

## مقایسه آزمایشگاهی دقت تشخیصی دو روش رادیوگرافی عادی و دیجیتال در تحلیلهای خارجی ریشه

دکتر مهکامه مشفق<sup>۱</sup> - دکتر لیلا جناب<sup>۲</sup> - دکتر سوده ساریخانی<sup>۳</sup> - دکتر سیما نیک نشان<sup>۴</sup>

۱- سرپرست و استادیار گروه آموزشی رادیولوژی دهان و فک و صورت دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی  
۲- دندانپزشک

۳- دستیار تخصصی گروه آموزشی رادیولوژی دهان و فک و صورت دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

۴- استادیار گروه آموزشی رادیولوژی دهان و فک و صورت دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

### چکیده

**زمینه و هدف:** از آنجا که تحلیل خارجی ریشه در کلینیک قابل تشخیص نیست، بررسی رادیوگرافیک در تشخیص آن از اهمیت زیادی برخوردار است. هدف این مطالعه مقایسه کارایی تشخیص رادیوگرافی معمولی با رادیوگرافی دیجیتال در کشف تحلیل خارجی ریشه می باشد.

**روش بررسی:** در این مطالعه آزمایشگاهی، ۳۹ دندان شامل ده دندان قدامی - شش کانین - هشت پرمولر - پنج مولر بالا و ده مولر پایین) خارج شده انتخاب شدند. به جز ریشه پالاتال مولرهای بالا، تمام ریشه ها به دو قسمت کروئالی و اپیکالی تقسیم و نیمی از این نواحی به عنوان گروه شاهد در نظر گرفته شد و در نیمه دیگر به طور تصادفی حضراتی با فرزهای روند ۰/۲، ۱/۲ و ۴ در سطح باکال ایجاد گردید. از هر دندان در سیستم دیجیتال CCD و فیلم رادیوگرافی (با سرعت E) گرافی تهیه شد. رادیوگرافی ها یک بار با زاویه افقی صفر و یک بار با زاویه افقی بیست درجه تهیه شدند. در نهایت شش دسته تصویر شامل تصاویر رادیوگرافی معمولی با زاویه افقی صفر و بیست درجه، رادیوگرافی دیجیتال با زاویه افقی صفر و بیست درجه و تصاویر رادیوگرافی دیجیتال با بهبود تصویر با زاویه افقی صفر و بیست درجه توسط سه مشاهده گر، شامل دو متخصص رادیولوژی دهان و فک و یک اندودنتیست ارزیابی شد. رادیوگرافی های معمولی با ذره بین با بزرگنمایی دو مشاهده شدند. یافته های حاصله توسط آزمون نسبتها مورد تحلیل آماری قرار گرفت.

**یافته ها:** بیشترین حساسیت مربوط به رادیوگرافی معمولی با بزرگنمایی دو بود. در بین حساسیت روشهای رادیوگرافی دیجیتال و رادیوگرافی دیجیتال با امکان بهبود تصویر تفاوت محسوسی دیده نشد. بیشترین ویژگی مربوط به رادیوگرافی معمولی با بزرگنمایی دو و رادیوگرافی دیجیتال با امکان بهبود تصویر در مرتبه بعدی بود. مزایای کردن اشعه باعث افزایش حساسیت و کاهش ویژگی در هر سه تکنیک شد. با مزایای کردن اشعه دقت تشخیص روشهای رادیوگرافی دیجیتال افزایش یافت اما در دقت تشخیص دو روش دیگر بهبودی حاصل نشد. میزان توافق بین روشهای رادیوگرافی دیجیتال و رادیوگرافی دیجیتال با امکان بهبود تصویر بیشتر بود. ( $K = 0/68$ )

**نتیجه گیری:** در تشخیص تحلیل خارجی ریشه کارایی رادیوگرافی معمولی با بزرگنمایی دو بیشتر از رادیوگرافی های دیجیتال است.

**کلید واژه ها:** تحلیل - رادیوگرافی دیجیتال - رادیوگرافی معمولی

پذیرش مقاله: ۱۳۹۱/۹/۹

اصلاح نهایی: ۱۳۹۱/۲/۱۴

وصول مقاله: ۱۳۹۰/۱۰/۱۰

**نویسنده مسئول:** دکتر مهکامه مشفق، گروه آموزشی رادیولوژی دهان و فک و صورت دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

e.mail: m-moshfeghi@Dent.sbm.ac.ir

### مقدمه

زودرس تحلیل خارجی ریشه، برای اتخاذ درمان مناسب ضروری است. از آنجا که تشخیص این عارضه تنها بر مبنای رادیوگرافی استوار است، انتخاب تکنیک مناسب

