





دانشگاه علوم پزشکی  
و خدمات بهداشتی درمانی اردبیل  
دانشکده دندانپزشکی

پایان نامه جهت اخذ درجه‌ی دکترای حرفه‌ای دندانپزشکی

عنوان:

بررسی خاصیت ضد باکتریال سمان غنی شده کلسیمی (CEM cement) مخلوط شده

با نانوذرات (Ag/ZnO/ZSM-5) و (TiO<sub>2</sub>/ZnO/ZSM-5)

استاد راهنما:

دکتر مهرانوش کاویانی

اساتید مشاور:

دکتر مهدی رهبر

دکتر بهارک دیوبند

دکتر عزیز کامران

نگارش:

حامد رنجبری قاضیجهانی

بسمه تعالی

اینجانب حامد رنجبری قاضیجهانی دانش‌آموخته‌ی رشته‌ی دندانپزشکی مقطع دکتری حرفه‌ای به شماره دانشجویی ۹۶۲۶۳۷۰۰۸ گواهی می‌نمایم این پایان‌نامه تحت عنوان " بررسی خاصیت ضد باکتریال سمان غنی‌شده کلسیمی (CEM cement) مخلوط شده با نانوذرات (Ag/ZnO/ZSM-5) و (TiO<sub>2</sub>/ZnO/ZSM-5)" به راهنمایی استاد محترم سرکار خانم دکتر مهنوش کاویانی به‌طور کامل اصل و بدون هرگونه سرقت علمی/ ادبی بر اساس تعریف<sup>۱</sup> Plagiarism نگارش شده است و تمام یا قسمتی از آن توسط فرد دیگری در پایان‌نامه یا مراکز علمی دیگر ارائه نشده است. در ضمن اینجانب از مقررات مربوط به عدم رعایت صداقت در ارائه‌ی پایان‌نامه که منجر به مردود شدن و ارجاع به شورای پژوهشی دانشکده می‌شود، اطلاع کافی دارم.

تاریخ و امضاء دانشجو

بدین‌وسیله اصالت (Originality) و صحت نتایج این پایان‌نامه مورد تأیید ، استاد راهنما می‌باشد.

تاریخ و امضاء استاد راهنما

---

<sup>۱</sup> Plagiarism یا سرقت علمی/ ادبی عبارت است از استفاده از تمامی یا قسمتی از مطالب یا ایده‌های منتشر شده یا منتشر نشده فرد یا افراد دیگر بدون ذکر منبع به‌طور مناسب یا کسب اجازه در موارد ضروری.

## سوگندنامه

### بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

اکنون که با عنایات و الطاف بیکران الهی دوره‌ی  
دکتری دندانپزشکی را با موفقیت به پایان رسانده‌ام  
و مسئولیت خدمت به خلق را بر عهده گرفته‌ام در  
پیشگاه قرآن کریم به خداوند قادر متعال که دانای  
آشکار و نهان است، و نامش آرامش دل‌های  
خردمندان و یادش شفای آلام دردمندان، سوگند یاد  
می‌کنم که همواره حدود الهی و احکام مقدس  
دینی را محترم شمارم. از تضییع حقوق بیماران  
پرهیزم و سلامت و بهبود آنان را بر منافع مادی و  
امیال نفسانی خود مقدم دارم، در معاینه و معالجه،  
حریم عفاف را رعایت کنم و اسرار بیماران خود جز  
به ضرورت شرعی و قانونی فاش نسازم. خود را  
نسبت به حفظ قداست حرفه‌ی پزشکی و حرمت  
همکاران متعهد بدانم و از آلودگی به اموری که با  
پرهیزکاری و شرافت و اخلاق پزشکی منافات دارد

اجتناب ورزش، همواره برای ارتقاء دانش پزشکی  
خوبش تلاش کنم و از دخالت دراموری که آگاهی و  
مهارت لازم را در آن ندارم خودداری نمایم. در امر  
بهداشت، اعتلا فرهنگ و آگاهی‌های عمومی تلاش  
نمایم و تأمین، حفظ و ارتقاء سلامت جامعه را  
مسئولیت اساسی خوبش بدانم.

تقدیم به:

این پایان نامه را به پدر و  
مادر عزیزم تقدیم می کنم.

## تقدیر و سپاسگزاری

بدون شک جایگاه و منزلت استاد، اجل از آن است که در مقام قدردانی از زحمات بی شائبه‌ی او، با زبان قاصر و دست ناتوان، چیزی بنگاریم.

