

بررسی نقش زاویه قطع ریشه در میزان ریزش آپیکال متعاقب استفاده از آمالگام و MTA

دکتر محمدرضا شریفیان^{†*} - دکتر پوریا مطهری^{**} - سمیرا شاه‌سیاه^{***}

*استادیار گروه آموزشی اندودانتیکس دانشکده دندانپزشکی و عضو مرکز تحقیقات دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات

بهداشتی، درمانی تهران

**استادیار گروه آموزشی آسیب شناسی دهان و فک دانشکده دندانپزشکی و عضو مرکز تحقیقات دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی

و خدمات بهداشتی، درمانی تهران

***دندانپزشک

Title: The effect of bevel angle on apical microleakage following the use of amalgam and MTA
Authors: Sharifian MR. Assistant Professor*, Motahhari P. Assistant Professor**, Shahsia S. Dentist
Address: *Department of Endodontics, Faculty of Dentistry, Tehran University of Medical Sciences
**Department of Oral and Maxillofacial Pathology, Faculty of Dentistry, Tehran University of Medical Sciences
Background and Aim: Achieving appropriate seal in canal obturation is the main goal of endodontic therapy. However, in some cases, it can not be obtained by non-surgical procedures alone. Retrograde surgery is one of the most common procedures in endodontics. Apical seal improvement can be obtained by root end filling and decreasing the root end resection angle (bevel angle). The aim of this study was to investigate the role of bevel angle on apical microleakage following the use of amalgam and MTA as root end filling materials.
Materials and Methods: In this experimental study, 128 extracted human teeth were instrumented and obturated by lateral condensation technique. The teeth were divided into two groups and the apical root resection was performed by high speed fissure bur (one group perpendicular to the long axis of the teeth and the other 45° to the long axis). The 3 mm root end cavity was prepared by ultrasonic device. Each group was divided into two subgroups: One filled with amalgam and the other with MTA. Teeth were incubated for 72 h, covered by two layers of nail polish (except for apical 3mm) and submerged in methylene blue for 48 h. Teeth were washed under tap water and mesiodistally dissected by low speed disc. Dye penetration was evaluated by stereomicroscope. Data were analysed by two way ANOVA and Tukey tests with $p < 0.05$ as the limit of significance.
Results: The results showed that retrofill material type had a significant effect on microleakage and MTA was superior to amalgam in this respect. Bevel angle failed to show any significant effect on apical microleakage.
Conclusion: Based on the results of this study, it seems that the use of MTA instead of amalgam in clinical practice can improve the success rate of endodontic surgery whereas the bevel angle can be determined based on the status of each individual case; However, increasing the bevel angle seems to increase microleakage due to exposure of more dentinal tubules.
Key Words: Root end filling materials; Amalgam; MTA; Bevel angle

[†] مؤلف مسؤول: نشانی: تهران - خیابان انقلاب اسلامی - خیابان قدس - دانشگاه علوم پزشکی تهران - دانشکده دندانپزشکی - گروه آموزشی اندودانتیکس
تلفن: ۰۲۶۴۰۶۶۴۰ نشانی الکترونیک: MRSharifian@yahoo.com

چکیده

زمینه و هدف: هدف از درمان اندودانتیک ایجاد مهر و موم مناسب در طول پرکردگی کانال ریشه می‌باشد. در برخی موارد نتیجه قابل قبول از طریق درمان غیر جراحی حاصل نمی‌شود که در این صورت به جراحی نیاز است. هدف از انجام درمان جراحی رتروگرید که یکی از معمولترین جراحی‌های اندودانتیک می‌باشد، جلوگیری از ریزش آپیکال با استفاده از موادی است که قابلیت مهر و موم‌کنندگی خوبی دارند. علاوه بر خصوصیات مواد پرکننده انتهای ریشه، مطالعات مختلف نشان داده‌اند که میزان زاویه قطع ریشه نیز در میزان ریزش مؤثر است، به طوری که با افزایش زاویه، میزان ریزش نیز افزایش می‌یابد. مطالعه حاضر با هدف ارزیابی توانایی مهر و موم‌کنندگی آمالگام به عنوان یک ماده رایج پرکننده انتهای ریشه و MTA انجام گرفت و همچنین اثر زاویه قطع ریشه بر میزان ریزش نیز با استفاده از روش نفوذ رنگ، مورد ارزیابی قرار گرفت.

