

## مقایسه ثبات رنگ کامپوزیت با پایه سیلوران و با پایه متاکریلات پس از Accelerated Artificial Aging

لقمان رضایی صوفی\*، مهدی شیرین زاد\*\*، مریم السادات میرتورابی\*\*\*

\* دانشیار ترمیمی و زیبایی، مرکز تحقیقات دندانپزشکی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی همدان، ایران

\*\* استادیار گروه ترمیمی و زیبایی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی همدان، ایران

\*\*\* دستیار تخصصی گروه ترمیمی و زیبایی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی همدان، ایران

تاریخ ارائه مقاله: ۹۲/۱۱/۹ - تاریخ پذیرش: ۹۳/۳/۲۸

### Comparison of the Color Stability of Silorane-Based with Methacrylate-Based Resin Composites after Accelerated Artificial Aging

Loghman Rezaei-Soufi\*, Mehdi Shirinzad\*\*#, Maryam al sadat Mirtorabi\*\*\*

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

\*\* DDS, MSc, Assistant Professor, Dept of Operative Dentistry, School of Dentistry, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran.

\*\*\* DDS, Postgraduate, Dept of Operative Dentistry, School of Dentistry, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran.

Received: 29 January 2014; Accepted: 18 June 2014

**Introduction:** Discoloration is one of the most common reasons for replacement of resin composites. The purpose of this study was to compare the color stability of three Methacrylate-based Resin Composites (Filtek Z250, Filtek Z250x, Filtek Z350xt) with Silorane-based Resin Composites (Filtek P90) after Accelerated Artificial Aging (AAA).

**Materials & Methods:** In this *in vitro* study 56 composite discs were prepared (N=14). CIE L\*a\*b\* parameters of each specimen were measured by a reflectance spectrophotometer after 24h and 384 h of AAA. Then Color change ( $\Delta E$ ) of each composite was calculated. Data were analyzed by one way ANOVA, Tukey and paired t-test at the significance level of 0.05.

**Results:**  $\Delta E$  values of Filtek Z250, Filtek Z250x, Filtek Z350xt and Filtek P90 were 7.77, 5.86, 8.95 and 8, respectively. One way ANOVA demonstrated a significant difference between  $\Delta E$  values of composites ( $P < 0.001$ ). Tukey's test revealed that  $\Delta E$  value of Filtek Z250xt was significantly lower than those of other composites ( $P < 0.05$ ).

**Conclusion:** Silorane and methacrylate based composites showed a color change more than the clinically acceptable level ( $\Delta E > 3.3$ ) after AAA. Filtek Z250xt showed the lowest color change and other composites showed relatively similar color change.

**Key words:** Composite resin, silorane, aging, color.

# Corresponding Author: shirinzad@umsha.ac.ir

J Mash Dent Sch 2014; 38(3): 211-20.

#### چکیده

**مقدمه:** تغییر رنگ کامپوزیت‌های دندانی یکی از رایج‌ترین علل تعویض آنها محسوب می‌شود. هدف از این مطالعه مقایسه ثبات رنگ سه کامپوزیت با پایه متاکریلات Filtek Z250، Filtek Z250xt، Filtek Z350xt و کامپوزیت با پایه سیلوران Filtek P90 پس از Accelerated Artificial Aging (AAA) بود.

**مواد و روش‌ها:** در این مطالعه آزمایشگاهی ۵۶ دیسک کامپوزیتی تهیه شد (n=14). سپس با دستگاه اسپکتروفوتومتر انعکاسی پارامترهای CIE L\*a\*b\* هر نمونه یک بار پس از ۲۴ ساعت و یک بار پس از اینکه نمونه‌ها به مدت ۳۸۴ ساعت تحت AAA قرار گرفتند اندازه گیری و میزان تغییر رنگ ( $\Delta E$ ) هر کامپوزیت محاسبه شد. داده‌ها با آزمون‌های واریانس یک سویه، توکی و تی زوجی در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ آنالیز شد.

# مولف مسؤول، نشانی: همدان، بلوار شهید فهمیده، روبروی پارک مردم، دانشکده دندانپزشکی، تلفن: ۰۸۱۱۸۳۵۴۲۵۰

E-mail: shirinzad@umsha.ac.ir

**یافته‌ها:** مقادیر  $\Delta E$  کامپوزیت‌های Filtek Z250، Filtek Z250xt، Filtek Z350xt و Filtek P90 به ترتیب، ۷/۷۷، ۵/۸۶، ۸/۹۵ و ۸ بود. آزمون واریانس یک سوبه نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین  $\Delta E$  کامپوزیت‌ها وجود دارد ( $P < 0.001$ ). آزمون توکی نشان داد که  $\Delta E$  کامپوزیت Z250xt به شکل قابل توجهی کمتر از سایر کامپوزیت‌ها بود ( $P < 0.05$ ).

**نتیجه‌گیری:** کامپوزیت سیلوران همانند کامپوزیت متاکریلات پس از AAA تغییر رنگی بیشتر از حد قابل قبول کلینیکی ( $\Delta E > 3/3$ ) نشان داد. کامپوزیت Z250xt کمترین تغییر رنگ و سایر کامپوزیت‌ها تغییر رنگ تقریباً یکسانی نشان دادند.

**واژه‌های کلیدی:** کامپوزیت رزین، سیلوران، Aging، رنگ.

مجله دانشکده دندانپزشکی مشهد / سال ۱۳۹۳ دوره ۳۸ / شماره ۳: ۲۰-۲۱۱.