از استادگرامی دکتر مهنوش کاویانی بسیار سپاسگزارم چرا که بدون راهنمایی‌های ایشان انجام این پایان‌نامه بسیار مشکل می‌نمود.

از آقای دکتر مهدی رهبر و دکتر عزیز کامران به دلیل یاری‌ها و راهنمایی‌های بی چشمداشت که بسیاری از سختی‌ها را برایم آسان‌تر نمودند، تقدیر و تشکر می‌نمایم.

## بررسی خاصیت ضد باکتریال سمان غنی شده کلسیمی (CEM cement) مخلوط شده با

### نانوذرات (Ag/ZnO/ZSM-5) و (TiO<sub>2</sub>/ZnO/ZSM-5)

#### چکیده

**مقدمه:** مخلوط سمان غنی شده با کلسیم (CEM cement) یک سمان کلسیم سیلیکاتی است که در اقدامات درمانی نظیر وایتال پالپ تراپی، اپکسوژنرئیز و غیره کاربرد دارد. باکتری‌های گرم مثبت مثل انتروکوکوس فکالیس در عفونت‌های اندودانتیکس موثر هستند بنابراین، امروزه تلاش زیادی در راستای ایجاد خاصیت آنتی‌باکتریال در مواد دندانی مثل CEM cement می‌شود. در تحقیقات اخیر نانوذرات نقره- اکسیدروی (Ag/ZnO) و تیتانیوم-اکسید روی (Ti/ZnO) در بستری از ژئولیت برای ارتقای ویژگی‌های کموفیزیکال و آنتی‌باکتریال سمان‌های کلسیم سیلیکاتی نظیر MTA در نظر گرفته شده‌اند. از این رو این مطالعه با هدف بررسی خاصیت آنتی‌باکتریال نانوذرات (Ag/ZnO/ZSM-5) و (TiO<sub>2</sub>/ZnO/ZSM-5) بر روی CEM cement انجام شد.

**مواد و روش‌ها:** در این مطالعه نانوذرات (Ag/ZnO/ZSM-5) و (TiO<sub>2</sub>/ZnO/ZSM-5) با CEM cement ترکیب شدند و بر اساس طراحی مطالعه ۶ گروه (CEM بدون نانو ذره، ژئولیت ZSM-5، CEM حاوی (Ag/ZnO/ZSM-5) با ۳ و ۶ درصد وزنی و CEM حاوی (TiO<sub>2</sub>/ZnO/ZSM-5) با ۳ و ۶ درصد وزنی) مورد بررسی قرار گرفتند. فعالیت آنتی‌باکتریال اجزا با استفاده از روش کلنی کنت بررسی شد. داده‌های هر تست به‌طور جداگانه با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه‌ی ۱۶ به‌وسیله‌ی آزمون من‌ویتنی، کروسکال‌والیس آنالیز شد ( $p < 0.05$ ).

**یافته‌ها:** CEM حاوی (Ag/ZnO/ZSM-5) با ۳ و ۶ درصد وزنی و CEM حاوی (TiO<sub>2</sub>/ZnO/ZSM-5) با ۳ و ۶ درصد وزنی منجر به کاهش کلنی باکتریایی در مقایسه با گروه کنترل شده است ( $p < 0.05$ ). همچنین تعداد کلنی‌های در CEM حاوی (Ag/ZnO/ZSM-5) نسبت به CEM حاوی (TiO<sub>2</sub>/ZnO/ZSM-5) کمتر بود ( $p < 0.05$ ). علاوه بر این با افزایش درصد وزنی نانوذرات، خاصیت آنتی‌باکتریالی CEM حاوی نانوذره افزایش یافت ( $p < 0.05$ ).

**نتیجه‌گیری:** افزودن نانوذرات اکسید روی، اکسید تیتانیوم و نقره در بستر ژئولیت ZSM-5، باعث افزایش خاصیت ضد میکروبی آن می‌شود.

