



سازمان ثبت اسناد و املاک کشور کوابی نامه ثبت اختراع



۸۹/الف ۰۰۲۰۴۷

مخضات مالک:

پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران به نشانی کیلومتر ۱۵ اتوبان تهران-کرج، شهرک پژوهش و فناوری، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران کد پستی ۱۴۹۷۷۱۳۱۱۵ تابعیت جمهوری اسلامی ایران

مخضات مخترع:

سحر افراء به شماره ملی ۳۰۳۱۷۹۷۶۳۹ به نشانی کیلومتر ۱۵ اتوبان تهران-کرج، شهرک پژوهش و فناوری، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران کد پستی ۱۴۹۷۷۱۳۱۱۵ تابعیت جمهوری اسلامی ایران
محمد عطائی به شماره ملی ۰۶۸۱۷۳۶۱۴۲ به نشانی کیلومتر ۱۵ اتوبان تهران-کرج، شهرک پژوهش و فناوری، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران کد پستی ۱۴۹۷۷۱۳۱۱۵ تابعیت جمهوری اسلامی ایران
حمید یگانه اولادآدم به شماره ملی ۲۶۴۹۱۸۷۵۵۷ به نشانی کیلومتر ۱۵ اتوبان تهران-کرج، شهرک پژوهش و فناوری، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران کد پستی ۱۴۹۷۷۱۳۱۱۵ تابعیت جمهوری اسلامی ایران
فرشید ضیائی به شماره ملی ۰۴۵۲۷۶۳۳۱۲ به نشانی کیلومتر ۱۵ اتوبان تهران-کرج، شهرک پژوهش و فناوری، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران کد پستی ۱۴۹۷۷۱۳۱۱۵ تابعیت جمهوری اسلامی ایران

عنوان اختراع: تهیه مونومر چسب دندانانی خودآج کننده جهت بهبود سیستم های اتصال دهنده ی عاجی

طبقه بندی بین المللی:

حق تقدم:

شماره و تاریخ اظهارنامه اصلی:

محل ثبت:

مدت حمایت: ۲۰ سال از تاریخ ۱۳۹۲/۱۲/۱۷ تا ۱۴۱۲/۱۲/۱۷	شماره و تاریخ ثبت اظهارنامه: ۱۳۹۲/۱۲/۱۷ - ۱۳۹۲۵۰۱۴۰۰۰۳۰۱۱۸۵۰	شماره و تاریخ ثبت اختراع: ۱۳۹۳/۰۵/۲۲ - ۸۳۵۷۱
رئیس اداره ثبت اختراعات	مهرداد الیاسی	تایخ: ۹۳-۱۲-۶
اداره کل مالکیت صنعتی		امضاء:

* منایم کوابی نامه: توصیف ادعا، خلاصه توصیف و نتش

* * در صورت تعدد مخترمین، مالکین و یا تغییرات مراتب شرح مندرج در فرم کوابی نامه می باشد.



پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران

عنوان:

تهیه مونومر چسب دندانی خودآچ کننده جهت بهبود سیستم های اتصال دهنده ی عاجی

اسامی پدیدآورندگان:

سحر افرا

محمد عطایی

حمید یگانه

فرشید ضیائی

محل کار:

پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران

توصیف اختراع:

۱- زمینه فنی اختراع:

تکنولوژی چسب در دندان پزشکی بیش از ۵۰ سال پیش رشد پیدا کرده است. چسب‌های پلیمری که روز به روز بر انواع آن‌ها افزوده می‌شود یکی از اجزای اصلی سامانه‌های ترمیمی کامپوزیتی هستند. در واقع دندان پزشکی عصر جدید، دندان پزشکی چسبندگی است. چسب‌های دندانی ترکیباتی هستند که در فرایند ترمیم قبل از اعمال کامپوزیت روی ساختار دندان قرار می‌گیرند. بنابراین توانایی چسبندگی چسب‌های دندانی از یک طرف بر روی چسبندگی چسب به مینا و عاج و از طرف دیگر چسبندگی چسب به کامپوزیت بستگی دارد. بسیاری از ویژگی‌ها و کیفیت یک ترمیم وابسته به نحوه‌ی اتصال ترمیم و خواص اتصال آن‌ها به دندان است. ترکیب مواد و خواص آن‌ها در کاربرد مواد دندانی مهم است. به دلیل آنکه عاج دارای خواص متفاوت با مینا است و دارای بافت زنده و به طور ذاتی مرطوب است. چسبندگی به آن مشکل‌تر از چسبندگی به مینا است. این امر موجب شده است که تلاش‌های زیادی در جهت بهبود سامانه‌های اتصال دهنده عاجی صورت گیرد.

اصلی‌ترین مکانیسم چسبندگی به دندان، اتصال میکرو مکانیکی است. این مکانیسم با برداشته شدن مواد معدنی و جایگزین شدن آن‌ها به وسیله مونومرهای رزین و پلیمریزاسیون مونومرها در تخلخل‌های میکرو مکانیکی انجام می‌شود. بنابراین نفوذ و برداشته شدن مواد معدنی اصلی‌ترین مکانیسم در اتصال میکرو مکانیکی است. اخیراً در سیستم چسب‌های مینایی عاجی، بیشتر بر روی کاهش حساسیت تکنیکی، استفاده آسانتر، دوام و زیست سازگاری بیشتر توجه شده است.

انواع سیستم‌های چسب‌های مینایی - عاجی بر اساس چگونگی مکانیسم برداشتن مواد معدنی از سطح دندان به دو نوع تقسیم می‌شوند.

۱- چسب‌های اچینگ و شست و شو^۱

۲- چسب‌های خود اچ کننده^۲

^۱ Etch & rinse adhesives

^۲ self-etch adhesives

چسب‌های اچینگ و شست و شو

در چسب‌های اچینگ و شست و شو جهت افزایش ناهمواری‌ها و زبری‌های سطح دندان (اچینگ) از یک کاندیشنر اسیدی قوی معمولاً اسید فسفریک ۳۰-۴۰٪ استفاده می‌شود. پس از آن (اچ کردن)، کلسیم فسفات محلول در آب و باقی‌مانده کاندیشنر با آب شسته می‌شود و سطح دندان با جریان هوا خشک می‌گردد.

