بررسی کارائی نرم افزار " کنتراست معکوس" رادیوگرافی دیجیتال در تشخیص شکستگی افقی ریشه (مطالعه آزمایشگاهی)

دکتر شیرین سخدری[#1] دکتر ساندرا مهرعلیزاده[1] دکتر بهاره دادرسانفر [2] دکتر مریم حکیم[3] دکتر محمدجواد خرازی‌فرد[4]

۱- استادیار بخش رادیولوژی دهان، فک و صورت دانشگاه آزاد اسلامی.واحد دندانپزشکی تهران
۲- استادیار بخش اندودونتیکس، دانشگاه آزاد اسلامی واحد دندانپزشکی تهران
۳- دندانپزشک
۴- دندانپزشک و متخصص آمار و عضو مرکز تحقیقات دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی تهران

خلاصه:

سابقه و هــدف:

تشخیص شکستگی افقی ریشه وابسته به رادیوگرافی می‌باشد و کاربرد روش‌های جدید در این امر ضروری است. هدف این مطالعه، مقایسه قدرت گزینه کنتراست معکوس رادیوگرافی دیجیتال با تصاویر دیجیتال اولیه در تشخیص شکستگی افقی ریشه بود.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه تشخیصی، از۴۰ دندان قدامی فک بالا در یک قطعه آلوئول خشک رادیوگرافی دیجیتال در دو زاویه عمودی صفر و ۱۵ درجه تهیه شد. پس از ایجاد شکستگی افقی ریشه و چسباندن دو قطعه، دندان‌ها مجدداً در همان محل قرار گرفته و رادیوگرافیها تکرار شد. تصاویر توسط نرم افزار کنتراست معکوس پردازش و توسط مشاهده‌گرها مورد ارزیابی قرار گرفتند. داده‌ها با آزمون نسبت‌ها و Cochran's Q آنالیز شد.

یافته‌ها: حساسیت، ویژگی ، ارزش پیش بینی مثبت و ارزش پیش بینی منفی در مواردی که شکستگی قطعا یا احتمالا تشخیص داده شده بود، در دو تکنیک در هیچیک از زوایای صفر درجه و ۱۵ درجه اختلاف آماری معنی داری نداشت. در دو تکنیک، در مواردیکه تشخیص قطعی شکستگی داده شد، حساسیت تصاویر صفر درجه به طور معناداری بیشتر بود (P=۰/۰۱۴). همچنین در مواردیکه تشخیص احتمالی شکستگی داده شد، حساسیت و ارزش پیش بینی منفی زاویه صفر درجه ، به طور معناداری بیشتر از زاویه ۱۵ درجه بود (P= ۰/۰۳۵) و و(P= ۰/۰۲۳).

نتیجه گیری: توانایی کشف شکستگی افقی ریشه در تصاویر کنتراست معکوس دیجیتال با تصاویر اولیه یکسان است ولی تهیه تصاویر با زاویه صفر درجه روش مناسب تری می‌باشد.

کلید واژه ها: رادیوگرافی دیجیتال ، شکستگی افقی ریشه ، کنتراست معکوس

وصول مقاله: ۹۰/۱/۲۵ اصلاح نهایی: ۹۰/۴/۱ پذیرش مقاله: ۹۰/۴/۲۲

مقدمه:

استفاده از یک روش تشخیصی دقیق برای کشف شکستگی ریشه ضروری بنظر می‌رسد. به طور کلی شکستگی‌های ریشه دندان ۰/۵٪تا ۷٪ از آسیب‌های وارده به دندان‌های دایمی را شامل می‌شود. این آسیب ،عاج، سمنتوم و پالپ دندان را در بر می‌گیرد و می‌تواند در پلن افقی یا عمودی ریشه رخ دهد. شکستگی افقی ریشه بیشتر در دندان‌های قدامی فک بالا به دنبال ترومای حاد به دندان گزارش شده است. در معاینات کلینیکی، دندان‌های درگیر معمولاً لقی، قدری جابجایی و حساسیت به تست‌های وایتالیتی را نشان می‌دهند اما از آنجا