تحلیل خارجی ریشه می تواند به دلایل مختلفی ایجاد شود و در صورت تشخیص زودهنگام، با حذف عامل محرک، امکان بازسازی محل با رسوب سمان وجود دارد. (۱)، لذا شناخت

یک میلی‌متر برای شبیه سازی غشای پرپودنتال پوشانده شدند و سپس تمامی دندانها در بلوکهایی از گچ استون دندانپزشکی و خاک اره به نسبت دو به یک قرار گرفتند. نسج نرم توسط یک صفحه Plexiglass بازسازی شد. از هر دندان چهار رادیوگرافی از نمای باکولینگوالی به عمل آمد.

۱- رادیوگرافی معمولی با تکنیک پارالل (با نگهدارنده XCP-

(Dentsply, Elgin)

۲- رادیوگرافی دیجیتال با تکنیک پارالل (با نگهدارنده XCP-

(Dentsply, Elgin)

۳- رادیوگرافی معمولی با زاویه افقی بیست درجه

۴- رادیوگرافی دیجیتال با زاویه افقی بیست درجه. تمام

مراحل توسط یک شخص انجام شد. زاویه تابش، موقعیت دندان و موقعیت رسپتور (فیلم و CCD) در همه موارد ثابت نگه داشته شدند. در رادیوگرافی های معمولی دستگاه بر

روی اعداد زیر تنظیم شد: دندانهای ثنایا = ۰/۳۶ کانین = ۰/۴۶

پرمولر = ۰/۱۸ مولر = ۰/۲۲، فاصله فوکال اسپات تا جسم

همواره ۲۶ سانتی متر و فاصله جسم تا رسپتور ۰/۵ سانتی

متر بود. هر دو رادیوگرافی عادی و دیجیتال توسط دستگاه

رادیولوژی Gendex-Dentsply ساخت ایتالیا (Oralix AC-

type number 5303 0101) در 65 Kvp و ۷.۵ mA تهیه

شدند. در رادیوگرافی های معمولی از فیلم پری اپیکال شماره

2 (Speed E (PRIMAX RDX 58 E Soft) استفاده شد.

فیلمها توسط یک دستگاه اتوماتیک Gendex (Clarimat300)

با ماده ظهور و ثبوت فرهان طبق توصیه کارخانه ظاهر شد

و به طور مجزا در فریمهای مشابه قرار گرفتند. تصادیر

دیجیتال توسط سیستم دیجیتال مستقیم با رسپتور CCD با

اندازه ۲۳ X ۴۱X ۴ و با سایز پیکسل ۱۹ میکرون با نرم

افزار Cygnus-media 3-0-1-397 تهیه و به صورت ۱۲ بیت

با فورمت JPEG در کامپیوتر ذخیره و در یک مانیتور ۱۴

اینچ با رزولوشن ۱۲۰۰ X ۱۶۰۰ نمایش داده شدند.

