

Research Paper

Evaluation of the Vertical Root Fracture in Digital Radiography with Low ,Medium and High Degree of Brightness: An Ex-Vivo Study



Ali Habibi Kia<sup>1</sup>, Mohammad Yazdi Zadeh<sup>2</sup>, Amirdanial Pourahmadiyeh<sup>3\*</sup>, Nahal Nikoonezhad<sup>4</sup>

1. Assistant Professor, Department of Oral and Maxillofacial Radiology, Faculty of dentistry, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.

2. Assistant Professor, Department of Endodontics, Faculty of dentistry, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.

3. Department of Oral and Maxillofacial Surgery, School of Dentistry, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.

4. Undergraduate Student of Dentistry, Faculty of dentistry, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.

Use your device to scan  
and read the article online



**Citation** Habibi Kia A, Yazdi Zadeh M, Pourahmadiyeh A, Nikoonezhad N. [Evaluation of the Vertical Root Fracture in Digital Radiography with Low ,Medium and High Degree of Brightness: An Ex-Vivo Study (Persian)]. *Jundishapur Scientific Medical Journal*. 2024; 23(5):401-411. 10.32592/jsmj.23.5.401

<https://doi.org/10.32592/jsmj.23.5.401>

**ABSTRACT**

**Background and Objectives** Nowadays, most digital imaging systems offer different types of images processing techniques, considering the importance of imaging accuracy and its wide application. The aim of the current study was to comparison the effect of changing illumination on the detection of vertical root fracture in conventional digital radiography.

**Subjects and Methods** In this ex-vivo study, the root treatment of 24 extracted anterior teeth of the patients was performed before induction of VRF (Vertical Root Fracture) and radiographs were prepared. Then, after complete VRF, radiographs were taken again. To simulate the bone, the teeth were placed in a mold made of plaster and acrylic powder in an equal ratio. Gentle hammer pressure was used to create induced VRF. The images were evaluated by changing the degree of brightness (high brightness, intermediate brightness and low brightness) by 2 observers.

**Results** Sensitivity, specificity and overall accuracy were calculated using Roc (Az) curve analysis, Kappa and MacNemar test. According to the statistical tests performed and the results obtained, the highest sensitivity, specificity and overall accuracy are related to images with high brightness and the lowest sensitivity, specificity and overall accuracy are related to images with low brightness.

**Conclusion** Images with high brightness level have the highest sensitivity, specificity and overall accuracy, and the lowest sensitivity, specificity and overall accuracy are related to images with low brightness level. Based on the results obtained from this study, it is suggested to use radiography with high brightness in the diagnosis of vertical root fracture.

**Keywords** Vertical Root Fracture, Digital Radiography, Illumination.

Received: 29 August 2021  
Accepted: 03 August 2024  
Available Online: 19 January 2025

\* **Corresponding Author:**  
**Amirdanial Pourahmadiyeh**

Address Department of Oral and Maxillofacial Surgery, School of Dentistry, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran

Tel: 09128800479

E-Mail: [dr.ad.pourahmadie@gmail.com](mailto:dr.ad.pourahmadie@gmail.com)

## Extended Abstract

### Introduction

**V**ertical root fracture (VRF) typically develops from within the canal wall or may start from the apex or middle section of the root. Two proven main causes for the occurrence of vertical root fractures are the placement of posts and the compaction of materials during root filling. Other unproven causes include occlusal forces, the impact of restorative procedures, corrosion, and the expansion of metal posts and root-end filling materials during surgeries. Roots that are predisposed to VRF are typically curved, wider in the buccolingual direction, and narrow in the mesiodistal direction, such as mandibular premolars and incisors, maxillary second premolars, maxillary mesiobuccal molars, and the mesial and distal roots of mandibular molars. More resistant roots to VRF are those that are round, oval, or bulky, like maxillary centrals, palatal maxillary molars, and maxillary canines. Thirteen percent of failures in treated and restored teeth are attributed to VRF. Radiographically, VRF is usually associated with lateral root resorption and angular resorption in the cervical area. Features such as the Hanging Drop, J Shape, or Halo Lake may be present. Vertical root fractures are the most common form of longitudinal tooth fractures. They are commonly seen in teeth undergoing root canal treatment. Predisposing factors include excessive root canal preparation, additional forces applied during the packing of root filling materials, and inter-radicular posts. In teeth that haven't undergone root canal treatment, VRF may occur as a result of the apical extension of a coronal crack into the root dentin. Etiological factors include excessive stresses, parafunctional habits, and previous restorative procedures. Vertical root fracture begins at the tooth crown and chewing surface, extending down to the root and eventually causing the tooth to split into two pieces. The fracture line can be quite obvious; however, generally, the condition is not visible to the naked eye without radiographic imaging. The radiographic diagnosis of VRF is challenging due to the variety of fracture patterns, and in many cases, fractures are not visible on radiographs. Unfortunately, only one-third of these fractures can be identified using standard radiography. Conventional radiography shows only two dimensions of a three-dimensional anatomical structure. Definitive radiographic diagnosis of VRF can occur with the presence of a hair-like radiolucent fracture line within the dentin volume or the radiographic appearance of root segment separation, often accompanied by extensive bone loss around the root or tooth. In most cases requiring radiographic confirmation, a clinician must interpret the images based on various patterns of periodontal destruction, which unfortunately overlap with periodontal lesions and are similar to

endodontic issues. Since root fractures typically extend in a buccolingual direction, and only the bone facing the fracture undergoes resorption in the early stages, detecting related radiolucencies can be challenging due to the superimposition of the root. There are several image processing algorithms that enhance the quality of digital images. Noise reduction, sharpening-smoothing, and edge enhancement are examples of these algorithms. While these filters can make images more visually appealing, their diagnostic value is debated, and their application may lead to the loss of fine image details. The inversion filter is used to correct negative images or, in other words, to apply a reverse algorithm to test the effects of light changes in dark areas of an image. The negative filter, through inverting the gray levels of the image, provides a different perspective of densities, causing black areas to turn white and white areas to turn black. Given that no studies have yet been conducted on the effect of lighting changes on the diagnosis of vertical root fractures, the aim of this study is to compare the effect of lighting changes on the diagnosis of vertical root fractures in standard digital radiography.

