

## مقایسه میزان ریزنشست اپیکالی روش تراکم طرفی همراه با Tug-back و بدون Tug-back با استفاده از دو نوع سیلر مختلف

دکتر مسعود پریخ<sup>۱</sup>، دکتر محمدخسرو حامد زاده<sup>۲</sup>، فاطمه حسین نخعی<sup>۳</sup> و دکتر محمد تراشی<sup>۴</sup>

### خلاصه

به منظور تعیین تأثیر نوع سیلر بر روی ریزنشست پرکردگی‌های ریشه با حضور یا بدون حضور Tug-Back (T.B)، ۷۰ دندان تک کاناله مورد استفاده قرار گرفت. پس از آماده‌سازی کانال‌ها با تکنیک Step-Back دندان‌ها به شش گروه به ترتیب زیر تقسیم شدند: ۵ دندان به عنوان کنترل مثبت با تکنیک lateral condensation (LCT) با گوت‌پرکا و بدون سیلر پر شدند. ۵ دندان به عنوان کنترل منفی که تمام قسمت‌ها از جمله ناحیه اپیکال فورامن با لاک ناخن پوشانیده شدند و بقیه در ۴ گروه ۱۵ عددی که در گروه اول با وجود TB با روش LCT با سیلر ZOE، در گروه دوم بدون وجود TB با روش LCT و با سیلر ZOE، در گروه سوم با وجود TB با روش LCT و سیلر رات و در گروه چهارم بدون حضور TB و با سیلر رات پر شدند. سپس دندان‌ها در جوهر پلیکان به مدت ۷۲ ساعت قرار داده شد. آن‌گاه در جهت محور طولی به دو نیمه گردیدند. میزان نفوذ رنگ با استفاده از استریومیکروسکوپ مورد سنجش قرار گرفت. نتایج نشان داد در هر دو حالت با TB و بدون TB، نوع سیلر تأثیری بر میزان ریزنشست اپیکالی ندارد.

### واژه‌های کلیدی: ریزنشست، Tug-Back، سیلر، پرکردن کانال

### مقدمه

پذیرای مواد پرکننده باشد (۳). پرکردن کانال و ایجاد seal بخصوص در انتهای آن از اهمیت زیادی برخوردار است. بدون seal کافی، امکان عفونی شدن مجدد کانال و در نتیجه عدم موفقیت درمان بسیار زیاد است. به همین سبب روش‌ها و مواد متعددی جهت برقرار نمودن seal ناحیه اپیکالی مورد آزمایش و تحقیق قرار گرفته است (۲، ۴، ۵، ۷). شایع‌ترین روش مورد استفاده جهت پرکردن کانال روش Lateral condensation (L.C.T) می‌باشد (۱۶، ۱۸، ۲۰). در این روش از یک مخروط گوت‌پرکا به عنوان کن اصلی (MC) استفاده شده و سپس تعدادی مخروط فرعی در کنار آن گذارده می‌شود. برخی معتقدند یکی از شرایطی که MC باید دارا باشد، تطابق با دیواره‌های کانال

حفظ دندان‌ها برای استمرار قدرت جویدن و تکلم و زیبایی از اهمیت زیادی برخوردار است. اما ممکن است به دلایل متعددی از جمله پوسیدگی، تروما و یا بیماری‌های پریودنتال پالپ دندان دچار صدمه و یا نکروز شده و لذا نیاز به اقدامات درمانی داشته باشد. درمان کانال ریشه (Root canal therapy, RCT) آخرین راه نگهداری محافظه کارانه دندان پس از وارد شدن صدمه جبران‌ناپذیر به پالپ آن می‌باشد (۲). جهت انجام یک RCT مناسب باید تمام عوامل مخرب، میکروارگانیسم‌ها و بافت‌های باقیمانده پالپی را از کانال دندان خارج کرده و آن را به طرز مناسبی شکل داد تا بتواند

۱- دانشیار گروه اندو، ۲- استادیار گروه اندو، دانشکده دندانپزشکی، ۳- مربی گروه آمار زیستی و اپیدمیولوژی دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی - درمانی کرمان ۴- دندانپزشک