۱۵۶ رادیوگرافی به دست آمده توسط دو نفر متخصص

رادیولوژی دهان و فک و صورت و یک اندودونتیست به

صورت تصادفی ارزیابی شد. مشاهده گران نظرات خود را

با دو مقیاس وجود یا عدم وجود تحلیل خارجی ریشه اعلام

رادیوگرافی بسیار حائز اهمیت می باشد. (۲)، امروزه استفاده

از رادیوگرافی دیجیتال جهت حذف مشکلات ناشی از

رادیوگرافی با فیلم (۳) رو به افزایش بوده و به همین دلیل

شناسایی تواناییهای این روش رادیوگرافی در تشخیص

مشکلات دندانی از جمله تحلیل خارجی ریشه بسیار با

اهمیت است. گذشته از تکنیک، متغیرهای مداخله گر بسیاری

می توانند در امر تشخیص مشکل ایجاد کنند مانند تفاوتیهای

Noise، Intraobserver، Interobserver و... (۱)، به علاوه

تناقضهایی در این ارتباط وجود دارد. برخی معتقدند که

تغییر زاویه افقی می تواند در نمایان کردن ضایعه مفید باشد،

اما در این مورد اتفاق نظر وجود ندارد. همچنین عده ای بیان

می کنند که هرچه کنتراست بیشتر شود تشخیص صحیحتر

خواهد بود اما برخی معتقدند که چون با افزایش کنتراست،

Structural noise هم افزایش می یابد این نظریه نمی تواند

چندان قابل اطمینان باشد. (۲)، هدف این مطالعه مقایسه

آزمایشگاهی دقت تشخیصی دو روش رادیوگرافی عادی و

دیجیتال در تحلیلهای خارجی ریشه می باشد.

### روش بررسی

این مطالعه از نوع تجربی آزمایشگاهی می باشد. ۳۹ دندان

خارج شده انسانی ( شامل ده دندان قدامی - شش دندان

کانین - هشت دندان پرمولر - پنج دندان مولر بالا - ده دندان

مولر پایین) که فاقد هرگونه ضایعه با مشاهده مستقیم بر

روی ریشه بودند مورد استفاده قرار گرفت. دندانها پس از

خارج شدن در الکل صنعتی ۷۰٪ نگهداری شدند. قبل از

شروع کار دندانها با خمیر پروفیلاکسی مورد بروساژ قرار

گرفتند. تمام ریشهها به استثنای ریشه پالاتال مولرهای بالا

از ناحیه CEJ تا اپکس به دو قسمت فرضی کروئالی و

اپیکالی تقسیم شدند. به این ترتیب ۱۰۸ ناحیه در دسترس

قرار گرفت. به طور تصادفی حفراتی با فرزهای روند ۲/۲،

۱ و ۴ در این سطوح ایجاد شدند. ۵۴ ناحیه فاقد ضایعه، ۱۸

ناحیه با فرز روند ۱، ۱۸/۲ ناحیه با فرز روند ۲ و ۱۸ ناحیه با

فرز روند ۴. در هر ناحیه فقط یک حفره تقریباً در وسط

ایجاد گردید. تمام ریشهها با یک لایه موم قرمز به ضخامت

دقت هر کدام از روشها در جدول ۱ آمده که بر اساس آن بیشترین حساسیت مربوط به رادیوگرافی معمولی با بزرگنمایی دو بود. در بین حساسیت روشهای رادیوگرافی دیجیتال و رادیوگرافی دیجیتال با امکان بهبود تصویر تفاوت محسوسی دیده نشد. بیشترین ویژگی مربوط به رادیوگرافی معمولی با بزرگنمایی دو و رادیوگرافی دیجیتال با امکان بهبود تصویر در مرتبه بعدی بود. مزایای کردن اشعه باعث افزایش حساسیت و کاهش ویژگی در هر سه تکنیک شد. با مزایای کردن اشعه دقت تشخیص روشهای رادیوگرافی دیجیتال افزایش یافت اما در دقت تشخیص دو روش دیگر بهبودی حاصل نشد. میزان توافق بین روشهای رادیوگرافی دیجیتال و رادیوگرافی دیجیتال با امکان بهبود تصویر بیشتر بود.  $K = 0/68$

کردند. در تصاویر دیجیتال ابتدا هر تصویر به صورت اولیه ارزیابی و فرم مربوطه تکمیل شد سپس امکان بهبود همان تصویر (تغییر کنتراست، Brightness-Zoom-Negative) به مشاهده‌گرها داده و فرم بعدی تکمیل شد. تصاویر معمولی همگی بر روی یک View box و با یک ذره بین با بزرگنمایی دو بررسی شدند. پس از بررسی نتایج یکی از مولرهای پایین به دلیل کیفیت نامناسب تصویر از مطالعه خارج شد. در نهایت نظرات مشاهده‌گرها با استاندارد طلایی (جدولی که از قبل محل و اندازه هر ضایعه در آن مشخص شده بود) مورد مقایسه و میزان حساسیت، ویژگی، درصد مثبت کاذب و درصد منفی کاذب محاسبه شد.

