

## بررسی مقایسه‌ای تأثیر ترکیب CPP-ACP و رزین اینفیلتره پس از استفاده از کربامید پراکساید ۲۰٪ بر شاخص‌های رنگ لکه قهوه‌ای دندان

دکتر فرزانه شیرانی<sup>۱</sup> - دکتر هاله خلیلی<sup>۲</sup> - مرجان مهرآوران<sup>۳</sup>

۱- دانشیار، مرکز تحقیقات مواد دندان، گروه آموزشی دندانپزشکی ترمیمی، دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

۲- استادیار گروه آموزشی علوم و تکنولوژی رنگ دانشکده نساجی دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران

۳- دانشجوی دندانپزشکی و عضو کمیته پژوهش‌های دانشجویان، دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

### چکیده

زمینه و هدف: راهکار کنونی جهت حل مشکل زیبایی لکه قهوه‌ای دندان، ترمیم آن با مواد هم‌رنگ دندان می‌باشد. با توجه به اهمیت دندانپزشکی محافظه‌کارانه هدف از این مطالعه تعیین تأثیر رزین اینفیلتره و CPP-ACP (Casein phosphopeptide amorphous calcium phosphate) پس از کاربرد کربامید پراکساید ۲۰٪ بر شاخص‌های رنگ لکه قهوه‌ای دندان در نواحی در معرض دید می‌باشد. روش بررسی: در این بررسی تجربی هفتاد دندان سالم انسانی خارج شده دارای لکه قهوه‌ای جمع‌آوری شدند. نمونه‌ها در مرحله اول تحت کاربرد کربامید پراکساید ۲۰٪ و سپس در دو گروه مجزا در معرض CPP-ACP و رزین اینفیلتره قرار گرفتند. نمونه‌ها در سه نوبت، قبل از مداخله، پس از سفید کردن، پس از کاربرد رزین اینفیلتره و CPP-ACP مقایسه و توسط دستگاه اسپکتروفوتومتر، رنگ‌سنجی شدند و نتایج پس از ثبت در نرم افزار SPSS ویرایش ۲۰، با آزمون‌های آماری t زوج، t مستقل و آنالیز واریانس با مشاهدات تکراری، با سطح معناداری  $p < 0/05$  مورد تحلیل قرار گرفتند.

یافته‌ها: کربامید پراکساید ۲۰٪ به طور معنی‌داری  $L^*$  و  $b^*$  نمونه‌ها را افزایش و  $a^*$  را کاهش داد ( $p < 0/001$ ) در حالی که با استفاده از CPP-ACP، تغییرات  $a^*$  و  $b^*$  در لکه قهوه‌ای معنادار نبود ( $p > 0/05$ )، اما  $L^*$  به طور معنادار افزایش یافت ( $p < 0/001$ ). استفاده از رزین اینفیلتره باعث کاهش  $a^*$  به طور معناداری شد ( $p < 0/001$ ) ولی کاهش  $L^*$  و افزایش  $b^*$  در این گروه معنادار نبود. ( $p > 0/05$ ) در مقایسه دو گروه، تنها تغییرات لکه قهوه‌ای طی مرحله سفید کردن معنادار شد. ( $p < 0/001$ )  $\Delta E$  لکه قهوه‌ای و مینای مجاور در هیچ یک از مراحل در دو زیرگروه تغییر معناداری نداشت. ( $p > 0/05$ )

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج این مطالعه می‌توان این‌گونه نتیجه‌گیری کرد که در صورت وجود لکه قهوه‌ای مغل زیبایی روی دندان، می‌توان با کاربرد ماده سفیدکننده به همراه رزین اینفیلتره یا CPP-ACP کرد و نمود آن را در زمینه کاهش داد. به همین جهت در مجموع استفاده از رزین اینفیلتره به نظر کارایی بهتری را در افزایش ترانسلوسنس نسبت به CPP-ACP دارد.

کلیدواژه‌ها: اسپکتروفوتومتری، درمان تغییر رنگ دندان، زیبایی‌شناسی دندان، کربامید پراکساید، نانوکمپلکس کازئین فسفوپتید آمورفوس کلسیم فسفات

پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۹/۳

اصلاح نهایی: ۱۳۹۳/۸/۲۴

وصول مقاله: ۱۳۹۳/۵/۲۰

نویسنده مسئول: مرجان مهرآوران، دانشجوی دندانپزشکی و عضو کمیته پژوهش‌های دانشجویان دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

e.mail: Marjan\_mehr68@yahoo.com

### مقدمه

(۱)، این تغییر رنگ به علت گیر افتادن مواد ارگانیک رنگی یا یون‌های متالیک در مینا ایجاد می‌شود. این نقاط که مجدداً رمینرالیزه شده و تغییر رنگ یافته‌اند از سایر نقاط به پوسیدگی مقاومتر بوده ولی در بعضی نواحی به لحاظ زیبایی مشکل‌آفرین می‌باشند و در صورت ایجاد اشکال در زیبایی

لکه قهوه‌ای دندان (Brown spot) یک ضایعه پوسیدگی بدون حفره است که در آن از دست دادن مواد معدنی زیر سطحی دندان مقارن با فراگیری مواد پیگمانته داخلی و خارجی شده است و باعث تغییراتی در خصوصیات بصری مینا مثل کاهش در ترانسلوسنس و ایجاد ظاهر قهوه‌ای سطح مینا می‌شود.

دندان اندازه‌گیری می‌کند (۱۳-۱۴) و نتایج را به صورت CIE Lab گزارش می‌نماید. سیستم (International Commission on Illumination) CIE Lab (L\*a\*b\* system) (CIE) به صورت 
$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$
 رنگ را در قالب سه محور  $L^*$ ،  $a^*$ ،  $b^*$  تعریف می‌کند که  $L^*$  نشان دهنده روشنایی یا درخشندگی است و از صفر تا صد متغیر است.  $a^*$ ،  $b^*$  هر دو به عنوان محورهای عددی هیو و کروما می‌باشند.  $a^*$  نشان دهنده سبز تا قرمز بودن رنگ و  $b^*$  نشان‌دهنده آبی تا زرد بودن رنگ است و از ۱۲۰- تا ۱۲۰+ متغیر می‌باشد. (۳، ۱۵)

رویکرد کنونی برای حل مشکل زیبایی لکه قهوه‌ای ناشی از پوسیدگی دندان، با دندانپزشکی محافظه‌کارانه مغایرت دارد. با توجه به آنچه از مطالعات درباره اثرات ماده سفید کننده، CPP-ACP و رزین اینفیلتره بر رنگ دندان استنباط می‌شود. هدف از این مطالعه تعیین مقایسه‌ای تأثیر رزین اینفیلتره و ترکیب CPP-ACP پس از استفاده از کربامید پراکساید ۲۰٪ بر شاخصهای رنگ لکه قهوه‌ای دندان می‌باشد تا مشخص شود این فرآیند چه تأثیری بر نمای بصری این ضایعات در نواحی در معرض دید دارد.