### Methods

In this study, extracted teeth from dental clinics in Ahvaz were used. Root canal treatment was performed on 24 extracted single-rooted human teeth before inducing VRF, and radiographs were taken (Group 1). After complete VRF induction, radiographs of these teeth were taken again (Group 2). To simulate bone, the teeth were placed in a mold made of gypsum and acrylic powder in equal ratios.

### Results

The study examined the impact of brightness on the detection of vertical fractures in two different observers using statistical analyses. Overall, sensitivity, specificity, and overall accuracy were high with bright images, while performance was lower with dimly lit images. The observer 1 with low brightness showed sensitivity 67.66%, specificity 85.87%, overall accuracy 77%, medium brightness: sensitivity 87.5%, specificity 67.91%, overall accuracy 90%, high brightness: sensitivity 95.83%, specificity 100%, overall accuracy 98%. The McNemar test showed no statistically significant difference from reality in all brightness conditions. Observer 2 with low brightness, sensitivity 67.66%, specificity 67.91%, overall accuracy 79%, medium brightness: sensitivity 83.33%, specificity 67.91%, overall accuracy 88%, high brightness: similar to observer 1 with high accuracy. The McNemar test also indicated no statistically significant differences in all

brightness conditions. the comparison between observers demonstrated that the highest true positive and true negative responses were observed in bright images, while the highest false positive and false negative responses were noted in low and medium brightness. the agreement between the two observers in low and medium brightness conditions was 0.826 and 0.707, respectively, with near-perfect agreement in high brightness.

### **Conclusion**

The results indicate that the best sensitivity and accuracy were achieved with bright images, while dimly lit images showed lower performance. The presence of vertical root fractures can lead to progressive damage to supporting tissues, making rapid and accurate diagnosis crucial. Digital imaging methods and image processing can enhance image quality and aid in diagnosis. Utilizing these systems in dentistry not only improves diagnostic accuracy but also offers benefits such as reduced radiation dose, easier information exchange, and decreased workflow time. Software filters and image processing tools can further enhance image quality under low-light conditions.

### **Ethical Considerations**

#### **Compliance with ethical guidelines**

It was a descriptive study that reviewed laboratory data without disclosing patients' information after receiving the code of ethics (IR.AJUMS.REC.1399.815 ) from Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences.

#### **Funding**

Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences (B-۹۹.۴۰).

#### **Authors contributions**

All the Authors have equal role in designing, performing, data collection and analysis. Also, all authors have read and approved the manuscript.

#### **Conflicts of interest**

There is no conflicts of interest.

#### **Acknowledgements**

This article is the result of the thesis by Nahal Nikonejad entitled in the general dentist course and code B-۹۹.۴۰, which is supported by Deputy for Research, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences (AJUMS).

## مقاله پژوهشی

بررسی شکستگی عمودی ریشه در رادیوگرافی دیجیتال با درجه روشنایی کم، متوسط و زیاد:  
یک مطالعه آزمایشگاهیعلی حبیبی کیا<sup>1</sup>، محمد یزدی زاده<sup>2</sup>، امیردانیال پوراحمدیه<sup>3\*</sup>، نهال نیکونژاد<sup>4</sup>

1. استادیار بخش رادیولوژی دهان و فک و صورت، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران.
2. استادیار بخش درمان ریشه، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران.
3. رزیدنت جراحی فک و صورت، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران.
4. دانشجوی عمومی دندانپزشکی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران.

Use your device to scan  
and read the article online

**Citation** Habibi Kia A, Yazdi Zadeh M, Pourahmadiyeh A, Nikoonezhad N. [Evaluation of the Vertical Root Fracture in Digital Radiography with Low ,Medium and High Degree of Brightness: An Ex-Vivo Study(Persian)]. *Jundishapur Scientific Medical Journal*. 2024; 23(5):401-411. 10.32592/jsmj.23.5.401

<https://doi.org/10.32592/jsmj.23.5.401>

## چکیده

**زمینه و هدف** امروزه اغلب سیستم‌های تصویربرداری دیجیتال انواع مختلفی از تکنیک‌های پردازش تصویر را ارائه می‌دهند. با توجه به اهمیت دقت تصویربرداری و کاربرد گسترده آن، در این مطالعه به مقایسه تاثیر تغییر روشنایی در تشخیص شکستگی عمودی ریشه در رادیوگرافی دیجیتال معمولی پرداخته شده است.

**روش بررسی** در این مطالعه آزمایشگاهی، درمان ریشه 24 دندان قدامی کشیده شده بیماران قبل از القای VRF (Vertical Root Fracture) انجام و رادیوگرافی تهیه شد. سپس، بعد از VRF کامل، رادیوگرافی دوباره تهیه شد. برای شبیه‌سازی استخوان، دندان‌ها درون قالبی از جنس گچ و پودر آکریل با نسبتی برابر قرار گرفتند. برای ایجاد VRF القایی از فشار آرام چکش استفاده شد. تصاویر با تغییر درجه روشنایی (High brightness, Intermediate brightness و Low brightness) با 2 مشاهده‌گر ارزیابی شدند.

**یافته‌ها** حساسیت، اختصاصیت و صحت کلی با استفاده از آنالیز تحت منحنی Roc (Az)، آزمون کاپا (Kappa) و مک نمار (MacNemar Test) محاسبه شد. با توجه به آزمون‌های آماری انجام شده و نتایج به دست آمده، بیشترین حساسیت و اختصاصیت و صحت کلی مربوط به تصاویر با درجه روشنایی زیاد و کمترین حساسیت و اختصاصیت و صحت کلی مربوط به تصاویر با درجه روشنایی کم است.

**نتیجه گیری** تصاویر با درجه روشنایی زیاد، بیشترین حساسیت و اختصاصیت و صحت کلی را دارد و کمترین حساسیت و اختصاصیت و صحت کلی مربوط به تصاویر با درجه روشنایی کم است. بر اساس نتایج به دست آمده از این پژوهش استفاده از رادیوگرافی با روشنایی زیاد در تشخیص شکستگی عمودی ریشه پیشنهاد می‌شود.

