دست آید؛ سپس نمونه‌ها برای انجام تست‌های میکروبیولوژی، به شرح زیر آماده شدند:

#### تست انتشار دیسک (Disc Diffusion test)

در انواع آزمایش‌های انتشار دیسک در محیط آگار، نیاز است دیسک‌هایی از ماده مورد آزمایش تهیه شوند که البته برای این دیسک‌ها ابعاد استاندارد خاصی بیان نشده‌اند؛ لذا تنها با هدف یکسان‌سازی تمامی نمونه‌ها در این تحقیق (مشابه سایر مطالعات) از قالب پلاستیکی استوانه‌ای شکل برای تست انتشار دیسک استفاده شد؛ فضای مرکزی این قالب، دارای ابعادی با ضخامت ۲ میلی‌متر و قطر ۸ میلی‌متر است.

برای انجام این تست، تعداد پانزده نمونه آزمایشی از دیسک‌های گلاس ایونومرنوری حاوی درصدهای مختلف نانوذرات سیلیکا تهیه شدند؛ نمونه‌ها در پنج گروه آزمایشی (براساس درصد وزنی)، هر گروه شامل سه نمونه قرار گرفتند؛ سپس میزان هاله عدم رشد در اطراف سه نمونه بررسی شد.

آماده‌سازی دیسک گلاس یونومرنوری: برای آماده‌سازی دیسک‌های گلاس یونومرنوری، پس از پرکردن قالب‌های یادشده به منظور ایجاد سطح صاف و صیقلی از گلاس یونومرنوری، دو صفحه شیشه‌ای جداگانه بر سطح فوقانی و تحتانی قالب قرار گرفتند و آنگاه، عمل پلیمریزاسیون گلاس یونومرنوری به وسیله دستگاه لایت کیور (COLTOLUX 75, COLTEN, کیور

#### تست تماس مستقیم

از آنجاکه در تست‌های تماس مستقیم نیاز است تا باکتری‌های شناور درون محیط کشت مایع در تماس با گلاس یونومرنوری قرار بگیرند، مناسب‌ترین قالب برای نگهداری گلاس یونومرها شامل ظرفی با درب‌های مسدودشونده و دارای حجمی مشخص هستند تا علاوه بر امکان یکسان‌سازی سطح تماس گلاس یونومرها، در طی زمان مجاورت آنها با مایع از آلودگی احتمالی جلوگیری شود؛ بدین منظور می‌توان از میکروتیوب‌های مربوط به آزمایش‌های باکتری‌شناسی که دارای حجم ۵۰۰ میکرولیتر هستند استفاده کرد؛ برای انجام این تست، تعداد پانزده نمونه آزمایشی از میکروتیوب‌های دارای گلاس ایونومرنوری حاوی درصدهای مختلف نانوذرات سیلیکا تهیه شدند. نمونه‌ها در پنج گروه آزمایشی (براساس درصد وزنی)، هر گروه شامل سه نمونه قرار گرفتند؛ سپس تعداد کلونی‌های باکتری در نمونه‌ها مورد سنجش قرار گرفت.

بدین ترتیب که در بازه‌های زمانی یادشده، حجمی مشخص از محلول باکتریایی مجاور با نمونه‌های گلاس یونومرنوری به محیط کشت جامد منتقل شدند و پس از ۲۴ ساعت نگهداری در دمای  $37^{\circ}\text{C}$ ، تعداد کلونی‌های ایجادشده باکتری‌ها شمارش شدند. لازم به یادآوری است از آنجاکه تعداد باکتری‌های ابتدایی موجود در هریک از ظروف و حجم محلول مشخص هستند، کاهش تعداد باکتری‌ها، نمایانگر تأثیر آنتی‌باکتریال گلاس یونومرنوری است.