معایب چسب‌های اچینگ و شست و شو

با برداشته شدن مواد معدنی دندان توسط اسیدها در روش چسب‌های اچینگ و شست و شو شبکه کلاژنی معلق در آب نمایان می‌شود و خشک کردن موجب انقباض شبکه ی کلاژنی بدون پشتیبان و تشکیل یک لایه متراکم از کلاژن می‌شود و حجم عاج معدنی زدایی شده^۳ را تا ۶۵٪ کاهش می‌دهد. مطالعات نشان می‌دهند که فروپاشی شبکه کلاژنی باعث می‌شود که چسب به نیمی از ناحیه دمینرالیزه شده نفوذ نکند بنابراین از نفوذ کافی رزین جلوگیری می‌شود. تحت شرایط دهان، مایعات موجود در دهان و آنزیم‌های باکتریایی می‌توانند به شبکه کلاژنی نمایان شده نفوذ کنند. مجموعه این عوامل باعث می‌شود مرز بین حفره و لایه چسب تحلیل رود. همچنین اگر شستشو کم باشد، اسید باقیمانده عاج را بیش از اندازه اچ می‌کند و محصولات باقیمانده واکنش، فضاهای خالی اطراف الیاف کلاژن را مسدود می‌نمایند. بررسی‌های ناکابایشی نشان می‌دهد که استفاده از اسیدها می‌تواند باعث شکست اتصال در طولانی مدت گردد.

^۳ demineralized dentin

چسب‌های خود اچ کننده

تقاضا برای ساده‌تر کردن و کاربرد آسان‌تر و حساسیت تکنیکی کمتر باعث توسعه و ظهور هر چه بیشتر چسب‌های خود اچ کننده‌ها شده است. چسب‌های خود اچ کننده مونومرهای اسیدی قابل پلیمریزه شدن (گروه‌های حاوی باندهای دوگانه) هستند که به عنوان پرایمر، کاندیشنر و عامل پیوند دهنده به کار گرفته می‌شوند و به صورت همزمان سطح دندان را پرایم و کاندیشن (اچ) می‌کنند. بنابراین هنگام استفاده از این چسب‌ها نیاز به مراحل مجزا برای اچ کردن، شست و شو و خشک کردن نیست. استفاده از چسب‌های خود اچ کننده باعث مراحل کمتر، زمان کوتاه‌تر، حساسیت تکنیکی کمتر و استفاده آسانتر^۴ در دندان پزشکی شده است. سادگی و آسانی استفاده از این چسب‌ها دلیلی روشن برای استفاده وسیع این چسب‌ها در مواد ترمیمی^۵ دندان پزشکی است. مزیت کلینیکی دیگر این چسب‌ها این است که حساسیت بعد از عمل^۶ و درد و رنج بیمار هنگام استفاده از این چسب‌ها در مقایسه با روش اچینگ و شستشو به حداقل کاهش می‌یابد. چسب‌های خود اچ کننده به دلیل pH ملایم از انقباض، بی‌پشتیبان شدن بیش از اندازه کلاژن‌ها و احساس درد در بیمار جلوگیری می‌نمایند و از طریق برهم‌کنش‌های پیوند هیدروژنی گروه‌های فسفات و اکسیژن موجود در مونومر با گروه‌های اکسیژن و نیتروژن موجود در کلاژن‌ها (برهم‌کنش فیزیکی) و نیز پیوند یونی بین مونومرهای اسیدی و کلسیم هیدروکسی آپاتیت (برهم‌کنش شیمیایی) موجب تقویت هر چه بیشتر استحکام پیوند چسب به دندان می‌شوند. بیشتر شدن برهم‌کنش‌ها با دندان و باز کردن

^۴ user-friendly

^۵ restorative materials

^۶ post-operative sensitivity

توبول‌هایی که به طور وسیع با لایه اسمیر^۷ مسدود شده‌اند منجر به عملکرد کلینیکی قابل قبول و افزایش استفاده چسب‌های خود اچ کننده در دندان پزشکی شده است.

جایگزین شدن چسب‌های خود اچ کننده به جای سیستم‌های چسب اچینگ و شست و شو

یکی از راه حل‌ها برای محدود کردن فروپاشی و انقباض کلاژن‌ها (در روش استفاده از سیستم‌های چسب اچینگ و شست و شو)، است. پرایمر خود اچ کننده فیبرهای کلاژنی را کمتر منعقد می‌کنند و استحکام اتصال بیشتری را ایجاد می‌نمایند. هنگام استفاده از پرایمرهای خود اچ کننده، مراحل اچینگ، شست و شو و خشک کردن حذف می‌شوند. بنابراین خطرات اچ کردن و خشک کردن بیش از اندازه و شستن ناکافی سطح دندان حذف می‌شود. پرایمرهای اسیدی همزمان با برکناری مواد معدنی از بافت سخت دندان به شبکه کلاژنی و عاج دمنیرالیزه شده نفوذ می‌کنند بنابراین مشکل نفوذ ناکافی رزین در چسب‌های معمولی را از بین می‌برد، سپس بلافاصله پلیمریزه می‌شود و لایه‌ای پیوسته بین سطح دندان و ماده چسباننده ایجاد می‌کند. در مطالعات و آزمایش‌های انجام شده، پرایمرهای خود اچ کننده به خوبی کارایی خود را ثابت کرده‌اند. قطعا آسانی استفاده، کاهش زمان، مراحل اعمال چسب، کاهش حساسیت تکنیکی و همچنین بهبود پیوند موثر از دلایل اساسی پذیرش این چسب‌ها است.

