

## اعاده تشخیصی رادیوگرافیهای تیره

### به وسیله محلول احیاکننده فوق نسبتی سولفات مس\*

دکتر آسیه زمانی ناصر<sup>۱</sup>، دکتر سیما شهابی، دکتر امان‌اله امین‌زاده

#### چکیده مقاله

**مقدمه.** گاهی هنگام تهیه رادیوگرافی، به علت زمان تابش زیاد و یا در اثر ظهور بیش از حد، فیلمها سیاه شده، دانسیته آنها افزایش می‌یابد و در نتیجه کیفیت تشخیصی خود را از دست می‌دهد، هدف از این مطالعه بررسی ارزش محلول سفیدکننده (احیاکننده) سولفات مس در اعاده ارزش تشخیصی این گونه رادیوگرافها می‌باشد.

**روشها.** تعداد ۴۰ فیلم دوپل شماره ۲ پری‌آپیکال، یک عدد ماندیبول جمجمه حاری دندانهای خلفی، سفیدکننده سولفات مس، محلول رقیق شده ظهور، محلول رقیق شده ثبوت، دستگاه رادیوگرافی پری‌آپیکال تروفی و دستگاه ظهور و ثبوت اتوماتیک در نظر گرفته شد. ابتدا یک فیلم پری‌آپیکال از ناحیه خلفی ماندیبول با زمان اکسپوزر طبیعی تهیه و بطور عادی ظاهر و ثابت می‌شد. این فیلم به عنوان فیلم کنترل مثبت بود. سپس ۴۰ فیلم دوپل را جداگانه با زمانهای اکسپوزر بیشتر از زمان عادی برای ناحیه خلفی ماندیبول اکسپوز نمود در نتیجه فیلمها سیاه‌تر از طبیعی شدند. از هر پاکت یک فیلم به عنوان کنترل منفی و فیلم دیگر، به عنوان نمونه، ابتدا بوسیله محلول سفیدکننده سولفات مس دانسیته‌اش کاهش داده و در محلولهای رقیق ظهور و ثبوت مجدداً پردازش شد. کارایی محلول سولفات مس در سه مرحله بررسی کیفیت بالینی فیلم‌های احیا شده، دانسیتومتری فیلم‌های احیا شده و کنترل کنتراست و وضوح فیلم‌های احیا شده به وسیله یک وج پله‌ای آلومینیومی مورد بررسی قرار گرفت.

**نتایج.** فیلم‌های احیا شده در بسیاری از موارد ارزش تشخیصی مشابه با فیلم کنترل مثبت و حتی بیشتر از آن داشت. دانسیته رادیوگرافیهای احیا شده کاهش یافته بود. کنتراست فیلم‌های احیا شده کمی کاهش داشت و وضوح آنها افزایش یافته بود.

**بحث.** محلول احیاکننده سولفات مس محلول مناسبی برای اعاده ارزش تشخیصی فیلم‌هایی است که بطور اتفاقی سیاه می‌شوند، در نتیجه نیاز به اکسپوزر مجدد بیمار نمی‌شود و در وقت و هزینه نیز صرفه‌جویی می‌گردد.

● واژه‌های کلیدی. اعاده تشخیصی؛ رادیوگرافی؛ احیاکننده فوق نسبتی؛ سولفات مس؛ رادیولوژی تشخیصی.

#### مقدمه

گاهی در اثر زمان تابش زیاد و یا زمان ظهور بیش از حد، فیلم‌های رادیوگرافی که به منظور اقدامات تشخیصی تهیه شده‌اند سیاه شده و از کیفیت خود را از دست می‌دهند. محلولهای شیمیایی احیاکننده یا سفیدکننده (reducing or bleaching agents) قادرند با برداشتن نقره اضافی از سطوح فیلم سیاه شده، دانسیته فیلم را کاهش داده و کیفیت تشخیصی آن را بالا ببرند. عمل احیاکنندگی فیلم رادیوگرافی بدین صورت انجام می‌گیرد که یک معرف نقره را به ترکیب محلول در آب و یا به ترکیبی که در آب محلول نیست، تبدیل می‌شود و سپس آن را در یک محلول دیگر مثل تیوسولفات سدیم حل می‌کنند.

