بررسی ثبات رنگ کامپوزیت IDM (ایده آل ماکو)

دکتر مریم قوام*- دکتر محسن پور حقیقی**- مهندس مهناز محمدی***

*استادیار گروه آموزشی ترمیمی دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران

**دستیار گروه آموزشی ترمیمی دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران

***عضو هیأت علمی پژوهشکده صنایع رنگ

Title: Color Stability of IDM Composite Resin

Authors: Ghavam M. Assistant Professor*, Poorhaghighi M. Resident*, Mohammadi M. Faculty Member**

Address: *Dept. of Operative & Esthetic Dentistry. Faculty of Dentistry. Tehran University of Medical Sciences

** Color Research Center, Amir Kabir University

Abstract: Discoloration of composite resins is considered to be a major factor in esthetic restoration failures. The aim of this study was to evaluate color stability of IDM composite (both light and self cure samples namely IL and IS), and to compare it with a self-cure composite (Degufill named DS) and a light cure ormocer composite (Definite, called DL in the Report). 60 disk shaped samples of each composite were prepared, according to ISO-7491. The samples were divided into 3 groups and aged as follows:

A- (Control) 7 days in dark 37°c chamber

B- Foil covered and kept in 100% humidity, and 37°c in xenotest chamber for 24 hours, then transferred to a dark 37°c chamber for 6 more days.

C- Kept in 37°c, 100% humidity under the emission of xenon lamp of xenotest chamber for 24 hours, and then transferred to 37°c dark chamber for 6 more days.

The lightness and chromaticity values of samples were measured both before and after aging using a spectrophotometer (Data Flash). The total color changes as well as changes in lightness and chromaticity values were measured in the CIE L * a * b * scale, and analyzed. Color change was recorded to be significant in all samples after aging. The maximum change belonged to IL, which was significantly different from DL and DS. It seems, in order to have a durable esthetic restoration using IDM, more scientific and professional consideration is needed in the production process.

Key words: Resin Composite- Discoloration- Color Stability- Spectrophotometer- Xenotest- Light Cure- Self Cure

Journal of Dentistry. Tehran University of Medical Sciences (Vol. 13, No:3-4, 2001)

چکیده

تغییر رنگ کامپوزیت رزین‌ها که در اثر تغییرات شیمیایی در رزین و یا در اثر جذب آب و مواد رنگی رخ می‌دهد، می‌تواند در دراز مدت منجر به شکست درمان شود. هدف از این مطالعه بررسی ثبات رنگ کامپوزیت IDM خود سخت و نورسخت (IS) و (IL) در شرایط استاندارد Aging است. نمونه‌هایی از کامپوزیت‌های خودسخت و نورسخت IDM و کامپوزیت Definite(DL) و Degufill (DS) از شرکت دگوسا تهیه و به سه گروه کنترل (الف) و آزمایش (ب و ج) تقسیم شدند. تمام نمونه‌ها مطابق دستورالعمل استاندارد تهیه و آزمایش شدند. ابتدا رنگ همه نمونه‌ها توسط دستگاه اسپکتروفتومتر

[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2026-06-27]

Data Flash مشخص شد؛ سپس گروه کنترل یک هفته در دمای۳۷ درجه سانتی‌گراد و در محیط تاریک نگهداری شد. گروه «ب» پس از پوشیده شدن با آلومینیوم فویل، ۲٤ ساعت در دمای۳۷ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۱۰۰٪ در دستگاه زنوتست و بعد ٦ روز در تاریکی و دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد نگه داشته شد و گروه «ج» به مدت ۲٤ ساعت در دمای۳۷ درجه سانتی‌گراد و در رطوبت ۱۰۰٪ تحت نور لامپ زنون، در دستگاه زنوتست قرار گرفت و سپس ٦ روز در محیط تاریک و ۳۷ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد؛ سپس رنگ نمونه‌ها مجدداً اندازه‌گیری شد. تغییرات مربوط به رنگ با استفاده از سیستم CIE L*a* b* در مقیاسهای ΔE، ΔL، Δa، و Δb بررسی گردید. بیشترین تغییر رنگ مربوط به کامپوزیت IL بود (ΔE = ۱۹/۵۲). IL با DL و IS اختلاف قابل ملاحظه‌ای داشت. میزان تغییر رنگ کامپوزیت IS در شرایط «الف، ب و ج» قابل ملاحظه نبود.