## مقدمه

پلی‌مریزاسیون، مواجهه به عوامل محیطی مثل تابش اشعه ماوراء بنفش، حرارت، آب و رنگدانه‌های غذایی و از فاکتورهای داخلی می‌توان ترکیب ماتریکس رزینی، مقدار و نحوه توضیح فیلر، نوع آغازگر شیمیایی و نیز درجه تبدیل بندهای دوگانه کربنی را نام برد.<sup>(۴)</sup>

به منظور غلبه بر نواقص رزین کامپوزیت‌ها تلاش‌هایی صورت گرفته است. کامپوزیت‌های اولیه حاوی ماتریکس رزینی متشکل از مونومرهای دی متاکریلات مانند بیس فنول گلیسیدیل متاکریلات، بیس فنول اتیل متاکریلات و اورتان دی متاکریلات بودند.<sup>(۵)</sup> اخیراً کامپوزیت‌هایی حاوی ماتریکس رزینی با وزن مولکولی بالا به منظور کاهش انقباض حاصل از پلی‌مریزاسیون معرفی شده‌اند که به نام «سیلوران» خوانده می‌شوند. این کامپوزیت‌ها حاوی سیستم مونومری هیبرید متشکل از سیلوکسان و اکسی ران می‌باشند.<sup>(۶)</sup> به نظر می‌رسد هیدروفوب بودن مولکول سیلوکسان خاصیت جذب آب و تغییر رنگ خارجی حاصل از جذب آب کمتری به این کامپوزیت می‌دهد و مولکول اکسی ران به علت پلی‌مریزاسیون کاتیونی باز شدن حلقه انقباض حاصل از پلی‌مریزاسیون کمتری ایجاد می‌کند.<sup>(۷)</sup>

اگرچه مطالعات مختلفی روی کامپوزیت‌های سیلوران انجام شده است، اکثر آنها بر خواص مکانیکی متمرکز بوده‌اند و اطلاعات محدودی درباره رفتار نوری این

از زمان معرفی رزین کامپوزیت تا به امروز این مواد در ترمیم دندان‌های قدامی و خلفی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. اخیراً با معرفی رزین کامپوزیت‌هایی با زیبایی بیشتر و نیز سهولت روش‌های باندینگ استفاده از این مواد افزایش یافته است.<sup>(۱)</sup> اگرچه پیشرفت‌هایی در فرمولاسیون رزین کامپوزیت‌ها صورت گرفته است با این حال هنوز نگرانی درباره ثبات رنگ این مواد پس از اینکه به مدت طولانی در محیط دهان مورد استفاده قرار می‌گیرند حل نشده است. به طوری که تغییر رنگ رستوریشن‌های کامپوزیتی یکی از علل رایج تعویض این رستوریشن‌ها محسوب می‌شود.<sup>(۲)</sup>

به طور کلی در مطالعات سه نوع تغییر رنگ در رزین کامپوزیت گزارش شده است: تغییر رنگ‌های خارجی به علت تجمع پلاک و رنگدانه‌های سطحی، تغییرات سطحی یا زیرسطحی که منجر به تخریب سطح کامپوزیت و یا نفوذ خفیف و جذب عوامل رنگی به لایه سطحی رزین کامپوزیت می‌شود و تغییر رنگ‌های داخلی به علت واکنش‌های فیزیکو شیمیایی حاصل از تابش اشعه UV، حرارت و رطوبت در ماتریکس رزین کامپوزیت در سطح و نیز لایه‌های عمقی.<sup>(۳)</sup> منابع تغییر رنگ رزین کامپوزیت را نیز می‌توان به دو گروه داخلی و خارجی تقسیم کرد. از فاکتورهای خارجی می‌توان شدت و مدت زمان

کامپوزیت‌ها بخصوص در ارتباط با ماندگاری آنها در دسترس است.<sup>(۸-۱۰)</sup> در مطالعه‌ای که توسط Arocha<sup>(۱۱)</sup> انجام شد مشخص شد که کامپوزیت سیلوران پس از قرارگیری در محلول‌های رنگی ثابت رنگ بهتری نسبت به کامپوزیت‌های با پایه متاکریلات ارائه می‌دهد و Furuse<sup>(۵)</sup> نیز در مطالعه‌ای نشان دادند که در طی AAA کامپوزیت سیلوران در مقایسه با کامپوزیت با پایه متاکریلات ثابت رنگ و درخشندگی با ثابت تری ارائه می‌دهد. با این حال در مطالعه Pires و همکاران<sup>(۱۲)</sup> مشخص شد که پس از AAA کامپوزیت سیلوران در مقایسه با کامپوزیت با پایه متاکریلات تغییرات بیشتری از نظر رنگ و تخریب مرز بین دندان و ترمیم نشان می‌دهند. از آنجائی که فرمولاسیون بر خواص نوری رزین کامپوزیت اثر می‌گذارد<sup>(۱۳)</sup> و از آنجایی که درباره عملکرد طولانی مدت این کامپوزیت به خصوص از نظر ثابت رنگ نتایج متناقضی مطرح شده است، هدف از این مطالعه مقایسه ثابت رنگ سه نوع کامپوزیت با پایه متاکریلات Filtek Z250xt, Filtek Z350xt و کامپوزیت با پایه سیلوران Filtek P90 پس از AAA بود. فرضیه صفر این بود که AAA تغییری در رنگ کامپوزیت با پایه سیلوران و نیز با پایه متاکریلات ایجاد نمی‌کند.

