

## بررسی رادیوآپسیته دو نوع بیس و لاینر در مقایسه با ساختار دندان توسط سیستم رادیوگرافی دیجیتال

دکتر احسان توکلی حسینی<sup>۱</sup> - دکتر عبدالرحیم داوری<sup>۲\*</sup> - مهسا عاصمی<sup>۳</sup>

- ۱- استادیار گروه آموزشی رادیولوژی دهان و فک و صورت، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی شهید صدوقی، یزد، ایران  
۲- استاد گروه آموزشی ترمیمی و زیبایی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی شهید صدوقی، یزد، ایران؛ عضو مرکز تحقیقات عوامل اجتماعی مؤثر بر سلامت دهان و دندان، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی شهید صدوقی، یزد، ایران  
۳- دانشجوی دندانپزشکی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی شهید صدوقی، یزد، ایران

### Radiopacity investigation of two types of bases and liners in comparison with dental structure, measured using a digital radiography system

Ehsan Tavakoli Hosseini<sup>1</sup>, Abdolrahim Davari<sup>2\*</sup>, Mahsa Asemi Esfahani<sup>3</sup>

- 1- Associate Professor, Department of Radiology, School of Dentistry, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran  
2<sup>\*</sup>- Professor, Department of Operative Dentistry, School of Dentistry, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran; Member of Social Determinant of Oral Health Research Center, School of Dentistry, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran (rdavari2000@yahoo.com)  
3- Student of Dentistry, School of Dentistry, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran

**Background and Aims:** Radiopacity is an essential requirement for all restorative materials. Radiopaque materials allow the dentist to diagnose and assess radiographically the restoration, primary caries, assessment of contours, overhang and secondary caries. The aim of this study was to evaluate the radiopacity of two types of dental bases and liners in comparison with dental structure using a digital radiography system.

**Materials and Methods:** Two classes of materials were prepared: 1mm and 2mm thickness disks for glassinomer and 1mm and 0.5mm thicknesses for dycal. Specimens of enamel and dentine with the same thicknesses were obtained. As a control, an aluminum step wedge was used. Samples were positioned over a phosphor-ray, plate of min ray soredex system, exposed to and the images were analyzed using the contour dent software. ANOVA analysis was used to investigate the significance of differences among the Groups. For pairwise comparisons, the Bonferroni test was applied ( $P < 0.005$ ).

**Results:** In 0.5 mm diameter self-cure and light cure dycal and enamel, presented radio-opacity higher than that of dentine, excluding light cure dycal that had radiopacity lower than enamel. In 1 mm diameter all the groups presented radiopacity higher than dentin. Light cure and self-cure glassinomer and self-cure dycal presented radiopacity higher than enamel and enamel showed radiopacity higher than light cure dycal in 2mm diameter self-cure and light cure glass inomer presented radiopacity higher than that enamel and dentin.

**Conclusion:** The increased thickness of the materials studied increases their radio-opacity. That can be concluded in general: Light GI < Self GI < Self dycal < enamel < Light dycal < dentin.

**Key Words:** Dycal, Glass inomer, Radiopacity, Digital radiography system

Journal of Dental Medicine-Tehran University of Medical Sciences 2017;30(3):183-191

\* مؤلف مسؤول: نشانی: یزد- خیابان امام خمینی- دانشکده دندانپزشکی- دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی- گروه آموزشی ترمیمی و زیبایی  
تلفن: ۶۲۵۸۸۱ نشانی الکترونیک: rdavari2000@yahoo.com

## چکیده

**زمینه و هدف:** رادیوپسسته یک نیاز مهم برای همه مواد ترمیمی است. مواد رادیوپاک به دندانپزشک امکان تشخیص و بررسی رادیوگرافیک ترمیم، پوسیدگی اولیه، ارزیابی کانتورها، اورهنگ و پوسیدگی ثانویه را می‌دهد. هدف از این مطالعه بررسی رادیوپسسته دو نوع بیس و لاینر در مقایسه با ساختار دندان با استفاده از یک سیستم رادیوگرافی دیجیتال بود.

**روش بررسی:** در این مطالعه دو گروه از مواد آماده شد: دیسک‌های ۱ و ۲ میلی‌متری برای گلاس آینومر و دیسک‌های ۰/۵ و ۱ میلی‌متری برای دایکال. نمونه‌هایی در ضخامت مشابه از مینا و عاج نیز تهیه شد. یک استپ وج آلومنیومی به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. سپس نمونه‌ها بر روی سنسورهای فسفر پلیت قرار داده شده و با اشعه ایکس اکسپوز شد. آنالیز ANOVA برای بررسی تفاوت میان گروه‌ها استفاده شد. به علاوه برای مقایسه دو به دو بین گروه‌ها، آزمون Bonferroni استفاده شد ( $P < 0.05$ ).

