

مقایسه آزمایشگاهی ضخامت لایه‌ای پنج سیلر اندودنتیک

دکتر ارژنگ فلاح‌دوست*، دکتر زهره خلیلیک**، دکتر پیمان مهرورزفر**، دکتر بهاره عسگر توران***

چکیده

سابقه و هدف: ضخامت لایه‌ای مناسب یکی از خصوصیات مهم در سیلرهای اندودنتیک است که می‌تواند بر قابلیت سیل کنندگی سیلرها تأثیرگذار باشد. با توجه به اهمیت موضوع و وجود انواع مختلفی از سیلرها، هدف تحقیق حاضر، مقایسه ضخامت لایه‌ای ۵ سیلر AH26 2 Seal Topseal RSA و Acroseal در شرایط آزمایشگاهی، در دانشکده دندانپزشکی دانشگاه آزاد اسلامی و در سال ۸۵-۱۳۸۴ بود.

مواد و روشها: این مطالعه تجربی آزمایشگاهی بر روی ۵۰ نمونه انجام شد. مقدار کمی از سیلرها بر روی قطعه شیشه‌ای قرار داده شده، قطعه شیشه دومی بر روی آن قرار گرفت. نمونه‌ها در زیر یک وزنه ۲۰۰ گرمی به مدت ۱۰ دقیقه تحت فشار قرار گرفتند. پس از سخت شدن کامل سیلرها اندازه‌گیری ضخامت لایه‌ای توسط کولیس دیجیتال با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر انجام گرفت. این عمل ۱۰ بار برای هر گروه سیلر تکرار شد. یافته‌های بدست آمده توسط آزمون آماری One-way ANOVA مورد مقایسه آماری قرار گرفته، مقایسه دو به دو سیلرها با کمک آزمون آماری Tukey HSD صورت گرفت.

یافته‌ها: میانگین ضخامت لایه‌ای این سیلرها برحسب میلی‌متر به شرح زیر بود:

$$AH26=0/36\pm0/020 \text{ و } Acroseal=0/37\pm0/019 \text{ Topseal}=0/41\pm0/014 \text{ 2Seal}=0/38\pm0/014 \text{ RSA}=0/4\pm0/018$$

سیلرهای AH26 و 2Seal Acroseal کمترین میزان ضخامت لایه‌ای را نشان دادند ولی اختلاف آماری معنی‌داری بین این سیلرها وجود نداشت. سیلرهای RSA و Topseal ضخامت لایه‌ای بیشتری را نشان دادند و اختلاف آنها با سایر سیلرها از نظر آماری معنی‌دار بود ($P < 0/05$). هرچند که اختلاف معنی‌داری بین این دو سیلر از لحاظ آماری وجود نداشت.

نتیجه‌گیری: کلیه سیلرهای مورد مطالعه ضخامت لایه‌ای قابل قبولی را دارا بودند ولی سیلر AH26 در مقایسه با سایر سیلرها کمترین ضخامت لایه‌ای را نشان داد.

کلید واژگان: ضخامت لایه‌ای، سیلرهای اندودنتیک، مواد پرکننده کانال

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۶/۴/۲ تاریخ اصلاح نهایی: ۱۳۸۶/۱۲/۲۱ تاریخ تأیید مقاله: ۱۳۸۷/۱/۲۱

مجله دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، دوره ۲۶، شماره ۳، پاییز ۱۳۸۷، ۳۲۵-۳۱۹

مقدمه

ریشه و نیز بی‌قاعدگی‌های دیواره‌های کانال ریشه، سیل کردن این ساختمان بسیار دشوار و حساس است (۱). اگر چه گوتاپرکا به عنوان یک ماده پرکردگی ایده‌آل در نظر گرفته نمی‌شود (به دلیل عدم فلوی مناسب و عدم چسبندگی به دیواره‌های عاجی کانال) هنوز هم اولین انتخاب و یک ماده پرکننده جامد و اصلی برای پر کردن سیستم کانال ریشه می‌باشد. اما همان طور که بیان شد گوتاپرکا هیچ خاصیت چسبندگی به عاج ندارد و به تنهایی قادر به سیل