### مواد و روش‌ها

ابتدا ۵۶ نمونه رزین کامپوزیت از ۴ نوع (n=۱۴) که ویژگی‌های آنها در جدول ۱ آمده است به شکل دیسک تهیه شدند؛ به این ترتیب که یک مولد حلقوی به قطر ۸ و ضخامت ۲ میلی متر تهیه شد.<sup>(۱۴)</sup> به منظور تهیه نمونه‌ها، مولد بر روی یک اسلب شیشه‌ای شفاف قرار گرفت و توسط کامپوزیت پر شد. سپس یک لامل روی مولد قرار داده شد تا اضافات کامپوزیت خارج شود. نمونه‌ها سپس توسط دستگاه لایت کیور LED Bluephase, ivoclar

$$\Delta E = [(L_2 - L_1)^2 + (a_2 - a_1)^2 + (b_2 - b_1)^2]^{1/2}$$

(Vivadent, Australia) با شدت  $1200 \text{ mW/cm}^2$  یک بار به مدت ۲۰ ثانیه مستقیماً از ورای لامل و یک بار بدون آن کیور شدند. نمونه‌های تهیه شده سپس توسط دیسک‌های پرداخت آلومینیوم اکساید نرم، متوسط و خشن پرداخت (Sof-Lex Pop On Orange series-3M ESPE/St. Paul, MN, USA) پالیش شدند تا لایه غنی از رزین برداشته شود و سطح نمونه‌ها صاف و پرداخت شود. به این منظور هر دیسک پرداخت به مدت ۳۰ ثانیه به صورت دورانی و منقطع روی نمونه‌ها حرکت داده شد تا از بیش از اندازه گرم شدن نمونه‌ها که منجر به تغییر سطح نمونه‌ها می‌شود جلوگیری شود. سپس نمونه‌ها برای مدت ۲۴ ساعت در آب مقطر قرار گرفتند. پس از این مدت پارامترهای CIE  $L^*a^*b^*$  نمونه‌ها در زمینه سفید ( $b^*=6/71$  و  $a^*=-1/08$ ,  $L^*=91/45$ ) توسط دستگاه اسپکتروفوتومتر انعکاسی (SpectroCam Scanning Spectrophotometer, Ihara, USA) و با استفاده از سیستم (Comission Internatinal L'Eclairage) CIE  $L^*a^*b^*$  اندازه گیری شد. اندازه درجه دستگاہ  $2 \times 1/5 \text{ mm}$  و هندسه اندازه گیری  $45^\circ/0^\circ$  بود. نور روز D65 و زاویه مشاهده استاندارد ۱۰ درجه انتخاب شد.

سپس نمونه‌ها به مدت ۳۸۴ ساعت توسط دستگاه Weathering (QUV, Q-Panel, USA) تحت سیکل‌های نوری و حرارتی قرار گرفتند؛ هر سیکل شامل ۴ ساعت تابش اشعه UVB در دمای  $50^\circ\text{C}$  و ۴ ساعت اعمال رطوبت در دمای  $50^\circ\text{C}$  بود که به این ترتیب ۸ ماه کارکرد کلینیکی بازسازی شد.<sup>(۱۵)</sup> بعد از AAA پارامترهای CIE  $L^*a^*b^*$  نمونه‌ها مجدداً اندازه‌گیری شد و با استفاده از فرمول زیر تغییرات رنگی هر نمونه محاسبه شد.

پس از AAA از لحاظ آماری تغییر معنی‌داری ندارد ( $P=0/766$ ) با این حال سایر پارامترهای رنگی a، b و L در کامپوزیت‌های مورد مطالعه تغییر قابل ملاحظه‌ای داشتند ( $P<0/001$ ). همچنین میانگین و انحراف معیار  $\Delta E$  و نتیجه آزمون واریانس یک عاملی در جدول ۳ آمده است و نشان می‌دهد که میانگین پارامتر  $\Delta E$  کامپوزیت‌های مورد مطالعه با هم اختلاف معنی‌دار آماری دارد ( $P<0/001$ ). همچنین مقایسه دو به دو میانگین پارامتر  $\Delta E$  بین کامپوزیت‌های مورد مطالعه مطابق تست تکمیلی Tukey در جدول ۴ آمده است و نشان می‌دهد فقط میزان  $\Delta E$  کامپوزیت Z250xt با بقیه اختلاف معنی‌داری دارد ( $P<0/05$ ).

در این فرمول  $L_1$ ،  $a_1$  و  $b_1$  قبل از AAA و  $L_2$ ،  $a_2$  و  $b_2$  پس از AAA اندازه‌گیری شد. همچنین در این سیستم  $L^*$  نشان‌دهنده روشنی (lightness)،  $a^*$  نشان‌دهنده سبز-قرمزی (سبز: -a، قرمز: +a) و b نشان‌دهنده زرد-آبی (آبی: -b، زرد: +b) هر نمونه بود. داده‌های به دست آمده با نرم افزار SPSS با ویرایش ۱۶ و توسط آزمون‌های واریانس یک طرفه و تست تکمیلی توکی و نیز تی زوجی در سطح معنی‌داری  $\alpha = 0/05$  آنالیز شدند.

