

مقایسه انرژی آزاد سطحی کامپوزیت‌های دندانی با پایه سیلوران و متاکریلات پس از سفید کردن دندان‌ها

لقمان رضایی صوفی*، زهرا خاموردی**، شاهین کسراعی**، فرشید وحدتی نیا***، یاسمن صادقی****#
 * دانشیار ترمیمی و زیبایی، عضو مرکز تحقیقات دندانپزشکی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی همدان، ایران
 ** استاد ترمیمی و زیبایی، عضو مرکز تحقیقات دندانپزشکی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی همدان، ایران
 *** دانشجوی دندانپزشکی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی همدان، ایران
 **** دستیار گروه ترمیمی و زیبایی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی همدان، ایران
 تاریخ ارائه مقاله: ۹۳/۵/۲ - تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۱/۲۳

The Effect of in Office Bleaching on Free Surface Energy of Siloran and Methacrylate-Based Composite Resins

Loghman Rezaei-Soufi*, Zahra Khamverdi**, Shahin Kasraei**, Farshid Vahdatinia***, Yasman Sadeghi****#

* Associate Professor of Operative Dentistry, Dental Research Center, School of Dentistry, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran

** Professor of Operative Dentistry, Dental Research Center, School of Dentistry, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran

*** Dental Student, School of Dentistry, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran

**** Postgraduate Student, Dept of Operative Dentistry, School of Dentistry, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran

Received: 24 July 2014 ; Accepted: 12 February 2015

Introduction: Bleaching materials may influence the physical properties of resin composite restorations such as surface free energy. High surface free energy causes plaque accumulation and is an important factor for adhesion of bacteria to surfaces. The purpose of this study was to compare the surface free energy of Methacrylate-based Resin Composites with Silorane-based Resin Composites after bleaching.

Materials & Methods: In this in vitro study, 48 samples of composite resin in the form of disks (8 mm diameter and 2 mm thickness) were prepared and divided into 4 groups (n=12). Samples of each group were in-office bleached with 35% hydrogen peroxide (three sessions of 45 minute, one week apart). The surface free energy (dyne cm⁻¹) was measured with Angle Measuring System. Data were analyzed by one way ANOVA, Tukey and paired t-test at the significance level of 0.05.

Results: The mean and standard deviation of the surface free energy of P90, Z250, Z250 XT and Z350 XT composites after bleaching, were 50.09±6.22, 52.48±5.50, 61.38±4.62 and 54.59±2.41, respectively. Paired t-test analysis showed that there was no significant difference after bleaching in all composites except Z250 (P<0.05).

Conclusion: Bleaching with 35% hydrogen peroxide caused a significant increase in the surface free energy of P90, Z250 XT and Z350 XT composites, but caused no significant difference in the composite Z250.

Key words: Surface free energy, siloran, bleaching.

Corresponding Author: yasamansadeghi@yahoo.com

J Mash Dent Sch 2015; 39(2): 155-62 .

چکیده

مقدمه: مواد سفیدکننده دندان می‌توانند بر خصوصیات فیزیکی ترمیم‌های کامپوزیتی از جمله انرژی آزاد سطحی اثرگذار باشند. انرژی آزاد سطحی بالا سبب تجمع بیشتر پلاک شده و فاکتور مهمی در چسبندگی میکروارگانیسم‌ها به سطوح دندانی است. هدف از این مطالعه مقایسه انرژی آزاد سطحی کامپوزیت‌های دندانی با پایه سیلوران و متاکریلات پس از سفید کردن دندان‌ها بود.

مولف مسؤول، نشانی: همدان، خیابان شهید فهمیده، روبروی پارک مردم، کد پستی: ۶۵۱۷۸-۳۸۶۷۷

E-mail: yasamansadeghi@yahoo.com

مواد و روش‌ها: در این مطالعه آزمایشگاهی، ۴۸ نمونه رزین کامپوزیت به شکل دیسک (به قطر ۸ و ضخامت ۲ میلی‌متر) تهیه شد و براساس نوع کامپوزیت به ۴ گروه تقسیم گردید ($n=12$) و تحت رژیم سفید کردن در مطب با هیدروژن پراکساید ۳۵ درصد (سه جلسه ۴۵ دقیقه‌ای به فاصله یک هفته از هم) قرار گرفتند. انرژی آزاد سطحی با دستگاه Angle Measuring System اندازه‌گیری شد. داده‌ها با آزمون‌های کولموگروف اسمیرنوف، آنالیز واریانس یک طرفه، توکی و Paired *t* test در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ آنالیز شد.