بطور کلی برداشتن نقره از سطح رادیوگراف را اصطلاحاً عمل احیا کنندگی می‌گویند ولی مکانیسم شیمیایی که در این کار دخالت دارد، اکسیداسیون نقره و تبدیل آن به ترکیبات نقره است (۱). در کتب و نشریات دندانپزشکی اطلاعات کمی در مورد محلولهای احیاکننده به چاپ رسیده است ولی در نشریات و کتب راهنمای عکاسی و کتب مرجعی که به واکنش‌های شیمیایی عکاسی پرداخته‌اند، روش‌های مختلف برای بالا بردن کیفیت نگاتیوهای معیوب نوشته‌اند. اگر چه امولسیون و ذرات نقره‌ای که در هنر عکاسی به کار می‌رود با فیلم‌های رادیوگرافی متفاوت است، ولی قوانین شیمیایی یکسانی بر آنها صدق می‌کند (۲).

با توجه به پیشرفت تکنولوژی و جایگزینی روشهای نوین تصویربرداری و استفاده کمتر از فیلم‌های رادیوگرافی در کشورهای پیشرفته، در دهه اخیر مطالعه جدیدی بر روی محلول‌های احیاکننده صورت نگرفته است و مقالات در مورد این محلولها در مجلات دندانپزشکی محدود است. مواد احیاکننده به سه دسته تقسیم می‌شوند. این سه دسته عبارتند از احیاکننده‌های کاهشی؛ احیاکننده‌های نسبتی؛ و احیاکننده‌های فوق نسبتی (۲، ۳).

\* این طرح به شماره ۷۸۲۵۶ در دفتر طرحهای پژوهشی معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی - درمانی استان اصفهان ثبت و هزینه آن از طرف آن معاونت پرداخت گردیده است.

۱- گروه رادیولوژی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی - درمانی استان اصفهان، اصفهان.

## روشها

در تحقیق حاضر از احیاکننده فوق نسبتی سولفات مس استفاده شده است. مواد احیاکننده فوق نسبتی از نواحی تیره تر تصویر به مراتب بیشتر از نواحی روشن تر آن نقره برمی دارد (۴)، در نتیجه جزئیات یا وضوح تصویر (Resolution) کاهش پیدا نکرده و کنتراست کمی کاهش می یابد (۵، ۶). با توجه به نتایج مطالعات قبلی، محلول احیاکننده سولفات مس به راحتی قابل تهیه است، سمی نمی باشد، به نور مقاوم است، در ظرف شیشه ای و پلاستیکی نگهداری می شود، با دوام است، وضوح فیلم را افزایش و دانسیته آن را کاهش می دهد (۳).

برای شروع کار، مواد و وسایل زیر تهیه شد.

وج نردبانی آلومینیومی، بدین منظور از ده ورقه آلومینیومی به ضخامت ۱/۵mm استفاده شد و در نتیجه ضخامت آخرین پله ۱۵mm گردید. از این وج برای ارزیابی کنتراست و وضوح فیلم استفاده شد.

محلول سفیدکننده سولفات مس حاوی سولفات مس، کلرور سدیم و آب به کمک دانشکده مهندسی شیمی دانشگاه صنعتی اصفهان تهیه شد. ماندیل خشک، از ماندیل جمجمه موجود در بخش رادیولوژی دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان برای تهیه رادیوگرافی استفاده شد.

دستگاه رادیوگرافی داخل دهانی، از دستگاه رادیوگرافی موجود در بخش رادیولوژی دانشکده دندانپزشکی ساخت شرکت تروفی با مشخصات Vo Kup و ۱۰mA و لوکالیزاتور استوانه ای به طول ۳۰cm استفاده شد. فیلم رادیوگرافی، از فیلم های دوبل داخل دهانی شماره ۲ و سرعت D، ساخت کارخانه کداک استفاده شد.