### جمع‌آوری اطلاعات

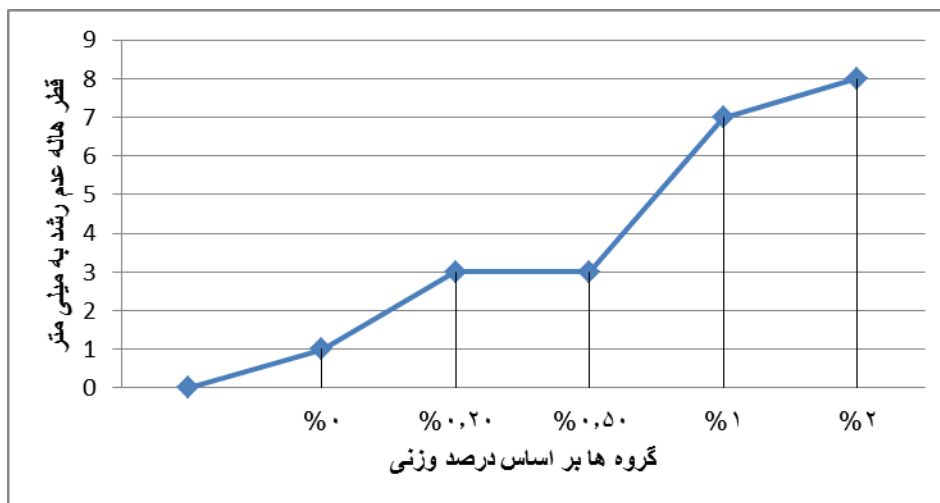
به منظور جمع‌آوری اطلاعات، در تست انتشار دیسک میزان هاله عدم رشد باکتری‌ها در اطراف نمونه‌ها برحسب میلی‌متر اندازه‌گیری شد؛ به‌علاوه در تست تماس مستقیم کلونی‌های ایجادشده باکتری‌ها در حجم مشخص محلول باکتریایی مجاور با نمونه‌های گلاس یونومر منتقل‌شده به محیط کشت جامد، پس از ۲۴ ساعت نگهداری در دمای  $37^{\circ}\text{C}$ ، شمارش شدند؛ سپس میانگین و انحراف معیار برای هر گروه آزمایشی محاسبه شد. اطلاعات با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS17 و ANOVA و آزمون تعقیبی TUKEY تجزیه و تحلیل شدند و  $P < 0.05$  معنی‌دار تلقی شد.

### یافته‌ها

نتایج مطالعه حاضر نشان دادند که در تست انتشار دیسک با بالارفتن میزان درصد وزنی نانوذرات سیلیکا در نمونه‌های گلاس یونومرنوری، اثر ضدباکتریایی آنها به‌طور معناداری افزایش می‌یابد ( $P < 0.05$ )؛ به‌طوری‌که بالاترین میزان هاله عدم رشد در نمونه‌های ۲ درصد وزنی مشاهده شد، درحالی‌که پایین‌ترین میزان هاله عدم رشد باکتری در نمونه‌های ۰ درصد دیده شد (نمودار ۱).

پس از واردکردن گلاس یونومرها معادل نصف حجم تیوب (۲۵۰ میکرولیتر) در این تیوب‌ها و تطابق‌یافتن روی دیواره‌های داخلی به کمک اسپاتول پلاستیکی، عمل پلیمریزاسیون با دستگاه لایت کیور انجام شد؛ باقیمانده حجم میکروتیوب‌ها با مایع، پر شد به‌طوری‌که مایع یادشده در محیط اطراف حفره در تماس با گلاس یونومرنوری مورد آزمایش قرارگرفت؛ این تست برای بررسی خواص ضدباکتریایی در سطح آزاد گلاس یونومرنوری حاوی نانوذرات سیلیکا انجام گرفت؛ بدین منظور، تعداد سه عدد میکروتیوب از هریک از پنج گروه گلاس یونومرنوری مورد آزمایش تهیه شد، آنگاه ۱۰ میکرولیتر از محلول استاندارد نیم مک فارلن استرپتوکوکوس موتان (ATCC 1601) درون ظرف ریخته‌شده و ظرف‌های یادشده به مدت ۱ ساعت در محیط استریل، زیر هود قرارگرفتند؛ در این مدت زمان، باکتری‌ها در تماس مستقیم با سطح آزاد گلاس یونومرنوری قرارگرفتند تا زمانی که محلول به‌طور کامل تبخیر شد؛ سپس میزان ۱ سی‌سی محیط کشت عصاره قلب و مغز (BHI broth) به هریک از ظروف اضافه و درب ظرف‌ها به‌طور کامل، بسته شده، در انکوباتور و دمای  $37^{\circ}\text{C}$  نگهداری و در زمان‌های ۳، ۶ و ۲۴ ساعت بعد، حجم مشخص ۱۰ میکرولیتر از محلول موجود در هریک از ظروف روی محیط کشت جامد قرارداده شدند. به‌منظور جمع‌آوری اطلاعات، تعداد کلونی‌های ایجادشده باکتری‌ها در حجم مشخص محلول باکتریایی مجاور با نمونه‌های گلاس یونومرنوری شمارش شدند؛ به‌علاوه در این مطالعه به‌منظور بررسی میزان پایداری اثر آنتی‌باکتریال گلاس یونومرنوری در هنگام قرارگیری طولانی‌مدت در محیط مایع، این آزمون در فواصل زمانی مشخص (۳، ۶ و ۲۴ ساعت) انجام گرفت؛