کلید واژه‌ها: رزین کامپوزیت- تغییر رنگ- ثبات رنگ- اسپکتروفتومتر- زنوتست- نورسخت- خود سخت

مجله دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی تهران (دوره ۱۳، شماره ۳-۴، سال ۱۳۷۹)

مقدمه

یکی از اهداف اصلی ترمیم دندانها بازسازی زیبایی آنها می‌باشد؛ به نحوی که اطرافیان بیمار با دقت معمولی قادر به تشخیص دندان ترمیم شده نباشند. پیشرفتهای شگفت‌انگیزی هم که در زمینه درمانهای زیبایی در ابعاد تکنیک و مواد حاصل شده است همه با هدف تأمین هر چه بیشتر رضایت بیماران از نظر ظاهر و کیفیت ترمیم‌ها می‌باشد. گروه وسیعی از مواد ترمیمی همرنگ را رزین‌های کامپوزیتی به خود اختصاص داده است.

نگاهی گذرا به تاریخچه ساخت و تکامل رزین‌ها و بررسی تغییراتی که در دیدگاه کلنیسین‌ها، از باب مسائل تکنیکی ترمیم حاصل شده است، ما را با ابعاد وسیع زمینه‌های تحقیقی در درمانهای زیبایی آشنا می‌سازد.

ویژگیهای فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی کامپوزیت‌ها، همواره یکی از زمینه‌های تحقیق در رشته ترمیمی بوده است و مطالعات زیادی با هدف اعتلای خواص این مواد انجام شده است. واضح است با چشم‌پوشی از ضعف مواد در واقع قابلیت‌ها و تواناییهای کلینیسین را بدون جهت زیر سؤال برده‌ایم.

با توجه به این که یکی از اهداف اصلی استفاده از کامپوزیت‌ها، تأمین زیبایی دندان است و با در نظر گرفتن این که از دیرباز مسأله تغییر رنگ کامپوزیت به دلایل مختلف مطرح بوده و ابعاد مختلف این مسأله و در بعضی موارد روشهای کاهش آن مورد تحقیق قرار گرفته است، به نظر می‌رسد که مطالعه و بررسی بر روی میزان تغییر رنگ کامپوزیت IDM (خودسخت، نورسخت)، که اخیراً عرضه شده است، می‌تواند تا حدودی چشم‌انداز موفقیت آن را در کلینیک روشن سازد. با این هدف تحقیق حاضر بر اساس استانداردهای 4049، 7491، ISO 4892-2 طراحی و به انجام رسید.

روش بررسی

کامپوزیت‌های نوری و خودسخت IDM (ایده‌آل ماکو) و کامپوزیت نوری Definite و خودسخت Degufill با Shade یکسان از محصولات کارخانه دگوسا با کد مربوطه در جدول شماره ۱مشخص شده است.

کامپوزیت‌ها از نوع هایبرید هستند و میزان فیلر آنها حدود ۷۸ تا ۸۰٪ وزنی است. کامپوزیت Definite دارای

[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2026-06-27]

ماتریکس Organically Modified Ceromer (Ormocer) است که درواقع یک سرامیک پلی‌سایلوکسان با Silicon- Oxyen- Chains است. از هر کامپوزیت ۵ دیسک به قطر ۱۷ و ضخامت ۰/۶ میلی‌متر در سه گروه «الف»، «ب» و «ج» تهیه شد. ابتدا رنگ تمام نمونه‌ها محاسبه و ثبت شد؛ سپس گروههای مختلف تحت شرایط زیر قرار گرفتند:

نمونه‌های گروه «الف» (کنترل) به مدت یک هفته در محیط تاریک و دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند؛ در انتها مجدداً رنگ آنها اندازه‌گیری شد.

