

تأثیر نوشیدنی‌های رایج در کودکان بر روی ثبات رنگ کامپوزیت‌های میکروهیبرید و نانوهیبرید

رومینا مظاهری*، محمدرضا مالکی پور**، حسام‌الدین صدیقی***، هاجر سخاوتی****

* استادیار گروه دندانپزشکی کودکان، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان

** استادیار گروه دندانپزشکی ترمیمی و زیبایی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان

*** دندانپزشک

**** دستیار تخصصی گروه دندانپزشکی کودکان، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان

تاریخ ارائه مقاله: ۹۱/۹/۲۵ - تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۲/۱۲

Effect of Common Drinks on the Color Stability of Microhybrid and Nanohybrid Composites in Children

Romina Mazaheri*, MohammadReza Malekipour**, Hesameddin Seddighi***, Hajar Sekhavati****#

* Assistant Professor, Dept of Pediatrics Dentistry, School of Dentistry, Islamic Azad University Khorasgan Branch, Isfahan, Iran.

** Assistant Professor, Dept of Restorative Dentistry, School of Dentistry, Islamic Azad University Khorasgan Branch, Isfahan, Iran.

*** Dentist

**** Postgraduate Student of Pediatric Dentistry, School of Dentistry, Islamic Azad University Khorasgan Branch, Isfahan, Iran.

Received: 15 December 2012; Accepted: 2 March 2013

Introduction: In spite of numerous developments in resin composites products, their color stability is still a major problem particularly in pediatric dentistry, since frequent visits of children is of great importance due to their behavior management, regardless of the problems pertaining to aesthetic and additional expenses. The purpose of this study was to evaluate the effect of common children drinks on the color stability of nanohybrid and microhybrid resin composites.

Materials & Methods: In this experimental study, 80 disk samples (with diameter of 10 mm and depth of 2 mm) of microhybrid (point4 Kerr) and nanohybrid (Herculite XRV Ultra Kerr) resin composites were prepared. (categorized in 2 groups of 40). Then the samples of each group were divided into five subgroups of eight and were immersed in five different solutions (orange juice, red grape juice, fanta coke, chocolate milk) and distilled water as the control group for 4 hours daily for a period of 10 days. The color of samples was measured by a spectrophotometer at the beginning of the study and after staining using CIE lab system. The data were analysed by 2-Way ANOVA test.

Results: 2-Way ANOVA showed that there was no significant statistical difference between the microhybrid (P4) and nanohybrid (HCU) resin composites with respect to the degree of staining in the mentioned solutions ($P=0.29$). Moreover 2-way ANOVA showed that type of the drink has a significant effect on the degree of staining of materials ($P<0.001$).

Conclusions: It doesn't seem that the new nanocomposites have any considerable advantage to microhybrid resin composites regarding staining. Also regarding these results, colored drinks especially red grape juice and chocolate milk are not recommended in the first days after composite filling.

Key words: Resin composite, color stability, spectrophotometer, children drinks.

Corresponding Author: h.sekhavati@gmail.com

J Mash Dent Sch 2013; 37(2): 163-76.

چکیده

مقدمه: با وجود پیشرفت‌های زیاد در ساخت کامپوزیت‌های دندان، ثبات رنگ آنها هنوز هم یک مشکل اساسی محسوب می‌گردد. به خصوص این که در دندانپزشکی کودکان غیر از مشکلات مربوط به زیبایی و تحمیل هزینه اضافی، مسئله ویزیت‌های مکرر اطفال به دلیل مشکلات کنترل رفتاری آن‌ها، اهمیت بسیار دارد. هدف از انجام این مطالعه ارزیابی تأثیر نوشیدنی‌های رایج کودکان بر روی ثبات رنگ دو نوع کامپوزیت میکروهیبرید و نانوهیبرید بود.

مولف مسؤول، نشانی: خوراسگان، دانشگاه آزاد اسلامی دانشکده دندانپزشکی، گروه دندانپزشکی کودکان، تلفن ۰۹۱۳۳۲۲۷۶۷۳۷

E-mail: h.sekhavati@gmail.com

مواد و روش‌ها: در این مطالعه تجربی، ۸۰ نمونه دیسکی شکل با ضخامت ۲ و قطر ۱۰ میلی‌متر از دو کامپوزیت میکروهیبرید (Point4 Kerr) و نانوهیبرید Herculite XRV Ultra (Kerr) تهیه شد (دو گروه ۴۰ تایی). سپس نمونه‌های هر گروه به ۵ زیرگروه ۸ تایی تقسیم شده و به مدت ۱۰ روز روزانه ۴ ساعت در ۵ محلول آب پرتقال، آب انگور قرمز، نوشابه زرد، شیرکائو و آب مقطر (گروه کنترل) غوطه‌ور شدند. رنگ نمونه‌ها با یک اسپکتروفوتومتر انعکاسی با استفاده از فضای رنگ CIE lab، در ابتدای کار و بعد از رنگ‌پذیری اندازه‌گیری شد. نتایج توسط آزمون 2 Way-ANOVA مورد ارزیابی قرار گرفت.

یافته‌ها: آزمون آنالیز واریانس دوطرفه (2-Way ANOVA) نشان داد که تفاوت آماری معنی‌داری بین دو نوع کامپوزیت میکروهیبرید (P4) و نانوهیبرید (HCU) از لحاظ میزان رنگ‌پذیری در محیط‌های رنگی مذکور وجود نداشت ($P=0/29$ و $F=1/13$). به علاوه با استفاده از آزمون واریانس دوطرفه مشخص گردید که نوع نوشیدنی (نوع محیط‌های رنگی) تأثیر قابل توجهی بر میزان رنگ‌پذیری مواد داشت ($P<0/001$ و $F=10/73$).

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج مطالعه حاضر به نظر نمی‌رسد که نانوکامپوزیت‌های جدید مزیت چندانی در مقایسه با میکروهیبریدها در زمینه مقاومت به رنگ‌پذیری داشته باشند. به علاوه با توجه به نتایج حاصل، مصرف نوشیدنی‌های رنگی به ویژه آب انگور و شیرکائو در چند روز اول پس از ترمیم کامپوزیت توصیه نمی‌شود.

واژه‌های کلیدی: کامپوزیت رزین، ثبات رنگ، اسپکتروفوتومتر، نوشیدنی کودکان.
مجله دانشکده دندانپزشکی مشهد / سال ۱۳۹۲ دوره ۳۷ / شماره ۲: ۷۶-۱۶۳.