### روش بررسی

در این مطالعه که به صورت مداخله‌ای تجربی در آزمایشگاه انجام شد، نود نمونه از دندانهای خارج شده انسانی، سالم و دارای سطح صاف و دست نخورده، بدون پوسیدگی یا ترمیم که دارای لکه قهوه‌ای ناشی از پوسیدگی قبلی بودند از چندین کلینیک دندانپزشکی درون شهری جمع آوری شدند. بافت نرم باقیمانده، دبری و آلودگیهای سطحی دندان جهت مشاهده صحیح رنگ، بافت نرم باقیمانده و دبری و پلاک سطح دندان توسط برساز برداشته شد و نمونه‌ها در تایمول ۰/۲٪ به مدت یک هفته و سپس در آب تا انجام آزمایش نگهداری شدند. دندانها در قوسهای دندانی پیش ساخته پلاستیکی مانع شدند و از دستگاه گرافی دیجیتالی (The CS 2200 Intraoral X-Ray System, Carestream dental, Stuttgart, Germany) جهت افتراق دندانهای پوسیده از غیرپوسیده و ریزین استفاده شده استفاده شد. از این رو دندانها روی کست آکرلیکی مانع و گرافی بایت وینگ دیجیتالی با فیلم (Carestream Kodak RVG 6200) وینگ (Intraoral Sensors, Stuttgart Germany) برای خارج سازی دندانهای پوسیده از مطالعه گرفته شد. با استفاده از گرافی بایت وینگ میزان ریزین استفاده شده در نقاطی که لکه قهوه‌ای

باید با ترمیم اصلاح شوند. (۲)، به نظر می‌رسد استفاده از مواد سفیدکننده به جای ترمیم ضایعات قهوه‌ای، روشی محافظه کارانه‌تر برای اصلاح رنگ این ضایعات باشد.

بلیچینگ به فرآیند سفید کردن دندان و ایجاد تغییر در رنگ آن گفته می‌شود. مکانیسم عمل بلیچینگ با پراکساید به صورت نفوذ و انتشار آن به داخل مینا برای اکسیداسیون و روشن کردن جزء تغییر رنگ یافته خصوصاً در ناحیه عاجی است. (۳)

مطالعات نشان می‌دهد استفاده از مواد ریزین‌لیزه کننده به همراه مواد بلیچینگ ظاهر یکدست تری را در لکه سفید ایجاد می‌کند. (۴)، افزودن مقدار زیادی ماده کلسیفیه به ضایعه دندان، جایگزین مواد معدنی از دست رفته در جریان دیمینرالیزاسیون می‌شود. (۱)، Casein phosphopeptide amorphous calcium phosphate (CPP-ACP) یک نانوکمپلکس حاوی یون کلسیم، فسفات و هیدروکسید ثابت شده با فسفوپپتید کازئین است و یونهای کلسیم، فسفات و هیدرو-کسید در سطح دندان آزاد می‌شوند و سطح دیمینرالیزه را ریزین‌لیزه می‌کنند. CPP-ACP ضایعات سفید دندانی را ریزین‌لیزه می‌کند و پیشرفت پوسیدگی را کاهش می‌دهد. این ماده به علت مینرالیزه کردن دندان، حساسیت را کاهش و زیبایی را افزایش و ترانسلوسنسی و درخشش دندان را بهبود می‌دهد. (۵)

در صورت استفاده از مواد ریزین‌لیزه کننده مثل CPP-ACP یا فلوراید در دندان تازه بلیچ شده احتمال جذب رنگدانه کاهش می‌یابد. (۶)، CPP-ACP برای پوشاندن رنگ لکه سفید دندان کاربرد داشته (۷) و در اثر استفاده از CPP-ACP ترانسلوسنسی و روشنی دندان بهبود پیدا می‌کند. (۸-۹)

مطالعه Torres و همکاران و White و همکاران، بیان می‌کنند که توان مواد ریزین‌لیزه کننده، اکثراً محدود بوده و در ظاهر کلینیکی و رادیوگرافی لکه سفید باقی می‌ماند و به ندرت در پوشاندن لکه سفید در کلینیک کاربرد دارد. (۱۰-۱۱)، این در حالی است که تأثیر رزین اینفیلتره در پوشاندن تغییر رنگ لکه سفید ثابت شده است. (۱۲)، با توجه به اینکه رزین فضای خالی اینتر کریستالین را پر می‌کند پوسیدگی غیرفعال می‌شود. رزین اینفیلتره یک درمان قطعی و یک روش بینابینی درمان و پیشگیری برای پوسیدگی بدون حفره است. (۱۰، ۱۲)، دستگاه اسپکتروفتومتر دگوندت شید پابلوت یک روش عکاسی دیجیتالی است که رنگ دندان را در کل سطح

شده و گروهی در معرض CPP-ACP (Tooth Mousse; GC Corp., Tokyo, Japan) و گروهی در معرض رزین اینفیلتره (Icon<sup>®</sup>, DMG, Hamburg, Germany) قرار گرفتند. انتخاب تصادفی بر اساس شماره نمونه‌ها صورت گرفت و شماره‌های فرد در معرض CPP-ACP و شماره‌های زوج در معرض رزین اینفیلتره قرار گرفتند.

در گروه CPP-ACP (گروه A) دندانها به مدت سه هفته در چرخه اسید- باز قرار گرفتند. در این مطالعه از چرخه pH جهت شبیه‌سازی شرایط دهان استفاده شد. با وجود محدودیتهای لابراتواری، چرخ pH شباهت بسیاری با شرایط موجود در دهان دارد. (۱۶)، محتویات محلول دمنرالیزه کننده شامل کلرید کلسیم ۲/۲ میلی مول، هیدروکسید پتاسیم یک مول، پتاسیم دی هیدروژن فسفات ۲/۲ میلی مول، استیک اسید ۰/۰۵ مول می‌باشد و برای رساندن اسیدیته محلول به چهار از استیک اسید استفاده شد. محلول رمینرالیزه کننده شامل کلسیم کلرید ۱/۵ میلی مول، پتاسیم کلرید ۰/۱۵ مول، سدیم دی هیدروژن فسفات ۰/۹ میلی مول می‌باشد و برای رساندن اسیدیته محلول به هفت از استیک اسید استفاده شد. نمونه‌ها در این چرخه به مدت سه ساعت دو بار در روز در ماده دمنرالیزه کننده و در میان این دو مرحله به مدت دو ساعت در ماده رمینرالیزه کننده قرار گرفتند. نمونه‌ها قبل و بعد از قرار گرفتن در ماده دمنرالیزه کننده تحت ماده درمانی CPP-ACP به مدت ۱۵ دقیقه روی قسمت مدنظر قرار گرفته و در نهایت دندانها به مدت ۱۴ ساعت در محلول رمینرالیزه کننده تا شروع دوره بعدی نگهداری شدند. در مطالعه حاضر بین تمامی مراحل، نمونه‌ها با آب شسته و با گاز خشک گردیدند. (۱۷-۱۸)