نویسنده مسئول مکاتبات: دکتر شیرین سخدری، خیابان پاسداران-خیابان نیستان دهم- واحد دندانپزشکی دانشگاه آزاد اسلامی- بخش رادیولوژی دهان، فک و صورت
تلفن: ۳-۲۲۵۶۴۵۷۱ Email: sh.sakhdari@yahoo.com

[Downloaded from mail.jrds.ir on 2026-10-16]

که نمی‌توان از نظر کلینیکی بین علت جابجایی دندان بر اثر شکستگی ریشه یا صدمات luxation تمایز قائل شد، بنابراین تشخیص به طور کامل وابسته به معاینات رادیوگرافیک و مشاهده خط یا خطوط رادیولوسنت شکستگی است. [۵- ۱] در صورتیکه موفق به تشخیص شکستگی نشویم، ترمیم های بعدی دندان و همچنین طرح درمانهای آتی بیمار دچار مشکلات اساسی خواهد شد. [۶،۷]

با توجه به کاستی‌های رادیوگرافی معمولی، تلاش محققین همیشه بر این بوده است که روش های کامل تری را جهت تصویربرداری انتخاب کنند و امروزه رادیوگرافی دیجیتال به عنوان یک انتخاب در برابر رادیوگرافی معمولی قرار می‌گیرد.[۸] مزایای رادیوگرافی دیجیتال علاوه بر کاهش زمان تابش اشعه و دوز دریافتی بیماران، امکان تغییر، بهبود، ذخیره و بازیافت آسان تصاویر و تبادل اطلاعات به مراکز دوردست می‌باشد . این ویژگی‌ها سبب شده که این سیستم در مقایسه با رادیوگرافی با فیلم، در تشخیص شکستگی ریشه مورد توجه قرار گیرد. [۲] برخی از سیستم‌های دیجیتال دارای گزینه‌های نرم افزاری مختلف مانند کنتراست معکوس، رنگ کاذب، تغییر در کنتراست و روشنایی تصاویر وسایر امکانات می‌باشند و تحقیقات متعددی به بررسی این گزینه ها در تشخیص ضایعات دهان و دندان پرداخته است.[۱۳-۲،۸]

مطالعاتی نیز در زمینه کشف شکستگی افقی ریشه به کمک رادیوگرافی دیجیتال صورت گرفته است.[۱۶-۱۴]

اولین بار Wenzelو همکاران گزینه نرم افزاری کنتراست معکوس را در تصاویر دیجیتال تفریقی جهت بررسی تحلیل ریشه به کار بردند.[۱۷] تحقیقی که توسط Alpozو همکاران انجام شد نیز نشان داد که استفاده از گزینه های نرم افزاری دیجیتال از جمله کنتراست معکوس در تشخیص جزئیات تصویری موثرتر از تصاویر اولیه می‌باشد. [۱۸]، اما قدرت تشخیصی این گزینه‌ی نرم افزاری که تصویر نگاتیو از شکل اولیه تصویر ایجاد می‌کند در کشف شکستگی افقی ریشه در موارد ا ندک مورد بررسی قرار گرفته است که نتایج متفاوتی نیز داشته است.[۴،۵،۹] با توجه به امکان متفاوتی که این گزینه جهت مشاهده دندان و بافت‌های اطراف فراهم می‌کند، همچنین عدم وجود مطالعات کافی در این خصوص تصمیم گرفته شد قدرت این نرم افزار رادیوگرافی دیجیتال با تصاویر دیجیتال اولیه در تشخیص شکستگی افقی ریشه دندان‌های قدامی کشیده شده فک بالا در واحد دندانپزشکی دانشگاه آزاد اسلامی تهران در سال ۱۳۸۹ مورد بررسی و مقایسه قرار گیرد.