مقدمه

یکی از شایع‌ترین علل تعویض‌های مکرر ترمیم‌های کامپوزیتی به شمار می‌رود.^(۱) تغییر رنگ کامپوزیت رزین‌ها می‌تواند به دلیل عوامل داخلی یا خارجی ایجاد شده باشد. عوامل داخلی شامل تغییر رنگ خود ماده مانند تغییر در ماتریکس رزینی و حذافصل ماتریکس و فیلر است.^(۲) عوامل خارجی تغییر رنگ شامل رنگ‌پذیری از طریق جذب داخلی و خارجی رنگدانه‌هاست که در نتیجه آلودگی سطوح خارجی ایجاد می‌شوند. میزان تغییر رنگ به بهداشت دهان، استعمال دخانیات و مصرف مواد خوراکی و نوشیدنی‌های مختلف بستگی دارد.^(۳) پیشرفت‌های اخیر در ساخت کامپوزیت رزین‌ها همچون افزایش محتوای فیلر، کاهش قطر ذرات فیلر و افزایش خواص هیدروفوبیک ممکن است در مقاوم ساختن این مواد به تغییر رنگ موثر باشد، با این حال هنوز هم ثبات رنگ کامپوزیت‌ها یک مشکل عمده محسوب می‌شود.^(۴) به کارگیری نانو تکنولوژی در تولید ذرات فیلر منجر به تولید نانوکامپوزیت‌ها گشته که حاوی ذرات نانو با اندازه ۲۵ نانومتر و ریزدانه‌هایی با قطر متوسط ۷۵ نانومتر

در دهه‌های اخیر کامپوزیت رزین‌ها به علت داشتن استحکام کافی، زیبایی عالی اولیه، صرف هزینه کمتر نسبت به سرامیک‌ها و قابلیت اتصال به دندان، به ماده ترمیمی انتخابی بسیاری از دندانپزشکان تبدیل گشته است که در بین بیماران نیز از مقبولیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد.^(۱) کامپوزیت رزین‌ها از چهار قسمت اصلی تشکیل شده‌اند که شامل ماتریکس پلی‌مری آلی، ذرات فیلر غیرآلی، کوپلینگ اجنت و سیستم آغازگر-تسریع‌کننده می‌باشد.^(۲) روش‌های مختلفی جهت طبقه‌بندی کامپوزیت‌ها ارائه شده است که یکی از آنها براساس سایز و شکل ذرات فیلر و چگونگی توزیع آن‌ها می‌باشد.^(۳) بر این اساس سه گروه از کامپوزیت‌ها که امروزه با شیوع بیشتری مورد مصرف قرار می‌گیرند شامل کامپوزیت‌های میکروفیل، میکروهیبرید و نانوکامپوزیت‌ها می‌باشند.^(۴)

موفقیت مواد ترمیمی رزین کامپوزیت تا حد زیادی به ثبات رنگ آن‌ها بستگی دارد؛ به طوری که تغییر رنگ

کمترین میزان ثبات رنگ را نشان دادند. Kheraif و همکاران در مطالعه‌ای ثبات رنگ نانوکامپوزیت‌ها و کامپوزیت‌های میکروهیبرید را در سه محلول چای، قهوه و کولا بررسی کردند. نتایج نشان داد که ثبات رنگ نانوکامپوزیت‌ها به طور قابل ملاحظه‌ای از کامپوزیت‌های میکروهیبرید بیشتر بود.^(۹)

از آنجا که تاکنون تحقیقات بسیار کمی در مورد تغییر رنگ کامپوزیت‌ها توسط نوشیدنی‌های مصرفی رایج در کودکان انجام شده است، هدف از این مطالعه ارزیابی تاثیر نوشیدنی‌های رایج مورد استفاده توسط کودکان کشورمان یعنی نوشابه زرد فانتا، آب انگور قرمز، آب پرتقال و شیرکاکائو روی ثبات رنگ کامپوزیت‌های میکروهیبرید (Point4) و نانو هیبرید (Herculite XRV Ultra) بود. به علاوه معیار دیگر انتخاب این نوشیدنی‌ها، داشتن طیف‌های رنگی متفاوت (آبی و بنفش در آب انگور، زرد و نارنجی در فانتا و آب پرتقال و قهوه‌ای در شیرکاکائو) بود.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر از نوع مداخله‌ای تجربی به صورت آزمایشگاهی بود. در ابتدا مولدهای سیلندریک به ضخامت ۲ میلی‌متر و قطر ۱۰ میلی‌متر بر روی صفحات فشرده تیکسون (مقوای فشرده) که در صنعت و اشرسازی استفاده می‌گردد، تهیه گردید. دو نوع کامپوزیت Point4 (P4) و Herculite XRV Ultra (HCU) در این مطالعه استفاده شد که ویژگی‌های این کامپوزیت‌ها در جدول ۱ ذکر شده است. رنگ A₂ برای هر دو نوع کامپوزیت انتخاب گردید. ۴۰ نمونه دیسک مانند برای هر ماده با استفاده از مولدهای فوق به صورت یکسان و استاندارد تهیه شد. در هنگام تهیه نمونه‌ها به منظور جلوگیری از تشکیل لایه غیرپلیمریزه و همچنین ایجاد سطحی صاف در نمونه‌ها از

می‌باشد. به نظر می‌رسد مقاومت این کامپوزیت‌های جدید در مقابل تغییر رنگ در اثر عوامل محیطی بیشتر از کامپوزیت‌های میکروهیبرید باشد.^(۷)

در حال حاضر اطلاعات بسیار کمی راجع به تاثیر نوشیدنی‌های رایج کودکان و نوجوانان روی مواد ترمیمی همرنگ در دسترس است. به خصوص این که در دندانپزشکی کودکان غیر از مشکلات مربوط به زیبایی و تحمیل هزینه اضافی، مسئله ویزیت‌های مکرر اطفال به دلیل مشکلات کنترل رفتاری آن‌ها، اهمیت بسیار دارد. در سال‌های اخیر مصرف نوشابه‌های گازدار نظیر کولا و فانتا مخصوصاً در بین نوجوانان افزایش یافته است. نوشیدنی‌های دیگری که اغلب توسط کودکان مصرف می‌شوند، انواع آب میوه‌ها و همچنین شیر در ترکیب با طعم دهنده‌هایی نظیر کاکائو، موز و توت فرنگی می‌باشد.^(۸) مطالعات گوناگونی نقش نوشیدنی‌های رایج در بالغین همچون چای، قهوه و کولا را در تغییر رنگ مواد ترمیمی ارزیابی کرده‌اند. در مطالعه‌ای که توسط طباطبایی و همکاران^(۷) انجام شد ثبات رنگ دو نانوکامپوزیت (Tetric Evoceram, Filtek Supreme) و دو کامپوزیت میکروهیبرید (Tetric ceram, Filtek Z250) در محلول‌های چای، کولا، قهوه و بزاق مصنوعی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که چای و قهوه تغییر رنگ غیرقابل قبولی را در تمامی این کامپوزیت‌ها ایجاد می‌کند در حالی که بزاق مصنوعی و کولا از نظر کلینیکی تغییر رنگ محسوسی را باعث نمی‌شود. در مطالعه Topcu و همکاران^(۶) که ثبات رنگ چهار نوع کامپوزیت رزین مختلف در هشت محلول متفاوت بررسی شد، بزاق مصنوعی کمترین و شراب قرمز بیشترین میزان تغییر رنگ را در این کامپوزیت‌ها ایجاد کرد. همچنین کامپوزیت Filtek Z250 و Filtek Supreme به ترتیب بیشترین و