در گروه رزین اینفیلتره (گروه B)، کیت رزین اینفیلتره که شامل سه جزء بود طبق دستورالعمل کارخانه سازنده به شرح زیر مورد استفاده قرار گرفت. ابتدا نمونه‌ها تمیز شده و جزء اچ کننده (Icon-Etch, Icon<sup>®</sup>, DMG, Hamburg, Germany) به مدت دو دقیقه روی سطحی که لکه سفید- لکه قهوه‌ای که در مرحله قبل سفید شده - حضور داشت قرار گرفته و به مدت سی ثانیه شسته و خشک شدند. جزء خشک کننده (Icon-Dry, Icon<sup>®</sup>, DMG, Hamburg, Germany) سی ثانیه روی ناحیه مورد نظر قرار گرفته و مجدداً خشک گردید. سپس جزء رزین اینفیلتره (Icon-Infiltrant, Icon<sup>®</sup>, DMG, Hamburg, Germany) را به مدت سه دقیقه روی ناحیه مورد نظر قرار

حضور داشتند ارزیابی شده و در صورت مشاهده رادیولونسی فراتر از یک دوم سطح خارجی DEJ تا پالپ در ناحیه مورد نظر، دندان از مطالعه خارج شد. دندانهایی که وارد مطالعه شدند دارای سطح دست نخورده و سالم در ناحیه لکه قهوه‌ای بودند. در نهایت تعداد نمونه‌های وارد شده به مطالعه به هفتاد عدد رسید.

نمونه‌ها جهت رنگ سنجی توسط دستگاه اسپکتروفوتومتری (Degudent shade pilot<sup>TM</sup> GmbH, Italy) آماده شدند. ریشه دندانها قطع شده تا دندان در دهانه دستگاه رنگ سنج قرار گیرد و از ورود نور خارجی به دستگاه جلوگیری شود. هر نمونه در موم رز به طول و عرض مشابه با دهانه دستگاه رنگ سنج قرار گرفت. فرم دندان در موم شکل پذیر شده با حرارت، ایجاد شد که این اقدام جهت تکرار پذیر شدن رنگ سنجی و کاهش خطا در مراحل بعدی سنجش رنگ صورت گرفت. بنابراین میزان تغییر در موقعیت قرارگیری دندان و زاویه تابش به حداقل خود رسید. دستگاه اسپکتروفوتومتر از قبل برای هر دندان کالیبره شده، زمانی که خط سبز در صفحه نمایشگر ظاهر شد با فشار دادن دکمه مربوطه تصویر گرفته شد. سپس هر عکس با استفاده از گزینه مقایسه دستگاه با کپی خود مقایسه شده و تفاوت شاخصهای رنگ طبق سیستم CIE Lab گزارش شد.

هر نمونه در یک موم رز (Bilkim chemical company, Izmir, Turkey) با ضخامت دو میلی‌متر پیچیده شده و یک پنجره به اندازه لکه قهوه‌ای و مینای سالم اطراف آن ایجاد گردید تا طی استفاده از ماده سفیدکننده کربامید پراکساید ۲۰٪ (Opalescence Products Inc, South ) Tooth Whitening Gel PF, Ultra dent Jordan, Utah حفره مورد نظر سیل باشد و ماده سفیدکننده به اطراف نشت نکند. دندان در قسمت پنجره ایجاد شده خشک و ماده سفیدکننده به ضخامت دو میلی‌متر در حفره قرار داده شد و با سلفون دور دندان پیچیده شد تا ماده با دندان تماس کامل داشته و از محیط خارج جدا شود. کربامید پراکساید ۲۰٪، هشت ساعت در روز به مدت ۱۴ روز روی همه نمونه‌ها اعمال شد و نمونه‌ها در انکوباتور ( Behdad digital incubator ) ۳۷ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۱۰۰٪ (01154, Tehran, Iran) مجدداً تعیین رنگ توسط دستگاه رنگ سنج انجام و شاخصهای رنگ ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) مربوط به لکه قهوه‌ای و مینای سالم مجاور آن تعیین شد. در این مرحله دندانها به صورت تصادفی به دو گروه تقسیم

قهوه‌ای در مقایسه مرحله اول و دوم به طور معناداری به ترتیب افزایش و کاهش یافت. ( $p < 0/001$ )، میانگین  $b^*$  لکه قهوه‌ای نیز در مقایسه مرحله اول و دوم به طور معناداری افزایش یافت. ( $p=0/03$ )، تغییرات  $a^*$  و  $b^*$  لکه قهوه‌ای در مرحله سوم در زیر گروه CPP-ACP معنادار نبود. ( $p>0/05$ )، لیکن  $L^*$  به طور معناداری افزایش یافت. ( $p<0/001$ )، در زیر گروه رزین اینفیلتره به طور معناداری  $a^*$  کاهش یافت. ( $p<0/001$ )، اما تغییرات  $L^*$  و  $b^*$  در اثر اعمال رزین اینفیلتره معنادار نبود. ( $p>0/05$ )، (جدول ۱)

آنالیز Paired t test در مینای سالم مجاور لکه قهوه‌ای نشان داد که طی سفید کردن به طور معناداری میانگین  $L^*$  و  $b^*$  افزایش و  $a^*$  کاهش یافت ( $p<0/001$ )، در گروه CPP-ACP،  $L^*$  به طور معناداری ( $p<0/001$ ) افزایش یافت ولی در گروه رزین اینفیلتره تغییرات  $L^*$  معنادار نبود ( $p>0/05$ )، تغییرات میانگین  $a^*$  و  $b^*$  در دو گروه A و B طی مرحله سوم معنادار نبود ( $p>0/05$ )، (جدول ۲)

مقایسه میانگین و انحراف معیار  $\Delta E$  بین لکه قهوه‌ای و مینای مجاور آن در سه مرحله قبل از مداخله، بعد از سفید کردن و بعد از اعمال ماده رزین اینفیلتره و CPP-ACP به تفکیک دو گروه توسط آنالیز Repeated Measures ANOVA به همراه P در جدول ۳ آمده است. با مقایسه Between Subjects Factors اختلاف دو گروه Interaction effect معنادار نبود ( $p=0/57$ ) و به طور کلی در هر دو گروه اختلاف آماری معناداری به دست نیامد. ( $p=0/27$ ) و مقایسات نشان داد که داده‌ها در گروه A و B در سه مرحله (در ابتدا و انتهای هر مرحله) با یکدیگر اختلاف معنادار نداشته‌اند. ( $p=0/18$ )

مقایسه میانگین و انحراف معیار  $\Delta E$  مربوط به تغییرات لکه قهوه‌ای میان دو گروه A و B طی سه مرحله قبل از مداخله، بعد از سفید کردن و بعد از اعمال ماده رزین اینفیلتره و CPP-ACP توسط آنالیز آماری Independent t-test به همراه p در جدول ۴ نشان داده شده است.