دندان‌ها به وسیله دیسک الماسی (D&Z - آلمان) از ناحیه cemento enalem junction قطع گردیده و ریشه‌ها در محلول سرم فیزیولوژی ۰/۹٪ نگهداری شدند. طول کارکرد (Working length) با قرار دادن یک فایل شماره ۱۰ از نوع Maillefer-K Flexofile سویس و رؤیت نوک فایل از انتهای ریشه و کم کردن یک میلی‌متر از طول آن تعیین گردید. آنگاه دندان‌ها به شش گروه تقسیم شدند. چهار گروه آزمون هر یک شامل ۱۵ دندان که کانال‌های آنها ابتدا تا فایل شماره ۴۰ (Maillefer-K flexofile) به عنوان Master apical file آماده سازی گردیده و سپس قسمت بالای کانال به روش step Back تا فایل شماره ۵۵ و بعد با Gates Glidden شماره ۲ و ۳ (Maillefer - سویس) flare گردیدند، آنگاه عمل Patency با فایل شماره ۱۰ جهت اطمینان از باز بودن اپیکال فورامن انجام شد. در فواصل آماده سازی، کانال با محلول سرم فیزیولوژی ۰/۹٪ شستشو داده می‌شد. سپس کانال با مخروط کاغذی شماره ۴۰ (آردیادنت - ایران) خشک شده و پس از گرفتن Tug Back با Finger spreader شماره C (Maillefer - سویس) با فاصله ۱ میلی‌متر کمتر از طول کارکرد با روش LCT با سیلر (ZOE - Kem dent - انگلستان) پر شدند. در گروه دوم به همان ترتیب گروه اول آماده سازی کانال انجام شد، اما به جای MC شماره ۴۰ از گوتا‌پرکا سایز ۳۵ استفاده و پس از اطمینان از عدم وجود TB اقدام به پر کردن دندان با روش LCT گردید. گروه سوم نیز به همان ترتیب گروه اول آماده گردید و سپس با استفاده از سیلر رات (شرکت آسیا طب شیمی - ایران) با گوتای ۴۰ و با وجود TB پر شدند. گروه چهارم همانند گروه سوم با سیلر رات ولی با MC شماره ۳۵ و بدون TB پر شدند. از تمام دندان‌ها در طی مراحل کار و پس از پر کردن کانال برای حصول اطمینان از کیفیت پرکردگی رادیوگرافی به عمل آمد. دو گروه دیگر هر یک شامل ۵ دندان به عنوان گروه کنترل مثبت و گروه کنترل منفی در نظر گرفته شدند. در گروه کنترل مثبت پس از آماده کردن کانال به ترتیبی که در قبل توضیح داده شد، کانال بدون سیلر با گوتا‌پرکا پر شد. در چهار گروه آزمون و گروه کنترل مثبت دندان‌ها در رطوبت ۱۰۰٪ در انکوباتور با درجه حرارت ۳۷°C به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شدند. سپس دندان‌ها به جز در ناحیه ۱ میلی‌متری انتهایی به وسیله دو لایه لاک ناخن پوشانیده شدند. در گروه کنترل منفی، پس از آماده سازی، کانال‌ها پر نشدند، اما تمام سطح ریشه و اپیکال فورامن به وسیله دو لایه لاک ناخن پوشانیده شد. آن‌گاه کلیه دندان‌ها به مدت ۷۲ ساعت به طور عمودی در جوهر پلیکان (Pelikan - آلمان) به نحوی قرار گرفتند که سه میلی‌متر تاجی آنها

در اپیکالی است، که در این حالت پس از گذراندن MC در کانال، به هنگام خارج کردن آن از کانال احساس مقاومت در برابر خارج شدن گوتا‌پرکا به دندانپزشک دست می‌دهد. این پدیده را اصطلاحاً Tug Back (TB) می‌نامند (۱). مطالعات متعددی در زمینه لزوم وجود یا عدم وجود TB انجام شده است (۱،۳،۴،۵،۱۰،۱۱،۱۴). برخی از این مطالعات بر لزوم وجود TB تأکید کرده‌اند (۳،۴،۱۰،۱۱) و برخی آن را تا حدی مؤثر دانسته‌اند (۱) و برخی وجود آن را ضروری ندانسته‌اند (۵). اگر چه شرایط متفاوتی در انجام این مطالعات وجود داشته و روش‌های گوناگونی برای ارزیابی میزان ریزش مورد استفاده قرار گرفته اما در همه این مطالعات نقش RCT به عنوان یکی از عوامل مؤثر بر ایجاد seal نادیده گرفته شده به نحوی که در تمام مطالعات اعم از این که وجود T.B را الزامی بداند (۳،۴) و یا این که ضرورت وجود آن را مورد تأکید قرار ندهد (۵) همگی از یک نوع سیلر استفاده شده است. در حالی که تحقیقات متعدد نشان داده که انواع مختلف سیلر، ریزش متفاوتی را در هنگام پر کردن کانال نشان می‌دهند (۷،۹،۱۷). یکی از دلایل به دست آمدن نتایج مختلف در مطالعات انجام شده نیز ممکن است به همین دلیل باشد. بنابراین انجام مطالعه‌ای که در آن سیلرهای متفاوت مورد استفاده قرار بگیرد و در آن وجود یا عدم وجود TB از نظر میزان ریزش بررسی شود، ضروری به نظر می‌رسد. پژوهش حاضر با این انگیزه و جهت روشن نمودن میزان تأثیر همراهی انواع سیلر با TB و بدون آن در ریزش پرکردگی کانال ریشه انجام گردیده است.