**یافته‌ها:** در ضخامت ۰/۵ میلی‌متر دایکال لایت کیور و سلف کیور و مینای دندان رادیوپسسته‌ای بالاتر از عاج دندان نشان دادند و در این میان رادیوپسسته مینا از دایکال نوری بیشتر بود. در ضخامت ۱ میلی‌متر تمامی مواد رادیوپسسته بالاتر از عاج نشان دادند. به این صورت که گلاس آینومر نوری و سلف کیور و دایکال سلف کیور رادیوپسسته‌ای بیشتر از مینا نشان داده و مینا رادیوپسسته‌ای بیشتر از دایکال نوری نشان داد. در ضخامت ۲ میلی‌متر گلاس آینومر لایت کیور و سلف کیور رادیوپسسته‌ای بالاتر از مینا و عاج نشان دادند.

**نتیجه‌گیری:** افزایش ضخامت مواد مورد مطالعه باعث افزایش رادیوپسسته می‌شود. که در کل می‌توان نتیجه گرفت: Light GI < Self GI < Light dycal < enamel < Self dycal < dentin

**کلید واژه‌ها:** دایکال، گلاس آینومر، رادیوپسسته، رادیوگرافی دیجیتال دندان

وصول: ۹۵/۰۹/۲۳ اصلاح نهایی: ۹۶/۰۷/۱۱ تأیید چاپ: ۹۶/۰۷/۲۲

## مقدمه

هستند، به این ترتیب که با ترکیب کردن ذرات فیلر یا استفاده از عناصر رادیوپاک آن را بهبود ببخشند.

عناصری با عدد اتمی زیاد مانند باریم، استرانسیم، روی، ایتیریم و ایتربوم می‌توانند رادیوپسسته را برای تشخیص ایده‌آل بهبود دهند. رادیوپسسته ایده‌آل برای مواد ترمیمی توسط محققان مختلفی بحث شده است (۴). مطالعات پیرامون رادیوپسسته معمولاً با ساختار عاج و مینا و آلومنیوم ارزیابی و مقایسه می‌شوند. سازمان بین المللی استاندارد (ISO) استانداردهایی مربوط به رادیوپسسته مواد دندان‌آرایه داده است (۷). بر اساس استاندارد ISO 40496 (رزین کامپوزیت‌ها) و ISO 99177 (سمن‌های گلاس آینومر) اگر یک سازنده ادعا می‌کند محصولش رادیوپسسته ایده‌آل دارد، رادیوپسسته باید مساوی یا بزرگتر از ضخامت مشابه با استاندارد آلومنیوم باشد (۸،۹). در برخی مطالعات نشان داده شده است که رادیوپسسته عاج تقریباً معادل با ضخامت یکسان از آلومنیوم است و مینای دندان رادیوپسسته‌ای در حدود دو برابر رادیوپسسته ضخامت مشابه از آلومنیوم دارد (۱۰). از سوی دیگر، برخی از محققان پیشنهاد می‌کنند موادی که به عنوان بیس و لاینر به کار برده می‌شوند برای اینکه بهترین کارایی را در تصاویر رادیوگرافی جهت تمایز از پوسیدگی‌های ثانویه دارا باشند باید رادیوپسسته‌ای برابر یا کمی بیشتر از ساختار مینا داشته باشد (۱۱،۱۲) (۴،۱۱،۱۲).

رادیوپسسته مواد مورد استفاده جهت ترمیم‌های دندان‌آرایه برای تشخیص با استفاده از رادیوگرافی بسیار مهم است، به ویژه هنگامی که دندان‌های خلفی ارزیابی می‌شوند. مواد با رادیوپسسته کافی تشخیص پوسیدگی ثانویه از ماده ترمیمی و ساختار دندان اطراف آن را آسان‌تر می‌کند (۱).

درجه رادیوپسسته مورد نیاز برای عملکرد بالینی ایده‌آل در بین گروه‌های مختلف مواد متفاوت است. با وجود آن بعضی از نویسندگان پیشنهاد می‌کنند که اگر ماده به عنوان لاینر و یا بیس استفاده شود، رادیوپسسته باید برابر یا بیشتر از عاج باشد تا با پوسیدگی ثانویه اشتباه گرفته نشود (۲). این در حالی است که نویسندگان دیگر انتظار دارند مواد ترمیمی نیاز به رادیوپسسته‌ای کمی بالاتر از مینا داشته باشد. عوامل متعددی بر روی رادیوپسسته مواد دندان‌آرایه تأثیر دارند، اما به نظر می‌رسد ترکیب شیمیایی این مواد، یکی از مهم‌ترین عوامل است (۳-۵). علاوه بر این، ضخامت مواد (۳،۴) زاویه پرتو اشعه ایکس، روش کار برای ارزیابی (۶)، نوع فیلم، تاریخ مصرف محلول‌های ظهور و ثبوت (۷) و تغییر در نسبت پودر/مایع مواد دندان‌آرایه مورد استفاده (۳) نیز می‌توانند در میزان رادیو پسسته تأثیر داشته باشند. تولید کنندگان مواد ترمیمی مسؤول تامین درجه رادیوپسسته تأیید شده محصولات خود