#### یافته‌ها

میانگین و انحراف معیار پارامترهای رنگی a، b و L قبل و پس از AAA و نیز  $\Delta L$ ،  $\Delta a$  و  $\Delta b$  به تفکیک نوع کامپوزیت در جدول ۲ آمده است. نتیجه آزمون Paired t-test نشان داد که پارامتر L در کامپوزیت Z350xt

جدول ۱: ترکیب، کارخانه سازنده و نوع کامپوزیت‌های مورد مطالعه

ترکیب	کارخانه سازنده	نوع	کامپوزیت
BIS-GMA, UDMA, BIS-EMA, PEGDMA and TEGDMA, 68% v silica/zirconia fillers of 3 $\mu$ or less & Non-agglomerated/non-aggregated 20nm silica particles	3M ESPE/St. Paul, MN, USA	Nanohybrid methacrylate composite	Filtek Z250xt
BIS-GMA, BIS-EMA, UDMA, PEGDMA and TEGDMA; 63.3% v silica nanoparticles (20nm) and zirconia/silica clusters (0.6-10 $\mu$ m)	3M ESPE/St. Paul, MN, USA	Nanoparticle methacrylate composite	Filtek Z350xt
silorane based matrix, 55% v quartz and ytterbium trifluoride filler (0.1-2 $\mu$ m)	3M ESPE/St. Paul, MN, USA	Silorane composite	Filtek P90

جدول ۲: میانگین و انحراف معیار پارامترهای رنگی L,a,b قبل و پس از AAA و اختلاف آنها در کامپوزیت‌های مورد مطالعه و نتایج آزمون

Paired t-test و One-way ANOVA

P-value(Paired t-test)	اختلاف		قبل انحراف معیار±میانگین	کامپوزیت	پارامتر رنگی
	انحراف معیار±میانگین	بعد انحراف معیار±میانگین			
$P<0/001$ , $t=16/43$	$6/77\pm1/54$	$59/27\pm1/74$	$52/50\pm0/63$	Z250	L
$P<0/001$ , $t=6/27$	$6/77\pm1/54$	$60/10\pm1/49$	$59/81\pm0/62$	Z250xt	
$P=0/606$ , $t=0/53$	$0/10\pm0/72$	$56/26\pm0/77$	$56/61\pm0/61$	Z350xt	
$P<0/001$ , $t=-11/44$	$-2/28\pm0/75$	$53/95\pm0/58$	$56/23\pm0/76$	P90	
	F=118/31	F=141/90	F=287/95	P-value(ANOVA)	
	$P<0/001$	$P<0/001$	$P<0/001$		
$P<0/001$ , $t=-11/72$	$-0/47\pm0/15$	$-0/80\pm0/15$	$-0/33\pm0/10$	Z250	a
$P<0/001$ , $t=4/91$	$0/43\pm0/33$	$0/52\pm0/22$	$0/09\pm0/21$	Z250xt	
$P<0/001$ , $t=12/30$	$0/38\pm0/11$	$-0/10\pm0/10$	$-0/47\pm0/10$	Z350xt	
$P<0/001$ , $t=27/34$	$0/59\pm0/22$	$0/81\pm0/14$	$-0/78\pm0/14$	P90	
	F= 211/42	F= 285/55	F= 85/83	P-value(ANOVA)	
	$P<0/001$	$P<0/001$	$P<0/001$		
$P<0/001$ , $t=-9/02$	$-3/68\pm1/53$	$2/07\pm1/36$	$5/76\pm0/48$	Z250	b
$P<0/001$ , $t=-8/61$	$-3/68\pm1/53$	$2/07\pm1/36$	$5/76\pm0/48$	Z250xt	
$P<0/001$ , $t=29/88$	$8/91\pm1/12$	$13/76\pm0/99$	$4/85\pm0/45$	Z350xt	
$P<0/001$ , $t=30/43$	$7/46\pm0/92$	$16/95\pm0/77$	$9/49\pm0/34$	P90	
	F= 231/55	F= 276/72	F= 225/16	P-value(ANOVA)	
	$P<0/001$	$P<0/001$	$P<0/001$		

جدول ۳: میانگین و انحراف معیار  $\Delta E$  در کامپوزیت‌های مورد مطالعه و نتیجه آزمون One-way ANOVA

انحراف معیار	میانگین	کامپوزیت‌های مورد مطالعه
۲	۷/۷۷	Z250
۰/۷۹	۵/۸۶	Z250xt
۱/۰۹	۸/۹۵	Z350xt
۰/۹۴	۸	P90
F=14/00 , $p<0/001$		نتیجه آزمون

جدول ۴ : نتایج آزمون تکمیلی Tukey برای مقایسه دو به دویی میانگین پارامتر  $\Delta E$  بین کامپوزیت‌های مورد مطالعه

P-value	کامپوزیت‌ها
۰/۰۰۲	Z250 با Z250xt
۰/۰۸۸	Z250 با Z350xt
۰/۹۶۶	Z250 با P90
<۰/۰۰۱	Z250xt با Z350xt
<۰/۰۰۱	Z250xt با P90
۰/۲۲۵	Z350xt با P90

### بحث

امروزه رزین کامپوزیت‌های دندانی به عنوان مواد ترمیمی زیبایی به شکل گسترده‌ای در حال استفاده می‌باشند. با این حال تغییر رنگ رستوریشن‌های کامپوزیتی یکی از علل رایج تعویض این رستوریشن‌ها محسوب می‌شود.<sup>(۲)</sup> ثبات رنگ کامپوزیت رزین به ماتریکس رزینی، ابعاد فیلر، عمق پلی‌مریزاسیون، عوامل رنگی و نیز تفاوت‌های شیمیایی اجزای رزینی مانند خلوص مونومرها و الیگومرها، نوع یا غلظت فعال‌کننده، آغازکننده و بازدارنده و اکسیداسیون باندهای دوگانه کربنی واکنش نداده بستگی دارد.<sup>(۱۱)</sup>

مطالعات نشان داده‌اند که واکنش‌های فیزیکوشیمیایی مثل تابش نور مرئی، اشعه ماوراء بنفش، دما و حرارت می‌توانند در طول زمان باعث تغییرات رنگی داخلی در کامپوزیت‌ها شود.<sup>(۱۶)</sup> بنابراین سال‌ها است که روش‌های Aging مصنوعی به منظور بررسی تاثیر این شرایط بر ویژگی‌های نوری و مکانیکی مورد استفاده قرار گرفته‌اند.<sup>(۱۲،۱۷)</sup> AAA روشی است که در آن مواد ترمیمی در مدت زمان طولانی تحت اشعه ماوراء بنفش، رطوبت و تغییرات حرارتی ناگهانی قرار می‌گیرند. در این روش تغییراتی در ماتریکس ارگانیک رخ می‌دهد که فاکتور