نمودار ۱: اثر آنتی‌باکتریال درصدهای مختلف نانوذرات سیلیکا



۲ درصد نانوذرات اکسید روی است؛ به علاوه، روند کلی رشد باکتری‌ها در ۳، ۶ و ۲۴ ساعت پس از قرارگرفتن بر سطح گلاس آینومر موجود در محیط کشت به طور قابل توجهی کاهش یافته است. جدول ۱، تعداد کلونی باکتری‌ها را طی ۳، ۶ و ۲۴ ساعت پس از تست تماس مستقیم نشان می‌دهد.

نتایج تحقیق حاصل از تست تماس مستقیم نشان دادند که با افزایش میزان درصد نانوذرات سیلیکا از ۰ تا ۲ درصد وزنی، تعداد کلونی‌ها به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد ( $P < 0.05$ )؛ این روند کاهشی در نمونه حاوی ۲ درصد نانوذرات، شدت بیشتری پیدا کرد که نشان‌دهنده اختلافی چشم‌گیر میان خواص آنتی‌باکتریال نمونه‌های حاوی ۰، ۰.۲ و ۰.۵ درصد و نمونه‌های حاوی

جدول ۱. تعداد کلونی‌ها در تست تماس مستقیم در زمان‌های مختلف و مقادیر مختلف نانوذرات سیلیکا

تعداد کلونی‌ها در ۲۴ ساعت	تعداد کلونی‌ها در ۶ ساعت	تعداد کلونی‌ها در ۳ ساعت	تکرار نمونه‌ها	درصدهای وزنی	گروه
۱۰۰۰۰±۱۲۰۰	۱۱۰۰۰±۱۲۰۰	۱۲۰۰۰±۱۲۰۰	۱	۰٪	۱
۸۵۰۰±۹۰۰	۹۰۰۰±۹۰۰	۱۱۰۰۰±۱۰۰۰	۱	۰/۲٪	۲
۸۰۰۰±۷۰۰	۸۵۰۰±۷۰۰	۹۰۰۰±۸۰۰	۱	۰/۵٪	۳
۶۷۰۰±۶۰۰	۷۰۰۰±۶۰۰	۷۰۰۰±۷۰۰	۱	۱٪	۴
۳۸۰۰±۵۰۰	۴۰۰۰±۵۰۰	۴۸۰۰±۶۰۰	۱	۲٪	۵

## بحث

سیلیکا، خاصیت ضدباکتریایی این مواد به شدت افزایش می‌یابد (۱۴)؛ همچنین در مطالعه هتريک<sup>۳</sup> و همکاران نیز در سال ۲۰۰۸ خاصیت ضدباکتری اکسید نیتريک که آزادسازی نانوذرات سیلیکا انجام می‌دادند، بررسی شد و آنها نتیجه گرفتند که آزادسازی نانوذرات سیلیکا باعث افزایش خاصیت ضدباکتریایی آنها می‌شود (۱۵) که با نتایج مطالعه حاضر، مشابه بود. تاکاشی<sup>۴</sup> و همکاران در سال ۲۰۰۹ نیز در مطالعه خود نتیجه گرفتند که نانوذرات پیوندشده به پلیمرها و کامپوزیت‌های حاوی ذرات سیلیکا، خاصیت آنتی‌باکتریال بسیار قوی از خود نشان می‌دهند (۱۳) که با نتایج مطالعه حاضر، مشابه است؛ بنابراین می‌توان گفت که با افزایش غلظت نانوذرات سیلیکا، خاصیت ضدباکتریایی هم افزایش می‌یابد.

