

# تأثیر فیلترهای پردازش تصویر در شناسایی پوسیدگی پروگزیمال در رادیوگرافی بایت وینگ دیجیتال

آرش دباغی<sup>۱</sup>، ثمره عباسی<sup>۲\*</sup>، نسیم شمس<sup>۱</sup>، نغمه نیرومند<sup>۲</sup>، علی حبیبی کیا<sup>۲</sup>

## چکیده

زمینه و هدف: تصور می‌شود که فیلترهای پردازش تصویر، می‌توانند عملکرد تشخیصی تصاویر دیجیتال را بهبود بخشند. از این رو هدف از مطالعه حاضر، مقایسه عملکرد رادیوگرافی دیجیتال با و بدون استفاده از فیلترهای پردازش تصویر در شناسایی ضایعات پوسیدگی پروگزیمال بود.

روش بررسی: در این مطالعه آزمایشگاهی، رادیوگرافی دیجیتال استاندارد شده از ۱۰۰ سطح پروگزیمال به عمل آمد. تصاویر بدون فیلتر و فیلتر شده (فیلترهای High sharpen، Intermediate sharpen، Low sharpen و Inversion) در نرم‌افزار Scanora<sup>®</sup> (version 4.3.1)، توسط ۲ مشاهده‌گر ارزیابی شد. جهت تعیین استاندارد طلایی، دندان‌ها را برش داده و سپس از Caries detector استفاده شد.

یافته‌ها: حساسیت، اختصاصیت و صحت کلی با استفاده از آنالیز منحنی Roc ارزیابی و با استفاده از آزمون توکی و آنوا مقایسه شد. از آزمون ضریب همبستگی اسپیرمن برای توافق بین مشاهده‌گرها استفاده شد. حساسیت، اختصاصیت و صحت کلی تصاویر Original، فیلتر Low sharpen و Inversion، به طور معناداری بیشتر از فیلتر Intermediate sharpen و High sharpen بود ( $P \leq 0/05$ ). تفاوت بین تصاویر بدون فیلتر، فیلتر Low sharpen و Inversion معنادار نبود ( $P > 0/05$ ). فیلتر Low sharpen بیشترین میزان حساسیت و صحت کلی، و تصاویر بدون فیلتر بیشترین میزان اختصاصیت را داشت. فیلتر High sharpen کمترین میزان حساسیت و اختصاصیت و صحت کلی را داشت.

نتیجه‌گیری: فیلتر Low sharpen می‌تواند به عنوان یک فیلتر پردازش تصویر جهت شناسایی ضایعات پوسیدگی پروگزیمال، مورد پذیرش قرار گیرد. فیلترهای Intermediate sharpen و High sharpen جهت شناسایی ضایعات پوسیدگی پروگزیمال توصیه نمی‌شوند.

کلید واژگان: پوسیدگی دندان، تصاویر فیلتر شده، رادیوگرافی دیجیتال، رادیوگرافی بایت وینگ.

۱-استادیار گروه رادیولوژی فک، دهان و صورت.

۲-دستیار تخصصی رادیولوژی دهان، فک و صورت.

۱و۲- گروه رادیولوژی فک، دهان و صورت، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، ایران.

\* نویسنده مسؤل:

ثمره عباسی؛ دستیار تخصصی رادیولوژی دهان و فک و صورت، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، ایران.

تلفن: ۰۰۹۸۹۱۶۶۰۶۶۴۷۲

Email:  
Samareh.Abbasi@yahoo.com

دریافت مقاله: ۱۳۹۳/۱۱/۲۵ دریافت مقاله اصلاح شده: ۱۳۹۳/۱۲/۱۵ اعلام قبولی: ۱۳۹۳/۱۲/۱۹

## مقدمه

پوسیدگی دندان‌های یک بیماری عفونی-میکروبی دندانهاست، که موجب حل شدن بافت‌های معدنی دندان می‌شود (۱). علی‌رغم کاهش کلی شیوع پوسیدگی در دو دهه اخیر، تشخیص پوسیدگی به صورت یک چالش بزرگ در دندان‌پزشکی باقی مانده است (۲، ۳). در سال ۱۹۸۹ رادیوگرافی دیجیتال داخل دهانی به دندان‌پزشکی راه پیدا کرد و در حال حاضر به طور وسیعی جهت شناسایی ضایعات پوسیدگی به کار برده می‌شود (۴، ۵). از دیگر فواید رادیوگرافی دیجیتال، امکان بهبود تصاویر توسط راه‌کارهای مختلف نرم‌افزاری مانند استفاده از فیلترها می‌باشد (۴). نتایج متناقضی در ارتباط با امکان‌ات بهبود تصویر برای تشخیص پوسیدگی در رادیوگرافی دیجیتال داخل دهانی گزارش شده است. برخی نویسندگان گزارش کرده‌اند که بهبود کنتراست و افزایش فیلترینگ دقت تشخیصی در شناسایی پوسیدگی‌ها را افزایش می‌دهد (۶، ۷)، در حالی که برخی دیگر خلاف این امر را گزارش داده‌اند (۸، ۹). در هیچ یک از مطالعات پیشین، تأثیر درجات مختلف از فیلتر Sharpen بر روی شناسایی پوسیدگی‌های پروگزیمال بررسی نشده است. علاوه بر این، در این مطالعه تأثیر فیلتر Inversion نیز بر روی شناسایی پوسیدگی‌های پروگزیمال بررسی می‌شود.