تهیه نمونه ها، برای اکسپوزر فیلم ها، ابتدا ماندیل جمجمه را در محل ثابت قرار دادیم، سپس از ناحیه دندان خلی آن رادیوگرافی در زمانهای مختلف از ۰/۳ ثانیه تا ۳ ثانیه به کمک فیلم های دوبل تهیه کردیم. برای افزایش حجم نمونه در هر زمان دو بار رادیوگرافی انجام شد و در نتیجه ۴۰ فیلم دوبل بدین نحو اکسپوزر شدند.

پس از اکسپوزر ۴۰ پاکت حاوی فیلم دوبل (۸۰ فیلم) در دستگاه ظهور و ثبوت اتوماتیک موجود در بخش رادیولوژی در شرایط یکسان ظاهر و ثابت شدند. از بین ۴۰ فیلم دوبل، حاصل ۲۵ فیلم دوبل که زمان اکسپوزر بالایی داشتند و در نتیجه دانسیته زیادی ایجاد شده بود و کیفیت تشخیصی مناسبی نداشتند، وارد تحقیق شدند.

شرط ورود نمونه ها، سیاه شدن آنها بود. فیلمی که در زمان ۰/۳ ثانیه تهیه شده بود، دانسیته بسیار خوبی داشت و به عنوان کنترل مثبت تا آخر تحقیق نگهداری شد.

از ۲۵ فیلم دوبل سیاه شده از هر جفت یکی به عنوان کنترل منفی نگهداری شد و دومی در محلول سولفات مس قرار می گرفت و دانسیته آن کاهش داده می شد تا زمانی که فیلم تهرنگ سفید و آبی پیدا می کرد.

شخص دیگری زمان سفیدکنندگی را به کمک کورنومتر اندازه گیری و یادداشت می کرد. این فیلم پس از شستشو در آب، در محلول ظهور مجدد قرار می گرفت و مجدداً زمان ظهور یادداشت می شد و پس از شستشو در آب در محلول ثبوت رقیق شده قرار می گرفت و مجدداً در آب شستشو داده و خشک می شد. لازم به ذکر است که مراحل سفیدکنندگی و ظهور مجدد نیاز به تاریخانه ندارد و در نور عادی قابل اجراست. بدین ترتیب فیلم های احیا شده برای مقایسه با فیلم کنترل مثبت و کنترل منفی آماده می شدند. تمام مراحل در نور عادی انجام شد.

برای تهیه رادیوگرافی از وج پله ای، به وسیله یک فیلم دوبل از وج پله ای با زمان اکسپوزر ۱ ثانیه رادیوگرافی به عمل آمد. سپس هر دو فیلم موجود در پاکت ظاهر و ثابت شدند و یکی به عنوان شاهد نگهداری شد و دیگری تحت عمل سفیدکنندگی قرار گرفت و سپس تعداد پله های قابل رویت در فیلم ها مقایسه شدند.

ارزیابی نمونه ها، این ارزیابی در سه مرحله صورت گرفت.

۱- کیفیت بالینی رادیوگرافی های سفید شده، به وسیله پرسشنامه به همراه فیلم کنترل مثبت و فیلم های کنترل منفی و احیا شده بطور جداگانه به ۴ دندانپزشک داده شد. به هر یک از کلیشه ها به نواحی مختلف ذکر شده با توجه به کیفیت تشخیصی آنها نمرات ۱ تا ۵ داده شد. سپس توسط آزمون T میانگین نمرات داده شده به نگاره های کنترل منفی و مثبت و احیا شده، مقایسه شد.

۲- بررسی کاهش دانسیته، به وسیله دستگاه دانسیتمتری موجود در بخش فیزیک دانشکده پزشکی انجام شد. دستگاه دانسیته را براساس فرمول  $D = \log \frac{I_0}{I}$  نشان می دهد که طبعاً طبق این فرمول دانسیته واحدی ندارد. از آنجا که هر نقطه از فیلم دانسیته مخصوصی دارد، در تمام فیلم ها از نقاط مشابه برای دانسیتمتری استفاده شد. یکی از این نقاط، مینای دندان مولر اول بود که در همه فیلمها دانسیتمتری شد و از نظر کاهش دانسیته در فیلم های کنترل منفی و سفید شده مورد ارزیابی قرار گرفت.