#### یافته‌ها

میزان حساسیت، ویژگی، درصد مثبت کاذب و منفی کاذب و

جدول ۱: شاخصهای پنج گانه تشخیصی در دو روش رادیوگرافی معمولی و دیجیتال در تشخیص تحلیل خارجی ریشه

روشهای تشخیصی	رادیوگرافی معمولی	رادیوگرافی معمولی با زاویه افقی بیست درجه	رادیوگرافی دیجیتال	رادیوگرافی دیجیتال با زاویه افقی بیست درجه	رادیوگرافی دیجیتال با زاویه افقی بیست درجه	رادیوگرافی دیجیتال با زاویه افقی بیست درجه
حساسیت	٪۹۰/۷	٪۹۴/۴	٪۷۶/۷	٪۹۳/۵	٪۷۷/۵	٪۸۱/۴
ویژگی	٪۷۷	٪۷۵/۴	٪۶۷/۲	٪۶۷/۱	٪۷۲/۷	٪۷۰/۵
درصد منفی کاذب	٪۲۶/۴	٪۳۰/۲	٪۳۷/۷	٪۴۵/۳	٪۲۸/۳	٪۳۴
درصد مثبت کاذب	٪۷/۸	٪۳/۹	٪۱۹/۶	٪۳/۹	٪۲۱/۶	٪۱۵/۷
دقت	٪۸۲/۷	٪۸۲/۷	٪۷۱/۱	٪۷۵	٪۷۵	٪۷۵

#### بحث

ارزیابی رادیوگرافیک برای انجام بعضی امور تشخیصی، کار دشواری است. مجموعه‌ای از عوامل روی عملکرد مشاهده‌گر اثر گذارند. از جمله آنالوگ یا دیجیتال بودن سیستم تصویربرداری (۵) دستکاری و بهبود تصویر (۶)، ویژگیهای نمایش تصویر توسط فیلم و مونیتور و تجربه مشاهده‌گر. در این مطالعه تصمیم‌گیری در مورد اجرای تک مراحل با استناد به مقالات معتبر و افراد صاحب نظر انجام شد. (۲، ۷-۸)، سپس ارزش تشخیصی روشهای رادیوگرافی معمولی با زاویه افقی صفر و بیست درجه (با بزرگنمایی دو)، رادیوگرافی دیجیتال با زاویه افقی صفر و

بیست درجه، رادیوگرافی دیجیتال با امکان بهبود تصویر با زاویه افقی صفر و بیست درجه، ارزیابی شدند. در کل تصاویر مربوط به رادیوگرافی عادی به طور واضح حساسیت بالاتر و درصد مثبت کاذب کمتری نسبت به دو روش دیگر داشت. اما حساسیت دو روش رادیوگرافی دیجیتال بدون بهبود تصویر و همراه با بهبود تصویر تفاوت آماری معنی‌داری ندارد. مزایای کردن اشعه در هر سه نوع (خصوصاً رادیوگرافی دیجیتال) حساسیت را بهبود بخشیده که احتمالاً به این دلیل است که با تغییر زاویه افقی مقطع دهانه ضایعه از حالت دایره به حالت بیضی تبدیل می‌شود. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که رادیوگرافی معمولی

نتایج مطالعه Levander و همکارانش در سال ۱۹۹۸ بر خلاف مطالعه حاضر نشان می‌دهد که تفاوتی بین حساسیت رادیوگرافی معمولی و دیجیتال وجود ندارد. (۹)، این اختلاف شاید به این دلیل باشد که در مطالعه Levander صرفاً از دندانهای تک ریشه‌ای (پرمولر) استفاده شده اما در مطالعه حاضر به کارگیری دندانهای چند ریشه امکان ارزیابی بهتری را در مورد صحت تشخیصی رادیوگرافی‌های عادی و دیجیتال فراهم می‌کند.

مطالعه Borge در سال ۱۹۹۸ نشان می‌دهد که رادیوگرافی معمولی و دیجیتال با امکان بهبود تصویر در شرایط مطلوب تابشی هر دو از نظر کلینیکی قابل قبول هستند. (۲)، اما در این مطالعه چون شرایط تابشی مختلف ارزیابی نشده است و همه تصاویر در یک Exposure setting واحد تهیه شده‌اند، مقایسه نتایج مطالعه Borge E. و مطالعه حاضر مقدور نیست. علاوه بر آن در مطالعه Borge که سطح باکال ریشه به شش قسمت تقسیم شده است، احتمالاً این مسئله باعث ایجاد اشتباهاتی در تعیین محل تحلیل شده است. اما در این مطالعه خود برای جلوگیری از بروز این مشکل سطح باکال ریشه به دو قسمت کروئالی و اپیکالی تقسیم شده است. به علاوه تکمیل تمام پرسشنامه‌ها توسط یک فرد انجام گردید تا تصمیم‌گیری در مورد محل ضایعه به صورت هماهنگ صورت پذیرد.

