

## اعتبارسنجی روش‌های اندازه‌گیری طول کانال دندان: یک مطالعه روش‌شناختی

اعظم بی‌درفش<sup>۱</sup> - دکتر منوچهر کرمی<sup>۲\*</sup> - دکتر قدرت‌الله روشنائی<sup>۳</sup> - دکتر عباس شکری<sup>۴</sup> - نامدار پاسندی<sup>۵</sup>

- ۱- عضو هیأت علمی گروه پزشکی اجتماعی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی قم، قم، ایران  
 ۲- دانشیار گروه آموزشی اپیدمیولوژی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی همدان، همدان، ایران؛ عضو مرکز تحقیقات مدل‌سازی بیماری‌های غیر واگیر، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی همدان، همدان، ایران  
 ۳- دانشیار گروه آموزشی آمار زیستی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی همدان، همدان، ایران  
 ۴- دانشیار گروه آموزشی رادیولوژی دهان و فک و صورت، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی همدان، همدان، ایران  
 ۵- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه آموزشی اپیدمیولوژی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی همدان، همدان، ایران

**Validation methods to measure the length of the teeth-canal: A methodological study**Azam Biderafsh<sup>1</sup>, Manoochehr Karami<sup>2\*</sup>, Ghodrattollah Roshanaei<sup>3</sup>, Abbas Shokri<sup>4</sup>, Namdar Pasandi<sup>5</sup>

- 1- Faculty Member, Department of Social Medicine, School of Dentistry, Qom University of Medical Sciences, Qom, Iran  
 2<sup>\*</sup>-Associate Professor, Department of Epidemiology, School of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran; Member of Modeling of Non Communicable Diseases Research Centre, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran (ma.karami@umsha.ac.ir)  
 3- Associate Professor, Department of Biostatistics, School of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran  
 4- Associate Professor, Department of Oral and Maxillofacial Radiology, School of Dentistry, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran  
 5- MSc. Student, Department of Epidemiology, School of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran

**Background and Aims:** Accurate measurements of variables are crucial in epidemiological studies. Therefore, even the best design cannot prevent bugs caused due to the lack of reliability and validity measurement in studies. The aim of this study is to determine the validity of teeth-canal measurement.

**Materials and Methods:** This methodological study used available data of patients referred to dental clinics at Hamadan University of Medical Sciences in Hamadan with sample size of 58 cases in 2012. In order to determine the reliability of measuring the length of canals and introduce the most appropriate measure met of the actual data, Bland-Altman plot and intraclass correlation coefficient (ICC) were used and finally compared.

**Results:** In this study, the mean  $\pm$  SD of channel length in the apex locator Root ZX were  $21.93 \pm 2.28$  mm and in X-ray PA were  $22.4 \pm 2.38$  mm. ICC between the length of canals by the apex locator and radiographic in all teeth was 0.989. Bland-Altman plot showed that absolute agreement between the two methods of measurement.

**Conclusion:** The findings of this study ensure dental professionals that measuring the length of channels by PA method is more practical and easier and prove different approaches of the reliability and validity. However, we recommend using ICC and Bland Altman methods due to their informative nature and consideration of absolute agreement instead of consistency.

**Key Words:** Reliability, Validity, Tooth, Bland-Altman plot

Journal of Dental Medicine-Tehran University of Medical Sciences 2017;29(4):247-252

\* مؤلف مسؤول: نشانی: همدان - دانشگاه علوم پزشکی همدان - دانشکده بهداشت - گروه آموزشی آمار زیستی و اپیدمیولوژی  
 تلفن: ۳۸۳۸۰۷۵۵ نشانی الکترونیک: ma.karami@umsha.ac.ir

## چکیده

**زمینه و هدف:** اندازه‌گیری دقیق متغیرها در مطالعات اپیدمیولوژیک اهمیت به سزایی دارد. طوری که حتی بهترین طراحی آن‌ها نمی‌تواند مانع اشکالات وارده به دلیل عدم پایایی و روایی اندازه‌گیری در مطالعات شود. هدف از این مطالعه تعیین پایایی روش‌های اندازه‌گیری طول کانال دندان می‌باشد.