۳- بررسی کنتراست و وضوح فیلم احیا شده، فیلم تهیه شده از وج نردبانی پس از سفیدکنندگی با فیلم دوبل مشابه خودش مقایسه شد.

## نتایج

زمان سفیدکنندگی و ظهور مجدد فیلم، هر چه زمان تابش بیشتر می شود، دانسیته فیلم و زمان سفیدکنندگی نیز افزایش می یابد (جدول ۱). زمان سفیدکنندگی بستگی به دانسیته فیلم و غلظت محلول سفیدکننده دارد.

دانسیته زیاد فیلم، این زمان را افزایش می دهد، غلظت زیاد محلول سفیدکننده این زمان را کاهش می دهد. مراحل ظهور مجدد نیز بستگی به دانسیته اولیه فیلم، دانسیته مطلوب مورد نظر دندانپزشک و غلظت محلول ظهور دارد. رنگ و دانسیته رادیوگراف سفید شده توسط دانسیته فیلم، مرحله ظهور مجدد و غلظت محلول ظهور سنجیده شد (جدول ۱).

فیلمها حین ظهور مجدد از قهوه ای روشن تا سیاه تغییر رنگ می دهند.

## جدول ۱. زمان سفید کنندگی و ظهور مجدد فیلم برحسب زمان تابش

زمان تابش (ثانیه)	زمان سفید کنندگی (ثانیه)	زمان ظهور مجدد	
		قهوه‌ای تیره	سیاه
۰/۶	۱۴	۱۷	۲۰
۰/۷	۲۰	۲۰	۲۲
۰/۸	۲۱	۲۲	۲۴
۰/۹	۲۲	۲۳	۲۶
۱	۲۳	۲۴	۲۶
۱/۱	۲۴	۲۵	۲۷
۱/۲	۲۵	۲۵	۲۹
۱/۴	۲۹	۲۷	۲۹
۱/۵۴	۳۱	۲۸	۴۱
۱/۶	۳۳	۲۸	۴۱
۱/۷	۳۵	۳۰	۴۵
۱/۹	۳۸	۳۴	۵۰
۲	۴۱	۳۵	۵۵
۲/۱	۴۳	۳۶	۵۶
۲/۲	۴۹	۳۸	۵۸
۲/۳	۵۴	۴۰	۶۰
۲/۹	۶۰	۴۴	۶۵

## بحث

از یافته‌های حاصل در مورد زمان سفید کنندگی فیلم‌های تیره شده متوجه می‌شویم که زمان سفید کنندگی بستگی به دانسیته اولیه فیلم‌ها و غلظت محلول سفید کننده دارد، دانسیته زیاد این زمان را افزایش می‌دهد و غلظت زیاد محلول، آن را کاهش می‌دهد. مراحل ظهور مجدد و انتخاب رنگ به دانسیته اولیه فیلم، دانسیته مورد نظر و غلظت محلول ظهور بستگی دارد. تغییر رنگ بر روی فیلم‌های با دانسیته کم، مشهود نیست و فیلم‌های با دانسیته متوسط و زیاد در مراحل ظهور مجدد از قهوه‌ای روشن، قهوه‌ای تیره، خاکستری تا سیاه تغییر رنگ می‌یابند. از محلول‌های ظهور رقیق‌تر از  $\frac{1}{4}$  هم می‌توان برای ظهور مجدد فیلم‌ها استفاده نمود که در این صورت، زمان ظهور مجدد افزایش می‌یابد. از محلول ظهور غلیظ‌تر نیز می‌توان استفاده نمود که در این صورت، زمان مجدد کاهش می‌یابد ولی عمل ظهور به سرعت انجام می‌گیرد، تغییر رنگها قابل مطالعه نیست و احتمال سیاه شدن مجدد فیلم زیاد است.