تمایز گردید. سپس اضافات کامپوزیت کیور شده، از نمونه‌ها جدا شد. در مرحله بعد سطح نمونه‌های تهیه شده جهت به دست آوردن سطوح یکسان و حذف هرگونه آلودگی احتمالی توسط دیسک‌های کاغذی سیلیکون کار باید (soflex-3M ESPE-ultra thin/USA) تا میزان ۱۰۰۰ grit پالیش گردید. انتظار می‌رفت که با انجام پالیش، شرایطی نزدیک به شرایط کلینیکی ترمیم‌های کامپوزیتی در نمونه‌ها ایجاد شود و تغییر رنگ ناشی از خشونت سطحی نمونه‌ها به حداقل برسد و در نتیجه تغییر رنگ محاسبه شده در انتهای کار وابسته به خواص ذاتی کامپوزیت‌ها باشد. جهت حصول اطمینان از یکنواختی سطوح، تمامی مراحل اتمام و پرداخت توسط یک تکنسین و با اعمال فشار یکنواخت و تعداد حرکات یکسان انجام گرفت. ضخامت نهایی دیسک‌ها پس از اتمام پلیمریزاسیون و پرداخت و خارج ساختن نمونه‌ها از درون مولد، ۲ میلی‌متر بود. جهت سنجش یکنواختی ضخامت در تمام دیسک‌ها و در تمام نواحی نمونه از کولیس استفاده شد.

دو بلوک شیشه‌ای زیر و روی مولد استفاده شد. بدین ترتیب که مولد روی یک بلوک شیشه‌ای قرار داده شد سپس با استفاده از قلم کامپوزیت تکه‌های کوچک کامپوزیت داخل مولد قرار گرفت و با کندانسور از یک طرف شروع به پک کردن کامپوزیت کرده تا از ایجاد حباب در توده کامپوزیت جلوگیری شود.

بعد از اینکه مولد به میزان کافی از کامپوزیت پر شد، بلوک شیشه‌ای دیگری روی آن گذاشته شد. سپس برای اطمینان از حذف کامل حباب‌ها و اطمینان از یکنواختی نمونه‌ها، مولد کامپوزیتی به مدت ۳ دقیقه به وسیله یک وزنه ۵ کیلوگرمی تحت فشار قرار گرفت. پس از آن، نمونه‌ها به مدت ۶۰ ثانیه از هر سمت (در مجموع ۱۲۰ ثانیه) به صورت هم‌پوشان به وسیله یک دستگاه لایت کیور (FB-A3 LED-China Fibob) با شدت ۵۵۰ میلی‌وات بر سانتی‌متر مربع پخته شدند. شدت دستگاه به کمک رادیومتر به طور دوره‌ای بررسی می‌شد.

سطح رویی کامپوزیت که می‌بایست توسط اسپکتروفوتومتر تعیین رنگ گردد، با استفاده از علامتی که توسط فرز فیشور الماسی روی سطح زیرین گذاشته شد،

جدول ۱: مشخصات کامپوزیت‌های مصرفی مورد مطالعه

نوع کامپوزیت	ترکیب	شماره محصول	تاریخ انقضاء	شرکت سازنده	Shade
HCU	Filler: Three fillers – Prepolymerized filler (PPF) Sillica nanofillers (20 -50 nm) and Barium glass(0.4 microns) Resin: Bis – GMA, TEGDMA Loading:78%	34003	2014-04	Kerr Italy	A ₂
P4	Filler: Barium glass and silica Average particle size 0.4 microns Resin: BisGMA,TEGDMA ,Bis-EMA Loading: 77%	29877	2014-02	Kerr Italy	A ₂

به منظور جلوگیری از تداخلات احتمالی، نوشیدنی‌ها هر روز تعویض می‌شدند. به علاوه نمونه‌ها هر بار پس از خارج شدن از محلول‌ها با آب مقطر به مدت ۳۰ ثانیه شسته شده و به وسیله یک مسواک نرم به آرامی تمیز شدند تا هرگونه دبری که به آنها چسبیده، پاک شود.

در پایان روز دهم، نمونه‌ها جهت اندازه‌گیری رنگ بعد از مرحله رنگ‌پذیری، مجدداً به دستگاه اسپکتروفوتومتر منتقل شدند و پارامترهای مختلف مجدداً برای آنها اندازه‌گیری شد. میزان تغییر رنگ کلی نمونه‌ها (ΔE) مطابق فرمول زیر محاسبه شد:

$$\Delta E = \left[(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2 \right]^{1/2}$$

در نهایت جهت بررسی تاثیر نوع نوشیدنی و نوع کامپوزیت در درجه رنگ‌پذیری از آزمون آنالیز واریانس دو طرفه (2-Way ANOVA) و آزمون تعقیبی ال-اس-دی (LSD) استفاده گردید. تجزیه و تحلیل داده‌های آماری این مطالعه نیز توسط نرم‌افزار آماری SPSS با ویرایش ۲۰ انجام شد.

یافته‌ها

با استفاده از آزمون t مستقل مشخص گردید که بین میانگین مقادیر a ($P=0/89$)، b ($P=0/90$) و L ($P=0/93$) دو نوع کامپوزیت، درست قبل از قرارگیری در محیط‌های رنگی اختلاف آماری معنی‌داری وجود نداشت و نمونه‌ها قبل از قرارگیری در محیط‌های رنگی، رنگ مشابهی داشتند.

آزمون آنالیز واریانس دوعاملی نشان داد که تفاوت آماری معنی‌داری بین دو نوع کامپوزیت میکروهیبرید (P4) و نانوهیبرید (HCU) از لحاظ میزان رنگ‌پذیری در

بعد از انجام این مراحل، تمامی نمونه‌های آماده شده به مدت ۴۸ ساعت در آب مقطر نگهداری شدند که این کار به منظور جذب اولیه آب، تکمیل پلی‌مریزاسیون و نزدیکی به شرایط محیط دهان صورت گرفت.