**روش بررسی:** این مطالعه روش شناختی با استفاده از داده‌های موجود در پرونده‌های بیماران مراجعه کننده به درمانگاه دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی همدان با حجم نمونه ۵۸ نفر به صورت تصادفی ساده طی سال ۱۳۹۱ انجام شد. به منظور تعیین پایایی اندازه‌گیری طول کانال دندان و معرفی مناسب‌ترین شاخص اندازه‌گیری از شاخص‌های ضریب همبستگی درون رتبه‌ای، نمودار بلاند آلتمن و نمودار پراکنش استفاده شد.

**یافته‌ها:** در این مطالعه میانگین و انحراف معیار طول کانال‌ها در دستگاه اپکس یاب  $21/93 \pm 2/28$  Root ZX میلی‌متر، در رادیوگرافی  $22/04 \pm 2/38$  PA میلی‌متر و اختلاف میان طول کانال ریشه به وسیله اپکس‌یاب و پرتونگاری در همه دندان‌ها  $0/48 \pm 0/1$  گزارش گردید. ضریب همبستگی درون رتبه‌ای میان اندازه طول کانال ریشه به وسیله اپکس‌یاب و پرتونگاری در همه دندان‌ها  $0/989$  گزارش شد. نمودار گرافیکی بلاند آلتمن نمایانگر توافق بالای دو روش اندازه‌گیری بود.

**نتیجه‌گیری:** یافته‌های این مطالعه علاوه بر اطمینان دادن به متخصصان درمان ریشه که اندازه‌گیری طول کانال دندان با روش رادیوگرافی پری اپیکال آسان‌تر است، اثبات کرد که رویکردهای مختلف سنجش پایایی نیز نتایج مشابهی دارند. با این وجود استفاده از رویکرد ضریب همبستگی درون‌رتبه‌ای و بلاند آلتمن با در نظر گرفتن توافق به جای ثبات توصیه می‌گردد.

**کلید واژه‌ها:** پایایی، روایی، دندان، نمودار بلاند آلتمن

وصول: ۹۵/۰۳/۰۱ اصلاح نهایی: ۹۵/۱۱/۱۱ تأیید چاپ: ۹۵/۱۱/۱۳

## مقدمه

اندازه‌گیری دقیق متغیرها در مطالعات اپیدمیولوژیک اهمیت به سزایی دارد. به نحوی که حتی بهترین طراحی‌ها هم نمی‌تواند مانع اشکالات وارده به دلیل عدم پایایی (Reliability) و روایی (validity) اندازه‌گیری در مطالعات شود. در واقع پایایی شرط لازم برای روایی است. طوری که با سنجش دقیق متغیرها، روایی تضمین نمی‌شود ولی عدم پایایی، می‌تواند روایی را تحت تأثیر قرار دهد (۱). در واقع روایی، به عدم وجود خطای منظم در مراحل مختلف یک مطالعه و پایایی به تکرارپذیر بودن نتیجه به‌دست آمده از مطالعه اطلاق می‌شود (۲).

از متغیرهای پرکاربرد در مطالعات دندانپزشکی، اندازه‌گیری طول کانال دندان است. اندازه‌گیری طول کانال دندان در درمان بیماری‌های ریشه دندان از اهمیت زیادی برخوردار است. همچنین از آن برای تعیین اولیه حضور دندان و مورفولوژی ریشه استفاده می‌شود (۳). طول کانال دندان به فاصله‌ی بلندترین کاسپ تا اپکس ریشه اطلاق می‌شود. برای اندازه‌گیری این طول چند روش استفاده می‌شود که دو روش پرتونگاری و الکتریکی رایج‌ترین روش‌ها می‌باشند. استاندارد طلایی برای اندازه‌گیری طول کانال دندان، کولیس دیجیتال می‌باشد. بنابراین در اندازه‌گیری طول کانال دندان، روشی که هم قابلیت روایی و پایایی

بالایی داشته باشد اهمیت به سزایی دارد (۴).