یکی از مهمترین مراحل درمانی ریشه دندان، پر کردن کانال پس از تکمیل مرحله پاک‌سازی و شکل‌دهی می‌باشد. در حقیقت هدف از پر کردن کانال ایجاد سدی مناسب در برابر نفوذ میکروارگانیسم‌ها و مایعات به داخل کانال ریشه از طریق اپیکال، کروئال و حتی نواحی اطراف ریشه است. از طرف دیگر سیستم کانال ریشه دارای آناتومی بسیار پیچیده و متنوعی است و به دلیل تعداد زیاد کانال‌ها و سوراخ‌های فرعی و جانبی و وجود توبول‌های عاجی در دیواره کانال

E-mail: Dr.A.Fallahdoost@dentaliau.ir

* نویسنده مسئول: استادیار گروه اندودانتیکس، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران.

** استادیار گروه اندودانتیکس، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران.

*** دندانپزشک.

از Real Seal و Bioseal بود. Versiani و همکاران (۲۰۰۶) خصوصیات فیزیکی از جمله ضخامت لایه‌های سیلرهای AH plus و Epiphany را بررسی کردند. در بررسی آنها ضخامت لایه‌های AH plus کمتر از Epiphany بود (۱۲). از طرفی در مورد ضخامت لایه‌های سیلرهای جدید نظیر Topseal, Acroseal و 2 Seal تحقیقاتی صورت نگرفته و یا در دسترس نبود، بنابراین لزوم تحقیق در این زمینه ضروری به نظر می‌رسید. هدف از انجام این تحقیق مقایسه ضخامت لایه‌های پنج سیلر مورد استفاده در اندودنتیکس [Topseal (Roeko Seal Automix), RSA, Acroseal, 2Seal و AH26] در شرایط آزمایشگاهی در دانشکده دندانپزشکی دانشگاه آزاد اسلامی در سال ۸۵-۱۳۸۴ بود.

مواد و روشها

این تحقیق به صورت تجربی و در شرایط آزمایشگاهی کنترل شده بر روی مدل‌های تجربی صورت گرفت. نام سیلرهای مورد استفاده در این تحقیق در جدول ۱ آورده شده‌اند.

تعداد ۵۰ جفت لامل شیشه‌ای (Three Star, Shong gong, China) که دارای شرایط یکسانی بودند (در ابعاد ۲×۲ سانتی‌متر) در این مطالعه مورد استفاده قرار گرفتند. برای بررسی ضخامت لایه‌های از دستگاه کولیس دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر (Mitutoyo, Tokyo, Japan 0055986) استفاده شد (۸).

ابتدا ضخامت هر یک از لامل‌های شیشه‌ای به تنهایی و هم چنین به صورت جفت با استفاده از کولیس دیجیتالی اندازه‌گیری شد. سپس تعداد ۵۰ جفت لامل شیشه‌ای به صورت تصادفی به ۵ گروه مورد ۱۰ تایی تقسیم شدند:

کردن کانال نمی‌باشد بنابراین، سیلرهای کانال ریشه به همراه ماده پرکننده جامد علاوه بر بدست آوردن یک سیل مناسب و پر کردن کانال‌های اضافی ریشه، فضاهای خالی و حفره‌ها و نامنظمی‌ها، می‌توانند در صورت باقی ماندن میکروارگانیزم در دیواره کانال ریشه یا توپول‌ها در کنترل میکروبی کمک نموده، عدم تطابق کامل بین دیواره کانال ریشه و ماده پرکننده مرکزی را پر کرده، شکست درمان را کاهش می‌دهند (۲،۳).