یافته‌ها: میانگین و انحراف معیار انرژی آزاد سطحی بعد از سفید کردن برای کامپوزیت‌های Z250، P90، Z350 XT و Z250 XT، به ترتیب 50.09 ± 6.72 ، 52.48 ± 5.00 ، 61.38 ± 4.62 و 54.59 ± 2.41 dyn cm بود. آزمون Paired *t*-test نشان داد که در تمامی کامپوزیت‌ها به جز Z250، قبل و بعد از سفید کردن اختلاف معنی‌داری وجود داشت ($P < 0.05$).

نتیجه‌گیری: سفید کردن دندان با استفاده از هیدروژن پراکساید ۳۵ درصد، سبب افزایش معنی‌دار انرژی آزاد سطحی کامپوزیت‌های P90، Z250 XT و Z350 XT می‌شود، ولی تفاوت معنی‌داری در کامپوزیت Z250 ایجاد نمی‌کند.

کلمات کلیدی: انرژی آزاد سطحی، سیلوران، سفید کردن دندان.

مجله دانشکده دندانپزشکی مشهد / سال ۱۳۹۴ دوره ۳۹ / شماره ۲: ۶۲-۱۵۵.

مقدمه

است، ولی همچنان انقباض پلیمریزاسیون به عنوان مهم‌ترین نقص کامپوزیت‌ها مطرح است.^(۵) از آن جا که از بین بردن فاصله بین کامپوزیت و نسج دندان از طریق کاهش میزان انقباض پلیمریزاسیون، جهت بهبود خواص سیل‌کنندگی کامپوزیت‌ها، دارای اهمیت زیادی می‌باشد، کامپوزیت‌های با پایه سیلوران در سال ۲۰۰۷ برای اولین بار معرفی شدند. سیلوران به دلیل انقباض پلیمریزاسیون کم و خاصیت آبرگریزی‌اش به عنوان جایگزینی برای متاکریلات در ساختار ماتریکس کامپوزیت، پیشنهاد شده است.^(۶)

پیش‌گویی و دوام ترمیم به خواص فیزیکی، بیولوژیکی و مکانیکی مواد ترمیمی بستگی دارد و برای دستیابی به اهداف زیبایی لازم است که مواد ترمیمی رنگ دندان ثبات رنگ داخلی داشته و نسبت به تغییر رنگ خارجی مقاوم باشند.^(۷) زیاد شدن انرژی آزاد سطحی سبب افزایش تجمع بقایای غذایی، تشکیل بیوفیلم و ایجاد بیماری‌های بافت پرئودنتال می‌گردد.^(۸،۹) همچنین می‌تواند سبب تجمع بیشتر پلاک شده و یک فاکتور قطعی در چسبندگی میکروارگانیزم‌ها به سطوح میزبان از جمله سطوح دندان‌ی باشد.^(۱۰) استعداد رنگ‌پذیری کامپوزیت‌ها با میزان جذب آب و هیدروفیل بودن ماتریکس رزینی آنها

پیشرفت علم دندان پزشکی و ابداع روش‌های نوین سبب شده است که تمایل مردم برای داشتن دندان‌های سفید با استفاده از تکنیک‌های نوین افزایش یابد. از این رو دندان پزشکان به دنبال روش‌هایی هستند که خواسته مردم را برآورده سازند و در عین حال آسیب کمتری به دندان وارد نمایند. یکی از این روش‌های تامین زیبایی، سفید کردن دندان (Bleaching) است.^(۱) سیستم‌های سفیدکننده در مطب تحت عنوان In-office bleaching systems (IB) با استفاده از عوامل اکسیدکننده قوی شامل کارباماید پراکساید یا هیدروژن پراکساید ۳۵-۳۰٪ می‌باشد.^(۲،۳) از مزایای IB این است که کاملاً تحت کنترل دندان پزشک بوده، اصول حفاظت از نسج نرم به خوبی اجرا می‌شود و فرایند در زمان کوتاه‌تری نتیجه مطلوب خواهد داشت.^(۲) با این حال مطالعات نشان داده‌اند که این مواد می‌توانند بر خصوصیات فیزیکی ترمیم‌های کامپوزیتی اثرگذار باشند.^(۴)