**کلیدواژه‌ها** شکستگی عمودی ریشه، رادیوگرافی دیجیتال، روشنایی

تاریخ دریافت: 07 شهریور 1400

تاریخ پذیرش: 13 مرداد 1403

تاریخ انتشار: 30 دی 1403

نویسنده مسئول:

امیردانیال پوراحمدیه

نشانی: رزیدنت جراحی فک و صورت، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران

تلفن: 09128800479

رایانامه: [dr.ad.pourahmadi@gmail.com](mailto:dr.ad.pourahmadi@gmail.com)

## مقدمه

حجم دنتین و یا تظاهر رادیوگرافیک جداشدگی قطعه ریشه که اغلب با یک از دست رفتن وسیع استخوان اطراف ریشه یا دندان همراه است. در اکثر موارد که احتیاج به تایید رادیوگرافیک است، یک کلینیسین باید تفسیر را بر اساس الگوهای مختلف تخریب پرپودنتال که متاسفانه با ضایعات پرپودنتال و مشابه اندودنتیک مشترک هستند، انجام دهد. از آنجا که شکستگی‌های ریشه بیشتر در یک جهت باکولینگوالی منتشر می‌شوند و از آنجایی که تنها استخوان رو به شکستگی در مراحل اولیه تحلیل می‌رود، به دلیل سوپر ایمپوزیشن ریشه ردیابی رادیولوژی‌های مربوطه معمول مشکل است [7].

الگوریتم‌های پردازش متعددی وجود دارند که کیفیت تصاویر دیجیتال را بهبود می‌دهند. Noise Reduction، Sharpening-Smoothing و Edge Enhancement، مثال‌هایی از این الگوریتم‌ها هستند. این فیلترها می‌توانند تصویر را از نظر بیننده خوشایندتر سازند؛ ولی ارزش تشخیص آن‌ها مورد بحث است و کاربرد آن‌ها ممکن است منجر به حذف جزئیات ظریف تصویر شود [8]. فیلتر Inversion برای اصلاح منفی تصاویر یا به عبارت دیگر، اعمال الگوریتم معکوس برای آزمایش اثر تغییرات روشنایی در نواحی تاریک تصویر استفاده می‌شود. فیلتر منفی، از طریق معکوس کردن سطوح خاکستری تصویر، برداشت متفاوتی از تراکم‌ها فراهم می‌کند، به گونه‌ای که قسمت‌های سیاه به سفید و قسمت‌های سفید به سیاه تبدیل می‌شوند [9]. با توجه به اینکه تا کنون درباره تاثیر تغییرات روشنایی در تشخیص شکستگی عمودی ریشه مطالعه‌ای انجام نشده، هدف از این پژوهش، مقایسه تاثیر تغییر روشنایی در تشخیص شکستگی عمودی ریشه در رادیوگرافی دیجیتال معمولی است.

## روش بررسی

## جامعه مورد مطالعه

در این مطالعه، از دندان‌های کشیده شده در کلینیک‌های دندان پزشکی اهواز استفاده شد. درمان ریشه 24 دندان تک‌ریشه کشیده شده انسان قبل از القای VRF انجام شده و رادیوگرافی تهیه شد (گروه 1). از این دندان‌ها دوباره بعد از VRF کامل (گروه 2) رادیوگرافی تهیه شد. برای شبیه‌سازی استخوان، دندان‌ها درون قالبی از جنس گچ و پودر آکریل با نسبتی برابر قرار گرفتند. برای ایجاد VRF القایی از فشار آرام چکش استفاده شد [10]. گرافی‌های دیجیتال پس از پردازش با تغییر درجه روشنایی با دو متخصص رادیولوژیست (دو مشاهده‌گر) از نظر تشخیص وجود یا نبود VRF ارزیابی شدند. جهت تهیه تصاویر اصول حفاظت در برابر اشعه رعایت شد.

شکستگی عمودی ریشه (VRF) احتمالاً از داخل دیواره کانال گسترش می‌یابد یا ممکن است از اپکس یا بخش میانی ریشه شروع شود. دو علت اصلی اثبات شده برای ایجاد شکستگی عمودی ریشه قرار دادن پست و متراکم کردن مواد حین پرکردن ریشه است. دیگر علل ثابت نشده شامل نیروهای اکلوژالی، اثر وج کننده ترمیم‌ها، کروژن و انبساط در پست‌های فلزی و انبساط مواد پرکننده انتهای ریشه در جراحی هاست [1]. ریشه‌های مستعد VRF ریشه‌های انحنادار، عرض از جهت فاسیولینگوال و باریک در جهت مزپودیستال مثل پرمولرها و اینسیزورهای مندیبل، پرمولر دوم ماگزایلا، مزپویاکال مولر ماگزایلا و ریشه‌های مزپال و دیستال مولر مندیبل هستند. ریشه‌های مقاوم‌تر به VRF ریشه‌های گرد، بیضی یا حجیم مثل سانتال ماگزایلا، پالاتال مولرهای ماگزایلا و کانین‌های ماگزایلا هستند. سیزده درصد شکست دندان‌های اندوشده و ترمیم‌شده ناشی از ترک یا شکستگی است. VRF اغلب با بیماری پرپودنتال یا RCT شکست‌خورده اشتباه می‌شود، به ندرت علامت‌دار است و معمولاً تورم موضعی یا آبسه پرپودنتال عاملی است که بیمار را به مطب می‌آورد. در رادیوگرافی اغلب همراه با تحلیل در سطح جانبی ریشه به همراه تحلیل زاویه‌دار در سرویکال است. ممکن است نمای Hanging Drop یا J Shape یا Halo Lake وجود داشته باشند. شکستگی‌های عمودی ریشه شایع‌ترین فرم شکستگی‌های طولی دندان هستند [2]. شکستگی عمودی ریشه به طور شایع در دندان‌های تحت درمان ریشه دیده می‌شود. فاکتورهای مستعدکننده آن شامل آماده‌سازی بیش از حد کانال ریشه، فشارهای اضافی وارد شده در هنگام پک کردن ماده پرکننده ریشه و پست‌های اینترادیکولار هستند. در دندان‌هایی که درمان ریشه نشده‌اند، VRF ممکن است به عنوان نتیجه گسترش اپیکالی یک ترک کروئال در عاج ریشه‌ای رخ دهد. فاکتورهای اتیولوژیک شامل فشارهای بیش از حد، عادات پارافانکشنال و فرایندهای ترمیمی قبلی هستند [3].