با وجود کاربرد گسترده سیلرها در اندو متاسفانه سیلر ایده‌آلی که بتواند از هر جهت تمامی اهداف مورد نظر را برآورده سازد موجود نمی‌باشد (۲). ضخامت لایه‌های مناسب و کافی یک خصوصیت مهم در سیلرهای اندودنتیک است. هنگامی که سیلر در ترکیب با گوتاپرکا مورد استفاده قرار می‌گیرد ضخامت سیلر در ایجاد حباب کمترین گوتاپرکا و دیواره‌های کانال ریشه و تأمین پرکردگی سه بعدی ریشه نقش زیادی دارد. حلالیت ثابت شده سیلرها لزوم کاربرد سیلرهایی با ضخامت کمتر را مشخص می‌کند تا قسمت بیشتری از کانال توسط ماده مرکزی جامد یعنی گوتاپرکا پرگردد (۴). همچنین ضخامت لایه‌های سیلر می‌تواند بر قابلیت سیل کنندگی آن تأثیرگذار باشد و سیلرها در ضخامت کمتر سیل کنندگی بهتری را در زمان طولانی نشان می‌دهند (۷-۵). در تحقیقی که McMichen و همکاران (۲۰۰۳) در مورد خصوصیات مختلف چند سیلر از جمله ضخامت لایه‌های آنها انجام دادند، نشان دادند که سیلر AH plus دارای بیشترین ضخامت لایه‌ای و Tubliseal EWT دارای کمترین ضخامت لایه‌ای است (۸). در تحقیق Pongione و همکاران (۲۰۰۲) (۹)، همچنین Rizzo و همکاران (۲۰۰۴) (۱۰) سیلر RSA بهترین ضخامت لایه‌ای را نشان داد. در تحقیق Gambarini و همکاران (۲۰۰۶) (۱۱) نیز ضخامت لایه‌های سیلر RSA کمتر

جدول ۱- سیلرهای مورد استفاده در تحقیق، کارخانه سازنده، فرم مورد استفاده و بیس شیمیایی آنها

سیلر	کارخانه سازنده	فرم مورد استفاده	بیس شیمیایی
AH26	Dentsply, Maillefer- Ballaigues, Switzerland	پودر- مایع	اپوکسی رزین
Topseal	Dentsply, Maillefer- Ballaigues, Switzerland	خمیر- خمیر	اپوکسی رزین
RSA	Roeko, Langenau, Germany	خمیر- خمیر	پلی دی متیل سایلوکسان
2 Seal	VDW, Endodontic Synergy- Munchen, Germany	خمیر- خمیر	اپوکسی رزین
Acroseal	Septodont- France	خمیر- خمیر	کلسیم هیدروکساید

- گروه آزمون ۴: مراحل مشابه گروه فوق ولی با استفاده از سیلر 2Seal (VDW, Endodontic Synergy, Munchen, Germany).

- گروه آزمون ۵: مراحل مشابه گروه فوق ولی با استفاده از سیلر Acroseal (Septodont, Saint-maur, France).

پس از آماده‌سازی، جهت سخت شدن (setting) کامل سیلرها، نمونه‌ها در داخل انکوباتور مخصوص (شرکت لاب ترون، بهداد، تهران، ایران) با رطوبت ۱۰٪ و درجه حرارت ۳۷ درجه سانتی‌گراد (مشابه بدن انسان) قرار داده شدند.

مدت زمان قرار دادن نمونه‌ها در دستگاه با توجه به setting time سیلر که طبق دستور کارخانه بود در نظر گرفته شد یعنی سیلر AH26 به مدت ۱۵ ساعت، سیلر Topseal ۸ ساعت، سیلر Acroseal ۲۴ ساعت، سیلر RSA ۵۰ دقیقه و سیلر 2Seal ۸ ساعت در دستگاه قرار گرفتند.

پس از گذشت زمان لازم جهت سخت شدن کامل سیلرها جهت ارزیابی ضخامت لایه‌ای از دستگاه کولیس دیجیتالی استفاده شد.

پس از اینکه نرمال بودن توزیع اعداد با استفاده از آزمون Kolmogorov-Smirnov One-Sample مشخص گردید مقایسه آماری میان سیلرها با کمک آزمون آماری One-way ANOVA انجام گرفت. به دلیل معنی‌دار بودن پاسخ آزمون و عدم پراکندگی داده‌ها از آزمون Post Hoc مناسب (Tukey HSD) جهت مقایسه دو به دو سیلرها استفاده شد.

