



پایان نامه کارشناسی ارشد

# بررسی خواص سایشی و زیست سازگاری نانو کامپوزیت سیانو اکریلات / سیلیکا

زهرا باقری

استاد راهنما  
دکتر مهرداد کاشفی

تابستان ۹۰





دفتر مدیریت تحصیلات تکمیلی

**\* فرم ارزشیابی پایان نامه کارشناسی ارشد \***

تاریخ: ۳-۹۰

شماره: ۹۰/۴/۲۱

پیوست: خلاصه پایان نامه انگلیسی و فارسی

نام و نام خانوادگی دانشجو: زهرا باقری تاریخ شروع تحصیل: نیمسال اول ۸۸-۸۷ تعداد واحد جبرانی: -

رشته و گرایش تحصیلی: مهندسی مواد- شناسایی و انتخاب مواد مهندسی تاریخ دفاع: ۱۳۹۰/۴/۲۱ استاد راهنما: مهرداد کاشفی

عنوان پایان نامه: بررسی خواص سایشی و زیست سازگاری نانو کامپوزیت سیانواکریلات/SiO<sub>2</sub>

ملاحظات	نمره کسب شده	حداکثر نمره	معیارهای ارزشیابی
	۲/۲۵	۳	کیفیت نگارش - انسجام در تنظیم و تدوین مطالب، حسن نگارش و رعایت دستورالعمل - کیفیت تصاویر، اشکال و منحنی‌های استفاده شده
	۱۲	۱۲	کیفیت علمی - بررسی تاریخچه موضوع و بیان سابقه پژوهش در موضوع - ابتکار و نوآوری - ارزش علمی و یا کاربردی - استفاده از منابع و مواخذ به لحاظ کمی و کیفی (به روز بودن) - کیفیت نظرات و پیشنهادات برای ادامه تحقیق
	۳	۳	کیفیت ارائه - تسلط به موضوع و توانایی در پاسخگویی به سوالات در جلسه دفاع - نحوه ارائه (رعایت زمان، تفهیم موضوع، کیفیت ترانس پرسنی و...)
	۱	۱	مقاله - مقاله مستخرج از پایان نامه که بر اساس دستورالعمل تهیه و به تأیید استاد راهنما رسیده و به همراه پایان نامه تحویل گردیده است
	۱	۱	اتمام به موقع - اتمام به موقع دوره و تحویل گزارشات
	۱۹/۲۵	۲۰	نمره پایان نامه

امضاء	نام دانشگاه	مرتبۀ علمی	نام و نام خانوادگی	اعضای هیئت داوران
	فردوسی مشهد	استادیار	مهرداد کاشفی	استاد راهنما
	فردوسی مشهد	دانشیار	سید مجتبی زبرجد	استاد دفاع اول
	فردوسی مشهد	استادیار	ابوالفضل باباخانی	استاد دفاع دوم
	فردوسی مشهد	استادیار	محمد مزینانی	نماینده کمیته تحصیلات تکمیلی

جلسه دفاع در تاریخ ۱۳۹۰/۴/۲۱ برگزار گردید و نمره نامبرده ۱۹/۲۵ (نوزده و بیست و پنج صدم) می‌باشد که با توجه به ماده ۲۰ آیین نامه آموزشی دوره‌ی کارشناسی ارشد ناپیوسته مصوب ۱۳۷۳/۱۰/۲۵ به آن درجه عالی تعلق می‌گیرد.

نام و نام خانوادگی مدیر گروه: دکتر ابوالفضل باباخانی

- سهم اعضای هیئت داوران در ارزشیابی یکسان است.
- محاسبه میانگین و اعمال یک نمره مربوط به بخش اتمام به موقع با توجه به تاریخ شروع و پایان تحصیل توسط نماینده تحصیلات تکمیلی گروه

انجام می‌گیرد.

**\* (لطفاً به توضیحات مندرج در پشت برگه توجه فرمائید) \***

## چکیده:

چسب های سیانواکریلات در پزشکی و دندانپزشکی به دلیل استحکام کششی و برشی بالا، خودگیری سریع، کم خطر بودن و استفاده آسان کاربردهای بسیاری پیدا کرده اند. در پژوهش حاضر بررسی نقش نانوذرات  $\text{SiO}_2$  بر رفتار سایش چسب های سیانواکریلات در محیط شبیه سازی شده با محیط دهان می باشد. از طرفی خواص زسیت سازگاری نانو کامپوزیت ها نیز بررسی شد. نتایج آزمون سایش نشان داد رفتار سایشی و نرخ سایشی نمونه ها وابسته به شدت بار اعمالی و محیط ساینده می باشد. با افزایش نانوذرات  $\text{SiO}_2$  به سیانواکریلات مکانیزم سایش تغییر میکند. اما، افزایش نیروی عمود اعمالی تغییر در مکانیزم سایش ایجاد نمی کند. از طرفی تاثیر محیط ساینده بر مکانیزم سایش وابسته به نوع مکانیزم سایش ماده است. هم چنین، نتایج آزمونهای حرارتی مشخص کرد که میزان افزایش دما ناشی از خودگیری نانو کامپوزیت سیانواکریلات با ۱۳ درصد وزنی  $\text{SiO}_2$  به بافت های لثه ای آسیب نمی رساند و این نمونه ها در محدوده ی دمایی بدن انسان پایدار هستند. نتایج آزمون زسیت سازگاری مشخص کرد که با افزایش زمان مجاورت سلولها با عصاره (مواد آزاد شده) از درموباند و نانو کامپوزیت تولید شده، درجات پائینی از سیتوتوکسیسیته ایجاد می شود و اختلاف قابل ملاحظه ای از نظر سیتوتوکسیسیته بین غلظتهای مختلف دو عصاره مواد مذکور وجود ندارد.