شکستگی عمودی ریشه، از تاج دندان و سطح جوته آغاز می‌شود و تا ریشه دندان امتداد می‌یابد و در نهایت باعث دو نیم شدن دندان می‌شود. خط شکستگی می‌تواند کاملاً واضح باشد. اما به طور کلی عارضه بدون انجام رادیوگرافی قابل مشاهده با چشم نیست [4-5]. تشخیص رادیوگرافی VRF به خاطر الگوهای متنوع شکستگی دشوار است و در بسیاری از کیس‌ها شکستگی‌ها در رادیوگرافی دیده نمی‌شود. متاسفانه فقط یک سوم این شکستگی‌ها می‌تواند با رادیوگرافی معمولی تشخیص داده شود. رادیوگرافی معمولی تنها دو بعد از سه بعد یک ساختار آناتومیک را نشان می‌دهد [6]. تشخیص قطعی رادیوگرافیک VRF با وجود دو مورد ممکن می‌شود: حضور یک خط رادیولوژنت شکستگی Hair-Like در

# جندی شاپور

بعد از جمع‌آوری داده‌ها، از نرم افزار SPSS جهت آنالیز با استفاده از آزمون کاپا (Kappa) و مک نمار (MacNemar Test) در جدول‌های توافقی (Crosstabs) و تحت منحنی راک (Roc curve) استفاده شد.

## یافته‌ها

مقایسه اختصاصیت و حساسیت در روش‌های مختلف پردازش تصویر در تشخیص شکستگی عمودی در مشاهده‌گر اول

بررسی نتایج میزان روشناسی تحلیل آماری مشاهده تصاویر با روشنایی کم با مشاهده‌گر اول نشان داد که حساسیت، ویژگی و صحت کلی به ترتیب  $66/67\%$ ،  $87/5\%$  و  $77\%$  است. آزمون مک نمار نشان داد بین روش تصویربرداری با روشنایی کم و واقعیت تفاوت معنادار آماری وجود ندارد ( $P=0/227$ ). تحلیل آماری مشاهده تصاویر روشنایی متوسط، با مشاهده‌گر اول نشان داد که حساسیت، ویژگی و صحت کلی به ترتیب  $87/5\%$ ،  $91/67\%$  و  $90\%$  است. آزمون مک نمار نشان داد بین روش تصویربرداری با درجه روشنایی متوسط و واقعیت تفاوت معنادار آماری وجود ندارد ( $P=0/999$ ). تحلیل آماری مشاهده تصاویر با روشنایی زیاد، با مشاهده‌گر اول نشان داد که حساسیت، ویژگی و صحت کلی به ترتیب  $95/83\%$ ،  $100\%$  و  $98\%$  است. آزمون مک نمار نشان داد بین روش تصویربرداری با روشنایی زیاد و واقعیت تفاوت معنادار آماری وجود ندارد ( $P=0/999$ ) (شکل ۳).

مقایسه اختصاصیت و حساسیت در روش‌های مختلف پردازش تصویر در تشخیص شکستگی عمودی در مشاهده‌گر دوم

تحلیل آماری مشاهده تصاویر با روشنایی کم با مشاهده‌گر دوم نشان داد که حساسیت، ویژگی و صحت کلی به ترتیب  $66/67\%$ ،  $91/67\%$  و  $79\%$  است. آزمون مک نمار نشان داد بین روش تصویربرداری با درجه روشنایی کم و واقعیت تفاوت معنادار آماری وجود ندارد ( $P=0/109$ ). تحلیل آماری مشاهده تصاویر با روشنایی متوسط با مشاهده‌گر دوم نشان داد که حساسیت، ویژگی و صحت کلی به ترتیب  $83/33\%$ ،  $91/67\%$  و  $88\%$  است. آزمون مک نمار نشان داد بین روش تصویربرداری با درجه روشنایی متوسط و واقعیت تفاوت معنادار آماری وجود ندارد ( $P=0/687$ ). تحلیل آماری مشاهده تصاویر با روشنایی زیاد، با مشاهده‌گر دوم نشان داد که حساسیت، ویژگی و صحت کلی به ترتیب  $95/83\%$ ،  $100\%$  و  $98\%$  است. آزمون مک نمار نشان داد بین روش تصویربرداری با روشنایی زیاد و واقعیت تفاوت معنادار آماری وجود ندارد ( $P=0/999$ ) (شکل ۴).

مقایسه اختصاصیت و حساسیت در روش‌های مختلف پردازش تصویر در تشخیص شکستگی عمودی بین دو مشاهده‌گر

آنالیز آماری نتایج نشان می‌دهد در هر دو مشاهده‌گر اول و دوم بیشترین

## تهیه تصاویر

رادیوگرافی‌های دیجیتال غیر مستقیم با صفحات PSP در سیستم Digora (optime, Sordex Finland) تهیه شد. رادیوگرافی‌های دیجیتال به منظور تغییر روشنایی در نرم افزار Scanora (astara32 version 3.00, sordex, finland) پردازش شد و یافته‌های به‌دست‌آمده در دو نوع رادیوگرافی با استاندارد طلایی محاسبه و در آنالیز آماری به کار گرفته شد. پرتوئالی به صفحات و با دستگاه Xgenus dc (de Gotzen و شریط اکسپوژر  $8\text{ mA}$ ،  $70\text{ kVp}$ ، زمان پرتوئالی  $0/32$  ثانیه، با ضخامت فیلتراسیون کلی آلومینیوم  $2\text{ mm}$  و فاصله  $32\text{ cm}$  (Focal spot-receptor) تهیه شد. یک صفحه آکریلی با ضخامت  $1/5\text{ cm}$  بین تیوب اشعه X و دندان‌ها جهت بازسازی بافت نرم قرار داده می‌شود (شکل 1 و 2).

روشنایی زیاد (+50) روشنایی متوسط (0) روشنایی کم (-50)



شکل 1. گرافی تهیه‌شده قبل از القای VRF (گروه 1)

روشنایی زیاد (+50) روشنایی متوسط (0) روشنایی کم (-50)



شکل 2. گرافی تهیه‌شده بعد از القای VRF (گروه 2)

## تعیین نوع و درجه روشنایی

در نرم‌افزار Scanora تغییر درجه روشنایی انتخاب شد و با تغییر روشنایی، روشنایی کم (-50)، متوسط (0) و زیاد (+50) برای هر تصویر در هر دو گروه کنترل و VRF به دست آورده شد. تمامی مشاهده‌گرها از یک مانیتور در یک اتاق و شرایط یکسان برای مشاهده تصاویر استفاده کردند. جهت جلوگیری از خستگی چشم مشاهده‌گرها در هر نوبت از ارزیابی بیش از 20 تصویر اجتناب شد. رادیوگرافی‌ها کدگذاری شده و مشخص شد که در هر رادیوگرافی از چه شماره دندانی استفاده شد.