بعد از آماده‌سازی نمونه‌ها و انتقال به آب مقطر، در ابتدا شاخص‌های مربوط به رنگ نمونه‌ها توسط اسپکتروفوتومتر انعکاسی (Spectraflash600-data color international (USA) اندازه‌گیری شد. محل قرارگیری نمونه‌ها، روزنه‌ای به قطر ۷ میلی‌متر بود که نمونه‌ها می‌بایست دقیقاً در وسط روزنه قرار می‌گرفتند و تعیین رنگ می‌شدند. به وسیله این دستگاه، رنگ نمونه‌های مورد مطالعه در سیستم CIE و در سه پارامتر L^* (روشنایی)، a^* (قرمزی-سبزی) و b^* (آبی-زردی) به عنوان رکورد اولیه ثبت شد (لازم به توضیح است دستگاه قبل از هر بار اندازه‌گیری نمونه‌ها کالیبره می‌گردید). سپس نمونه‌های هر نوع کامپوزیت به صورت تصادفی به ۵ زیرگروه ۸ تایی تقسیم شده و درون لوله‌های پلاستیکی کدگذاری شده قرار گرفتند. ۴ زیرگروه از هر نوع کامپوزیت به مدت ۱۰ روز، روزانه ۴ ساعت (در مجموع ۴۰ ساعت) درون آب انگور (سن ایچ)، آب پرتقال (سن ایچ)، شیرکاکائو (دامداران) و نوشابه زرد فانتا (درون یخچال با دمای ۴ درجه سانتیگراد) و ۲۰ ساعت درون آب مقطر ۳۷ درجه (درون انکوباتور)، به طوری که سطح علامت‌گذاری شده دیسک‌ها با کف ظرف در تماس باشد، غوطه‌ور شدند. قبل از غوطه‌وری نیز pH نوشیدنی‌ها اندازه‌گیری گردید. زیرگروه پنجم نیز به مدت ۱۰ روز در آب مقطر ۳۷ درجه قرار گرفت.

برای حداکثر مشابه سازی حالت کلینیکی، نوشیدنی‌ها در دمای معمول مصرفی خود که در این مطالعه ۴ درجه سانتیگراد در نظر گرفته شده بود، استفاده شدند. همچنین

با توجه به داده‌های موجود در جدول‌های ۲ و ۳ مشخص گردید که میزان رنگ‌پذیری کامپوزیت‌های مورد بررسی از آب انگور قرمز و شیرکاکائو چشمگیر و بیشتر از سایر نوشیدنی‌ها بود. به علاوه میزان رنگ‌پذیری کامپوزیت‌ها از شیرکاکائو به طور معنی‌داری کمتر از آب انگور و بیشتر از بقیه نوشیدنی‌ها بود. به علاوه داده‌های موجود در جدول ۳ بیانگر آن هستند که تفاوت رنگ‌دهی آب پرتقال و نوشابه و کنترل (آب مقطر) با شیرکاکائو و آب انگور معنی‌دار بوده ($P < 0/05$) ولی تفاوت بین این سه وجود ندارد ($P > 0/05$).

نمودار ۱ مقایسه رنگ‌پذیری کامپوزیت‌های P4 و HCU را در محیط‌های رنگی مورد استفاده در این مطالعه نشان می‌دهد.

در تحقیق حاضر pH شیرکاکائو برابر ۶/۷، pH آب انگور برابر ۳/۲، pH آب پرتقال برابر ۳/۴ و pH نوشابه فانتا برابر ۲/۵ بود.

محیط‌های رنگی مذکور وجود نداشت ($P = 0/29$) و به عبارت دیگر نوع کامپوزیت بر میزان رنگ‌پذیری مؤثر نبوده است. هرچند رنگ‌پذیری در کامپوزیتی HCU بیشتر دیده شد.

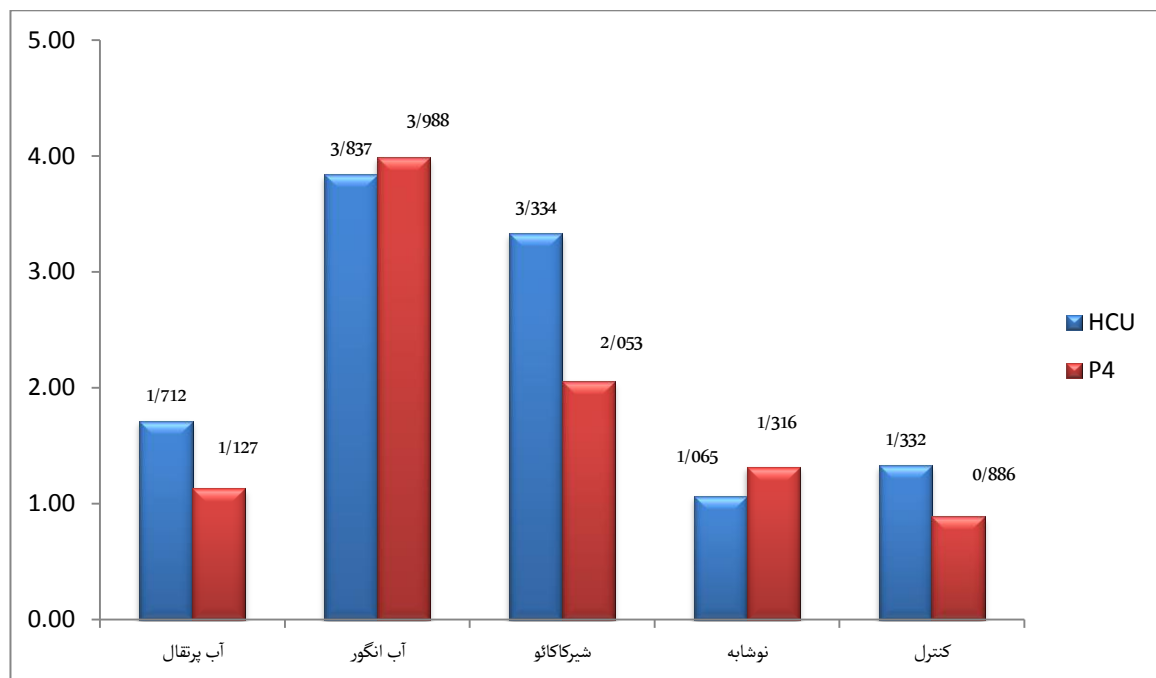
به علاوه با استفاده از آزمون آنالیز واریانس دو عاملی مشخص گردید که نوع نوشیدنی (نوع محیط‌های رنگی) تأثیر قابل توجهی بر میزان رنگ‌پذیری مواد داشت ($F = 10/73$ و $P < 0/001$). ضمناً نتایج حاصل از همین آزمون نشان داد که اثر متقابل نوع کامپوزیت و نوع نوشیدنی معنی‌دار نبود ($F = 0/66$ و $P = 0/62$). جدول ۲ میانگین مقدار تغییر رنگ را به تفکیک نوع کامپوزیت و نوع محیط‌های رنگی نشان می‌دهد. ضمناً برای مقایسه دو به دوی نوشیدنی‌ها از آزمون تعقیبی ال-اس-دی (LSD) استفاده گردید. جدول ۳ نتایج حاصل از مقایسه دوبه‌دوی نوشیدنی‌ها را در ایجاد تغییر رنگ کامپوزیت‌ها نشان می‌دهد.