کلمات کلیدی: سیانواکریلات، پودر نانومتری سیلیکا، خواص زسیت سازگاری، آزمون سایش

# فهرست

۱	فصل اول: مروری بر منابع .....
۲	(۱-۱) مواد دندانانی .....
۷	(۲-۱) چسب سیانواکریلات .....
۸	(۳-۱) شیمی و پلیمریزاسیون .....
۱۰	(۴-۱) افزودنیها .....
۱۰	(۱-۴-۱) پایدار کنندههای سیانواکریلات .....
۱۲	(۲-۴-۱) غلیظ کنندهها .....
۱۲	(۳-۴-۱) آغازگرهای سیانواکریلات .....
۱۳	(۴-۴-۱) فعال کنندههای سطح .....
۱۳	(۵-۱) خواص سیانواکریلات .....
۱۳	(۱-۵-۱) خواص سیانواکریلات خودگیر نشده (مایع) .....
۱۴	(۲-۵-۱) خواص سیانواکریلات هنگام خودگیری (مایع به جامد) .....
۱۴	(۳-۵-۱) سرعت خودگیری .....
۱۵	(۴-۵-۱) مقاومت حرارتی .....
۱۶	(۵-۵-۱) مقاومت در برابر حلال .....
۱۶	(۶-۱) مزایا و معایب سیانواکریلات .....
۱۷	(۷-۱) کاربردها .....
۱۸	(۱-۷-۱) کاربردهای پزشکی .....
۱۸	(۱-۱-۷-۱) چسب جایگزین بخیه .....
۲۰	(۲-۱-۷-۱) دریچه قلب .....
۲۱	(۳-۱-۷-۱) حاملهای دارو .....
۲۱	(۲-۷-۱) کاربرد در دندانپزشکی .....
۲۱	(۱-۲-۷-۱) کامپوزیت‌های سیانواکریلات به عنوان سیمانهای دندانانی .....
۲۳	(۸-۱) سایش پلیمرها .....

- ۲۳ ..... (۱-۸-۱) سایش خراشی: .....
- ۲۴ ..... (۲-۸-۱) سایش چسبنده: .....
- ۲۶ ..... (۳-۸-۱) سایش شیمیایی: .....
- ۲۶ ..... (۴-۸-۱) سایش ورقه ورقه شدن: .....
- ۲۸ ..... (۵-۸-۱) سایش خستگی: .....
- ۲۸ ..... (۹-۱) سایش نانوکامپوزیت‌های پایه پلیمری .....
- ۳۰ ..... (۱-۹-۱) رفتار سایشی نانوکامپوزیت اپوکسی و  $\text{Si}_3\text{N}_4$  : .....
- ۳۱ ..... (۲-۹-۱) رفتار سایشی نانوکامپوزیت  $\text{PPESK}/\text{TiO}_2$  و میکروکامپوزیت  $\text{PPESK}/\text{TiO}_2$  .....
- ۳۲ ..... (۳-۹-۱) رفتار سایشی کامپوزیت بر پایه پلیمر نایلون ۱۱ : .....
- ۳۳ ..... (۴-۹-۱) رفتار سایشی کامپوزیت پلیمر نایلون ۶ و خاک رس : .....
- ۳۵ ..... (۵-۹-۱) رفتار سایشی نانوکامپوزیت پلی آمید و کربن نانوتیوپ تک لایه .....
- ۳۶ ..... (۶-۹-۱) رفتار سایشی نانوکامپوزیت نایلون ۶۶ و اکسیدتیتانیوم : .....
- ۳۷ ..... (۷-۹-۱) رفتار سایشی نانوکامپوزیت اپوکسی و سیلیکا .....
- ۳۸ ..... (۱۰-۱) زیست سازگاری .....
- ۳۸ ..... (۱-۱۰-۱) روشهای آزمون خارج از بدن برای بیان زیست سازگاری .....
- ۴۰ ..... (۲-۱۰-۱) کشت سلولی: .....
- ۴۲ ..... (۱-۲-۱۰-۱) توضیح چند اصطلاح موجود در کشت سلولی .....
- ۴۲ ..... (۲-۲-۱۰-۱) مزایای کشت سلولی .....
- ۴۳ ..... (۳-۲-۱۰-۱) معایب کشت سلولی : .....
- ۴۴ ..... (۴-۲-۱۰-۱) خصوصیات سلول فیبرو بلاست .....
- ۴۵ ..... (۵-۲-۱۰-۱) روش MTT .....
- ۴۶ ..... فصل دوم: هدف پژوهش .....
- ۴۷ ..... هدف : .....
- ۴۸ ..... فصل سوم: مواد و روش تحقیق .....
- ۴۹ ..... (۱-۳) مقدمه: .....
- ۴۹ ..... (۲-۳) مواد اولیه: .....
- ۵۰ ..... ۲-پودر: .....