امروزه از کامپوزیت‌ها به دلیل تکنیک محافظه‌کارانه و زیبایی قابل قبول جهت ترمیم دندان، استفاده فراوانی می‌شود. با وجودی که با گذشت زمان بسیاری از خصوصیات فیزیکی و مکانیکی کامپوزیت‌ها بهبود یافته

مرتبط است.^(۷) نشان داده شده است که مواد هیدروفیلیک، جذب آب و تغییر رنگ بیشتری دارند.^(۱۱)

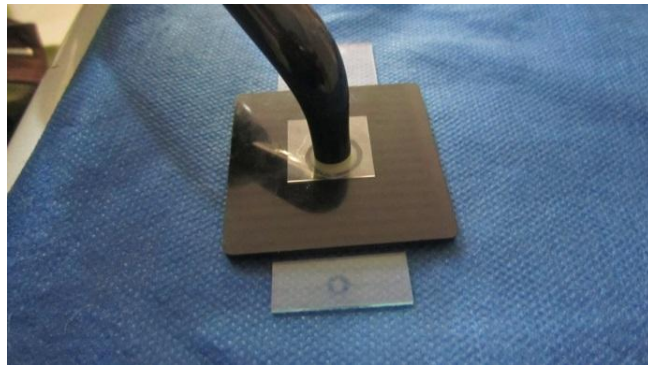
Quirynen و همکاران^(۱۲) نشان دادند که انرژی سطحی بالا سبب تجمع بیشتر پلاک و همچنین اتصال باکتری‌های خاص می‌شود. نتیجه تحقیق Mor و همکاران^(۸) نشان داد که اتصال باکتری‌ها، در کامپوزیت‌هایی که دارای انرژی آزاد سطحی بالاتری هستند، بیشتر است. استفاده از کامپوزیت‌های با پایه سیلوران و متاکریلات به طور گسترده‌ای رو به افزایش است. از طرف دیگر بسیاری از افراد جهت زیباسازی دندان‌ها از مواد سفیدکننده مختلف استفاده می‌کنند و استفاده از این مواد سفیدکننده ممکن است سبب تغییر در انرژی آزاد سطحی، در نتیجه تجمع پلاک و افزایش رنگ‌پذیری ترمیم‌های کامپوزیتی شود. بنابراین هدف ما در این مطالعه مقایسه انرژی آزاد سطحی کامپوزیت‌های دندانانی با پایه سیلوران و متاکریلات پس از سفیدکردن دندان‌ها بود.

مواد و روش‌ها

ابتدا ۴۸ نمونه رزین کامپوزیت از ۴ نوع کامپوزیت Z250, P90, Z250 XT و Z350 XT، که ترکیب و کارخانه سازنده آنها در جدول ۱ آمده است، به شکل

جدول ۱: کامپوزیت‌های مورد استفاده

ترکیب	کارخانه	نوع	ماده
BISGMA, UDMA, BIS-EMA, 0.01- 3.5 silica/zirconium inorganic particles 60% (% volume)	3M ESPE/St. Paul, MN, USA	Microhybrid methacrylate composite	Filtek Z250
BIS-GMA, UDMA, BIS-EMA, PEGDMA and TEGDMA, 82% w (68% v) silica/zirconia fillers of 3µm or less & Non-agglomerated/non-aggregated 20nm silica particles	3M ESPE/St. Paul, MN, USA	Nanohybrid methacrylate composite	Filtek Z250xt
21.5% matrix based on BIS—GMA, BIS-EMA, UDMA and TEGDMA; 78.5% (%w) silica nanoparticles (20nm) and zirconia/silica clusters (0.6-1.4 µm – primary particle 5-20 nm)	3M ESPE/St. Paul, MN, USA	Nanoparticle methacrylate composite	Filtek Z350xt
24% silorane based matrix, 76% (%w) quartz and ytterbium trifluoride filler (0.1-2µm)	3M ESPE/St. Paul, MN, USA	Silorane composite	Filtek P90