جدول ۲: میانگین مقدار تغییر رنگ به تفکیک نوع کامپوزیت و نوشیدنی

نوع نوشیدنی	کامپوزیت P4	کامپوزیت HCU	کل
انحراف معیار ± میانگین	انحراف معیار ± میانگین	انحراف معیار ± میانگین	انحراف معیار ± میانگین
آب پرتقال	۱/۱۲۷ ± ۰/۸۰	۱/۷۱۲ ± ۱/۱۷۵	۱/۴۱ ± ۱/۰۲
آب انگور	۳/۹۸۸ ± ۰/۸۶	۳/۸۳۷ ± ۱/۸۶	۳/۹۱ ± ۱/۴۰
شیرکاکائو	۲/۰۵۳ ± ۱/۳۶	۳/۳۳۴ ± ۲/۹۴	۲/۶۳ ± ۲/۳۰
نوشابه	۱/۳۱۶ ± ۰/۴۱	۱/۰۶۵ ± ۰/۵	۱/۱۹ ± ۰/۴۶
گروه کنترل (آب مقطر)	۰/۸۸۶ ± ۰/۳۴	۱/۳۳۲ ± ۱/۵۳۱	۱/۱۰ ± ۱/۰۷
کل	۱/۹۵ ± ۱/۴۱	۲/۳۰ ± ۲/۰۵	۲/۱۳ ± ۱/۷۵

جدول ۳: نتایج حاصل از مقایسه دو به دو نوشیدنی‌ها در ایجاد تغییر رنگ

P.value	تفاوت ΔE	نوشیدنی‌ها
< ۰/۰۰۱	-۲/۴۹۳	آب پرتقال و آب انگور
۰/۰۱	-۱/۲۷۴	شیرکائو و آب انگور
< ۰/۰۰۱	- ۲/۷۲۲	نوشابه و آب انگور
< ۰/۰۰۱	-۲/۸۰۳	کنترل و آب انگور
۰/۰۲	-۱/۲۱۹	آب پرتقال و شیرکائو
۰/۰۰۶	-۱/۴۴۸	نوشابه و شیرکائو
۰/۰۱	-۱/۵۳۰	کنترل و شیرکائو
۰/۶۵	-۰/۲۲۹	نوشابه و آب پرتقال
۰/۵۹	-۰/۳۱۰	کنترل و آب پرتقال
۰/۸۹	-۰/۰۸۲	کنترل و نوشابه



نمودار ۱: مقایسه رنگ‌پذیری کامپوزیت‌های HCU و P4 در محیط‌های رنگی مختلف

بحث

ثبات رنگ طولانی مدت مواد ترمیمی هم‌رنگ دندان نه تنها از جنبه زیبایی، بلکه از لحاظ کاهش هزینه‌های اضافی درمان که مربوط به تعویض مکرر ترمیم دندان‌ها است، حائز اهمیت می‌باشد. در دندانپزشکی کودکان علاوه بر موارد فوق، ثبات رنگ مواد ترمیمی به دلیل کاهش تعداد جلسات درمانی که برای تعویض ترمیم مورد نیاز بوده و ممکن است منجر به مشکلات کنترل رفتاری و افزایش اضطراب دندانپزشکی در کودکان شود، از اهمیت خاص و ویژه‌ای برخوردار است.

کامپوزیت‌ها، دارای خواص ویژه‌ای از جمله زیبایی، توانایی اتصال به بافت دندان، افزایش استحکام بافت‌های باقیمانده دندان، عایق حرارتی مناسب هستند و به همین دلیل نسبت به سایر مواد ترمیمی در اولویت اول انتخاب می‌باشند. البته کامپوزیت‌ها دارای معایبی مانند انقباض ناشی از پلی‌مریزاسیون، ساییش و از دست رفتن سطح ماده در اثر تماس، حلالیت در طول زمان در مایعات دهانی و تغییر رنگ تحت شرایط رنگی مختلف هستند که این خصوصیات می‌تواند دوام کلینیکی آنها را تحت تأثیر قرار دهد.^(۳)

از عوامل مؤثر در تغییر رنگ کامپوزیت‌ها می‌توان به جذب آب، خواص سطحی، ساییش، ساختار پلی‌مریک و فیلری آن، میزان پلی‌مریزاسیون و ... اشاره نمود. از آن جا که مصرف انواع آب میوه‌ها، نوشابه و سایر محلول‌های رنگی در کودکان امری رایج می‌باشد و از طرفی بسیاری از کودکان به دلیل پوسیدگی و یا ترومای وارده به دندان‌های قدامی دارای ترمیم‌های کامپوزیتی هستند، لذا این تحقیق به تغییر رنگ ناشی از جذب آب در محیط‌های

رنگی مختلف اختصاص داده شده است. به علاوه در این تحقیق دو نوع کامپوزیت مختلف، از نظر سایز و محتوای فیلری، مورد بررسی قرار گرفته است.

در این مطالعه سعی گردید تا عوامل مختلف دیگری که می‌تواند رنگ‌پذیری نمونه‌ها را طی فرآیند پلی‌مریزاسیون، پرداخت و در طول مدت نگهداری متاثر سازد، به حداقل رسانده شود. یکی از مشکلاتی که در زمان کاربرد کامپوزیت‌ها ممکن است با آن مواجه گردیم عدم پلی‌مریزاسیون کامل آنها است که علت آن شدت نور ناکافی و مدت زمان ناکافی تابش نور می‌باشد. کامپوزیت‌هایی که کامل پلی‌مریزه نشده‌اند، جذب آب و حلالیت بیشتری داشته که این امر در کلینیک به صورت عدم ثبات رنگی زودرس آشکار می‌شود.^(۳) در تحقیق حاضر زمان پلی‌مریزاسیون در تمامی نمونه‌ها یکسان و کافی بود. همچنین در ابتدای تحقیق شدت نور دستگاه لایت کیور اندازه‌گیری شد و پس از تهیه هر ۱۰ نمونه نیز مجدداً کالیبره گردید.

از طرفی زمانی که سطح کامپوزیت در مقابل نوار سلولوئیدی شفاف کیور شود و متعاقب آن پرداخت انجام نگیرد، یک سطح غنی از رزین شکل می‌گیرد که به علت خواص فیزیکی پایین، لایه سطحی دچار تغییر رنگ بیشتری نسبت به سطوح پرداخت شده می‌گردد؛ لیکن یک سطح پرداخت شده سبب ایجاد یک سطح غنی از فیلر گشته که احتمالاً مقادیر نوب‌هاردنس بالاتری داشته و کمتر مستعد حلالیت شیمیایی است.^(۱۰،۱۱) بنابراین در تحقیق حاضر برای اجتناب از وارد شدن چنین متغیرهایی و این که ترمیم‌ها معمولاً در شرایط کلینیکی تحت عملیات اتمام و پرداخت قرار می‌گیرند، تمامی نمونه‌ها

واکنش‌ها و مکانیسم‌های داخلی و نیز آلودگی‌های خارجی مستعد تغییر رنگ داخلی یا خارجی می‌باشند.^(۱۶) در تحقیقات بسیاری رنگ‌پذیری کامپوزیت‌ها از نوشیدنی‌های با مصرف رایج در بالغین نظیر چای، قهوه، کولا، شراب و ... ذکر شده است.^(۱۷و۱۸)

از آن‌جا که رنگ، یک پدیده فیزیکی روانی است که هم بین افراد مختلف و هم در یک فرد در زمان‌های مختلف تفاوت می‌کند و اندازه‌گیری با وسیله دقیق، خطاهای سابزکتیو ارزیابی رنگ را دفع می‌کند، در این مطالعه اندازه‌گیری رنگ با استفاده از یک اسپکتروفوتومتر انعکاسی انجام شد که دقت آن در مطالعات مختلف تأیید شده است.^(۱۹و۲۰) هم چنین از سیستم رنگی CIE Lab برای بیان رنگ و تغییرات رنگ نسبی تمام نمونه‌ها استفاده شد.^(۱۷) داده‌های بدست آمده از دستگاه اسپکتروفوتومتر، شاخص‌های L^* , a^* , b^* بودند که در تحقیق حاضر میزان تغییر رنگ حاصل از این سه شاخص (ΔE) که در واقع همان تغییر رنگ کلی نمونه‌ها در یک دوره زمانی غوطه‌ورسازی است، محاسبه گردید.

