

کمی سازی پارامترهای الکتریکی دندان به منظور سنجش میزان و عمق پوسیدگی

دکتر وحیده معتمدالصنایع^۱ محمد امین یونسی هروی^۲

۱- استادیار و متخصص دندانپزشکی ترمیمی و زیبایی، دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی، بجنورد
۲- کارشناس ارشد مهندسی پزشکی، گروه علوم پایه پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی، بجنورد

خلاصه:

سابقه و هدف: پوسیدگی شایع ترین علت از دست رفتن دندان است و تشخیص به موقع آن گامی بزرگ در جهت سلامت دندان ها است. پوسیدگی دندان ها می تواند باعث تخلخل و تغییر قدرت هدایت الکتریکی دندان شود لذا هدف در این مطالعه اندازه گیری مقاومت الکتریکی دندان و تعیین ارتباط آن با میزان و درجه پوسیدگی است.

مواد و روش ها: این مطالعه به روش تجربی و آزمایشگاهی بر روی دندان های پرمولر انسانی با درجات مختلف پوسیدگی انجام شد. پارامترهای الکتریکی دندان شامل مقاومت و ظرفیت الکتریکی، برای اجزا سالم دندان ها و همچنین پوسیدگی های سطحی، عمقی و پوسیدگی منجر به درمان ریشه اندازه گیری شد. مقاومت و ظرفیت الکتریکی در حالات مختلف پوسیدگی با یکدیگر مقایسه شدند. ارتباط بین پارامترهای الکتریکی و میزان پوسیدگی نیز به دست آمد. برای ارزیابی نتایج از آزمون واریانس یک طرفه و تخمین رابطه استفاده شد.

یافته ها: نتایج نشان داد که مقاومت الکتریکی دندان با میزان پوسیدگی تغییر می کند ($P < 0/05$) و بر اساس یک رابطه ی خطی با افزایش عمق پوسیدگی مقاومت الکتریکی دندان نیز کاسته خواهد شد. ارتباط معناداری نیز بین تغییرات ظرفیت الکتریکی در پوسیدگی های عمقی و سطحی وجود دارد. ($P = 0/01$) وجود دارد همچنین ارتباط بین ظرفیت الکتریکی و میزان پوسیدگی به صورت یک رابطه غیر خطی تغییر می نماید.

نتیجه گیری: به نظر می رسد استفاده از مقاومت الکتریکی می تواند ابزاری مناسب برای تشخیص پوسیدگی مخصوصا در پوسیدگی های عمقی و منجر به درمان ریشه باشد و به عنوان روشی باصحت بالا برای تشخیص عمق پوسیدگی پیشنهاد می شود.

کلید واژه ها: مینا، عاج، مقاومت الکتریکی، پوسیدگی دندان

وصول مقاله: ۹۲/۶/۷ اصلاح نهایی: ۹۲/۸/۷ پذیرش مقاله: ۹۲/۹/۲۴

مقدمه:

متوقف و جایگزین نشود و پوسیدگی به عصب دندان برسد، نیاز به درمان ریشه می باشد و در موارد شدیدتر ممکن است به خارج کردن دندان منجر شود. عاج، تشکیل دهنده بزرگترین قسمت ساختمانی دندان است و با ساختمانی توبولار از مواد معدنی و آلی تشکیل شده است و قابلیت پاسخ گویی به محرک های پاتولوژیک و فیزیولوژیک را دارد.^(۱،۲) چنین محرک هایی قادر به ایجاد تغییراتی در ساختمان عاجی بوده و از لحاظ ساختمانی می توانند عاج های ثانویه، ترمیمی و پوسیده را ایجاد نمایند.^(۳) پوسیدگی سطوح صاف دندان در ابتدا بر روی مینا و

پوسیدگی دندان ها شایع ترین علت از دست رفتن دندان است و باید با کاربرد روش های پیش گیری از این مسأله جلوگیری شود. تشخیص به موقع پوسیدگی ها گامی بزرگ در جهت جلوگیری از آسیب های ناشی از پوسیدگی دندان ها است.^(۱) پوسیدگی دندان مرحله غیر قابل برگشت در فرآیند حل شدن مواد معدنی توسط اسید باکتری های پوسیدگی زا (عمدتاً استرپتوکوک موتان) محسوب شده و درمان آن تنها از راه جایگزینی بافت سخت از دست رفته دندان با مواد ترمیمی دندانپزشکی می باشد.^(۲) اگر پوسیدگی تاج دندان به موقع

نویسنده مسئول مکاتبات: محمد امین یونسی هروی؛ آدرس: استان خراسان شمالی، بجنورد، انتهای خیابان دانشگاه، جنب بیمارستان امام علی (ع)، دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی

بالاتری انجام شود. این هدف با سنجش خصوصیات الکتریکی مینا و عاج سالم و همچنین درجات مختلف پوسیدگی برآورده شده است. به عبارت دیگر با کمی سازی پوسیدگی دندان مرز بین پوسیدگی و عدم پوسیدگی تعیین خواهد شد.