مطالعه Tyndall و همکارانش بیان می‌کند که رادیوگرافی معمولی و رادیوگرافی دیجیتال بدون امکان بهبود تصویر نتایج مشابهی در تشخیص پوسیدگیها در شرایط In vitro دارند. اما در صورت به کارگیری امکانات بهبود تصویر در مورد تصاویر دیجیتالی، صحت تشخیصی کاهش می‌یابد. (۱۰)، اختلاف نتایج این مطالعه با بررسی حاضر می‌تواند به این دلیل باشد که در تحقیق Tyndall، زمان تابش برای همه تصاویر ثابت در نظر گرفته شده است. اما همان‌طور که مشخص است به علت حساسیت بیشتر گیرنده‌های دیجیتال به اشعه X، رادیوگرافی‌های دیجیتال باید با زمان کمتر تهیه شوند.

بیشترین ویژگی و کمترین درصد منفی کاذب و رادیوگرافی دیجیتال کمترین ویژگی و بیشترین درصد منفی کاذب را دارد. مزایای کردن اشعه در هر سه نوع (خصوصاً رادیوگرافی معمولی و رادیوگرافی دیجیتال همراه با بهبود تصویر) ویژگی را کاهش داده و تعداد موارد منفی کاذب را افزایش داده است. در نهایت نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که صحت تشخیصی رادیوگرافی معمولی از دو روش دیگر بیشتر است. مزایای کردن اشعه بر صحت تشخیصی رادیوگرافی معمولی و رادیوگرافی دیجیتال همراه با بهبود تصویر هیچ تاثیر مثبت یا منفی ندارد اما صحت تشخیصی رادیوگرافی دیجیتال را به طور واضح افزایش می‌دهد. در نهایت رادیوگرافی دیجیتال با زاویه افقی صفر درجه از کمترین صحت تشخیصی برخوردار است.

بررسی بر روی تعداد موارد مثبت و منفی کاذب نشان می‌دهد که در مجموع ضایعات واقع در نیمه کروئالی بهتر از نیمه اپیکالی تشخیص داده می‌شوند. البته در روش رادیوگرافی دیجیتال با بهبود تصویر تفاوت در تشخیص ضایعات نیمه کروئالی و اپیکالی خیلی زیاد نیست. علت این مسئله می‌تواند این باشد که قسمت اپیکالی ریشه که قطر کمتری دارد، Over exposed شده و تشخیص ضایعات آن مشکلتر خواهد بود. اما در رادیوگرافی دیجیتال با بهبود تصویر چون می‌توان مشکل Over-exposure را حل کرد تفاوت معنی‌داری در تشخیص ضایعات کروئالی و اپیکالی دیده نمی‌شود. بررسی بر روی تعداد موارد منفی کاذب نشان داد که با افزایش اندازه حفرات، تشخیص آنها ساده‌تر می‌گردد.

نتایج مطالعه Wenzel در سال ۱۹۹۱ حاکی از این است که رادیوگرافی دیجیتال با امکان تغییر کنتراست در تشخیص پوسیدگیهای اکوزالی توانایی بیشتری نسبت به رادیوگرافی عادی دارد. (۳)، اختلاف این نتایج با مطالعه حاضر می‌تواند به این دلیل باشد که در تصاویر رادیوگرافی معمولی خود به مشاهده‌گرها امکان استفاده از زره‌بین با بزرگنمایی دو را می‌دهد.

حساسیت، ویژگی و دقت تشخیصی بالاتری دارند. مطالعه Wenzel در سال ۱۹۹۱ (۳) بیان می‌کند که میزان توافق روشهای دیجیتالی با هم بیشتر است تا میزان توافق آنها با روش رادیوگرافی معمولی، که این نتیجه با نتایج این مطالعه همخوانی دارد.