۲- مشکلات فنی و اهداف مورد نظر:

اخیرا تحقیقات زیادی بر روی پایداری پیوند رزین به مینا و عاج انجام شده است. تمامی این بررسی‌ها نشان می‌دهد که پیوند به مینا به طور قابل توجه‌ای قابل اطمینان‌تر و پایدارتر از پیوند به عاج

^۷ smear layer

است. به همین علت امروزه علاقه بیشتری برای توسعه سیستم‌های اتصال دهنده عاجی است. چندین دلیل برای اینکه چرا با وجود پیشرفت‌ها در دانش چسب‌های دندانی، پیوند به عاج به اندازه پیوند به مینا پایدار نیست، بیان شده است به علت درصد بالای مواد آلی، آب و ماهیت مورفولوژیکی عاج، سطح آن، سطحی آب دوست است، رزین‌های آب گریز که به عنوان عامل اتصال دهنده به مینا مورد استفاده قرار می‌گیرند سطح آب دوست عاج را نمی‌توانند خیس کنند.

استفاده از کاندیشنرها و چسباننده‌ها بر روی مینا ساده تر و دارای مراحل کمتری است. در حالی که اتصال به عاج نیاز به مراحل بیشتری دارد و حساسیت‌های تکنیکی افزایش می‌یابد. بنابراین انحراف از روش استفاده صحیح در عاج موجب کاهش زیاد در استحکام اتصال می‌گردد.

مینا ساختمانی همگون دارد، در حالی که تنوع ساختمان و ترکیب عاج بسیار زیاد و به صورت ناهمگون است. بنابراین انرژی آزاد سطحی عاج پایین است و باعث شده است که پخش شدن رزین چسب بر روی سطح عاج مشکل باشد.

تشکیل لایه اسمیر بر روی سطح عاج نقش مهمی را در استحکام اتصال پیوند ایفا می‌کند. فیبرهای کلاژن بریده شده و کریستال‌های هیدروکسی آپاتیت در میان چیزهای دیگر (لایه اسمیر) هنگام تراش حفره در اثر حرارت و نیروهای برشی ایجاد شده توسط دستگاه تراش، به سطح عاج را می‌چسبند و به دلیل چسبندگی ضعیف آنها، می‌توانند با چسبندگی خوب به عاج مداخله کنند. جهت افزایش چسبندگی به سطح عاج، توصیه شده است این لایه توسط محلول‌های اسیدی ملایم برداشته شود.

آمار ارائه شده از مطالعات کلینیکی اتصال به عاج پراکندگی زیاد را در نتایج تحقیقات بیان می‌کند. انحراف معیار استاندارد متوسط استحکام اتصال، در اتصال به مینا کمتر از اتصال به عاج است.

به طور کلی اتصال به عاج یک روش پیچیده تر نسبت به اتصال به مینا است و تولید کننده‌های مواد دندانی در حال تلاش برای ایجاد روش‌های ساده تر و راحت تر چسبندگی با حداکثر استحکام اتصال به عاج می‌باشند.

از بررسی مطالعات چنین حاصل می‌شود که سنتز مونومرهای خوداچ کننده گامی مهم در جهت بهبود سیستم‌های اتصال دهنده عاجی است. در این راستا مونومری خوداچ کننده با ساختار شیمیایی کاملاً جدید جهت بهبود سیستم های اتصال دهنده عاجی اختراع شد.

وضعیت دانش پیشین:

در اوایل دهه ۱۹۵۰ اولین تحقیقات راجع به رزین‌های اتصال دهنده (رزین‌های متیل متاکریلات بدون فیلر) جهت پر کردن حفره دندان آغاز شد. نخستین تلاش جهت توسعه چسب‌های دندانی توسط هاگر^۸ (۱۹۴۹) صورت گرفت. وی گلیسروفسفریک دی متاکریلات^۹ را که توانایی پلیمریزه شدن را همراه با سولفینیک اسید^{۱۰} در مدت زمان ۵ تا ۳۰ دقیقه در دمای ۲۰ درجه سلسیوس دارد به عنوان رزینی که توانایی اتصال شیمیایی به بافت دندان را دارد معرفی کرد. این ماده به عنوان اولین سیستم تجاری چسب دندانی جهت ترمیم حفره دندان به نام سوریتون کویتی سیل^{۱۱} به بازار عرضه شد. بررسی‌های کرامر و مک‌لین^{۱۲} در سال ۱۹۵۲ نشان داد که گلیسروفسفریک اسید دی متاکریلات چسبندگی به عاج را از طریق نفوذ در سطح و تشکیل یک لایه حد واسط (لایه هیبرید^{۱۳}) افزایش می‌دهد. هر چند با به کار گیری این سیستم، اتصال رزین با دیواره‌ها و کف حفره بهبود یافت

^۸ Hager

^۹ Glycerophosphoric acid dimethacrylate

^{۱۰} Sulphinic acid

^{۱۱} Sevriton cavity seal

^{۱۲} Kramer & Mclean

^{۱۳} hybrid layer

(گروه‌های فسفات موجود در این ترکیب قابلیت زیادی را برای برقراری پیوند شیمیایی با عاج دندان دارند). اما ماده مذکور از نظر کلینیکی چندان موفق نبود به همین دلیل تکنیک اسید اچ بونوکور^{۱۴} بر آن برتری یافت. در سال ۱۹۵۵ بونوکور گزارش کرد با اچ کردن ملایم مینای دندان، سطحی با تخلخل‌های میکروسکوپی فراوان به دست می‌آید که رزین اتصال دهنده می‌تواند داخل این سطح جریان یابد، پلیمریزه شود و اتصال میکرومکانیکال به وجود آورد. ایشان با استفاده از اصلاح سطح مینا توسط اسید فسفوریک ۸۵٪ به مدت ۳۰ ثانیه، توانست روشی ساده جهت کلسیم‌گیری^{۱۵} از سطح دندان و افزایش اتصال میکرومکانیکی رزین اتصال دهنده به سطح دندان معرفی کند. در اوایل دهه ی ۱۹۶۰ بوئن^{۱۶} (در آمریکا) موفق به سنتز مونومر Bis-GMA شد، این مونومر یکی از رایج‌ترین مونومرهای مورد استفاده در ماتریس آلی کامپوزیت‌های ترمیمی است. به دلیل آن که سطح عاج، سطحی آب دوست است، بنابراین رطوبت موجود در عاج عامل اصلی ممانعت از چسبندگی به سطح عاج است. آب موجود در دهان همواره در حال رقابت با مونومرهای آب‌گریز چسب دندان (Bis-GMA) برای واکنش با عاج است. آب همچنین موجب هیدرولیز گروه‌های استری موجود در مونومرهای چسب و کاهش عملکرد چسب می‌شود. امروزه مواد اتصال دهنده عاجی جدید بر پایه مفهوم افزایش نفوذپذیری عاجی، خیس‌پذیری^{۱۷} و افزایش اتصال‌پذیری به لایه اسمیر^{۱۸} گسترش یافته‌اند. تحقیقات ناکاباشی^{۱۹} و همکارانش در ژاپن (۱۹۸۱-۱۹۹۱) نشان داد هنگامی که مونومرها حاوی هر دو گروه‌های شیمیایی آب دوست و آب‌گریز مانند ۴-متاکریلوکسی اتیل‌تری‌ملیتات