یافته‌ها

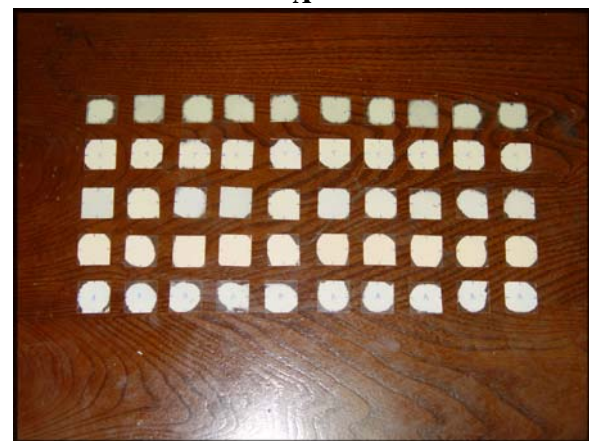
میانگین ضخامت لایه‌ای سیلر ها بر حسب میلی‌متر در جدول ۲ آورده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، ضخامت لایه‌ای سیلر AH26 (0.36 ± 0.020 میلی‌متر) از سایر سیلرها کمتر بود و پس از آن سیلرهای Acroseal و 2Seal به ترتیب با 0.37 ± 0.019 میلی‌متر و 0.38 ± 0.014 میلی‌متر، کمترین ضخامت لایه‌ای را دارا بودند. ضخامت لایه‌ای سیلر Topseal از سیلرهای دیگر بیشتر بود.

نتایج حاصل از آزمون‌های آماری بدین صورت بود که علیرغم کمتر بودن ضخامت لایه‌ای سیلر AH26 در مقایسه با سایر سیلرها، اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری بین سه

- گروه آزمون ۱: پس از تمیز کردن سطح قطعه شیشه‌ای با گاز استریل، سیلر AH26 (Ballaigues, Dentsply, Maillefer) (Switzerland) مطابق دستورالعمل کارخانه سازنده آماده گردید و پس از رسیدن به قوام خامه‌ای، ۰/۱ ml از سیلر روی سطح یکی از قطعات شیشه‌ای گذاشته شد و بعد قطعه شیشه دومی بر روی آن قرار گرفت به طوری که کاملاً روی قطعه شیشه‌ای اولی را بپوشاند و بعد نمونه‌ها به مدت ۱۰ دقیقه در زیر وزنه ۲۰۰ گرمی قرار داده شدند. بعد از ۱۰ دقیقه وزنه برداشته شد (شکل ۱ A و B).



A



B

شکل ۱- A- وزنه‌های ۲۰۰ گرمی و لاملها، B- نمونه‌های آماده شده سیلرها

- گروه آزمون ۲: مراحل مشابه گروه فوق ولی با استفاده از سیلر Topseal (Dentsply, Maillefer - Ballaigues, Switzerland).

- گروه آزمون ۳: مراحل مشابه گروه فوق ولی با استفاده از سیلر RSA (Roeko, Langenau, Germany).

ضخامت لایه‌ای سیلرها استفاده شده است، که از این نظر با تحقیق حاضر تفاوت دارد.

در تحقیق Testarelli و همکاران در سال ۲۰۰۳ (۴) میزان ضخامت لایه‌ای دو سیلر حاضر در تحقیق فعلی یعنی سیلرهای RSA و Acroseal با سه سیلر دیگر مورد مقایسه قرار گرفت و هر دوی این سیلرها بهترین نتایج را نشان دادند. آنان در تحقیق خود کاملاً از استاندارد ANSI/ADA Spec. No. 57 پیروی کردند. تمام سیلرها در درجه حرارت اتاق و مطابق دستور کارخانه سازنده آماده شدند. میزان کافی از سیلرها بین دو صفحه شیشه‌ای قرار داده شد و وزنه ۱۴۷ نیوتنی به طور عمودی روی صفحات شیشه‌ای گذاشته شد. بعد از ۱۰ دقیقه ضخامت سیلرها به وسیله یک میکرومتر که روی یک استرنئومیکروسکوپ سوار شده بود، اندازه‌گیری گردید. در تحقیق آنان هم سیلر Acroseal ضخامت لایه‌ای کمتری را نسبت به RSA دارا بود که این نتیجه با نتیجه تحقیق حاضر مطابقت دارد. در تحقیق آنان هم صفحات شیشه‌ای تحت نیروی ۱۴۷ نیوتنی قرار گرفتند که نیروی بسیار بالایی است و ضخامت لایه‌ای سیلرها به وسیله استرنئومیکروسکوپ مورد ارزیابی قرار گرفت که از این لحاظ با روش تحقیق حاضر متفاوت است.

