

## An in vitro comparison of Foramatron and Raypex5 apex locator accuracy

H. Khalilkhani\*

F. Azmoudeh\*\*

F. Salamat\*\*\*

\*Assistant professor of Endodontics, A & M Health Science Center, Baylor College of Dentistry, Texas

\*\*Dentist, Dental School, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran

\*\*\*Specialist of Operative Dentistry, Arak University of Medical sciences, Arak, Iran

### \*Abstract

**Background:** Assessment of the length of root canal is the first and the most important step of a successful root canal therapy (RCT). Although radiography is the most common technique in working length determination, it is not the technique of choice due to its limitations. Electronic apex locator has been used to solve the problem.

**Objective:** The purpose of this study was to compare the in vitro accuracy of two electronic apex locators Raypex5 and Foramatron in determination of working length.

**Methods:** This analytical study was performed in Qazvin dental school in 2005. 30 extracted single canal teeth were selected and the access cavity was prepared for them. The working length measured by two apex locators in dry and wet situation was compared to actual canal length that was determined under stereomicroscope. Data were analyzed by paired t-test.

**Findings:** The accuracy of Raypex5 working length determination was 86.7% and 76.7%, respectively, in dry and wet situation for a tolerance limit of 0-0.5 mm. The accuracy of Foramatron working length determination was 73.4% and 63.4% and there was no statistically significant difference between the accuracy of the instruments.

**Conclusion:** Although the accuracy of Raypex5 in working length determination was more than Foramatron, both of them are useful as an adjunct to radiography in working length measurement.

**Keywords:** Electronic Apex Locator, Working Length, Root Canal

**Corresponding Address:** Faezeh Azmoudeh, Department of Oral and Maxillofacial Pathology, Dental School, Qazvin University of Medical Sciences, Shahid Bahonar Blvd., Qazvin, Iran

**Email:** fa.azmoudeh@gmail.com

**Tel:** +98-281-3353061

**Received:** 16 Jan 2012

**Accepted:** 22 Nov 2012

## مقایسه دقت اپکس یاب‌های Foramatron و Raypex5 در شرایط آزمایشگاهی

دکتر حبیب خلیل‌خانی\*

دکتر فائزه آزموده\*\*

دکتر فهیمه سلامت\*\*\*

\* استادیار گروه اندودنتیکس دانشکده دندان پزشکی بابلور تگزاس  
 \*\* دانش آموخته دکترای دندان پزشکی دانشگاه علوم پزشکی قزوین  
 \*\*\* متخصص دندان پزشکی ترمیمی و زیبایی دانشکده دندان پزشکی اراک

آدرس نویسنده مسؤول: قزوین، بلوار شهید باهنر، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، دانشکده دندان پزشکی، بخش آسیب‌شناسی، تلفن ۰۲۸۱-۳۳۵۳۰۶۱

Email: fa.azmoodeh@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۹۱/۹/۲۰

تاریخ دریافت: ۹۰/۱۰/۲۶

### \* چکیده

**زمینه:** موفقیت درمان ریشه دندان در وهله نخست وابسته به تخمین صحیح طول کانال است. روش متداول اندازه‌گیری طول کانال بهره‌گیری از تصاویر رادیوگرافی است که به علت محدودیت‌های آن یک روش ایده‌آل محسوب نمی‌شود و برای حل این مشکل از اپکس یاب‌های الکترونیکی استفاده می‌شود.

**هدف:** مطالعه به منظور مقایسه آزمایشگاهی دقت اپکس یاب‌های Foramatron و Raypex5 در تعیین طول کانال دندان انجام شد. **مواد و روش‌ها:** در این مطالعه تحلیلی که در سال ۱۳۸۴ در دانشکده دندان پزشکی قزوین انجام شد، ۳۰ دندان تک کانال کشیده انسان انتخاب و حفره دسترسی استاندارد برای آن‌ها تهیه شد. طول کانال ابتدا توسط استریومیکروسکوپ تعیین و با اندازه‌گیری‌های انجام شده توسط دو اپکس یاب در کانال خشک و مرطوب مقایسه شد. داده‌ها با آزمون آماری تی جفت شده تحلیل شدند.

**یافته‌ها:** میزان دقت Raypex5 در تعیین طول کانال در محدوده ۰/۵- تا صفر میلی‌متری اپکس در شرایط خشک و مرطوب به ترتیب ۸۶/۷٪ و ۷۶/۷٪ بود. این میزان برای Foramatron به ترتیب ۷۳/۴٪ و ۶۳/۴٪ گزارش شد که این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار نبود.