روش بررسی: در این مطالعه تجربی، آزمایشگاهی ۱۴۸ دندان تک کاناله خارج شده انسان انتخاب شد. پس از آماده سازی کانالها و پر کردن آنها به روش تراکم جانبی با گوتا پرکا و سیلر، دندانها به دو گروه تقسیم و ۳ میلی‌متر انتهای ریشه‌ها با دو زاویه صفر و ۴۵ درجه قطع شد. با استفاده از دستگاه اولتراسونیک حفرات انتهای ریشه تهیه گردید؛ سپس هر گروه به دو زیر گروه تقسیم و با آمالگام یا pro root MTA پر شد. پس از ۷۲ ساعت انکوباسیون، کلیه سطوح دندانها به جز ۳ میلی‌متر آپیکال با دو لایه لاک ناخن پوشانیده شد، همچنین بخش تاجی دندانها توسط گلاس آینومر ترمیم گردید؛ سپس نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در متیلن بلوی ۲٪ با PH=7 قرار گرفت. پس از شستشوی دندانها با آب، به وسیله دیسک الماس و هندپیس، از جهت مزیدویستال اقدام به مقطع‌گیری دندانها گردید. مقاطع زیر استریو میکروسکوپ با بزرگنمایی ۵۰ برابر خوانده شد. داده‌های مطالعه با استفاده از آزمون آماری آنالیز واریانس دو طرفه و Tukey مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و $p < 0/05$ به عنوان سطح معنی‌داری در نظر گرفته شد.

یافته‌ها: نتایج این مطالعه نشان داد که نوع ماده پرکننده انتهای ریشه به طور معنی‌دار در ریزش تأثیر داشت؛ به طوری که ریزش MTA نسبت به آمالگام کمتر بود، ولی میزان زاویه قطع ریشه اثر معنی‌داری بر ریزش نداشت.

نتیجه‌گیری: طبق نتایج مطالعه حاضر به نظر می‌رسد، استفاده از MTA به جای آمالگام، درصد موفقیت درمان جراحی را به علت توانایی برتر در مهر و موم ناحیه آپیکال، بالا می‌برد؛ در حالی که زاویه قطع ریشه بسته به نظر جراح و محل مورد نظر می‌تواند افزایش یا کاهش یابد.

کلیدواژه‌ها: ماده پرکننده انتهای ریشه؛ آمالگام؛ MTA؛ زاویه Bevel

وصول: ۸۳/۱۲/۰۵ اصلاح نهایی: ۸۴/۱۰/۱۱ تأیید چاپ: ۸۴/۱۱/۳۰

مقدمه

نامناسب سیستم کانال ریشه و تهاجم باکتریها و محصولات آنها به بافتهای پری‌رادیکولر است (۲). در مواردی که با شکست مواجه شده‌اند، درمان مجدد به روش غیر جراحی رایج است (۱). در برخی موارد به علت پیچیدگی سیستم کانال ریشه و وجود سدهای فیزیکی، نتیجه قابل قبول از طریق درمان مجدد حاصل نمی‌شود که در این صورت جراحی توصیه می‌شود.

نظر به این که بیشتر شکستهای درمان، متعاقب ریزش

مطالعات مختلف نشان داده‌اند که علت اصلی بیماریهای پالپ و پری‌رادیکولار، آلودگی باکتریال این بافتهای می‌باشد (۱). هدف از درمان اندودانتیک، دسترسی مناسب به میکروارگانیسیم‌ها و دبری‌های نکروتیک کانال جهت حذف بیشتر آنها و کاهش منبع تحریک ناحیه پری‌رادیکولر پس از پر کردن سه بعدی کانال است.

یکی از دلایل عمده شکست‌های اندودانتیک، پاکسازی

آمالگام و MTA، همچنین تأثیر میزان bevel انتهایی ریشه انجام شد.

روش بررسی

این مطالعه تجربی آزمایشگاهی در سال ۸۲-۸۳ در بخش اندودانتیکس دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی تهران انجام شد. ۱۴۸ دندان خارج شده انسان انتخاب گردید. دندانهای مورد مطالعه تک کاناله بوده، کلسیفیکاسیون در کانال نداشته و تا حد ممکن بدون انحنا آشکار بودند که این اطلاعات از طریق تصاویر رادیوگرافی به دست آمد. عدم وجود ترک در دندانها با استفاده از ذره‌بین تأیید شد.