توانایی کاهش رشد باکتری‌ها می‌تواند ریسک ایجاد پوسیدگی و تشکیل حفره مجدد را کمتر کند. از آنجایی که پوسیدگی دندان، یک بیماری عفونی باکتریایی است، ریشه‌کن کردن باکتری‌های پوسیدگی‌زا (کاربوژنیک) یک اصل مهم درمانی محسوب می‌شود؛ برای این منظور، مطالعاتی گوناگون با اضافه کردن موادی که خاصیت ضدباکتریایی دارند، روی مواد ترمیمی دندان‌پزشکی انجام شده‌است؛ برای نمونه فرت<sup>۵</sup> در سال ۲۰۱۱ با اضافه کردن کلرگزیدین به گلاس یونومر، خاصیت ضدباکتریایی آن را علیه باکتری استرپتوکوکوس موتانس بررسی کرد و در پایان نتیجه گرفت که کلرگزیدین دی‌گلوکونات ممکن است اثر آنتی‌باکتریال گلاس یونومر را برای مدت زیادی افزایش دهد (۱۶). بیت<sup>۶</sup> و همکاران در سال ۲۰۱۲ نانوذرات چهارتایی آمونیوم پلی‌اتیلن را به گلاس یونومر اضافه و فعالیت ضدباکتریایی آن را علیه استرپتوکوکوس موتانس و با روش تست تماس مستقیم بررسی کردند در پایان،

تولید مواد یا سطوحی که خاصیت آنتی‌باکتریال داشته باشند به خصوص در دندان‌پزشکی که پلاک باکتریایی به تجمع و تکثیر در آن سطوح و مواد را تمایل دارد، چالشی بزرگ به‌شمار می‌رود؛ یکی از راه‌حل‌های این چالش، تولید موادی با خواص آنتی‌باکتریال است. دستیابی به خواص آنتی‌باکتریال با ایجاد تغییرهایی در ساختار مواد دندان‌پزشکی ترمیمی می‌تواند ایجاد شود (۱۲). از آنجاکه افزودن نانوذرات سیلیکا به کامپوزیت‌ها سبب بهبود خواص ضد میکروبی این مواد شده‌است (۱۳)، ممکن است این نانوذرات بتوانند خواص ضد میکروبی گلاس یونومر نوری را نیز تحت تأثیر قرار دهند که البته [این امر]، تاکنون هیچ سابقه پژوهشی در دندان‌پزشکی ندارد؛ لذا مطالعه حاضر با هدف بررسی خاصیت آنتی‌باکتریال گلاس یونومر نوری حاوی نانوذرات سیلیکا در درصدهای وزنی مختلف علیه باکتری پوسیدگی‌زای استرپتوکوکوس موتانس صورت گرفته. نتایج مطالعه حاضر نشان دادند که وجود نانوذرات سیلیکا در گلاس یونومر نوری در مقایسه با گروه کنترل درجاتی متفاوت از فعالیت آنتی‌باکتریال را آشکار می‌سازد به طوری که دیسک‌های حاوی غلظت ۲ درصد از نانوذرات سیلیکا به همراه گلاس یونومر نوری، بیشترین هاله عدم رشد را از خود نشان دادند (۸ میلی‌متر)، در حالی که هاله عدم رشد در قرص‌های گلاس یونومر نوری بدون نانوذرات سیلیکا در محیط کشت در برابر باکتری استرپتوکوکوس موتانس تنها ۱ میلی‌متر بود؛ در واقع با افزایش غلظت نانوذرات سیلیکا در گلاس یونومر نوری، خاصیت ضدباکتریایی آن، علیه باکتری استرپتوکوکوس موتانس به شدت افزایش می‌یابد. جیسا<sup>۱</sup> و همکاران در سال ۲۰۱۲ فعالیت ضدباکتریایی نانوذرات سیلیکا را علیه باکتری‌های اشريشياکولی<sup>۲</sup> به پانوش منتقل‌شود و کلبسیلا بررسی کردند و نتیجه گرفتند که در غلظت‌های بالاتر نانوذرات

<sup>3</sup> - Hetrick

<sup>4</sup> - Takashi

<sup>5</sup> - Farret

<sup>6</sup> - Beyth

<sup>1</sup> - Jisha

<sup>2</sup> - E.Coli

است؛ در این تست به باکتری اجازه داده می‌شود که در شرایط تحت کنترل برای مطالعه کینتیک رشد، در تماس مستقیم با مواد مورد مطالعه قرارگیرد (۲۰).