۵۲	۳-اسید پارائولون سولفونیک: .....
۵۳	۴-کافئین: .....
۵۴	۳-۳) اثر ترتیب اعمال شروع کننده پلیمرشدن: .....
۵۵	۳-۴) فرمولاسیون نمونه‌های نانوکامپوزیت سیانواکریلات / $SiO_2$ : .....
۵۶	۳-۵) مخلوط سازی: .....
۵۷	۳-۵-۱) روش دستی تهیه نمونه ها: .....
۶۰	۳-۵-۲) روش تهیه نمونه ها توسط همزن مغناطیسی: .....
۶۰	۳-۶) نمونه سازی : .....
۶۰	۳-۶-۱) تهیه نمونه های آزمون سختی سنجی: .....
۶۱	۳-۶-۲) نمونه سازی تست سایش: .....
۶۱	۳-۶-۳) تهیه نمونه های آزمون میکروسکوپ تونلی روبشی: .....
۶۲	۳-۶-۴) تهیه نمونه های آزمون سمیت سلولی: .....
۶۲	۳-۷) آزمونهای انجام شده بر روی کامپوزیت حاصله: .....
۶۳	۳-۷-۱) آزمون میکرو سختی سنجی: .....
۶۳	۳-۷-۲) آزمون سایش: .....
۶۷	۳-۷-۳) بررسی میزان رطوبت سطحی: .....
۶۷	۳-۷-۴) آزمون گرما سنجی روبشی افتراقی و آنالیز حرارتی وزنی: .....
۶۸	۳-۷-۵) آزمون میکروسکوپ تونلی روبشی: .....
۶۸	۳-۷-۶) آزمون سمیت سلولی: .....
۷۱	فصل چهارم: بحث و نتایج .....
۷۲	۴-۱) بررسی نتایج حاصل از بررسی میزان رطوبت سطحی: .....
۷۳	۴-۲) بررسی نتایج حاصل از آزمون سایش: .....
۸۴	۴-۳) بررسی نتایج حاصل از آزمون میکرو سختی سنجی: .....
۸۶	۴-۴) بررسی نتایج حاصل از آزمون TGA: .....
۸۸	۴-۵) بررسی نتایج حاصل از آزمون DSC: .....
۹۰	۴-۶) بررسی نتایج مطالعات میکروسکوپی از سطح ساییده: .....
۹۱	۴-۶-۱) بررسی نتایج اثر افزایش پودر بر مکانیزم سایش: .....

- ۹۵.....۲-۶-۴ بررسی نتایج اثر روش تولید بر مکانیزم سایش:
- ۹۷.....۳-۶-۴ بررسی نتایج اثر بار در صورت حضور پودر تقویت کننده بر مکانیزم سایش:
- ۹۹.....۴-۶-۴ بررسی نتایج اثر بار در صورت عدم حضور پودر تقویت کننده بر مکانیزم سایش:
- ۱۰۱.....۴-۶-۴ بررسی نتایج اثر محیط ساینده در صورت عدم حضور پودر تقویت کننده:
- ۱۰۳.....۵-۶-۴ بررسی نتایج اثر محیط ساینده در صورت حضور پودر تقویت کننده:
- ۱۰۴.....۷-۴ بررسی نتایج آزمون STM:
- ۱۰۷.....۸-۴ بررسی نتایج آزمون زیست سازگاری:
- ۱۲۴..... فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادات
- ۱۲۵..... (۱-۵) نتیجه گیری
- ۱۲۶..... (۲-۵) پیشنهادات برای مطالعات آینده:
- ۱۲۷..... (۶) منابع



## فهرست تصاویر

- شکل ۱-۱- ساختار استرهای سیانواکریلات [۱۳]..... ۸
- شکل ۲-۱- مراحل پلیمرشدن سیانواکریلات [۱۲]..... ۹
- شکل ۳-۱- تصویری از سایش ساینده در پلی‌آمید [۳۶]..... ۲۴
- شکل ۵-۱- تصویر شماتیک از سایش چسبنده [۴۰]..... ۲۵
- شکل ۶-۱- تصویری از سایش چسبنده در پلی‌پروپیلن [۴۱]..... ۲۵
- شکل ۷-۱- تصویر شماتیک از مراحل مختلف سایش ورقه ورقه شدن [۴۱]..... ۲۷
- شکل ۸-۱- تصاویر SEM از سطح ساییده نایلون ۶ و کامپوزیت های آن [۵۳]..... ۳۴
- شکل ۹-۱- تصاویر SEM از سطح ساییده اپوکسی و کامپوزیت های آن [۵۳]..... ۳۷
- شکل ۱۰-۱- تصویر سلولهای فیبروبلاست موش [۶۶]..... ۳۹
- شکل ۱۱-۱- تصویر سلولهای ماکروفاژ موش [۶۷]..... ۴۰
- شکل ۱-۳- مراحل مخلوط سازی پودر  $\text{SiO}_2$  و سیانواکریلات به روش دستی..... ۵۸
- شکل ۲-۳- مراحل مخلوط سازی پودر  $\text{SiO}_2$  و سیانواکریلات از طریق همزن مغناطیسی..... ۵۹
- شکل ۳-۳- تصویر دستگاه میکرو سختی سنج..... ۶۳
- شکل ۴-۳- نمای کلی دستگاه سایش..... ۶۴
- شکل ۱-۴- نرخ سایش برای نمونه ی تهیه شده از روش دستی..... ۷۴
- شکل ۲-۴- نرخ سایش برای نمونه ی تهیه شده توسط همزن مغناطیسی..... ۷۵
- شکل ۳-۴- نرخ سایش برای دو نمونه تهیه شده از روش دستی و توسط همزن مغناطیسی برای نیروی کمینه در محیط بزاق مصنوعی..... ۷۷
- شکل ۴-۴- نرخ سایش برای دو نمونه تهیه شده از روش دستی و توسط همزن مغناطیسی برای نیروی بیشینه در محیط بزاق مصنوعی..... ۷۸
- شکل ۵-۴- نرخ سایش برای دو نمونه تهیه شده از روش دستی و همزن مغناطیسی در محیط بزاق مصنوعی و برنج را برای نیروی کمینه..... ۷۹
- شکل ۶-۴- نرخ سایش برای دو نمونه تهیه شده از روش دستی و همزن مغناطیسی در محیط بزاق مصنوعی و برنج را برای نیروی بیشینه..... ۸۰
- شکل ۷-۴- نرخ سایش برای دو نمونه تهیه شده از روش دستی و همزن مغناطیسی در محیط بزاق مصنوعی و خمیردندان را برای نیروی کمینه..... ۸۲
- شکل ۸-۴- نرخ سایش برای دو نمونه تهیه شده از روش دستی و همزن مغناطیسی در محیط بزاق مصنوعی و خمیردندان را برای نیروی بیشینه..... ۸۳