### بحث

امروزه با توجه به افزایش اهمیت زیبایی در دندانپزشکی، گاهی در معرض دید بودن لکه قهوه‌ای ناشی از پوسیدگی دندان می‌تواند برای بیمار آزاردهنده باشد. درمان ارائه شده کنونی جهت رفع این مشکل در معتبرترین مراجع ترمیمی، تراش دندان و استفاده از مواد همرنگ دندان می‌باشد. طی این

داده، اضافی ماده را برداشته و چهل ثانیه لایت کیور (Bluephase® style LED curing light, Ivoclar vivadent, Mississauga, Canada) مجدداً رزین را یک دقیقه روی سطح مد نظر قرار داده با لایت کیور چهل ثانیه کیورینگ انجام شد. (۱۹)

در هر دو گروه مجدداً رنگ سنجی انجام شد. شاخصهای رنگ ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) برای لکه قهوه‌ای و مینای مجاور آن به دست آمد و  $\Delta E$  توسط سیستم CIE Lab میان لکه قهوه‌ای در سه نوبت، قبل از اجرای طرح، پس از سفید کردن و پس از استفاده از CPP-ACP یا رزین اینفیلتره و نیز  $\Delta E$  لکه قهوه‌ای و مینای مجاور آن در هر دندان محاسبه گردید و میانگین به دست آمد. نتایج به دست آمده از میانگین  $\Delta E$  و هریک از شاخصهای رنگ در دو گروه رزین اینفیلتره و CPP-ACP به تنهایی یا به همراهی کاربرد کربامید پراکساید مقایسه شد و کارآیی این دو ماده مورد مقایسه قرار گرفت. تجزیه و تحلیل داده‌ها توسط نرم افزار آمار SPSS ویرایش بیست صورت گرفت و از آزمونهای آماری t زوج (Paired t test) جهت مقایسه تغییرات شاخصهای رنگ طی هر مرحله در گروه A و B به صورت مجزا و آنالیز واریانس با مشاهدات تکراری (Repeated Measures ANOVA) جهت مقایسه تغییرات شاخصهای رنگ در مراحل مختلف قبل از مداخله، بعد از سفید کردن و بعد از اعمال رزین اینفیلتره یا CPP-ACP در گروه A و B به همراه هم و به صورت مجزا و آزمون آماری t مستقل (Independent t-test) جهت مقایسه اثرات CPP-ACP و رزین اینفیلتره بر تغییرات شاخصهای رنگ در مراحل مختلف با سطح معناداری  $p < 0/05$  استفاده شد.

### یافته‌ها

میانگین و انحراف معیار  $a^*$ ،  $b^*$  و  $L^*$  لکه قهوه‌ای در مراحل قبل از مداخله (مرحله اول)، بعد از سفید کردن (مرحله دوم) و بعد از اعمال رزین اینفیلتره و CPP-ACP (مرحله سوم)، به تفکیک دو گروه رزین اینفیلتره و CPP-ACP در جدول ۱ و میانگین و انحراف معیار  $a^*$ ،  $b^*$  و  $L^*$  مینای سالم مجاور لکه قهوه‌ای در مراحل قبل از مداخله (مرحله اول)، بعد از سفید کردن (مرحله دوم) و بعد از اعمال رزین اینفیلتره و CPP-ACP (مرحله سوم)، به تفکیک دو گروه رزین اینفیلتره و CPP-ACP در جدول ۲ نشان داده شده است. آنالیز آماری Paired t test نشان داد، میانگین  $L^*$  و  $a^*$  لکه

جدول ۱: میانگین و انحراف معیار  $a^*$ ،  $b^*$  و  $L^*$  لکه قهوه‌ای دندان در مراحل قبل از مداخله (مرحله اول)، بعد از بلیچینگ (مرحله دوم) و بعد از اعمال رزین اینفیلتره و CPP-ACP (مرحله سوم)، به تفکیک دو گروه رزین اینفیلتره و CPP-ACP

Resin Infiltration			CPP-ACP			C
L *	a*	b*	L *	a*	b*	مراحل سنجش رنگ
۶۳/۲ <sup>(M)</sup>	۸/۵ <sup>(J)</sup>	۳۱/۷ <sup>(G)</sup>	۶۱/۹ <sup>(E)</sup>	۸/۹ <sup>(C)</sup>	۳۰/۷ <sup>(A)</sup>	مرحله اول
±۵/۷	±۲/۹	±۵/۴	±۶/۳	±۳/۲	±۵/۵	
۷۴/۲ <sup>(N)</sup>	-۴/۵ <sup>(K)</sup>	۴۱/۴ <sup>(H)</sup>	۷۴/۰ <sup>(F)</sup>	-۳/۳ <sup>(D)</sup>	۳۹/۱ <sup>(B)</sup>	مرحله دوم
±۶/۳	±۷/۲	±۱۶/۶	±۳/۹	±۷/۴	±۱۶/۰	
۷۲/۵ <sup>(N)</sup>	-۸/۶ <sup>(L)</sup>	۴۴/۵ <sup>(H)</sup>	۷۶/۶ <sup>(O)</sup>	-۴/۰ <sup>(D)</sup>	۳۴/۵ <sup>(B)</sup>	مرحله سوم
±۶/۰	±۸/۵	±۱۷/۲	±۴/۸	±۷/۴	±۱۶/۰	

\*CPP-ACP: Casein phosphopeptide amorphous calcium phosphate

\* تغییرات نتایج به دست آمده در هر ستون در صورت معنادار بودن ( $p < 0.05$ ) به صورت حروف غیر مشابه و در صورت معنادار نبودن تغییرات ( $p > 0.05$ ) به صورت حروف مشابه نشان داده شده‌اند.