## روش بررسی

## جمع‌آوری و آماده‌سازی نمونه‌ها

این مطالعه تجربی (آزمایشگاهی) بر روی ۵۰ نمونه دندان‌های (پرمولر و مولر) که از میان دندان‌های کشیده شده انجام گرفت. به این صورت که در معاینات بصری تقریباً نیمی از دندان‌های انتخابی از نظر پوسیدگی دارای ظاهری سالم و تقریباً نیمی دیگر دارای ضایعات پوسیدگی (۱۰) با میزان گسترش متغیر در سطوح پروگزیمال بودند (۱۱-۱۵). شرایط ورود دندان‌ها به مطالعه: ۱. عدم وجود آنومالی دندان‌های (۱۶) ۲. عدم وجود حفره پوسیدگی (۱۱-)

۱۳، ۱۶، ۱۷) ۳. عدم وجود ترمیم (۱۱ و ۱۶ و ۱۸) ۴. عدم وجود نشانه‌هایی از شکستگی تاج (۱۶) پس از انتخاب دندان‌ها از نرمال‌سالین برای شست و شوی دندان‌ها استفاده شد (۱۹)، ریشه دندان‌ها با موم قرمز پوشیده شدند، علت این امر ایجاد ساختاری مشابه فضای پرودنتال لیگامنت و نیز تسهیل در خارج کردن دندان‌ها از بلوک‌ها در انتهای تحقیق بود (۱۶). سپس هر ۳ دندان در یک بلوک از جنس گچ (۴، ۱۵، ۱۷) بر اساس موقعیت آناتومیک نرمال، به طوری که در سطوح پروگزیمال بیشترین تماس را با دندان مجاور داشتند، مانت شدند (۴، ۱۲، ۱۳، ۲۰) و هر یک از بلوک‌ها و دندان‌ها شماره‌گذاری شدند.

**تهیه تصاویر:** تصاویر به روش بایت وینگ دیجیتال (برای هر قوس به صورت جداگانه مشابه پری‌اپیکال) با استفاده از PSP و با دستگاه Xgenus DC de (Italy), Gotzen و شرایط اکسپوژر ۶۳kvp، ۸mA، زمان پرتوتابی ۰/۱۲s، با ضخامت فیلتراسیون کلی آلومینیوم ۲mm و فاصله منبع تا رسیپتور تصویر (SID) ۳۴cm تهیه شد. یک صفحه آکریلی با ضخامت ۱/۵cm بین تیوب اشعه X و دندان‌ها جهت بازسازی بافت نرم قرار داده شد (۷، ۱۴، ۱۶، ۲۱). تصاویر بایت وینگ رادیوگرافی دیجیتال، به صورت بدون فیلتر (Original)، با فرمت Tiff (Tagged image file format) ذخیره شدند. فیلتر پروسسینگ sharpen با درجات کم، متوسط و زیاد (low, intermediate, high) و فیلتر Inversion. هر یک به صورت جداگانه بر روی نسخه کپی از تصاویر بدون فیلتر اعمال شدند و با فرمت Tiff ذخیره شدند. فرمت Tiff اطلاعات را بدون از دست رفتن قسمتی از آن ذخیره می‌کند (Lossless). در این مطالعه منظور از فیلتر Low sharpen اعمال یک بار فیلتر Sharpen 1، منظور از فیلتر Intermediate sharpen اعمال دو بار فیلتر Sharpen 2 و منظور از فیلتر High sharpen اعمال سه بار فیلتر Sharpen 3

بتوان جداگانه برش داد و بررسی کرد. برای رنگ‌آمیزی، سطح برش مورد نظر را با اسپری هوا خشک کرده و سپس با یک گلوله پنبه آغشته به ماده Caries detector سطح برش مرطوب گردید. بر طبق توصیه کارخانه سازنده، پس از ۱۰ ثانیه سطح را شسته و خشک کردیم. پس از رسیدن به محدوده ضایعه، ابتدا با معاینه چشمی و سپس به کمک رنگ‌آمیزی (Dye Caries Detector) وجود Spy. Germiphene. Corp. CANADA ضایعه بررسی شد. برش‌ها به همین صورت ادامه می‌یافت و هر برش مانند قبل بررسی شد، تا آنجا که دیگر اثری از ضایعه وجود نداشت (۲۲). باید در نظر داشته باشیم که ضایعه پوسیدگی به صورت گسترش ناحیه دکلسیفیکاسیون سفید یا قهوه‌ای به سمت دیواره‌های کناری پالپ چمبر تعیین می‌شد. نتایج بر اساس کد بندی زیر گزارش و ثبت شد: (۱۴، ۱۷، ۲۰)

۰: بدون ضایعه قابل مشاهده در برش‌ها

۱: وجود ضایعه پوسیدگی در هر یک از برش‌ها  
نتایج این بررسی‌ها، Gold standard مطالعه محسوب شد و درستی نظرات مشاهده‌کننده‌ها با این نتایج مقایسه و سپس میزان صحت آنها بررسی شد.

نتایج این پژوهش با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ تجزیه و تحلیل شده است. حساسیت (Sensitivity)، اختصاصیت (Specificity) و صحت کلی (Overall Accuracy) با استفاده از آنالیزهای تحت منحنی Roc (Receiver Operating Characteristic) در سطح ۰/۰۵ (هم‌چنین از آزمون ضریب همبستگی اسپیرمن (Spearman rank correlation coefficient) برای بررسی حساسیت، اختصاصیت و صحت کلی (Overall Accuracy)  $A_z$  روش‌های مختلف پردازش تصویر در بین مشاهده‌گرها استفاده گردید. با به‌کارگیری روش آنووا و با استفاده از آزمون توکی مقایسه بین حساسیت، اختصاصیت و صحت کلی فیلترهای مختلف رادیوگرافی و تصاویر Original، برای هر یک از مشاهده‌گرها انجام

بر اساس گزینه‌های نرم‌افزار Scanora® (Version 4.3.1) (Orion Corp.\Sordex, Helsinki, Finland) می‌باشد (شکل ۱).