سیستم‌های تصویربرداری دیجیتال که در اعمال دندانپزشکی استفاده می‌شوند، مزایایی بیش از سیستم رادیوگرافی معمولی دارند که می‌توان به زمان اکسپوزر کوتاه‌تر، استفاده آسان‌تر و سریع‌تر و ارزیابی دقیق‌تر از رادیوپایسته اشاره کرد (۲).  
با استفاده از سیستم دیجیتال تصاویر رادیوگرافی با قرارگیری بر روی نرم‌افزار کامپیوتری می‌توانند از نظر MGV (main grey value) برای هر نوع ماده یا ساختار دندانی قابل بررسی شوند. این درجه بندی از ۰ (سیاه) تا ۴۰۰۰ (سفید) را در بر می‌گیرد.  
Pedrosa و همکاران (۱۳) نیاز انجام مطالعات مستمر در زمینه رادیوپایسته مواد جدید ارائه شده به بازار به منظور جلوگیری از وقوع خطا در طول تفسیر و تشخیص تصاویر مثلاً از نظر پوسیدگی ثانویه را پیشنهاد کردند. هدف اولیه از کاربرد مواد بیس و لاینر تأمین مسدود سازی بهتر ترمیم‌های کامپوزیت هنگام گسترش روی سطح ریشه می‌باشد، اما به طور ثانویه و نیز در ترمیم امالگام، پالپ دندان را از آسیب یا تحریکاتی که ممکن است در نتیجه تهیه حفره ایجاد شود حفظ می‌کنند (۱۱). لذا در مطالعه حاضر رادیوپایسته چند نوع بیس و لاینر که در کف بندی کاربرد دارند در مقایسه با ساختار دندان با استفاده از یک سیستم رادیوگرافی دیجیتال مورد مقایسه و بررسی قرار گرفت.

## روش بررسی

این مطالعه آزمایشگاهی، تجربی و به روش trial Randomized انجام شد. چهار نوع مختلف از بیس و لاینر دندانی ۱- گلاس آینومر سلف کیور GC، ۲- گلاس آینومر لایت کیور GC، ۳- دایکال لایت کیور ماکورا، ۴- دایکال سلف کیور دنتسپلای در این مطالعه مورد ارزیابی قرار گرفتند. علاوه بر مواد دندانی ۲ دندان تازه خارج شده انتخاب و در محلول ۲٪ تیمول نگهداری شدند. همه دندان‌ها از بیمارانی که رضایتمانه را آگاهانه امضاء کرده بودند، جمع آوری شد. ۲ نوع ماده در دو گروه بیس و لاینر در دو ضخامت ۱ و ۲ میلی‌متر برای ماده بیس (گلاس آینومر) و دو ضخامت ۰/۵ و ۱ میلی‌متر برای ماده لاینر (دایکال) و از هر ضخامت چهار نمونه مشابه جهت تعیین میانگین رادیو پایسته مورد بررسی قرار گرفت. بنابراین چهار نوع مختلف از بیس و لاینر دندانی (گلاس آینومر نوری، گلاس آینومر

سلف کیور، دایکال نوری و دایکال سلف کیور) در تعداد ۳۲ نمونه مورد نیاز بود که به هر نوع ماده (به هر یک از ۲ نوع بیس و لاینر) ۱۶ نمونه تعلق گرفت. در کل تعداد نمونه‌ها با در نظر گرفتن مواد در دو دسته سلف کیور و لایت کیور و به علاوه قطعات دندانی ۳۶ عدد بود.

چهار نمونه ۰/۵ و ۱ میلی‌متری با ضخامت استاندارد از دایکال نوری و سلف کیور و چهار نمونه ۱ و ۲ میلی‌متری از گلاس آینومر نوری و سلف کیور با توجه به دستورالعمل کارخانه سازنده تولید شده و در قالب‌هایی با ۴ میلی‌متر قطر قرار داده شد. فرصت داده شد تا مواد شیمیایی در طول مدت‌های توصیه شده توسط تولید کننده هر یک از ترکیبات ست شوند. مواد پلیمریزه شونده با نور به مدت ۴۰ ثانیه توسط دستگاه لایت کیور (Ultra-Lume LED 5, Ultradent; South Jordan, USA at 800 mW/cm2.) ست شدند.

پس از خارج کردن نمونه‌ها از قالب، ضخامت با کولیس دیجیتالی بررسی شد. دندان‌ها به صورت عمودی با اره الماسی برای تولید نمونه‌های مینایی و عاجی در ضخامت‌های ۰/۵ و ۱ و ۲ میلی‌متر برش داده شدند. نمونه‌ها در شرایط مرطوب محلول نمکی ۰/۹٪ در ۳۷ درجه سانتی‌گراد در آنکوباتور نگهداری شد. استپ وچ آلومینیومی، با درجه بندی در ضخامت‌های ۱ تا ۱۰ میلی‌متر به عنوان کنترل در نظر گرفته شد. نمونه‌ها روی سنسور فسفر پلیت قرار گرفتند و با استفاده از یک دستگاه اشعه ایکس (min ray soredex) ساخت کشور فنلاند انجام شد. زمان تابش ۰/۳ ثانیه، ولتاژ ۷۰ کیلو ولت و جریان ۱۰ میلی‌آمپر، با فاصله نمونه تا تیوب اشعه ۴۰ سانتی‌متر توسط خط کش مدرج تنظیم شد. مراحل اکسپوزر برای هر نمونه انجام شده و انتقال تصاویر رادیوگرافی از صفحه فسفر به کامپیوتر از طریق یک اسکنر Fire CR (ساخت آمریکا) صورت گرفت.