مواد و روش ها:

در این مطالعه تشخیصی، براساس مطالعات گذشته[۱۴،۱۵] ۴۰ دندان سالم قدامی فک بالا انتخاب و در ساکت یک قطعه استخوان آلوئول قرار گرفتند. استخوان آلوئول توسط خمیر پوتی، به شکل عمود بر سطح زمین بروی پایه‌ای ثابت شده و برای بی‌حرکت کردن دندان‌ها درون ساکت از موم استفاده شد. ابتدا از هر دندان با زاویه افقی صفر و زوایای عمودی صفر و ۱۵ درجه، تصاویر دیجیتال اولیه تهیه شد. گیرنده مورداستفاده دراین مطالعه سنسور CCD (Suni Medical Imaging Inc., CA, USA)و در تمامی مراحل رادیوگرافی،سنسور CCDتوسط نگهدارنده سنسور قدامی (Kerr Sensor Holder. Hawa SA. Switzerland) در فاصله ثابت ۱۰ سانتیمتری تا تیوب رادیوگرافی و استخوان آلوئول نیز در فاصله ۱۰ سانتیمتری بین منبع تابش و سنسور قرار گرفت.

زمان تابش اشعه برای تمام نمونه ها ثابت و برابر ۰/۱۶ ثانیه بود. [۱۳]

سپس در دندان‌ها با اعمال نیروی مکانیکی توسط چکش شکستگی افقی ایجاد و دو قطعه شکسته با استفاده از چسب قطره‌ای (Razi Super Glue-IRAN) به یکدیگر چسبانده شدند. دندان‌ها دوباره در ساکت استخوان قرار گرفته و مجدداً رادیوگرافی های لازم تهیه شد. کلیه تصاویر به وسیله نرم افزار Reverse Contrast رادیوگرافی دیجیتال پردازش و ذخیره شدند.

مجموعه تصاویر بدست آمده (شامل تصاویر دندان‌های سالم و شکسته) کدگذاری و به صورت اتفاقی توسط دو رادیولوژیست

[Downloaded from mail.jrds.ir on 2026-10-16]

فک و صورت و یک اندودنتیست مورد ارزیابی قرار گرفت. قبل از شروع مشاهدات، تعریف یکسانی از شکستگی بدست آمد و نحوه مشاهده به این صورت بود که ابتدا تصاویر اولیه و پس از دو هفته تصاویر کنتراست معکوس بررسی گردید. مشاهده گران امکان استفاده از گزینه‌های "بزرگنمایی" و "تقویت" و امکان تغییر روشنایی و کنتراست تصاویر را داشتند. در هر گروه نیز ،زوایای صفر درجه و ۱۵ درجه بطور مجزا بررسی شدند. نتایج مشاهدات در ۵ رتبه از ۰ تا ۴ (۰ = قطعاً ندارد ، ۱ = احتمالاً ندارد ، ۲ = نامشخص ، ۳= احتمالاً دارد ، ۴ = قطعاً دارد) برای مشاهده شکستگی در فرم‌های اطلاعاتی در هر دو گروه از تصاویر ثبت گردید و هر کدام از نظرات مشاهده گران به عنوان یک واحد نمونه در نظر گرفته شد. برای مقایسه ارزش پیش‌بینی مثبت (**P**ositive **P**eredictive **V**alue) ارزش پیش‌بینی منفی(**N**egative **P**redictive **V**alue) تشخیصی و حساسیت و ویژگی در چهار گروه، از آزمون Cochran's Q و جهت مقایسه دو به دو از آزمون نسبتها استفاده شد.

یافته‌ها:

نتایج برای نمونه‌هایی که در آنها شکستگی قطعاً تشخیص داده شده(گروه ۱) و نمونه‌هایی که شکستگی احتمالاً تشخیص داده شد (گروه ۲) به تفکیک، به شرح زیر است.