تصویر ۱: تصویری از مولد حلقوی و کامپوزیت مستقر شده در آن حین فرآیند نوردهی

۱- γ_{Ld} ۶۴ dyne cm⁻¹ می‌باشد. γ_{Ld} نشانگر نیروی پراکندگی لندن بین مایع و سطح سوپسترا است که برای آب γ_{Lp} ۸/۲۱ dyne cm⁻¹ و برای گلیسرول γ_{Lp} ۳۴ dyne cm⁻¹ می‌باشد. γ_{Lp} بیانگر نیروی پولار بین مایع و سطح سوپسترا است که برای آب، γ_{Lp} ۵۱ dyne cm⁻¹ و برای گلیسرول γ_{Lp} ۳۰ dyne cm⁻¹ می‌باشد.

γ_s نشانگر انرژی سطحی سوپسترا می‌باشد که دارای دو مؤلفه قطبی و غیرقطبی است. مؤلفه قطبی γ_{sp} با استفاده از زاویه تماس آب با سطح کامپوزیت و مؤلفه غیرقطبی γ_{sd} با استفاده از زاویه تماس گلیسرول با سطح کامپوزیت به دست می‌آید. انرژی کل سطح کامپوزیت (γ_s) از مجموع دو مؤلفه قطبی و غیرقطبی بر حسب dyne cm⁻¹ به دست آمد.^(۱۴)

نمونه‌های هر گروه در مطب با هیدروژن پراکساید ۳۵ درصد (FGM, Joinville-sc, Brazil) whitenessHPmaxx در سه جلسه ۴۵ دقیقه‌ای به فاصله یک هفته از هم، سفید شدند. در پایان هر ۱۵ دقیقه، ژل باقی مانده بر سطح کامپوزیت توسط اسپری آب و هوا شسته شد و ژل جدید اعمال گردید. بعد از پایان هر جلسه، ژل سفیدکننده مشابه قبل شستشو شد. طی فواصل جلسات سفید کردن،

پس از آماده سازی نمونه‌ها، برای اندازه‌گیری انرژی آزاد سطحی، هر نمونه بر روی یک سطح کاملاً افقی بر روی دستگاه Angle Measuring System (G10 Kruss, Hamburg, Germany) قرار گرفت. دستگاه اندازه‌گیری انرژی سطحی از سه قسمت اصلی میزک افقی، سرنگ عمودی و دوربین متصل به رایانه تشکیل شده است. ابتدا قطره آب مقطر توسط دستگاه به صورت اتوماتیک و از فاصله ۵ میلی‌متری بر روی دیسک کامپوزیتی چکانده شد و به وسیله دوربینی که بر روی دستگاه تعبیه شده بود، با بزرگنمایی ۴x عکس‌برداری گردید و زاویه تماس مربوطه به کمک نرم‌افزار Adobe Acrobat Reader Pro 10 ثبت شد. پس از خشک نمودن دیسک کامپوزیتی با فشار ملایم هوا به مدت ۱۰ ثانیه، زاویه تماس قطره گلیسرول به روش مشابه اندازه‌گیری شد. انرژی آزاد سطحی هر دیسک کامپوزیتی بر اساس زوایای تماس دو مایع مرجع آب مقطر و گلیسرول با استفاده از فرمول‌های^(۱۴) زیر محاسبه گردید:

$$\gamma_L (1 + \cos\Phi) = 2 (\gamma_{sd} \gamma_{Ld})^{0.5} + 2 (\gamma_{sp} \gamma_{Lp})^{0.5}$$

$$\gamma_s = \gamma_{sp} + \gamma_{sd}$$

در این فرمول‌ها γ_L کشش سطحی مایع بکار رفته است که برای آب، γ_L ۷۲ dyne cm⁻¹ و برای گلیسرول،

تغییرات ایجاد شده بین گروه‌ها قبل و بعد از سفیدکردن، با آزمون آنالیز واریانس تفاوت معنی‌داری را نشان نداد ($P=0/139$) (جدول ۲).

آزمون آنالیز واریانس نشان داد که قبل و نیز بعد از سفید کردن مقدار انرژی سطحی ($P<0/001$) در کامپوزیت‌های مورد مطالعه با هم دارای اختلاف آماری معنی‌داری بودند (جدول ۲).