^{۱۴} Buonocoroe

^{۱۵} decalcification

^{۱۶} Bowen

^{۱۷} Wetting

^{۱۸} smear layer

^{۱۹} Nakabayashi

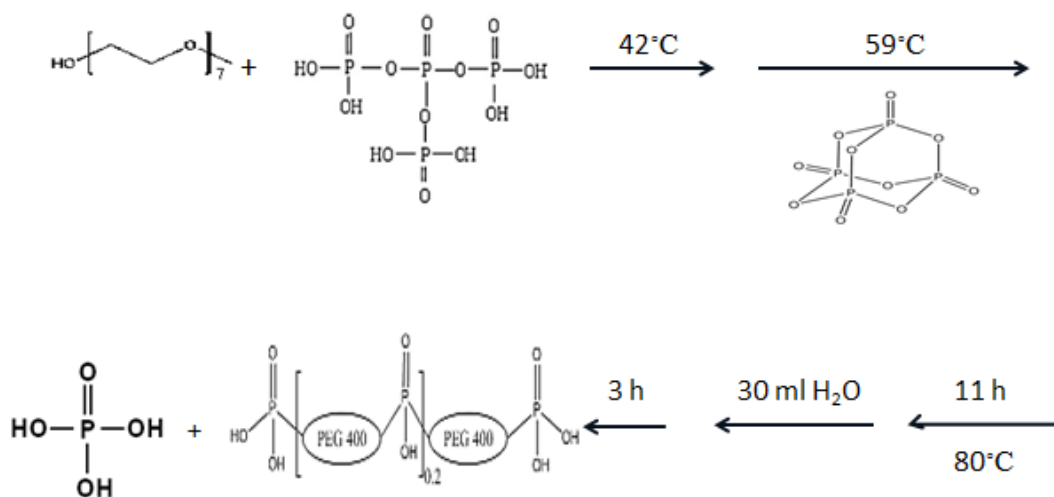
انیدرید^{۲۰} در رزین چسب‌های دندان‌ی استفاده می‌شوند، مونومرهای آب دوست رزین به سطح عاج اچ شده نفوذ می‌کنند و پیوندی قوی بین سطح آب دوست عاج و رزین آب گریز تشکیل می‌دهند. در این حالت رزین قرار گرفته بر روی عاج، لایه‌ای تقویت شده با رزین (لایه هیبرید) را تشکیل می‌دهد. که نه از جنس دندان و نه از جنس رزین بلکه از جنس هر دو است. جدیدترین تحول چسب‌های مینایی-عاجی، معرفی چسب‌های مینایی-عاجی خوداچ کننده است. آن‌ها از حدود ۲۰ سال پیش تا به امروز مورد استفاده قرار گرفته‌اند. مونومرهای خوداچ کننده محتوی مونومرهای اسیدی قوی مانند متاکریلات‌های فسفونیک اسید هستند و به جهت آسانی استفاده، کاهش حساسیت تکنیکی و تشکیل پیوند قوی در فصل مشترک کامپوزیت ترمیمی و دندان، مورد استفاده روز افزون قرار گرفته‌اند.

۳- ارائه راه حل :

با توجه به مزایای سیستم‌های چسب دندان‌ی خوداچ کننده، نسبت به سیستم‌های نیازمند به اچینگ مجزا و همچنین مشکلات ناشی از شست و شو و چسبندگی نامناسب آن‌ها با عاج دندان، به منظور بهبود سیستم‌های اتصال دهنده عاجی سنتز مونومرهای خوداچ کننده حاوی هر دو گروه‌های شیمیایی آب دوست و آب گریز که موجب افزایش پخش شوندگی و نفوذ بر روی سطح آب دوست عاج می‌شوند و از طرف دیگر از طریق کوپلیمریزاسیون رادیکال آزاد با دیگر مونومرهای رزین چسب متصل می‌شوند مورد تایید می‌باشد. همچنین استفاده از این چسب‌ها به دلیل کاهش مراحل موجب کاهش انحراف از روش صحیح و کاهش مراحل تکنیکی در هنگام اتصال به عاج می‌شود. در این اختراع جهت بهبود سیستم‌های اتصال دهنده عاجی، مونومری خوداچ کننده دو عاملی با ساختار شیمیایی کاملاً جدید سنتز شد. این مونومر قابلیت پلیمریزاسیون نوری داشته و به دلیل ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی خوب جهت کاربرد در چسب‌های دندان‌ی و به طور ویژه سیستم‌های اتصال دهنده به عاج