در گروه ۱، حساسیت تشخیص شکستگی در تصاویر اولیه وکنتراست معکوس با زاویه صفردرجه، بترتیب ۷۰ درصد و ۶۵ درصد بود. همچنین حساسیت درتصاویر اولیه و کنتراست معکوس با زاویه ۱۵درجه، بترتیب ۵۷/۵ درصد و ۵۵/۸ درصد بود . بین حساسیت تشخیص شکستگی با دو تکنیک فوق، اختلاف معنادار نبود (P=۰/۴۶۲) ، ولی حساسیت در هر دو تکنیک در تصاویرصفر درجه به طور معناداری بیشتر از تصاویر ۱۵درجه بود (P=۰/۰۱۴).

ویژگی تشخیص شکستگی در تصاویر اولیه و کنتراست معکوس با زاویه صفردرجه بترتیب ۷۱/۶ درصد و ۶۱/۶ درصد بود. همچنین ویژگی در تصاویر اولیه و کنتراست معکوس با زاویه ۱۵درجه، بترتیب ۶۵/۸ درصد و ۶۹/۱ درصد بود.بین ویژگی تشخیص شکستگی با دو روش فوق، اختلاف معنادار نبود (P= ۰/۱۱۸)، زوایا نیز اختلاف معناداری را نشان ندادند (P= ۰/۲۶۷).

ارزش پیش بینی مثبت (P.P.V)تشخیص شکستگی در تصاویر اولیه و کنتراست معکوس با زاویه صفر درجه،بترتیب ۹۷/۷ درصد و۱۰۰درصد بود. همچنین (P.P.V) در تصاویر اولیه و کنتراست معکوس با زاویه ۱۵ درجه بترتیب ۹۷/۴ درصد و ۱۰۰ درصد بوده است. بین P.P.V تشخیص شکستگی با دو روش فوق، اختلاف معنادار نبود (P=۰/۸۶۱).

زوایا نیز اختلاف معناداری را بیان نکردند (P=۰/۸۶۰).

ارزش پیش بینی منفی (N.P.V) تشخیص شکستگی در تصاویر اولیه و کنتراست معکوس با زاویه صفر درجه، بترتیب ۸۷/۱ درصد و ۷۶/۳ درصد بود. همچنین (N.P.V) تشخیص شکستگی در تصاویر اولیه و کنتراست معکوس بازاویه ۱۵ درجه، بترتیب ۷۹/۱ درصد و ۷۴/۳ درصد است. بین (N.P.V) تشخیص شکستگی بادو روش فوق اختلاف معنادار نبود (P=۰/۰۹۷) ، زوایا نیز اختلاف معناداری نداشتند (P= ۰/۱۶۷) در مجموع در این گروه بر هم کنش زاویه و روش رادیو گرافی اختلاف معناداری را نشان ندادند (P=۰/۵۱۴).

ارزش تشخیصی تصاویر گروه ۱ در هر دو زاویه در جدول ۱ ارائه شده است .

جدول۱- مقایسه ارزش تشخیصی تصاویر اولیه و کنتراست معکوس در زوایای ۰ و ۱۵ درجه در نمونه های با تشخیص قطعی شکستگی

آزمون تشخیصی / رادیوگرافی	حساسیت	ویژگی	P.P.V	N.P.V
دیجیتال رادیوگرافی اولیه صفر درجه	(۷۰)۸۴	(۷۱/۶)۸۶	(۹۷/۷) ۱۱۷	(۸۷/۱) ۱۰۴
دیجیتال رادیوگرافی اولیه ۱۵ درجه	(۵۷/۵)۶۹	(۶۵/۸) ۷۹	(۹۷/۴) ۱۱۶	(۷۹/۱)۹۵
کنتراست معکوس صفر درجه	(۶۵)۷۸	(۶۱/۶) ۷۴	(۱۰۰)۱۲۰	(۷۶/۳) ۹۱
کنتراست معکوس ۱۵درجه	(۵۵/۸) ۶۷	(۶۹/۱) ۸۳	(۱۰۰)۱۲۰	(۷۴/۳) ۸۹