**ارزیابی تصاویر:** رادیوگرافی‌ها بر اساس شماره بلوک‌ها شماره‌گذاری شدند. تصاویر حاصل به صورت یک سوکور (یعنی بررسی‌کنندگان از نوع فیلتر اعمال شده آگاه نبودند) به نمایش گذاشته شدند. تصاویر توسط دو رادیولوژیست با سابقه کاری حداقل ۲ سال بر روی یک مانیتور ۱۴ اینچی (VAIO® SONY Corp) با وضوح ۱۳۶۶\*۷۶۸ و صفحه LED بررسی شدند. هر دو مشاهده‌گر، از یک مانیتور در یک اتاق بدون پنجره با نور کم (۴، ۱۴، ۱۷) و شرایط یکسان برای مشاهده تصاویر استفاده کردند. فاصله مشاهده‌گرها تا مانیتور ۵۰-۷۰ cm در نظر گرفته شد. جهت جلوگیری از خستگی چشم، مشاهده‌گرها در هر نوبت ارزیابی بیش از ۲۰ تصویر را مشاهده نکردند (۷). در طول مشاهده تصاویر، مشاهده‌گرها قادر به تغییر در تصاویر و تغییر در میزان نور، وضوح و دیگر پارامترهای بصری نبودند. مشاهده‌گرها به طور مستقل و بر اساس کدهای زیر وجود یا عدم وجود پوسیدگی را در سطوح پروگزیمال دندان‌ها بر روی فرم‌هایی که نمونه آن در پیوست ضمیمه شده است، ثبت کردند. (۰: پوسیدگی وجود ندارد. ۱: پوسیدگی وجود دارد).

### تعیین پوسیدگی واقعی دندان‌ها (Gold Standard)

در مرحله بعد دندان‌ها را خارج کرده و سطح آنها را از هر گونه گچ پاک نمودیم و با یک هندپیس و دیسک الماسی شروع به برش دندان‌ها کردیم. ابتدا یک برش به موازات محور طولی دندان در جهت باکولینگوالی داده شد تا تاج به دو نیمه مزیا و دیستال تقسیم گردد و سپس به صورت عرضی برش‌های نازک افقی پیش‌رونده، عمود بر محور طولی دندان در هر سطح تا رسیدن به بیشترین گسترش ضایعه انجام گرفت. علت برش طولی اولیه این است که، سطوح مزیا و دیستال هر دندان را

شد. حد معنادار بودن برای تمامی آزمون‌های آماری  $P \leq 0/05$  در نظر گرفته شد.

**یافته‌ها**

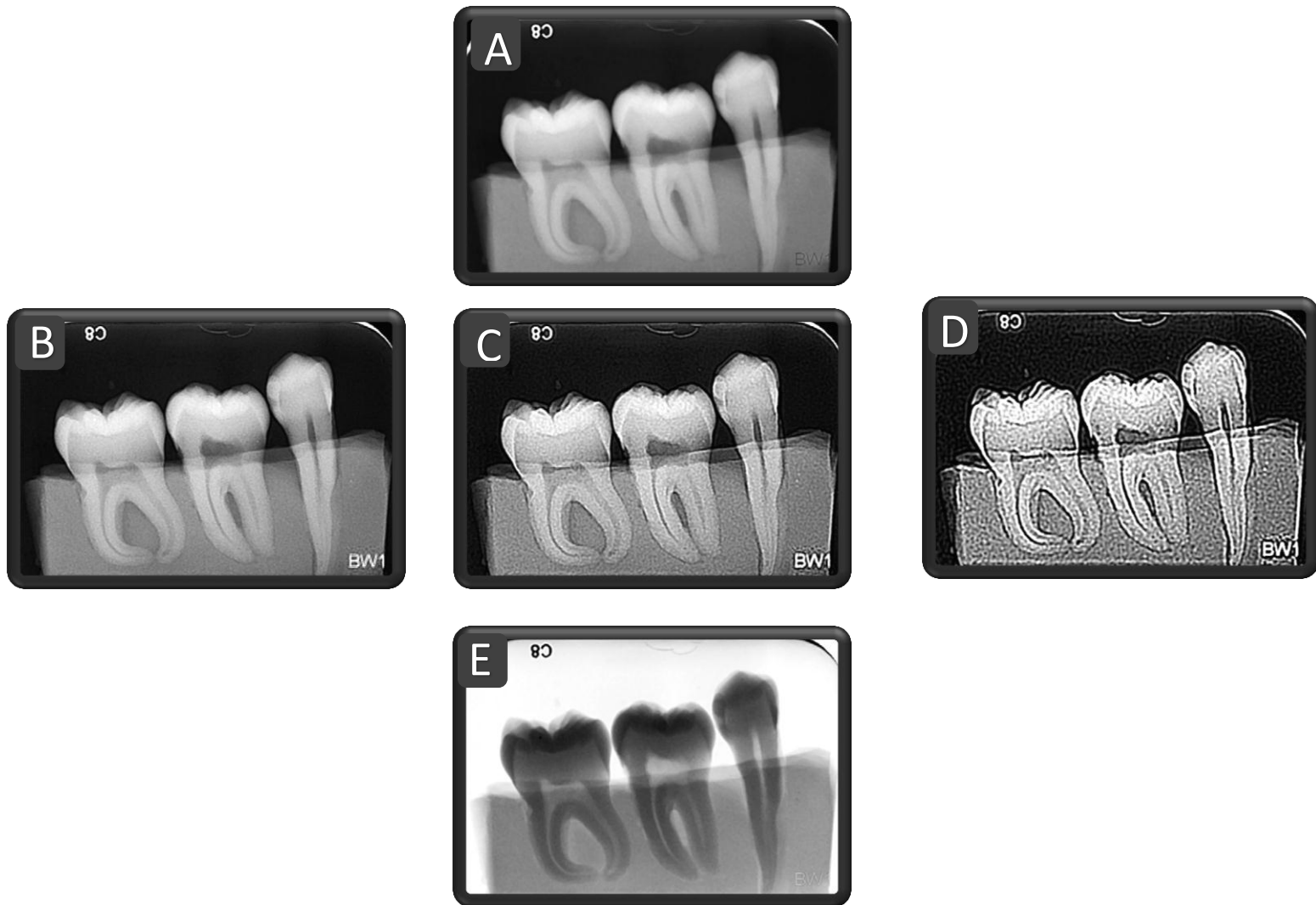
بر اساس نتایج جدول ۱ در حالت کلی بیشترین میزان پاسخ‌های مثبت واقعی مربوط به تصاویر با فیلتر **Low sharpen**، بیشترین میزان پاسخ‌های منفی واقعی مربوط به تصاویر **Original** و مثبت کاذب و پاسخ‌های منفی کاذب مربوط به تصاویر با فیلتر **High sharpen** بود.