رادیوپایسته هر یک از نمونه‌ها فوراً پس از اسکن شدن بدون هیچ تغییری در کنتراست یا وضوح تصاویر به دست آمد. رادیوپایسته استاندارد برای تمام قطعات محاسبه شد. در این نوع تصویر برداری مراحل ظهور و ثبوت شیمیایی وجود ندارد و اشعه دریافتی بیمار به مقدار زیادی کاهش می‌یابد. در کل روش دیجیتال کارایی و دقت بیشتری از فیلم عادی در تشخیص میزان رادیوپایسته دارد. چون از هر نمونه چهار قطعه موجود بود، رادیوپایسته نهایی نمونه‌ها از میانگین چهار قطعه به دست آمد. در این مطالعه که جهت بررسی رادیوپایسته

دو نوع ماده بیس و لاینر در مقایسه با ساختار دندان توسط رادیوگرافی دیجیتال صورت گرفت. دیجیتال صورت گرفت از آنالیز آماری ANOVA در بررسی تفاوت میان گروه‌ها و به علاوه برای مقایسه دو به دو بین گروه‌ها از آزمون Bonferroni استفاده شد ( $P < 0/005$ ).

## یافته‌ها

مطالعه که جهت بررسی رادیوآپسیتته دو نوع ماده بیس و لاینر در

به نتایج، داده‌ها توزیع نرمال دارند.

جدول ۱- رادیوآپسیتته مواد در ضخامت ۰/۵ میلی‌متر

ماده	تعداد	میانگین	انحراف معیار
دایکال نوری	۴	۰/۶۵۵۰	۰/۰۶۸۰۷
دایکال سلف	۴	۱/۰۹۲۵	۰/۱۷۹۱۴
عاج	۲	۰/۰۶۲۰۰	۰/۰۱۴۱۴
مینا	۲	۰/۷۱۰۰	۰/۰۱۴۱۴

ANOVA=0.002

جدول ۲- اختلاف میانگین و انحراف معیار مواد در ضخامت ۰/۵ میلی‌متر

مواد	اختلاف میانگین	انحراف معیار
دایکال لایت- دایکال سلف	-۰/۴۳۷۵۰	۰/۰۰۵
دایکال لایت- مینا	۰/۰۵۵۰۰	۱/۰۰۰
دایکال لایت- عاج	-۰/۰۳۵۰۰	۱/۰۰۰
دایکال سلف- مینا	۰/۳۸۳۵۰	۰/۰۳۳
دایکال سلف- عاج	۰/۴۷۲۵۰	۰/۰۱۰
مینا- عاج	۰/۰۹۰۰۰	۱/۰۰۰

جدول ۳- رادیوآپسیتته مواد در ضخامت ۱ میلی‌متر

ماده	تعداد	میانگین	انحراف معیار
دایکال لایت	۴	۰/۷۹۷۵	۰/۱۸۳۹۲
دایکال سلف	۴	۱/۳۵۲۵	۰/۱۲۷۱۲
گلاس لایت	۴	۱/۹۱۲۵	۰/۴۱۹۰۰
گلاس سلف	۴	۱/۵۲۰۰	۰/۱۳۹۷۶
عاج	۲	۰/۷۸۵۰	۰/۰۱۴۱۴
مینا	۲	۱/۲۷۰۰	۰/۰۰۷۰۷

ANOVA=0.001

جدول ۴- اختلاف میانگین و انحراف معیار مواد در ضخامت ۱ میلی متر

انحراف معیار	اختلاف میانگین	مواد
۰/۰۶۲	-۰/۵۵۵۰۰	دایکال لایت- دایکال سلف
۰/۰۰۱	-۱/۱۱۵۰۰	دایکال لایت- گلاس لایت
۰/۰۰۸	-۰/۷۲۲۵۰	دایکال لایت- گلاس سلف
۱/۰۰۰	۰/۰۱۲۵۰	دایکال لایت- عاج
۰/۴۸۱	-۰/۴۷۲۵۰	دایکال لایت- مینا
۰/۰۵۸	-۰/۵۶۰۰۰	دایکال سلف- گلاس لایت
۱/۰۰۰	-۰/۱۶۷۵۰	دایکال سلف- گلاس سلف
۱/۱۸۹	۰/۵۶۷۵۰	دایکال سلف- عاج
۱/۰۰۰	۰/۰۸۲۸۰	دایکال سلف- مینا
۰/۴۴۴	۰/۳۹۲۵۰	گلاس لایت- گلاس سلف
۰/۰۹۰	۰/۶۴۲۵۰	گلاس لایت- مینا
۰/۰۰۱	۱/۱۲۷۵۰	گلاس لایت- عاج
۱/۰۰۰	۰/۲۵۰۰۰	گلاس سلف- مینا
۰/۰۳۵	۰/۷۳۵۰۰	گلاس سلف- عاج
۰/۷۹۱	-۰/۴۸۵۰۰	عاج- مینا