اصلی تغییر رنگ در طولانی مدت محسوب می‌شود.<sup>(۱۸)</sup> بنابراین در این مطالعه اثر AAA بر ثبات ترانسلسنسی سه نوع کامپوزیت با پایه متاکریلات و یک کامپوزیت با پایه سیلوران ارزیابی شد. از آنجایی که پروسه Aging نوری که در این مطالعه استفاده شد عمدتاً روی ماتریکس رزینی کامپوزیت اثر می‌گذارد و از آنجایی که کامپوزیت‌های مورد استفاده در این مطالعه تحت تاثیر هیچ ماده رنگی قرار نگرفتند بنابراین تغییرات رنگی ایجاد شده در نمونه‌های مورد مطالعه مرتبط با تغییرات فیزیکی و شیمیایی داخلی کامپوزیت می‌باشد. در این مطالعه نمونه‌ها توسط مولد با ضخامت یکسان و همگی از رنگ A<sub>2</sub> تهیه شدند و از آنجایی که دستگاه مورد استفاده برای پلی‌مریزاسیون کامپوزیت بر رنگ آن تاثیر می‌گذارد،<sup>(۱۹)</sup> بدون در نظر گرفتن پیشنهاد کارخانه سازنده از یک پروتکل تابش نور یکسان برای تمامی نمونه‌ها استفاده شد. همچنین به منظور بازسازی شرایط کلینیکی از پروسه پرداخت با هندپیس و دیسک‌های پرداخت با توالی مشخص استفاده شد. علاوه بر این به منظور ارزیابی دقیق‌تر و ویژگی‌های نوری از دستگاه اسپکتروفوتومتر و سیستم CIE Lab جهت مطالعه ویژگی‌های نوری نمونه‌ها استفاده شد. در سیستم رنگ CIE Lab، رنگ در سه

مقدار مشخصی زردی در کامپوزیت باقی می‌ماند که این خود می‌تواند طی واکنش‌های فیزیکوشیمیایی ناشی از تغییرات حرارتی Aging کاهش پیدا کند.<sup>(۲۰-۲۳)</sup> اگرچه اندازه‌گیری مطلق  $L$ ،  $a$  و  $b$  قابل انجام است، اصولاً میزان تغییرات رنگی را با  $\Delta E$  می‌سنجند. اگر ماده‌ای پس از قرارگیری در شرایط مطالعه کاملاً ثابت رنگ داشته باشد میزان  $\Delta E$  آن صفر می‌شود. ادعا شده است که اختلاف رنگ  $\Delta E=1$  با چشم انسان قابل تشخیص نمی‌باشد؛ با این حال میزان اختلاف رنگی که از نظر کلینیکی غیر قابل قبول محسوب می‌شود  $\Delta E > 3/3$  می‌باشد.<sup>(۱۱)</sup> در این مطالعه تمامی کامپوزیت‌ها پس از AAA میزان  $3/3 > \Delta E$  نشان دادند. با این حال مقایسه دو به دو  $\Delta E$  کامپوزیت‌ها نشان داد که کمترین تغییرات رنگ مربوط به کامپوزیت Z250xt می‌باشد و میزان  $\Delta E$  بقیه کامپوزیت‌ها با یکدیگر تفاوت قابل ملاحظه‌ای ندارد ( $P > 0/05$ ).

Vichi و همکاران<sup>(۲۴)</sup> گزارش کردند که کامپوزیت‌ها با ابعاد فیلر بزرگتر تغییرات رنگ و اپستی بیشتری نشان می‌دهند. در مطالعه حاضر کامپوزیت Z250xt با سایز فیلر کوچکتر از Z250 و P90 کمترین میزان تغییرات رنگ را در بین کامپوزیت‌های مورد مطالعه نشان داد. با این حال کامپوزیت Z350xt با کمترین ابعاد سایز فیلر تغییرات رنگی مشابه با Z250 و P90 نشان داد. نتیجه به دست آمده با نتیجه حاصل از مطالعه Diamatopoulou و همکاران<sup>(۲۵)</sup> قابل مقایسه است که در آن کامپوزیت Filtek Supreme با کمترین ابعاد فیلر در بین کامپوزیت‌های دیگر مورد مطالعه بیشترین میزان تغییرات رنگی را پس از ۱ ماه نگهداری در آب نشان داد. طبق گزارش کارخانه اکثریت کلاسترهای کامپوزیت Z350xt بدون استفاده از تکنیک Sintering و با اتصال سست نانوپارتیکل‌ها به یکدیگر تهیه شده‌اند و به این ترتیب امکان تهیه رنج وسیعی از سایز کلاسترها (۶ تا