## جدول ۲. میانگین نمرات مربوط به کیفیت تشخیصی فیلم‌های تهیه شده

نگاره	کنترل مثبت	کنترل منفی	احیا شده
لامینادورا	۴/۱۵	۳/۰۹	۲/۱۸
استخوان اسفنجی	۴/۲۰۵	۲/۴۸۵	۴/۲۵۵
بافتهای دندان	۴/۱۰	۲/۴۶	۳/۷۵
لیگامان پریودنتال	۲/۸۹	۲/۰۰	۳/۹۸

به هر حال، بهتر است برای ظهور مجدد از محلول‌های ظهور رقیق‌تر استفاده شود. محلول ۱:۲۰ رقیق شده محلول مناسبی است. محلول ظهور مجدد به علت رقیق بودن به سرعت از بین می‌رود. فیلم با دانسیته بالا به سرعت این محلول را تخریب نموده و به رنگ آبی روشن در می‌آورد. محلول تازه تصویر بهتری می‌دهد. در صورتی که پس از عمل سفید کنندگی و ظهور مجدد رادیوگرافی حاصل هنوز تیره و غیر قابل تشخیص باشد، پروسه‌های سفید کنندگی و ظهور مجدد را می‌توان دوباره تکرار نمود تا دانسیته دلخواه حاصل شود.

این تغییر رنگ در فیلم‌های با دانسیته کم مشهود نیست ولی در فیلم‌های با دانسیته زیاد یا متوسط قابل رؤیت است.

بررسی بالینی رادیوگرافها، آزمون T نشان داد که بین میانگین نمرات داده شده به کیفیت تشخیصی لامینادورا در نگاره‌های کنترل مثبت و کنترل منفی، و در نگاره‌های کنترل منفی و احیا شده اختلاف معنی‌داری وجود دارد ( $P < 0/001$ ).

در جدول ۲ مشاهده می‌شود که میانگین نمرات داده شده به کیفیت تشخیصی لامینادورا در نگاره احیا شده بیشتر از نگاره کنترل منفی و تقریباً برابر نگاره کنترل مثبت است ( $P < 0/001$ ). میانگین نمرات داده شده به کیفیت تشخیصی استخوان اسفنجی در نگاره احیا شده بیشتر از کنترل منفی و تقریباً برابر نگاره کنترل مثبت است ( $P < 0/0001$ ).

میانگین نمرات داده شده به کیفیت تشخیصی بافتهای دندان در نگاره احیا شده اندکی بیشتر از نگاره کنترل منفی و کمتر از نگاره کنترل مثبت است ( $P < 0/03$ ). میانگین نمرات داده شده به کیفیت تشخیصی لیگامان پریودنتال در نگاره احیا شده بیشتر از نگاره کنترل منفی و تقریباً برابر نگاره کنترل مثبت است.

بررسی کاهش دانسیته. در تمام موارد دانسیته فیلم احیا شده نسبت به فیلم کنترل منفی کاهش یافته است (جدول ۳).

جدول ۳. کاهش دانسیته مینای دندان برحسب زمان تابش

زمان تابش	احیا نشده	احیا شده
۰/۳	۰/۶۲	۰/۶۱
۰/۴	۰/۶۷	۰/۶۶
۰/۶	۰/۸۴	۰/۸۱
۰/۷	۰/۸۶	۰/۷۹
۰/۸	۰/۸۸	۰/۷۹
۰/۹	۹/۳	۰/۷۷
۱/۱	۱/۱۲	۰/۷۵
۱/۲	۱/۱۵	۰/۹۲
۱/۴	۱/۲۵	۰/۹۵
۱/۵	۱/۳۲	۰/۹۷
۲/۲	۲/۳	۰/۹۹
۲/۳	۲/۶	۱/۴
۲/۹	۲/۸۱	۱/۵