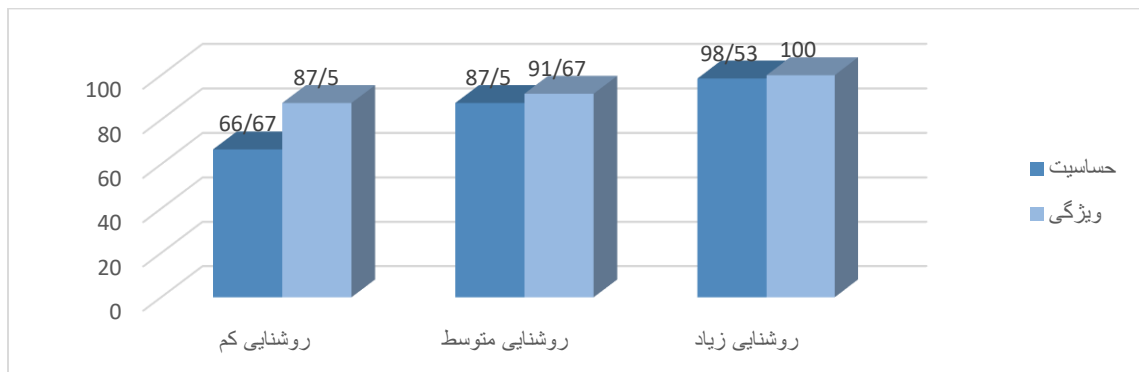
## آنالیز آماری

91/67٪ و 90٪ است و در مشاهده‌گر دوم به ترتیب 83/33٪، 91/67٪ و 88٪ است (جدول 4).

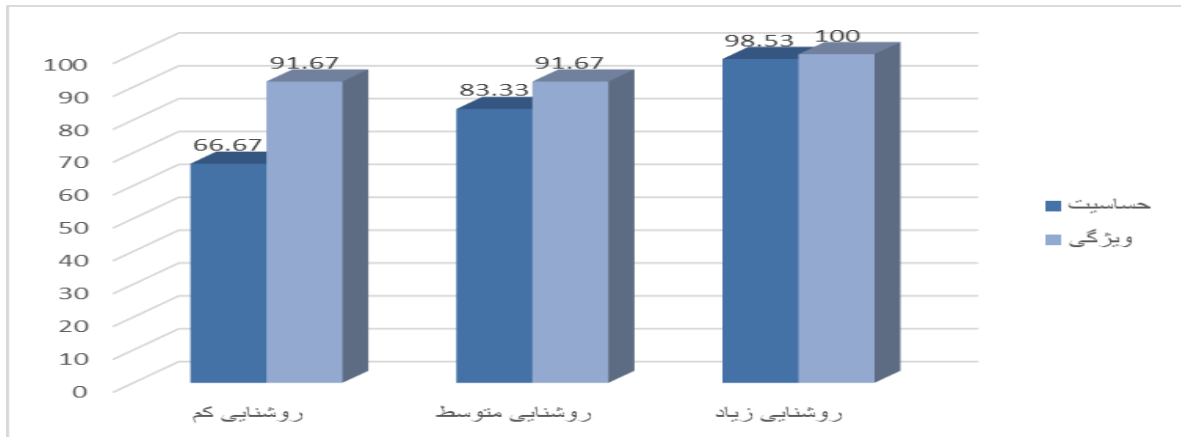
توافق بین مشاهده‌گر اول و دوم در روشنایی متوسط 0/707 است (آزمون کاپا). تحلیل آماری مشاهده تصاویر با روشنایی زیاد، با مشاهده‌گر اول نشان داد که حساسیت، ویژگی و صحت کلی به ترتیب 95/83٪، 100٪ و 98٪ است و در مشاهده‌گر دوم نشان داد به ترتیب 95/83٪، 100٪ و 98٪ است (جدول 5).

میزان پاسخ‌های مثبت و منفی واقعی به تصاویر با روشنایی زیاد تعلق دارد. همچنین، در هر دو مشاهده‌گر اول و دوم بیشترین میزان پاسخ‌های مثبت و منفی کاذب مربوط به تصاویر با روشنایی کم و متوسط است (جدول 1 و 2). تحلیل آماری مشاهده تصاویر روشنایی کم با مشاهده‌گر اول نشان داد که حساسیت، ویژگی و صحت کلی به ترتیب 66/67٪، 87/5٪ و 77٪ و در مشاهده‌گر دوم به ترتیب 66/67٪، 91/67٪ و 79٪ است (شکل 3 و جدول 3).

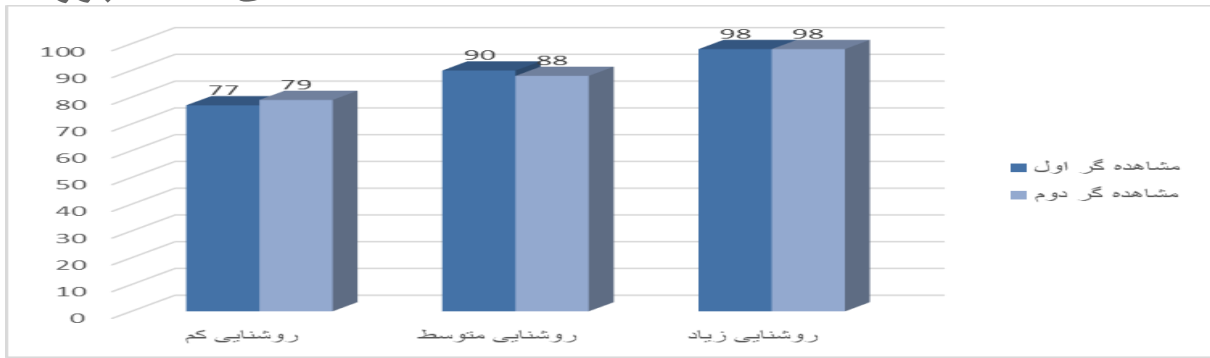
توافق بین مشاهده‌گر اول و دوم در روشنایی کم، 0/826 است (آزمون کاپا). تحلیل آماری مشاهده تصاویر با روشنایی متوسط، با مشاهده‌گر اول نشان داد که حساسیت، ویژگی و صحت کلی به ترتیب 87/5٪،