Rizzo و همکاران هم در سال ۲۰۰۴ (۱۰) ضخامت لایه‌ای سیلر RSA را با سیلر Pulp Canal که یک سیلر با بیس زینک اکساید است، مورد مقایسه قرار دادند. در این مقایسه RSA نتایج بسیار خوبی را نشان داد. روش تحقیق آنان هم مشابه تحقیقات گفته شده قبلی می‌باشد و از نیروی ۱۵۰ نیوتنی در آن استفاده شده، اندازه‌گیری ضخامت لایه‌ای سیلر RSA پس از ۱۰ دقیقه صورت گرفته است. با توجه به خصوصیت انبساط جزئی (۰/۲٪) که در سیلر RSA وجود دارد به نظر می‌رسد نتیجه تحقیق حاضر که پس از گذشت مدت زمان لازم جهت سخت شدن سیلر RSA (مدت زمان ۵۰ دقیقه) صورت گرفته به واقعیت نزدیک‌تر باشد. اندازه‌گیری ضخامت لایه‌ای سیلرها در تحقیق ذکر شده با کمک استرنئومیکروسکوپ صورت گرفته است.

جهت اندازه‌گیری میزان ضخامت لایه‌ای سیلرها در تحقیقات و مقالات موجود تاکنون از دو روش استرنئومیکروسکوپ (Stereomicroscope) و کولیس دیجیتالی (Digital Calliper)

کامل سیلرها در دستگاه قرار گرفتند. به دلیل سخت شدن کامل سیلرها و انجام انبساط و یا انقباض جزئی که در هنگام سخت شدن در برخی از سیلرها وجود دارد و می‌تواند در نتیجه تحقیق تاثیرگذار باشد، از این نظر نتایج تحقیق فعلی واقعی‌تر به نظر می‌رسد. در تحقیق مذکور هم از دستگاه کولیس دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر استفاده شده بود که با روش تحقیق حاضر مشابه می‌باشد. تعداد نمونه‌ها در این تحقیق ۵ نمونه برای هر گروه سیلر بود که به دلیل بیشتر بودن تعداد نمونه‌های استفاده شده در تحقیق حاضر (۱۰ نمونه برای هر گروه سیلر) نتایج از دقت بالاتری برخوردار می‌باشند.