نمونه‌های گروه «ب» به وسیله یک فویل آلومینیوم پوشیده شدند و به مدت ۲۴ ساعت با دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد در دستگاه زنوتست در معرض رطوبت ۱۰۰٪ قرار گرفتند؛ سپس به مدت ۶ روز در تاریکی نگهداری شدند؛ مجدداً در انتها رنگ آنها اندازه‌گیری شد.

نمونه‌های گروه «ج» به مدت ۲۴ ساعت در معرض رطوبت ۱۰۰٪ و منبع نوری زنون در دستگاه زنوتست قرار گرفتند؛ سپس به مدت ۶ روز در تاریکی و دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد حفظ شدند و در پایان رنگ آنها اندازه‌گیری شد.

دستگاهی که نمونه‌ها در آن تحت شرایط Accelerated Aging قرار می‌گرفتند، زنوتست (Xenotest) و دارای مشخصات زیر بود:

- دارای منبع تابش شبیه به نور روز (Day Light) و لامپ زنون
- دمای رنگ ۵۰۰۰ تا ۷۰۰۰ درجه کلوین و درخشانی ۱۵۰۰۰۰ لوکس

فیلتر لامپ زنون باعث می‌شود تا ۹۰٪ پرتوهای نوری بالاتر از ۳۷۰ نانومتر و کمتر از ۱٪ پرتوهای زیر ۳۰۰ نانومتر از آن عبور کند. در این شرایط توزیع انرژی طیفی لامپ زنون شبیه نور خورشید و در محدوده نور مرئی است. وجود فیلتر باعث می‌شود تا توزیع انرژی طیفی نزدیک به نور روز و شبیه آنچه که در CIE (متد A) به‌کار می‌رود، از لامپ زنون خارج شود (۱،۲).

دستگاه اندازه‌گیری رنگ اسپکتروفتومتر Data Flash بود. نتایج اندازه‌گیری رنگ در سیستم CIE ۱۹۷۶ گزارش شده است و تفاوت رنگ (ΔE) با استفاده از سیستم CIE L*a* b* محاسبه شده است.

جدول شماره ۱- مواد مورد استفاده

نوع کامپوزیت	کد
کامپوزیت خود سخت دگوفیل	DS
کامپوزیت نور سختDefinite	DL
کامپوزیت خود سخت IDM	IS
کامپوزیت نور سخت IDM	IL

یافته‌ها

جدول شماره ۲ متوسط ابعاد سه‌گانه رنگ نمونه‌ها را قبل از Aging و جدول شماره ۳ متوسط مقادیر L*a* b* را برای هر چهار کامپوزیت در سه گروه تاریکی، رطوبت ۱۰۰٪ و نور+ رطوبت ۱۰۰٪ نشان می‌دهد؛ همچنین بررسی تغییرات L*a* b* پس از Aging در سه گروه «الف»، «ب» و «ج» در جدول شماره ۴ آمده است.

محاسبات آماری داده‌ها با استفاده از آنالیز واریانس یک و دو طرفه انجام گرفت.

۱- تغییر رنگ مربوط به کامپوزیت DS، DL و IL در شرایط الف،ب و ج قابل توجه بود ($P<0/05$).

۲- تغییر رنگ مربوط به کامپوزیت IS در شرایط الف، ب و ج قابل توجه نبود ($P>0/05$).

۳- نتیجه مقایسه دو کامپوزیت DS و DL نشانگر قابل توجه‌بودن میزان اختلاف رنگ در شرایط مختلف Aging بود ($P<0/05$).

۴- نتیجه مقایسه دو کامپوزیت IS و IL نشانگر قابل

[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2026-06-27]

توجه‌بودن میزان تغییر رنگ در شرایط مختلف بود.

۵- در خصوص مقایسه میزان تغییر رنگ بر روی کامپوزیت‌های IS و DS به لحاظ آماری نمی‌توان اظهار نظر کرد.