**نتیجه‌گیری:** اگرچه Foramatron در مقایسه با Raypex5 دقت کم‌تری دارند، لیکن هر دو دستگاه می‌توانند در کنار رادیوگرافی به تخمین دقیق‌تر طول کانال دندان کمک کنند.

**کلیدواژه‌ها:** اپکس یاب الکترونیکی، طول کارکرد، ریشه دندان

### \* مقدمه:

اغلب بیماری‌های بافت‌های پالپ به طور مستقیم یا غیرمستقیم از حضور و تأثیر میکروآرگانیسم‌ها ناشی می‌شوند.<sup>(۱)</sup> بنابراین یکی از اهداف درمان ریشه دندان حذف باکتری‌ها از کانال‌های ریشه درگیر است. تخمین صحیح طول کارکرد کانال ریشه و حفظ آن در طول درمان، یک عامل اصلی در موفقیت درمان ریشه به حساب می‌آید.<sup>(۲-۴)</sup>

مطالعه‌ها نشان داده‌اند که نقطه نهایی ایده‌آل جهت آماده‌سازی و پُر کردن کانال، تنگه اپیکالی است.<sup>(۵-۷)</sup> کاتلر نشان داد که تنگه اپیکالی به طور متوسط در فاصله

۰/۵۲۴ تا ۰/۶۹۵ میلی‌متری سوراخ اپیکالی قرار دارد.<sup>(۸)</sup> سوراخ اپیکالی به طور معمول در محل اپکس آناتومیک که در رادیوگرافی مشاهده می‌شود، قرار ندارد.<sup>(۱)</sup> روش‌های مختلفی برای تعیین طول کارکرد وجود دارند که از میان آن‌ها می‌توان به استفاده از رادیوگرافی، حس لامسه و واکنش بیمار اشاره کرد.<sup>(۳)</sup> استفاده از حس لامسه در تعیین طول بسیار نامطمئن است و به حساسیت عمل‌کننده بستگی دارد.<sup>(۹،۴)</sup> در روش واکنش بیمار نیز مشکلات زیادی وجود دارد؛ چرا که علاوه بر دردناک بودن مراحل کار برای بیمار، پالپ نکروتیک اغلب چند

اپکس یاب Foramatron از نسل دوم که با هزینه کم‌تر در داخل کشور تولید می‌شود نیز نتایج قابل ملاحظه‌ای را به ثبت رسانده است. اگرچه تحقیق‌های انجام شده نشان می‌دهند اپکس یاب‌های نسل دوم در حضور مایعات دقت لازم را ندارند.<sup>(۱۸و۱۵)</sup> لذا این مطالعه با هدف مقایسه آزمایشگاهی دقت دستگاه‌های Raypex و Foramatron در تعیین طول کانال دندان انجام شد.

### \* مواد و روش‌ها:

این مطالعه تحلیلی در سال ۱۳۸۴ بر روی ۳۰ دندان تک کانال کشیده شده از بیماران مراجعه‌کننده به بخش جراحی دانشکده دندان‌پزشکی قزوین انجام شد. نمونه‌ها از میان دندان‌های قدامی دایمی انتخاب شدند که به عللی غیر از ارتودنسی کشیده شده و اپکس کامل داشتند. شرط انتخاب دندان‌ها، عدم تحلیل ریشه، انسداد کانال‌ها یا درمان قبلی ریشه بود. دندان‌ها به مدت ۱۲ ساعت در محلول هیپوکلریت سدیم ۲/۵ درصد قرار گرفتند و پس از آن تا زمان استفاده در نرمال سالین نگهداری شدند. جهت ایجاد نقطه مرجع قابل تکرار، تاج کلیه دندان‌ها به وسیله فرز الماسی در ۲ میلی‌متری پیوندگاه سمان - مینا (CEJ) برش داده شد. پس از تکمیل حفره دسترسی توسط فرز فیشر، کانال‌ها تا شماره ۲۰ فایل و محتویات کانال خارج شد. سپس یک فایل K شماره ۲۰ (VDW GmbH, Munich, Germany) وارد کانال گردید. زیر استریومیکروسکوپ (MBC-2, Russia) با بزرگ‌نمایی ۱۲/۵ برابر فایل به میزان اندکی از اپیکال فورامن عبور داده و سپس به آرامی بیرون کشیده شد و زمانی که فایل نوک به نوک اپیکال فورامن قرار گرفت، رابر استاپ روی مرجع اکلوزالی ثابت و فایل خارج شد. طول فایل تا محل رابر استاپ توسط اندومتر (Munich, Germany VDW GmbH) با دقت ۰/۵ میلی‌متر، برای هر کانال سه بار اندازه‌گیری و میانگین سه عدد به عنوان طول واقعی کانال ثبت شد.