جدول ۲: میانگین و انحراف معیار  $a^*$ ،  $b^*$  و  $L^*$  مینای مجاور لکه قهوه‌ای دندان در مراحل قبل از مداخله (مرحله اول)، بعد از بلیچینگ (مرحله دوم) و بعد از اعمال رزین اینفیلتره و CPP-ACP (مرحله سوم)، به تفکیک دو گروه رزین اینفیلتره و CPP-ACP

Resin Infiltration			CPP-ACP			مراحل سنجش رنگ
L *	a*	b*	L *	a*	b*	
۶۸/۰ <sup>(L)</sup>	۳/۲ <sup>(J)</sup>	۳۲/۴ <sup>(H)</sup>	۶۷/۸ <sup>(E)</sup>	۵/۵ <sup>(C)</sup>	۲۵/۷ <sup>(A)</sup>	مرحله اول
±۴/۸	±۶/۷	±۱۵/۵	±۵/۵	±۴/۰	±۱۲/۰	
۷۱/۰ <sup>(M)</sup>	-۱۱/۶ <sup>(K)</sup>	۴۳/۳ <sup>(I)</sup>	۷۲/۵ <sup>(F)</sup>	-۸/۳ <sup>(D)</sup>	۴۳/۰ <sup>(B)</sup>	مرحله دوم
±۸/۷	±۹/۴	±۱۴/۸	±۶/۰	±۷/۸	±۱۵/۷	
۶۸/۳ <sup>(M)</sup>	-۱۵/۷ <sup>(K)</sup>	۴۲/۸ <sup>(I)</sup>	۷۵/۸ <sup>(G)</sup>	-۸/۶ <sup>(D)</sup>	۳۶/۱ <sup>(B)</sup>	مرحله سوم
±۹/۱	±۱۰/۰	±۱۲/۶	±۶/۱	±۹/۷	±۱۷/۰	

\*CPP-ACP: Casein phosphopeptide amorphous calcium phosphate

\* تغییرات نتایج به دست آمده در هر ستون در صورت معنادار بودن ( $p < 0.05$ ) به صورت حروف غیر مشابه و در صورت معنادار نبودن تغییرات ( $p > 0.05$ ) به صورت حروف مشابه نشان داده شده‌اند.

جدول ۳: میانگین و انحراف معیار  $\Delta E$  میان لکه قهوه‌ای و مینای مجاور در سه مرحله، قبل از مداخله، بعد از بلیچینگ، بعد از اعمال ماده رمینرالیزه کننده و CPP-ACP به تفکیک دو گروه رزین اینفیلتره و CPP-ACP

Resin Infiltration	CPP-ACP	$\Delta E$
(B)۱۵/۷	(A)۱۳/۱	میانگین $\Delta E$ لکه قهوه‌ای و مینای مجاور آن در مرحله قبل از مداخله
±۹/۴	±۶/۷	
(B)۱۶/۹	(A)۱۶/۱	میانگین $\Delta E$ لکه قهوه‌ای و مینای مجاور آن در مرحله بعد از بلیچینگ
±۹/۷	±۱۰/۱	
(B)۱۷/۰	(A)۱۳/۷	میانگین $\Delta E$ لکه قهوه‌ای و مینای مجاور آن در مرحله بعد از اعمال ماده رمینرالیزه کننده و رزین اینفیلتره
±۹/۵	±۹/۸	
۰/۷۷	۰/۲۸	P value

\*CPP-ACP: Casein phosphopeptide amorphous calcium phosphate

\* تغییرات نتایج به دست آمده در هر ستون در صورت معنادار بودن ( $p < 0.05$ ) به صورت حروف غیر مشابه و در صورت معنادار نبودن تغییرات ( $p > 0.05$ ) به صورت حروف مشابه نشان داده شده‌اند.

جدول ۴: میانگین و انحراف معیار  $\Delta E$  لکه قهوه ای میان سه مرحله قبل از مداخله، بعد از بلیچینگ، بعد از اعمال ماده رزمینرالیزه کننده و CPP-ACP به تفکیک دو گروه رزین اینفیلتره و CPP-ACP

P.V	Resin Infiltration	CPP-ACP	$\Delta E$
*۰/۰۴	۷/۲۹ ±۹/۳	۲۵/۸ ±۹/۸	$\Delta E$ لکه قهوه‌ای بین مراحل اول و سوم
*<۰/۰۰۱	۲۶/۸ ۹/۵±	۲۴/۲ ۹/۹±	$\Delta E$ لکه قهوه‌ای در مراحل اول و دوم
۰/۱۳	۲۱/۷ ۱۵/۹±	۱۷/۸ ۱۲/۸±	$\Delta E$ لکه قهوه‌ای در مراحل دوم و سوم

\*CPP-ACP: Casein phosphopeptide amorphous calcium phosphate

\* علامت ستاره (\*) نشان دهنده تغییرات آماری معنادار می‌باشد. ( $p < 0.05$ )

اعتمادترین دستگاه سنجش رنگ نسبت به سایر ابزار در محیط آزمایشگاه و محیط دهان می‌باشد. (۲۲)، دستگاه اسپکتروفوتومتر دگودنت شید پالوت نسبت به سایر دستگاههای اسپکتروفوتومتر ارزش عینی بالاتری دارد. (۱۳) -

(۱۴)

نتایج به دست آمده از سنجش رنگ توسط این ابزار می‌تواند به طرق مختلفی گزارش شود که شایعترین سیستمهای مورد استفاده جهت توصیف رنگ سیستم مانسل و سیستم CIE Lab می‌باشند. سیستم CIE Lab به طور شایعتری جهت مطالعات ادراکی سنجش رنگ دندان مورد استفاده قرار می‌گیرد زیرا فضای رنگی را به طور تقریباً یکنواخت از لحاظ بصری پوشش می‌دهد. (۲۲)، CIE Lab یکی از معروفترین معیارهای سنجش رنگ می‌باشد. این سیستم شباهت زیادی به سیستم بینایی انسان دارد و به طور گسترده در مقایسه دو رنگ متفاوت استفاده می‌شود. (۲۳)

در سیستم CIE Lab، \*L نشان دهنده روشنایی است و عدد صفر نشان دهنده سیاهی کامل و صد نشان دهنده سفید می‌باشد پس با افزایش \*L رنگ روشنتر می‌شود. \*a مثبت نشان دهنده رنگ قرمز و \*a منفی نشانگر رنگ سبز است. \*b مثبت رنگ زرد و \*b منفی رنگ آبی را نشان می‌دهد. این سیستم رنگ سه بُعدی بسیار به سیستم بینایی انسان شبیه است. (۱۹)

ماده کربامید پراکساید ۲۰٪، CPP-ACP و رزین اینفیلتره به روش مطالعات مشابه مورد استفاده قرار گرفتند. در ماده CPP-ACP با توجه به شیوه نمایی اشباع، غلظت یون آزاد کلسیم طی زمان در محلول رو به افزایش است به طوری که ۹۵٪ از یونها ۱۵ دقیقه پس از کاربرد ماده بر روی دندان

درمان مقداری از نسج سالم دندان از دست می‌رود که با اصل محافظه کاری در دندانپزشکی مغایر است بنابراین قرار شد تا روشی محافظه کارانه برای حل مشکل زیبایی لکه قهوه‌ای در نظر گرفته شود.

در جمع‌آوری و انتخاب نمونه‌ها از معاینه کلینیکی و رایوگرافی جهت حداکثر شبیه سازی موارد کلینیکی استفاده شد. تا بتوان این روش را هرچه بهتر به کلینیک تعمیم داد.

گرافی بایت وینگ دارای ارزش خاصی برای تشخیص پوسیدگیهای پروگزیمالی قبل از آن که تظاهر کلینیکی داشته باشند، می‌باشد (۲۰)، لذا این روش جهت تشخیص پوسیدگی و جداسازی دندانهای سالم به کار گرفته شد.