موقعیت فضایی  $L$ ،  $a$  و  $b$  تعیین می‌شود که در آن  $L$  نشان‌دهنده روشنی،  $a$  نشان‌دهنده میزان رنگ قرمز-سبز و  $b$  نشان‌دهنده میزان رنگ زرد-آبی یک نمونه می‌باشد. با مثبت‌تر شدن میزان  $L$  (و به عبارت دیگر مثبت شدن  $\Delta L$ ) رنگ روشن‌تر و با منفی‌تر شدن آن تیره‌تر می‌شود. وقتی میزان  $a$  مثبت‌تر می‌شود (و به عبارت دیگر  $\Delta a$  مثبت می‌شود) رنگ قرمزتر و وقتی منفی‌تر می‌شود رنگ آبی‌تر می‌شود. همچنین وقتی میزان  $b$  مثبت‌تر می‌شود (و به عبارت دیگر  $\Delta b$  مثبت می‌شود) رنگ زردتر و وقتی منفی‌تر می‌شود رنگ سبزتر می‌شود. در این مطالعه آزمون تی زوجی نشان داد که پس از AAA در مقدار  $L$ ،  $a$  و  $b$  هر چهار نوع کامپوزیت تغییرات قابل ملاحظه‌ای اتفاق افتاد. با این استثنا که میزان  $L$  در کامپوزیت Z350xt تغییر قابل ملاحظه‌ای نکرد ( $P=0/106$ ). بررسی مقادیر مثبت و منفی  $\Delta L$ ،  $\Delta a$  و  $\Delta b$  نشان داد که پس از AAA کامپوزیت Z250 و Z250xt روشن‌تر و کامپوزیت P90 تیره‌تر و کامپوزیت Z250 سبزتر و آبی‌تر اما بقیه کامپوزیت‌ها قرمزتر و زردتر می‌شوند. تغییرات در روشنی ( $L$ ) را می‌توان ناشی از جذب آب دانست که بر ضریب شکست ماتریکس رزینی اثر می‌گذارد.<sup>(۲۰-۲۳)</sup> افزایش قرمزی را می‌توان ناشی از تسریع‌کننده آمینی دانست. زیرا این مواد در طی واکنش نوری محصولات جانبی تولید می‌کنند که تمایل به ایجاد تغییر رنگ زرد تا قرمز-قهوه‌ای تحت اثر نور یا حرارت دارند.<sup>(۲۰-۲۳)</sup> کاهش در میزان زردی را می‌توان تا حدودی به علت تغییر در میزان کامفوروکینون کامپوزیت در نتیجه افزایش درجه پلی‌مریزاسیون دانست. کامفوروکینون که در اکثر کامپوزیت‌ها در نقش آغازگر اضافه می‌شود دارای رنگ زرد می‌باشد که پس از پلی‌مریزاسیون تقریباً بی‌رنگ می‌شود. البته از آنجایی که درجه پلی‌مریزاسیون کامپوزیت نمی‌تواند به ۱۰۰٪ برسد،

اتفاق بیفتد. با این حال مطالعات نشان می‌دهند که کامپوزیت سیلوران جذب آب، حلالیت و ضریب نفوذ کمتر و در نتیجه ثبات شمیایی خوبی در محیط آبی نشان می‌دهد و علت آن احتمالاً سینرژسم بهتر بین فیلر و ماتریکس رزینی و مرطوب‌شوندگی خوب سایلن آن می‌باشد.<sup>(۳۲)</sup> مطالعاتی که ثبات رنگ کامپوزیت‌های سیلوران را بررسی کرده اند نتایج متناقضی ارائه کرده‌اند. Furuse<sup>(۵)</sup> نشان دادند که کامپوزیت سیلوران در مقایسه با کامپوزیت‌های دی متاکریلات ثبات رنگ بهتری پس از AAA نشان می‌دهد و علت را به جذب آب و حلالیت کمتر کامپوزیت سیلوران در مقایسه با کامپوزیت دی متاکریلات مرتبط دانستند. نتایج این مطالعه با مطالعه حاضر در تناقض است و علت آن احتمالاً روش AAA متفاوت در دو مطالعه است. Furuse از لامپ زنون، دمای کمتر و زمان حداکثر ۱۹۲ ساعت جهت AAA استفاده کرد که نسبت به روش AAA مورد استفاده در این مطالعه کمتر مخرب می‌باشد. در مطالعه دیگری Pires-de-Souza<sup>(۱۲)</sup> نشان دادند که کامپوزیت P90 بیشترین تغییرات رنگی را پس از AAA نشان می‌دهد. این محققان نشان دادند که بسیاری از پارتیکل‌های فیلر کوآرتز از ماتریکس کامپوزیت سیلوران جدا می‌شوند بنابراین در مورد کیفیت سایلن این کامپوزیت در اتصال طولانی مدت فیلر به ماتریکس رزینی تردیدهایی وجود دارد<sup>(۳۳)</sup> که می‌تواند از عوامل تغییر رنگ این کامپوزیت پس از Aging باشد. علاوه بر این فیلر بیتریوم تری فلوراید که در آزادسازی فلوراید نقش دارد، محلول در آب بوده و پس از غوطه ورسازی در آب می‌تواند شسته شود که همین قضیه می‌تواند روی ثبات رنگ این کامپوزیت اثر بگذارد.<sup>(۳۴)</sup> همچنین مشخص شده است که نمک اونیوم موجود در سیستم آغازگر سه جزئی کامپوزیت سیلوران