بر اساس نتایج نمودار ۱، برای تصاویر **Original** در حالت کلی (مشاهده‌گر اول و مشاهده‌گر دوم) حساسیت، اختصاصیت و صحت کلی ( $A_z$ ) به ترتیب:  $0/56/9$ ،  $0/66/7$  و  $0/61/8$  می‌باشد. برای تصاویر با فیلتر **Low sharpen** در حالت کلی، حساسیت، اختصاصیت و صحت کلی ( $A_z$ ) به ترتیب:  $0/62/8$ ،  $0/64/3$ ،  $0/61/4$  می‌باشد. برای تصاویر با فیلتر **Intermediate sharpen** در حالت کلی، حساسیت، اختصاصیت و صحت کلی ( $A_z$ ) به ترتیب:  $0/34/5$ ،  $0/37/8$  و  $0/36/2$  می‌باشد. برای تصاویر با فیلتر **High sharpen** در حالت کلی، حساسیت، اختصاصیت و صحت کلی ( $A_z$ ) به ترتیب:  $0/28/8$ ،

۲۶/۸٪ و ۲۷/۸٪ می‌باشد. برای تصاویر با فیلتر **Inversion** در حالت کلی، حساسیت، اختصاصیت و صحت کلی ( $A_z$ ) به ترتیب:  $0/53/3$ ،  $0/58/2$  و  $0/55/8$  می‌باشد. در نتیجه، بیشترین میزان حساسیت و صحت کلی مربوط به تصاویر با فیلتر **Low sharpen** بیشترین میزان اختصاصیت مربوط به تصاویر **Original** و کمترین میزان حساسیت و اختصاصیت و صحت کلی ( $A_z$ ) مربوط به تصاویر با فیلتر **High sharpen** بود. در مقایسه ضریب همبستگی اسپیرمن (جدول ۲) برای هر یک از سه حالت مشاهده‌گر اول، مشاهده‌گر دوم و حالت کلی، نتایج آماری نشان داد که هیچ‌گونه تفاوت معناداری بین میزان حساسیت و اختصاصیت در تشخیص پوسیدگی در بین مشاهده‌گرها وجود ندارد ( $P > 0/05$ ). بر اساس نتایج آزمون توکی از لحاظ آماری تفاوت معناداری بین تصاویر **Original**، تصویر با فیلتر **Low sharpen** و تصاویر با فیلتر **Inversion** مشاهده نشد ( $P > 0/05$ ). بین تصاویر با فیلتر **Intermediate sharpen** با سایر روش‌ها و همچنین بین تصاویر با فیلتر **High sharpen** با دیگر روش‌ها تفاوت از لحاظ آماری معنادار بود ( $P \leq 0/05$ ).

بر اساس نتایج جدول ۱ در حالت کلی بیشترین میزان پاسخ‌های مثبت واقعی مربوط به تصاویر با فیلتر **Low sharpen**، بیشترین میزان پاسخ‌های منفی واقعی مربوط به تصاویر **Original** و مثبت کاذب و پاسخ‌های منفی کاذب مربوط به تصاویر با فیلتر **High sharpen** بود.

بر اساس نتایج نمودار ۱، برای تصاویر **Original** در حالت کلی (مشاهده‌گر اول و مشاهده‌گر دوم) حساسیت، اختصاصیت و صحت کلی ( $A_z$ ) به ترتیب:  $0/56/9$ ،  $0/66/7$  و  $0/61/8$  می‌باشد. برای تصاویر با فیلتر **Low sharpen** در حالت کلی، حساسیت، اختصاصیت و صحت کلی ( $A_z$ ) به ترتیب:  $0/62/8$ ،  $0/64/3$ ،  $0/61/4$  می‌باشد. برای تصاویر با فیلتر **Intermediate sharpen** در حالت کلی، حساسیت، اختصاصیت و صحت کلی ( $A_z$ ) به ترتیب:  $0/34/5$ ،  $0/37/8$  و  $0/36/2$  می‌باشد. برای تصاویر با فیلتر **High sharpen** در حالت کلی، حساسیت، اختصاصیت و صحت کلی ( $A_z$ ) به ترتیب:  $0/28/8$ ،



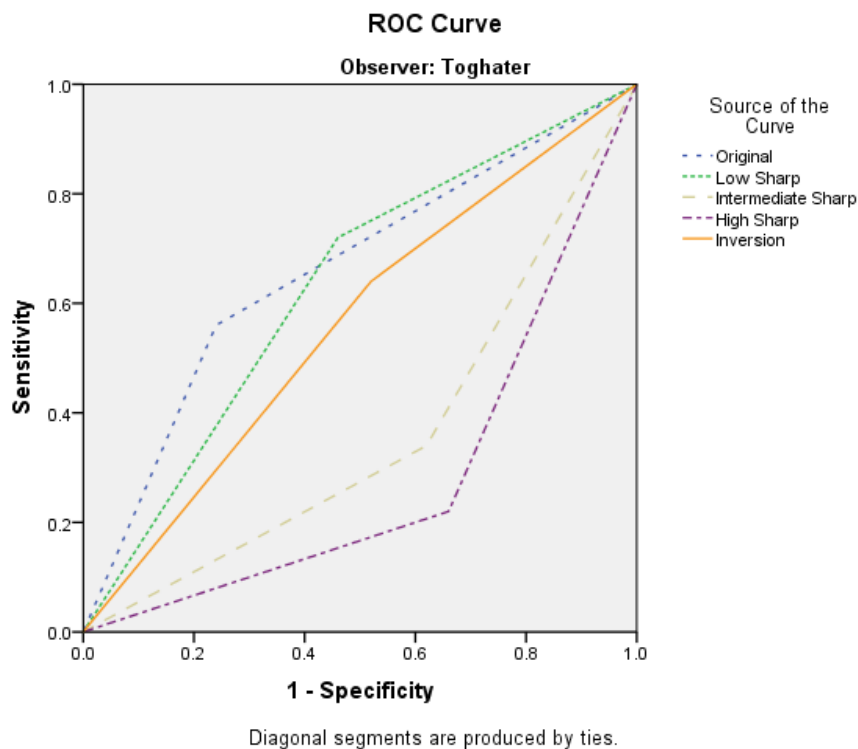
شکل ۱: نمونه‌ای از رادیوگرافی‌ها و فیلترهای اعمال شده بر روی تصاویر. **A**: تصویر **Original** (بدون فیلتر) **B**: تصویر با فیلتر **Low sharpen** **C**: تصویر با فیلتر **Intermediate sharpen** **D**: تصویر با فیلتر **High sharpen** **E**: تصویر با فیلتر **Inversion**