۶- نتیجه مقایسه کامپوزیت‌های DL و IL نشان داد که میزان تغییر رنگ بسیار قابل ملاحظه است.

تصویر شماره ۱ بیانگر مقایسه چهار نوع کامپوزیت از نظر میزان تفاوت ΔE در شرایط مورد مطالعه می‌باشد.

بحث

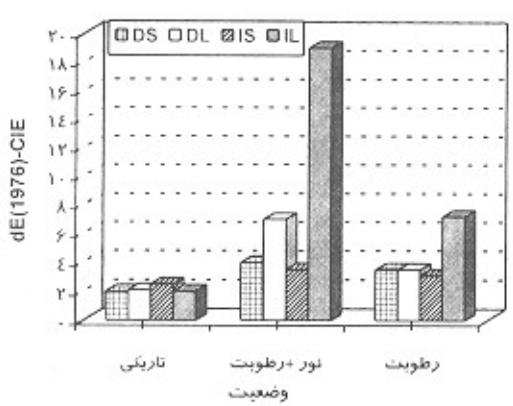
پدیده رنگ بسیار پیچیده است و دارای ابعاد مختلفی در مورد مشاهده‌گر و جسم مشاهده‌شده می‌باشد. در ترمیم دندانهای قدامی مسأله تطابق رنگ از اهمیت زیادی برخوردار است. تلاش برای تطابق رنگ ترمیم و دندان در دو بعد مطرح است. در کلینیک به وسیله نمونه‌های راهنمای رنگ، رنگ مورد نظر انتخاب می‌شود. راهنمای رنگ، نور محیط، قدرت تشخیص چشم دندانپزشک و تنوع رنگی ماده ترمیمی از عوامل مؤثر در این مرحله هستند؛ اما عرصه وسیعتر کنترل تطابق یا دوام رنگ، نحوه ساخت ماده در کارخانه است. در واقع ثبات یا تغییر رنگ ماده در طی سرویس‌دهی در محیط دهان، وابسته به این مرحله است.

ترمیم‌های کامپوزیتی در محیط دهان تغییر رنگ پیدا می‌کنند؛ اما مسأله مهم محدوده این تغییر رنگ است که قاعدتاً باید در حدی باشد که به وسیله چشم قابل تشخیص نباشد. مطالعات متعددی در زمینه ثبات رنگ کامپوزیت انجام شده است (۸،۷،۶،۵،۴،۳)؛ در مطالعات متعددی نیز اثر محیط‌های مختلف از جمله نور UV، آب، قهوه، چای، سیگار، نور خورشید و حرارت بر رنگ کامپوزیت بررسی شده است (۱۲،۱۱،۱۰،۹،۸،۷).

هدف از انجام این تحقیق بررسی میزان تغییر رنگ در کامپوزیت نوری و خودسخت IDM (ایده‌آل ماکو) بود که در این مقاله به اختصار IL و IS نامیده شده است و به منظور مقایسه از دو کامپوزیت Definite (نوری) و دگوفیل (خودسخت) ساخت کارخانه دگوسا استفاده شده است که با کد DL و DS در تحقیق مطرح شده است. در مجموع پس از Aging میزان روشنایی در محیط‌های سه‌گانه الف، ب و ج به جز یک مورد (IL در محیط ج) کاهش داشت. تغییر رنگ تمام کامپوزیت‌ها در محور آبی، زرد به سمت آبی و در محور قرمز، سبز به جز یک مورد (DL در محیط ب) به سمت قرمز بود. میزان تغییر رنگ روی محور آبی- زرد (b) بیشتر از محور قرمز- سبز (a) بود. بیشترین تغییر رنگ مربوط به کامپوزیت IL (ΔE = ۱۹/۵۲) بود.

با توجه به مطالعات انجام شده میزان ΔE کمتر از ۱ Perceptible و تا ۳/۳ قابل قبول و بیشتر از این محدوده غیرقابل قبول اطلاق می‌گردد؛ البته تفاوت رنگ قابل مشاهده در کلینیک در محدوده ۲/۷ ± ۶/۸ می‌باشد.