۱۰ میکرون) فراهم شده است. ممکن است وجود تخلخل بین این فیلرها عاملی باشد که منجر به کاهش ثبات رنگ این کامپوزیت‌ها پس از Aging شود.<sup>(۳۶)</sup> میزان حساسیت کامپوزیت به جذب آب نشانه حساسیت آن به تخریب هیدرولیتیک می‌باشد و بنابراین یکی از فاکتورهایی که می‌تواند منجر به تغییر رنگ کامپوزیت شود.<sup>(۳۷)</sup> مشخص شده است که کامپوزیت‌های حاوی BIS\_GMA دارای جذب آب بیشتر و کامپوزیت‌های حاوی TEGDMA دارای حلالیت بیشتر در محیط آبی می‌باشد.<sup>(۳۸)</sup> در این مطالعه هر سه نوع کامپوزیت با پایه متاکریلات حاوی BIS\_GMA و TEGDMA می‌باشند و همه آنها پس از Aging  $\Delta E > 3/3$  نشان دادند که تاییدکننده نتایج بعضی مطالعات گذشته می‌باشد.<sup>(۱۲)</sup> با این حال تعدادی مطالعات که ثبات رنگ این کامپوزیت‌ها را پس از Aging ارزیابی کرده‌اند میزان  $\Delta E < 3/3$  را گزارش کرده‌اند که احتمالاً به علت روش و زمان Aging متفاوت آنها می‌باشد.<sup>(۳۹) و (۴۰)</sup> کامپوزیت Z250xt با این که میزان  $\Delta E > 3/3$  نشان داد با این حال میزان تغییرات رنگی آن کمتر از بقیه بود. از آنجایی که انتظار می‌رود کامپوزیت‌های با محتوای فیلر بیشتر تغییرات رنگی کمتری نشان دهند<sup>(۴۵)</sup>، بنابراین این قضیه را می‌توان به درصد حجمی فیلر بیشتر این کامپوزیت نسبت به بقیه نسبت داد. همچنین ثابت شده است که هرچه درجه پلی‌مریزاسیون کامپوزیت کمتر باشد جذب آب و حلالیت آن در آب افزایش می‌یابد.<sup>(۴۰)</sup> درجه پلی‌مریزاسیون به تابش نور، زمان اکسپوزر به نور و فاکتورهای دیگر مثل ترکیب ماده، رنگ و ترانس‌لوسنس آن بستگی دارد.<sup>(۴۱)</sup> مطالعات نشان داده‌اند که کامپوزیت سیلوران دارای عمق پلی‌مریزاسیون کمتری نسبت به کامپوزیت‌های متاکریلات می‌باشد<sup>(۴۱)</sup> بنابراین انتظار می‌رود که جذب آب بیشتری



پایه متاکریلات و کامپوزیت سیلوران مورد مطالعه پس از AAA تغییر رنگی بیشتر از حد قابل قبول از نظر کلینیکی نشان دادند. کامپوزیت Z250xt کمترین تغییر رنگ و سایر کامپوزیت‌ها میزان تغییر رنگ تقریباً یکسانی نشان دادند.

### تشکر و قدردانی

این تحقیق از پایان‌نامه دوره تخصصی دندانپزشکی ترمیمی به شماره ثبت ۱۱۵ 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.

با تولید رادیکال آزاد و سپس پروتون در روند پلی‌مریزاسیون نقش مهمی دارد.<sup>(۳۵)</sup> با این حال نمک اونیوم می‌تواند منجر به تولید آمین‌های رادیکال اضافی شود.<sup>(۳۵)</sup> تغییرات رنگی کامپوزیت پس از پروسه‌های نوری و حرارتی را عموماً به اکسیداسیون این آمین‌های باقی مانده نسبت می‌دهند.<sup>(۳۶)</sup> علاوه بر این آمین آزاد بیشتر منجر به تجزیه بیشتر کامفورکینون و در نتیجه ثبات رنگ کمتر کامپوزیت می‌شود<sup>(۳۵)</sup> که تاییدکننده نتایج مطالعه حاضر می‌باشد.

### نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که تمامی کامپوزیت‌های با

### منابع

1. Sarac D, Sarac YS, Kulunk S, Ural C, Kulunk T. The effect of polishing techniques on the surface roughness and color change of composite resins. *J Prosthet Dent* 2006; 96(1): 33-40.
2. Asghar S, Ali A, Rashid S, Hussain T. Replacement of resin-based composite restorations in permanent teeth. *J Coll Physicians Surg Pak* 2010; 20(10): 639-43.
3. Catelan A, Briso AL, Sundfeld RH, Goiato MC, dos Santos PH. Color stability of sealed composite resin restorative materials after ultraviolet artificial Aging and immersion in staining solutions. *J Prosthet Dent* 2011; 105(4): 236-41.
4. Sarafianou A, Iosifidou S, Papadopoulou T, Eliades G. Color stability and degree of cure of direct composite restoratives after accelerated Aging. *Oper Dent* 2007; 32(4): 406-11.
5. Furuse AY, Gordon K, Rodrigues FP, Silikas N, Watts DC. Colour-stability and gloss-retention of silorane and dimethacrylate composites with accelerated Aging. *J Dent* 2008; 36(11): 945-52.
6. Perez MM, Ghinea R, Ugarte-Alvan LI, Pulgar R, Paravina RD. Color and translucency in silorane-based resin composite compared to universal and nanofilled composites. *J Dent* 2010; 38(2): 110-6.
7. Ilie N, Hickel R. Silorane-based dental composite: Behavior and abilities. *Dent Mater J* 2006; 25(3):445-54.
8. Ilie N, Hickel R. Macro-, micro- and nano-mechanical investigations on silorane and methacrylate-based composites. *Dent Mater* 2009; 25(6): 810-9.
9. Yesilyurt C, Yoldas O, Altintas SH, Kusgoz A. Effects of food-simulating liquids on the mechanical properties of a silorane-based dental composite. *Dent Mater J* 2009; 28(3): 362-7.
10. Yu H, Wegehaupt FJ, Wiegand A, Roos M, Attin T, Buchalla W. Erosion and abrasion of tooth-colored restorative materials and human enamel. *J Dent* 2009; 37(12): 913-22.
11. Arocha MA, Mayoral JR, Lefever D, Mercade M, Basilio J, Roig M. Color stability of siloranes versus methacrylate-based composites after immersion in staining solutions. *Clin Oral Invest* 2013; 17(6): 1481-7.
12. Pires-de-Souza Fde C, Garcia Lda F, Roselino Lde M, Naves LZ. Color stability of silorane-based composites submitted to accelerated artificial ageing--an in situ study. *J Dent* 2011; 39(1): 18-24.
13. Lehtinen J, Laurila T, Lassila LV, Vallittu PK, Raty J, Hernberg R. Optical characterization of bisphenol-A-glycidyl dimethacrylate-triethyleneglycoldimethacrylate (BisGMA/TEGDMA) monomers and copolymer. *Dent Mater* 2008; 24(10): 1324-8.
14. Silami FD, Mundim FM, Garcia Lda F, Sinhoreti MA, Pires-de-Souza Fde C. Color stability of experimental composites containing different photoinitiators. *J Dent* 2013; 41(3): 62-6.