۲۰ ۴-Methacryloxyethyl trimellitate anhydride

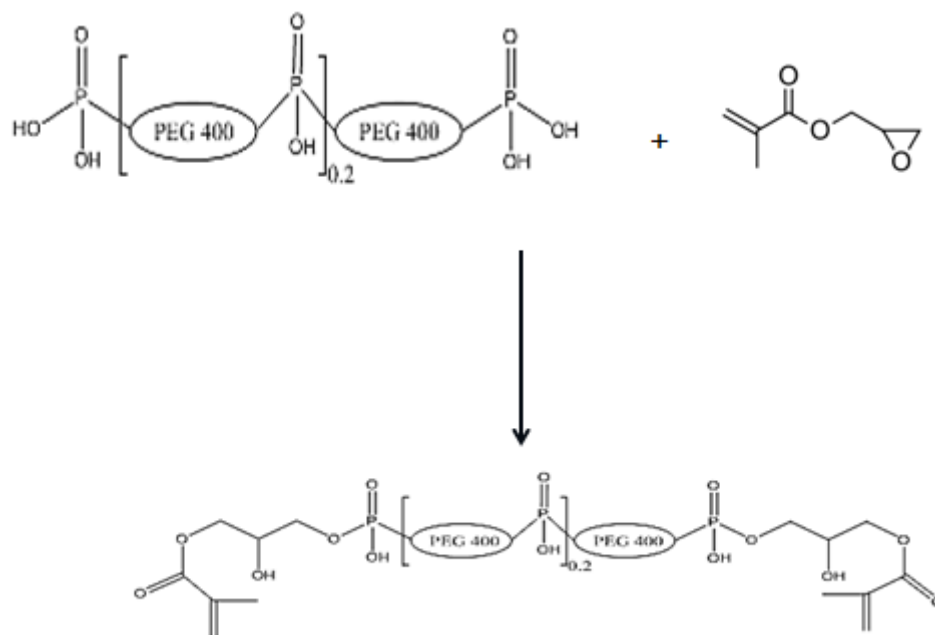
مناسب می‌باشد. سنتز مونومر خود اچ کننده شبکه‌ای شونده به شرح آورده شده می‌باشد: سنتز مونومر خود اچ کننده شبکه‌ای شونده در دو مرحله انجام شد. در مرحله‌ی اول برای تولید فسفات استر (پیش ماده P-PEG-P)، از مخلوط واکنش گره‌های فسفریک انیدرید و پلی فسفریک اسید استفاده شد. در مرحله دوم، برای سنتز مونومر خوداچ کننده دی‌متاکریلاتی از واکنش گره‌های گلیسیدیل متاکریلات و پیش ماده P-PEG-P استفاده شد. در این مرحله با استفاده از واکنش جانشین نوکلئوفیلی پیش ماده P-PEG-P و حلقه اپوکسی مونومر خوداچ کننده دی‌متاکریلاتی اختراع شد. ساختار شیمیایی پیش ماده P-PEG-P و مونومر خوداچ کننده دی‌متاکریلاتی توسط تکنیک‌های طیف سنجی FT-IR و ^1H NMR مورد بررسی قرار گرفت، نتایج حاصل از این آزمون‌ها نشان دهنده‌ی سنتز موفق مونومر خوداچ کننده دی‌متاکریلاتی می‌باشد. همچنین قدرت اسیدی این مونومر توسط pH متر تایید شد. شکل ۱ شماتیک سنتز پیش ماده P-PEG-P را نشان می‌دهد.



شکل ۱ شماتیک سنتز پیش ماده P-PEG-P

جهت جداسازی فسفریک اسید و خالص سازی پیش ماده P-PEG-P، از کلسیم کربنات استفاده شد.

در مرحله ی بعد پیش ماده P-PEG-P، گلیسیدیل متاکریلات و ممانعت کننده کتکول با استفاده از هم زن مغناطیسی تحت دمای $40-70^{\circ}\text{C}$ به مدت ۱۲-۲۰ ساعت با هم مخلوط شدند و مونومر خوداچ کننده دی متاکریلاتی اختراع شد. شکل ۲ شماتیک سنتز مونومر خوداچ کننده دی متاکریلاتی را نشان می دهد.



شکل ۲ - شماتیک سنتز مونومر خوداچ کننده دی متاکریلاتی

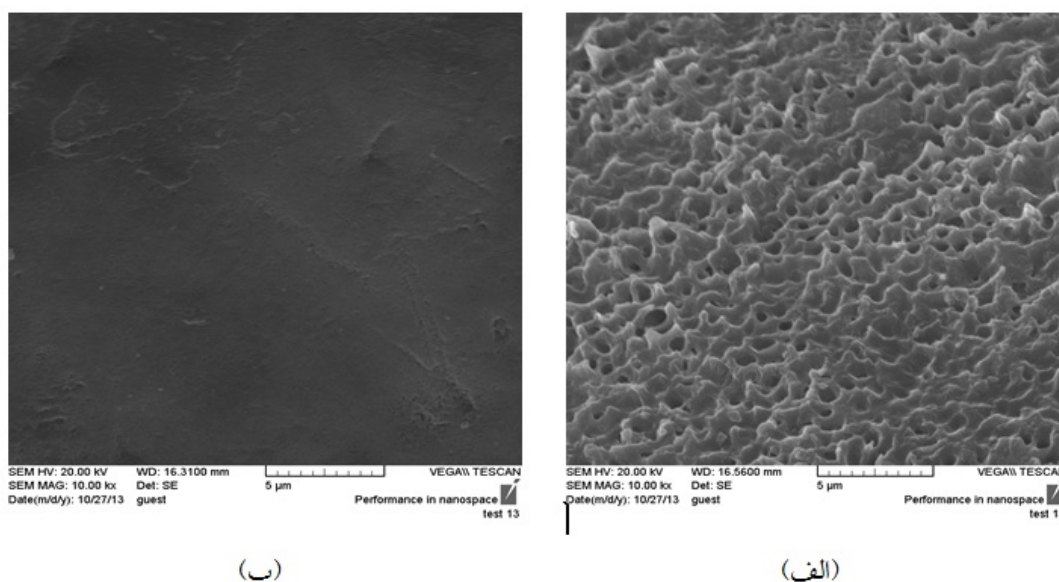
مونومر خوداچ کننده دی متاکریلاتی اختراع شده دارای ویژگی های بسیار مطلوب فیزیکی، مکانیکی و نوری می باشد. این مونومر به دلیل ساختار شیمیایی مناسب و افزایش گروه های عاملی انتظار می رود موجب بهبود مشکلات مربوط به چسبندگی به عاج شود. در ادامه به ذکر برخی از آن ها پرداخته می - شود.