مواد و روش‌ها:

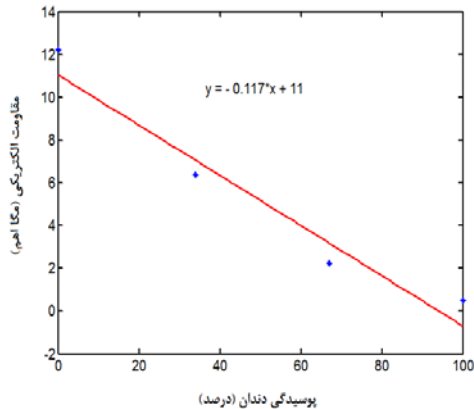
در این مطالعه تجربی، به منظور بررسی پوسیدگی های دندان و تفاوت‌های ساختاری آن با بخش های سالم، از ۱۶ دندان پرمولر انسانی که به دلیل ارتودنسی کشیده شده بودند، استفاده شد. پس از تمیز شدن دندان ها با پودر پامیس، در محلول تیمول ۰/۱ درصد در دمای ۴ درجه سانتی گراد نگهداری شدند.^(۱۶) به منظور اطمینان از وجود پوسیدگی و تخمین میزان آن، با استفاده از تصاویر رادیوگرافی، سطح پوسیدگی کاملاً مشخص شد. پارامترهای الکتریکی دندان شامل مقاوت الکتریکی دندان بر حسب اهم و ظرفیت الکتریکی دندان بر حسب پیکو فاراد مورد ارزیابی قرار گرفت. پارامترهای الکتریکی دندان با استفاده از یک دستگاه مولتی متر رومیزی مدل GDM-8034 و یک LC متر دیجیتال مدل JLC-10 اندازه گیری شدند. اندازه گیری ها برای اجزای سالم دندان ها و همچنین پوسیدگی های سطحی، عمقی و پوسیدگی منجر به درمان ریشه انجام شد. از ست دندانپزشکی پرتابل برای ایجاد حفره و برداشتن پوسیدگی در دندان ها استفاده شد. حفره ها توسط فرز فیشور شماره ۰۰۸ توربین بر روی دندان ها آماده شدند. فرزها پس از هر ۵ تراش تعویض می شدند. مقاومت و ظرفیت الکتریکی در حالات مختلف پوسیدگی و پس از برداشتن پوسیدگی با بخش های سالم دندان ها مقایسه شدند. برای بررسی تغییرات مقاومت و ظرفیت الکتریکی، بین اجزا سالم و پوسیده دندان الگوی تغییرات بر اساس برازش منحنی با حداقل مربعات خطا انجام گرفت. در این حالت میزان عمق پوسیدگی با استفاده از تصاویر رادیوگرافی و ایجاد حفره با ست دندانپزشکی پرتابل برای تمامی دندان های مورد مطالعه اندازه گیری شده و دندان ها با سطوح مختلف پوسیدگی از ۰ تا ۱۰۰ درصد پوسیدگی مدرج شدند. به این صورت دندانانی که