هدف از انجام این مطالعه تعیین مقایسه‌ای تأثیر رزین اینفیلتره و CPP-ACP پس از استفاده از کربامید پراکساید ۲۰٪ بر شاخصهای رنگ لکه قهوه‌ای ناشی از پوسیدگی دندان در نواحی در معرض دید می‌باشد.

با توجه به نتایج به دست آمده کاربرد کربامید پراکساید به همراه CPP-ACP و کربامید پراکساید با رزین اینفیلتره از کاربرد هر کدام به تنهایی بهتر است و نمود لکه قهوه‌ای در زمینه دندان با کاربرد این ترکیبات کاهش می‌یابد اما به طور کامل محو نمی‌شود.

رنگ و ظاهر دندان پدیده پیچیده‌ای است. عوامل مختلفی مانند نور محیط، ترانسلسونسی، اپسیتی، انتشار و عبور نور از دندان و همچنین چشم بیننده و پردازش مغز بر درک کلی از رنگ دندان مؤثر می‌باشد. روشهای مختلفی مانند استفاده از صفحات راهنمای رنگ، اسپکتورادیومتر، اسپکتروفوتومتر، دوربین دیجیتال و انجام آنالیز رنگ به وسیله کامپیوتر جهت سنجش رنگ به کار برده می‌شوند. (۲۱)، اسپکتروفوتومتر قابل

دمینرالیزاسیون دندان و فعالیت ضایعه داشت. (۲۵)، بنابراین می‌توان علت معنادار نشدن تغییرات  $L^*$  در مطالعه حاضر را ناهمگنی نمونه‌ها از لحاظ میزان دمینرالیزاسیون و فعالیت ضایعه نام برد.

در مقایسه مرحله اول و سوم گروه A می‌توان به این نتیجه رسید که کاربرد سفیدکننده و CPP-ACP به همراه هم، باعث روشن شدن بیشتر دندان نسبت به کاربرد هر یک به تنهایی می‌شود و دندان نمای بیش از حد سفید و غیر طبیعی پیدا می‌کند. بنابراین می‌توان به این نتیجه دست یافت که کاربرد سفیدکننده به همراه رزین اینفیلتره ارجح است زیرا دندان نمای طبیعی‌تری پیدا می‌کند.

پس از کاربرد ماده سفیدکننده،  $a^*$  لکه قهوه‌ای و مینای مجاور آن شدیداً کاهش و طیف رنگی به طور واضحی از قرمز به سبز تغییر یافت. در مطالعه Kim و همکاران نیز کاربرد ماده سفیدکننده باعث تغییر رنگ دندان به سمت سبز شد که نتایج مطالعه حاضر را تأیید می‌کند. (۱۶)

طی مرحله سوم،  $a^*$  در زیر گروه CPP-ACP کاهش یافت که تغییرات معنادار نبود. در مطالعه Kim و همکاران، کاربرد CPP-ACP باعث افزایش قرمزی ( $a^* \uparrow$ ) نمونه‌ها شد. (۱۶)، ته رنگ ماده رمینرالیزه کننده علت احتمالی ایجاد کاهش در مؤلفه  $a^*$  در مطالعه حاضر می‌باشد اما با توجه به اینکه تغییرات  $a^*$  در مرحله سوم در زیر گروه A معنادار نبود نمی‌توان نتیجه گیری قطعی کرد.

مؤلفه  $a^*$  در گروه رزین اینفیلتره در مرحله سوم به طور معناداری کاهش یافت. در مطالعه Bak و همکاران نیز  $a^*$  در زمان حضور لکه سفید بیشترین بود و با استفاده از رزین اینفیلتره کم شده و با تعدد استفاده کمتر هم شده است. (۱۹)، بنابراین تغییر  $a^*$  در نتیجه کاربرد رزین اینفیلتره بر روی لکه سفید در مطالعه حاضر توسط این مطالعه تأیید می‌شود.

بنابراین کاربرد CPP-ACP و رزین اینفیلتره به همراه کربامید پراکساید مؤثرتر از کاربرد هر یک از مواد به تنهایی در کاهش ته رنگ قرمز لکه قهوه‌ای و مینای سالم دندان می‌باشد و تأثیر رزین اینفیلتره بر کاهش این مؤلفه بیشتر است.

پس از کاربرد کربامید پراکساید  $b^*$  لکه قهوه‌ای و مینای سالم دندان افزایش یافته و رنگ دندان به طور معناداری زردتر شد. در مطالعه Singh و همکاران و Manton و همکاران کاربرد ماده سفید کننده باعث کاهش زردی ( $b^* \downarrow$ ) دندان شد. (۵-۶)، در مطالعه Kim و همکاران، کاربرد ماده سفیدکننده باعث

آزاد می‌شود، بنابراین در هر کاربرد، CPP-ACP به مدت ۱۵ دقیقه در محل مورد نظر قرار داده شد. (۲۴)

پس از کاربرد کربامید پراکساید  $L^*$  لکه قهوه‌ای و مینای مجاور آن افزایش یافت و دندان به طور واضحی روشنتر شد. در مطالعه Singh و همکاران، Manton و همکاران و در مطالعه Kim و همکاران کاربرد ماده سفیدکننده باعث افزایش روشنایی دندان ( $L^* \uparrow$ ) شد که نتایج این مطالعه را تأیید می‌کرد. (۵-۶، ۱۶)

در این مرحله لکه قهوه‌ای به لکه سفید تبدیل می‌شود. در لکه سفید دندان ترانسلسوسنسی کاهش یافته و دندان ظاهر اپک پیدا می‌کند. زیرا با از دست رفتن مواد معدنی و افزایش خشونت و تخلخل سطحی، انتشار نور افزایش می‌یابد و مینای دکلسیفیه ظاهر گچی را نشان می‌دهد. (۱۹)

طی مرحله سوم در گروه CPP-ACP نمونه‌ها به طور معناداری روشنتر شدند. در مطالعه Kim و همکاران، کاربرد CPP-ACP باعث افزایش روشنایی نمونه‌ها شد. (۱۶)، در مطالعه Manton و همکاران، کاربرد این ماده باعث بهبود ظاهر مبهم و غیرزنده دندان پس از سفید کردن-نمایی که به علت کاهش شدید  $b^*$ ، به همراه افزایش شدید  $L^*$  و کاهش درخشندگی و ترانسلسوسنسی دندان طی سفید کردن در چند مرحله ایجاد شد. (۵)

نتایج این مطالعات تغییرات مؤلفه  $L^*$  در نمونه‌های گروه A در مطالعه حاضر را تأیید می‌کنند اما افزایش روشنایی دندان پس از سفید کردن دندان و همچنین پس از کاربرد CPP-ACP ظاهری روشنتر از حد طبیعی به نمونه‌های این مطالعه داد.