میلی‌متر بافت زنده در ناحیه اپیکال دارد که ممکن است بسیار حساس باشد. به علاوه، گاهی پس از رد شدن فایل از اپکس، درد احساس نمی‌شود.<sup>(۱)</sup>

هم‌اکنون رادیوگرافی رایج‌ترین روش اندازه‌گیری طول کانال است، ولی محدودیت‌هایی دارد، برای مثال، رادیوگرافی یک تصویر دو بُعدی است که اپکس مشاهده شده در آن اغلب اوقات انتهای واقعی کانال نیست.<sup>(۹و۷)</sup> مطالعه‌ها نشان داده‌اند که موقعیت تنگه اپیکالی ۰/۵ تا ۳ میلی‌متر با اپکس رادیوگرافیک فاصله دارد که باعث می‌شود امکان تخمین دقیق طول کارکرد وجود نداشته باشد.<sup>(۸)</sup> همچنین از آنجا که احتمال تکرار رادیوگرافی در مرحله تعیین طول بالاست، حذف رادیوگرافی از این مرحله می‌تواند میزان قرارگیری بیمار در معرض اشعه را به میزان قابل ملاحظه‌ای کاهش دهد.<sup>(۶)</sup>

برای حل مشکلات مربوط به تعیین طول با رادیوگرافی، اپکس یاب‌های الکترونیکی به کار گرفته شده‌اند. این ابزارها با متصل شدن به فایل، می‌توانند نقطه‌ای را مشخص کنند که فایل کانال ریشه را ترک کرده و وارد پرپودنشیوم می‌شود.<sup>(۱۰)</sup> تحقیق‌ها نشان داده‌اند در شرایط آزمایشگاهی، تعیین طول الکتریکی بیش‌تر از رادیوگرافی قابل اعتماد است.<sup>(۱۱)</sup>

از مزایای اپکس یاب‌های الکترونیکی می‌توان به دقت بالا و کاهش میزان اشعه حین درمان ریشه از طریق کاهش تعداد رادیوگرافی‌های لازم اشاره کرد که در خانم‌های باردار و افراد دارای تهوع شدید، مفید است. همچنین در مواردی که ریشه دندان‌ها به دلیل روی هم افتادن قابل تشخیص نیست، می‌توان از این دستگاه‌ها بهره برد.<sup>(۱۲)</sup> اپکس یاب‌های الکترونیک می‌توانند اپکس را به وسیله اندازه‌گیری اختلاف میزان مقاومت الکتریکی بین لیگامان پرپودنتال و مخاط دهان تشخیص دهند.<sup>(۱۳و۱۴)</sup> هم‌اکنون تکامل یافته‌ترین و دقیق‌ترین نسل اپکس یاب‌ها با عنوان نسل چهارم در دسترس کاربران قرار دارند که کاربرد آن‌ها ساده است و از انواع آن می‌توان به Raypex5 اشاره کرد.<sup>(۱۵-۱۷)</sup> در عین حال دستگاه

میلی متری اپیکال فورامن بود که این میزان در شرایط مرطوب به ۷۶/۷ درصد کاهش یافت (جدول شماره ۱).

**جدول ۱ - اختلاف اندازه گیری های دستگاه Raypex5 از طول واقعی کانال**

| کانال خشک    |              | کانال مرطوب  |              | تفاوت با طول واقعی (میلی متر) |
|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------------------------|
| فرآوانی مطلق | فرآوانی نسبی | فرآوانی مطلق | فرآوانی نسبی |                               |
| ۰            | ۰            | ۰            | ۰            | $-1 <$                        |
| ۲            | ۶/۷          | ۳            | ۱۰           | $-1 < -0.5 \leq$              |
| ۲۶           | ۸۶/۷         | ۲۳           | ۷۶/۷         | $0 \leq -0.5 <$               |
| ۱            | ۳/۳          | ۳            | ۱۰           | $0 < +0.5 \leq$               |
| ۱            | ۳/۳          | ۱            | ۳/۳          | $+0.5 < +1 \leq$              |

Foramatron در ۱۳/۲ درصد موارد طول کانال را بیش از ۱ میلی متر کوتاه تر از طول واقعی اندازه گیری کرد و اندازه گیری انجام شده توسط این دستگاه حداکثر ۰/۵ میلی متر بلندتر از طول واقعی کانال بود (جدول شماره ۲).