در یک نقطه کوچک شروع می شود ولی با گسترش آن به ناحیه عاجی وسعت ناحیه درگیر زیادتر شده و دندان را از داخل مورد هجوم قرار می دهد.^(۳) بهترین روش تشخیص پوسیدگی ها معاینه دوره ای توسط دندانپزشک به صورت کلینیکی و استفاده از تصاویر رادیوگرافی به عنوان ابزار کمکی در پاراکلینیک می باشد.^(۴، ۵) در هنگام تهیه حفره و حذف پوسیدگی ها تشخیص لایه های آخر در پوسیدگی های عمقی از اهمیت بیشتری برخوردار است زیرا برداشت غیر ضروری و بیش از حد عاج می تواند دندان را به سمت یک درمان ریشه اجباری سوق دهد یا در حالت عدم مهارت های کافی در تشخیص صحیح، مقداری از عاج پوسیده که بایستی برداشته شود باقی بماند. استفاده از رادیوگرافی روش دقیق تری است که حتی پوسیدگی های در حد مینا را می توان با این نوع رادیوگرافی تشخیص داد.^(۵) علاوه بر این استفاده از امواج ماوراصوت نیز روش حساس تر و کم ضرر تری نسبت به روش رادیوگرافی است.^(۶-۸) استفاده از لیزر و اشعه مادون قرمز نیز روش های جدیدی هستند که بالاترین حساسیت در تشخیص پوسیدگی را دارا می باشند.^(۹-۱۳، ۱۱) استفاده از روش ECM (Electrical Conductance Method) نیز روش دیگری برای سنجش میزان پوسیدگی دندان است.^(۱۴) این روش بر اساس اندازه گیری میزان هدایت الکتریکی دندان استوار است. بافت های پوسیده دندان دارای تخلخل هایی هستند که در اثر دیمینرالیزاسیون ایجاد شده و توسط آب و الکترولیت پر شده اند. همین عامل باعث می شود قدرت هدایت الکتریکی در بافت پوسیده بیشتر از بافت سالم باشد.^(۱۵، ۱۴، ۳)

کاربرد توأم وسیله تشخیصی با وسیله درمانی و تلفیق این دو تکنولوژی با توجه به اهمیت تشخیص پوسیدگی های عمقی به نحوی که باعث تخمین بیشتر یا کمتر پوسیدگی و تراش بیش از حد عاج نشوند، می تواند کمک کننده باشد.^(۵)

هدف در این مطالعه اندازه گیری پارامترهای الکتریکی دندان و تعیین ارتباط آن با میزان و درجه پوسیدگی است، تا به این ترتیب با هوشمند کردن ابزار تراش پوسیدگی بر اساس میزان هدایت الکتریکی عاج در آینده مرحله حذف پوسیدگی با دقت

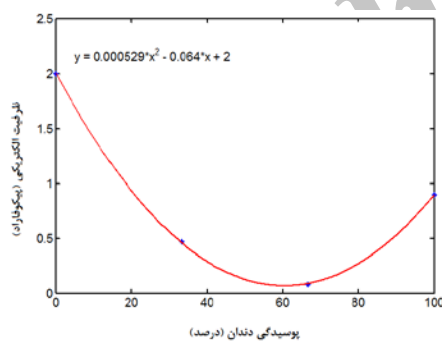
نمودار ۱ رابطه بین مقاومت الکتریکی را با عمق پوسیدگی بر حسب درصد نشان می دهد.



نمودار ۱- ارتباط خطی بین مقاومت الکتریکی دندان و درصد پوسیدگی

با توجه به نمودار ارتباط بین عمق پوسیدگی و مقاومت الکتریکی دندان از یک رابطه خطی تبعیت کرده و دارای ضریب رگرسیون ($r = 0.86$) می باشد.

نمودار ۲ تغییرات ظرفیت الکتریکی دندان را متناسب با میزان عمق پوسیدگی دندان نشان می دهد. با توجه به نمودار، رابطه ظرفیت الکتریکی و میزان پوسیدگی از یک رابطه خطی تبعیت نکرده و به صورت غیرخطی و بر اساس یک رابطه درجه دوم تغییر نموده است.



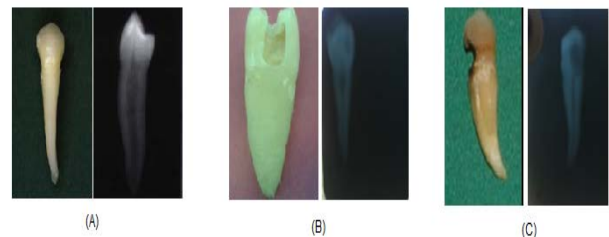
نمودار ۲- ارتباط غیر خطی بین ظرفیت الکتریکی دندان و درصد پوسیدگی

جدول ۱ نتایج حاصل از اندازه گیری مقاومت و ظرفیت الکتریکی دندانها را در حالت های مختلف نشان می دهد. جدول ۲ نیز مقادیر P بین حالت های مختلف پوسیدگی و بخش های سالم دندان را با استفاده از آزمون تعقیبی نشان می دهد.