- شکل ۴-۹- نتایج حاصل از آزمون میکرو سختی سنجی بر روی نمونه ها تهیه شده توسط همزن مغناطیسی و دستی ..... ۸۵
- شکل ۴-۱۰- نتایج حاصل از آزمون TGA برای نمونه ی بدون پودر و کامپوزیت سیانواکریلات و ۱۳٪ درصد وزنی  $SiO_2$  ..... ۸۷
- شکل ۴-۱۱- نتایج حاصل از آزمون DSC را برای نمونه سیانواکریلات خالص و نمونه کامپوزیتی ..... ۸۹
- تصویر الف-۴-۱۲- تصویر SEM نمونه  $Cy/ 0\% SiO_2$  ..... ۹۱
- تصویر ب-۴-۱۲- تصویر SEM نمونه  $Cy/ 9\% SiO_2$  ..... ۹۲
- تصویر ج-۴-۱۲- تصویر SEM نمونه  $Cy/ 11\% SiO_2$  ..... ۹۲
- تصویر د-۴-۱۲- تصویر SEM نمونه  $Cy/ 13\% SiO_2$  ..... ۹۳
- شکل ۴-۱۳- تصویر شماتیک سایش چسبنده ..... ۹۴
- شکل ۴-۱۴- تصویر شماتیک سایش خراشی ..... ۹۴
- تصویر الف-۴-۱۵- تصویر SEM نمونه  $Cy/ 13\% SiO_2$  (دستی) ..... ۹۵
- تصویر ب-۴-۱۵- تصویر SEM نمونه  $Cy/ 13\% SiO_2$  (مغناطیسی) ..... ۹۶
- تصویر الف-۴-۱۶- تصویر SEM نمونه  $Cy/ 13\% SiO_2$  برای بار  $5/6 N$  ..... ۹۷
- تصویر ب-۴-۱۶- تصویر SEM نمونه  $Cy/ 13\% SiO_2$  برای بار  $12/3 N$  ..... ۹۸
- تصویر الف-۴-۱۷- تصویر SEM نمونه  $Cy/ 0\% SiO_2$  برای بار  $5/6 N$  ..... ۹۹
- تصویر ب-۴-۱۷- تصویر SEM نمونه  $Cy/ 0\% SiO_2$  برای بار  $12/3 N$  ..... ۱۰۰
- تصویر الف-۴-۱۸- تصویر SEM نمونه  $Cy/ 0\% SiO_2$  برای محیط برنج و بزاغ مصنوعی ..... ۱۰۱
- تصویر ب-۴-۱۸- تصویر SEM نمونه  $Cy/ 0\% SiO_2$  برای محیط بزاغ مصنوعی ..... ۱۰۲
- تصویر الف-۴-۱۹- تصویر SEM نمونه  $Cy/ 13\% SiO_2$  برای محیط برنج و بزاغ مصنوعی ..... ۱۰۳
- تصویر ب-۴-۱۹- تصویر SEM نمونه  $Cy/ 0\% SiO_2$  برای محیط بزاغ مصنوعی ..... ۱۰۴
- شکل ۴-۲۰- دیاگرام بدست آمده توسط حرکت سوزن STM را بر روی مربعی به اندازه  $500\text{ nm} \times 500\text{ nm}$  از سطح نمونه کامپوزیتی با ۳۲٪ درصد حجمی ذرات تقویت کننده ..... ۱۰۵
- شکل ۴-۲۱- تصویر ۳ بعدی از مربعی به اندازه  $500\text{ nm} \times 500\text{ nm}$  از سطح نمونه کامپوزیتی ..... ۱۰۶
- شکل ۴-۲۲- دیاگرام بدست آمده توسط حرکت سوزن STM را بر روی مربعی به اندازه  $800\text{ nm} \times 800\text{ nm}$  از سطح نمونه کامپوزیتی با ۳۲٪ درصد حجمی ذرات تقویت کننده ..... ۱۰۶
- شکل ۴-۲۳- تصویر ۳ بعدی از مربعی به اندازه  $800\text{ nm} \times 800\text{ nm}$  از سطح نمونه کامپوزیتی ..... ۱۰۷
- شکل ۴-۲۴: مقایسه سیتوتوکسیسیته دو عصاره ۱ و ۲ در غلظت های مختلف (۰/۷۵، ۰/۵، ۰/۲۵) و کنترل پس از ۲۴ ساعت ..... ۱۰۹