در مطالعه فرت و همکارانش (۱۶) درباره اضافه کردن کلرگزیدین به گلاس یونومردریافتند که پس از پنج روز خاصیت ضدباکتریال افزایش می‌یابد؛ درحالی‌که نتایج مطالعه اریکسون<sup>۵</sup> پس از شصت روز نشان داد که مقدار قابل توجهی از خاصیت آنتی‌باکتریال باقیمانده و قابل اندازه‌گیری است. نتایج مطالعه حاضر با نتایج مطالعه اریکسون و همکاران، مشابه است (۲۱ و ۲۲)؛ این خاصیت می‌تواند در نتیجه آزاد شدن فلوراید از گلاس یونومر نیز رخ دهد. درحالی‌که خاصیت آنتی‌باکتریال مواد مورد استفاده در دندان پزشکی، اغلب در طول زمان، کاهش می‌یابد، در گلاس یونومر این خاصیت افزایش می‌یابد (۱۶). گلاس ایونومر محتوی ۱۰ تا ۲۳ درصد فلوراید است که این فلوراید در وهله اول در ذرات گلاس و مقداری از آن در ماتریکس است. فلورایدی که آزاد می‌شود، از فلوراید سدیم حاصل می‌شود که در تشکیل ماتریکس شرکت نمی‌کند؛ بنابراین آزادسازی آن به کاهش خواص فیزیکی سیمان منجر نمی‌شود. بی‌درنگ پس از قراردادن گلاس ایونومر، آزادسازی فلوراید در بیشترین میزان، ممکن است که البته با گذشت زمان کاهش می‌یابد (۲۳)؛ درواقع، عمده آزادسازی فلوراید، طی ۲۴ تا ۴۸ ساعت اول انجام می‌گیرد که پس از آن به سرعت کاهش می‌یابد (۲۴). آزادسازی عمده اولیه، از فلوراید سطحی حاصل می‌شود درحالی‌که آزادسازی کم فلوراید در طولانی‌مدت حاصل از حجم ماده است. مشاهده شده‌است که آزادسازی فلوراید در عرض پنج سال با آزادسازی آن در عرض پنج ماه مشابهت دارد (۲۵). میزان آزادسازی فلوراید با کاهش PH، افزایش می‌یابد که به احتمال به دلیل حلالیت سطحی است (۲۶). شواهد نشان می‌دهند که گلاس ایونومر می‌تواند خاصیت شارژ مجدد داشته باشد. گلاس

نتیجه گرفتند که فعالیت ضدباکتریایی گلاس یونومر حاوی این نانوذرات به شدت افزایش می‌یابد (۱۷). الساکا<sup>۱</sup> و همکارانش در سال ۲۰۱۱ مطالعه‌ای با هدف بررسی خواص آنتی‌باکتریال گلاس یونومر حاوی ذرات دی اکسید تیتانیوم (Tio<sub>2</sub>) علیه باکتری استرپتوکوکوس موتانس به وسیله تست تماس مستقیم انجام دادند و در پایان اعلام کردند که گلاس یونومر حاوی نانوذرات دی اکسید تیتانیوم، خاصیت ضدباکتریایی بسیار بالایی از خود نشان می‌دهد (۱۸)؛ باکتری مورد استفاده در این مطالعه، استرپتوکوکوس موتانس بوده که نقشی مهم در تشکیل پلاک باکتریایی و ایجاد پوسیدگی دارد؛ همچنین در مطالعات الساکا، بیت و فرت نیز از این باکتری استفاده شده‌است (۱۶، ۱۷ و ۱۸)؛ از نکات قابل توجه در مطالعه یادشده، این بود که در نتایج تست انتشار آگار با افزایش درصد نانوذرات، هاله عدم رشد نیز افزایش یافت که این نتایج برخلاف نتایج یاپ<sup>۲</sup> و بیت هستند (۱۷ و ۱۹)؛ آنها در مطالعه خود اعلام کردند که گلاس یونومر، وقتی که سخت<sup>۳</sup> می‌شود در تست انتشار آگار هیچ‌گونه خاصیت ضدباکتریایی ندارد؛ در این مطالعه همچنین از آنجاکه تست انتشار آگار (ADT) به‌طور کافی، شرایط بالینی را منعکس نمی‌کند، از تست تماس مستقیم نیز برای تعیین رشد باکتری پس از آنکوبه کردن مقادیر کمی از سوسپانسیون باکتریایی روی سطح مواد استفاده کردند. تست انتشار آگار، تستی نیمه-کمی<sup>۴</sup> است که دراصل برای بررسی خاصیت ضدباکتریایی آنتی‌بیوتیک‌ها کاربرد دارد. با وجود اینکه تست انتشار آگار به‌طور وسیعی در مطالعات دندان-پزشکی استفاده می‌شود، برای آزمایش کردن موادی که به‌صورت غیرمحلول طراحی می‌شوند، مانند مواد ترمیمی مفید نیست (۱۷)؛ بنابراین، تست تماس مستقیم برای بررسی مقدار خاصیت آنتی‌باکتریال سطوح موادی که خاصیت حل‌شوندگی بسیار کمی دارند، طراحی شده-