در مطالعات زیادی مقادیر $\Delta E > 3/3$ از نظر کلینیکی غیر قابل قبول و محسوس در نظر گرفته می‌شود.^(۱۹-۲۲) در واقع در این مطالعات عدد $3/3$ حد فوقانی قابل قبول در ارزیابی‌های بصری رنگ در دندانپزشکی در نظر گرفته شده است. البته Seghi و همکاران^(۲۳) بیان داشتند که اگر ΔE بیشتر از ۲ باشد، در صددرصد موارد از نظر بصری قابل تشخیص است. در تحقیق حاضر از نوشیدنی‌های رنگی رایج مورد استفاده توسط کودکان یعنی شیرکاکائو (طیف قهوه‌ای)، آب انگور قرمز (طیف آبی و بنفش)، آب پرتقال و نوشابه زرد فانتا (طیف نارنجی و زرد) و آب

توسط یک تکنسین ماهر و با روش پرداخت استاندارد شده‌ای به طور یکسان پرداخت گردید.

هنگام مجاورت کامپوزیت با مایعات، قسمت اعظم جذب آب توسط ماتریکس پلی‌مری آلی در ۴ روز اول و بیشترین میزان جذب آب در طی هفته اول رخ می‌دهد.^(۳) این امر باعث انحلال رزین، سایش و تغییر رنگ شده و میزان کارآیی و بهره‌وری ماده ترمیمی کاهش می‌یابد.^(۱۲) از طرف دیگر هر چه محتوای فیلری ماده کمتر باشد، نسبت ماتریکس پلی‌مری افزایش یافته، جذب آب بیشتری صورت می‌گیرد. همچنین هر چه ذرات فیلر موجود در کامپوزیت ریزتر باشد، نسبت حجمی ماتریکس پلی‌مری افزایش یافته و جذب آب بیشتری رخ می‌دهد و در نهایت پتانسیل تغییر رنگ و در نتیجه جذب سطحی مایعات افزایش می‌یابد.

در واقع تغییر رنگ داخلی کامپوزیت‌ها می‌تواند به علت تغییر رنگ در ساختار ماتریکس پلی‌مری به تنهایی (اکسیداسیون یا هیدرولیز آن) و یا تغییر در اینترفیس ماتریکس و فیلر باشد.^(۱۳و۱۴) محل اتصال رزین-فیلر یکی از ضعیف‌ترین نقاط ماده کامپوزیت است که حساسیت بالایی به جذب آب دارد. جذب آب در این ناحیه می‌تواند منجر به ترک‌های ریز در درزهای حدفاصل فیلر-ماتریکس شود که مسیرهایی برای نفوذ رنگ‌ها می‌باشند. بنابراین کیفیت و ثبات سایلن نیز در به حداقل رساندن تخریب باند بین فیلر و پلی‌مر و مقدار جذب آب دارای اهمیت است.^(۷و۱۵) تغییر رنگ خارجی کامپوزیت‌ها نیز می‌تواند به دنبال جذب سطحی و یا عمقی رنگدانه‌ها به علت آلودگی با منابع رنگی خارجی اتفاق بیفتد.^(۱۶) بدین ترتیب کامپوزیت‌ها از جمله موادی هستند که به دلیل

و آب پرتقال، کم بود و تفاوت معنی‌داری بین این دو محلول رنگی وجود نداشت. علت می‌تواند وجود رنگریزه‌های تقریباً مشابه و هم‌اندازه در هر دو محلول باشد. رنگ (هیو) تقریباً مشابه این دو محلول می‌تواند تأییدی بر این امر باشد.

Tunc و همکاران^(۸) همانند تحقیق حاضر تأثیر آب انگور قرمز ($\Delta E=3/45$) را به مراتب بیشتر از شیرکائو ($\Delta E=0/88$) ذکر کردند. علت ΔE پایین شیرکائو در تحقیق فوق نسبت به تحقیق حاضر را می‌توان به تفاوت در مارک‌های تجاری به کار رفته و نیز تفاوت در مقدار و غلظت کائوی به کار رفته در ترکیب شیر، نسبت داد. Topcu^(۹) و Kheraif^(۹) نیز تغییر رنگ حاصل از آب انگور قرمز را بیشتر از سایر نوشیدنی‌های رنگی نظیر قهوه، کولا و ... ذکر کردند. همچنین در تحقیق Dinelli و همکاران^(۲۵) شراب قرمز و کولا هر دو باعث کاهش نسبی در میزان ترانس‌لوسنس کامپوزیت‌ها گردید. وی علت این امر را وجود الکل در شراب و نیز کربنات و pH پایین در کولا که نفوذپذیری رنگریزه را تسهیل می‌کند، ذکر کرد. در تحقیق حاضر pH شیرکائو برابر ۶/۷، pH آب انگور برابر ۳/۲، pH آب پرتقال برابر ۳/۴ و pH نوشابه فانتا برابر ۲/۵ بود. هیچ ارتباط منطقی بین نتایج تحقیق و pH محلول‌های موجود مشاهده نگردید. مثلاً با وجود آنکه pH نوشابه فانتا از همه پایین‌تر و برابر ۲/۵ بود ولی میزان رنگ‌دهی آن از سایر محلول‌ها کمتر بود. همچنین با وجود pH برابر با ۶/۷ در شیرکائو، تغییر رنگ کامپوزیت‌ها در این محلول چشمگیر بود. Curtin و همکاران^(۱۷) نیز تأثیر کولا را بر رنگ‌پذیری کامپوزیت‌های میکروهیبرید، نانوهیبرید و ساب میکرون ناچیز ذکر کرد. در تحقیق

مقطر (کنترل) استفاده گردید و به دلیل آن که بیشترین میزان جذب آب در طی هفت تا ۱۰ روز اول اتفاق می‌افتد، دوره زمانی تعیین رنگ نمونه‌ها ۱۰ روز پس از قرارگیری آنها در محلول‌های فوق تعیین گردید.^(۱۶) هر دو نوع کامپوزیت مورد مطالعه، در محلول‌های شیرکائو و آب انگور قرمز تغییر رنگ غیر قابل قبول ($\Delta E>3/3$) و در یک مورد ($\Delta E=2/053$) داشتند که از لحاظ بصری محسوس بود. تغییر رنگ کامپوزیت در این محلول‌ها همان طور که قبلاً ذکر گردید می‌تواند به دلیل تغییر رنگ داخلی کامپوزیت، (تغییر در ساختار ماتریکس پلی‌مری و یا تغییر در ایتترفیس ماتریکس-رزین) و نیز به سبب تغییر رنگ خارجی کامپوزیت به دنبال جذب سطحی باشد. Ertas و همکاران^(۲۴) نیز اظهار کرد که خواص فیزیکی-شیمیایی مونومرها در ماتریکس رزینی، جذب سطحی مواد غذایی رنگی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در واقع آغازگرها و مونومرهای واکنش نکرده، دارای گروه‌های هیدروفیلیکی بوده که برداشت مولکول‌های هیدروفیل موادرنگی را تسهیل می‌کند.