- شکل ۴-۲۵: مقایسه سیتوتوکسیسیته دو عصاره ۱ و ۲ در غلظت های مختلف (۰/۷۵، ۰/۵، ۰/۲۵) و کنترل پس از ۴۸ ساعت..... ۱۱۰
- شکل ۴-۲۶: مقایسه سیتوتوکسیسیته دو عصاره ۱ و ۲ در غلظت های مختلف (۰/۷۵، ۰/۵، ۰/۲۵) و کنترل پس از ۷۲ ساعت..... ۱۱۲
- شکل ۴-۲۷: مقایسه درصد زنده ماندن سلولها در مجاورت غلظت های مختلف دو عصاره ۱ و ۲ پس از ۲۴ ساعت..... ۱۱۶
- شکل ۴-۲۸: مقایسه درصد زنده ماندن سلولها در مجاورت غلظت های مختلف دو عصاره ۱ و ۲ پس از ۴۸ ساعت..... ۱۱۶
- شکل ۴-۲۹: مقایسه درصد زنده ماندن سلولها در مجاورت غلظت های مختلف دو عصاره ۱ و ۲ پس از ۷۲ ساعت..... ۱۱۷
- شکل ۴-۳۰: سلولهای فیبروبلاست دست نخورده (گروه کنترل) مشاهده می شود..... ۱۱۷
- شکل ۴-۳۱: سلولهای فیبروبلاست در مجاورت عصاره سیانواکریلات (غلظت ۱/۲) پس از ۲۴ ساعت..... ۱۱۸
- شکل ۴-۳۲: سلولهای فیبروبلاست در مجاورت عصاره سیانواکریلات (غلظت ۱/۴) پس از ۷۲ ساعت..... ۱۱۸
- شکل ۴-۳۳: سلولهای فیبروبلاست در مجاورت عصاره نانوکامپوزیت سیلیکاتی با بسترسیانواکریلات در پس از ۷۲ ساعت..... ۱۱۹

## فهرست جداول

جدول ۱-۳ - اطلاعات Loctite 460	۵۰
جدول ۲-۳ - خواص فیزیکی پودر $\text{SiO}_2$	۵۲
جدول ۳-۳ - مشخصات کافئین و اسید مورد استفاده	۵۴
جدول ۳-۴ - فرمولاسیون‌های تهیه شده برای بررسی خواص نانوکامپوزیت سیانواکریلات/ $\text{SiO}_2$ در حضور ۰/۵ wt% اسید و ۱/۵ wt% کافئین	۵۶
جدول ۳-۵ - ترکیب بزاغ مصنوعی با فرمولاسیون Fusayama-Meyer در یک لیتر آب مقطر	۶۵
جدول ۴-۱ - وزن نمونه هاقبل و پس از قرار گیری به مدت ۳۴ دقیقه در محیط بزاغ مصنوعی	۷۳
جدول ۴-۲ - میزان دمای ۱۰٪ تخریب و ۵۰٪ تخریب را برای نمونه ی بدون پودر و کامپوزیت سیانواکریلات $\text{SiO}_2$	۸۸
جدول ۳-۴ - اطلاعات مربوط به آزمون DSC برای کامپوزیت سیانواکریلات تقویت شده با پودر نانومتری $\text{SiO}_2$ و نمونه‌ی بدون پودر	۹۰
جدول ۴-۴: مقایسه میانگین و انحراف معیار و ضریب اطمینان ۹۵٪ درصد سلولهای زنده در مجاورت دو عصاره ۲و۱ در غلظت های مختلف (۰/۷۵، ۰/۵، ۰/۲۵) و کنترل پس از ۲۴ ساعت	۱۰۸
جدول ۴-۵: ارتباط بین درصد زنده ماندن سلولها (سیتوتوکسیتی) در مجاورت دو عصاره ۲و۱ در غلظت های مختلف (۰/۷۵، ۰/۵، ۰/۲۵) و کنترل پس از ۲۴ ساعت	۱۰۹
جدول ۴-۶: مقایسه میانگین و انحراف معیار و ضریب اطمینان ۹۵٪ درصد سلولهای زنده در مجاورت دو عصاره ۲و۱ در غلظت های مختلف (۰/۷۵، ۰/۵، ۰/۲۵) و کنترل پس از ۴۸ ساعت	۱۱۰
جدول ۴-۷: ارتباط بین درصد زنده ماندن سلولها (سیتوتوکسیتی) در مجاورت دو عصاره ۲و۱ در غلظت های مختلف (۰/۷۵، ۰/۵، ۰/۲۵) و کنترل پس از ۴۸ ساعت	۱۱۱
جدول ۴-۸: مقایسه میانگین و انحراف معیار و ضریب اطمینان ۹۵٪ درصد سلولهای زنده در مجاورت دو عصاره ۲و۱ در غلظت های مختلف (۰/۷۵، ۰/۵، ۰/۲۵) و کنترل پس از ۷۲ ساعت	۱۱۲
جدول ۴-۹: ارتباط بین درصد زنده ماندن سلولها (سیتوتوکسیتی) در مجاورت دو عصاره ۲و۱ در غلظت های مختلف (۰/۷۵، ۰/۵، ۰/۲۵) و کنترل پس از ۷۲ ساعت	۱۱۳
جدول ۴-۱۰: مقایسه میانگین درصد زنده ماندن سلولها (mean $\pm$ SD) در غلظت های مختلف دو عصاره	۱۱۴