بین سه محیط الف، ب و ج محیط «ج» بیشترین تأثیر را بر روی رنگ کامپوزیت‌ها داشت؛ به طوری‌که تغییر رنگ ایجاد شده در کامپوزیت IL در این محیط به وسیله مشاهده‌گر به وضوح قابل تشخیص بود.



تصویر شماره ۱- مقایسه چهار نوع کامپوزیت از نظر میزان تفاوت ΔE در شرایط مورد مطالعه

[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2026-06-27]

جدول شماره ۲- متوسط ابعاد رنگ در نمونه‌ها قبل از آزمایش (CIE ۱۹۷۶)

نمونه	b*	a*	L*
DS	۲۴/۳۳۱	۱/۵۸۸	۸۷/۲۸۱
DL	۱۹/۶۵	-۲/۵۵۷	۹۰/۱۵۷
IS	۱۶/۸۸۳	-۰/۷۱۸	۹۰/۵۷۸
IL	۲۴/۹۷۸	-۰/۸۹۳	۸۵/۱۱۴

جدول شماره ۳- متوسط تغییرات شاخصهای رنگ برای انواع کامپوزیت در گروههای مختلف

شرایط و نوع کامپوزیت / تغییر رنگ		ΔL	Δa	Δb	ΔE
بدون نور	DS	-۱/۵۲	۰/۰۲	-۰/۷۲	۱/۷۴
	DL	-۱/۵۲	۰/۳	-۱/۰۴	۱/۸۶
	IS	-۲/۱۴	۰/۳۶	-۰/۴۶	۲/۲۴
	IL	-۱/۳	۰/۱	-۰/۶۷	۱/۵۶
نور + رطوبت	DS	-۱/۷۸	۰/۲۱	-۳	-۳/۵۵
	DL	-۲/۷۱	۱	-۶/۶	۷/۲۱
	IS	-۱/۷۸	۱/۲۱	-۱/۸۷	۲/۹۵
	IL	۰/۷	۲/۱۶	-۱۹/۳۸	۱۹/۵۲
رطوبت	DS	-۲/۲	۰/۱۸	-۲/۰۵	-۳/۰۶
	DL	-۱/۶۶	۰/۸۴	-۲/۲۶	۳
	IS	-۲/۲۲	۰/۶۶	-۱/۲۶	۲/۶۸
	IL	-۱/۷۸	۰/۸۵	-۷/۰۷	۷/۴۳

جدول شماره ٤- بررسی تغییرات L*b*a* کامپوزیت‌های DS, DL, IS, IL بعد از Aging در شرایط آزمایش

شرایط	کامپوزیتDS	کامپوزیتDL	کامپوزیت IS	کامپوزیتIL
تاریکی	کاهش ۱/۵۲ واحد در روشنایی ۰/۰۲ واحد تغییر مثبت در محور قرمز- سبز و ۰/۷۲ واحد تغییر منفی در محور زرد- آبی	کاهش ۱/۵۲ واحد در روشنایی ۰/۳ واحد تغییر مثبت در محور قرمز- سبز و ۱/۰۴ واحد تغییر منفی در محور زرد- آبی	کاهش ۲/۱۴ واحد در روشنایی ۰/۳۶ واحد تغییر مثبت در محور قرمز- سبز و ۰/۴۶ واحد تغییر منفی در محور زرد- آبی	کاهش ۱/۳ واحد در روشنایی ۰/۱ واحد تغییر مثبت در محور قرمز- سبز و ۰/۶۷ واحد تغییر منفی در محور زرد- آبی
نور+رطوبت	کاهش ۱/۷۸ واحد در روشنایی ۰/۲۱ واحد تغییر مثبت در محور قرمز- سبز و ۳ واحد تغییر منفی در محور زرد- آبی	کاهش ۲/۷۱ واحد در روشنایی ۱ واحد تغییر مثبت در محور قرمز- سبز و ۶/۶ واحد تغییر منفی در محور زرد- آبی	کاهش ۱/۷۸ واحد در روشنایی ۱/۲۱ واحد تغییر مثبت در محور قرمز- سبز و ۱/۸۷ واحد تغییر منفی در محور زرد- آبی	افزایش ۰/۷ واحد در روشنایی ۲/۱۶ واحد تغییر مثبت در محور قرمز- سبز و ۱۹/۳۸ واحد تغییر منفی در محور زرد- آبی
رطوبت	کاهش ۲/۲ واحد در روشنایی ۰/۱۸ واحد تغییر مثبت در محور قرمز- سبز و ۲/۰۵ واحد تغییر منفی در محور زرد- آبی	کاهش ۱/۶۶ واحد در روشنایی ۰/۸۴ واحد تغییر منفی در محور قرمز- سبز و ۲/۲۶ واحد تغییر منفی در محور زرد- آبی	کاهش ۲/۲۲ واحد در روشنایی ۰/۶۶ واحد تغییر مثبت در محور قرمز- سبز و ۱/۲۶ واحد تغییر منفی در محور زرد- آبی	کاهش ۱/۷۸ واحد در روشنایی ۰/۸۵ واحد تغییر مثبت در محور قرمز- سبز و ۷/۰۷واحد تغییر منفی در محور زرد- آبی