روش‌های مختلفی برای سنجش روایی و پایایی متغیرها وجود دارد که بسته به نوع متغیر (پیوسته یا گسسته) می‌توان با شاخص‌های مختلفی مورد سنجش قرار داد. ضریب همبستگی درون‌رتبه‌ای (Intra Class Correlation Coefficient) شاخصی است که از آن برای اندازه‌گیری پایایی متغیرهای پیوسته بسیار استفاده می‌شود. این شاخص توافق بین دو یا چند مشاهده‌گر یا روش را اندازه‌گیری می‌کند. مهم‌ترین قابلیت این شاخص، سنجش توافق مطلق (Absolute Agreement) به‌جای ثبات (Consistency) است. این قابلیت، شاخص ضریب همبستگی درون رتبه‌ای را در مقایسه با سایر شاخص‌ها از جمله متوسط تفاوت درون جفتی (mean within-pair difference) متمایز می‌کند (۱،۴). همچنین با استفاده از ضریب همبستگی درون رتبه‌ای می‌توان برخی الگوهای منظم بین دو روش، ابزار و مشاهده‌گر را بررسی کرد. اما کاربرد این شاخص در مقایسه با نمودار بلاند- آلتمن، به واسطه عدم امکان سنجش روایی در عمل دارای مقبولیت کمتری است (۱،۵).

در منابع موجود به توصیه‌های مختلفی درباره موارد کاربرد هر یک از شاخص‌ها اشاره شده است. با توجه به اینکه اکثر مطالعات (۶،۷) به صورت تکی از این روش‌ها استفاده کرده‌اند و به مقایسه روش‌ها یا

## یافته‌ها

در این مطالعه از ۵۸ دندان تک کانال بیماران نیازمند درمان ریشه که ۲۲/۴٪ دندان‌های مورد مطالعه لترال، ۲۴/۴٪ سانترال، ۷/۲۰٪ پره مولر دوم، ۹/۶٪ پره مولر اول و ۳۷/۶٪ کانین بود استفاده شد. میانگین و انحراف معیار طول کانال‌ها در دستگاه اپکس یاب  $Root\ ZX\ 21/93 \pm 2/28$  میلی‌متر، میانگین و انحراف معیار طول کانال‌ها در رادیوگرافی  $PA\ 22/04 \pm 2/38$  میلی‌متر و میانگین و انحراف معیار اختلاف میان طول کانال ریشه به وسیله اپکس یاب و پرتونگاری در همه دندان‌ها  $0/48 \pm 0/1$  گزارش گردید (جدول ۱).

همچنین مشخص گردید که بین اندازه‌های دو روش در ۳۴ کانال هیچ اختلافی وجود نداشت و اختلاف آماری معنی‌داری ( $P < 0/08$ ) بین طول کانال دندان‌های اندازه‌گیری شده توسط دستگاه اپکس یاب و  $Root\ ZX$  و رادیوگرافی‌های  $PA$  مشاهده نگردید. ضریب همبستگی درون رتبه‌ای میان اندازه طول کانال ریشه به وسیله اپکس یاب و پرتونگاری در همه دندان‌ها  $0/989$  با فاصله اطمینان  $0/982$  تا  $0/994$  ( $P < 0/001$ ) گزارش شد. از الگوی رگرسیون خطی برای ارزیابی روایی میان طول کانال ریشه به وسیله اپکس یاب و پرتونگاری در همه دندان‌ها استفاده گردید. مقایسه میان این خطوط با خط رگرسیون دارای ضریب رگرسیون (شیب) مساوی با  $0/94$  و عرض از مبدأ مساوی با  $1/19$  اختلاف معنی‌دار آماری را نشان نداد ( $P < 0/08$ ) (شکل ۱). نمودار گرافیکی بلاند آلتمن (Bland-Altman Plot) نشان داد که در همه کانال‌ها دو روش تشخیصی بالا در حقیقت یک معیار را اندازه‌گیری نموده و به بیان دیگر نمایانگر هماهنگی بالای دو روش اندازه‌گیری است (شکل ۲).

ارزیابی آن‌ها نپرداخته‌اند بنابراین هدف از مطالعه روش شناختی حاضر، مقایسه شاخص‌های اندازه‌گیری مختلف و در نهایت معرفی مناسب‌ترین شاخص اندازه‌گیری بود که هم زمان دارای قابلیت سنجش روایی و پایایی متغیر کمی باشد.