دولتوں

کے ساتھ ساتھ

## ۱-۱) مواد دندانی

عامل اصلی بیماری‌های دهان و دندان قبل از سن ۳۵ سالگی پوسیدگی دندان است [۱]. بعد از این سن عامل اصلی مشکلات دندان پیشرفت تخریب‌های مداوم استخوان است. پوسیدگی ناشی از غذا در عصر تکنولوژی شیوع بیشتری یافته است. پوسیدگی را باکتری‌هایی که به سطح دندان می‌چسبند و در شکاف‌ها و درزها و گودی‌های آن جایگزین می‌شوند ایجاد می‌کنند [۱ و ۲]. باکتری‌ها روی سطح دندان را می‌پوشانند و تبادلات با سطح دندان را به حداقل می‌رسانند. برای مقاوم کردن دندان در برابر پوسیدگی، پیوسته کردن سطح دندان‌ها مهم بوده که با پر کردن درزها و گودی‌های میانی دندان صورت می‌گیرد [۱].

برای پر کننده های دندان ترکیبات متعددی وجود دارد که یکی از پیشرفته ترین آنها که آزمایشهای عملی خود را پشت سر گذاشته ، نواسیل<sup>۱</sup> است [۲]. این پر کننده، شامل سه جزء است که اکثر آن شامل بیسفنل A<sup>۲</sup> و گلایسیدل متاکریلات<sup>۳</sup> بوده و جزء سوم آن متیل متاکریلات می باشد

از دیگر پر کننده های دندانی، انواع آلکیل-۲-سیانوآکریلات<sup>۴</sup> ها می باشند. این گونه پر کننده ها به عنوان یک پوشش برای کاربردهای موضعی فلوراید (سدیم فلوراید، فلورید قلع و سدیم فلوراید زیرکونیم) و برای نگهداشتن فلوراید در محل واقعی خود عمل میکنند تا زمان کافی برای شکل گیری یک لایه سطحی مینا با درصد بالایی از فلئوراپاتایت را به دندان بدهند.

---

<sup>1</sup> Navaseal

<sup>2</sup> BispHenol A

<sup>3</sup> Glycidyl Methacrylate

<sup>4</sup> Alkyl-2-Cyanoacrylate

## الف) کامپوزیت های دندانی

سیمان های دندانی، با استفاده گسترده و کاربردی ساده، از مهمترین موادی هستند که در دندانپزشکی به کار میروند [۳]. سیمان ها تجزیه و در داخل حفره دهان فاسد میشوند. مایع بزاقی، علاوه بر دیگر مایعاتی که در دهان جذب میشوند، باعث ایجاد یک واکنش با این مواد جاسازی شده در دندان میشود [۳].

اگرچه سیمان ها به عنوان عوامل درزگیری مطرح میشوند، حالت درزگیری موثر و پوششی مناسب ندارند زیرا درزگیری به خواص چسبندگی نیاز دارد و سیمان ها نمیتوانند این حالت را داشته باشند. اگر سیمان جایگذاری شده در پروتز در برابر مایعات دهان به نحو مطلوبی محافظت شود، برای مدت یک دهه یا حتی بیشتر دوام خواهد داشت [۲ و ۱].

رزین های کامپوزیتی جهت بازسازی ساختمان دندان ها و تغییر رنگ و افزایش زیبایی سطح دندان ها به کار می-روند [۲ و ۳]. سیلیکات<sup>۵</sup> نخستین ماده ترمیم مستقیم بود ( سال ۱۸۷۱) که با استفاده از رزین های اکریلیک<sup>۶</sup> و سپس رزین های کامپوزیتی تداوم یافت. هرچند سیلیکات خواص ضد پوسیدگی را هم دارا بوده ولی نقایص زودرس کلینیکی آن زیاد می باشد. وجود این خواص ( حل شدن در مایعات دهانی ، شکستگی های سطحی و کمبود خصوصیات مکانیکی) باعث گردید که در دهه ۱۹۶۰ استفاده از این مواد متوقف شود [۳].

---

<sup>5</sup> Silicate

<sup>6</sup> Acrylic

رزین‌های اکریلیک بدون پرکننده<sup>۷</sup> بوده، وزن مولکولی کمی داشته و فاقد تقویت حاصل شده در اثر حضور اجزاء فیلر سرامیک در کامپوزیت‌ها بودند. شکست‌های کلینیکی آنها مستقیماً مربوط به عدم ثبات ابعادی، رنگ‌ظاهری زشت و در اغلب موارد پوسیدگی بود.