در گروه ۲، حساسیت تشخیص شکستگی در تصاویر اولیه و کنتراست معکوس با زاویه صفردرجه، بترتیب ۷۸/۷ درصد و

[Downloaded from mail.jrds.ir on 2026-10-16]

۷۵/۸ درصد بود. همچنین حساسیت در تصاویر اولیه و کنتراست معکوس با زاویه ۱۵ درجه، بترتیب ۶۸/۳ درصد و ۶۴/۱ درصد بود. بین حساسیت تشخیص شکستگی با دو روش ذکر شده، اختلاف معنادارنبود (P=۰/۲۶۹)، در حالیکه حساسیت در تصاویر صفر درجه به طورمعناداری بیشتر ازتصاویر ۱۵درجه بود (P=۰/۰۳۵).

ویژگی تشخیص شکستگی در تصاویر اولیه و کنتراست معکوس با زاویه صفر درجه، بترتیب ۹۲/۵ درصد و ۹۴/۱ درصد بود. همچنین ویژگی در تصاویر اولیه و کنتراست معکوس با زاویه ۱۵درجه، بترتیب ۸۸/۲ درصد و ۹۵ درصد بود. بین ویژگی تشخیص شکستگی با دو روش فوق، اختلاف معنادارنبود (P=۰/۵۱۶) زوایا نیز اختلاف معناداری نداشتند (P=۰/۲۰۸) ارزش پیش بینی مثبت(P.P.V)تشخیص شکستگی افقی درتصاویراولیه و کنتراست معکوس با زاویه صفر درجه، بترتیب ۸۸ درصد و ۹۲/۸ درصد بود. همچنین P.P.V در تصاویر اولیه و کنتراست معکوس با زاویه ۱۵درجه بترتیب ۸۶/۹ درصد و ۹۲/۹ درصدگزارش شد. بین (P.P.V)تشخیص شکستگی در دو روش فوق، تفاوت معنادارنبود (P=۰/۴۷۸) و زوایا نیز اختلاف معناداری نداشتند (P=۰/۱۹۸).

ارزش پیش بینی منفی (N.P.V)تشخیص شکستگی افقی در تصاویراولیه و کنتراست معکوس با زاویه صفردرجه، بترتیب ۸۱/۲ درصد و ۷۹/۶ درصد بود. همچنین (N.P.V) در تصاویر اولیه و کنتراست معکوس با زاویه ۱۵درجه، بترتیب درصد۷۴/۱ ودرصد۷۲/۵ بوده است.

بین(N.P.V) تشخیص شکستگی با دو روش فوق، تفاوت معنادارنبود (P=۰/۷۶۴) درحالیکه (N.P.V) در تصاویر صفر درجه به طور معناداری بیشتراز تصاویر۱۵درجه بود. (P=۰/۰۲۳) در این گروه نیز در مجموع بر هم کنش زاویه و روش رادیو گرافی اختلاف معناداری را نشان ندادند (P=۰/۷۶۴).

بحث:

تشخیص شکستگی های ریشه به طور کامل وابسته به معاینات رادیوگرافیک بوده و استفاده از روش های جدید و قابل اعتماد در این امر ضروری به نظر می رسد. [۲،۱]

اگرچه در مطالعات متعدد برتری رادیوگرافی دیجیتال از جهات گوناگون به اثبات رسیده است [۲۱-۱۹]، اما به نظر می‌رسد توانایی تصاویر دیجیتال و فیلم معمولی در کشف شکستگی های افقی ریشه یکسان باشد.[۹] باتوجه به امکانات سیستم های دیجیتال در این مطالعه از گزینه نرم افزاری کنتراست معکوس در تصاویر استفاده کردیم زیرا تاکنون مطالعه ای که به مقایسه توانایی تشخیص شکستگی افقی توسط این نرم افزار با تصاویر اولیه پرداخته باشد، انجام نشده است.