جدول ۱: مقایسه تعداد پاسخ‌های مثبت واقعی، منفی واقعی، مثبت کاذب و منفی کاذب در روش‌های مختلف فیلترینگ رادیوگرافی و تصاویر **Original** در تشخیص پوسیدگی در توافقی بین مشاهده‌گر اول و دوم (حالت کلی)

منفی واقعی	مثبت واقعی	منفی کاذب	مثبت کاذب	
True negative	True positive	False negative	False positive	
۳۳	۲۸	۲۵	۱۴	Original
۲۷	۳۶	۱۷	۲۰	Low Sharpen
۱۹	۱۷	۳۶	۲۸	Intermediate Sharpen
۱۷	۱۱	۴۲	۳۰	High Sharpen
۲۴	۳۲	۲۱	۲۳	Inversion

جدول ۲: مقایسه ضریب همبستگی اسپیرمن در میزان حساسیت و اختصاصیت روش‌های مختلف فیلترینگ رادیوگرافی و تصاویر **Original** در تشخیص پوسیدگی در بین مشاهده‌گرها و نیز بین مشاهده‌گرها و حالت کلی (حد معنادار بودن برای این آزمون آماری  $P \leq 0/05$  در نظر گرفته شد)

P-value	دوم با کلی	P-value	اول با کلی	P-value	اول با دوم	مشاهده‌گر
						تصویرگر
۰/۵۵۸	۰/۷۳۰	۰/۳۷۷	۰/۷۰۶	۰/۷۶۵	۰/۶۷۰	Original
۰/۷۶۸	۰/۷۲۴	۰/۴۵۷	۰/۷۱۵	۰/۶۵۳	۰/۶۹۴	Low Sharpen
۰/۳۱۱	۰/۲۰۵	۰/۵۶۰	۰/۲۳۶	۰/۶۶۷	۰/۱۶۵	Intermediate Sharpen
۰/۲۸۷	۰/۳۶۶	۰/۵۳۷	۰/۳۹۶	۰/۶۵۳	۰/۳۲۵	High Sharpen
۰/۵۶۷	۰/۸۳۸	۰/۴۷۳	۰/۸۳۶	۰/۸۸۵	۰/۷۹۰	Inversion



نمودار ۳: مقایسه منحنی Roc در روش‌های مختلف فیلترینگ رادیوگرافی و تصاویر Original در تشخیص پوسیدگی در توافق بین مشاهده‌گر اول و دوم (حالت کلی)

## بحث

با سهولت بیشتری صورت گیرد. در نرم‌افزار دیجیتال Scanora® (version 4.3.1) امکان بررسی درجات مختلف از فیلتر Sharpen امکان‌پذیر است. تا زمان انجام مطالعه حاضر، در هیچ‌یک از مطالعات پیشین درجات مختلف از فیلتر Sharpen بررسی نشده و نیز در مورد میزان و چگونگی کاربرد این فیلتر بر روی تصاویر توضیحی ذکر نشده است (۷، ۸، ۲۱، ۲۳). از نظر کاربرد اصطلاحات، واژه‌شناسی استاندارد در برنامه‌های نرم‌افزاری دیجیتال وجود ندارد، این امر مقایسه بین اثربخشی انواع مختلف فیلترها را در مطالعات مختلف با مشکل مواجه می‌سازد (۲۴). وجود این تفاوت‌ها و نقایص، از امکان مقایسه نتایج مرتبط با فیلتر Sharpen در این مطالعه با نتایج مطالعات پیشین می‌کاهد.

تا به امروز اطلاعات کمی در مورد عملکرد فیلتر Sharpen در نرم‌افزار Scanora® (version 4.3.1) در شناسایی پوسیدگی‌های پروگزیمال در دسترس است. در مطالعه حاضر از فیلترهای Sharpen (به صورت Low، Intermediate و High) و Inversion در نرم‌افزار دیجیتال Scanora® (version 4.3.1) استفاده شد. علت بررسی فیلتر Sharpen را می‌توان بدین شکل شرح داد که این فیلتر می‌تواند مرز بین ناحیه دارای پوسیدگی (ناحیه رادیولوسنت تر) و بافت سالم (ناحیه رادیوپاک تر) را که دارای کنتراست بیشتری است، بهتر نشان دهد؛ هم‌چنین این فیلتر ممکن است که بتواند فقدان کیفیت تصویر را جبران کرده (۲۱) و سبب کاهش تاری در مرزهای ساختاری شود (۱۲). بنابراین مشاهده نواحی دمینرالیزاسیون جزئی در مینای پروگزیمال ممکن است

معنادار بین نواحی زیر منحنی‌های ROC بنا شده است (۲۵).

بر اساس نتایج حاصل از آنالیز ROC، نشان داده شد که حساسیت، اختصاصیت و صحت کلی در فیلتر Inversion کمتر از حساسیت، اختصاصیت و صحت کلی در مقایسه با تصاویر Original و فیلتر Low sharpen است، و در مقایسه بین این روش‌ها فیلتر Inversion ضعیف‌ترین عملکرد را داشت، نتایج دیگر مطالعات از این یافته‌ها حمایت می‌کند (۷، ۲۶). علت کاهش عملکرد مشاهده‌گرها به هنگام استفاده از فیلتر Inversion می‌تواند مرتبط با نحوه آموزش مشاهده‌گرها باشد، چرا که ضایعات پوسیدگی همواره به عنوان ضایعات رادیولوسنت معرفی و شناخته می‌شوند، در حالی که در تصاویر با فیلتر Inversion سایه‌های خاکستری معکوس می‌شوند.