**کلمات کلیدی:** آنتی‌باکتریال، ژئولیت، سمان غنی شده کلسیمی، نانوذره



## فهرست مطالب

عنوان	صفحه
چکیده.....	ح

### فصل اول: معرفی پژوهش

۱-۱. بیان مسئله.....	۲
۲-۱. اهداف پژوهش.....	۶
۱-۲-۱. هدف کلی.....	۶
۲-۲-۱. اهداف اختصاصی.....	۶
۳-۲-۱. اهداف کاربردی.....	۷
۳-۱. سؤالات و فرضیه‌های پژوهش.....	۷
۴-۱. تعریف واژه‌ها.....	۸

### فصل دوم: مبانی نظری و پیشینه‌ی پژوهش

۱-۲. مقدمه.....	۱۰
۲-۲. مبانی نظری پژوهش.....	۱۰
۱-۲-۲. MTA و CEMcement.....	۱۰
۲-۲-۲. نانوذرات.....	۱۱
۳-۲-۲. نانوذرات اکسید روی.....	۱۲
۴-۲-۲. نانوذرات نقره.....	۱۲
۵-۲-۲. نانوذرات تیتانیوم دی اکساید.....	۱۴
۶-۲-۲. زئولیت ZSM-5.....	۱۵

- ۳-۲. مروری بر پیشینه‌ی پژوهش ..... ۱۷
- ۱-۳-۲. مروری بر پیشینه‌ی پژوهش در ایران ..... ۱۷
- ۲-۳-۲. پیشینه‌ی پژوهش در خارج ..... ۱۹
- ۳-۳-۲. جمع‌بندی پیشینه‌های پژوهش ..... ۲۰

### فصل سوم: مواد و روش‌ها

- ۱-۳. نوع مطالعه و روش پژوهش ..... ۲۳
- ۲-۳. جامعه‌ی آماری پژوهش ..... ۲۳
- ۳-۳. معیارهای ورود به مطالعه ..... ۲۳
- ۴-۳. حجم نمونه و روش نمونه‌گیری ..... ۲۳
- ۵-۳. ابزار و روش گردآوری داده‌ها ..... ۲۳
- ۱-۵-۳. سنتز زئولیت حاوی نانو اکسید روی-نقره (Ag/ZnO/ZSM-5) ..... ۲۳
- ۲-۵-۳. سنتز زئولیت حاوی نانو اکسید روی-اکسید تیتانیوم (TiO<sub>2</sub>/ZnO/ ZSM-5) ..... ۲۴
- ۳-۵-۳. نحوه‌ی ترکیب نانوذرات با سمان CEM ..... ۲۵
- ۴-۵-۳. آنالیز الگوی پراش پرتو ایکس XRD ..... ۲۶
- ۵-۵-۳. میکروسکوپ الکترونی روبشی گسیل میدانی (FE-SEM) و توزیع انرژی پرتوی ایکس (EDX) ..... ۲۶
- ۶-۵-۳. پراکندگی نور دینامیکی (DLS) ..... ۲۸
- ۷-۵-۳. آماده سازی نمونه‌ها و انجام تست ضد میکروبی ..... ۲۸
- ۶-۳. زمان و مکان انجام پژوهش ..... ۲۹
- ۷-۳. متغیرهای پژوهش ..... ۳۰

۳-۸. روش تجزیه و تحلیل داده‌ها ..... ۳۰

۳-۹. ملاحظات اخلاقی ..... ۳۰

### فصل چهارم: یافته‌های پژوهش

۴-۱. نتایج الگوی پراش پرتو X ..... ۳۲

۴-۲. میکروسکوپ الکترونی روبشی به همراه انرژی پراکنش اشعه ایکس ..... ۳۳

۴-۳. نتایج آنالیز MAPPING ..... ۳۴

۴-۴. خاصیت ضد میکروبی ..... ۳۶

۴-۵. یافته‌های تحلیلی ..... ۴۱

۴-۵-۱. مقایسه‌ی فعالیت آنتی باکتریال سمان CEM حاوی نانوذرات  $TiO_2/ZnO/ZSM-5$  با درصد

وزنی ۶ و سمان CEM حاوی نانوذرات  $Ag/ZnO/ZSM-5$  با ۶ درصد وزنی و  $TiO_2/ZnO/ZSM-5$  با

۳ درصد وزنی، علیه باکتری انتروکوکس فکالیس ..... ۴۱

۴-۵-۲. مقایسه‌ی فعالیت ضد قارچی سمان CEM حاوی نانوذرات  $Ag/ZnO/ZSM-5$  با درصد وزنی

۳ و سمان CEM حاوی نانوذرات  $TiO_2/ZnO/ZSM-5$  با درصد وزنی ۶ و سمان CEM حاوی

نانوذرات  $Ag/ZnO/ZSM-5$  با ۶ درصد وزنی علیه قارچ کاندیدا آلبیکنس ..... ۴۲

۴-۵-۳. مقایسه‌ی فعالیت آنتی باکتریال سمان CEM حاوی نانوذرات  $Ag/ZnO/ZSM-5$  با ۳ و ۶