#### مواد و روش کار

جهت انجام مطالعه از ۷۰ دندان تک کاناله تازه کشیده شده (به علت پوسیدگی و بیماری‌های پریدونتال) انسان که بدون انحناء و فاقد تحلیل و پوسیدگی در سطح ریشه دندان بوده و آپکس آنها بسته بود، استفاده گردید. دندان‌ها بلافاصله پس از کشیده شدن در محلول فرمالین ۱۰ درصد (Merck - آلمان) قرار داده شدند و قبل از شروع کار جرم و بقایای بافت نرم روی آنها به وسیله تیغه بیستوری شماره ۱۵ (Martin - آلمان) از سطح دندان‌ها پاک شد. سپس به مدت ۲۴ ساعت در محلول هیپوکلریت سدیم ۵/۲۵٪ (گلونگ - ایران) جهت تمیز شدن کامل سطح ریشه قرار داده شدند. جهت اطمینان از تک کاناله بودن دندان‌ها و عدم وجود کلسیفیکاسیون و تحلیل داخلی در کانال، رادیوگرافی پری اپیکال (آگفا - بلژیک) از دو نمای باکولینگوال و مزیدوستال به عمل آمد. سپس تاج تمام

و دوم و هم چنین سوم و چهارم اختلاف آماری معنی داری وجود دارد ( $P < 0/0001$ ). به این ترتیب وجود TB موجب کاهش معنی داری در میزان نفوذ رنگ می‌گردد. اما میان گروه‌های اول و سوم و همچنین دوم و چهارم تفاوت آماری معنی داری وجود ندارد. بین گروه‌های دوم و سوم و اول و چهارم اختلاف آماری معنی داری وجود داشت ( $P < 0/0001$ ).

مقایسه میزان نفوذ رنگ نشان دهنده آن است که اگر چه سیلر ZOE در هر دو گروه با و بدون TB نفوذ کمتری را نسبت به سیلر رات نشان می‌دهد، اما این تفاوت معنی دار نیست (جدول ۱).

### بحث و نتیجه گیری

بررسی میزان ریزشست در پرکردگی‌های کانال از اهمیت زیادی در درمان ریشه برخوردار است و به همین سبب روش‌های متعددی جهت ارزیابی میزان ریزشست پرکردگی‌های ریشه دندان مورد استفاده قرار می‌گیرد. استفاده از رنگ، رادیوایزوتوپ‌ها، میکروپ‌ها، اسپکتروفتومتری، میکروسکوپ الکترونی و... از جمله این روش‌ها هستند (۱).