شکل 3. مقایسه اختصاصیت و حساسیت در روش‌های مختلف پردازش تصویر در تشخیص شکستگی عمودی در مشاهده‌گر اول



شکل 4. مقایسه اختصاصیت و حساسیت در روش‌های مختلف پردازش تصویر در تشخیص شکستگی عمودی در مشاهده‌گر دوم



شکل 5. مقایسه صحت کلی در روش‌های مختلف پردازش تصویر در تشخیص شکستگی عمودی بین مشاهده‌گرها

جدول 1. مقایسه تعداد پاسخ‌های مثبت واقعی، منفی واقعی، مثبت کاذب و منفی کاذب در روش‌های مختلف پردازش تصویر در تشخیص شکستگی عمودی در مشاهده‌گر اول

نتایج تصویر	مثبت واقعی True positive	منفی واقعی True negative	مثبت کاذب False positive	منفی کاذب False negative
روشنایی کم	16	21	3	8
روشنایی متوسط	21	22	2	3
روشنایی زیاد	23	24	0	1

جدول 2. مقایسه تعداد پاسخ‌های مثبت واقعی، منفی واقعی، مثبت کاذب و منفی کاذب در روش‌های مختلف پردازش تصویر در تشخیص شکستگی عمودی در مشاهده‌گر دوم

نتایج تصویر	مثبت واقعی True positive	منفی واقعی True negative	مثبت کاذب False positive	منفی کاذب False negative
روشنایی کم	16	22	2	8
روشنایی متوسط	20	22	2	4
روشنایی زیاد	23	24	0	1

جدول 3. تحلیل آماری مشاهده تصاویر با روشنایی کم

	مساحت زیر منحنی ROC	ارزش اخباری منفی	ارزش اخباری مثبت	اختصاصیت	حساسیت
مشاهده گر اول	٪۷۷ (۰/۶۳۰/۸۸) P<0/001	٪۷۲/۴۱ (٪۵۲/۷۶،٪۸۷/۲۷)	٪۸۴/۲۱ (٪۶۰/۴۲،٪۹۶/۲۲)	٪۸۷/۵ (٪۶۷/۶۴،٪۹۷/۳۴)	٪۶۶/۶۷ (٪۴۴/۶۸،٪۸۴/۳۷)
مشاهده گر دوم	٪۷۹ (۰/۶۵۰/۹۰) P<0/001	٪۷۳/۳۳ (٪۵۴/۱۱،٪۸۷/۷۲)	٪۸۸/۸۹ (٪۶۵/۲۹،٪۹۸/۶۲)	٪۹۱/۶۷ (٪۷۳،٪۹۸/۹۷)	٪۶۶/۶۷ (٪۴۴/۶۸،٪۸۴/۳۷)

جدول 4. تحلیل آماری مشاهده تصاویر با روشی متوسط

	حساسیت	اختصاصیت	ارزش اخباری مثبت	ارزش اخباری منفی	مساحت زیر منحنی ROC
مشاهده گر اول	٪۸۷/۵ (٪۶۷/۶۴،٪۹۷/۳۴)	٪۹۱/۶۷ (٪۷۳،٪۹۸/۹۷)	٪۹۱/۳۰ (٪۷۱/۹۶،٪۹۸/۹۳)	٪۸۸ (٪۶۸/۷۸،٪۹۷/۴۵)	۰/۹۰ (۰/۷۷،۰/۹۷) P<0/001
مشاهده گر دوم	٪۸۳/۳۳ (٪۶۲/۶۲،٪۹۵/۲۶)	٪۹۱/۶۷ (٪۷۳،٪۹۸/۹۷)	٪۹۰/۹۱ (٪۷۰/۸۴،٪۹۸/۸۸)	٪۸۴/۶۲ (٪۶۵/۱۳،٪۹۵/۶۴)	۰/۸۸ (۰/۷۵،۰/۹۵) P<0/001

جدول 5. تحلیل آماری مشاهده تصاویر با روشی زیاد

	حساسیت	اختصاصیت	ارزش اخباری مثبت	ارزش اخباری منفی	مساحت زیر منحنی ROC
مشاهده گر اول	٪۹۵/۸۳ (٪۷۸/۸۸،٪۹۹/۸۹)	٪۱۰۰ (٪۸۵/۱۸،٪۱۰۰)	٪۱۰۰ (٪۸۵/۷۵،٪۱۰۰)	٪۹۶ (٪۷۹/۶۵،٪۹۹/۹۰)	۰/۹۸ (۰/۸۹،۰/۹۱) P<0/001
مشاهده گر دوم	٪۹۵/۸۳ (٪۷۸/۸۸،٪۹۹/۸۹)	٪۱۰۰ (٪۸۵/۱۸،٪۱۰۰)	٪۱۰۰ (٪۸۵/۷۵،٪۱۰۰)	٪۹۶ (٪۷۹/۶۵،٪۹۹/۹۰)	۰/۹۸ (۰/۸۹،۰/۹۱) P<0/001

## بحث

با توجه به نتایج به دست آمده از پژوهش پیش رو بر مقایسه تاثیر تغییر روشی در تشخیص شکستگی عمودی ریشه، بیشترین حساسیت، اختصاصیت و صحت کلی مربوط به تصاویر با درجه روشنی زیاد است و کمترین حساسیت، اختصاصیت و صحت کلی مربوط به تصاویر با درجه روشنی کم است.

شکستگی عمودی ریشه در طولانی مدت توانایی تخریب پیش رونده ایلیاف پرپودنتال، استخوان و سایر بافت‌های حمایت کننده را دارد. تشخیص قطعی شکستگی عمودی ریشه به صورت مشاهده مستقیم ریشه با یا بدون مداخله جراحی است. بدیهی است که رادیوگرافی می‌تواند به تشخیص این مشکل دندان‌ی کمک بسیاری کند [11].