در این مطالعه نمونه‌ها در گروه رزین اینفیلتره طی مرحله سوم تیره تر شدند اما این تغییرات معنادار نبودند. در مطالعه Bak و همکاران،  $L^*$  در زمان حضور لکه سفید بیشترین بوده و با استفاده از رزین اینفیلتره کاهش یافت و با تعدد کاربرد ماده از این مقدار نیز کاسته شد. (۱۹)، مطالعه Bak و همکاران، نتایج به دست آمده در مطالعه حاضر را تأیید می‌نماید. علت تیره شدن و مات شدن دندانها در زیر گروه B احتمالاً رنگ تیره‌تر از دندان ماده رزینی و کاهش پراکندگی نور می‌باشد.

در مطالعه Xiaoyi و همکاران، رزین اینفیلتره بیش از فلوراید در پوشاندن لکه سفید مؤثر بود ولی میزان تأثیر رزین اینفیلتره در کاهش  $L^*$  افزایش یافته ناشی از دمینرالیزاسیون دندان و پوشاندن لکه سفید رابطه قطعی با میزان

تغییرات در دو گروه می‌باشد. به طور کلی در دو گروه A و B اختلاف معناداری در طی سه مرحله قبل از مداخله، پس از بلچینگ و پس از کاربرد ماده CPP-ACP و رزین اینفیلتره به دست نیامد. داده‌ها حاکی از آن هستند که نتایج دو گروه در هر مرحله مشابه یکدیگر می‌باشند. در این مقایسه با کاربرد کربامید پراکساید و رزین اینفیلتره  $\Delta E$  افزایش و با CPP-ACP کاهش یافت، که به علت معنادار نبودن تغییرات، نتیجه قطعی به دست نیامد.

در مطالعه Kim و همکاران نیز با کاربرد ماده سفید کننده تغییر معناداری در  $\Delta E$  به دست نیامد. (۱۶)، در مطالعه Bak و همکاران، با کاربرد رزین اینفیلتره روی لکه سفید، کاهش  $\Delta E$  نشان دهنده عدم توانایی در افتراق لکه سفید و دندان پس از کاربرد رزین بود. (۱۹)، در مطالعه Paris و همکاران، بیان شد که تطابق لکه سفید و مینای سالم با رزین اینفیلتره افزایش می‌یابد. (۲۶)

پس از کاربرد کربامید پراکساید  $\Delta E$  میان لکه قهوه‌ای و مینای سالم تغییر معناداری نداشت. نمونه‌ها توسط سه مشاهده گر بررسی شدند و از آن جایی که نمود لکه قهوه‌ای در زمینه شیری بیشتر از نمود لکه سفید در زمینه شیری می‌باشد، نمود لکه قهوه‌ای در زمینه مینای مجاورش از نظر بصری پس از سفید کردن کاهش یافته بود ولی به علت حساسیت بسیار زیاد دستگاه دگودنت شید پابلوت در اختلاف رنگها، تغییرات  $\Delta E$  معنادار گزارش نشد.

از جمله محدودیتهای این مطالعه می‌توان به کم بودن دوره درمانی با رزین اینفیلتره، یکدست نبودن نمونه‌ها از حیث میزان دمنیرالیزاسیون لکه قهوه‌ای و میزان فعالیت پوسیدگی نام برد زیرا در میزان اثر بخشی رزین اینفیلتره و کربامید پراکساید مؤثر می‌باشد. پیشنهاد می‌شود در مطالعات بعدی از ماده هیدروژن پراکساید به جای کربامید پراکساید استفاده شود تا تأثیر سفید کننده داخل مطب نیز مورد بررسی قرار گیرد. رزین اینفیلتره به دفعات بیشتری مورد استفاده قرار گیرد. کیت‌های رنگ سنجی نیز برای بررسی تغییرات شاخصهای رنگ به همراه اسپکتروفتومتر به کار برده شوند و نمونه‌های همگن‌تری از حیث میزان مینرالیزاسیون انتخاب شوند.

### نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج این مطالعه می‌توان این گونه نتیجه‌گیری کرد

تغییر رنگ دندان به سمت آبی شد. ( $\Delta b^*$ ) (۱۶) این مطالعات، نتایج مطالعه حاضر را در رابطه با مؤلفه  $b^*$  تأیید نمی‌کنند. علت مغایرت این نتایج در رابطه با  $b^*$  را می‌توان کاربرد بیش از حد از مواد سفیدکننده بیان کرد. از آنجایی که نمونه‌ها از افراد مختلفی جمع‌آوری شده و جنس دندانها متفاوت بوده است، لیکن تمامی نمونه‌ها تحت یک رژیم سفید کردن قرار گرفته‌اند، به نظر می‌رسد میزان سفیدکنندگی برای یکسری از نمونه‌ها باعث اکسیده شدن دندان و زرد شدن نمونه‌ها شده است.  $b^*$  دندان بعد از سفید کردن در مقایسه با  $b^*$  قبل از مداخله، در نیمی از نمونه‌ها کاهش و در نیمی از نمونه‌ها افزایش یافته بود که این یافته، احتمال اکسیده شدن یکسری از دندانها در اثر سفید کردن را تأیید می‌کند.  $b^*$  در مطالعه حاضر با کاربرد CPP-ACP کاهش یافت اما تغییرات معنادار نبود. در مطالعه Kim و همکاران، کاربرد CPP-ACP باعث افزایش زردی ( $\Delta b^*$ ) نمونه‌ها شد. (۱۶)، رنگ ترکیب CPP-ACP خود می‌تواند توجیهی برای کاهش ته رنگ زرد لکه قهوه‌ای و مینای مجاور آن باشد اما به علت معنادار نبودن تغییرات نتیجه‌گیری قطعی نمی‌باشد.

در زیر گروه B با کاربرد رزین اینفیلتره رنگ لکه قهوه‌ای به میزان کمی زردتر شد. در مطالعه Bak و همکاران،  $b^*$  در زمان حضور لکه سفید کمترین مقدار بود و پس از اولین استفاده رزین به حداکثر مقدار خود رسید و با استفاده متعدد مجدداً کم شد. (۱۹)، نتایج مطالعه Bak و همکاران، مغایرتی با مطالعه حاضر نداشته و پیشنهاد کننده تعداد دفعات بیشتر کاربرد رزین اینفیلتره بر روی لکه سفید دندان می‌باشد.

در مقایسه  $\Delta E$  به دست آمده از لکه قهوه‌ای بین مراحل اول و سوم با  $\Delta E$  لکه قهوه‌ای بین مراحل اول و دوم می‌توان به این نتیجه رسید که کاربرد همزمان کربامید پراکساید و رزین- اینفیلتره یا کربامید پراکساید و CPP-ACP بهتر از کاربرد هر یک به تنهایی است.