تحقیق حاضر نشان داد که اگرچه در مجموع تشخیص های صحیح مشاهده گران با استفاده از گزینه کنتراست معکوس در مقایسه با تصاویر دیجیتال اولیه بیشتر بود، این اختلاف معنا دار نبوده و استفاده از این نرم افزار قدرت تشخیص شکستگی را چندان بهبود نمی بخشد. با توجه به این که مشاهده گران در بررسی هر دو گروه از تصاویر از گزینه‌های قطعاً و احتمالاً جهت تشخیص شکستگی استفاده کردند، در مواردی که تشخیص به صورت قطعی بیان شده بود توانایی بهتری در پیش بینی وضعیت شکستگی و یا عدم شکستگی وجود داشت.

در مطالعه Kamboruglu و همکاران گزینه های نرم افزاری از جمله کنتراست معکوس با تصاویر دیجیتال اولیه در تشخیص شکستگی ریشه مقایسه شد. اگرچه شکستگی ها از نوع عمودی بود نتایج مطالعه فوق مانند مطالعه ما نشان داد بین تصاویر تغییر یافته با این گزینه و تصاویر اولیه اختلاف معناداری در تشخیص وجود ندارد. [۲۲]

در مطالعه مهرعلی زاده نیز اختلاف معناداری بین گزینه کنتراست معکوس و تصاویر اولیه در تشخیص شکستگی ریشه یافت نشد که مشابه با نتیجه تحقیق ما می باشد،گرچه در این تحقیق نیز شکستگی عمودی مورد بررسی قرار گرفته بود. [۲۳]

این در حالیست که درمطالعه Ji-Unlee و همکاران نتیجه ای که حاصل شد نشان‌دهنده "ویژگی" برتر تصاویر معکوس

[Downloaded from mail.jrds.ir on 2026-10-16]

سیستم دیجیتال، نسبت به تصاویر اولیه در تشخیص شکستگی ریشه است، اما اختلاف در نوع سنسور مورد استفاده از جمله عوامل دخیل در مغایرت نتیجه حاصله با نتیجه تحقیق ما می‌باشد. [۲۴]

براساس مطالعه Alpoz و همکاران که در آن استفاده از گزینه های مختلف نرم افزاری نظیر ، تغییر روشنایی وکنتراست به تشخیص جزئیات تصاویر کمک میکند [۱۸]، ما نیز امکان ایجاد این تغییرات را برای مشاهده گران فراهم کردیم، و این کار به تشخیص شکستگی در تصاویرمعکوس نسبت به تصاویر اولیه کمک بیشتری کرد. همچنین در مطالعه ما به کاربردن گزینه‌های "بزرگنمایی" و"تقویت" در هر یک از تکنیک ها به تنهایی در تشخیص شکستگی مفید واقع شد در حالیکه این امکان منجر به برتری هیچ یک از تکنیک‌ها بر دیگری نشد. این در حالی است که در تحقیق Baksi و Akdeniz تصاویر دیجیتال تقویت شده دقت بیشتری نسبت به تصاویر دیجیتال اولیه دارا بودند. [۲۵،۲۶] با توجه به تنوع در توانایی های نرم افزاری ،اختلاف میان مطالعات در این زمینه دور از انتظار نیست .

درتحقیق Wenzelو همکاران تأثیر زوایای عمودی در تشخیص شکستگی افقی در تصاویر دیجیتال به اثبات رسیده است [۱۵] ، اما در مطالعه‌ی فوق زوایا به طور جداگانه در کشف این ضایعه مورد بررسی قرار نگرفتند در حالیکه در تحقیق ما زوایای عمودی صفر و ۱۵ درجه در هر گروه به تفکیک بررسی و نتیجه‌ی حاصله نشان داد که تهیه تصاویر با زاویه صفر درجه روش مناسب‌تری می باشد.