۴- توضیح اشکال و نمودارها

۱- بررسی الگوهای اچ کردن دندان توسط مونومر خوداچ کننده دی متاکریلاتی

تأثیر شیمیایی اسیدها بر روی سطح مینا به منظور ایجاد یک سطح اصلاح یافته روشی مناسب برای افزایش چسبندگی بین رزین‌های دندان‌ی و مینا است. به هنگام اچینگ، سطح صاف مینا به سطحی نامنظم تبدیل می‌شود که باعث تقویت چسبندگی و افزایش اتصال و گیر میکرومکانیکی می‌شود. سطح مینای اچ نشده دارای نمایی بی شکل با علائم سایش مختصر است. قرار دادن مینای انسان در معرض محلول‌های کاندیشنر، سبب ایجاد الگوهای متفاوتی از اچینگ می‌شود.

تأثیر ماهیت اسیدی مونومرهای خوداچ کننده دی‌متاکریلاتی سنتز شده جهت توانایی اچ کردن سطح دندان، توسط میکروسکوپ الکترونی SEM بررسی شد. شکل ۳ تصاویر میکروسکوپ الکترونی SEM سطح دندان‌های سالم انسان را قبل و بعد از قرارگیری مونومر خوداچ کننده دی‌متاکریلاتی نشان می‌دهد.



شکل ۳- تصاویر میکروسکوپ الکترونی سطح دندان (الف) تصویر سطح دندان بعد از اچینگ با مونومر خود اچ کننده دی‌متاکریلاتی (ب) تصویر سطح دندان قبل از اچینگ با مونومر خود اچ کننده دی‌متاکریلاتی

تصاویر میکروسکوپ الکترونی نشان دهنده اچینگ موفقیت آمیز سطح دندان به منظور افزایش اتصال میکرومکانیکی و افزایش چسبندگی به دندان توسط مونومر خود اچ کننده دی‌متاکریلاتی می‌باشد.

در ادامه به منظور بررسی اثر حضور مونومر خوداچ کننده در افزایش خواص فیزیکی و مکانیکی ترکیب رزین های مرسوم کامپوزیت های دندان، تاثیر جایگزینی مونومر خوداچ کننده دی متاکریلاتی با مونومر TEGDMA در کوپل Bis-GMA/TEGDMA مورد توجه قرار گرفت. در این راستا هفت نمونه مختلف که حاوی مقادیر مختلف از مونومر خوداچ کننده دی متاکریلاتی، Bis-GMA و TEGDMA بود، تهیه گردید.

۲- روش کد گذاری نمونه های تهیه شده به این شیوه است که حرف T علامت اختصاری TEGDM است و زیروند آن مقدار درصد وزنی آن را در رزین نمونه نشان می دهد. حرف S علامت اختصاری مونومر خوداچ کننده و زیروند آن مقدار درصد وزنی مونومر خوداچ کننده در رزین نمونه است و درصد وزنی Bis-GMA در تمامی نمونه های تهیه شده ثابت و برابر با ۷۰٪ وزنی رزین نمونه می باشد. کد گذاری و میزان درصد وزنی Bis-GMA، TEGDMA و مونومر خوداچ کننده (مونومر سنتز شده) در هر یک از نمونه های تهیه شده به شرح جدول ۱ است.

جدول ۱- کدگذاری و میزان درصد وزنی Bis-GMA، TEGDMA و مونومر خوداچ کننده دی متاکریلاتی نمونه های تهیه شده

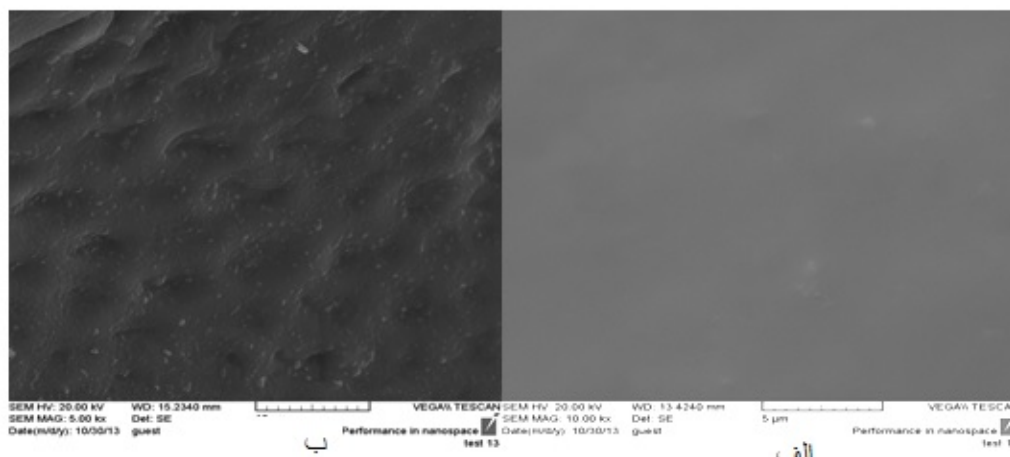
کد	T _{۳۰} S _۰	T _{۲۵} S _۵	T _{۲۰} S _{۱۰}	T _{۱۵} S _{۱۵}	T _{۱۰} S _{۲۰}	T _۵ S _{۲۵}	T _۰ S _{۳۰}
Bis-GMA	۷۰٪	۷۰٪	۷۰٪	۷۰٪	۷۰٪	۷۰٪	۷۰٪
TEGDMA	۳۰٪	۲۵٪	۲۰٪	۱۵٪	۱۰٪	۵٪	–
مونومر خوداچ کننده	–	۵٪	۱۰٪	۱۵٪	۲۰٪	۲۵٪	۳۰٪

۳- از مزایای مونومر سنتز شده در این اختراع این می باشد که موجب بهبود درجه تبدیل رزین تجاری Bis-GMA/TEGDMA شده است

جدول ۲ درجه تبدیل نمونه‌های T_0S_3 و $T_{15}S_{15}$ ، $T_{10}S_{20}$ ، $T_{30}S_0$

کد	$T_{30}S_0$	$T_{10}S_{20}$	$T_{15}S_{15}$	T_0S_3
درجه تبدیل (%)	$53/7 \pm 1/2$	$60/7 \pm 0/33$	$63/33 \pm 1/45$	$53/3 \pm 1/67$

۴- با افزودن ۵-۳۰٪ مونومر خوداچ کننده دی‌متاکریلاتی به رزین تجاری Bis-GMA/TEGDMA، به دلیل اثر حضور این مونومر قابلیت اچ کردن خودبه‌خود موفق سطح دندان، ایجاد شد.