بررسی نفوذ رنگ امروزه متداول‌ترین روش تعیین میزان ریزشست پرکردگی‌های کانال دندان است (۴-۲). هر چند اندازه مولکول‌های رنگ بسیار کوچکتر از میکروارگانسیم‌هایی است که توانایی نفوذ به فضای بین پرکردگی و دیوار کانال را دارا می‌باشند، اما این اندازه می‌تواند مشابه مولکول‌های مایعاتی باشد که در اثر پدیده Percolation وارد کانال شده و با حل کردن سیلر و ایجاد فاصله میان ماده پرکننده و دیواره کانال، سبب فراهم آوردن محیط مناسبی برای فعالیت میکروارگانسیم‌ها می‌گردد (۱۵، ۲). مطالعه Barthele و همکاران که به مقایسه نفوذ باکتری و رنگ پرداخته بود، نشان داد که اندازه مولکول‌های مواد نفوذ کننده ممکن است به تنهایی برای تعیین دقت seal پرکردگی کانال ریشه کافی نباشد (۶). اما باید در نظر داشت که راه دیگری برای ارزیابی دقیق‌تر این امر وجود ندارد. به همین جهت در مطالعه ما نیز مانند مطالعات مشابه (۱۳، ۷، ۴، ۲) جهت مقایسه ریزشست در گروه‌های مورد بررسی از نفوذ رنگ استفاده گردید. روش‌های متعددی جهت اندازه گیری میزان نفوذ رنگ به داخل کانال وجود دارد (۱۷، ۹، ۳). clearing و شفاف سازی ریشه، ایجاد برشی عرضی و ایجاد برشی طولی از جمله روش‌هایی هستند که مورد استفاده قرار می‌گیرند. تکنیک clearing به سبب دقت پایین‌تر کمتر متداول است (۱۷). به علاوه برخی از سیلرها نیز به دلیل آن که پس از سخت شدن کمی تغییر رنگ می‌دهند، امکان تشخیص صحیح میزان ریزشست رنگ را

از ظرف بیرون باشد. سپس دندان‌ها با آب جاری به مدت ۱ دقیقه شستشو داده شده و با استفاده از تیغه بیستوری، رنگ آبی جوهر و لاک ناخن باقیمانده از سطح دندان‌ها پاک شده و به کمک دیسک الماسی به موازات محور طولی دندانی به دو نیمه تقسیم گردیدند. برای بررسی میزان نفوذ ماده رنگی از استریومیکروسکوپ (MS HEERBURG WILD - سویس) با درشتنمایی ۳۴ برابر استفاده شد. نمونه‌ها با دقت دهم میلیمتر اندازه گیری گردید و نفوذ ماده رنگی در هر دو نیمه مورد بررسی قرار گرفته و بیشترین میزان نفوذ به عنوان ریزشست در نظر گرفته شد. برای بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها از آزمون Kolmogrov-smirnov استفاده گردید و سپس جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از آنالیز واریانس یک طرفه و برای مقایسه چند گانه بین گروه‌ها از روش (Least significant differences) استفاده گردید.

### نتایج

در گروه کنترل مثبت همه نمونه‌ها نفوذ رنگ را نشان دادند و متوسط نفوذ رنگ ۶/۹۰ میلیمتر بود. ولی در گروه کنترل منفی هیچگونه نفوذ رنگی مشاهده نگردید. مقایسه دو بدوی گروه‌های آزمون نشان داد که در مورد میزان نفوذ رنگ میان گروه‌های اول

جدول ۱: میانگین میزان ریزشست رنگ و بین چهار گروه دندان که ریشه آنها با دو نوع سیلر مختلف با و بدون Tug-back پر شده‌اند

مقدار P	مقایسه گروه‌ها	متوسط نفوذ رنگ (میلی متر)
0/000	۱	0/67
	۲	3/06
0/514	۱	0/67
	۳	0/81
0/000	۱	0/67
	۴	3/17
0/0001	۲	3/06
	۳	0/81
0/508	۲	3/06
	۴	3/17
0/000	۳	0/81
	۴	3/17

گروه ۱ - سیلر ZOE با TB، گروه ۲ - سیلر ZOE بدون TB،

گروه ۳ - سیلر رات با TB و گروه ۴ - سیلر رت بدون TB

مشکل می‌سازند (۸). برشی عرضی به دلیل آن که در فاصله هر برش تا برش بعدی امکان متوقف شدن ریزش وجود دارد و فاصله برش‌ها از یکدیگر ممکن است در حدی باشد که میزان دقیق نفوذ را نشان ندهد، از دقت کمتری برخوردار است (۱۷). روش برشی طولی علاوه بر سهولت اجرا از دقت مناسبی برخوردار است و اکثر مطالعات نیز با استفاده همین روش به انجام رسیده است (۱،۲،۳،۴،۷). لذا در تحقیق حاضر نیز از این روش استفاده شد.

مشکل می‌سازند (۸). برشی عرضی به دلیل آن که در فاصله هر برش تا برش بعدی امکان متوقف شدن ریزش وجود دارد و فاصله برش‌ها از یکدیگر ممکن است در حدی باشد که میزان دقیق نفوذ را نشان ندهد، از دقت کمتری برخوردار است (۱۷). روش برشی طولی علاوه بر سهولت اجرا از دقت مناسبی برخوردار است و اکثر مطالعات نیز با استفاده همین روش به انجام رسیده است (۱،۲،۳،۴،۷). لذا در تحقیق حاضر نیز از این روش استفاده شد.