در تحقیقی که Pongione و همکاران در سال ۲۰۰۲ انجام دادند، میزان ضخامت لایه‌ای سیلر RSA با سه گروه سیلر دیگر مورد مقایسه قرار گرفت. در تحقیق مذکور سیلر RSA بهترین نتیجه را نشان داد (۹)، در صورتی که در تحقیق فعلی سیلر RSA میزان ضخامت لایه‌ای بالاتری را نسبت به سه گروه سیلر AH26 Seal، 2 و Acroseal دارا بود و تنها سیلر Topseal ضخامت لایه‌ای بالاتری را نسبت به RSA نشان داد، هر چند که اختلاف آنها از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. تفاوت میان نتایج این دو تحقیق را می‌توان به تفاوت متدولوژی این تحقیقات نسبت داد. از طرفی بعضی از سیلرهای مورد استفاده در تحقیق حاضر سیلرهای جدیدی هستند که ارزیابی ضخامت لایه‌ای آنها برای نخستین بار صورت گرفته است. در تحقیق مذکور نیروی وارد بر قطعات شیشه‌ای در حدود ۱۵۰ نیوتن (تقریباً ۱۵ کیلوگرم) بود که به نظر می‌رسد از نیروی استفاده شده در کلینیک بسیار بیشتر باشد، در صورتی که در تحقیق حاضر از نیروی کمتر به میزان ۲۰۰ گرم استفاده شد که می‌تواند به نیروی وارد شده در هنگام تراکم گوتاپرکا به دیواره‌های کانال نزدیک‌تر باشد (۱۴، ۴). در تحقیق Pongione (۲۰۰۲) (۹) نیز اندازه‌گیری ضخامت لایه‌ای سیلرها پس از ۱۰ دقیقه انجام شده و سخت شدن سیلرها به طور کامل صورت نگرفته بود که از این نظر نتایج تحقیق حاضر واقعی‌تر به نظر می‌رسد. در تحقیق مذکور و همچنین در تحقیقات Testarelli و همکاران در سال ۲۰۰۳ (۴) و Rizzo و همکاران در سال ۲۰۰۴ (۱۰) از استرنئومیکروسکوپ جهت اندازه‌گیری میزان

این سیلر با دو سیلر AH26 و 2Seal را می‌توان به ترکیب متفاوت این سیلر نسبت داد. همچنین بالاتر بودن میزان ضخامت لایه‌ای سیلر RSA را می‌توان بدین صورت توجیه کرد که این سیلر دارای بیس پلی دی متیل سایلوکسان می‌باشد و به دلیل عدم انقباض در حین سخت شدن و حتی انبساط جزئی در حد ۰/۲ درصد و پایین بودن زمان سخت شدن (setting time) میزان ضخامت لایه‌ای بیشتری را نسبت به سیلرهای AH26 و 2 Seal که دارای بیس اپوکسی رزین و مقداری انقباض در هنگام سخت شدن می‌باشند نشان داده است. کوتاه بودن زمان سخت شدن این سیلر (در حدود ۵۰ دقیقه) ثبات ابعادی آن را در مقابل تغییرات محیط بالا برده، می‌تواند ضخامت لایه‌ای بالاتر این سیلر نسبت به سیلر Acroseal که دارای بیس کلسیم هیدروکساید و زمان سخت شدن ۱۶ تا ۲۴ ساعت می‌باشد، را توجیه نماید. از طرفی پایین بودن ضخامت لایه‌ای سیلر Acroseal را می‌توان به دارا بودن بیس کلسیم هیدروکساید نسبت داد که به عنوان یک جزء با قابلیت انحلال در مایعات مطرح بوده و همین موجب از بین رفتن ساختار شیمیایی سیلر در حضور رطوبت می‌گردد (۱،۱۵).

نتیجه‌گیری

با وجود اختلاف معنی‌داری که از لحاظ آماری بین سیلرهای حاضر در این تحقیق به خصوص سیلرهای RSA و Topseal با سایر سیلرها وجود دارد، میزان ضخامت لایه‌ای کلیه این سیلرها نزدیک به هم و در حد قابل قبولی می‌باشد که بیانگر ارزشمند بودن آنها است.

References

1. Ingle JI, Bakland LK: Endodontics. 5th Ed. Hamilton, BC Decker Inc, 2002;Chap11:571,578-80.
2. Cohen S, Hargreaves KM: Pathways of the pulp. 9th Ed. St.Louis: The C.V. Mosby Co. 2006;Chaps9,10:265-271, 368-371.
3. Walton R, Torabinejad M: Principles and practice of endodontics. 3rd Ed. Philadelphia, WB Saunders Co. 2002; Chap14:246, 248-50.
4. Testarelli L, Andreasi Bassi M, Gambarini G: In vitro evaluation of five root canal sealers. Minerva Stomatol 2003; 52:19-24.