پوسیدگی نداشت صفر درصد، و با افزایش عمق پوسیدگی این مقدار افزایش یافته و زمانی که به درمان ریشه منجر شود ۱۰۰ درصد در نظر گرفته شد.^(۴) آنالیز آماری با استفاده از آزمون واریانس یک طرفه و آزمون تعقیبی توکی در نرم افزار SPSS نسخه ۱۶ و تعیین رابطه با استفاده از جعبه ابزار best fitting در نرم افزار مطلب نسخه ۲۰۱۱ انجام شد. سطح معناداری نیز ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته ها:

۱۶ دندان پرمولر با درجه پوسیدگی های متفاوت مورد ارزیابی قرار گرفتند. از این میان ۳ دندان کاملاً سالم، ۵ دندان دارای پوسیدگی سطحی در سطح مینا (یک سوم خارجی عاج)، ۴ دندان دارای پوسیدگی عمقی (عمیقتر از یک دوم خارجی عاج) و ۴ دندان دارای پوسیدگی منجر به درمان ریشه بودند. شکل ۱ نمونه های از دندان با درجات مختلف پوسیدگی و همچنین تصاویر رادیوگرافی آن را نشان می دهد.



شکل ۱- درجات مختلف از پوسیدگی دندان

شکل ۲ سیستم ثبت و تشخیص پوسیدگی را نشان می دهد



شکل ۲- سیستم ثبت و تشخیص پوسیدگی

جدول ۱- مقاومت و ظرفیت الکتریکی بخش های سالم و پوسیدگی های مختلف دندان

پارامترهای الکتریکی	مینای سالم	عاج سالم	پوسیدگی سطحی	پوسیدگی عمقی	پوسیدگی منجر به درمان ریشه	پس از برداشت پوسیدگی
مقاومت الکتریکی (کیلو اهم)	۱۶/۸۲±۲/۱۱	۱۰/۴۲±۳/۸۶	۴/۶۰±۲/۲۲	۱/۵۷±۱/۰۱	۰/۸۳±۰/۲۶	۹/۹۲±۲/۸۰
ظرفیت الکتریکی (پیکوفاراد)	۲/۶۳±۰/۸۸	۱/۸۰±۰/۷۴	۰/۵۲±۰/۱۱	۰/۰۷±۰/۰۷	۰/۸۳±۰/۵۶	۲/۱۴±۱/۰۲

جدول ۲ P-Value بین سطوح سالم و بخش های مختلف پوسیدگی دندان ها حاصل از آزمون تعقیبی

بخش های سالم دندان	ظرفیت الکتریکی	پوسیدگی سطحی	پوسیدگی عمقی	پوسیدگی منجر به درمان ریشه
بخش های سالم دندان	ظرفیت الکتریکی	۰/۰۱۸	۰/۰۰۰	۰/۰۱۲
مقاومت الکتریکی	مقاومت الکتریکی	۰/۰۱۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰
پوسیدگی سطحی	ظرفیت الکتریکی	-	۰/۰۱۱	۰/۲۶۶
مقاومت الکتریکی	مقاومت الکتریکی	-	۰/۰۰۱	۰/۰۳۵
پوسیدگی عمقی	ظرفیت الکتریکی	۰/۰۱۱	-	۰/۰۴۱
مقاومت الکتریکی	مقاومت الکتریکی	۰/۰۰۱	-	۰/۰۳۱
پوسیدگی منجر به درمان ریشه	ظرفیت الکتریکی	۰/۲۶۶	۰/۰۴۱	-
مقاومت الکتریکی	مقاومت الکتریکی	۰/۰۳۵	۰/۰۳۱	-

بحث:

آنکه رنگ ها در این روش برای عاج های عمقی به صورت اختصاصی طراحی نشده اند.^(۱۷،۱۳،۲) روش های سنتی مشاهده ای و استفاده از سوند نیز روشهای دقیقی برای سنجش میزان پوسیدگی نمی باشد.^(۱۳،۲،۱) درصد صحت این روش متناسب با تجربه بیشتر خواهد شد و تا ۸۸ درصد نیز گزارش شده است.^(۱۸،۱۳،۲) نتایج استفاده از امواج ماوراصوت نیز تا بیش از ۹۰ درصد صحت را نشان داده است.^(۷،۸،۱۹) همچنین در استفاده از تکنیک های رادیوگرافی نیز تا ۸۸ درصد صحت