در این تحقیق میزان رنگ‌پذیری کامپوزیت‌ها از آب انگور قرمز و شیرکائو چشمگیر و بیشتر از آب پرتقال و نوشابه فانتا بود. به علاوه میزان رنگ‌پذیری نمونه‌ها از شیرکائو به طور معنی‌داری کمتر از آب انگور بود. تفاوت در میزان رنگ‌پذیری کامپوزیت‌ها از محلول‌های رنگی فوق را می‌توان به تفاوت در ساختار فیزیکی و شیمیایی، هیو و نیز اندازه ذرات رنگریزه موجود در محلول‌های رنگی فوق و در نتیجه تفاوت در پتانسیل نفوذپذیری این رنگریزه‌ها به درون ماده دانست. به علاوه میزان رنگ‌پذیری هر دو کامپوزیت توسط نوشابه زرد فانتا

بسیاری از تحقیقات انجام شده نیز دال بر تغییر رنگ بیشتر کامپوزیت‌های نانو هیبرید نسبت به کامپوزیت‌های میکرو هیبرید به دنبال رنگ‌پذیری می‌باشد.^(۷۵ و ۷۸) البته تحقیقاتی نیز وجود دارد که تفاوت قابل توجهی بین رنگ‌پذیری این دو نوع ماده مشاهده نمودند.^(۵ و ۱۷) و یا حتی رنگ‌پذیری نانو هیبریدها را کمتر از میکرو هیبریدها ذکر کردند.^(۱) تفاوت در نتایج این تحقیقات را می‌توان به تفاوت در ساختار ترکیبی - تجاری این دو نوع کامپوزیت نظیر نوع مونومرهای موجود در ماتریکس Bis-GMA، UDMA، TEGDMA، Bis-EMA، همچنین مقدار، اندازه، نوع و خصوصیات فیلری مختلف نظیر خوشه‌ای بودن یا نبودن آن‌ها، میزان سایلن به کار رفته و ... نسبت داد و به عنوان مثال مونومرهای با بیس UDMA به دلیل ویسکوزیته پایین‌تر و جذب آب کمتر، مستعد رنگ‌پذیری کمتر نسبت به سایر مونومرهای دی‌متاکریلات هستند^(۳۲) و بالعکس مونومر TEGDMA و سایلن هر دو هیدروفیل بوده و باعث افزایش جذب آب توسط کامپوزیت می‌شوند.^(۳۳ و ۶)

در پایان قابل ذکر است حفره دهان محیطی کمپلکس بوده که عوامل متعددی در آن دخیل هستند. بزاق باعث رقیق شدن محلول‌های مصرفی شده و pH آنها را تغییر می‌دهد؛ به علاوه حاوی آنزیم‌ها و املاح متنوع تأثیرگذار می‌باشد. کامپوزیت‌ها در معرض طیف وسیعی از تغییرات حرارتی به دنبال مصرف غذاها و نوشیدنی‌های گرم و سرد هستند و گذشت زمان نیز خواص فیزیکی آنها را تغییر می‌دهد.^(۱۷) این عوامل بر رنگ‌پذیری کلی کامپوزیت‌ها تأثیر می‌گذارند. در تحقیق حاضر از آنجا که هدف، بررسی تغییر رنگ دو نوع کامپوزیت در محیط‌های رنگی

طباطبایی و همکاران^(۷) نیز کولا با این که کمترین pH را داشت ولی به اندازه چای و قهوه تغییر رنگ ایجاد نمود که با مطالعات دیگر همخوانی دارد.^(۷۱ و ۷۲) باقری^(۲۶) و Asmusen^(۲۷) نیز در مطالعه خود نشان دادند که pH محیط نگهداری اثر مختصری بر تغییر رنگ کامپوزیت‌ها دارد. با این وجود تحقیقات بیشتری در این زمینه لازم است.

در تحقیق حاضر، تفاوت آماری معنی‌داری بین دو نوع کامپوزیت میکرو هیبرید (P4) و نانو هیبرید (HCU) از لحاظ میزان رنگ‌پذیری در محیط‌های رنگی مذکور وجود نداشت. با این حال رنگ‌پذیری در کامپوزیت HCU اندکی بیشتر دیده شد.

ماتریکس رزینی HCU حاوی Bis-GMA و TEGDMA است و ماتریکس رزینی P4 حاوی Bis-GMA، TEGDMA و Bis-EMA می‌باشد. Bis-EMA یک نوع Bis-GMA Ethoxylated است که بسیار هیدروفوبیک بوده و هیچ گروه هیدروکسیل و اکشن نکرده‌ای در زنجیره پلیمری اصلی خود ندارد و بنابراین باید جذب آب کمی داشته باشد.^(۷۸ و ۷۹) Schmitt و همکاران^(۱) نیز نشان داد که کامپوزیت‌های با پایه Bis-EMA در برابر اثرات مخرب مایعات غذایی بسیار مقاوم هستند. در تحقیق حاضر رنگ‌پذیری کمتر P4 نسبت به HCU را می‌توان به سبب وجود Bis-EMA در ساختمان ماتریکس رزینی آن دانست. به علاوه از آنجا که درصد فیلر موجود در هر دو کامپوزیت تقریباً یکسان می‌باشد^(۱)، بنابراین شاید علت دیگر رنگ‌پذیری بیشتر HCU را بتوان به ذرات فیلر ریزتر و در نتیجه اینترفیس بیشتر فیلر/ماتریکس (که منجر به پتانسیل بالاتر تغییر رنگ داخلی کامپوزیت می‌گردد) نسبت داد. لازم به توضیح است که

نانوکامپوزیت‌های جدید مزیت چندانی در مقایسه با میکروهیبریدها در زمینه مقاومت به رنگ‌پذیری داشته باشند. به علاوه با توجه به نتایج حاصل، مصرف نوشیدنی‌های رنگی به ویژه آب انگور و شیرکاکائو در چند روز اول توصیه نمی‌شود.