## روش بررسی

این مطالعه روش شناختی با استفاده از داده‌های موجود و ثبت شده در پرونده‌های بیماران مراجعه کننده به درمانگاه دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی همدان طی سال ۹۱ انجام شد. در این مطالعه روایی و پایایی ابزارهای اندازه‌گیری طول کانال ۵۸ دندان انسیزور، کانین، پره مولر تک کانال مندیبل و ماگزایلا که با دو روش رادیوگرافی و Apex finder اندازه‌گیری شده بودند بررسی شد (۸).

به منظور تعیین روایی و پایایی اندازه‌گیری طول کانال دندان و معرفی مناسب‌ترین شاخص اندازه‌گیری روی داده‌های واقعی که هم زمان دارای قابلیت سنجش روایی و پایایی متغیر کمی باشد از شاخص‌های ضریب همبستگی درون رتبه‌ای، نمودار بلاند آلتمن و نمودار پراکنش استفاده شد و به مقایسه روایی و پایایی با استفاده از نمودار بلاند آلتمن به عنوان مبنای مقایسه با ضریب همبستگی درون رتبه‌ای و نمودار پراکنش استفاده شد و در نهایت مناسب‌ترین شاخص گزارش گردید.

برای مقایسه میانگین تفاوت اندازه‌ها، از قدرمطلق تفاوت‌ها استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل آماری اطلاعات جمع‌آوری شده از نرم‌افزار R برای رسم نمودار بلاند آلتمن و Stata نسخه ۱۱ برای بررسی سایر شاخص‌ها استفاده شد.

جدول ۱- پیوند میان میزان طول کانال ریشه به وسیله اپکس (متغیر وابسته) با میزان طول کانال ریشه به وسیله پرتونگاری (متغیر غیروابسته) در روش‌های رگرسیون ساده

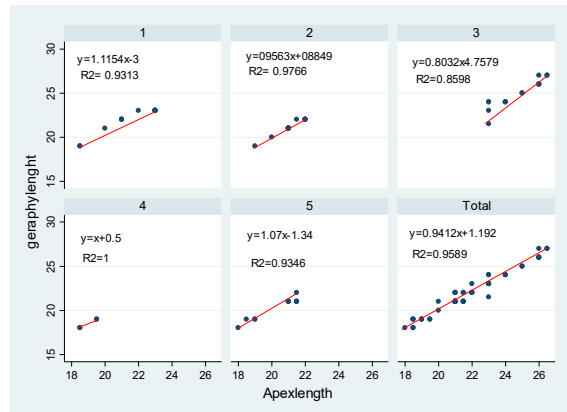
R Squared	ضریب ثابت (عرض از مبدأ)			ضریب متغیر غیروابسته		
	P-value	خطای معیار	ضریب	P-value	خطای معیار	ضریب
0/958	<0/001	0/026	0/941	<0/041	0/577	1/192

میزان طول کانال ریشه به وسیله پرتونگاری

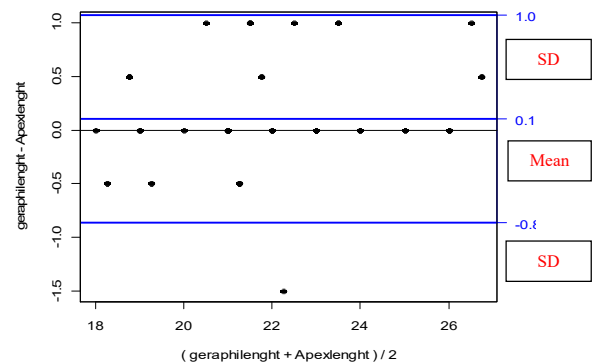
اپکس یاب Root ZX وجود نداشته است. همچنین نتایج این مطالعه با نتایج مطالعه انجام شده توسط Rekabi و همکاران (۱۰) در ۲۰۱۳، نیز همخوانی دارد که نشان داد میانگین طول کانال اندازه‌گیری شده با دو روش مختلف تفاوت آماری معنی‌دار ندارد. همچنین Morais و همکاران (۱۱) گزارش کردند که اختلاف آماری معنی‌داری بین میانگین طول کانال‌های اندازه‌گیری شده توسط دو روش اندازه‌گیری رادیوگرافی و دستگاه اپکس یاب Root ZX مشاهده نگردید. هرچند نتایج این مطالعه حاضر اما با نتایج مطالعه انجام شده توسط Anderin و همکاران (۱۲) هم خوانی نداشت که نشان داد تفاوت آماری فاحشی بین دو روش رادیوگرافی و الکترونیکی در تعیین طول کانال در دندان‌های دائمی وجود دارد و روش الکترونیکی از دقت بالاتری در تعیین طول کانال برخوردار است. که علت تفاوت می‌تواند مطالعه روی تعداد نمونه‌های بیشتر، تفاوت دستگاه لوکیتور و آزمون‌های آماری مورد استفاده در این مطالعات باشد.