طبق ادعای کارخانه‌های سازنده، سیستم‌های دیجیتال و گزینه های نرم افزاری مختلف آن از جمله: کنتراست معکوس، بزرگنمایی، رنگ کاذب و سایر امکانات جهت بهبود کارایی و کمک به تشخیص ضایعات می‌باشد اما در مورد کارایی تشخیصی آنها شواهد بالینی کافی وجود ندارد و بنابراین پرداختن به این موضوع می تواند به یافتن روشی نو و قابل اطمینان در زمینه تشخیص ضایعات دهان و دندان منجر شود.[۸]

مطالعه ما نیز با این انگیزه انجام شد و نتیجه بیانگر این موضوع بود که تشخیص شکستگی افقی ریشه با استفاده از گزینه نرم افزاری کنتراست معکوس در مقایسه با تصاویر دیجیتال اولیه اختلاف معناداری را در شاخص‌های حساسیت (Sensitivity)، ویژگی(Specificity)، ارزش پیش‌بینی مثبت (P.P.V)و ارزش پیش بینی منفی(N.P.V)ایجاد نمی‌کند.

نتیجه‌گیری:

قدرت تشخیص رادیوگرافی دیجیتال به کمک نرم افزار کنتراست معکوس و تصاویر دیجیتال اولیه، در کشف شکستگی افقی ریشه یکسان است.

از طرفی ، تصاویر دیجیتال اولیه و کنتراست معکوس در مواردی که شکستگی افقی قطعا وجود داشته و یا قطعا وجود نداشته است توانایی بهتری در پیش‌بینی وضعیت شکستگی داشتند.

بنابراین بهتر است در هنگام کاربرد هر کدام از این دو روش در صورت ناتوانی در تشخیص قطعی، از روش های تشخیصی دیگر نیز بهره گرفت.

[Downloaded from mail.jrds.ir on 2026-10-16]

References:

1- Andreasen FM, Andreasen JO. Root fractures. In: Andreasen JO, Andreasen FM, editors. Text Book and Color Atlas of Traumatic Injuries to the Teeth. 3rd ed. Copenhagen: Musksgaard .1994: 279-311.

2- Erdemir A, Ungor M, Erdemir EO. Orthodontic Movement of a Horizontally Fractured Tooth: A Case Report. Dent Traumatol. 2005 Jun;21(3):160-4.

3- Oztan MD, Sonat B. Repair of Untreated Horizontal Root fractures: Two Case Reports. Dent Traumatol . 2001 Oct; 17(5):240-3.

4- Hovland EJ. Horizontal Root fractures, Treatment and Repair. Dent Clin North Am.1992 Apr;36(2):509-25

5- Poi WR, Manfrin TM, Holland R, Sonoda CK. Repair Characteristics of Horizontal Root Fractures: a Case Report. Dent Traumatol. 2002 Apr; 18(2): 98-102.

6- Ingle JI. Endodontics. 5th ed. Philadelphia: Leq and Febiger. 2002: 32-58.

7- Oliet S. Treating Vertical Root Fractures. J Endod. 1984 Aug; 10(8): 391-6.

8-White SC, Pharoah MJ. Oral Radiology, Principles and Interpretation. 5th ed. St. Louis:2003

9-Kositbowornchai S, Nuansakul R, Sikram S, Sinahawattana S, Saengmontri S. Root Fracture Detection: A Comparison of Direct Digital Radiography with Conventional Radiography. Dentomaxillofacl Radiol. 2001 Mar; 30(2): 106-9.

10-Furkart AJ, Dove SB, Mc David WD, Nummikoski P, Matteson S. Direct Digital Radiography for the Detection of Periodontal Bone Lesions. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1992Nov; 74(5): 652-60.