پس از ضدعفونی دندانها با هیپوکلریت سدیم ۵/۲۵٪، تاج از ناحیه اتصال مینا و سمتموم (CEJ) یا پایینتر از آن، توسط فرز الماسی و توربین قطع گردید به نحوی که ریشه‌هایی با طول حدود ۱۵ میلی‌متر به دست آمد. سپس اقدام به پاکسازی و شکل‌دهی کانالها شد، به نحوی که به محض مشاهده نوک فایل در آپکس، ۱ میلی‌متر از این طول کاسته و به عنوان طول کارکرد در نظر گرفته شد. آماده‌سازی ناحیه فورامن آپیکال تا شماره ۴۰ صورت گرفت. سپس تا شماره ۸۰ با کم کردن ۰/۵ میلی‌متر از طول هر فایل بعدی، flaring کانالها انجام شد. قسمت تاجی کانالها با Gates glidden شماره ۲ و ۳ گشاد گردید. در فواصل استفاده از هر فایل کانال با ۲ میلی‌لیتر محلول هیپوکلریت سدیم ۵/۲۵٪ شستشو داده شد. سپس با استفاده از گوتاپرکا و سیلر AH 26 پر کردن کانالها به روش تراکم جانبی انجام گرفت. پس از ۲۴ ساعت انکوباسیون، جهت اطمینان از سخت شدن سیلر و تقسیم دندانها به دو گروه ۶۴ تایی اقدام به قطع انتهایی ریشه شد.

در یک گروه ۳ میلی‌متر انتهایی ریشه با زاویه صفر درجه عمود بر محور طولی ریشه و در گروه دیگر، ۳ میلی‌متر انتهایی ریشه با زاویه ۴۵ درجه قطع شد. سپس حفرات انتهایی ریشه به عمق ۳ میلی‌متر با استفاده از دستگاه اولتراسونیک

مواد محرک از قسمت آپیکال کانال ریشه رخ می‌دهد، ماده پر کننده انتهایی ریشه باید در کانالی که به طور ناقص مهر و موم شده است، مهر و موم آپیکالی مناسبی را فراهم نماید (۱-۴).

آمالگام از رایجترین مواد پر کننده انتهایی ریشه، از دیرباز مورد استفاده بوده است. pro root MTA نیز در دهه ۹۰ توسط ترابی‌نژاد وارد بازار دندانپزشکی شد. قابلیت مهر و موم خوب، سازگاری نسجی و قابلیت دسترسی آسان از جمله مزایایی است که برای آمالگام ذکر شده است؛ در حالی که ریزش اولیه، حساسیت به رطوبت و تغییر رنگ بافتهای مجاور از جمله معایب آمالگام می‌باشد (۵، ۶).

محتویات pro root MTA شامل تری‌کلسیم سیلیکات، تری‌کلسیم آلومینات، تری‌کلسیم اکساید و اکسید سیلیکات می‌باشد (۷، ۸).

مطالعات بسیار زیادی در مورد ریزش، مهر و موم حاشیه‌ای و سازگاری نسجی pro root MTA انجام شده است که برتری این ماده را نسبت به آمالگام و سایر مواد نشان می‌دهد (۲، ۹، ۱۰، ۱۱-۱۷). طولانی بودن زمان سخت شدن و عدم سهولت کار از معایب MTA به شمار می‌رود (۸). علاوه بر مواد پر کننده انتهایی ریشه، زاویه bevel نیز اثر مهمی در میزان ریزش آپیکال دارد. هرچه میزان bevel کمتر باشد، میزان ریزش نیز کمتر می‌شود (۱۸-۲۰).

جهت دید و دسترسی مناسب به محل جراحی با استفاده از فرز، تهیه حفره انتهایی ریشه با کمک bevel باکولینگوال انجام می‌شود. امروزه با استفاده از دستگاه اولتراسونیک، مشکلاتی که در تهیه حفره انتهایی ریشه به روش معمول وجود دارد، مرتفع شده است. با توجه به مطالب ذکر شده و اهمیتی که میزان مهر و موم آپیکال در جلوگیری از ریزش و موفقیت و شکست درمان جراحی دارد، مطالعه حاضر با هدف ارزیابی میزان ریزش آپیکال متعاقب استفاده از

نفوذ رنگ بین ماده پر کردگی و دیواره کانال بر حسب میکرون اندازه‌گیری شد.