به طور معمول، رادیوگرافی یکی از راه‌های کمک کننده در تشخیص VRF است. در حال حاضر رادیوگرافی دیجیتال به طور وسیعی جهت شناسایی شکستگی عمودی ریشه به کار برده می‌شود. در سال‌های اخیر سیستم‌های رادیوگرافی دیجیتال داخل دهانی متعددی به حوزه دندانپزشکی معرفی شده‌اند. مهم‌ترین مزایای این سیستم‌ها عبارتند از کاهش دوز اشعه x، قابلیت تبادل اطلاعات، کاهش زمان کار و حذف ظهور و ثبوت با محلول [12]. استفاده از فیلترهای نرم‌افزاری می‌تواند نبود کیفیت تصویر را که ناشی از اکسپوز کم و یا نوبز است

کاهش دهد و همراه با کاهش در دوز اکسپوز باشد. از دیگر فواید رادیوگرافی دیجیتال، امکان بهبود تصاویر بعد از اکسپوز با نرم افزارها و فیلترهای پردازش تصویر است. در مطالعات پیشین، استفاده از رزولوشن و دامنه تصاویر دیجیتال پایین‌تر از رادیوگرافی معمولی ارزیابی شده است. اگرچه تصویر دیجیتال دارای این قابلیت ممتاز است که با کاربرد ابزار نرم‌افزار پردازش (پروسسینگ) تصویر، می‌توان اطلاعات با ارزش را بهبود بخشید و عوامل مخل در کیفیت تصویر را کاهش داد [13]. در این باره مطالعه یزدی زاده و همکاران در سال 1401 بر بررسی شکستگی عمودی ریشه در رادیوگرافی دیجیتال معمولی و رادیوگرافی دیجیتال با فیلتر شارپ نشان می‌دهد اگرچه حساسیت هر دو روش یکسان بوده، اما اختصاصیت در حالت با فیلتر، به طور معناداری بالاتر بوده است [14]. همچنین، نتایج حاصل از مطالعه Takishita و همکاران بر مقایسه دقت تشخیصی سیستم رادیوگرافی دیجیتال مستقیم، تصاویر فیلتر شده و رادیوگرافی تفریقی نشان داد بهترین روش تشخیص با استفاده از Digital Subtraction Radiography (DSR) بوده است. فیلتر منفی بدترین نتایج را به دست آورد. متدهای بزرگ‌تر بیشترین حساسیت و ویژگی را در ناحیه زیر منحنی ROC نشان دادند [15]. Lee و همکارانش در کشور کره در سال 2004 دقت تشخیص شکستگی عمودی ریشه در گرافی پری آپیکال معمولی را با گرافی

استفاده از روشنایی زیاد در تشخیص شکستگی عمودی ریشه پیشنهاد می‌شود.

### ملاحظات اخلاقی

### پیروی از اصول اخلاق پژوهش

این مطالعه در کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز با شماره IR.AJUMS.REC.1399.815 ثبت شده است.

### حامی مالی

دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز کد (B-99040).

### مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان در نوشتن این مقاله به صورت یکسان همکاری کرده‌اند.

### تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافی وجود ندارد.

### تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل پایان‌نامه دوره دندانپزشکی عمومی دکتر نهال نیکونژاد با کد B-99040 است که معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز از آن پشتیبانی کرد.

پری آپیکال دیجیتال ارزیابی کردند. در این مطالعه تشخیصی از 61 دندان تک‌ریشه استفاده کردند و از هر دندان در حالت سالم و شکسته، تصاویر اورجینال و کنتراست معکوس گرفتند و به این نتیجه رسیدند که تصاویر کنتراست معکوس نسبت به تصاویر اورجینال، دارای ارزش تشخیصی بیشتری است که البته از نظر آماری معنادار نبود؛ ولی تشخیص شکستگی افقی ریشه را تسهیل می‌کند [16]. Nascimento و همکارانش در سال 2015 در کشور برزیل مطالعه برای مقایسه اثر فیلترهای پردازشی دیجیتال روی تشخیص شکستگی عمودی ریشه انجام دادند. آن‌ها درباره چهل دندان تک‌ریشه در دو گروه تصادفی کنترل و آزمایش که گروه آزمایش به طور مصنوعی دچار شکستگی عمودی ریشه شده بودند، این بررسی را انجام دادند و از همه دندان‌ها گرافی دیجیتال با سه زاویه افقی مختلف تهیه کردند. سه مشاهده‌گر به طور جداگانه تصاویر اورجینال و فیلتر شده (3D emboss, negative, sharpen-shadow) را بررسی کردند، بیشترین ارزش تشخیصی زمان استفاده از فیلتر شارپ به دست آمد. آن‌ها به این نتیجه دست یافتند که هنگام استفاده از سیستم Digora Optime فیلتر شارپ برای بهبود تشخیص رادیوگرافیک شکستگی عمودی ریشه توصیه می‌شود [17].

در مطالعه حاضر از تغییر روشنایی در نرم‌افزار دیجیتال (version®Scanora4.3.1) استفاده شده است. در مطالعه حاضر تحلیل آماری مشاهده تصاویر مشاهده‌گر اول و دوم نشان داد که حساسیت، ویژگی و صحت کلی تصاویر با روشنایی زیاد بیشتر از تصاویر با روشنایی کم و متوسط است. در هر دو حالت آزمون مک‌نمار نشان داد که بین روش تصویربرداری با درجه روشنایی زیاد و واقعیت تفاوت معنادار آماری وجود ندارد. برای هر دو مشاهده‌گر اول و دوم بیشترین حساسیت و اختصاصیت مربوط به تصاویر با درجه روشنایی زیاد و پس از آن مربوط به تصاویر با روشنایی متوسط است. کمترین میزان حساسیت و اختصاصیت به تصاویر با روشنایی کم تعلق دارد. با توجه به آزمون‌های انجام‌شده و نتایج به‌دست‌آمده در نهایت بیشترین حساسیت و اختصاصیت و صحت کلی مربوط به تصاویر با درجه روشنایی زیاد و کمترین حساسیت و اختصاصیت و صحت کلی مربوط به تصاویر با درجه روشنایی کم است. در نتیجه بر اساس نتایج حاصل از این مطالعه استفاده از روشنایی زیاد در تشخیص شکستگی عمودی ریشه پیشنهاد می‌شود.