جدول ۵- رادیوپایسته مواد در ضخامت ۲ میلی متر

انحراف معیار	میانگین	تعداد	ماده
۰/۳۱۱۹۲	۲/۹۶۷۵	۴	گلاس نوری
۰/۴۳۳۱۶	۲/۳۲۲۵	۴	گلاس سلف
۰/۰۰۷۰۷	۰/۸۶۵۰	۲	عاج
۰/۰۱۴۱۴	۱/۸۵۰۰	۲	مینا

ANOVA=0.001

جدول ۶- اختلاف میانگین و انحراف معیار مواد در ضخامت ۲ میلی متر

انحراف معیار	اختلاف میانگین	مواد
۰/۱۴۱	۰/۶۴۵۰۰	گلاس لایت- گلاس سلف
۰/۰۲۶	۱/۱۱۷۵۰	گلاس لایت- مینا
۰/۰۰۱	۲/۱۰۲۵۰	گلاس لایت- عاج
۰/۰۰۲	۰/۴۷۲۵۰	گلاس سلف- مینا
۰/۰۰۵	۱/۴۵۷۵۰	گلاس سلف- عاج
۰/۱۰۰	۰/۹۸۵۰۰	مینا- عاج

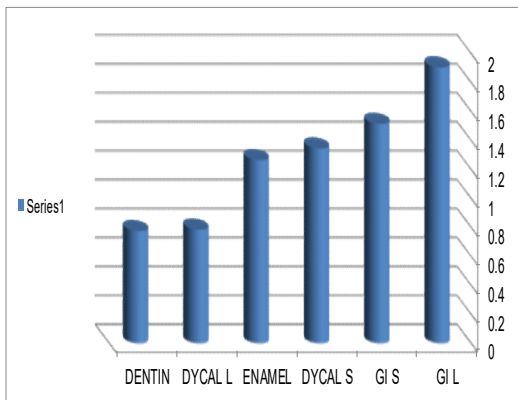
در ضخامت ۲ میلی‌متر:

dentin<enamel<GI Self<GI Light

که در کل می‌توان نتیجه گرفت:

dentin<dycal light<enamel<dycal self<GI Self<GI Light

همچنین مشاهده شد که رادیوپاسیته با افزایش ضخامت نمونه افزایش پیدا می‌کند (نمودار ۱).



نمودار ۱ - مقایسه رادیوپاسیته مواد با ساختار دندان در ضخامت‌های مختلف

## بحث و نتیجه‌گیری

هنگامی که یک پرتو اشعه ایکس به یک ماده برخورد می‌کند، فوتون‌های اشعه ایکس یا توسط اتم‌های آن ماده جذب شده یا بدون از دست دادن انرژی پراکنده می‌شود. صرف نظر از نوع اشعه X که به ماده برخورد می‌کند، میزان جذب فوتون‌ها همیشه به طور مستقیم به عدد اتمی ماده جاذب یا به تراکم الکتریکی آن بستگی دارد (۱۴).

بنابراین بسته به ترکیب اتمی ماده، رادیوپاسیته یک تصویر رادیوگرافی می‌تواند به حالات متفاوتی تحت تأثیر قرار بگیرد.

علاوه بر این، ترکیب اتمی، چگالی هر اتم در ماده، ساختار فیزیکی آن و ضخامت آن نیز ممکن است رادیوپاسیته را تحت تأثیر قرار بدهند (۱۵). حضور پوسیدگی ثانویه یکی از دلایل اصلی دندانپزشکان حرفه‌ای برای جایگزینی ترمیم‌ها می‌باشد (۱۶).

به علاوه مواد بیس و لاینر باید برای قابل تشخیص بودن به اندازه کافی رادیوپاک باشند تا دندانپزشک بتواند مرز بین ترمیم و ساختار

نتایج نشان داد در بین گروه‌های مورد مطالعه در ضخامت ۰/۵ میلی‌متر دایکال لایت کیور و سلف کیور و مینای دندان رادیوپاسیته‌ای بالاتر از عاج دندان در همین ضخامت نشان دادند ولی در این میان رادیوپاسیته مینا از دایکال نوری بیشتر بود ( $P=0/002$ ).

dentin<light cure dycal<enamel<self-cure dycal

در ضخامت ۱ میلی‌متر تمام مواد رادیوپاسیته بالاتر از عاج نشان دادند. به این صورت که گلاس آینومر نوری و سلف کیور و دایکال سلف کیور رادیوپاسیته‌ای بیشتر از مینا در همین ضخامت نشان داده و مینا رادیوپاسیته‌ای بیشتر از دایکال نوری نشان داد ( $P=0/001$ ).

dentin<light cure dycal<enamel<self-cure dycal<Light cure glassinomer<Light cure glassinomer

در ضخامت ۲ میلی‌متر گلاس آینومر لایت کیور و سلف کیور رادیوپاسیته‌ای بالاتر از مینا و عاج در همین ضخامت نشان دادند ( $P=0/001$ ).

dentin<enamel<self-cure glassinomer<light cure glassinomer

با توجه به تجزیه و تحلیل آماری، مقایسه زیر برای درجه رادیوپاسیته در بین گروه‌ها قابل بیان است:

dentin<dycal light cure<enamel<dycal self-cure<GI self-cure<GI light cure

با توجه به نتایج، داده‌ها توزیع نرمال داشتند. نتایج نشان داد که گلاس آینومر نوری دارای بیشترین رادیوپاسیته و دایکال نوری دارای کمترین رادیوپاسیته در بین مواد بودند.