<sup>1</sup> - Elsaka

<sup>2</sup> - Yap

<sup>3</sup> - set

<sup>4</sup> - Semi quantitative

<sup>5</sup> - Ericson

ممکن است بهبود یابد.

### نتیجه گیری

در پایان می توان این گونه نتیجه گرفت که نانوذرات سیلیکا به همراه گلاس یونومر نوری روی باکتری استرپتوکوکوس موتانس اثر ضدباکتریایی دارند و اثر آنها با افزایش درصد نانوذرات، افزایش می یابد؛ همچنین با گذشت زمان، خاصیت ضدباکتریایی گلاس یونومر نوری به همراه نانوذرات سیلیکا افزایش می یابد.

### پیشنهادها

از آنجاکه تست های مورد استفاده در این مطالعه نمی توانند به طور کامل، کمپلکس باکتریایی شکل گرفته در داخل دهان را شبیه سازی کنند، بنابراین مطالعات بالینی بعدی برای آزمایش کردن خاصیت آنتی باکتریال نانوذرات سیلیکا در محیط دهان لازم می نمایند؛ همچنین پیشنهاد می شود که این مطالعه در مدت زمان طولانی تر و علیه دیگر باکتری های عامل پوسیدگی در دهان مورد ارزیابی قرار گیرد؛ به علاوه، شایسته است خواص مکانیکی نانوذرات سیلیکا در ترکیب با گلاس اینومر نوری بررسی شوند.

### منابع

1. Powers JM, Sakguchi RL. Craig's Restorative dental material. 12<sup>th</sup>ed, mosby; USA 2006.
2. Roberson TM, Heymann HO. Art & Science of Operative Dentistry. 5<sup>th</sup> ed, Mosby; London 2006.
3. Cohen W, Wiltshire W. Long- term in vitro fluoride release and re-release from orthodontic bonding materials containing fluoride" American Journal of Orthod Dentofacial 2003; 124: 571-6.
4. Sadiq IM, Chowdhury B, Chandrasekaran N, Mukherjee A. Antimicrobial sensitivity of Escherichia coli to alumina nanoparticles. Nanomedicine 2009; 5(3):282-6.
5. Niu LN, Fang M, Jiao K, Tang LH, Xiao YH, Shen LJ, et al. Tetrapod-like zinc oxide whisker enhancement of resin composite. Journal of Dental Research 2010; 89(7):746-50.
6. Davidovich E, Weiss E, Fuks A, Beyth N. Surface antibacterial properties of glass ionomer cements used in atraumatic restorative treatment. The Journal of the American Dental Association 2007; 138(10): 1374-52.
7. Dastjerdi R, Montazer M. A review on the application of inorganic nano-structured materials in the modification of textiles: focus on anti-microbial properties, Colloids and surfaces. Colloids and surfaces. B, Biointerfaces. 2010; 79(1): 5-18.
8. Hobekast LV, Camacho GB, Demarco FF. Tensile bond strength and flexural modulus of resin cements – influence of the fracture resistance of teeth restored with

ایونومرهایی که در شرایط آزمایشگاهی در معرض ژله ای فلوراید قرار می گیرند، میزان زیادی فلوراید آزادمی کنند (۲۷). گزارش شده است که میزان آزادسازی یون فلوراید در گلاس ایونومرهای اصلاح شده با رزین مشابه یا بیشتر از گلاس ایونومرهای کانوشنال است (۲۸ و ۲۹)؛ در واقع شاید بتوان طولانی شدن اثر آنتی باکتریال گلاس یونومرهای حاوی نانوذرات سیلیکا را به اثر سینرژسم فلوراید موجود در خود گلاس یونومر نوری همراه با نانوذرات سیلیکای اضافه شده نسبت داد.