تشکر و قدردانی

از همکاری و مساعدت مسوولین محترم آزمایشگاه تحقیقاتی علوم رنگ دانشکده نساجی دانشگاه صنعتی اصفهان و آزمایشگاه میکروبیولوژی دانشکده پرستاری دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان کمال تشکر را داریم. از همکاری سرکار خانم دکتر هاله خلیلی در انجام این طرح سپاسگزاریم.

مختلف بود از محیط‌های بزاقی استفاده نگردید، و لیکن استفاده از آن در بررسی‌های آتی توصیه می‌شود.

نتیجه‌گیری

از آنجا که عوامل متعددی در محیط دهان نقش دارند و ساختار کامپوزیت‌ها نیز پیچیده می‌باشد، ارتباط دادن یافته‌های لابراتواری با رفتار کلینیکی هر ماده ترمیمی مشکل بوده و بنابراین برای یافتن ارتباط بین مطالعات کلینیکی و اندازه‌گیری‌های لابراتواری، ارزیابی‌های بیشتری پیشنهاد می‌شود. به علاوه نوشیدنی‌های رنگی با توجه به مارک‌های تجاری مختلف فرمولاسیون متفاوتی داشته و همین امر ممکن است نتایج حاصل از تحقیقات مختلف را متفاوت سازد. با توجه به نتایج مطالعه حاضر و سایر مطالعات انجام گرفته به نظر نمی‌رسد که

منابع

- Schmitt VL, Puppini-Rontani RM, Naufel FS, Nahsan FP, Coelho Sinhoreti M, Baseggio W. Effect of the polishing procedures on color stability and surface roughness of composite resins. *ISRN Dent* 2011; 20(11): 617-72.
- Geurtsen W. Biocompatibility of resin-modified filling material. *Crit Rev Oral Biol Med* 2000; 11(3): 333.
- Ronald L, Sakaguchi JM. *Craig's Restorative Dental Materials*. 13th ed. St. Louis: Mosby Co; 2012. P. 160-73.
- Güler AU, Duran I, Yücel AÇ, Ozkan P. Effects of air-polishing powders on color stability of composite resins. *J Appl Oral Sci* 2011; 19(5): 505-10.
- Fontezi O, Fern ndezi M, Moura C, Mereles S. Color stability of a nanofill composites: Effect of different immersion media. *J Appl Oral Sci* 2009; 17(5): 388-91.
- Topcu F, Sahinkesen G, Yamanel K, Erdemir U, Aybala E, Ersahan S. Influence of different drinks on the colour stability of dental resin composites. *Eur J Dent* 2009; 3(1): 50-6.
- Hasani-Tabatabaei M, Yassini E, Moradian S, Elmamooz N. Color stability of dental composite materials after exposure to staining solutions: A spectrophotometer analysis. *Journal of Islamic Dental Association* 2009; 70(1): 69-79. (Persian)
- Tunc ES, Bayrak S, Guler AU, Tuloglu N. The effects of childrens drinks on the color stability of various restorative materials. *J Clin Pediatr Dent* 2009; 34(2): 147-50.

9. Kheraif AA, Qasim SS, Ramakrishnaiah R, Rehman IU. Effect of different beverages on the color stability and degree of conversion of nano and microhybrid composites. *Dent Mater J* 2013; 32(2): 326-31.
10. Um Cm, Ruyter IE. Staining of resin-based veneering materials with coffee and tea. *Quintessence Int* 1991; 22(5): 377-86.
11. Lee YK, Powers JM. Discoloration of dental resin composites after immersion in a series of organic and chemical solutions. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2005; 73(2): 361-7.
12. Roberson TM, Heymann HO, Swift EJ. *Art and Science of Operative Dentistry*. 4th ed. St. Louis: Mosby Co; 2002. P. 198-201, 476-9.
13. Ruyter IE. Composites-characterization of composite filling materials; Reactor response. *Adv Dent Res* 1988; 2(1): 122-9.
14. Tayler PB, Frank SL. Low temperature polymerization of acrylic resin. *J Dent* 1950; 29(4): 99-102.
15. Patel SB, Gordan VV, Barrett AA, Shen C. The effect of surface finishing and storage solutions on the color stability of resin-based composites. *J Am Dent Assoc* 2004; 135(5): 587-94.
16. Malekipour MR, Sharafi A, Kazemi S, Khazaei S, Shirani F. Comparison of color stability of a composite resin in different color media. *Dent Res J (Isfahan)* 2012; 9(4): 441-6.
17. Curtin JA, Huan L, Todd Milledge J, Hong L, Peterson J. *In vitro* staining of resin composites by liquids ingested by children. *Pediatr Dent* 2008; 30(4): 317-22.
18. Gross MD, Moser JB. A colourimetric study of coffee and tea staining of four composite resins. *J Oral Rehabil* 1977; 4(4): 311-22.
19. Burgess JO, Gardiner D, Ripps A. Color stability of fluoride-containing restorative materials. *Oper Dent* 2000; 25(6): 520-5.
20. Anusavice KJ, Phillips R. *Phillip's Science of Dental Materials*. 11th ed. St. Louis: Elsevier; 2003. P. 71.
21. Fay RM, Walker CS, Powers JM. Discoloration of a compomer by stains. *J GT Houst Dent Soc* 1998; 69(8): 12-3.
22. 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.
23. Seghi RR, Hewlett ER, Kim J. Visual and instrumental colorimetric assessments of small color differences on translucent dental porcelain. *J Dent Res* 1989; 68(12): 1760-4.
24. Ertas E, Guler AU, Yucel AC, Koprulu H, Guler E. Color stability of resin composites after immersion in different drinks. *Dent Mater J* 2006; 25(2): 371-6.
25. Dinelli W, Fernandes RV, Andrade MF, Guimaraces CN, Bevilacqua FM. *In vitro* study of staining agents effects on optical properties of esthetic restorative materials. *J Dent* 2010; 2(4): 34-7.
26. 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.
27. Asmusen S, Arenas G, Cook WD, Vallo CD Mater. Photobleaching of camphorquinone during polymerization of dimethacrylate-based resins. *Dent Mater* 2009; 25(12): 1603-11.
28. Lee YK, Lu H, Oguri M, Powers JM. Changes in color and staining of dental composite resins after wear simulation. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2007; 82(2): 313-9.
29. Yazici AR, Celik C, Dayangac B, Ozgunaltay G. The effect of curing units and staining solutions on the color stability of resin composites. *Oper Dent* 2007; 32(6): 616-22.
30. 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.

31. Douglas WH, Craig RG. Resistance to extrinsic stains by hydrophobic composite resin systems. *J Dent Res* 1982; 61(1): 41-3.
32. Khan Z, von Fraaunhofer JA, Razavi R. The staining characteristics, transverse strength and microhardness of a visible light cured denture base material. *J Prosthet Dent* 1987; 57(3): 384-6.
33. Arima T, Hamada T, McCabe JF. The effects of cross-linking agents on some properties of HEMA-based resins. *J Dent Res* 1995; 74(9): 1597-601.