با توجه به تجزیه و تحلیل آماری، مقایسه زیر برای درجه رادیوپاسیته در بین گروه‌ها در نظر گرفته می‌شود.

در ضخامت ۰/۵ میلی‌متر:

dentin<dycal light<enamel<dycal self

در ضخامت ۱ میلی‌متر:

dentin<dycal light<enamel<dycal self<GI self-cure<GI light cure

Lachowski و همکاران (۲۲) مطالعه‌ای پیرامون بررسی رادیوپسیسته گلاس آینومر (resin-modified glass-ionomer) (RMGI) و مواد رزینی چسباننده (resin-based luting materials) انجام دادند. ۵ نوع سمان، ۶ نوع گلاس آینومر، ۲ نوع رزین متیل متاکریلات و ۹ نوع ماده کامپوزیتی چسباننده تهیه کرده و قطعات دندانی در ضخامت‌های مشابه نیز فراهم شد. نتیجه حاصله نشان داد مواد چسباننده (luting materials) که رادیوپسیسته برابر یا کمی بیشتر از مینا دارند مناسب هستند.

Pekkan و همکاران (۲۳) مطالعه‌ای پیرامون سنجش رادیوپسیسته مواد بیس و لاینر در دندانپزشکی انجام دادند. هدف از مطالعه مقایسه رادیوپسیسته این مواد با اپسیسته مینا و عاج بود. در این مطالعه ۴ گروه از مواد از جمله کانونشنال گلاس آینومر (GI) و (RMGI) و سمان‌های رزینی (RC) و سمان زینک فسفات (zp) مورد بررسی قرار گرفتند. از هر نوع ماده ۵ قطعه ۲ میلی‌متری تهیه شد. به علاوه قطعات ۲ میلی‌متری از مینا و عاج به همراه استپ وج آلومنیومی به عنوان کنترل تهیه شد. بر اساس نتایج به دست آمده در این مطالعه تمام مواد دارای رادیوپسیسته بیشتر از عاج بودند که از این نظر نتایج مطالعه ما با این مطالعه یکسان بود (۲۳).

de Souza و همکاران (۲۴) مطالعه‌ای پیرامون مقایسه رادیوپسیسته مواد پوشاننده حفره (کلسیم هیدروکساید و گلاس آینومر) و ساختارهای تشکیل دهنده دندان انسان انجام دادند. ۱۸ قطعه از هر ماده در با ضخامت‌های ۰/۵ و ۱ و ۱/۵ و ۲ و ۲/۵ و ۳ میلی‌متر به علاوه قطعاتی از مولرهای اول در همین ابعاد تهیه شد. نتیجه به این صورت بود که تفاوت مشخص آماری در دانسیته (od) تنها در ضخامت ۱ میلی‌متر مشاهده شد و در ضمن ضخامت مواد در میزان اپسیسته آن‌ها تأثیرگذار است که از این نظر نتایج مطالعه ما مشابه به این مطالعه بود اما در مطالعه حاضر تفاوت آماری در هر سه ضخامت مشاهده شد.

Fonseca و همکاران (۲۵) نیز طی مطالعه‌ای که انجام دادند به بررسی رادیوپسیسته برخی از سمان‌های لاینر و فیلر در دندانپزشکی پرداختند و آن را با ساختار دندانی انسان و گاو مورد مقایسه قرار دادند. در این مطالعه ۶ نمونه استوانه‌ای از هر ماده به علاوه مقاطعی از مینا و عاج فراهم شد. در پایان اپسیسته تمامی مواد به جز pnc بالاتر از عاج

دندان را مشخص نماید (۱۷). مواد مورد استفاده در این مطالعه رادیوپسیسته‌های مختلفی را نشان دادند.

نویسندگان پیشنهاد می‌کنند ماده‌ای که رادیوپسیسته‌ای در حد متوسط دارد مقبول‌تر است و بهتر است رادیوپسیسته به میزان اندکی بیشتر از رادیوپسیسته مینای دندان باشد (۱۸).

مینای دندان از ۹۶-۹۲ درصد ماده غیر آلی، ۲-۱ درصد مواد آلی و ۳-۴ درصد آب تشکیل شده است (درصد وزنی) بیشترین ماده معدنی 2 (OH) 6 (PO4) CA10، (هیدروکسی آپاتیت) است اما دیگر عناصر اتمی همچون فسفر، مس، پتاسیم، کلر، روی، آهن، تیتانیم، استرانسیوم و منگنز نیز در این ساختار کریستالی شناسایی شده است (۱۹).