ممكن است یکی دیگر از دلایل تفاوت مطالعات انجام شده (۱،۳،۴) با مطالعه Allison استفاده از گوتاپرکای استاندارد در مطالعات یاد شده باشد، در حالی که Allison از گوتاپرکای Conventional برای پرکردن کانال استفاده نموده است (۵). اگر چه در منابع نیز در این زمینه اختلاف نظر وجود دارد، Johnson و Walton معتقدند که باید در کانال‌های کوچکتر از گوتاپرکای conventional استفاده کرد (۱۸)، اما Weine معتقد است که باید از گوتاپرکای استاندارد استفاده نمود (۱۹). مطالعه Metzger و همکاران نشان داد که در کانال‌های معمولی استفاده از گوتاپرکای استاندارد موجب به دست آوردن seal بهتری می‌شود (۱۳). در این مطالعه نیز از گوتاپرکای استاندارد استفاده شد. نتایج به دست آمده از این مطالعه، ضمن تأیید مطالعات قبلی (۱،۳،۴) بر لزوم داشتن TB، نشان داد که نوع سیلر اختلاف معنی‌داری در نتایج ایجاد نمی‌کند. این امر بیانگر آن است که تفاوت در سیلر مورد استفاده دلیلی بر عدم برقراری TB نمی‌باشد. بعلاوه نگاهی به جدول ۱ نشان می‌دهد که دو گروه فاقد TB تفاوت آماری معنی‌داری را با یکدیگر نشان نمی‌دهند. این امر نیز ممکن است دلالت بر آن داشته باشد که به دست آوردن TB را نمی‌توان با تعویض سیلر جبران نمود.

مطالعه منصف و هنردار که در آن از سیلر ZOE استفاده شده بود، نیز نشان داد که وجود TB خصوصاً در روش تراکم جانبی برای حصول seal بهتر از اهمیت زیادتری برخوردار است. آنها در مقایسه دو روش تراکم عمودی و جانبی، تنها در روش تراکم جانبی وجود TB را برای به دست آوردن seal بهتر الزامی دانسته‌اند (۴). اگر چه در مطالعه حاضر تنها روش تراکم جانبی مورد بررسی قرار گرفت اما نتایج آن با وجود استفاده از دو سیلر متفاوت مشابه با نتایج مطالعه آنها بود.

در خاتمه اگر چه می‌توان اذعان نمود که نتایج حاضر حداقل در مورد دو نوع سیلر با اساس ZOE می‌تواند بیانگر عدم نقش نوع سیلر در میزان ریزش گروه‌های حاوی TB باشد، اما استفاده از سیلرهای رزینی نظیر AH26 و مقایسه آن با سیلرهای با اساس ZOE جهت انجام پژوهش‌های بعدی در این زمینه توصیه می‌شود.

**Summary****Comparison of Apical Leakage in Lateral Condensation with and without Tug-back with Two Types of Root Canal Sealers**Parirokh M, DDS<sup>1</sup>., Hamedzadeh MK, DDS<sup>2</sup>., Hossein Nakhaei F, MSc<sup>3</sup>. and Tarashi M, DDS<sup>4</sup>.

1. Associate Professor , 2. Assistant Professor, Endodontic Department School of Dentistry, 3. Health Faculty Member, Kerman University of Medical Sciences and Health Services, Kerman, Iran. 4. Dentist

*In order to determine the effect of root canal sealer on microleakage of obturated root canals by lateral condensation technique (LCT) with and without tug-back (TB), seventy extracted single root canal teeth were examined. After preparation of root canal with step-back technique, teeth were divided to six groups as follows: 5 teeth as positive control group that obturated by LCT with gutta-perch without sealer. 5 teeth as negative control group in which entire root surfaces and apical foramen coated with nail varnish, and four experimental groups (each group consisted of 15 teeth). Group I ZOE with TB, group II ZOE without TB, group III Roth sealer with TB, and group IV Roth sealer without TB. Then the teeth were immersed in Pelikan ink for 72 hours and weperated in two peices through vertical long axis. Stereomicroscope observation showed that TB groups (I&III) have statistically less microleakage than non TB groups (II&IV) ( $P < 0.0001$ ). There was no significant differences between two TB groups. Results also showed no relationship between root canal sealer and apical leakage with and without TB in both type of sealers.*