**جدول ۲ - اختلاف اندازه گیری های دستگاه Foramatron از طول واقعی کانال**

| کانال خشک    |              | کانال مرطوب  |              | تفاوت با طول واقعی (میلی متر) |
|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------------------------|
| فرآوانی مطلق | فرآوانی نسبی | فرآوانی مطلق | فرآوانی نسبی |                               |
| ۴            | ۱۳/۲         | ۴            | ۱۳/۲         | $-1 <$                        |
| ۱            | ۳/۴          | ۳            | ۱۰           | $-1 < -0.5 \leq$              |
| ۲۲           | ۷۳/۴         | ۱۹           | ۶۳/۴         | $0 \leq -0.5 <$               |
| ۳            | ۱۰           | ۴            | ۱۳/۴         | $0 < +0.5 \leq$               |
| ۰            | ۰            | ۰            | ۰            | $+0.5 < +1 \leq$              |

میانگین اختلاف اندازه گیری Foramatron با طول واقعی در حالت های خشک و مرطوب به ترتیب ۰/۴ و ۰/۵۵ میلی متر و در مورد Raypex5 به ترتیب ۰/۲۵ و ۰/۲۲ میلی متر و این اختلاف از لحاظ آماری معنی دار بود ( $P=0/0$ ). این در حالی است که اندازه گیری های به دست آمده از این دو دستگاه در هیچ یک از حالت های خشک و مرطوب با یکدیگر تفاوت آماری معنی داری نداشت.

برای تعیین طول الکتریکی از مدل آلزینات Kaufman استفاده شد که دقیق، ساده، ارزان و پایدار است. آلزینات باید در مدت آزمایش مرطوب نگه داشته شود.<sup>(۱۶)</sup> بدین منظور، مقداری آلزینات (Iralgin, Iran) که براساس دستور سازنده مخلوط شده بود در یک ظرف پلاستیکی ریخته شد و پیش از ست شدن آلزینات گیره اپکس یابها در آن قرار گرفت و دندانها تا CEJ درون آن فرو برده شدند. پس از ست شدن آلزینات، کانالها توسط مخروط کاغذی شماره ۲۰ خشک شدند. در مرحله بعد، ابتدا طول کانالها توسط Raypex5 (VDW Endodontic Synergy, Munich, Germany) و سپس توسط اپکس یاب Foramatron (سپید نام- ایران) تعیین شد.

بدین منظور، فایل K شماره ۲۰ که به دستگاه اپکس یاب متصل شده بود، به کانال وارد و به سمت اپکس هدایت شد و زمانی که دستگاه فایل را در ناحیه اپکس نشان داد، استاپ فایل با محل مرجع اکلوزالی تطابق داده شد. سپس فایل خارج و طول آن توسط اندومتر مشخص شد و پس از سه بار اندازه گیری میانگین سه عدد ثبت گردید.

جهت تعیین دقت دستگاهها در شرایط مرطوب، نرمال سالین توسط سرنگ انسولین داخل کانالها تزریق شد. اضافه سرم توسط رول پنبه از سطح دندان پاک و اندازه گیریها مجدداً توسط هردو دستگاه تکرار شد. مرحله تعیین طول الکتریکی در بازه زمانی ۲۴ ساعت انجام و آلزینات در این مدت در یخچال و مرطوب نگه داشته شد.

سپس طول به دست آمده با اپکس یاب از طول واقعی کم شد و طولهای بلندتر از طول واقعی، مثبت و کوتاه تر از طول واقعی، منفی در نظر گرفته شدند. دادهها با استفاده از آزمون آماری تی جفت شده با سطح معنی داری  $\alpha=0/05$  تحلیل شدند.