درصد وزنی و  $TiO_2/ZnO/ZSM-5$  با ۳ و ۶ درصد وزنی، علیه باکتری اشرشیاکلاهی ..... ۴۳

### فصل پنجم: بحث، نتیجه‌گیری و پیشنهادهای پژوهش

۵-۱. بحث ..... ۴۶

۵-۲. نتیجه‌گیری ..... ۵۰

۵-۳. محدودیت‌ها و پیشنهادهای پژوهش ..... ۵۰

۵۰ ..... محدودیت‌ها ۱-۳-۵

۵۰ ..... پیشنهادهای پژوهش ۲-۳-۵

### منابع

۵۲ ..... منابع و مأخذ

## فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول ۴-۱: تقسیم بندی گروه‌های تست و کنترل بر اساس نوع و درصد نانوذره افزوده شده به سمان غنی شده کلسیمی .....	۳۴
جدول ۴-۲: ارزیابی خاصیت ضد میکروبی سمان غنی شده کلسیمی حاوی نانوذرات سنتز شده بر روی انتروکوک فکالینس .....	۳۶
جدول ۴-۳: ارزیابی خاصیت ضد قارچی سمان غنی شده کلسیمی حاوی نانوذرات سنتز شده بر روی کاندیدا آلبیکنس .....	۳۷
جدول ۴-۴: ارزیابی خاصیت ضد میکروبی سمان غنی شده کلسیمی حاوی نانوذرات سنتز شده بر روی اشرشیا کلای .....	۳۸
جدول ۴-۵: اختلاف میانگین کلنی کانت در مقایسه‌ی فعالیت آنتی باکتریال سمان CEM حاوی نانوذرات $\text{TiO}_2/\text{ZnO}/\text{ZSM-5}$ با درصد وزنی ۶ و سمان CEM حاوی نانوذرات $\text{Ag}/\text{ZnO}/\text{ZSM-5}$ با ۶ درصد وزنی و $\text{TiO}_2/\text{ZnO}/\text{ZSM-5}$ با ۳ درصد وزنی، علیه باکتری انتروکوکس فکالینس .....	۴۱
جدول ۴-۶: مقایسه‌ی فعالیت ضد قارچی سمان CEM حاوی نانوذرات $\text{Ag}/\text{ZnO}/\text{ZSM-5}$ با درصد وزنی ۳ و سمان CEM حاوی نانوذرات $\text{TiO}_2/\text{ZnO}/\text{ZSM-5}$ با درصد وزنی ۶ و سمان CEM حاوی نانوذرات $\text{Ag}/\text{ZnO}/\text{ZSM-5}$ با ۶ درصد وزنی علیه قارچ کاندیدا آلبیکنس .....	۴۲

## فهرست اشکال و تصاویر

صفحه

عنوان

- شکل ۱-۲: ساختار زئولیت ZSM-5 و حفره‌های سه بعدی با کانال‌های سینوسی ۵/۵×۵/۱ آنگستروم  
و کانال‌های مستقیم ۵/۳×۵/۶ آنگستروم ..... ۱۶
- تصویر ۱-۳: پودر نانوذرات سنتز شده از چپ به راست: (Ag/ZnO/ ZSM-5) و (TiO<sub>2</sub>/ZnO/ ZSM-5)  
..... ۲۵
- تصویر ۱-۴: نمودار پراش اشعه ایکس نانوذرات TiO<sub>2</sub>/ZnO/ZSM-5 و Ag/ZnO/ ZSM-5 ..... ۳۲
- تصویر ۲-۴: تصویر SEM پودر زئولیت حاوی نانوذرات TiO<sub>2</sub>/ZnO/ZSM-5 ..... ۳۳
- تصویر ۳-۴: تصاویر MAP مربوط به سمان غنی شده کلسیمی حاوی نانوذرات سنتز شده ..... ۳۵
- تصویر ۴-۴: رشد باکتری انتروکوک فکالیس برای نمونه‌ی سمان‌های غنی شده کلسیمی حاوی  
نانوذرات (سمت راست) و گروه کنترل (سمت چپ) ..... ۳۹
- تصویر ۵-۴: رشد باکتری اشیرشیاکلی (E-Coli) برای نمونه‌ی سمان‌های غنی شده کلسیمی حاوی  
نانوذرات (سمت راست) و گروه کنترل (سمت چپ) ..... ۳۹
- تصویر ۶-۴: رشد قارچ کاندیدا آلبیکانس برای نمونه‌ی سمان غنی شده کلسیمی‌های حاوی نانوذرات و  
گروه کنترل ..... ۴۰