در مطالعه حاضر، بررسی‌ها نشان داد که بیشترین میزان حساسیت و صحت کلی مربوط به فیلتر Low sharpen بود و نیز میزان صحت کلی فیلتر Low sharpen به ترتیب بیشتر از میزان صحت کلی برای تصاویر Original و Inversion بود؛ این یافته‌ها از نتایج مطالعه مذکور حمایت می‌کند (۷). میزان اختصاصیت و صحت کلی به دست آمده در مطالعه حاضر برای روش‌های مختلف پردازش تصویر و تصاویر Original در مقایسه با مطالعه ذکر شده کمتر بود و نیز در مطالعه حاضر چنین نشان داده شد که میزان اختصاصیت به دست آمده برای تصاویر Original به ترتیب بیشتر از میزان اختصاصیت تصاویر با فیلتر Low sharpen و Inversion بود؛ که این نتایج برخلاف نتایج مطالعه ذکر شده است (۷). (تمامی این مقایسه‌ها با فرض برابر بودن فیلتر Low sharpen در بررسی حاضر و فیلتر Sharpen استفاده شده در مطالعه مذکور می‌باشد)

وجود این تفاوت‌ها می‌تواند مرتبط با تفاوت در تعداد نمونه‌ها، میزان تجربه و تعداد مشاهده‌گرها، نرم‌افزار مورد استفاده، چگونگی استفاده و میزان کاربرد فیلتر

در مطالعه حاضر، نتایج حاصل از آزمون توکی نشان داد که از لحاظ آماری تفاوت معناداری بین تصاویر Original، تصویر با فیلتر Low sharpen و تصاویر با فیلتر Inversion وجود ندارد ( $P > 0.05$ ). بین تصاویر با فیلتر Intermediate sharpen با سایر روش‌ها و همچنین بین تصاویر با فیلتر High sharpen با دیگر روش‌ها تفاوت از لحاظ آماری معنادار بود ( $P \leq 0.05$ ). با توجه به تغییرات حاصل از روش‌های مختلف فیلترینگ بر روی تصاویر (شکل ۱) به نظر می‌رسد که با افزایش میزان فیلتر Noise, Sharpen، تصویر بیشتر شده و تصاویر Coarse و Grained شده‌اند که می‌تواند علت کاهش دقت تشخیصی در مشاهده‌گرها باشد. بنابراین، بر اساس نتایج حاصل از آزمون توکی و نمودار ۱، می‌توان چنین نتیجه گرفت که استفاده از فیلتر Sharpen به میزان متوسط و زیاد (Intermediate sharpen, High sharpen) به شدت و به صورت معناداری از لحاظ آماری سبب کاهش در عملکرد مشاهده‌گرها می‌شود.

بلم (Belem) و همکاران در سال ۲۰۰۸ در کشور برزیل کارایی رادیوگرافی دیجیتال با استفاده از فیلترهای Enhancement را در تشخیص پوسیدگی‌های پروگزیمال بررسی کردند. تصاویر در شرایط بدون فیلتر و همچنین با فیلترهای Negative, Sharpen و هر دو (Sharpen و Negative) در نرم‌افزار Digora® for Windows 2.6 Package بررسی شد. یافته‌های این مطالعه نشان داد که از لحاظ آماری تفاوت معناداری بین روش‌های مختلف پردازش تصویر وجود ندارد که نتایج این مطالعه برای فیلتر Inversion (Negative) در تأیید نتایج مطالعه حاضر می‌باشد.

در مطالعه حاضر جهت مقایسه بین روش‌ها از آنالیز منحنی ROC استفاده شد، چرا که این آنالیز معنادارترین رویکرد را جهت مقایسه عملکرد تشخیصی بین دو یا تعدادی بیشتر از روش‌های مختلف تصویربرداری فراهم می‌آورد (۸). این آنالیز بر اساس مقایسه تفاوت‌های



متدهای تشخیص پوسیدگی که دارای اختصاصیت بالا به ازای مقداری کاهش در میزان حساسیت می‌باشند، بیشتر ترجیح داده می‌شوند. چرا که بنا بر تعاریف، روشی که دارای حساسیت بالا باشد، دارای تعداد پاسخ‌های منفی کاذب کمتر و روشی که دارای اختصاصیت بالا باشد، دارای تعداد پاسخ‌های مثبت کاذب کمتری است (۱۴). تفسیر مثبت کاذب در کلینیک سبب ترمیم غیر ضروری دندان‌های سالم می‌شود، از این رو روشی با میزان اختصاصیت بیشتر ارجح می‌باشد (۱۸). با توجه به نتایج مطالعه حاضر مبنی بر عملکرد قابل قبول فیلتر **Low sharpen**، می‌توان چنین نتیجه گرفت که این فیلتر می‌تواند به عنوان یک روش کمکی در تشخیص پوسیدگی‌های جزئی مینای پروگزیمال مفید باشد. این یافته در تطابق با نتایج مطالعات پیشین می‌باشد (۷، ۲۱). (این مقایسه با فرض برابر بودن فیلتر **Low sharpen** در بررسی حاضر و فیلتر **Sharpen** استفاده شده در مطالعات مذکور می‌باشد)

از محدودیت‌های این مطالعه می‌توان به عدم بررسی اثربخشی فیلترهای دیگر مانند **Edge Pseudocolor**، **enhancement** و غیره، همزمان با درجات مختلف از فیلتر **Sharpen** نام برد. از دیگر محدودیت‌ها می‌توان به عدم بررسی تأثیر همزمان میزان بزرگ‌نمایی، روشنایی و کنتراست با فیلترهای به کار برده شده در این بررسی اشاره کرد. از جنبه‌های با ارزش این تحقیق می‌توان به کاربرد و بررسی تأثیر درجات مختلف از فیلتر **Sharpen** در نرم‌افزار دیجیتال (version 4.3.1) **Scanora**® برای اولین بار در شناسایی پوسیدگی‌های پروگزیمال اشاره نمود.