آزمون Paired *t*-test جهت مقایسه اثر سفید کردن بر انرژی آزاد سطحی در هر کامپوزیت نشان داد که در تمامی کامپوزیت‌ها به جز کامپوزیت Z250، قبل و بعد از سفیدکردن اختلاف معنی‌داری وجود داشت ($P<0/05$) (جدول ۲). از طرفی بین سفید کردن و نوع کامپوزیت اثر متقابل مشاهده نشد ($P=0/525$).

مقایسه دوبه دوی انرژی سطحی در کامپوزیت‌های مورد مطالعه به تفکیک قبل و بعد از سفید کردن توسط آزمون توکی در جدول ۳ آمده است و نشان می‌دهد که کامپوزیت‌های P90 با Z250 XT، Z250 XT با Z250 و Z250 XT با Z350 XT اختلاف معنی‌داری داشتند ($P<0/05$).

نمونه‌ها در آب مقطر 37°C در انکوباتور نگهداری شدند. انرژی آزاد سطحی ثانویه، ۲ هفته بعد از اتمام سفید کردن، مطابق روش ذکر شده جهت اندازه‌گیری انرژی آزاد سطحی اولیه، محاسبه شد.

داده‌های به دست آمده توسط نرم‌افزار SPSS با ویرایش ۱۶ و آزمون‌های کولموگروف اسمیرنوف جهت بررسی توزیع نرمال داده‌ها، آنالیز واریانس یک طرفه و آزمون‌های توکی و Paired *t* test در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند.

یافته‌ها

میانگین، انحراف معیار و اختلاف مقدار انرژی آزاد سطحی نمونه‌ها، قبل و بعد از سفید کردن به طور جداگانه در جدول ۲ آمده است.

برای تعیین توزیع نرمال داده‌های به دست آمده از انرژی آزاد سطحی قبل و بعد از سفید کردن برای هر کامپوزیت از آزمون کولموگروف اسمیرنوف استفاده شد که مقادیر *P*-value قبل و بعد از سفیدکردن به ترتیب ۰/۸۳ و ۰/۹۹ بود. لذا از آزمون‌های پارامتری استفاده گردید.

جدول ۲: میانگین، انحراف معیار، اختلاف مقدار انرژی آزاد سطحی (dyne Cm-1)

نتیجه آزمون	اختلاف	بعد از سفیدکردن	قبل از سفیدکردن	
<i>t</i> زوجی	انحراف معیار±میانگین	انحراف معیار±میانگین	انحراف معیار±میانگین	
۰/۰۰۲	۲/۷۰±۳/۲۵۰	۵۰/۰۹±۶/۲۲	۴۷/۳۹±۵/۱۸	P90
۰/۰۵۴	۰/۶۰±۱/۲۹۳	۵۲/۴۸±۵/۵۰	۵۳/۰۸±۵/۴۲	Z250
۰/۰۰۴	۱/۶۷±۲/۱۸	۶۱/۳۸±۴/۶۲	۵۹/۷۱±۴/۶۰	Z250XT
۰/۰۴۴	۲/۲۰±۴/۴۷	۵۴/۵۹±۲/۴۱	۵۲/۳۹±۵/۵۱	Z350XT
	F(۳و۴)=۱/۹۳	F(۳و۴)=۱۳/۴۰۸	F(۳و۴)=۷/۳۱۹	نتیجه آزمون
	P=۰/۱۳۹	P<۰/۰۰۱	P<۰/۰۰۱	آنالیز واریانس

جدول ۳: مقادیر P -value به دست آمده از آزمون توکی جهت مقایسه دویه دوی انرژی آزاد سطحی کامپوزیت‌های مورد مطالعه قبل و بعد از

سفید کردن		کامپوزیت‌ها
P -value بعد از سفید کردن	P -value قبل از سفید کردن	
۰/۶۴۱	۰/۰۵۴	Z250 با P90
<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	Z250XT با P90
۰/۱۴۵	۰/۰۵۲	Z350XT با P90
<۰/۰۰۱	۰/۰۱۹	Z 250 با Z250XT
۰/۷۳۶	۰/۹۹	Z350XT با Z250
۰/۰۱۱	۰/۰۱۹	Z350XT با Z250XT