به علاوه در مطالعات گوناگون، افزودن نانوذراتی مختلف از جمله نانوهیدروکسی آپاتیت، نانو آلومینا، اکسید زیرکونیوم، فلورو آپاتیت و هیدروکسی آپاتیت به گلاس ایونومر باعث بهبود خواص مکانیکی این ماده شده است. از آنجاکه افزودن نانوذرات سیلیکا به کامپوزیت ها سبب بهبود خواص مکانیکی این مواد شده، ممکن است نانوذرات سیلیکا بتوانند روی خواص مکانیکی گلاس ایونومر نیز اثری مثبت داشته باشند (۳۰ تا ۳۵).

بنابراین می توان چنین نتیجه گرفت که با افزودن نانوذرات سیلیکا به گلاس اینومر نوری، علاوه بر افزایش خاصیت ضدباکتریایی، خواص مکانیکی این ماده نیز،

- ceramic inlays. Journal of Operative Dentistry 2007; 32(5):488-495.
9. Xu HHK, Quinn JB, Giu Seppetti AA. Wear and mechanical properties of nano-silica whisker composites. Journal of Dental Research 2004; 83:930-935.
10. Sumita B, Mitra Brian N. An application of nanotechnology in advanced dental materials. The Journal of the American Dental Association 2003; 134:1382-1390.
11. Adams L, Lyon D, Alvarez P. Comparative Eco-toxicity of Nanoscale TiO<sub>2</sub>, SiO<sub>2</sub>, and ZnO water suspensions. Water Research 2006; 40(19): 3527-32.
12. Beyth N, Yu dovin-farber I, Bahie R, Domb A, Weiss E. Antibacterial activity of dental composites containing quaternary ammonium polyethylenimine nanoparticles against streptococcus mutants' Biomaterial 2006; 27: 3995-4002.
13. Takashi K, Yoko T, Gang W, Kumi S, Takeshi Y, Norio T, et al. Preparation of Antibacterial Polymer-Grafted Silica Nanoparticle and Surface Properties of Composites Filled with the Silica Antibacterial Polymer-grafted Silica Nanoparticle. Polymer Journal 2009; 41: 744-751.
14. Jisha ER, Balamurugan G, Selvakumar P, Edison N. Synthesis of Silica Nanoparticle By Chemical Method And Their Antibacterial Activity. International Journal of Pharmacology Techniquial Research 2012; 4 (3): 1323-1331.