#### \* یافته ها:

دستگاه Raypex5 در شرایط خشک قادر به تعیین طول ۸۶/۷ درصد کانالها در فاصله ۰/۵- تا صفر

### \* بحث و نتیجه‌گیری:

این مطالعه اختلاف معنی‌داری را بین طول واقعی و طول‌های به دست آمده توسط اپکس یاب‌ها نشان داد، ولی اندازه‌گیری‌های به دست آمده از Foramatron در هیچ یک از حالت‌های خشک و مرطوب با Raypex5 تفاوت آماری معنی‌داری نداشت. براساس مطالعه شباهنگ که خطا در محدوده ۱ میلی‌متری اپیکال فورامن را از لحاظ بالینی قابل قبول می‌داند<sup>(۳)</sup>، اندازه‌گیری‌های Raypex5 در ۱۰۰ درصد موارد و Foramatron در ۸۶/۸ درصد موارد قابل قبول خواهد بود.

شهرابی و همکاران دقت اپکس یاب Raypex4 را که عملکردی کاملاً مشابه Raypex5 دارد، در محدوده ۰/۵ میلی‌متری طول واقعی ۶۱/۵ درصد گزارش کردند.<sup>(۱۵)</sup> اختلاف بین مطالعه شهرابی و این مطالعه احتمالاً به علت استفاده از دندان‌های شیری در مطالعه وی است؛ چرا که وجود تحلیل ریشه و در نتیجه از بین رفتن تنگه اپیکالی می‌تواند به افزایش قطر اپیکال فورامن منجر شود و دقت اپکس یاب را کاهش دهد.<sup>(۱۷)</sup>

اسماعیل‌نژاد اندازه‌گیری‌های انجام شده با Foramatron را در ۶۳ درصد موارد در محدوده ۰/۵- تا صفر میلی‌متری طول واقعی کانال گزارش کرد که با نتایج این مطالعه همخوانی دارد.<sup>(۱۸)</sup> از آنجا که اسماعیل‌نژاد مطالعه خود را در شرایط بالینی انجام داده است، مشابهت نتایج وی با مطالعه حاضر می‌تواند تأییدی بر کارایی مدل آزمایشگاهی مورد استفاده در این مقاله باشد.

پیروی نیز دقت Foramatron را برای دندان‌های قدامی ۸۵ درصد در محدوده  $\pm 0/5$  میلی‌متری طول واقعی گزارش کرد که به میزان ۸۳/۴ درصد در محدوده  $\pm 0/5$  میلی‌متری مطالعه حاضر، بسیار نزدیک است.<sup>(۱۹)</sup> موسوی و زرغام در شرایط بالینی دقت Foramatron را در کانال مرطوب و در محدوده  $\pm 0/5$  میلی‌متری طول واقعی، ۶۶/۴ درصد گزارش کردند.<sup>(۱۲)</sup> این میزان در مقایسه با ۸۳/۴ درصد به دست آمده در

مطالعه حاضر، کمتر است و علت این تفاوت می‌تواند پیچیدگی‌های شرایط بالینی در مقایسه با شرایط آزمایشگاهی باشد. به علاوه در مطالعه موسوی طول اندازه‌گیری شده توسط اپکس یاب با طول حاصل از تصویر رادیوگرافی مقایسه شده است،<sup>(۱۲)</sup> در حالی که در مطالعه حاضر جهت مقایسه از طول واقعی کانال استفاده شد که دقیق‌تر از طول رادیوگرافی است. چرا که براساس مطالعه‌های انجام شده طول رادیوگرافی در ۵۱ درصد موارد بلندتر از طول واقعی دندان است.<sup>(۲)</sup>

در مطالعه حاضر از مدل آزمایشگاهی آلزینات جهت بررسی دقت اپکس یاب‌ها استفاده شد. مزایای این مدل کاربرد ساده، هزینه کم و قابلیت کنترل شرایط آزمایش است. به علاوه این مدل تا ۴۵ ساعت پایدار و نتایج آن دقیق است.<sup>(۱۶)</sup> همچنین استفاده از مطالعه آزمایشگاهی، بررسی کانال‌های بیش‌تری را در زمان کم‌تری نسبت به شرایط بالینی ممکن می‌سازد.

با توجه به اینکه در این مطالعه آزمایش‌کننده و محیط آزمایش برای هردو دستگاه یکسان بود، احتمال خطا نیز برای هردو یکسان است. به علاوه یکسان بودن کانال‌های مورد آزمایش برای هردو دستگاه، تأثیر عواملی از قبیل نوع دندان و قطر اپیکال فورامن را خنثی می‌کند که می‌تواند بر دقت دستگاه مؤثر باشد.