بحث

این پژوهش، برای اندازه‌گیری انرژی آزاد سطحی کامپوزیت‌ها، از روش اندازه‌گیری زاویه تماس دو مایع آب و گلیسرول با سطح دیسک‌های کامپوزیتی استفاده شد. علت استفاده از دست کم دو مایع استاندارد برای اندازه‌گیری زاویه تماس و محاسبه انرژی آزاد سطحی، این است که انرژی آزاد سطحی دو مولفه دارد: یک مولفه غیرقطبی که مربوط به نیروی واندروالس و بیان‌کننده واکنش‌های هیدروفوبیک بوده و یک مولفه قطبی که مربوط به واکنش‌های هیدروفیلیک است.^(۲۰)

Turker و Biskin^(۲۱) نشان دادند که در خصوصیات سطحی مواد ترمیمی بعد از گذشت دو هفته از فرآیند سفید کردن دیگر تغییر معنی‌داری مشاهده نمی‌شود، از این رو در مطالعه حاضر انرژی آزاد سطحی ثانویه، ۲ هفته بعد از اتمام سفید کردن اندازه‌گیری شد.

در این مطالعه، انرژی آزاد سطحی بعد از سفید کردن، در کامپوزیت‌های P90، Z250 XT و Z350 XT به طور معنی‌داری افزایش یافت ($P < ۰/۰۵$)، اما تغییرات در Z250 معنی‌دار نبود ($P = ۰/۰۵۴$).

تغییر در انرژی آزاد سطحی کامپوزیت‌ها پس از

در دندان پزشکی انرژی آزاد سطحی یک فاکتور قطعی در چسبندگی میکروارگانیزم‌ها به سطوح میزبان از جمله سطوح دندان‌ی می‌باشد. نشان داده شده است که انرژی آزاد سطحی بالا سبب تجمع بیشتر پلاک می‌شود.^(۱۵) موادی که دارای انرژی آزاد سطحی بالاتری هستند، به طور قابل ملاحظه‌ای باکتری‌های Cariogenic را جذب می‌کنند، بنابراین می‌توان انتظار داشت که در کامپوزیت‌های با انرژی آزاد سطحی بالاتر، اتصال باکتری بیشتر باشد.^(۱۶ و ۱۷)

همچنین انرژی سطحی بالاتر باعث مرطوب شدن سطحی بیشتر ماده می‌شود.^(۱۸) مواد هیدروفوبیک، زاویه تماس بزرگتری نسبت به مواد هیدروفیلیک دارند. اندازه زاویه تماس، به انرژی سطحی سوبسترا و کشش سطحی مایع به کار رفته بر روی آن بستگی دارد، در نتیجه مواد هیدروفوب نسبت به تغییر رنگ مقاوم‌تر بوده و ثبات رنگ بیشتری دارند.^(۱۹)

انرژی آزاد سطحی بر پایه اندازه‌گیری زاویه تماس سوبسترا- مایع و به روش‌های مختلف ارزیابی می‌شود. در

P90، کم‌تر تحت تاثیر تغییرات سطحی ناشی از سفیدکردن، از جمله تغییر انرژی آزاد سطحی قرار گیرد. علت دیگر تفاوت در ساختار این دو کامپوزیت (P90 و Z250) است.

شاید بتوان گفت یکی از دلایل عدم تغییر در انرژی آزاد سطحی در Z250 در مقایسه با سایر کامپوزیت‌ها (Z250 XT و Z350 XT و P90)، تفاوت در ساختار آن‌ها باشد.

پروتین‌های موجود در بزاق می‌توانند انرژی آزاد سطحی را کاهش دهند.^(۳۶) هرچند معنی‌دار بودن آن ثابت نشده است. از طرف دیگر بیوفیلم بزاق در کنترل چسبندگی باکتری‌های دهان موثر است.^(۳۷) از محدودیت‌های مطالعه حاضر می‌توان به عدم بررسی اثر بزاق اشاره کرد. همچنین با توجه به مقدار *P-value* کامپوزیت Z250 به نظر می‌رسد که افزایش تعداد نمونه‌ها برای رسیدن به نتایج قطعی‌تر مفید باشد.