15. Hetrick EM, Shin JH, Stasko NA, Johnson CB. Bactericidal efficacy of nitric oxide-releasing silica nanoparticles. *ACS Nanotechnology* 2008; 2(2):235-46.
16. Farret M, Eduardo M, Eduardo G. Can we add chlorhexidine into glass ionomer cements for band cementation? *Angle Orthodontics* 2011; 81:496-502.
17. Beyth N, Raphael P, Ervin I. Antibacterial Activity of Dental Cements Containing Quaternary Ammonium Polyethylenimine Nanoparticles. *Journal of Nanomaterial* 2012; Article ID 814763.
18. Elsaka SE, Hamouda IM, Swain MV. Titanium dioxide nanoparticles addition to a conventional glass-ionomer restorative: influence on physical and antibacterial properties. *Journal of Dentistry* 2011; 39(9):589-98.
19. Yap AU, Khor E, Foo SH. Fluoride release and antibacterial properties of new-generation tooth-colored restoratives. *Operative Dentistry* 1999; 24(5):297-305.
20. Beyth N, Domb AJ, Weiss EI. An in-vitro quantitative antibacterial analysis of amalgam and composite resins. *Journal of Dentistry* 2007; 35(3): 201-206.
21. Ribeiro J, Ericson D. In vitro antibacterial effect of chlorhexidine added to glass-ionomer cements. *Scandinavia Journal of Dental Research* 1991; 99:533-540.
22. Hoszek A, Ericson D. In vitro fluoride release and the antibacterial effect of glass ionomers containing chlorhexidine gluconate. *Operative Dentistry* 2008; 33:696-701.
23. Forsten L. Short and long-term fluoride release from glass ionomer and other fluoride containing filling materials in vitro. *Scandinavia Journal of Dental Research* 1990; 98:179-185.
24. Deschepper EJ, Berry EA. A comparative study of fluoride release from glass ionomer cements. *Quintessence Int* 1991; 22:215-220.
25. Forsten L. Fluoride release of glass ionomers. In Hunt P: 2th symposium on glass ionomer cements. Philadelphia 1994:241-246.
26. Griffin F, Donly KJ. Caries inhibition by fluoride-releasing liners. *American Journal of Dentistry* 1992; 5:293-295.
27. Seppa L, Forss H. The effect of fluoride application on fluoride release and the antibacterial effect of glass ionomers. *Journal of Dental Research* 1993; 72:1310-1314.
28. Momoi Y, McCabe JF. Fluoride release from light activated glass ionomer restorative cements. *Dental Material* 1993; 9:151-154.
29. Sidhu SK, Watson TF. Resin modified glass ionomer materials. A status report for the American journal of dentistry. *American Journal of Dentistry* 1995; 8:59-67.
30. Sumits B, Dong Wu. An application of nanotechnology in advanced dental materials. *Journal of American Dentistry* 2003; 134:1382-1390.
31. Gu YW, Yap A. Effect of incorporation of HA/ZrO<sub>2</sub> into glass ionomer cement. *Biomaterial* 2005; 26:713-720.
32. Chae MH, Lee YK. The effect of hydroxyapatite on bonding strength in light curing glass ionomer dental cement. *Key of Engineering Material* 2006; 309(311):881-884.
33. Marwan AH, Caleb H. Synthesis and characterization of nano alumina dental filler. *International Journal of nano and Bio material* 2008; 1(4):411-428.
34. Moshaverinia AL, Ansari SA. Effect of incorporation of hydroxyapatite and fluoroapatite nanobioceramic into conventional glass ionomer cements. *Acta Biomaterial* 2008; 4(2):432-440.
35. Shivaughn M, White D. Comparison of the mechanical properties of two nano-filled composite materials. *Clinical Odontology* 2009; 5(3):241-246.

Daneshvar

Medicine

*Scientific-Research  
Journal of Shahed  
University  
21st year, No. 108  
December 2013,  
January 2014*

Received: 2013/10/15

Last revised: 2013/11/23

Accepted: 2013/11/27

## The Effect of light curing glass ionomer containing various amounts of silica nanoparticles on the Streptococcus mutans activity

Fatemeh Esmi<sup>1</sup>, Seyed Mahmoud Amin Maraashi<sup>2</sup>, Atefeh Saffari<sup>1</sup>, Esmail Taheri<sup>3</sup>

1. Aesthetic and Restorative Department, Dental Faculty, Babol University of Medical Sciences, Babol, Iran.
2. Microbiology Department, Babol University of Medical Science, Babol, Iran.
3. Dental Research Center, Dental Faculty, Babol University of Medical Science, Babol, Iran.

E-mail: f.esmi@yahoo.com

### Abstract

**Background and Objective:** Since the preparation of antibacterial materials in dentistry is very noticeable, therefore, we tried to evaluate this effect on Streptococcus mutans by addition of silica nanoparticles to LCGI (light curing glass ionomer).

**Materials and Methods:** In this in vitro study, we had five LCGI experimental groups that contained 0, 0.2, 0.5, 1, and 2% (w/w) of silica nanoparticles. For disc diffusion test, 15 samples were prepared and their anti-Streptococcus mutans effects in agar culture were evaluated. Antibacterial effects of 15 micro-tubes containing different groups of LCGI were evaluated in direct contact test.

**Results:** There were significant differences between specimens containing nanoparticles and control group in both disc diffusion and direct contact test.

**Conclusion:** In disc diffusion test, bacterial growth inhibition halo showed that LCGI penetrates into peripheral environment and disrupted bacterial growth. In direct contact test, samples showed significant bacterial growth inhibition. By increasing nanoparticles weight percent, there was a significant decrease in bacterial growth.

**Key words:** Light curing glass ionomer, Streptococcus Mutans, Silica nanoparticles, Antibacterial effect.