با توجه به این که  $\Delta E$  به دست آمده از لکه قهوه‌ای بین مراحل اول و دوم، قبل از تفکیک دو گروه، میان دو گروه دارای اختلاف معناداری می‌باشد نمی‌توان تفاوت تأثیر رزین اینفیلتره و CPP-ACP را از اختلاف معنادار مقایسه  $\Delta E$  به دست آمده از لکه قهوه‌ای بین مرحله اول و سوم استنباط کرد.

در مقایسه  $\Delta E$  لکه قهوه‌ای با زمینه مینایی مجاورش طی سه مرحله، Interaction effect معنادار نبود که نشان دهنده تشابه



ترانسلوسنت تر می‌شود ولی توسط هیچ کدام از این مواد لکه قهوه‌ای به طور کامل محو نشد. در مجموع استفاده از رزین اینفیلتره در افزایش ترانسلوسنسی دندان و بهبود نمود بصری به نظر کارایی بیشتری را نسبت به CPP-ACP دارد.

که در صورت وجود لکه قهوه‌ای محل زیبایی روی دندان می‌توان از ماده سفید کننده به همراه رزین اینفیلتره یا CPP-ACP کرد و نمود آن را کاهش داد.

با کاربرد رزین اینفیلتره از حالت گچی دندان - در اثر کاربرد کربامید پراکساید - کاسته شده و ظاهر دندان درخشان و

## REFERENCES

- Fontana M, Young DA, Wolff MS, Pitts NB, Longbottom C. Defining dental caries for 2010 and beyond. *Dent Clin North Am.* 2010 Jul;54(3):423-40.
- Andre V, Ritter RSE, Torrence E, Donovan, editor. *Dental caries: etiology, clinical characteristics, risk assessment, and management.* 6<sup>th</sup> ed. Canada: Linda Duncan; 2013.
- Joiner A. The bleaching of teeth: A review of the literature. *J of Dent.* 2006 Feb;34(7):412-9.
- Donly KJ, Sasa IS, editors. Potential remineralization of postorthodontic demineralized enamel and the use of enamel microabrasion and bleaching for esthetics. *Seminars in Orthodontics*; 2008 Sept: Elsevier.
- Manton D, Bhide R, Hopcraft M, Reynolds E. Effect of ozone and tooth mousse™ on the efficacy of peroxide bleaching. *Aust Dent J.* 2008 Jun;53(2):128-32.
- Singh RD, Ram SM, Shetty O, Chand P, Yadav R. Efficacy of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate to prevent stain absorption on freshly bleached enamel: An in vitro study. *J Conserv Dent.* 2010 Apr-Jun; 13(2):76.
- Westerman GH, Hicks MJ, Flaitz CM, Powell GL. In vitro caries formation in primary tooth enamel: role of argon laser irradiation and remineralizing solution treatment. *J Am Dent Assoc.* 2006 May;137(5):638-44.
- Pulido M, Wefel J, Hernandez M, Denehy G, Guzman-Armstrong S, Chalmers J, et al. The inhibitory effect of MI paste, fluoride and a combination of both on the progression of artificial caries-like lesions in enamel. *Oper Dent.* 2008 Sept-Oct;33(5):550-5.
- Cochrane N, Saranathan S, Cai F, Cross K, Reynolds E. Enamel subsurface lesion remineralisation with casein phosphopeptide stabilised solutions of calcium, phosphate and fluoride. *Caries Res.* 2008 Jan;42(2):88-97.
- Torres CRG, Borges AB, Torres LMS, Gomes IS, de Oliveira RS. Effect of caries infiltration technique and fluoride therapy on the colour masking of white spot lesions. *J Dent.* 2011 Mar;39(3):202-7.
- White D. The application of in vitro models to research on demineralization and remineralization of the teeth. *Adv Dent Res.* 1995 Nov;9(3):175-93.
- Paris S, Meyer-Lueckel H. Masking of labial enamel white spot lesions by resin infiltration--a clinical report. *Quintessence Int.* 2009 Oct;40(9):713-8.
- Raoufi S, Birkhed D. Effect of whitening toothpastes on tooth staining using two different colour measuring devices-a 12 week clinical trial. *Int Dent J.* 2010 Dec; 60(6):419-23.
- Kim Y, Son H-H, Yi K, Kim H-Y, Ahn J, Chang J. The color change in artificial white spot lesions measured using a spectroradiometer. *Clin oral investig.* 2013 Jan; 17(1):139-46.
- Dietschi D RS, Krejci I. In vitro colorimetric evaluation of the efficacy of various bleaching methods and products. *Quintessence Int.* 2006 Jul-Aug;37(7):515-26.
- Kim Y, Kwon H, Kim B. Effect of nano-carbonate apatite to prevent re-stain after dental bleaching (in vitro). *J Dent.* 2011 Sept;39(9):636-42.
- Agnihotri Y, Pragada NL, Patri G, Thajuraj P. The Effect of CPP-ACP on Remineralization of Artificial Caries like lesions: An Invitro study. *Indian J Multidiscip Dent.* 2011 Nov;2(1); 366-369.
- Uysal T, Amasyali M, Koyuturk AE, Sagdic D. Efficiency of amorphous calcium phosphate-containing orthodontic composite and resin modified glass ionomer on demineralization evaluated by a new laser fluorescence device. *EurJ Dent.* 2009 Apr;3(2):127-134.
- Bak SY, Kim YJ, Hyun HK. Color change of white spot lesions after resin infiltration. *Color Res and Appens.* 2014 Oct;39(5):506-10.
- Akdeniz BG, Gröndahl H-G, Magnusson B. Accuracy of proximal caries depth measurements: comparison between limited cone beam computed tomography, storage phosphor and film radiography. *Caries Res.* 2006 Aug;40(3):202-7.
- Joiner A. Tooth colour: a review of the literature. *Journal of dentistry.* 2004 Mar;32:3-12.
- Dozić A, Kleverlaan CJ, El-Zohairy A, Feilzer AJ, Khashayar G. Performance of Five Commercially Available Tooth Color Measuring Devices. *Journal of Prosthodontics.* 2007 Mar-Apr;16(2):93-100.
- Zeng P, Chen Z, editors. Perceptual quality measure using JND model of the human visual system. *Electric Information and Control Engineering (ICEICE), 2011 Inter Confer on;* 2011 Apr: IEEE.
- Walsh LJ. Evidence that demands a verdict: latest developments in remineralization therapies. *Aust Dent Prac.* 2009 Mar-Apr:48-59.
- Xiaoyi Z, Xuejun G. Effect of resin infiltration treatment on the colour of white spot lesions. *Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi.* 2014 Jun;32(3):306-9.
- Paris S, Schwendicke F, Keltch J, Dörfer C, Meyer-Lueckel H. Masking of white spot lesions by resin infiltration in vitro. *J Dent.* 2013 Nov;41(suppl 5):e28-e34.