داده‌های مطالعه حاضر با استفاده از آزمون آماری آنالیز واریانس دو طرفه و Tukey مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و $p < 0.05$ به عنوان سطح معنی‌داری در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که در هر ۴ گروه مورد مطالعه نفوذ رنگ وجود داشت و این بدان معنی است که مواد پرکننده انتهای کانال و زوایای قطع ریشه در این تحقیق به طور مطلق از ریزش جلوگیری نمی‌نمایند.

میانگین کل نفوذ رنگ برای گروه‌های مورد مطالعه در جدول ۱ قابل مشاهده است.

جدول ۱- میانگین نفوذ رنگ در گروه‌های مورد مطالعه (میکرون)

گروه‌های آزمایشی	بدون Bevel	همراه Bevel
انحراف معیار ± میانگین	انحراف معیار ± میانگین	انحراف معیار ± میانگین
آمالگام	۱۰۸/۶۶ ± ۵۷۴/۳	۱۰۵/۰۳ ± ۷۶۰/۵
MTA	۱۰۵/۹ ± ۲۷۰/۶	۱۰۷/۸ ± ۳۲۸/۲

با استفاده از آزمون آنالیز واریانس دوطرفه، اختلاف معنی‌داری بین گروه آمالگام و MTA مشاهده شد، به طوری که MTA نسبت به آمالگام قابلیت مهر و موم‌کنندگی بهتری داشت؛ ولی میزان زاویه قطع ریشه اثر معنی‌داری بر ریزش نداشت.

چنانچه در یک گروه ماده پر کننده انتهای ریشه یکسان بود، اثر زاویه قطع ریشه تفاوت معنی‌داری بر روی میزان ریزش نداشت؛ ولی وقتی دو گروه با یک bevel مشابه و مواد پر کننده انتهای ریشه متفاوت، بررسی شدند میزان ریزش به طور معنی‌دار در گروه MTA کمتر از گروه آمالگام بود.

(Mini Piezon FT-080 CN/Tip B) ایجاد گردید. هر گروه جهت پر کردن حفره انتهای ریشه به دو زیر گروه تقسیم شد.

گروه اول شامل ۳۲ دندان بدون bevel که حفرات انتهای ریشه با آمالگام (Luxalloy non gamma2) پر شد.

گروه دوم شامل ۳۲ دندان، بدون Bevel و حفرات انتهای ریشه با pro root MTA (Dentsply/Mailleferre) پر شد.

MTA طبق دستور کارخانه سازنده (۳ قسمت پودر، ۱ قسمت آب مقطر) مخلوط و با استفاده از MTA Carrier داخل حفرات قرار گرفت.

گروه سوم شامل ۳۲ دندان همراه bevel که حفرات انتهای ریشه با آمالگام پر شد.

گروه چهارم شامل ۳۲ دندان همراه bevel که حفرات انتهای ریشه با MTA پر شد.

به منظور سخت شدن مواد پر کننده انتهای ریشه، نمونه‌ها به مدت ۷۲ ساعت در انکوباتور (C ۳۷° و رطوبت ۱۰۰٪) قرار گرفتند. جهت جلوگیری از ریزش کرونال، بخش تاجی ریشه‌ها با استفاده از گلاس آینومر ترمیم گردید؛ همچنین به منظور بستن مسیره‌های اضافی نشت از طریق توپول‌های عاجی و کانال‌های فرعی، کلیه سطوح ریشه‌ها به جز ۳ میلی‌متر انتهایی، با ۲ لایه لاک ناخن پوشانده شد.

۱۰ دندان به عنوان کنترل مثبت و ۱۰ دندان به عنوان کنترل منفی منظور گردید. در گروه کنترل مثبت، حفرات انتهای ریشه با هیچ ماده‌ای پر نشد و در گروه کنترل منفی، حفرات با موم چسب ذوب شده پر گردید و تمام سطوح ریشه از جمله موم چسب با دو لایه لاک ناخن پوشانده شد.