مطالعه انجام شده توسط Zakaei و همکاران (۱۳) در ۲۰۱۰ با هدف مقایسه دقت اندازه‌گیری طول کاربرد با استفاده از سه روش گوناگون نشان داد که ضریب توافقی مشاهده شده در رادیوگرافی معمولی (RF= Radiographic Film, DR= Digital Radiography)، (DR, EAL= Electronic Apex Locator)، مطالعه انجام شده توسط Hasheminia و Jafari (۱۴) در ۲۰۰۶ با هدف تعیین دقت دو دستگاه در تعیین طول کانال ریشه دندان نشان داد که دقت دستگاه Raypex5 ۸۳/۱٪ و دستگاه IPEX ۷۸/۸٪ می‌باشد. مطالعه انجام شده توسط Dalili و همکاران (۱۵) در ۲۰۱۲ با هدف مقایسه دو روش تشخیصی در ضایعات رادیو سنت آپیکالی نشان داد که توافقی کاپا برای دو روش تصویربرداری برای فک بالا ۰/۳۴۷ (توافقی ضعیف)، برای فک پایین ۰/۴۲ (خوب تا متوسط) و در کل ۰/۳۷ (ضعیف) می‌باشد و حساسیت، ویژگی، ارزش اخباری مثبت و ارزش اخباری منفی به ترتیب برای فک بالا ۲۴/۶، ۱۰۰، ۹۷ و ۸۶/۸ و برای فک پایین به ترتیب ۳۱، ۹۹، ۹۶ و ۸۸ و در کل به ترتیب ۲۶/۴، ۱۰۰، ۱۰۰ و ۸۷/۳ گزارش شد.

مطالعه انجام شده توسط Khoshbin و همکاران (۱۶) در ۲۰۱۱ با هدف بررسی دقت دو دستگاه در اندازه‌گیری طول کانال ریشه



شکل ۱- نمودار پراکنش (scatter plot) توافقی روش‌های اندازه‌گیری بر حسب نوع دندان (۱:تتال، ۲: پره مولر دوم، ۳: کانین، ۴: پره مولر اول، ۵: سانتال، Total: کل دندان‌ها)



شکل ۲- نمودار Bland-Altman برای بررسی توافقی میان مقادیر اندازه‌گیری شده، میزان طول کانال ریشه به وسیله اپکس یاب و پرتونگاری در همه دندان‌ها

## بحث و نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که میانگین و انحراف معیار اختلاف میان طول کانال ریشه اندازه‌گیری شده با اپکس یاب و پرتونگاری در همه دندان‌ها  $0.48 \pm 0.1$  می‌باشد و اختلاف آماری معنی‌داری بین طول کانال دندان‌های اندازه‌گیری شده توسط دستگاه اپکس یاب Root ZX و رادیوگرافی‌های PA مشاهده نگردید. نتایج مطالعه حاضر با نتایج مطالعه انجام شده توسط Kim و همکاران (۹) کاملاً همخوانی داشت آن‌ها گزارش کردند اختلاف آماری معنی‌داری میان طول کانال‌های اندازه‌گیری شده به وسیله رادیو گرافی PA و دستگاه