با توسعه کامپوزیت‌ها در سال ۱۹۶۰ این خصوصیات حاصل گردید [۳]:

- خصوصیات مکانیکی بالاتر،
- تغییرات ابعادی در حین خودگیری کمتر،
- مقاومت به سایش بیشتر و بهبود کاربرد کلینیکی.

پیشرفت در سیستم‌های اتصال<sup>۸</sup> نیز عامل مهمی در بهبود کیفیت ترمیم‌های کامپوزیت گردید.

کامپوزیت از سه جزء اصلی: زمینه پلیمری آلی، اجزاء پرکننده غیرآلی و عامل جفت‌کننده<sup>۹</sup> تشکیل شده است [۳۰]. عامل جفت‌کننده به منظور ایجاد باند قوی بین پرکننده معدنی و اولیگومرهای آلی در حین خودگیری بکار می‌رود. برای ایجاد پیوند، قبل از اختلاط، سطح پرکننده را با استفاده از یک عامل جفت‌کننده آماده‌سازی می‌کند. اغلب این عوامل، سیلیکون‌های آلی به نام سایلن<sup>۱۰</sup> می‌باشند [۴].

آغازگر<sup>۱۱</sup> و شتاب‌دهنده ی<sup>۱۲</sup> خودگیری کامپوزیت‌ها دو نوع نوری و شیمیایی دارند [۵]: در انواع نوری فعال - سازی در اثر نور آبی با یک طول موج در حدود ۴۷۰ nm صورت گرفته که به وسیله فتواکتیواتورها جذب می -

---

<sup>7</sup> Unfilled

<sup>8</sup> Bonding

<sup>9</sup> Coupling agent

<sup>10</sup> Silane

<sup>11</sup> Initiator

<sup>12</sup> Accelerators



شود [۵۴]. فعال‌سازی شیمیایی در دمای اطاق صورت می‌پذیرد و به وسیله آمین ارگانیک<sup>۱۳</sup> و ارگانیک پراکسید<sup>۱۴</sup> جهت آزادسازی رادیکال‌های آزاد که به باندهای دوگانه کربن حمله می‌کنند، خودگیری صورت می‌گیرد [۷۶].

نوع جدیدی از سیمان دندانی پلی‌کربوکسیلات است که مخلوطی از یک پودر و یک مایع می‌باشد [۸]. این پودر شامل اکسید روی تغییر شکل یافته شبیه به ماده ای است که قبلاً در سیمان‌های دندانی به کار میرفت و قسمت مایع یک محلول پلی‌آکرلیک اسید در آب است. در هنگام قرار دادن این نوع سیمان در دندان، یک واکنش شیمیایی اتفاق می‌افتد: یون‌های روی با مولکول‌های مجاور پلی‌آکرلیک اسید پیوند برقرار میکنند. سیمان‌های پلی‌کربوکسیلاتی با بافت زیست‌سازگار بوده و باعث حداقل ناراحتی میشوند. پلی‌کربوکسیلات‌ها به عنوان سیمان، آستری یا پایه و نیز برای چسباندن تجهیزات مربوط به ارتودنسی به کار می‌روند [۸]. برای پیوند های کربوکسیلات عقیده بر این است که پیوند با اتم‌های کلسیم ساختار کریستالی دندان برقرار میشود.

با تغییر نسبت پودر-مایع طیفی گسترده از انواع این نوع سیمان با ویسکوزیته‌های متفاوت به دست می‌آید. لذا، این سیمان‌ها میتوانند به عنوان یک مایع در درمان عصب‌کشی<sup>۱۵</sup> استفاده بشوند یا خمیری شبیه به بتونه تشکیل دهند که برای پر کردن سوراخ‌های ایجاد شده در اثر جراحی در دور دندان به کار می‌آیند [۸].

سیمان‌ها در محکم کردن تجهیزات مربوط به ارتودنسی مانند اکثر روش‌های متداول شامل چسباندن بندهای فلزی اطراف دندان به کار می‌آیند. سیمان‌ها باعث حرکت دندان ارتودنسی شده میشوند [۸]. قلاب‌ها به این بندهای فلزی، که سیم‌ها را نگه میدارند، بسته میشوند. سیمان اکسی فسفات روی متداول‌ترین این مواد

---

<sup>13</sup> Amin Organic

<sup>14</sup> Organic Peroxide

<sup>15</sup> Root Canal

است [۸]. پلی کریو کسلیات ها نیز ممکن است برای این مقصود به کار بروند. وقتی قلاب ها مستقیما به سطح دندان بسته میشوند، ممکن است بندها حذف شوند زیرا باعث ایجاد ناراحتی های بعدی برای لثه میشوند.

استفاده از پلی متیل متاکریلات ها به عنوان نگهدارنده قلاب ها روی سطوح دندانی پیشنهاد شده ولی این کار تا کنون موفقیت آمیز نبوده است، زیرا خاصیت چسبیدن در حفره دهان به سرعت از بین میرود [۱۰]. اپی کوت<sup>۱۶</sup> رزین های اپوکسی برای این منظور پیشنهاد کرد [۱۱].

## ب) چسب های دندانی

چسب های دندانی با کاربرد هایی از قبیل : پوشش دادن روی دندان، تاج و یا پر کردن ، از مهمترین موادی هستند که دردندانپزشکی به کار میروند [۱۱]. این اعمال باعث حفظ باقی مانده ساختمان دندان و یا تعویض بافت سخت بیمار می شوند.