با توجه به نتایج به دست آمده به نظر می‌رسد استفاده از اپکس یاب‌های Raypex5 و Foramatron می‌تواند در کنار رادیوگرافی روشی قابل اعتماد برای تعیین طول کارکرد باشد؛ به ویژه در شرایط خاص که تهیه رادیوگرافی با محدودیت رو به رو است. همچنین علاوه بر مزایایی از قبیل سهولت و سرعت بیش‌تر، خطر ناشی از پرتوتابی مکرر را کاهش می‌دهد.

با توجه به عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین اندازه‌گیری‌های حاصل از Foramatron و Raypex5 دستگاه Foramatron با توجه به قیمت بسیار مناسب‌تر و در راستای حمایت از تولیدات داخلی می‌تواند توسط عموم دندان‌پزشکان استفاده شود.

9. Gordon MP, Chandler NP. Electronic apex locators. *Int Endod J* 2004 Jul; 37 (7): 425-37
10. Meares WA, Steiman HR. The influence of sodium hypochlorite on the accuracy of the Root ZX electronic apex locator. *J Endod* 2002 Aug; 28 (8): 595-8
11. Kaufman AY, Keila S, Yoshpe M. Accuracy of a new apex locator: an in vitro study. *Int Endod J* 2002 Feb; 35 (2): 186-92
12. Mousavi SB, Zargham N. Clinical evaluation of apex Finder and radiography in determination of root canal length (in vivo). *J Dent Sch* 2003; 21 (3): 408-14 [In Persian]
13. ElAyouti A, Dima E, Ohmer J, et al. Consistency of apex locator function: a clinical study. *J Endod* 2009 Feb; 35 (2): 179-81
14. Ebrahim AK, Wadachi R, Suda H. In vitro evaluation of the accuracy of five different electronic apex locators for determining the working length of endodontically retreated teeth. *Aust Endod J* 2007 Apr; 33 (1): 7-12
15. Shahrabi M, Seraj B, Nekufar M, et al. In vitro evaluation of the accuracy of an electronic apex locator in root canal length determination in primary teeth. *J Dental Medicine*. 2003; 17 (1): 32-40 [In Persian]
16. Tinaz AC, Alacam T, Topuz O. A simple model to demonstrate the electronic apex locator. *Int Endodon J* 2002 Nov; 35 (11): 940-5
17. Angwaravong O, Panitvisai P. Accuracy of an electronic apex locator in primary teeth with root resorption. *Int Endod J* 2009 Feb; 42 (2): 115-21
18. Esmaeelnejad H. Comparison between electronic and radiographic length in teeth with multiple roots. Doctorate thesis, Dental School, Qazvin University of Medical Sciences, 2001 [In Persian]

### \* سپاس‌گزاری:

از شورای پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی قزوین در تأمین هزینه‌های این پایان‌نامه دانشجویی تشکر و قدردانی می‌شود.

### \* مراجع:

1. Walton RE, Torabinejad M. Principles and practice of endodontics. 3rd ed. Philadelphia: WB Saunders Co.; 2002. 49-70
2. Plotino G, Grande NM, Brigante L, et al. Ex vivo accuracy of three electronic apex locators: Root ZX, Elements Diagnostic Unit and Apex Locator and ProPex. *Int Endod J* 2006 May; 39 (5): 408-14
3. Pinheiro S, Bincelli I, Faria T, et al. Comparison between electronic and radiographic method for the determination of root canal length in primary teeth. *RSBO J* 2012; 9 (1): 6-11
4. Lucena-Martin C, Robles-Gijon V, Ferrer-Luque CM, de Mondelo JM. In vitro evaluation of the accuracy of three electronic apex locators. *J Endod* 2004 Apr; 30 (4): 231-3
5. Sadeghi Sh, Abolghasemi M. The effect of irrigating solutions on the accuracy of the raypex 5 apex locator. *Dental Research J* 2008; 5 (1): 27-30
6. Sadeghi S, Abolghasemi M. The effect of file size on the accuracy of the raypex 5 apex locator: an in vitro study. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects* 2008 Winter; 2 (1): 24-7
7. Chopra V, Grover S, Prasad SD. In vitro evaluation of the accuracy of two electronic apex locators. *J Conserv Dent* 2008 Apr; 11 (2): 82-5
8. Venturi M, Breschi L. A comparison between two electronic apex locators: an in vivo investigation. *Int Endod J* 2005 Jan; 38 (1): 36-45

19. Peyravi GH. Comparison of working length determination by electronic devices and parallel radiography. Doctorate thesis, Dental School, Shahed University of Medical Sciences, 1999 [In Persian]