Jenkins و همکاران (۲۰) در ۲۰۰۱ با هدف ارزیابی دقت Electronic apex locator در تعیین طول کانال دندان‌های شیری تحلیل رفته در آزمایشگاه گزارش شده است که دقت ۱۰۰٪ به دست آمده است. روش‌های مختلفی برای ارزیابی روایی و پایایی متغیرهای کمی مورد استفاده قرار گرفته است. توجه به مزایا و معایب هر یک از این روش‌ها بسیار حایز اهمیت است. منابع موجود نمودار بلاند آلتمن و ضریب همبستگی درون رتبه‌ای را مناسب‌ترین روش‌ها در نظر می‌گیرند (۲۱،۲۲). نتایج حاصل از این مطالعه در زمینه دندانپزشکی اثبات کرد که تمامی روش‌های بخش روایی و پایایی رویکرد اندازه‌گیری طول کانال از توافق و همخوانی قابل قبولی برخوردار هستند.

یافته‌های این مطالعه علاوه بر اطمینان دادن به متخصصان درمان ریشه که اندازه‌گیری طول کانال دندان با روش PA آسان‌تر است، اثبات کرد که رویکردهای مختلف بخش روایی و پایایی نیز نتایج مشابهی دارند. با این وجود استفاده از رویکرد ضریب همبستگی درون رتبه‌ای و بلاند آلتمن به دلیل آگاهی بخش بودن و در نظر گرفتن توافق به جای ثبات توصیه می‌گردد.

### تشکر و قدردانی

این مطالعه برگرفته از پایان نامه مقطع کارشناسی ارشد اپیدمیولوژی دانشگاه علوم پزشکی همدان و با حمایت مالی معاونت تحقیقات و فناوری این دانشگاه (شماره طرح: ۹۳۱۱۲۸۶۰۶۲) انجام گرفته است.

1- Fleiss JL. The Design and Analysis of Clinical Experiments. New York, NY: John Wiley & Sons Inc; 1986:1&15.

2- Moyses S, Nieto FJ. Quality assurance and control. epidemiology beyond the basics. sudbury, massachusetts: Jones Bartlett. 2007:297-348.

3- Devlin H. Operative dentistry [electronic resource]: a practical guide to recent innovations: Springer; 2006.

4- Todd JA, Oesterle A, Newman BM, Craig Shellhart W. Dimensional changes of extended-pour alginate impression materials. American Journal of Orthodontics and Dentofacial

دندان‌های شیری نشان داد که دقت دستگاه Raypex5 با اختلاف ۰ تا ۰/۵ میلی‌متر، ۸۱/۲ درصد و با اختلاف ۰ تا ۱ میلی‌متر از طول واقعی، برابر ۱۰۰ درصد می‌باشد. مطالعه انجام شده توسط Headari و jalali (۱۷) با هدف ارزیابی دقت Electronic apex locator در تعیین طول کانال دندان‌های شیری تحلیل رفته در آزمایشگاه نشان داد که دقت دستگاه در دندان‌های E جهت تعیین طول دقیق کانال ۵۲/۹٪ و در دندان‌های D ۵۲/۴٪ بود. بین اندازه‌گیری با چشم و دستگاه طبق ضریب همبستگی درون رتبه‌ای یک رابطه خطی مستقیم قوی وجود داشت. در مطالعه Shahrabi و همکاران (۱۸) در ۲۰۰۶ نیز عنوان شد که دقت دستگاه در تعیین طول کانال ۹۲/۱۷٪ می‌باشد.

نمودار گرافیکی بلاند آلتمن (Bland-Altman Plot) نشان داد که در همه کانال‌ها دو روش تشخیصی بالا در حقیقت یک معیار را اندازه‌گیری نموده و بیانگر هماهنگی بالای دو روش اندازه‌گیری است که با مطالعه انجام شده توسط Eskandarian و همکاران (۱۹) در ۲۰۱۱ با عنوان مقایسه کلینیکی طول کانال ریشه دندان‌های مولر شیری فک پایین با استفاده از دستگاه آپکس یاب و پرتو نگاری معمولی کاملاً همخوانی دارد. در این مطالعه ضریب همبستگی میان اندازه به دست آمده از طول کانال ریشه با استفاده از آپکس یاب و پرتونگاری در همه دندان‌ها ۰/۸۶۴، در دندان‌های نکرور ۰/۸۲۷ و در دندان‌های غیرنکرور ۰/۸۹۸ گزارش شد. ضریب همبستگی اندازه‌های طول کانال به دست آمده در پرتو نگاری توسط دو درمانگر ۰/۸۷۴ بود. نمودار بلاند آلتمن نشان داد که در همه کانال‌ها و گروه‌های نکرور و غیرنکرور، دو روش تشخیصی بالا در حقیقت یک معیار را اندازه‌گیری نموده که بیانگر هماهنگی بالای دو روش اندازه‌گیری بود. در مطالعه منابع:.