از سوی دیگر، عاج دارای محتوای معدنی کمتری است و به عنوان یک ترکیب بیولوژیک معدنی هیدراته در نظر گرفته می‌شود که شامل ۷۰٪ مواد غیر آلی، ۱۸٪ ماتریس آلی و ۱۲٪ آب (درصد وزنی) است (۲).

این ترکیب‌های مختلف در مینا و عاج و نیز این واقعیت که آرایش هندسی منشورهای مینای دندان از آرایش توبول‌های عاج متفاوت است را می‌توان به عنوان دلایلی برای بیشتر بودن رادیوپسیسته مینا نسبت به عاج در این مطالعه و سایر مطالعات در نظر گرفت (۱۵). با این حال به نظر می‌رسد ترکیب ماده مهم‌ترین عامل در تعیین رادیوپسیسته باشد (۲۰).

تولید کنندگان مواد و محصولات دندانپزشکی عناصر شیمیایی مانند باریوم، روی، آلومینیوم، استرانسیوم، سیلیکون، ایتریوم و ایتربیوم و لاتانیم را برای افزایش رادیوپسیسته به محصولاتشان اضافه می‌کنند (۲۱).

مواد مورد استفاده در این مطالعه رادیوپسیسته‌های مختلفی را نشان داد، به علاوه با افزایش ضخامت شاهد افزایش رادیوپسیسته بودیم. برای بررسی دقیق از یک استپ وج آلومنیومی به عنوان کنترل استفاده شد. بر اساس نتایج و با ارزیابی رادیو رادیوپسیسته انواعی از گلاس آینومر و دایکال نوری و سلف کیور و مقایسه آن‌ها با ساختار دندان مشاهده شد که در هر سه ضخامت ۰/۵ و ۱ و ۲ میلی‌متر و نیز به طور کلی رادیوپسیسته همه مواد از جمله گلاس آینومر نوری، گلاس آینومر لایت کیور و دایکال سلف کیور بالاتر از مینا و عاج بود به جز دایکال نوری که رادیوپسیسته‌ای کمتر از مینا داشت.

زیادی کاهش می‌یابد. در کل روش دیجیتال کارایی و دقت بیشتری از فیلم عادی در تشخیص میزان رادیوپاسیته دارد (۲۷).

برخی از مواد تجاری در دسترس به عنوان مواد بیس و لاینر برای ترمیم به کار برده می‌شوند که رادیوپاسیته کافی و مناسبی ندارند. مطالعاتی که رادیوپاسیته مواد بیس و لاینر را بررسی می‌کنند باید به صورت مداوم و دوره‌ای انجام بگیرند تا شرکت‌ها نیز به طور مداوم ترکیبات و فرمول محصولات خود را برای رسیدن به خواص مطلوب و به صرفه‌تر بهینه نمایند.

### تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل از پایان‌نامه تحقیقاتی مصوب دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزدیه شماره ثبت ۴۶۴۵ می‌باشد که مفاد این پایان‌نامه، در کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد بررسی و با شناسه IR.SSU.REC.1395.127 تصویب گردید که بدین وسیله قدردانی می‌گردد. در ضمن از مشاور آمار این پایان‌نامه جناب آقای دکتر فلاح زاده سپاسگزاری می‌گردد.

انسانی به دست آمد. از نظر بیشتر بودن رادیوپاسیته تمامی مواد نسبت به عاج مطالعه ما نتایج مشابه با این مطالعه نشان داد.

Fernanda و همکاران (۲۶) مطالعه‌ای پیرامون بررسی رادیوپاسیته چند نوع ماده بیس و لاینر از جمله گلاس آینومر (۱۶ نوع)، رزین کامپوزیت (۸ نوع) و کلسیم هیدروکساید (۴ نوع) انجام دادند. در این مطالعه رادیوپاسیته این مواد با مینا و عاج مقایسه شد. قطعات ۱ و ۲ و ۳ میلی‌متری از گلاس آینومر و رزین کامپوزیت و قطعات ۱ میلی‌متری از کلسیم هیدروکساید تهیه و مورد بررسی قرار گرفتند. نتیجه حاصل از این مطالعه افزایش میزان رادیوپاسیته با افزایش قطر ماده مورد نظر بود که از این نظر مطالعه مورد بررسی ما مشابه آن بود (۲۶).

در این مطالعه برای بررسی رادیوپاسیته‌ها از سیستم رادیوگرافی دیجیتال استفاده شد. مزیت اصلی استفاده از سیستم رادیوگرافی دیجیتال این است که نیازی به پروسه‌های ارزیابی پیچیده وجود ندارد و آنالیز دیجیتال، رادیوپاسیته استاندارد را از طریق نرم‌افزار کامپیوتری برای تمام قطعات محاسبه می‌کند. در این نوع تصویر برداری مراحل ظهور و ثبوت شیمیایی وجود ندارد و اشعه دریافتی بیمار به مقدار