[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2026-06-27]

بر اساس مطالعات انجام شده بسیاری از اجزای تشکیل‌دهنده کامپوزیت از جمله Initiator، Activator و خود ماتریکس رزینی در معرض تغییر رنگ هستند (۹،۱۱،۱۵،۱۶).

نوع آمین به کار رفته نقشی اساسی در ثبات رنگ کامپوزیت در محیط مرطوب و نور دارد (۱). هرچه میزان هیدروفوبیتی رزین کمتر باشد، جذب آب و مواد رنگی محلول در آب بیشتر می‌شود و در نهایت ثبات رنگ کاهش می‌یابد (۲۲). تغییر رنگ کامپوزیت در محیط‌های مرطوب و نور به علل مختلفی از جمله اکسیداسیون تسریع‌کننده آمینی و گروههای متاکریلات Unreacted روی می‌دهد (۱۸،۱۹،۲۰).

همه عوامل فوق به علاوه وجود یا عدم وجود مواد جاذب UV و آغازگر نوری (کامفوروکینون) می‌توانند عامل تغییر رنگ داخلی کامپوزیت باشند. تغییر چشمگیری که در کامپوزیت IL مشاهده شد، می‌تواند ناشی از معضلات و پیچیدگیهای فنی ساخت کامپوزیت باشد. به این عوامل، دریافت مواد نامرغوب اولیه، حد ناکافی پلیمریزاسیون و عدم رعایت نسبت صحیح آغازگر و تسریع‌کننده را نیز می‌توان افزود (۲۱).

بدیهی است تغییر رنگ گزارش شده در شرایط Aging خاصی بوده است که مواد رنگی موجود در دهان در محیط وجود نداشت؛ لذا قابل پیش‌بینی است که در محیط دهان با وجود مواد مختلف رنگی تغییر رنگ متفاوت باشد.

با توجه به این‌که هدف از ساخت کامپوزیت ارائه یک ترمیم زیبا و بادوام است، در صورت تداوم عرضه این‌گونه محصولات، کنترل دقیق فنی و علمی در تمام مراحل سفارش، بسته‌بندی، نگهداری و عرضه آن الزامی است و با توجه به این که میزان تغییر رنگ کامپوزیت نوری (IL)IDM بسیار بیشتر از حد قابل قبول بوده است (ΔE = ۱۹/۵۲)، لازم است نسبت به رفع علت و بهبود کیفیت این کامپوزیت اقدام شود؛ در غیر این صورت توصیه می‌شود از کاربرد کلینیکی آن خودداری شود.