### نتیجه‌گیری

با توجه به عملکرد قابل قبول فیلتر **Low sharpen**، پیشنهاد می‌شود که از فیلتر **Sharpen** با میزان کم می‌توان به عنوان یک روش کمکی در تشخیص پوسیدگی‌های

**Sharpen** و به‌ویژه وسعت و ماهیت ضایعات پوسیدگی مورد بررسی باشد، چرا که در مطالعه بلم ضایعات به شکل مصنوعی ایجاد شدند (۷). همچنین با توجه به اینکه ضایعات پوسیدگی وسیع غالباً در رادیوگرافی تشخیص داده می‌شوند، ما در مطالعه حاضر از دندان‌هایی با سطوح به ظاهر سالم و یا دارای تغییر رنگ و بدون وجود حفره استفاده کردیم. همان‌طور که در نتایج مطالعه شرح آن رفت حدود ۶۶٪ از سطوح پوسیده، دارای پوسیدگی در محدوده مینا بودند. ممکن است که ضایعات محدود به مینا تا زمانی که حدود ۴۰-۳۰٪ دمنیرالیزاسیون رخ نداده باشد در رادیوگرافی قابل مشاهده نباشند. به همین دلیل تشخیص پوسیدگی در محدوده مینا اغلب سخت‌تر است و حدود نیمی از ضایعات پروگزیمالی موجود در مینا را نمی‌توان با استفاده از رادیوگرافی کشف نمود؛ این امر سبب کاهش میزان در تشخیص پوسیدگی‌های مینا می‌شود. همچنین به دلیل وجود تفاوت دانسیته کاملاً واضح بین مینا و عاج و وجود **Mach band effect**، احتمال تفسیر مثبت کاذب افزایش می‌یابد (۲۷) که همین امر می‌تواند علت کاهش در میزان اختصاصیت به دست آمده برای روش‌های مختلف پردازش تصویر و تصاویر **Original** در مقایسه با مطالعه بلم باشد.

براساس نتایج مطالعه حاضر، از لحاظ آماری تفاوت معناداری بین تصاویر **Original** و تصویر با فیلتر **Low sharpen** وجود ندارد، با این وجود بیشترین میزان حساسیت و صحت کلی مربوط به تصاویر با فیلتر **Low sharpen** و بیشترین میزان اختصاصیت مربوط به تصاویر **Original** بود. از این رو تصاویر **Original** و تصاویر با فیلتر **Low Sharpen** بهترین عملکرد را داشتند. یک توضیح احتمالی برای کاهش میزان اختصاصیت در تصاویر با فیلتر **Low sharpen**، تشدید **Mach band effect** به دلیل افزایش کنتراست بین مینا و عاج می‌باشد. به طور کلی

داشتند و جهت شناسایی ضایعات پوسیدگی پروگزیمال توصیه نمی‌شوند.

مینای پروگزیمال استفاده کرد. تصاویر با فیلتر High Intermediate sharpen و تصاویر با فیلتر High sharpen نسبت به سایر روش‌ها ضعیف‌ترین عملکرد را

## منابع

- 1-Raberson Theodore M, Heyman H, Swift EJ, Sturdevant CM. Sturdevant's art and science of operative dentistry. 4<sup>th</sup> ed. U S A: Mosby; 2002. P: 63.
- 2-Wenzel A. Bitewing and digital bitewing radiography for detection of caries lesions. J Dent Res 2004 July; 83 Suppl 1: C72-5.
- 3-Shi X-Q, Li G. Huddinge, Sweden, Beijing. Detection accuracy of approximal caries by black-and-white and color-coded digital radiographs. Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics. 2009; 107(3): 433-6.
- 4-Haiter-Neto F, Casanova MS, Frydenberg M, Wenzel A. Task-specific enhancement filters in storage phosphor images from the Vistascan system for detection of proximal caries lesions of known size. Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics 2009 Jan; 107(1): 116-21.
- 5-Nomoto R, Mishima A, Kobayashi K, McCabe JF, Darvell BW, Watts DC, "et al". Quantitative determination of radio-opacity: equivalence of digital and film X-ray systems. Dental materials: official publication of the Academy of Dental Materials 2008 Jan; 24(1):141-7.
- 6-Analoui M. Radiographic image enhancement. Part II: transform domain techniques. Dento maxilla facial Radiology 2001; 30: 65-77.
- 7-Belém MDF, Ambrosano GMB, Tabchoury CPM, Ferreira-Santos RI, Haiter-Neto F. Performance of digital radiography with enhancement filters for the diagnosis of proximal caries. Brazilian oral research 2008 May, Jul; 27(3):245-51.
- 8-Akarlan ZZ, Akdevelioğlu M, Güngör K, Erten H. A comparison of the diagnostic accuracy of bitewing, periapical, unfiltered and filtered digital panoramic images for approximal caries detection in posterior teeth. Dento maxillo facial radiology 2008 Dec; 37(8): 458-63.
- 9-Eickholz P, Kolb I, Lenhard M, Hassfeld S, Staehle H. Digital radiography of interproximal caries: effect of different filters. Caries Res 1999; 33: 234-241.
- 10-Kalathingal SM, Mol A, Tyndall DA, Caplan DJ. In vitro assessment of cone beam local computed tomography for proximal caries detection. Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics 2007; 104(5): 699-704.
- 11-Zangoeei Booshehry M, Davari A, Ezoddini Ardakani F, Rashidi Nejad MR. Efficacy of application of pseudocolor filters in the detection of interproximal caries. Journal of dental research, dental clinics, dental prospects 2010; 4(3):79-82.
- 12-Haiter-Neto F, dos Anjos Pontual A, Frydenberg M, Wenzel A. Detection of non-cavitated approximal caries lesions in digital images from seven solid-state receptors with particular focus on task-specific enhancement filters. An ex vivo study in human teeth. Clinical oral investigations 2008; 12(3): 217-23.
- 13-Cheng J-G, Zhang Z-L, Wang X-Y, Zhang Z-Y, Ma X-C, Li G. Detection accuracy of proximal caries by phosphor plate and cone-beam computerized tomography images scanned with different resolutions. Clinical oral investigations 2012; 16(4): 1015-21.
- 14-Pontual AA, de Melo DP, de Almeida SM, Bóscolo FN, Haiter Neto F. Comparison of digital systems and conventional dental film for the detection of approximal enamel caries. Dento maxillo facial radiology. 2010; 39(7): 431-6.
- 15-McComb D. Caries-detector dyes--how accurate and useful are they? Journal Canadian Dental Association 2000 Apr; 66(4): 195-8.
- 16-Xavier CRG, Araujo-Pires AC, Poleti ML, Rubira-Bullen IRF, Ferreira O, Capelozza ALA. Evaluation of proximal caries in images resulting from different modes of radiographic digitalization. Dento maxillo facial radiology 2011; 40(6): 338-43.
- 17-Li G, Qu X, Chen Y, Zhang J, Zhang Z, Ma X. Diagnostic accuracy of proximal caries by digital radiographs: an in vivo and in vitro comparative study. Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics 2010; 109(3): 463-7.