شکل ۴- تصاویر میکروسکوپ الکترونی سطح دندان (الف) تصویر سطح دندان قبل از

اچینگ توسط نمونه $T_{15}S_{15}$ (ب) تصویر سطح دندان بعد از اچینگ توسط نمونه $T_{15}S_{15}$

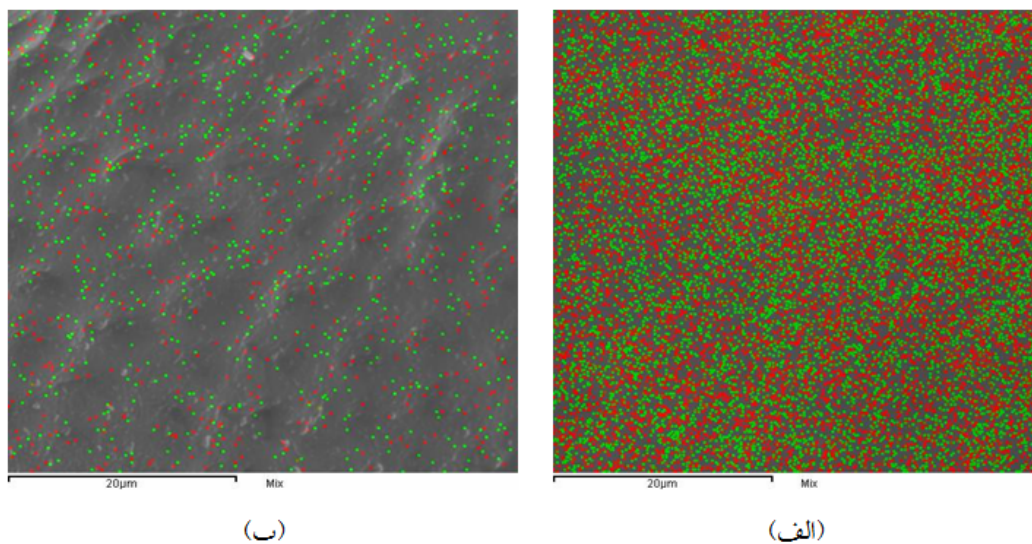
۵- نتایج حاصل از آنالیز پراکنش پرتو X

نتایج حاصل از آنالیز پراکنش پرتو X نشان می‌دهد با افزودن ۵-۳۰٪ مونومر خوداچ کننده

دی‌متاکریلاتی به رزین تجاری Bis-GMA/TEGDMA، به دلیل حضور این مونومر، میزان

کلسیم و فسفر سطح دندان در اثر عمل اچ کردن به صورت موفقیت آمیزی کاهش یافته

است. شکل ۵ نقشه توزیع عناصر کلسیم و فسفر سطح دندان را قبل و بعد از عمل اچ کردن دندان توسط رزین نمونه حاوی ۱۵٪ مونومر خوداچ کننده دی متاکریلاتی را نشان می دهد.



شکل ۵- تصاویر نقشه توزیع عناصر کلسیم و فسفر سطح دندان سالم انسان (الف) قبل از اچینگ (ب) بعد از اچینگ توسط نمونه T۱۵S۱۵

نتایج جدول ۳ کاهش موفقیت آمیز درصد وزنی کلسیم و فسفر سطح دندان را در اثر عمل اچ کردن دندان توسط نمونه T۱۵S۱۵ نشان می دهد.

جدول ۳ نتایج پراکنش انرژی پرتو X عناصر کلسیم و فسفر سطح دندان ، قبل و بعد از اچینگ توسط نمونه T۱۵S۱۵

کلسیم قبل از اچینگ	کلسیم بعد از اچینگ	فسفر قبل از اچینگ	فسفر بعد از اچینگ
۱۷/۸۷ % Wt.	۳/۲۰ % Wt.	۱۰/۴۲ % Wt.	۱/۹۲ % Wt.

۶-زاویه تماس

نتایج جدول ۴ زاویه تماس قطره آب بر روی سطح نمونه های پخته شده حاوی ترکیب درصد های متفاوت مونومر خوداچ کننده دی متاکریلاتی را نشان می دهد. مشاهده می شود که با افزایش مقدار مونومر خود اچ کننده زاویه تماس قطره آب بر روی سطح نمونه های پخت شده کاهش می یابد. هر چه

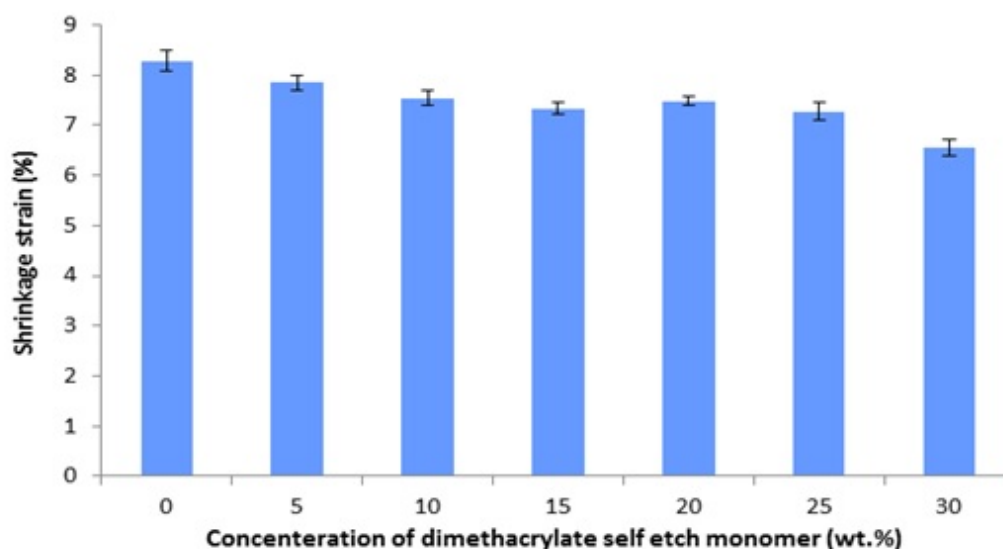
زاویه تماس کوچک تر باشد، سامانه اتصال شامل این مونومر در سطح مرطوب عاج بهتر پخش می شود و با نفوذ بیشتر به درون توبول های عاجی گیر مکانیکی بیشتری را ایجاد می کند. همچنین تماس نزدیک تر به سطح عاج (زاویه تماس کوچک تر) منجر به امکان تشکیل پیوند فیزیکی و شیمیایی بین رزین چسب و سطح عاج می شود. بنابر این انتظار می رود مونومر اختراع شده به دلیل افزایش خیس کنندگی (کوچک تر بودن زاویه تماس)، انتشار و نفوذ آن بر روی سطح عاج بیشتر شود و منجر به افزایش چسبندگی به عاج در سامانه های اتصال عاجی شود.