Orthopedics. 2013; 143(4).

5- Bland JM, Altman D. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. The lancet. 1986;327(8476):307-10.

6- Kaufman AY, Fuss Z, Keila S, Waxenberg S. Reliability of different electronic apex locators to detect root perforation in vivo. Into Endod 1997;30(6):403-7.

7- Vajrabhaya LO, Tepmongkol P. Accuracy of apex locator. Dent Traumatol. 1997;13(4):180-2.

- 8- Pasandi N. Validation of measurement methods of Canal length (MSc Thesis). Hamadan: Hamadan University of Medical Sciences; 2015.
- 9- Kim E, Marmo M, Lee CY, Oh NS, Kim IK. An in vivo comparison of working length determination by only root-Zx apex locator versus combining root-Zx apex locator with radiographs using a new impression technique. *Oral Surge Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008;105(4):79-83.
- 10- Rekabi S, Soroori M, Eini E, Alhaei N. Comparison of working length determination by NSK electronic apex locator with the radiographic method on necrotic deciduous molars: In vitro. *Jundishapur Sci Med J.* 2013;4(12):393-400.
- 11- de Morais JA, Sakakura CE, Loffredo LC, Scaf G. Accuracy of zoomed digital image in the detection of periodontal bone defect: In vitro study. *Dentomaxillofac Radiol.* 2006;35(3):139-42.
- 12- Andrian S, Iovan G, Georgescu A, Arnăuțeanu C, Stoleriu S. A comparative study on the precision of the radiological and electronic methods for determining root canal working lengths. *Int J Med Dent.* 2012;2(3):172-77.
- 13- Zakaei S, Falahatneghad M, Parirokh M, Eftekhar H, Mohamad alizadeh S. Comparison of working length measurement reliability using three methods. *Journal of Dentistry. Shahid Beheshti University of Medical Science.* 2011;28(2):71-9.
- 14- Hasheminia SM, Jafari N. Survey precise of two new electronic apex locators devices in determination root canal length. *J Dent.* 2007;19(4):84-90.
- 15- Dalili Z, Taramsari M, Kazemnezhad E, Behboudi H, Nemati S. A Comparison between Digital Panoramic View and Cone-Beam Computed Tomography (CBCT) Images in Diagnosis of Apical Radiolucent Lesions. *J Mash Dent Sch.* 2013;36(4):293-300.
- 16- Khoshbin E, Masoum T, Jalalzadeh SM. Clinical Evaluation of the Accuracy of Raypex5 Electronic Apex Locator on Root Canal Length Determination in Primary Teeth. *J Mash Dent Sch.* 2012;35(4):263-70.
- 17- Headari AR, jalali YH. Evaluation of the in Vitro Accuracy of an Electronic Apex Locator in Measuring Resorbed Root Canal Length in Primary Teeth. *jmds.* 2008;32(2):117-22
- 18- Shahrabi M, Seraj B, Heidari A. In vivo evaluation of the accuracy of an electronic apex locator in root canal length determination in primary teeth. *Journal of Dental School.* 2006;19(1):79-83.
- 19- Eskandarian T, Sahebi S, Amirabadi F, Alipor A. Clinical Comparison of teeth root canal length using apex locator devices and Radiographic. *Shiraz Univ Dent J.* 2011;12(2):114-9.
- 20- Jenkins JA, Walker WA, Schindler WG, Flores CM. An in vivo evaluation of Accuracy of the Root ZX in the presence of various irrigants. *J Endod.* 2001;27(3):209-11.
- 21- Karami M. Concern about interpretation of the data. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2013;1:143-446.
- 22- Karami M, Biderafsh A. Estimating the blood pressure measurement frequency for optimum reliability. *J Qazvin Univ Med Sci.* 2015;19(1):68-71.