نتیجه‌گیری

بر اساس یافته‌های این مطالعه سفید کردن دندان‌ها با استفاده از هیدروژن پراکساید ۳۵ درصد در سه جلسه ۴۵ دقیقه‌ای به فاصله یک هفته از هم، سبب افزایش معنی‌دار در انرژی آزاد سطحی کامپوزیت‌های P90، Z250 XT و Z350 XT می‌شود، ولی تفاوت معنی‌داری در کامپوزیت Z250 ایجاد نمی‌کند.

تشکر و قدردانی

این تحقیق از پایان نامه دوره عمومی دندانپزشکی به شماره ثبت ۸۷۰ استخراج گردیده است. از معاونت محترم پژوهشی و مرکز تحقیقات دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی همدان که هزینه‌های آن را تامین نمودند، تقدیر و تشکر می‌شود.

سفیدکردن، ممکن است به علت تفاوت در ترکیبات تشکیل‌دهنده کامپوزیت‌ها از جمله، سایز فیلر، درصد فیلر و ترکیب ماتریکس رزینی باشد. حضور ذرات با انرژی سطحی بالا مثل UDMA و Bis-GMA باعث کاهش زاویه تماس کامپوزیت‌ها می‌شود.^(۲۲) همچنین هیدروفوب بودن ماتریکس رزینی، هموزن بودن کامپوزیت و میزان اجزایی چون UDMA و Bis-GMA همگی می‌توانند در تغییر انرژی آزاد سطحی کامپوزیت‌ها موثر باشند. در این مطالعه انرژی آزاد سطحی در Z250 XT، Z350 XT افزایش داشت در حالی که در Z250 تغییری نداشت. علت احتمالی افزایش انرژی آزاد سطحی در Z250 XT و Z350 XT در مقایسه با Z250 را می‌توان به حضور تفاوت‌های ساختاری از جمله وجود مونومرهای TEGDMA در کامپوزیت‌های Z250 XT و Z350 XT و فقدان آن در Z250 و نیز تفاوت در سایز ذرات فیلر، با توجه به میکروهمبید بودن Z250 در مقایسه با کامپوزیت‌های نانوفیلد تحت مطالعه نسبت داد.

هیدروژن پروکساید ظرفیت اکسیداسیون و احیای بالایی داشته و ایجاد رادیکال آزاد می‌کند. تصور می‌شود که این رادیکال‌ها ماتریکس رزینی را تخریب می‌کنند و سبب از هم گسیختن اینترفیس ماتریکس/رزین می‌شوند در نتیجه می‌توانند سبب افزایش جذب آب، جدا شدن فیلر و تغییر در خصوصیات سطحی کامپوزیت‌ها شوند.^(۳۳) نشان داده شده است که درجه پلیمریزاسیون کم‌تر، باعث می‌شود تا کامپوزیت‌ها بیشتر دچار تخریب سطحی شوند.^(۲۴) Nemati Anaraki و همکاران^(۲۵) نشان دادند که میزان پلیمریزاسیون در کامپوزیت Z250 نسبت به P90 بیشتر است. بنابراین می‌توان انتظار داشت که کامپوزیت Z250 به علت میزان پلیمریزاسیون بالاتر در مقایسه با