استفاده گردیده است. با وجود دقت بالای روش استریومیکروسکوپ، طبق مقاله‌های موجود، نمونه‌ها باید در زیر نیروی بسیار بالایی در حدود ۱۵ کیلوگرم قرار می‌گرفتند. همان طور که گفته شد این نیروی زیاد با نیروهای کلینیکی وارد شده در هنگام متراکم کردن گوتاپرکا به دیواره‌های کانال مطابقت ندارد (۱۴، ۱۰، ۹، ۸). بنابراین از دستگاه کولیس دیجیتالی جهت اندازه‌گیری میزان ضخامت لایه‌ای سیلرها استفاده شد.

در این تحقیق جهت سخت شدن سیلرها، نمونه‌ها پس از آماده‌سازی در دستگاه انکوباتور در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۱۰۰٪ مشابه بدن انسان قرار گرفتند تا شرایط هر چه بیشتر به In vivo نزدیک باشد و بر این اساس شرایط مساعدی جهت تغییرات میزان ضخامت لایه‌ای نمونه‌ها در حین سخت شدن سیلر فراهم گردید. این روش تنها در تحقیق McMichen و همکاران در سال ۲۰۰۳ صورت گرفته (۸) و در سایر تحقیقات مربوط به ارزیابی ضخامت لایه‌ای انجام نگرفته است (۱۰، ۹، ۸) که از جنبه‌های مثبت تحقیق حاضر می‌باشد.

در این تحقیق سیلر AH26 که دارای بیس اپوکسی رزین می‌باشد کمترین میزان ضخامت لایه‌ای را نشان داد هرچند که از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری بین سه سیلر AH26، 2Seal و Acroseal وجود نداشت. پایین بودن میزان ضخامت لایه‌ای دو سیلر AH 26 و 2Seal را می‌توان به بیس اپوکسی رزین این دو سیلر و خصوصیت انقباض جزئی که در این سیلرها وجود دارد نسبت داد. در این تحقیق سیلر Topseal با اینکه دارای بیس اپوکسی رزین بود بالاترین میزان ضخامت لایه‌ای را نشان داد که تفاوت میان

5. Kontakiotis EG, Wu M-K, Wesselink PR: Effect of sealer thickness on long- term sealing ability: a 2-years follow – up study. *Int endod J* 1997;30:307-312.
6. Wu M-K, Wesselink PR, Boersma J: A 1-year follow up study on leakage of four root canal sealers at different thicknesses. *Int Endod J* 1995;28:185-189.
7. Georgopoulou MK, Wu MK, Nikolaou A, Wesselink PR: Effect of thickness on the sealing ability of some root canal sealers. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1995;80:338-344.
8. McMichen FRS, Pearson G, Rahbaran S, Gulabivala K: A Comparative study of selected physical properties of five root-Canal Sealers. *Int Endod J* 2003;36:629-635.
9. Pongione G, Gambarini G, Andreasi Bassi M, Gerosa R, Testarelli L, Gallottini L: Film thickness and radiopacity of four endodontic sealers. *J Endod* 2002;28:262.
10. Rizzo F, Nocca G, Lupi A, Andreasi Bassi M, DeLuca M, Pompa G, et al: In vitro evaluation of a new experimental endodontic sealer. The 33rd Annual Meeting of the AADR, Honolulu, USA, March 2004:10-13.
11. Gambarini G, Testarelli L, Pongione G, Gerosa R, Gagliani M: Radiographic and rheological properties of a new endodontic sealer. *Aust Endod J* 2006;32:31-34.
12. Versiani MA, Carvalho-Junior JR, Padilha MIAF, Lacey S, Pascon EA, Sousa-Neto MD: A comparative study of physicochemical properties of AHPlusTM and EpiphanyTM root canal sealants. *Int Endod J* 2006;39:464-471.
13. BS EN ISO 6876 Dental Root Canal Sealing Materials. (2002) London, UK: British Standard Organization.
14. Blum JY, Esber S, Micallef JP: Analysis of forces developed during obturation. Comparison of three gutta-percha techniques. *J Endod* 1997;23:340-345.
15. Mehrvarzfar P, Kheradpeer Kh, Akhavanmasoleh R: A comparative study of sealing ability of five root canal sealers after 48 hours: An in vitro study. Undergraduate Thesis, Islamic Azad University, Dental School, 2005.