سپس نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در متیلن بلوی ۲٪ با PH=7 قرار گرفت. پس از شستشوی دندانها با آب، با استفاده از دیسک فلزی الماسی و هندپیس، مقطع گیری ریشه‌ها از بعد میویدیستال انجام گرفت. پس از آن، کلیه نمونه‌ها زیر استرومیروسکوپ با بزرگنمایی ۵۰ برابر خوانده شد و میزان

بحث و نتیجه گیری

مواد بسیاری به عنوان پرکننده انتهای ریشه مورد استفاده قرار گرفته‌اند (۸). Pro root MTA ماده‌ای است که در دهه ۹۰ توسط ترابی‌نژاد وارد بازار دندانپزشکی شد که یکی از موارد استفاده آن به عنوان ماده پرکننده انتهای ریشه بود. تحقیق حاضر نشان داد، نوع ماده پرکننده انتهای ریشه اثر معنی‌داری در میزان ریزش داشت؛ در حالی که زاویه bevel اثر معنی‌داری نداشت. اگرچه در هر گروه، میانگین نفوذ رنگ در زیر گروه بدون bevel کمتر از زیر گروه با bevel بود، ولی این تفاوت از لحاظ آماری معنی‌دار نبود.

نتایج تحقیق حاضر با نتایج مطالعات ترابی‌نژاد و همکاران، Min Kai Wu و همکاران، Hang mingtang و همکاران Bates و همکاران و Yatsushiro و همکاران که MTA را از نظر توانایی مهر و موم آپیکال برتر از آمالگام اعلام کرده‌اند، موافق است (۲، ۱۰-۱۵). نتایج این تحقیق که با استفاده از روش نفوذ رنگ بررسی شد، نتایج تحقیقات بررسی ریزش با استفاده از نفوذ باکتری را نیز تأیید می‌نماید. این تحقیقات نیز MTA را از نظر قدرت مهر و موم نسبت به آمالگام، برتر دانسته‌اند (۹، ۶). سایر تحقیقات نیز میزان ریزش کمتر MTA را نسبت به سایر مواد پرکننده انتهای ریشه گزارش کرده‌اند (۱۶، ۱۷، ۲۱).

علاوه بر ماده پرکننده انتهای ریشه، میزان bevel نیز در ریزش آپیکال مؤثر است. نتیجه تحقیق حاضر با آنچه Gilheany و همکاران و Gagliani و همکاران گزارش کرده‌اند، متفاوت است. این محققان دریافتند که هرچه میزان bevel در قطع ریشه کمتر باشد، میزان ریزش به طور معنی‌داری کمتر می‌شود (۱۹، ۲۰)، در حالی که در تحقیق

منابع:

حاضر، میزان bevel تأثیر معنی‌داری بر میزان ریزش نداشت. این تفاوت را می‌توان به حجم نمونه، نوع تجاری ماده مورد استفاده (به خصوص آمالگام)، تفاوت در نوع دستگاه اولتراسونیک، روش اجرا، نحوه اندازه‌گیری متغیرها و زاویه bevel (در مطالعه حاضر با زاویه صفر و ۴۵ درجه و در مطالعات دیگر با زوایای صفر، ۴۵، ۳۰ و ۶۰ درجه) نسبت داد. نتایج تحقیق حاضر مطابق با مطالعه رزمی و یوسفی مبنی بر معنی‌دار نبودن تفاوت میزان ریزش در سه گروه مورد مطالعه (bevel صفر، ۳۰ و ۴۵ درجه) می‌باشد (۲۲).

با توجه به نقایص بررسی ریزش نفوذ رنگ برای آن که بتوان به نتیجه دقیقی درباره برتری مواد در قابلیت مهر و موم آپیکال و یا دستیابی به بهترین زاویه قطع ریشه رسید، باید شرایط مشابه کلینیکی از لحاظ کنترل رطوبت و خون فراهم نمود و تحقیقات بیشتری در این زمینه انجام داد.

طبق مطالعه حاضر نوع ماده پرکننده انتهای ریشه بر میزان ریزش آپیکال مؤثر است. به طوری که در گروه MTA میزان ریزش کمتر از گروه آمالگام بود؛ ولی از لحاظ میزان bevel قطع ریشه، تفاوت معنی‌داری بین گروه‌ها مشاهده نشد. براساس نتایج مطالعه حاضر، طبق نظر جراح و محل دندان مورد نظر می‌توان میزان bevel را تعیین نمود. از آن جایی که بیشتر تحقیقات نشان داده‌اند هرچه میزان bevel بیشتر باشد، میزان ریزش آپیکال نیز بیشتر می‌شود، باید در کمتر باز شدن توبول‌های عاجی یا کم کردن زاویه قطع ریشه بیشتر دقت نمود.