### نتیجه‌گیری

به نظر می‌رسد که هر چند رادیوگرافی دیجیتال امکانات زیادی را در اختیار قرار می‌دهد اما در مورد تحلیل خارجی ریشه که تشخیص صحیح و به موقع آن بسیار با اهمیت بوده و تا به امروز تنها ابزار تشخیص آن رادیوگرافی است، بهتر است همچنان از رادیوگرافی معمولی اما با بزرگنمایی استفاده شود.

نتایج تحقیق Hu و همکارانش در سال ۲۰۰۰ با هدف ارزیابی کلینیکی به کارگیری رادیوگرافی دیجیتال برای تشخیص پوسیدگیها، اختلافی را بین رادیوگرافی معمولی و رادیوگرافی دیجیتال با امکان بهبود تصویر گزارش نمی‌کند. (۱۱)

در مقاله Learch و همکارانش در سال ۲۰۰۱ بیان شده که حساسیت رادیوگرافی معمولی و رادیوگرافی دیجیتال در تشخیص تحلیل ریشه تفاوت معنی‌داری ندارد. (۱۲)

نتایج تحقیق Westphalen در سال ۲۰۰۴ با هدف مقایسه Efficacy رادیوگرافی معمولی و دیجیتال در تشخیص حفرات شبیه سازی شده تحلیل خارجی ریشه بیان می‌کند که رادیوگرافی دیجیتال حساسیت بیشتری در این زمینه دارد. (۱۳)، اما چون در مطالعه حاضر رادیوگرافی‌های معمولی با ذره‌بینی با بزرگنمایی دو بررسی شده‌اند،

## REFERENCES

1. Kravits LH, Tyndall DA, Begnell CP, Dove SB. Assessment of external root resorption using digital subtraction radiography. J Endod. 1992 Jun; 18(6):275-84.
2. Borg E, Kalquist A, Grondahl K, Grondahl HG. Film and digital radiography for detection of simulated root resorption cavities. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 1998 Jul; 86(1):110-4.
3. Wenzel A, Hintze H, Mikkelsen L, Mouyen F. Radiographic detection of occlusal caries in noncavitated teeth. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol. 1991 Nov;72(5):621-60.
4. Feinstein AR. Principle of medical statistics; chap20. Evaluating concordance. 2002; pp: 407-436. Chapman & Hill.
5. Kullendroff B, Nilsson M, Rohlin M. Diagnostic accuracy of direct digital radiography for the detection of periapical bone lesion. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol. 1996 Sep;82(3):344-350.
6. Moystad A, Svanaes DB, Rinses. Detection of approximal caries with storage phosphor system: A comparison of enhanced digital images with dental xray film. Dentomaxillofac Radiol. 1996 Wint; 25(4):202-206.
7. Rstavik D, Pittford T.R. Essential endodontology. [S.L]; Blackwell Science; 1998, 131-156.
8. Chandra S, Chandra Sh. Text book of endodontics. 1<sup>st</sup> ed. New Dehli: Jaypee Brothers; 2001, 311-314.
9. Levander E, Gagka R, Malmgern O. Early radiographic diagnosis of apical root resorption during orthodontic treatment. A study of maxillary incisor. Eur J Orthod. 1998 Spring; 20(1):57-6.
10. Tyndall DA, Ludlow JB, Platin E, Nair M, Hill CH: A comparison of Kodak Ektaspeed plus film and the Siemens Sidexis digital imaging system for caries detection using receiver operating characteristic

- analysis. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol. 198 Jan;85(1):113-8.
11. Hu T, Tan H, Hng L, Wang H: Clinical study of direct digital radiography in caries detection. *Hau xi kou Qiang Yi Xue Za zhi*. 2000 Jun;18(3):171-3.
12. Leach HA, Ireland AJ, Whaites EJ: Radiographic diagnosis of apical root resorption in relation to orthodontics. *Br Dent J*. 2001 Feb;190(2):16-22.
13. Westphalen UP, Gomes de Moraesl, Westphalen FH, Martins WP, Souza PH. Conventional and digital radiographic methods in the detection of simulated root resorptions: A comparative study. *Dentomaxillofac Radiol*. 2004 Jul; 33 (4):233-5.