- 18-Farhad Aghmasheh, Bardalb R, Reihanic Z, Moghaddamd MA, Tabane SR, Fallahzadehf F, et al. Comparative study of the effect of direct and indirect digital radiography on the assessment of proximal caries, Indian journal of dentistry. 2013;4(2):83-7.
- 19-Ferreira RI, Haiter-Neto F, Tabchoury CPM, Bóscolo FN. In vitro induction of enamel subsurface demineralization for evaluation of diagnostic imaging methods. Journal of applied oral science: revista FOB 2007; 15(5): 392-8.
- 20-Zhang Z, Qu X, Li G, Zhang Z, Ma X. The detection accuracies for proximal caries by cone-beam computerized tomography, film, and phosphor plates. Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, Endodontics 2011 Jan; 111(1):103-8.
- 21-Belém MDF, Tabchoury CPM, Ferreira-Santos RI, Groppo FC, Haiter-Neto F. Performance of a photostimulable storage phosphor digital system with or without the sharpen filter and cone beam CT for detecting approximal enamel subsurface demineralization. Dento maxillo facial radiology 2013; 42(5): 20120313.
- 22-Javaheri M, Maleki-Kambakhsh S, Etemad-Moghadam S. Efficacy of two caries detector dyes in the diagnosis of dental caries. Journal of dentistry 2010 Jan; 7(2): 71-6.
- 23-Raitz R, Assunção Junior JNR, Fenyó-Pereira M, Correa L, de Lima LP. Assessment of using digital manipulation tools for diagnosing mandibular radiolucent lesions. Dento maxillo facial radiology 2012 Mar; 41(3): 203-10.
- 24-Lehmann TM, Troeltsch E, Spitzer K. Image processing and enhancement provided by commercial dental software programs. Dentomaxillofac Radiol 2002 Jul; 31(4): 264-72.
- 25-Kantor ML, Zeichner SJ, Valachovic RW, Reiskin AB. Efficacy of dental radiographic practices: options for image receptors, examination selection, and patient selection. J Am Dent Assoc 1989 Aug; 119(2): 259-68.
- 26-Takeshita WM, Vessoni Iwaki LC, Da Silva MC, Filho LI, Queiroz ADF, Geron LBG. Comparison of the diagnostic accuracy of direct digital radiography system, filtered images, and subtraction radiography. Contemp Clin Dent 2013 Jul; 4(3): 338-42.
- 27-White SC, Pharoah MJ. Oral radiology principles and interpretation. 6<sup>th</sup> ed. Philadelphia: Elsevier; 2009. P. 270-276.

## Efficacy of Image Processing Filters in the Detection of Proximal Caries in Digital Bitewing Radiograph

Arash Dabbaghi<sup>1</sup>, Samareh Abbassi<sup>2\*</sup>, Nassim Shams<sup>1</sup>, Naghmeh Niroomand<sup>2</sup>, Ali Habibi Kia<sup>2</sup>

1-Assistant Professor of Oral and Maxillofacial Radiology.

2-Postgraduate Student of Oral and Maxillofacial Radiology.

1,2-Department of Oral and Maxillofacial Radiology, Faculty of Dentistry, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.

\*Corresponding Author:

Samareh Abbassi; Department of Oral and Maxillofacial Radiology, Faculty of Dentistry, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.

Tel: +989166066472

Email:

Samareh.Abbasi@yahoo.com

### Abstract

**Background and Objectives:** Image processing filters are supposed to improve the diagnostic performance of digital images. Thus, the aim of present study was to compare the performance of digital radiography with and without image processing filters in the detection of proximal caries lesions.

**Subjects and Methods:** In this in vitro study standardized digital radiographs of 100 approximal surfaces were acquired. Unfiltered and filtered images (low sharpen, intermediate sharpen, high sharpen and inversion filters) on the Scanora<sup>®</sup> (version 4.3.1) software were assessed by 2 observers. The teeth were sectioned and the caries detector used subsequently to determine the gold standard.

**Results:** Sensitivity, specificity and overall accuracy evaluated with sub curve analysis of ROC ( $A_z$ ) and compared using ANOVA/Tukey test. The Spearman test was used for intra-observers agreement. The sensitivity, specificity and overall accuracy of the low sharpen, inversion and unfiltered images were significantly higher than the intermediate sharpen and high sharpen filter images ( $P < 0.05$ ). The difference between unfiltered images, the low sharpen and inversion filter images were not significant ( $P > 0.05$ ). The low sharpen filter images had the highest sensitivity and overall accuracy, and unfiltered images had the highest specificity. The high sharpen filter images had the lowest sensitivity, specificity and overall accuracy.

**Conclusion:** The low sharpen filter may be an acceptable processing filter for detection of the caries lesions; because it showed the highest sensitivity and overall accuracy. The intermediate sharpen and high sharpen filters are not recommended for detection of the caries lesions.

**Keywords:** Dental Caries, Filtered Images, Digital Radiography, Bitewing Radiography.

► Please cite this paper as:

Dabbaghi A, Abbassi S, Shams N, Niroomand N, Habibi Kia A. Efficacy of Image Processing Filters in the Detection of Proximal Caries in Digital Bitewing Radiograph. *Jundishapur Sci Med J* 2015;14(2):169-180.

Received: Feb 14, 2015

Revised: Mar 6, 2015

Accepted: Mar 10, 2015