چسب های دهانی هنوز به عنوان هدف تحقیقات داندانپزشکی مطرح اند و به همین منظور، در جستجو برای یافتن یک ماده چسبی اصلاح شده دندانی اپوکسی انقلابی را پدید آمد [۸ و ۷]. سعی برای ساختن ماده اصلی دندان مصنوعی با رزین اپوکسی در اولین کاربردهای اپوکسی ها در سال ۱۹۳۸ میلادی گزارش شده است [۸].

چند ده سال است که پر کردن حفره دندانی با آمالگام<sup>۱۷</sup> نقره ای صورت می گیرد. در این حالت برای محافظت از مغز دندان، آسترهایی از جنس پلی یورتان در زیر سطح آمالگام استفاده می شوند [۸ و ۷].

---

<sup>16</sup> Epikote  
<sup>17</sup> Amalgam

یک آستر جلادار (صیقلی)<sup>۱۸</sup> در زیر پر کننده سیلیکاتی قرار می‌گیرد که احتمالاً برای آب بندی کردن نسبت به مایعات سوزش‌آور و محرک در مخلوط سیمان سیلیکاتی اطراف مغز دندان و برای ایجاد یک عایق حرارتی است [۷-۱۰]. برای هیچ کدام از دیگر محصولات تجاری در دسترس، عملکردی مانند یک چسب شناخته نشده است.

لذا برتری استقرار ماده ای که همیشگی است و می‌تواند بارهای مکانیکی و حرارتی را تحمل کند و انواع دیگر جایگزین‌ها، که جنبه زینتی دارند و به عنوان یک کامپوزیت برای هماهنگی با رنگ و بافت طبیعی دندان فرموله می‌شوند، مشخص می‌شود. در این زمینه بوون<sup>۱۹</sup> در گزارش‌هایش بیان کرده که هنوز هیچ ماده چسبی مناسبی برای جاسازی در دندان برای چنین مقاصدی ساخته نشده است [۱۱].

سیلیکات آلومینیوم لیتیوم نیز به عنوان پرکننده در آکریلات‌ها استفاده شده [۱۱]. مواد غیر آلی برای رسیدن به کاهش انقباض هنگام پخت سرد رزین و کاهش ضریب انبساط حرارتی و ایجاد هم‌رنگی با دندان با متاکریلات ترکیب می‌شوند [۱۰ و ۱۱].

یکی از رایج‌ترین چسب‌های پلیمری سیانواکریلات‌ها هستند. سیانواکریلات‌ها به دلیل چسبندگی سریع به بسیاری از مواد (به همراه افزایش سریع استحکام) و خاصیت باکتریواستاتیک<sup>۲۰</sup> (خاصیتی که مانع از رشد باکتری می‌شود یا آن را کند می‌کند)، کاربردهای فراوانی در پزشکی و دندان پزشکی هم به عنوان چسب و زمینه کامپوزیت‌ها فراوانی در پزشکی و دندان پزشکی پیدا کرده است. برخی از کاربردهای دندانپزشکی آن

---

<sup>18</sup> Copal Varnish

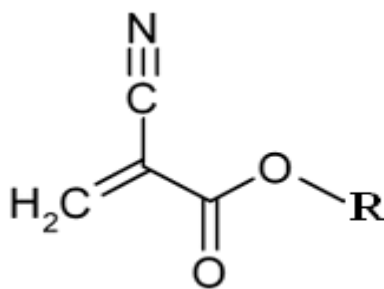
<sup>19</sup> Bowen

<sup>20</sup> Bacteriostatic

شامل آب بندی شکافها و حفرات دندان، مواد ایجاد کننده عدم حساسیت دندان و درمان حفرات دندان می- باشد.

## ۱-۲) چسب سیانواکریلات

چسب سیانو آکریلات برای اولین بار در سال ۱۹۴۹ میلادی ساخته شد و در اواخر سال ۱۹۵۰ میلادی سیانو - آکریلات های اولیه برای بستن زخمها به طور بالینی مورد استفاده قرار گرفته اند که پس از آن واکنش های التهابی به دنبال استفاده از آن گزارش شد. چسب سیانواکریلات<sup>۲۱</sup> برای اولین بار در سال ۱۹۵۵ به صورت تک جزئی و بدون حلال در بازار صنعت عرضه گردید. در مجموع سیانواکریلاتها چسبهای بدون حلال و تک جزئی هستند که به هنگام فشردن لایه نازکی از این چسب بین دو سطح به سرعت خودگیر می شوند. تولیدات اولیه این چسب محدودیت های زیادی به لحاظ مقاومت گرمایی و استحکام تورق داشت اما امروزه با گسترش تکنولوژی، این چسبها قادر به زوج شدن با چسبهای ساختمانی شده و کارایی آنها افزایش یافته است [۱۲]. استرهای سیانواکریلات دارای ساختار پایه نشان داده شده در شکل ۱-۱ می باشند. از میان استرهای سیانواکریلات، اتیل و متیل به دلیل قیمت پایین، استحکام پیوند قوی و در دسترس بودن بیشترین کاربرد تجاری را دارند [۱۳].



شکل ۱-۱- ساختار استرهای سیانواکریلات [۱۳].

<sup>21</sup> Cyanoacrylate