جدول ۴ زاویه تماس قطره آب بر روی سطح نمونه های $T_{10}S_{20}$ ، $T_{15}S_{15}$ و $T_{30}S_{30}$.

کد	$T_{30}S_{30}$	$T_{10}S_{20}$	$T_{15}S_{15}$	$T_{30}S_{30}$
زاویه تماس	$84/03 \pm 1/4$	$74/3 \pm 3/1$	$70/86 \pm 5/43$	$46/6 \pm 1/15$

۷- جمع شدگی

جمع شدگی پلیمریزاسیون یکی از مشکلات مهم کامپوزیت های دندانی است. امروزه کاربرد کامپوزیت های دندانی به وسیله قدرت پیوند میان کامپوزیت و عاج محدود می شود. قدرت پیوند فاز میانی به طور موثری به وسیله جمع شدگی ناشی از پلیمریزاسیون لایه چسب تعیین می شود. جمع شدگی و تنش جمع شدگی دلیل اصلی برای از بین رفتن و تضعیف استحکام پیوند فصل مشترک کامپوزیت ترمیمی و دندان است. نتایج حاصل از آزمون جمع شدگی بیان گر این است که با افزایش جایگزینی مونومر خوداچ کننده دی متاکریلاتی به جای مونومر د TEGDMA در رزین تجاری Bis-GMA/TEGDMA جمع شدگی به شکل موفقیت آمیزی کاهش یافته است.



۵-مزایا و ویژگی های مونومر جدید خوداچ کننده دی متاکریلاتی

بررسی نتایج نشان دهنده این بوده است که با افزودن مونومر خوداچ کننده دی متاکریلاتی به رزین تجاری Bis-GMA/TEGDMA، این مونومر قابلیت اچ کردن خود به خود سطح دندان را دارا می شود. بدون تاثیر منفی بر روی درجه تبدیل، جمع شدگی کاهش می یابد. مدول در ناحیه شیشه ای و رابری به دلیل افزایش برهم کنش ها و تشکیل پیوند هیدروژنی افزایش می یابد. همچنین آب دوستی نمونه ها جهت پخش شدن بر روی سطح آب دوست عاج بیشتر می شود. بنابراین مونومر اختراع شده انتخابی مناسب جهت بهبود ویژگی های چسبندگی و فیزیکی-مکانیکی رزین چسب سیستم های اتصال دهنده عاجی می باشد.

۶-روش اجرایی بکار گیری اختراع:

از مجموع آزمون ها نتیجه گیری می شود که نمونه حاوی ۵۰-۱۰٪ مونومر خودحکاکی کننده دی متاکریلاتی، Bis-GMA و TEGDMA به عنوان نمونه هایی بهینه جهت بهبود معایب رزین تجاری Bis-GMA/TEGDMA و بهبود ویژگی های خیس شوندگی و چسبندگی سیستم های اتصال دهنده عاجی می تواند معرفی شود.

۷- کار برد صنعتی:

همان طور که در توصیف اختراع بیان شد، دندان پزشکی عصر جدید، دندان پزشکی چسبندگی است. چسب های پلیمری یکی از اجزاء اصلی سامانه های ترمیمی کامپوزیت هستند. آن ها به دلیل زیبایی ظاهری و نگرانی های ایمنی کمتر (آزاد نکردن جیوه) در مقایسه با آمالگام، به طور وسیع به وسیله دندان پزشکان استفاده می شوند و به تدریج جایگزین آمالگام دندان می شوند. مونومر اختراع شده به دلیل قابلیت اچ کردن خود به خود سطح دندان باعث مراحل کمتر، زمان کوتاه تر، حساسیت تکنیکی کمتر و استفاده آسان تر در دندان پزشکی می شود همچنین به دلیل حضور گروه های عامل دار موجب افزایش برهم کنش ها، چسبندگی و پخش شوندگی بر روی سطح مرطوب عاج می شود. بنابراین این مونومر به عنوان مونومری خود اچ کننده با ساختار شیمیایی کاملاً جدید، می تواند انتخابی مناسب جهت بهبود سیستم های اتصال دهنده عاجی استفاده شود.

۸- خلاصه

در این اختراع با توجه به مشکلات مربوط به سیستم های چسب اچینگ و شست و شو و مزایای مربوط به استفاده از سیستم های خود اچ کننده یک نوع مونومر چسب دندانی با قابلیت اچ کردن خود به خود سطح دندان ساخته شد. به دلیل آن که سطح عاج، سطحی آب دوست می باشد. بنابراین مونومرهای تجاری موجود نمی توانند بر روی سطح آب دوست عاج پخش شوند. در مونومر ساخته شده به دلیل حضور تعداد زیادی گروه های عاملی موثر، باعث افزایش برهم کنش ها با یون های Ca^{2+} دندان و خیس شوندگی بر روی سطح مرطوب عاج می شود و به دلیل ویسکوزیته مناسب و جرم مولکولی بالا باعث بهبود عملکرد رزین مونومرهای تجاری موجود می شود.