**Key words:** Lateral condensation, Tug-back, Sealer, Canal obturation*Journal of Kerman University of Medical Sciences, 2002; 9(2):68-73***منابع**

۱. صادقی، احمد و فرهادیان، فرهاد: بررسی اثر Tug-Back بر سیل اپیکال بصورت Invitro. مجله دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی تهران، تابستان ۱۳۷۷، دوره هفدهم، شماره ۲، ص ۵۸-۵۱.
۲. علاءالدینی، مژگان: بررسی تأثیر میزان نفوذ اسپریدر در seal اپیکالی پرکردگی دندان. پایان نامه دکترای دندانپزشکی، شماره ۱۴۹، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کرمان، سال ۱۳۷۵.
۳. لطفی، مهرداد؛ رحیمی، سعید؛ وثوق حسینی، سیده و ندیمی، جواد: بررسی آزمایشگاهی Tug-Back در نشت انتهای ریشه دندان. مجله دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تابستان ۱۳۷۸، دوره هفدهم، ص ۲۹۸-۲۹۴.
۴. هنردار، کیامرت: ارزیابی نقش Tug-Back و تأثیر آن بر سیل اپیکال. پایان نامه دکترای تخصصی، شماره ۴۹، دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی مشهد، ۱۳۷۴.

5. Allison DA, Michelich RJ and Walton RE. The influence of master cone adaptation on the quality of the apical seal. *J Endod* 1981; 7(2): 61-5.
6. Barthel CR, Moshonov J, Shuping G and Orstavik D. Bacterial leakage versus dye leakage in obturated root canals. *Int*

- Endod J* 1999; 32(5): 370-5.
7. De Almeida WA, Leonardo MR, Tanomaru Filho M and Silva LA. Evaluation of apical sealing of three endodontic sealers. *Int Endod J* 2000; 33(1): 25-7.
8. EL Deeb MW. Apical leakage in relation

- of radiographic density of gutta-percha using different obturation techniques. *J Endod* 1985; 11: 25-29.
9. Evans JT and Simon JH. Evaluation of the apical seal produced by injected thermoplasticized Gutta-percha in the absence of smear layer and root canal sealer. *J Endod* 1986; 12(3): 100-7.
  10. Grossman LI, Oliet S and Delrio EC: Endodontic practice, 11<sup>th</sup> ed., Philadelphia, Lea and Febiger, 1988; PP 245.
  11. Ingle JI and West JD: Obturation of the radicular space. In: Ingle JI, Bakland LK (Eds), Endodontics, 4<sup>th</sup> Ed, Philadelphia, Lea and Febiger, 1994; PP: 254.
  12. Lertchirakarn V, Palamara JE and Messer HH. Loud and strain during lateral condensation and vertical root fracture. *J Endod* 1999; 25(2): 99-104.
  13. Metzger Z, Nissan R, Tagger M and Tamse A. Apical seal by customized versus standardized master cones: a comparative study in flat and round canals. *J Endod* 1988; 14(8): 381-4.
  14. Mamford JM and Jedynakiewicz NM: Principle of Endodontics. 13th ed., Surry, Quintessence, 1988; PP 74.
  15. Oliver CM and Abbott PV. Entrapped air and its effects on dye penetration of voids. *Endod Dent Traumatol* 1991; 7(3): 135-8.
  16. Simons J, Ibanez B, Friedman S and Trope M. Leakage after lateral condensation with finger spreaders and D- 11- T spreaders. *J Endod* 1991; 17(3): 101-104.
  17. Tamse A, Katz A and Kablan F. Comparison of apical leakage shown by four different dyes with two evaluating methods. *Int Endod J* 1998; 31(5): 333-7.
  18. Walton RE and Johnson WT: Obturation In: Walton RE, Torabinejad M (Eds) principle and practice of endodontics, 3<sup>rd</sup> ed, Philadelphia, WB Saunders Co, 2002; P253.
  19. Weine FS: Endodontic therapy. 5<sup>th</sup> ed, St Louis, Mosby Co, 1996: P444.
  20. Yared GM, Chahine T and Bou Dagher FE. Master cone apical behavior under *in vitro* compaction. *J Endod* 1992; 18(7): 318-21.