15. ASTM STANDARDS G154-00A. Standard practice for operating fluorescent light apparatus for UV exposure of nonmetallic materials Annual Book of ASTM Standards Pennsylvania: United States; 2006. P. 646-54.
16. Drubi-Filho B, Garcia Lda F, Cruvinel DR, Sousa AB, Pires-de-Souza Fde C. Color stability of modern composites subjected to different periods of accelerated artificial Aging. *Braz Dent J* 2012; 23(5): 575-80.
17. Schulze KA, Marshall SJ, Gansky SA, Marshall GW. Color stability and hardness in dental composites after accelerated Aging. *Dent Mater* 2003; 19(7): 612-9.
18. Kolbeck C, Rosentritt M, Lang R, Handel G. Discoloration of facing and restorative composites by UV-irradiation and staining food. *Dent Mater* 2006; 22(1): 63-8.
19. del Mar Perez M, Saleh A, Pulgar R, Paravina RD. Light polymerization-dependent changes in color and translucency of resin composites. *Am J Dent* 2009; 22(2): 97-101.
20. Choi MS, Lee YK, Lim BS, Rhee SH, Yang HC, Lim YJ. Changes in color and translucency of porcelain-repairing resin composites after thermocycling. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2006; 78(1): 1-6.
21. Lee SH, Lee YK. Effect of thermocycling on optical parameters of resin composites by the brand and shade. *Am J Dent* 2008; 21(6): 361-7.
22. Lee YK, Lim BS, Rhee SH, Yang HC, Powers JM. Changes of optical properties of dental nano-filled resin composites after curing and thermocycling. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2004; 71(1): 16-21.
23. Lee YK, Lim BS, Rhee SH, Yang HC, Powers JM. Color and translucency of A2 shade resin composites after curing, polishing and thermocycling. *Oper Dent* 2005; 30(4): 436-42.
24. Vichi A, Ferrari M, Davidson CL. Color and opacity variations in three different resin-based composite products after water Aging. *Dent Mater* 2004; 20(6): 530-4.
25. Diamantopoulou S, Papazoglou E, Margaritis V, Lynch CD, Kakaboura A. Change of optical properties of contemporary resin composites after one week and one month water ageing. *J Dent* 2013; 41(5): 62-9.
26. Villalta P, Lu H, Okte Z, Garcia-Godoy F, Powers JM. Effects of staining and bleaching on color change of dental composite resins. *J Prosthet Dent* 2006; 95(2): 137-42.
27. Ardu S, Gutemberg D, Krejci I, Feilzer AJ, Di Bella E, Dietschi D. Influence of water sorption on resin composite color and color variation amongst various composite brands with identical shade code: An *in vitro* evaluation. *J Dent* 2011; 39(1): 37-44.
28. Gajewski VE, Pfeifer CS, Froes-Salgado NR, Boaro LC, Braga RR. Monomers used in resin composites: Degree of conversion, mechanical properties and water sorption/solubility. *Braz Dent J* 2012; 23(5): 508-14.
29. Nasim I, Neelakantan P, Sujeer R, Subbarao CV. Color stability of microfilled, microhybrid and nanocomposite resins--an *in vitro* study. *J Dent* 2010; 38(2): 137-42.
30. Sideridou I, Tserki V, Papanastasiou G. Study of water sorption, solubility and modulus of elasticity of light-cured dimethacrylate-based dental resins. *Biomaterials* 2003; 24(4): 655-65.
31. Guiraldo RD, Consani S, Consani RL, Berger SB, Mendes WB, Sinhoreti MA, et al. Comparison of silorane and methacrylate-based composite resins on the curing light transmission. *Braz Dent J* 2010; 21(6): 538-42.
32. Palin WM, Fleming GJ, Burke FJ, Marquis PM, Randall RC. The influence of short and medium-term water immersion on the hydrolytic stability of novel low-shrink dental composites. *Dent Mater* 2005; 21(9): 852-63.
33. Duarte SJr, Phark JH, Varjao FM, Sadan A. Nanoleakage, ultramorphological characteristics, and microtensile bond strengths of a new low-shrinkage composite to dentin after artificial Aging. *Dent Mater* 2009; 25(5): 589-600.
34. Iazzetti G, Burgess JO, Gardiner D, Ripps A. Color stability of fluoride-containing restorative materials. *Oper Dent* 2000; 25(6): 520-5.
35. Ogliari FA, Ely C, Petzhold CL, Demarco FF, Piva E. Onium salt improves the polymerization kinetics in an experimental dental adhesive resin. *J Dent* 2007; 35(7): 583-7.
36. Kaizer MdR, Diesel PG, Mallmann A, Jacques LB. Ageing of silorane-based and methacrylate-based composite resins: Effects on translucency. *J Dent* 2012; 40(1): 64-71.