نتیجه‌گیری

- پس از Aging، تمام کامپوزیت‌ها به جز یک مورد تاریکتر شدند.
- تغییر رنگ در محور آبی– زرد (b) بیشتر از قرمز– سبز (a) بود.
- در مجموع تغییر رنگ بیشتر به سمت قرمز– آبی بود.
- میزان ΔE درمورد کامپوزیت IDM نوری (IL) بسیار بیشتر از حد قابل قبول بود.
- کامپوزیت Definite (نوری) که دارای ماتریکس Ormocer بود، نسبت به کامپوزیت دگوفیل (خودسخت) دارای تغییر رنگ بیشتری بود؛ ولی میزان این تغییر بنا به نظر برخی از محققین از لحاظ کلینیکی قابل قبول است.
- تغییر رنگ IDM خودسخت، کمتر از نورسخت بود و در محدوده قابل قبول قرار می‌گیرد.
- تغییر رنگ کامپوزیت IDM نورسخت به طور معنی‌داری بیش از تمام گروههای دیگر بود.

منابع:

1- International Standard (ISO): 2: 4892. Plastics- methods of exposure to laboratory light sources Part- 2: Xenon- Arc Sources. 1994.

2- International Standard (ISO): 7491. Dental materials- determination of co lour stability of dental materials. 1998.

3- Powers JM, Fan PL, Raptis CN. Color Stability of new composite restorative material under accelerated aging. J

[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2026-06-27]

Dent Res 1980; 59(12): 2071-74.

4- Peutzfeldt A, Asmussen E. Color Stability of three composite resins used in the inlay/onlay technique. Scand J Dent Res 1990; 98: 257-60.

5- Khokhar ZN, Razzoog ME, Yaman P. Color stability of restorative resins. Quintessence Int 1991; 22: 733-37.

6- Powers. JM, Dennison JB. Color stability of restorative resins under accelerated aging. J Dent Res 1978; 57(11-12): 964-70.

7- Douglas WH, Craig RG. Resistance to extrinsic stains by hydrophobic composite resin systems. J Dent Res 1982; 61(1): 41-43.

8- Chung Moon UM, Ruyter E. Staining of resin based veneering materials with coffee and tea. Quintessence Int 1991; 22: 377-86.

9- Asmussen E. Factors affecting the color stability of restorative resins. Acta Odontol Scand 1983; 41: 11-18.

10- Lombardi RE. The principles of visual perception and their clinical application to denture esthetics. J Prosthet Dent 1973; 29: 358-82.

11- Wot Wozniak JB, Moser E,Willis BA. Ultraviolet light color stability of composite resins. J Prosthet Dent 1985; 53: 204-8.

12- Power JM, Dennison JB, Lepeak PJ. Parameters that affect the color of direct restorative resins. J Dent Res 1978; 57(9-10): 876-80.

13- Kim HS, Chung Moon UM. Color difference between resin composite and shade guides. Quintessence Int 1996; 27: 559-67.

14- Swift EJ, Hammel SA, Lund PS. Color metric evaluation of Vita shade resin composites.Int J Prosthet 1994; 7: 356-61.

15- German HS, Schwartz ML, Phillips RW, Moore BK. Properties of microfilled composite resins as influenced by filler content. J Dent Res 1985; 64(2): 155-60.

16- Bowen RL, Argentar H, Washington DC. Diminishing discoloration in methacrylate accelerator. J Am Dent Assoc 1967; 75: 918-22.

17- Bowen RL, Argentar H. Amine accelerators for methacrylate resin systems. J Dent Res 1981; 50(4): 923-28.

18- Craig RG. Chemistry, composition and properties of composite resins. Dent Clin North Am 1981; 25(2): 219-237.

19- Hondrum SO. The storage stability of dental composite resins, seven-year results. Gen Dent 1997 Jul-Aug; 382-88.

20- Yannikakis SA, Zissis AJ, Polyzois GL. Color stability of provisional resin restorative materials. J Prosthet Dent 1998; 80:533-39.

21- Pearson GI, Longman CM. Water sorption and solubility of resin based materials following inadequate polymerization by a visible light curing system. J Oral Rehabil 1980; 26: 57-61.

22- Burrow MF, Makinson OF. Color-change in light-cured resins exposed to daylight. Quintessence Int 1991; 22: 447-52.

[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2026-06-27]