این مطالعه با هدف اندازه گیری پارامترهای الکتریکی دندان و تعیین ارتباط آن ها با میزان و درجه پوسیدگی انجام شد. نتایج مطالعه نشان داد که میزان مقاومت الکتریکی با میزان پوسیدگی به صورت معناداری تغییر کرده و بر اساس یک رابطه ی خطی با افزایش عمق پوسیدگی مقاومت الکتریکی دندان نیز کاسته خواهد شد. همچنین ارتباط معناداری نیز بین ظرفیت الکتریکی و سطح پوسیدگی وجود دارد به طوریکه ارتباط بین آنها به صورت یک رابطه غیر خطی تغییر می نماید. در بین

های مختلف است و از ارتباط خطی آن با عمق پوسیدگی می توان درصد صحت بالاتری را از روش های دیگر به دست آورد. اگرچه مطالعه حاضر بر روی دندان های پرمولر با صحت بالا انجام شده است اما انجام آزمایشات بر روی دندان های دیگر نیز پیشنهاد می شود. همچنین در کاربردی نمودن این معیار در مطالعات کلینیکی ایزوله بودن کامل دندان و عدم وجود الکترولیتی مثل بزاق اهمیت دارد تا تداخلی در نتایج ایجاد نکند. بر اساس نتایج مطالعه حاضر می توان استفاده از مقاومت الکتریکی دندان را در طراحی فرزهای هوشمند به منظور برداشتن بخش های پوسیده و عدم تراشیدن بخش های سالم دندان طراحی و نمود.

نتیجه گیری:

به نظر می رسد که ارتباط خطی معنی داری بین مقاومت الکتریکی دندان و میزان پوسیدگی وجود دارد. بنابراین بر طبق نتایج موجود استفاده از این پارامتر الکتریکی می تواند ابزاری مناسب برای تشخیص پوسیدگی مخصوصا در پوسیدگی های عمقی و منجر به درمان ریشه باشد و به عنوان روشی با صحت بالا برای تشخیص عمق پوسیدگی پیشنهاد می شود.

تشکر و قدردانی:

بدین ترتیب نویسندگان این مقاله از مسئولین کلینیک تخصصی دندان دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی و از مسئولین آزمایشگاه تجهیزات الکتریکی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بجنورد کمال تشکر را دارند.

گزارش شده است.^(۲۵) استفاده از لیزر فلورسنس نیز روشی با صحت بالای ۹۸ درصد در تشخیص پوسیدگی است.^(۱۰،۱۲،۲۰) اگر چه روش های مدرن تشخیص پوسیدگی همچون استفاده از امواج ماوراصوت، لیزر و رادیوگرافی دیجیتال دارای درصد بالای قدرت تشخیصی هستند اما استفاده از آنها می تواند موجب عوارض جانبی شده و نیز دارای هزینه قابل توجه باشد.^(۱۷) در بین روش های الکتریکی تشخیص پوسیدگی روش ECM دارای اختصاصیت ۸۸ درصد است.^(۲۱، ۱۴) روش Electrochemical Impedance (Spectroscopy) EISE نیز روش الکتریکی دیگری است که بر خلاف ECM که با جریان ۲۳ هرتز کار می کند طیفی از فرکانس های الکتریکی را اسکن کرده و اطلاعاتش بر اساس امپدانس های الکتریکی است. صحت این روش نیز تا ۸۹ درصد گزارش شده است.^(۲۱) مهم ترین یافته این تحقیق وجود ارتباط غیر خطی بین درجات مختلف پوسیدگی ها متناسب با تغییرات ظرفیت الکتریکی است. این در حالی است که در اکثر روش های اندازه گیری الکتریکی تشخیص پوسیدگی دندان از امپدانس الکتریکی که ترکیب مقاومت و ظرفیت الکتریکی است، استفاده می شود.^(۱۴) بر اساس نتایج این مطالعه ظرفیت الکتریکی ابزاری مناسب برای تشخیص پوسیدگی های عمقی مخصوصا پوسیدگی های منجر به درمان ریشه نمی باشد لذا عدم صحت بالای ۹۰ درصد روش های الکتریکی نیز می تواند ناشی از سنجش عمق پوسیدگی توسط ترکیبی از ظرفیت و مقاومت الکتریکی باشد.^(۲۱) حال آنکه مقاومت الکتریکی دندان در مطالعه حاضر ابزاری مناسب برای سنجش پوسیدگی ها در درجات و عمق

References:

- 1- Twetman S, Axelsson S, Dahlén G, Espelid I, Mejåre I, Norlund A, et al. Adjunct methods for caries detection: A systematic review of literature. *Acta Odontologica Scandinavica* 2013;71(3-4):388-97
- 2- Roberson T, Heymann HO, Swift Jr EJ. *Sturdevant's art and science of operative dentistry*: Elsevier Health Sciences; 2006.P:260-300.
- 3-Summitt JB, dos Santos J. *Fundamentals of operative dentistry: a contemporary approach*: Quintessence Pub; 2006.P:81-100.
- 4- Neuhaus KW, Longbottom C, Ellwood R, Lussi A. Novel lesion detection aids. *Monographs in oral science* 2009;21:52-62

- 5- Ritter AV, Ramos MD, Astorga F, Shugars DA, Bader JD. Visual-tactile versus radiographic caries detection agreement in caries-active adults. *J Public Health Dent*. 2013 Summer;73(3):252-60
- 6- Marotti J, Heger S, Tinschert J, Tortamano P, Chuembou F, Radermacher K, et al. Recent advances of ultrasound imaging in dentistry—a review of the literature. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 2013;115(6):819-32
- 7- Bozkurt FÖ, Tağtekin D, YANIKOĞLU F, Fontana M, Gonzalez-Cabezas C, Stookey GK. Capability of an Ultrasonic System to Detect Very Early Caries Lesions on Human Enamel. *Marmara Dental Journal*. 2013;1(1):16-9
- 8- Matalon S, Feuerstein O, Calderon S, Mittleman A, Kaffe I. Detection of cavitated carious lesions in approximal tooth surfaces by ultrasonic caries detector. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007;103(1):109-13
- 9- Teo TK-Y, Ashley PF, Louca C. An in vivo and in vitro investigation of the use of ICDAS ,DIAGNOdent pen and CarieScan PRO for the detection and assessment of occlusal caries in primary molar teeth. *Clin Oral Investig*. 2013 Jun 23
- 10- Cinar C, Atabek D, Odabaş ME, Olmez A. Comparison of laser fluorescence devices for detection of caries in primary teeth. *Int Dent J* 2013;63(2):97-102
- 11- Schwass DR, Leichter JW, Purton DG, Swain MV. Evaluating the efficiency of caries removal using an Er: YAG laser driven by fluorescence feedback control. *Arch Oral Biol* 2013;58(6):603-10.
- 12- De Benedetto MS, Morais CC, Novaes TF, de Almeida Rodrigues J, Braga MM,etal. Comparing the reliability of a new fluorescence camera with conventional laser fluorescence devices in detecting caries lesions in occlusal and smooth surfaces of primary teeth. *Lasers in medical science* 2011;26(2):157-62.
- 13- Bader JD, Shugars DA, Bonito AJ. Systematic reviews of selected dental caries diagnostic and management methods. *J Dent Educ* 2001;65(10):960-8.
- 14- Verdonshot EH, Rondel P, Huysmans MC. Validity of electrical conductance measurements in evaluating the marginal integrity of sealant restorations. *Caries Research* 1995;29(2):100-6.
- 15- Huysmans MC, Longbottom C, Pitts NB, Los P, Bruce PG. Impedance Spectroscopy of Teeth with and without Approximal Caries Lesions-an in vitro Study. *J Dent Res* 1996;75(11):1871-8.
- 16- Hope CK, Griffiths DA, Prior DM. Finding an Alternative to Formalin for Sterilization of Extracted Teeth for Teaching Purposes. *J Dent Educ* 2013;77(1):68-71.
- 17- Pretty IA. Caries detection and diagnosis: novel technologies. *J Dent* 2006;34(10):727-39.
- 18- Iwami Y, Yamamoto H, Hayashi M. Validity of a portable microhardness testing system (Cariotester) for diagnosis of progression in active caries lesions. *Dental materials journal* 2013;32(4):667-72
- 19- Ng SY, Ferguson MW, Payne PA, Slater P. Ultrasonic studies of unblemished and artificially demineralized enamel in extracted human teeth: a new method for detecting early caries. *J Dent* 1988;16(5):201-9
- 20- Lussi A, Hack A, Hug I, Heckenberger H, Megert B, Stich H. Detection of approximal caries with a new laser fluorescence device. *Caries Res* 2006;40(2):97-103.
- 21- Penta V, Pirvu C, Demetrescu I. Electrochemical Impedance Spectroscopy (EIS) Investigation on Dental Hard Tissue Whitening Process Using Fluoride and Non-fluoride Carbamide Peroxide Gels. *APCBEE Procedia*. 2013;7:67-72.