### منابع:

- 1- Imperiano MT, Khoury HJ, Pontual ML, Montes MA, da Silveira MM. Comparative radiopacity of four low-viscosity composites. *Braz J Oral Sci* 2007;6(20):1278-82.
- 2- Mjör IA. Human coronal dentine: structure and reactions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1972;33(5):810-23.
- 3- Hara AT, Serra MC, Haiter-Neto F, Rodrigues Jr AL. Radiopacity of esthetic restorative materials compared with human tooth structure. *Am J Dent*. 2001;14(6):383-6.
- 4- Hara AT, Serra MC, AL RJ. Radiopacity of glass-ionomer/composite resin hybrid materials. *Braz Dent J*. 2001; 12:85-9.
- 5- Sidhu SK, Shah PM, Chong BS, Pitt Ford TR. Radiopacity of resin-modified glass-ionomer restorative cements. *Quintessence Int*. 1996; 27(9):639-43.
- 6- Turgut MD, Attar N, Onen A. Radiopacity of direct esthetic restorative materials. *Oper Dent*. 2003 ;28(5):508-14.
- 7- el-Mowafy OM1, Benmergui C. Radiopacity of resin-based inlay luting cements. *Oper Dent*. 1994;19(1):11-5.
- 8- ISO: DP. Dental resin based restorative materials. Geneva, Switzerland: International Standards Organization; 2009.
- 9- ISO: DP 9917. Glass ionomer cements materials. Geneva, Switzerland: International Standards Organization; 2009.
- 10- Van Dijken JWV, Wing KR, Ruyter IE. An evaluation of the radiopacity of composite restorative materials used in class I and class II cavities. *Acta Odontol Scand*. 1989;47(6):401-7.
- 11- Hara AT, Serra MC, Haiter- Neto F, Rodrigues Jr AL. Radiopacity of esthetic restorative materials compared with human tooth structure. *Am J Dent* 2001;14(6):383-6.
- 12- Tveit AB, Espelid I. Radiographic diagnosis of caries and marginal defects in connection with radiopaque composite fillings. *Dent Mater*. 1986;2(4):159-62.
- 13- Pedrosa RF, Brasileiro IV, dos Anjos Pontual ML, dos Anjos Pontual A, da Silveira MM. Influence of materials radiopacity in the radiographic diagnosis of secondary caries: evaluation in film and two digital systems. *Dentomaxillofac Radiol*. 2011;40(6):344-50.
- 14- Stuart C. White DDS PhD, Michael J. Pharoah DDS. *Oral Radiology: Principles and Interpretation 7 (Ed) Oral radiology*. Mosby, St. Louis, Missouri 63043.
- 15- Braga SR, Vasconcelos BT, de Paula Macedo MR, Martins VR, Sobral MA. Reasons for placement and replacement of direct restorative materials in Brazil. *Quintessence Int*. 2007;38(4):1-6.
- 16- Bouschlicher MR, Cobb DS, Boyer DB. Radiopacity of compomers, flowable and conventional resin composites for posterior restorations. *Oper Dent*. 1999; 24:20-5.
- 17- Espelid I, Tveit AB, Erickson RL, Keck SC, Glaspoole EA. Radiopacity of restorations and detection of secondary caries. *Dent Mater*. 1991;7(2):114-7.
- 18- Gwinnett AJ. Structure and composition of enamel. *Operative dentistry*. 1991:10-7.
- 19- Swift EJ Jr1, Perdígão J, Heymann HO. Bonding to enamel and dentin: a brief history and state of the art, 1995. *Quintessence Int*. 1995;26(2):95-110.

- 20- van Dijken JW, Wing KR, Ruyter IE. An evaluation of the radiopacity of composite restorative materials used in Class I and Class II cavities. *Acta Odontologica Scandinavica*. 1989;47(6):401-7.
- 21- Hitij T, Fidler A. Radiopacity of dental restorative materials. *Clinical oral investigations*. 2013; 17(4):1167-77.
- 22- Lachowski K, Botta S, Lascala C, Matos A, Sobral M. Study of the radio-opacity of base and liner dental materials using a digital radiography system. *Dentomaxillofacial Radiology*. 2013;42(2):20120153.
- 23- Pekkan G, Saridag S, Beriat N. Evaluation of the radiopacity of some luting, lining and filling dental cements. *Clin Dent Res*. 2011;35(7):2-9.
- 24- de Souza FCP, Pardini LC, Cruvinel DR, Hamida HM, Garcia LF. In vitro comparison of the radiopacity of cavity lining materials with human dental structures. *J Conservative Dent*. 2010;13(2):65.
- 25- Fonseca RB, Haiteir-Neto F, Fernandes-Neto AJ, Barbosa GAS, Soares CJ. Radiodensity of enamel and dentin of human, bovine and swine teeth. *Arch Oral Biol*. 2004;49(11):919-22.
- 26- Pires de Souza FC, Pardini LC, Cruvinel DR, Hamida HM, Garcia LF. In vitro comparison of the radiopacity of cavity lining materials with human dental structures. *J Conserve Dent*. 2010;13(2):65-70.
- 27- Forst DD. External Root Resorption Associated with Maxillary Expansion Therapies as Evaluated via Cone Beam Computed Tomography: A Retrospective Randomized Clinical Trial: University of Alberta; 2015.