### نتیجه‌گیری

با توجه به آزمون‌های انجام‌شده و نتایج به‌دست‌آمده در نهایت بیشترین حساسیت و اختصاصیت و صحت کلی مربوط به تصاویر با درجه روشنایی زیاد و کمترین حساسیت و اختصاصیت و صحت کلی مربوط به تصاویر با درجه روشنایی کم است. در نتیجه بر اساس نتایج حاصل از این مطالعه

### References

- [1] Bornstein MM, Lauber R, Sendi P, Von Arx T. Comparison of periapical radiography and limited cone-beam computed tomography in mandibular molars for analysis of anatomical landmarks before apical surgery. *Journal of endodontics*. 2011 Feb 1;37(2):151-7. [[10.1016/j.joen.2010.11.014](https://doi.org/10.1016/j.joen.2010.11.014)] [PMID]
- [2] Lertchirakarn V, Palamara JE, Messer HH. Patterns of vertical root fracture: factors affecting stress distribution in the root canal. *Journal of endodontics*. 2003 Aug 1;29(8):523-8. [[10.1097/00004770-200308000-00008](https://doi.org/10.1097/00004770-200308000-00008)] [PMID]
- [3] Tsesis I, Rosen E, Tamse A, Taschieri S, Kfir A. Diagnosis of vertical root fractures in endodontically treated teeth based on clinical and radiographic indices: a systematic review. *Journal of endodontics*. 2010 Sep 1;36(9):1455-8. [[10.1016/j.joen.2010.05.003](https://doi.org/10.1016/j.joen.2010.05.003)] [PMID]
- [4] Moudi E, Haghanifar S, Madani Z, Alvavaz A, Bijani A, Bagheri M. Assessment of vertical root fracture using cone-beam computed tomography. *Imaging science in dentistry*. 2014 Mar 1;44(1):37-41. [[10.5624/isd.2014.44.1.37](https://doi.org/10.5624/isd.2014.44.1.37)] [PMID]
- [5] Mallya S, Lam E. *White and Pharoah's oral radiology: principles and interpretation*. Elsevier Health Sciences; 2018 Sep 12.
- [6] van der Stelt PF. Better imaging: the advantages of digital radiography. *The Journal of the American Dental Association*. 2008 Jun 1;139:S7-13. [[10.14219/jada.archive.2008.0357](https://doi.org/10.14219/jada.archive.2008.0357)] [PMID]
- [7] Van Der Stelt PF. Filmless imaging: the uses of digital radiography in dental practice. *The Journal of the American Dental Association*. 2005 Oct 1;136(10):1379-87. [[10.14219/jada.archive.2005.0051](https://doi.org/10.14219/jada.archive.2005.0051)] [PMID]
- [8] Kamburoğlu K, Murat S, Pehlivan SY. The effects of digital image enhancement on the detection of vertical root fracture. *Dental Traumatology*. 2010 Feb;26(1):47-51. [[10.1111/j.1600-9657.2009.00841.x](https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.2009.00841.x)] [PMID]
- [9] Vandenberghe B, Corpas L, Bosmans H, Yang J, Jacobs R. A comprehensive in vitro study of image accuracy and quality for periodontal diagnosis. Part 1: the influence of X-ray generator on periodontal measurements using conventional and digital receptors. *Clinical oral investigations*. 2011 Aug;15:537-49. [[10.1007/s00784-010-0416-8](https://doi.org/10.1007/s00784-010-0416-8)] [PMID]
- [10] Patel S, Brady E, Wilson R, Brown J, Mannocci F. The detection of vertical root fractures in root filled teeth with periapical radiographs and CBCT scans. *International endodontic journal*. 2013 Dec;46(12):1140-52. [[10.1111/iej.12109](https://doi.org/10.1111/iej.12109)] [PMID]
- [11] Sato E, Osawa A, Matsukiyo H, Enomoto T, Watanabe M, Takahashi K, Sato S, Ogawa A, Onagawa J. Embossed radiography utilizing an image-shifting subtraction program. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment*. 2010 Jul 1;619(1-3):133-9.
- [12] Abesi F, Mirshekar A, Moudi E, Seyedmajidi M, Haghanifar S, Haghighat N, Bijani A. Diagnostic accuracy of digital and conventional radiography in the detection of non-cavitated approximal dental caries. *Iranian Journal of Radiology*. 2012 Mar;9(1):17. [[10.5812/iranjrad.6747](https://doi.org/10.5812/iranjrad.6747)] [PMID]
- [13] Ardakani FE, Razavi SH, Tabrizzadeh M. Diagnostic value of cone- 14. Yazdizadeh M, Habibi Kia A, Kavianpour P, Alavinejad P. Diagnosis of Vertical Root Fracture by Digital Radiography with and Without Unsharp Masking Filter: An In-vitro Study. *Jundishapur Scientific Medical Journal*. 2022 Sep 23;21(4):536-47.
- [14] Yazdizadeh M, Habibi Kia A, Kavianpour P, Alavinejad P. Diagnosis of Vertical Root Fracture by Digital Radiography With and Without Unsharp Masking Filter: An In-vitro Study. *Jundishapur Scientific Medical Journal*. 2022 Sep 23;21(4):536-47.
- [15] Takeshita WM, Iwaki LC, Da Silva MC, Iwaki Filho L, Queiroz AD, Geron LB. Comparison of the diagnostic accuracy of direct digital radiography system, filtered images, and subtraction radiography. *Contemporary clinical dentistry*. 2013 Jul 1;4(3):338-42. [[10.4103/0976-237X.118391](https://doi.org/10.4103/0976-237X.118391)] [PMID]
- [16] Ki-Jeong K, Kwang-Joon K. Diagnostic accuracy of artificially induced vertical root fractures: A comparison of direct digital periapical images with conventional periapical images. *Imaging Science in Dentistry*. 2004;34(4):185-90.
- [17] Nascimento HA, Ramos AC, Neves FS, de-Azevedo-Vaz SL, Freitas DQ. The 'Sharpen' filter improves the radiographic detection of vertical root fractures. *International endodontic journal*. 2015 May;48(5):428-34. [[10.1111/iej.12331](https://doi.org/10.1111/iej.12331)] [PMID]



©2024 by the authors. Licensee AJUMS, Ahvaz, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).