در مورد بافتهای دندان هر چند کیفیت تشخیصی در نگاره احیا شده نسبت به نگاره کنترل منفی افزایش چشمگیری داشت ولی به حد مطلوب یعنی آنچه در نگاره کنترل مثبت بود، نرسید. این مسأله شاید بستگی به علت افزایش زمان سفیدکنندگی یا افزایش غلظت محلول سفیدکننده دارد که در این صورت محلول سریعتر عمل می‌کند و باید کمی زمان سفیدکنندگی را کاهش داد. با توجه به این که روشن‌ترین تصویر بر روی نگاره مینای دندان و بافتهای دندان است و در این نواحی رسوب نقره خیلی کم است، اگر زمان سفیدکنندگی افزایش یابد، باعث برداشتن نقره بیشتر و از دست دادن کیفیت تصویر در این ناحیه می‌شود که باید دقت لازم به عمل آید. در مطالعات قبلی ثابت شده بود که محلول سولفات مس وضوح تصاویر احیا شده را افزایش می‌دهد (۲، ۳) که در این تحقیق نیز به این نتیجه رسیدیم. تحقیق حاضر نشان داد که محلول سفیدکننده سولفات مس، محلول مناسبی برای اعاده کیفیت تشخیصی رادیوگرافیهای تیره می‌باشد، دانسیته آنها را کاهش داده و به حد مطلوب می‌رساند و وضوح تصویر را افزایش داده و کیفیت تشخیصی مناسبی در نگاره ایجاد می‌کند.

برای جلوگیری از اکسیژر مجدد بیمارانی که بطور اتفاقی رادیوگرافی تهیه شده از آنان سیاه می‌شود، برای صرفه‌جویی در مصرف فیلم‌هایی که به دلیل سیاه شدن نیاز به تکرار دارد و برای جلوگیری از اتلاف وقت بیمار، می‌توان از محلول سفید کننده سولفات مس استفاده نمود.

### قدردانی و تشکر

با تشکر از آقایان گرجیان و محمدی تکنسین‌های بخش رادیولوژی دانشکده دندانپزشکی که در مراحل اجرای طرح با اینجانب همکاری صمیمانه داشته‌اند.

کلیه نتایج بدست آمده در این تحقیق در مورد زمان سفیدکنندگی و ظهور مجدد با تحقیقات قبلی مشابه است (۲، ۳). در تحقیقاتی که بر روی کاهش دانسیته فیلم‌های احیا شده و افزایش کیفیت تصویر احیا شده انجام گرفته، مشخص شده که محلول احیا کننده سولفات مس قادر به کاهش دانسیته رادیوگرافیهای تیره است و کیفیت تصویر نیز در رادیوگرافیهای احیا شده، افزایش می‌یابد (۲، ۳). در تحقیق حاضر نیز این نتیجه حاصل شد. در مطالعه حاضر کیفیت تشخیصی اجزای مختلف تصویر مانند لامینادورا، استخوان اسفنجی، لیگامان پریدونتال و بافتهای دندان مورد بررسی قرار گرفت که در مطالعات پیشین انجام نشده بود.

مطالعه حاضر نشان داد کیفیت تشخیصی در مورد همه اجزا به جز بافتهای دندان، در فیلم احیا شده از فیلم کنترل مثبت نیز کمی بهتر بود و

### مراجع

- 1- Chesney DN, Chesney MD. *Radiographic photography. 2nd Ed. Oxford: Blackwell Scientific. 1971: 104-107.*
- 2- Kaplan I, Dickens RL. *Improving the diagnostic quality of radiography by reduction. Gen Dentistry 1985; 33(2): 140-3.*
- 3- Kaplan I, Dickens RL. *Lightening of dark radiographs with a supper proportional reducing agent. Quintessence International. 1990; 21(9): 737-40.*
- 4- Jacobson CI, Jacobson RE. *Developing solutions. 17th Ed. NewYork: Focal press. 1970; 312-20.*
- 5- Carroll JS. *Photographic lab handbook. 4th Ed. NewYork: American Photographic Book. 1977: 192-193.*
- 6- Mason LF. *Photographic processing chemistry. 2nd Ed. NewYork: John Wiley and Sons. 1975: 217-19.*