منابع

1. Joiner A. The bleaching of teeth: A review of the literature. *J Dent* 2006; 34(7): 412-9.
2. Haywood VB. Current status of nightguard vital bleaching. *Compend Contin Educ Dent Suppl* 2000; 28: 10-7.
3. Yap AU, Wattanapayungkul P. Effects of in-office tooth whiteners on hardness of tooth-colored restoratives. *Oper Dent* 2002; 27(2): 137-41.
4. Elfallah HM, Swain MV. A review of the effect of vital teeth bleaching on the mechanical properties of tooth enamel. *N Z Dent J* 2013; 109(3): 87-96.
5. Usha H, Kumari A, Mehta D, Kaiwar A, Jain N. Comparing microleakage and layering methods of silorane-based resin composite in class V cavities using confocal microscopy: An *in vitro* study. *J Conserv Dent* 2011; 14(2): 164-8.
6. Lowe RA. The search for a low-shrinkage direct composite. *Inside Dent* 2010; 1(6): 78-84.
7. Pruthi G, Jain V, Kandpal HC, Mathur VP, Shah N. Effect of bleaching on color change and surface topography of composite restorations. *Int J Dent* 2010; 695-748.
8. Mor C, Steinbert D, Dogan H, Rotstein I. Bacterial adherence to bleached surfaces of composite resin *in vitro*. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1998; 86(5): 582-6.
9. Steiberg D, Mor C, Dogan H, Zacks B, Rotstein I. Effect of salivary biofilm on the adherence of oral bacteria to bleached and non-bleached restorative material. *Dent Mater* 1999; 15(1): 14-20.
10. Busscher HJ, Weerkamp AH, van der Mei HC, van Pelt AW, de Jong HP, Arends J. Measurement of the surface free energy of bacterial cell surfaces and its relevance for adhesion. *Appl Environ Microbiol* 1984; 48(5): 980-3.
11. Bagheri R, Burrow MF, Tyas M. Influence of food-simulating solutions and surface finish on susceptibility to staining of aesthetic restorative materials. *J Dent* 2005; 33(5): 389-98.
12. Quirynen M, Bollen CM. The influence of surface roughness and surface free-energy on supra- and subgingival plaque formation in man. A review of literature. *J Clin Periodontol* 1995; 22(1): 1-14.
13. MoghareAbed A, Izadi M, Kave M, Tavakoli M, Yaghini J. Comparative study investigating abrasive effects of 12 commercially available toothpastes on enamel, in Iran. *J Mash Dent Sch* 2012; 36(3): 239-48.
14. Mohammadi Z, Rezaei-Soufi L, Jale B, Rezaei-Dehghan H. Comparison of the effects of three endodontic irrigants on the free surface energy of radicular dentin. *Journal of Isfahan Dental School* 2011; 7(2): 105-13. (Persian)
15. de Jong HP, de Boer P, Busscher HJ, van Pelt AW, Arends J. Surface free energy changes of human enamel during pellicle formation. An *in vivo* study. *Caries Res* 1984; 18(5): 408-15.
16. Buergers R, Schneider-Brachert W, Hahnel S, Rosentritt M, Handel G. Streptococcal adhesion to novel low-shrink silorane-based restorative. *Dent Mater* 2009; 25(2): 269-75.
17. Vogler EA. Structure and reactivity of water at biomaterial surfaces. *Adv Colloid Interface Sci* 1998; 74: 69-117.
18. Kern K, David R, Palmer RL, Comsa G. Complete wetting on "strong" substrates: Xe/Pt (111). *Phys Rev Lett* 1986; 56(26): 2823-6.
19. Namen FM, Ferrandini E, Galan Junior J. Surface energy and wettability of polymers light-cured by two different systems. *J Appl Oral Sci* 2011; 19(5): 517-20.
20. Lungtana AM, Fell JT. Surface free energy determination on powders. *J Pharm* 1988; 41: 237-40.
21. Turker SB, Biskin T. Effect of three bleaching agents on the surface properties of three different esthetic restorative materials. *J Prosthet Dent* 2003; 89(5): 466-73.
22. Namen FM, Ferrandini E, Galan Junior J. Surface energy and wettability of polymers light-cured by two different systems. *J Appl Oral Sci* 2011; 19(5): 517-20.
23. de Andrade IC, Basting RT, Rodrigues JA, do Amaral FL, Turssi CP, França FM. Microhardness and color monitoring of nanofilled resin composite after bleaching and staining. *Eur J Dent* 2014; 8(2): 160-5.
24. Silami FD, Mundim FM, Garcia LD, Sinhoreti MA, Piresde-Souza FD. Color stability of experimental composites containing different photoinitiators. *J Dent* 2013; 41: 62-6.
25. Nemati anaraki S, Saghiri M, Haji abdoLvahab R. Degree of polymerization in filtek p90 composite material compared to Z250 using DSC method (An *in vitro* study). *J Res Dent Sci* 2011; 8(3): 145-50.
26. Buzoglu HD, Gümüsderelioğlu M, Rotstein I. Effect of bleaching agents on surface free energy parameters of resin composite coated with saliva biofilm. *Am J Dent* 2009; 22(4): 223-7.
27. Steinberg D, Mor C, Dogan H, Zacks B, Rotstein I. Effect of salivary biofilm on the adherence of oral bacteria to bleached and non-bleached restorative material. *Dent Mater* 1999; 15(1): 14-20.