با توجه به نتایج این تحقیق، MTA به عنوان ماده پرکننده انتهای ریشه پیشنهاد می‌گردد.

1- Torabinejad M, Pittford TR. Root end filling materials: a review. Endod Dent Traumatol 1996; 12: 161-78.

2- Torabinejad M, Watson TF, Pittford TR. The sealing ability of mineral trioxide aggregate as a retrograde filling material. J Endod 1993; 14: 391-8.

3- Ingle JI, Bakland LK. Endodontics. 5th ed. BC Decker Inc. Philadelphia; 2002. p. 248-57.

- 4- Harty FJ, Parkins BJ, Wengraf AM. Success rate of apicoectomy. A retrospective study of 1016 cases. *Br Dent J*. 1970; 129: 407-13.
- 5- Peltola M, Tuula S, Kiostyo O. Toxic effects of various retrograde root end filling materials on gingival fibroblasts and rat sarcoma cells. *Endod Dent Traumatol* 1992; 8: 120-24.
- 6- Fischer EJ, Arens DE, Miller CH. Bacterial leakage of MTA as compared with Zinc-free Amalgam, intermediate restoration material and super-EBA as a root end filling material. *J Endod* 1998; 24 (3): 176-9.
- 7- Jou YT, Pert C. Is there a best retrograde filling material? *DCNA* 1997; 41(3): 555-61.
- 8- Cohen S, Burns RC. *Pathways of the Pulp*. 8th ed. Mosby. USA. 2002. 683-92.
- 9- Torabinejad M, Rastegar A, Kettering JD, Pottford TR. Bacterial leakage of MTA as a root end filling material. *J Endod* 1995; 21(3): 109-12.
- 10- Torabinejad M, Smith PW, Kettering JD, Pittford TR. Comparative investigation of marginal adaptation of MTA and other commonly used root end filling material. *J Endod* 1995; 21 (6): 195-99.
- 11- Wu MK, Kontakiotis EG, Wesselink PR. Long term seal provided by some root end filling materials. *J Endod* 2002; 24: 557-60.
- 12- Hang Ming Tang, Torabinejad m, Kettering JD. Leakage evaluation of root end filling materials using endotoxin. *J Endod* 2002; 28 (1): 5-7.
- 13- Torabinejad M, Higa RK. Dye leakage of four root end filling materials: effect of blood contamination. *J Endod* 1994; 20(4): 159-63.
- 14- Bates CF, Cames DI, Del Rio CE. Longitudinal sealing ability of mineral trioxide aggregate as a root end filling material. *J Endod* 1996; 22 (11): 575-78.
- 15- Yatsushiro JD, Baumgartner C, Tinkle JS. Longitudinal study of mineral trioxide aggregate as a root end filling material using a fluid conductive system. *J Endod* 1998; 24(11): 716-9.
- 16- Martell B, Chandler NP. Electrical and dye leakage comparison of three root end restorative, materials. *Quintessence Int* 2002; 33(1): 30-4.
- 17- Mangin C, Yasilsoy C, Nissan R, Stevens R. The comparative sealing ability of hydroxyapatite cement, mineral trioxide aggregate and super ethoxybenzoic acid as root-end filling materials. *J Endod* 2003; 29(4): 261-4.
- 18- Carr GB. Ultrasonic root end preparation. *DCNA* 1997; 41(3): 541-53.
- 19- Gagliani M, Taschieri S, Molinati R. Ultrasonic root end preparation: influence of cutting angle on the apical seal. *J Endod* 1998; 24(11): 726-30.
- 20- Gilheany PA, Fidgor D, Tyas MJ. Apical dentin permeability and microleakage associated with root end resection and resection and retrograde filling. *J Endod* 1994; 20(1): 22-6.
- 21- Peters CI, Peters OA. Occusal loading of EBA and MTA root end filling in an computer controlled masticator: a SEM study. *Int Endod* 2002; 35(1): 22-9.

۲۲- رزمی حسن (استاد راهنما)، یوسفی اشکان. بررسی اثر زاویه قطع ریشه بر میزان سیل آپیکال. پایان نامه شماره ۳۹۲۷. دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران. سال تحصیلی ۸۰-۱۳۷۹.