11-Wenzel A, Grondahl HG. Direct Digital Radiography in the Dental Office. J Int Dent. 1995Feb; 45(1): 27-34.

12-Seyed Abdollah Tehrani M. Supervising Teacher : Mehralizadeh S. Accuracy of Rreverse Contrast Option of Digital Radiography on the Detection of Occlusal Dentin Caries .Thesis for DDS, Dental Branch ,Tehran Islamic Azad University.2007

13-Iannucci JM, Howerton L J. Dental Radiography: Principle and Technique. 3rd ed. Saunders Elsevier. 2006: 483-5.

14-Kamburoglu K, Ilker Cebeci AR, Grondahl HG. Effectiveness of Limited Cone-Beam Computed Tomograhpy in the Detection of Horizontal Root Facture. Dental Traumatol. 2009; 25(3):256-61.

15-Wenzel A, Kirkevang LL. High Resolution Charge- Coupled Device Sensor VS. Medium Resolution Photostimulable Phosphor Plate Digital Receptors for Detection of Root Factures in Vitro. Dent Traumatol. 2005; 21: 32-36.

16-Nair MK, Nair UDP, Grondahl HG, Webber RL. Accuracy of Tuned Aperture Computed Tomography in the Diagnosis of Radicular Fractures in Non-Restored Maxillary Anterior Teeth-an in Vitro Study. Dentomaxillofac Radiol. 2002; 31: 229-304.

17-Wenzel A, Hintze H, Andreasen FM, Swerin I. Digital Subtraction Radiography for Assessment of Simulated Root Resorption Cavities. Performance of Conventional and Reverse Contrast Modes. Endod Dent Traumatol. 1992; 8:149-54.

18-Alpoz E, Sogur E, Baksi Akdeniz BG. Perceptibility Curve Test for Digital Radiographs Before and After Application of Various Image Processing Algorithms. Dentomaxillofac Radiol. 2007; 36:490-4.

19-Wenzel A,Larsen MJ, Fejerskov O. Detection of Occlusal Caries without Cavitation by Visual Inspection, Film Radiographs, Xeroradiographs and Digitized Radiographs. Caries Res. 1991; 25:365-71.

20-Wenzel A. Computer-aided Image Manipulation of Intraoral Radiographs to Enhance Diagnosis in Dental Practice: a Review. J Int Dent. 1993; 43: 99-108.

21-Kuhnisch J, Ifland S, Tranaeus S, Heinrich- Weltzein R. Comparison of Visual Inspection and Different Radiographic Methods for Dentin Caries Detection on Occlusal Surfaces. Dentomaxillofac Radiol. 2009; 38: 452-7.

[Downloaded from mail.jrds.ir on 2026-10-16]

22-Kamburglu K, Murat S, Pehlivan SY. The Effects of Digital Image Enhancement on the Detection of Vertical Root Fractures. Dent Traumatol. 2010; 26: 47-51.

23- Mehralizadeh S,Farshch F. Accuracy of Reverse Contrast Option of Digital Radiography on the Detection of Vertical Root Fracture. Thesis for DDS, Dental Branch ,Tehran Islamic Azad University .2008

24- Ji-Un Lee, Ki Jeong Kwon, Kwang-Joon Koh. Diagnostic Accuracy of Artificially Induced Vertical Root Fractures: A Comparison of Direct Digital Periapical Images with Conventional Periapical Images. Korean J Oral Maxillofac Radiol. 2004; 34: 185-90.

25-Baksi BG. Measurement Accuracy and Perceived Quality of Imaging Systems for the Evaluation of Periodontal Structures. Odontology. 2008; 96: 55-60.

26-Akdeniz BG, Sogur E. An ex Vivo Comparison of Conventional and Digital Radiography for Perceived Image Quality of Rroot Filling. J Int Endod. 2005; 38: 397-401.

[Downloaded from mail.jrds.ir on 2026-10-16]